



BRASIL

SISTEMAS DE AR CONDICIONADO

Tipos de sistemas

5

 **Telefone**
(11) 3361-7266

 **E-mail**
smacna@smacna.org.br

 **Site**
www.smacna.org.br

SOBRE

A SMACNA BRASIL

A SMACNA BRASIL FOI CRIADA EM OUTUBRO DE 1989, É UMA ASSOCIAÇÃO TÉCNICO-CIENTÍFICA SEM FINS LUCRATIVOS, DESDOBRAMENTO DA SMACNA INC./USA ONDE OPERA HÁ 80 ANOS.

A VISÃO INTERNACIONAL DE MERCADO E A INCORPORAÇÃO COMO ROTINA DAS MAIS MODERNAS TECNOLOGIAS, DIFERENCIAM OS TRABALHOS DOS ASSOCIADOS DA SMACNA BRASIL. A TROCA DE INFORMAÇÕES E EXPERIÊNCIAS COM A SMACNA INC./USA, SERVINDO-SE DO SEU “BOOKSTORE”, FACULTA ÀS EMPRESAS BRASILEIRAS DE ENGENHARIA TERMOAMBIENTAL A RECICLAR OS SEUS CONHECIMENTOS ADAPTANDO-OS ÀS SEMPRE RENOVADAS NECESSIDADES DO SETOR.

TEM COMO MISSÃO NO BRASIL, PROPORCIONAR PRODUTOS, SERVIÇOS E REPRESENTATIVIDADE AOS SEUS ASSOCIADOS PARA AUMENTAR SEUS NEGÓCIOS, MERCADO E LUCRATIVIDADE – PELA VIA TÉCNICA – MEDIANTE PROCESSO DE PARTICIPAÇÃO INTEGRADA. A SMACNA BRASIL TEM COMO OBJETIVO, REUNIR EM SEU QUADRO DE ASSOCIADOS, AS PRINCIPAIS EMPRESAS DE TRADIÇÃO QUE ESTÃO ALINHADAS AO PROPÓSITO DA ASSOCIAÇÃO. EMPRESAS QUE ESTEJAM SEMPRE ATUALIZADAS COM O MERCADO E QUE UTILIZAM EM SEUS PROJETOS NORMAS COMPETENTES.

...



O ar condicionado, como conhecemos hoje, foi inventado em 1902, há quase 120 anos, e constitui a base para todos os sistemas de climatização e refrigeração. Apesar de existirem diversos tipos e tecnologias disponíveis no mercado, a grande maioria utiliza o ciclo abaixo apresentado. Seja um chiller de alta eficiência, um sistema split ou até mesmo uma geladeira, todos compartilham os mesmos princípios básicos de refrigeração:

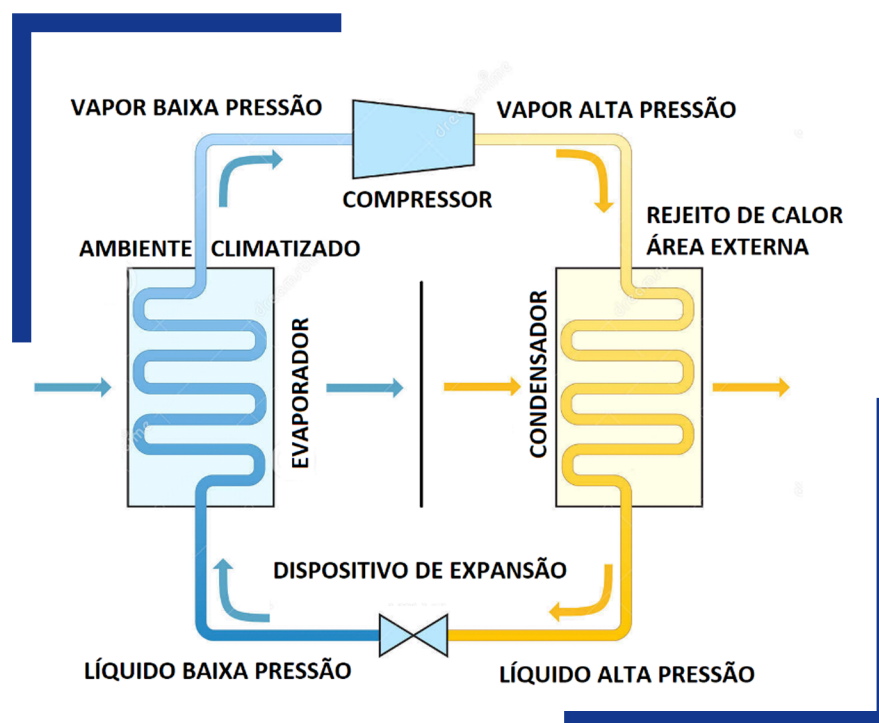


Figura 1

Fonte: <https://pt.dreamstime.com/ilustra%C3%A7%C3%A3o-stock-ciclo-de-refrigera%C3%A7%C3%A3o-image42808207>

Nos sistemas de climatização são quatro os elementos principais:

- Compressor** Transforma vapor em baixa temperatura e baixa pressão para vapor quente em alta pressão;
Movimenta o fluido;
- Condensador** Responsável por rejeitar o calor do ambiente refrigerado;
Transforma o fluido no estado vapor para o estado líquido, mantendo a pressão;
- Dispositivo de Expansão** Responsável pela “mágica do resfriamento”, é onde são alcançadas as temperaturas baixas necessárias para operação do sistema;
Transforma o fluido líquido em alta pressão e alta temperatura para baixa pressão e baixa temperatura, mantendo o estado líquido do refrigerante;
- Evaporador** É o elemento que temos contato dentro do ambiente climatizado. Responsável por resfriar o ar, realiza a troca de calor entre o fluido do sistema e o ar ambiente. Este calor trocado acaba mudando o estado físico do fluido no estado líquido para vapor, o que dá o nome de evaporador a este componente.

Com base nos princípios básicos acima descritos, diferentes variações são possíveis e, para cada uma destas variações tecnológicas, podemos ter soluções diferentes de equipamentos e sistemas.

Uma diferença importante está na utilização ou não de um fluido intermediário para geração de frio: se o evaporador que resfria o ar recebe esta energia fria diretamente do gás refrigerante que passou pelo compressor, chamamos de **expansão direta**. Nesses casos, o evaporador depende do balanceamento frigorífico do gás que circula.

São exemplos de sistemas de climatização e refrigeração do tipo expansão direta:

- ▶ Geladeiras domésticas
- ▶ Ar Condicionado Janela (ACJ)
- ▶ Split
- ▶ Multi Split
- ▶ VRV/VRF (Fluxo de Refrigerante Variável)
- ▶ Self
- ▶ Splitões
- ▶ Rooftops

Sistemas de expansão direta representam a maior parcela do mercado, pois atendem às instalações de pequeno e médio porte para conforto térmico. Porém, em sistemas de grande porte com grandes distâncias a serem percorridas pela tubulação ou ainda com necessidades específicas de controle de temperatura e umidade, estes acabam limitando a aplicação da expansão direta.

Outro fator importante para se ter conhecimento é o fato de que grandes linhas frigorígenas necessitam uma grande quantidade de gás, e há risco de vazamento destes ao longo da linha.

No entanto, se o gás refrigerante resfria um fluido intermediário (a água, por exemplo) para que este seja levado até ao condicionador que resfria o ar do ambiente, este sistema é chamado de **expansão indireta**.

Na expansão indireta, o fluido refrigerante (o gás) troca calor com um fluido secundário e é este fluido que é distribuído pela instalação para alcançar todos os condicionadores. Normalmente, utilizando água como fluido intermediário, a distribuição é feita pela tubulação de água gelada, que precisa ser isolada para não condensar externamente, e assim preservar a energia da água transportada. Sistemas de expansão indireta são usualmente adotados em instalações de médio e grande porte, quando há grandes distâncias a serem percorridas pela tubulação para distribuição do frio ou com necessidades específicas de controle de controle do ar, indo além do conforto térmico. Além disso, sistemas desse tipo podem utilizar equipamentos mais robustos e alcançar altos níveis de confiabilidade e eficiência energética.

Equipamentos de HVAC-R de expansão indireta são conhecidos como chillers, sendo traduzido do inglês como resfriadores de líquidos. Existem diversos tipos de Chillers, para as mais diversas aplicações, podendo ter alta eficiência energética e tecnologia embarcada, facilitando a geração de água gelada.

A seguir descrevemos resumidamente os principais tipos de equipamentos de climatização e sistemas de **expansão direta e indireta** com as suas principais características:

Sistemas de expansão direta

Ar Condicionado de Janela (ACJ)

O equipamento pioneiro no ar condicionado de conforto foi do tipo janela, o ACJ. Nele, todos os 4 elementos de refrigeração estão juntos dentro de uma mesma carcaça, de forma compacta, que rejeita calor pela parte do gabinete que fica do lado externo e esfria o ar ambiente recirculando o ar interno pela parte frontal.

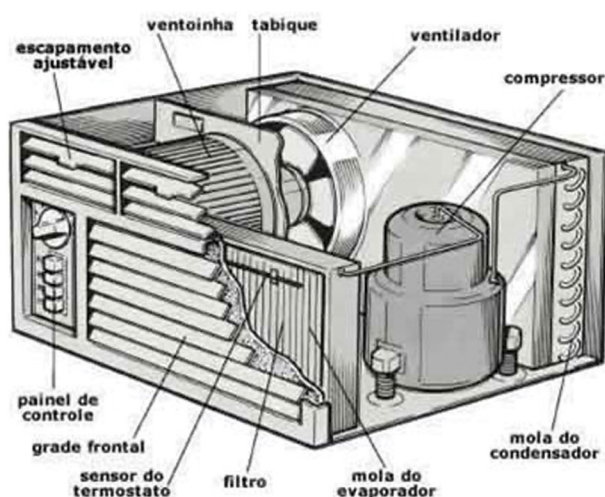


Figura 2

Fonte: <http://comoeisso.com.br/ar-condicionado-antigo-vale-a-pena-trocar/>



Figura 3

Fonte: <https://arcticwindac.com/6k-btu-energy-star.html>

A principal característica do ACJ é a facilidade de instalação; basta uma abertura na parede com instalação de parte do equipamento para a área externa. É um equipamento tipo plug-play, ou seja, apenas ligá-lo na tomada é o suficiente para fazê-lo funcionar. A única dificuldade é preparar um suporte na janela ou parede com fundo para o ambiente externo para receber o equipamento, o que envolve uma certa intervenção de obra civil. Há também a questão do desconforto acústico, pois os principais elementos geradores de ruído (como o compressor), estão junto ao ambiente climatizado.

Split

O equipamento do tipo split, que traduzido do Inglês significa dividido, possui os elementos fundamentais separados em duas partes, tendo a unidade interna (evaporadora) e a unidade externa (condensadora), que é onde fica o compressor.

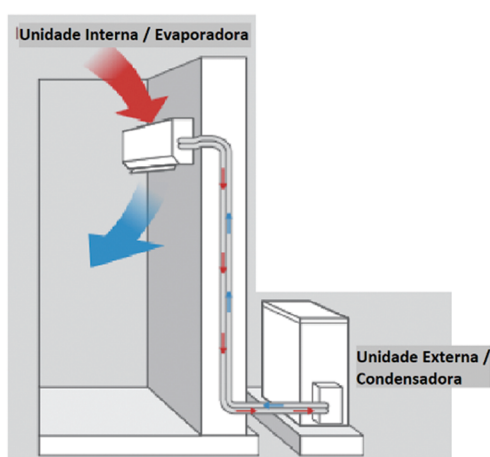


Figura 4

Fonte: <https://panorama.comerc.com.br/sistema-de-climatizacao-o-que-e-e-as-principais-aplicacoes>



Figura 5

Fonte: Adaptação SMACNA

Pelo fato de a unidade evaporadora ser instalada no ambiente interno e a unidade condensadora no ambiente externo, conectadas por linhas de refrigeração e cabos de conexão elétrica, é possível uma maior flexibilidade na instalação, ou seja, a unidade interna pode ser instalada em diferentes lugares nos ambientes e não exclusivamente na parede com face externa, como no caso do ACJ. É também menos ruidoso do que o ACJ, pois o compressor está interno ao gabinete do condensador, podendo ficar distante do ambiente beneficiado.

Os equipamentos do tipo split são individuais, ou seja, uma unidade evaporadora para cada unidade condensadora, com limite máximo de distância de tubulação para conectar as duas unidades. Esta pode variar em função de cada fabricante.

Multi Split

O multi split surgiu na sequência ao split utilizando tecnologia semelhante, mas permitindo que uma única unidade condensadora se conecte a até cinco ou seis unidades evaporadoras, diminuindo o espaço necessário para a instalação de condensadoras.

No multi split já há mais elementos eletrônicos na unidade condensadora, o que pode tornar um pouco mais complexa a manutenção. Assim, se a unidade condensadora apresenta algum defeito, todo o sistema de climatização relacionado apresentará falha, ou seja, não há independência na operação como no caso do split.

Em equipamentos desse tipo cada evaporadora deverá ter sua rede frigorígena individual até a conexão com a unidade externa. As limitações de distância na instalação e a rápida chegada ao mercado do sistema com fluxo de refrigerante variável (VRV/VRF) ocuparam em parte as demandas que este equipamento visava atender.



Figura 6

Fonte: <https://blogdanorte.com.br/multi-split-vale-a-pena-comprar/>

VRV/VRF (Fluxo de Refrigerante Variável)

O VRV (ou VRF), criado por fabricantes asiáticos, possui uma unidade condensadora que é conectada a várias unidades evaporadoras, e utiliza uma rede frigorígena única que interliga todos os condicionadores. Este produto pode atender a grandes distâncias e desníveis das linhas frigorígenas, e só se tornou possível a partir do desenvolvimento do compressor inverter.

Uma boa característica deste sistema é o fato dele possibilitar um crescimento em fases, com custos proporcionais às capacidades instaladas, onde vão se interligando mais equipamentos e aumentando a capacidade total da instalação. Este equipamento é fornecido com muitos recursos de controles e inovações tecnológicas embarcadas, porém são sempre proprietários de cada fabricante, proporcionando versatilidade e fidelizando o cliente à marca, já que uma vez que o sistema é instalado para um determinado produto, outro fabricante não poderá ser incorporado no mesmo sistema.

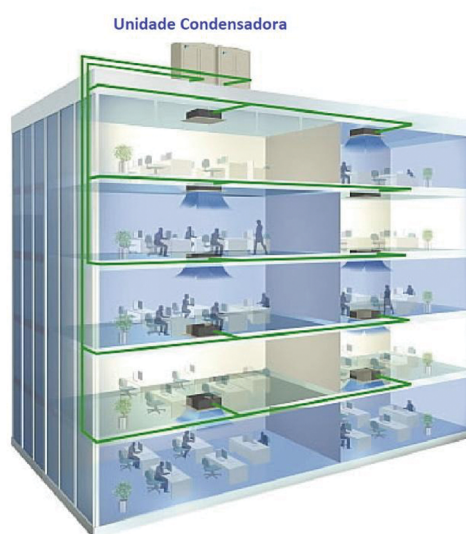


Figura 7

Fonte: <https://ambientair.com.br/instalacao/vrf-fluxo-de-refrigerante-variavel/>

Nota: A tecnologia do compressor inverter passou a ser tão importante e massificada pelos fabricantes que vários outros equipamentos estão passando a substituir o compressor scroll por ele, permitindo uma melhor eficiência e menor nível de ruído como principais benefícios.

Rooftop

O rooftop é quase um aparelho de janela grande, mas instalado no telhado, e foi criado pelos norte-americanos como solução de climatização para uma edificação residencial e de lojas de departamento.

O equipamento deve ser instalado em ambiente externo, e o ar vai e volta ao equipamento por baixo, e de forma dutada. O rejeito de calor é feito diretamente para o ar externo onde o equipamento está instalado. Observa-se que equipamentos desse tipo exigem reforço estrutural do telhado para instalação e acesso para manutenção, e grandes distâncias até o perímetro do telhado podem trazer dificuldades de transporte.



Figura 8
Exemplo de Equipamento do tipo Rooftop

Self de Condensação a Ar

O self de condensação a ar surgiu na sequência ao rooftop e tem como principal vantagem ter mais possibilidades de instalação em relação ao espaço físico necessário.

Equipamentos do tipo Self são compostos por duas partes: o self, que pode inclusive ser instalado em ambientes internos (com tomada de ar externo) e a condensadora remota, que precisa ser instalada em ambientes externos, mas que tem dimensões reduzidas. Ambas as partes se conectam por duas tubulações frigorígenas, conforme ilustração a seguir:

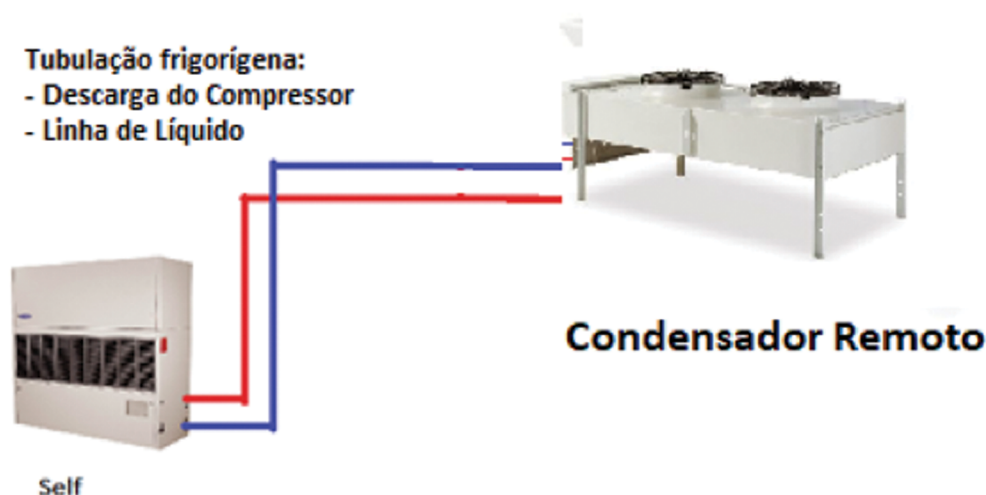


Figura 9

Fonte: Adaptação SMACNA
Exemplo de Self Condensação à Ar

Assim como no rooftop, a distribuição do ar para os ambientes é feita de forma dutada, com grelhas ou difusores. Estes componentes são responsáveis pela forma com que o ar é introduzido no ambiente (também chamado de insuflamento), e como ele retorna ou é expurgado do ambiente. Outra vantagem importante é a possibilidade de instalar um self para cada espaço climatizado e assim alcançar o controle de temperatura individual para cada ambiente.

Self de Condensação a Água

O self de condensação a água surgiu como uma opção ao self de condensação a ar, e tem como vantagem não necessitar de vários condensadores remotos uma vez que o sistema é composto por um conjunto de selfies conectados a uma única torre de resfriamento. A torre recebe a carga térmica rejeitada pelos SELFs, e por meio da evaporação da água, esta é novamente resfriada e retorna para os SELFs.

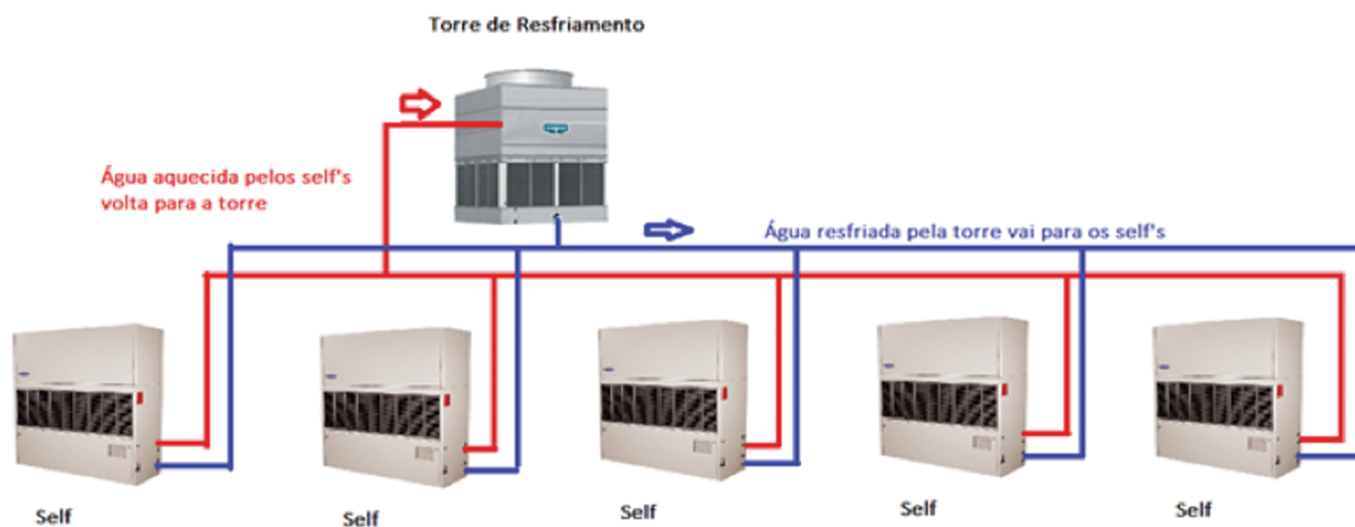


Figura 10

Fonte: Adaptação SMACNA

Exemplo de Self Condensação à Água

As conexões também são mais simples. Neste caso, são utilizadas tubulações hidráulicas ao contrário das tubulações de cobre de refrigeração. Cada self se conecta à torre por um par de tubos:

- ▶ Água resfriada pela torre de resfriamento em direção aos selfies
- ▶ Água aquecida pelos selfies retornam para a torre de resfriamento

Splitão

O splitão é uma derivação do self. No self o compressor está no evaporador, ou seja, no gabinete que trata o ar. Já no splitão, o compressor se encontra no condensador, diminuindo o ruído interno e levando para o exterior o pior componente de manutenção. O splitão é composto por duas partes conectadas por tubulação frigorígena de maior diâmetro, conforme ilustração a seguir:

- ▶ Unidades Condensadoras
- ▶ Unidades Evaporadoras



Figura 11

Fonte: Adaptação SMACNA

As unidades condensadoras devem ser instaladas em ambientes externos e as unidades evaporadoras nos ambientes internos ou próximos dele.

Há no mercado splitões com compressores variáveis, inclusive do tipo inverter, o que permite maior eficiência energética e versatilidade das instalações. Houve também evoluções significativas nos evaporadores, inclusive na eficiência de ventilação, permitindo uma rede de dutos para uma melhor distribuição do ar para os equipamentos de maior capacidade.

Sistemas de expansão indireta

A partir deste parágrafo abordaremos os sistemas de expansão indireta, também chamados de centrais, pois utilizam equipamentos chamados chillers (que geram o frio em um circuito frigorífico que resfria a água) ou outro fluido intermediário que é bombeado até os condicionadores, que farão o resfriamento/ beneficiamento do ar.

Os evaporadores condicionadores de ar no sistema central de água gelada podem ser do tipo fancoletes, fan coil ou unidades de tratamento do ar (UTA), e serão objeto de um próximo informativo técnico.

Neste momento, focaremos na descrição dos chillers, que são os responsáveis por gerar o frio e rejeitar o calor. Importante lembrar que estes equipamentos normalmente ficam em casas de máquinas distantes dos fancoils e dos ambientes beneficiados, e que estes recebem o frio através da rede hidráulica de água gelada, que por não ser um gás como descrito nos sistemas Split e VRF possuem dimensões maiores.

Sistemas de expansão indireta ou central de água gelada possuem custos mais atrativos tanto quanto maior for a capacidade de refrigeração do ar condicionado ou quando exigem grandes distâncias a serem percorridas pela tubulação ou com necessidades específicas de controle de temperatura e umidade. Além disso, a manutenção dos fancoils e a convivência com tubulação de água gelada são facilitados por necessitarem uma qualificação menor do mantenedor, já que o chiller é um equipamento que possui bastante tecnologia embarcada, e também é suportado diretamente pelo fabricante ou por empresas qualificadas, como as associadas SMACNA.

Existem diversos tipos de chillers, para as mais diversas aplicações, e que podem alcançar níveis de eficiência energética extremamente arrojados além de alta precisão de controle desde que os sistemas sejam projetados adequadamente.

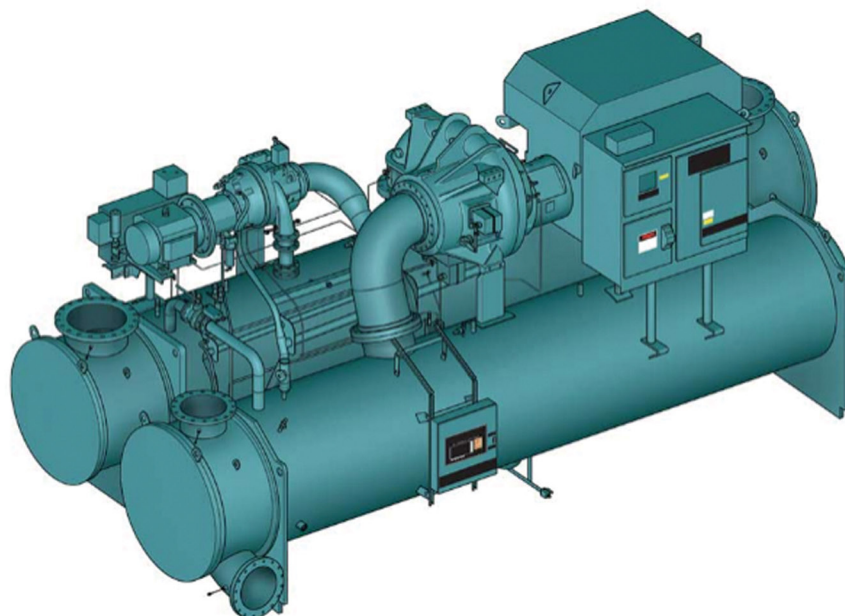


Figura 12

Fonte: <https://sarmasazan.co/en/what-is-a-centrifugal-chiller/>
Chiller – Exemplo de expansão indireta

Uma diferença significativa entre os chillers é quanto ao tipo de condensação sendo que a grande diferença entre eles ocorre no rejeito do calor para o ambiente externo: condensação a ar e condensação a água.

Em sistemas de condensação a ar o calor é rejeitado diretamente no ar externo na forma de ar quente. Por outro lado, em sistemas de condensação a água o calor é rejeitado em um circuito de água específico para absorver o calor do sistema, sendo necessário um sistema de apoio, normalmente uma torre de resfriamento.

Condensação

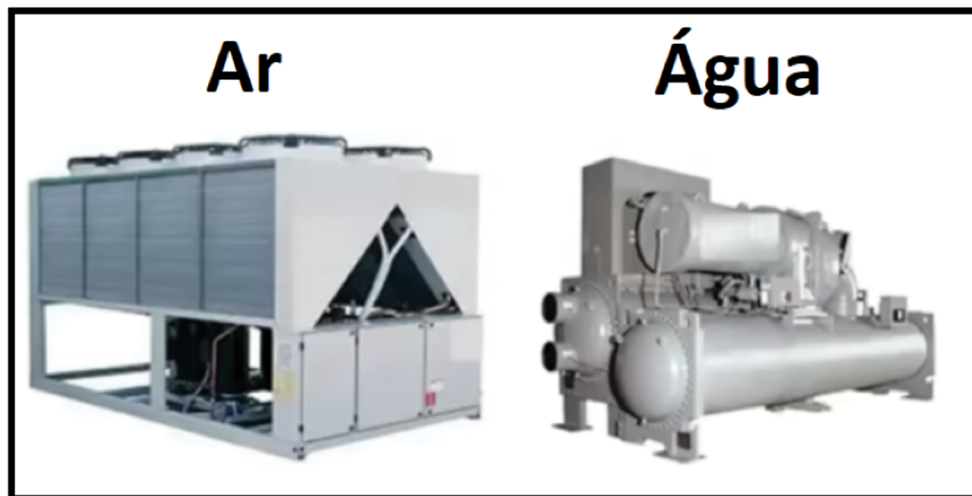


Figura 13

Fonte: Adaptação SMACNA

O chiller de condensação a água tem como principais vantagens ser mais compacto e apresentar maior versatilidade, podendo ser instalado em qualquer lugar da edificação e inclusive em espaços fechados. Em geral, esse tipo de equipamento alcança níveis superiores de eficiência energética e maior vida útil quando adotados os procedimentos e etapas previstas de manutenções preventivas e corretivas. Por outro lado, esse tipo de chiller rejeita o calor em um volume grande de água sendo parte dela perdida pelo processo de evaporação através das torres de resfriamento.

Importante destacar que a instalação de torres de resfriamento demanda alguns desafios como a necessidade de espaços físicos específicos e de manutenção e tratamento adequado da água para garantir que as boas condições sejam preservadas, além do que estes, em geral, produzem ruídos. A qualidade e temperatura da água das torres de resfriamento estão diretamente relacionados ao alcance da máxima eficiência energética pelos chillers.

Por outro lado, o chiller de condensação a ar precisa ser instalado em local aberto e tem um tamanho físico maior para a mesma capacidade em comparação ao chiller de condensação a água. No entanto, não consome, mas possui maior consumo de energia. Portanto instalações com chillers a ar são normalmente mais simples, pois eliminam o uso de torres de resfriamento, bombas e tubulações de condensação, o que pode reduzir os custos do investimento inicial.

É importante destacar que ambos os tipos de chillers foram aperfeiçoados ao longo dos anos, buscando a utilização de gases refrigerantes com menor impacto ao aquecimento global e a melhor performance no sentido de promover a redução do consumo de energia e de água.

A escolha do chiller envolve inúmeros fatores e não é uma análise simples. Além da tomada de decisão pelo equipamento a ser instalado, os demais componentes e lógicas de operação também devem ser consideradas, objetivando alcançar as necessidades previstas (conforto ou produção / operação) e maiores níveis de eficiência energética. Sendo assim, outras características que se destacam e que devem ser consideradas são:

- ▶ Tipos de compressores;
- ▶ Sistemas de bombeamento para sistemas de condensação à água.

Compressores

Existem vários tipos de tecnologia de compressores para refrigeração e ar condicionado, sendo os mais comuns:

- ▶ Recíprocos;
- ▶ Scrolls;
- ▶ Parafuso;
- ▶ Centrífugos.

A seleção do tipo de compressor se dá em função da aplicação, considerando as necessidades de resfriamento, porte da instalação e demandas relacionadas. Cada caso deve ser avaliado levando em consideração as necessidades reais.

A seguir imagem ilustrando os tipos de compressores e as principais aplicações relacionadas:

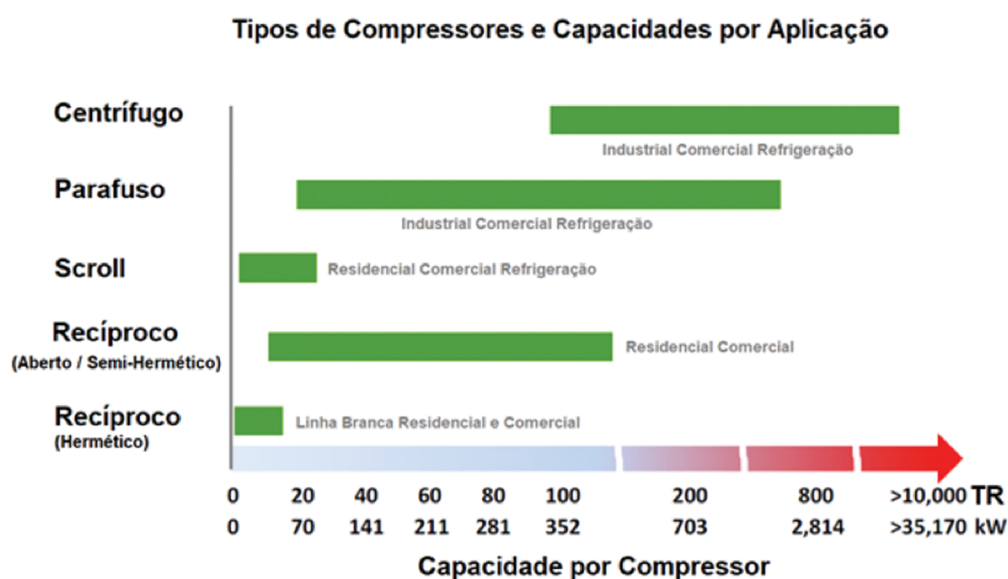


Figura 14

Fonte: traduzido de www.bsria.co.uk

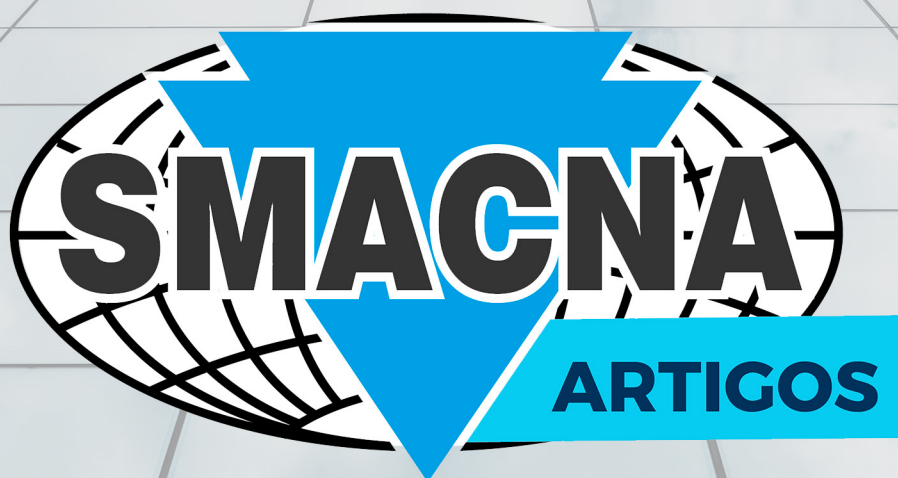
Ao longo do tempo, diversos investimentos foram feitos e novas tecnologias desenvolvidas em termos de compressores, especialmente buscando redução no consumo de energia elétrica, uma vez que este é o componente que implica no maior gasto de energia elétrica do Sistema. Os compressores têm papel fundamental na sustentabilidade de Sistemas de HVAC-R, tendo sido conduzidos desenvolvimentos que possibilitam o uso de fluidos refrigerantes mais ecológicos, que não agredem a camada de ozônio e com reduzido impacto no aquecimento global.

Do ponto de vista da confiabilidade dos sistemas, compressores mais modernos permitem maior segurança e vida útil, com maior eficiência e controle mais precisos das operações.

Sistemas de bombeamento de água gelada para os Condicionadores

Com a utilização de chillers, o frio é levado até os condicionadores através de uma rede hidráulica de água gelada e seu sistema de bombeamento. As lógicas de bombeamento variam em função das necessidades de cada caso e da disponibilidade de recursos. Portanto, o circuito hidráulico e a forma de controle da vazão e temperatura da água geram vários tipos de sistemas além de uma interessante oportunidade para o especialista gerar eficiência energética e segurança conforme a necessidade do cliente.

Assim a seleção do tipo de chiller, assim como dos demais componentes e das lógicas de operação e de automação para sistemas de climatização de expansão direta deve levar em conta diversos fatores, tais como: recursos disponíveis, aplicação, custo-benefício, ciclo de vida, confiabilidade, limitações físicas e expectativas dos clientes finais.



BRASIL

Distribuição Gratuita



 **Telefone**
(11) 3361-7266

 **E-mail**
smacna@smacna.org.br

 **Site**
www.smacna.org.br