

# Guia de Aquisição e Instalação de Condicionadores de Ar

Projeto e desenvolvimento:  
Diretoria ASBRAV



**ASBRAV**

Associação Sul Brasileira de Refrigeração,  
Ar Condicionado, Aquecimento e Ventilação

# Equipe

## — Equipe de trabalho

- Anderson Rodrigues
- Fernando Pozza\*
- João Carlos Antonioli
- Paulo Otto Beyer
- Rafael Torres
- Ricardo Albert

\* Coordenador do Projeto

## — Revisão

Diretoria e Conselho ASBRAV

## — Assessoria de Comunicação

Cristiane Paim

## — Projeto Gráfico

Plastina Comunicação

## — Edição

2019



# ASBRAV

Associação Sul Brasileira de Refrigeração,  
Ar Condicionado, Aquecimento e Ventilação

(51) 3342.2964 | 3342.9467

[www.asbrav.org.br](http://www.asbrav.org.br)



# Índice

Objetivos	4
Público-alvo	4
Aplicação	4
Formas de apresentação	4
Meios de Divulgação	4
1. Conforto Térmico	5
2. Definindo o sistema de climatização	8
3. Aspectos que devem ser observados em uma proposta de instalação ou de fornecimento de equipamentos	14
4. A importância de contratar um instalador qualificado para executar a instalação de climatização	16
5. Manutenção do Sistema	20
6. Características e aplicações dos principais sistemas de climatização existentes no mercado	21
7. Detalhes arquitetônicos que interferem na instalação, operação e manutenção dos sistemas de climatização	48

## OBJETIVOS

Orientar o consumidor na escolha do sistema de climatização mais adequado à aplicação que necessita, informando-o sobre como buscar um profissional devidamente habilitado para projeto e instalação, o que deve prever na edificação para a correta operação e instalação do sistema, como analisar um orçamento, entre outras recomendações.

Promover a satisfação dos clientes com os produtos, instaladores e com os demais profissionais envolvidos, de modo que sejam atendidos os critérios de conforto térmico e qualidade do ar no ambiente climatizado. Além disso, orientar o consumo racional de energia, evitar danos ao meio ambiente e mostrar os aspectos técnicos que envolvem as instalações dos condicionadores de ar com as tecnologias atuais.

É fundamental buscar a boa comunicação entre consumidores, instaladores e quando necessário o projetista e agente de comissionamento, para chegar à melhor solução na escolha e na instalação de condicionadores de ar, no sentido de se obter maior rendimento do sistema e o retorno do investimento.

## PÚBLICO-ALVO

- Consumidor final (doméstico e empresarial);
- Técnicos de instalação;
- Profissional responsável pela contratação de obra e/ou manutenção
- Investidores e empresários na área imobiliária.
- Construtoras e Incorporadoras
- Gerenciadores de obras
- Arquitetos e Engenheiros em geral

## APLICAÇÃO

- Residencial;
- Comercial (shoppings, supermercados, magazines, restaurantes, bancos);
- Lazer (hotéis, aeroportos, cinemas, teatros);
- Ensino e Treinamento (escolas, universidades, centros profissionalizantes e de convenções);
- Saúde (hospitais e clínicas);
- Indústrias em Geral;
- Edifícios comerciais e públicos;

## FORMAS DE APRESENTAÇÃO

Documento digital disponível no site [www.asbrav.org.br](http://www.asbrav.org.br)

## MEIOS DE DIVULGAÇÃO

Assessoria de imprensa ASBRAV, site, rede social ASBRAV e e-mail marketing.

# 1. Conforto Térmico

A definição de conforto térmico é bem complexa, pois depende de cada pessoa, metabolismo, atividade física, etc, de fato, é difícil ter um ambiente onde 100% dos ocupantes estão satisfeitos. Entretanto, as literaturas especializadas indicam que um ambiente pode ter até 10 % como limite de tolerância percentual previsto de insatisfeitos.

Estas literaturas também conceituam o conforto térmico como uma condição da mente que reflete a satisfação com o ambiente térmico que envolve a pessoa. Se o balanço de todas as trocas de calor a que está submetido o corpo for nulo e a temperatura da pele e suor estiverem dentro de certos limites, pode-se dizer que o homem sente conforto térmico.

As variáveis que influenciam no conforto térmico são as variáveis ambientais (temperatura, umidade relativa, velocidade do ar ao passar pela pessoa, movimentação do ar, temperaturas das superfícies internas, entre outras mais específicas), atividades físicas e as vestimentas.

Os requisitos de conforto térmico para os ambientes condicionados típicos podem ser obtidos na norma brasileira ABNT NBR 16401- Parte 2 - Instalações de Ar Condicionado Sistemas Centrais e Unitários - Parâmetros de Conforto Térmico, que estabelece os requisitos de temperatura, umidade relativa, e velocidade do ar na zona de ocupação, associado ao tipo de vestimenta dos usuários e suas atividades físicas típicas.

Em resumo, considerando um ambiente sem a entrada de radiação solar direta; pessoas usando roupas típicas da estação; em atividade sedentária ou leve; umidade relativa em equilíbrio, entre outros fatores, tem-se como parâmetros de conforto os seguintes valores de temperatura e umidade:

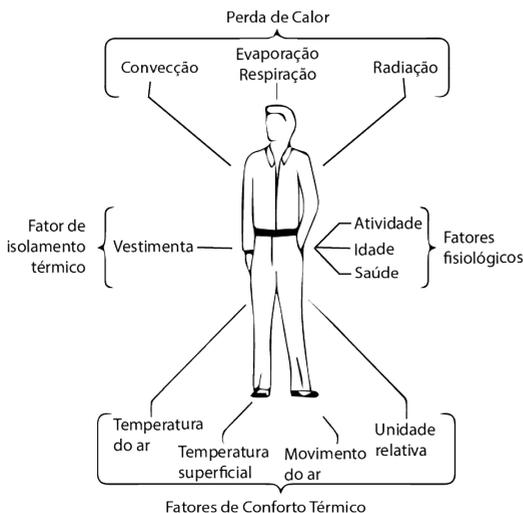
## **Verão, sistema em resfriamento:**

- 22,5°C a 25,5°C e umidade relativa em torno de 65%;
- 23,0°C a 26,0°C e umidade relativa em torno de 35%;

## **Inverno, sistema em aquecimento:**

- 21,0°C a 23,5°C e umidade relativa em torno de 60%;
- 21,5°C a 24,0 °C e umidade relativa em torno de 30%;

A Figura 1 ilustra os fatores que influenciam na sensação térmica de frio e calor para um ser humano. Estes fatores são os fisiológicos, os de isolamento térmico que depende do tipo de vestimenta, os de dissipação de calor e os fatores de conforto térmico.



**Figura 1.** Fatores que influenciam no conforto térmico e na perda de calor.

Em alguns casos, o mesmo ambiente climatizado apresenta zonas de desconforto por sensação de frio, devido a estar perto do insuflamento da unidade interna e zonas de desconforto por sensação de calor, devido a radiação solar direta sobre o usuário, conforme representado na Figura 2. Nesta situação, na zona onde a sensação é de calor o problema geralmente é arquitetônico e não por deficiência do sistema de climatização. Nestes casos deve ser utilizado meios arquitetônicos adequados para evitar a radiação solar direta, como brises, vidros especiais, persianas, etc. Já na zona onde ocorre o desconforto por frio devido à baixa temperatura de insuflamento pode ser resolvido adequando o tipo e posição da unidade interna, vazão de ar ou tipo de insuflamento. Neste caso fica evidente a importância da integração entre o arquiteto e o projetista de climatização desde fase inicial de concepção do projeto arquitetônico para qualquer empreendimento que requer climatização.

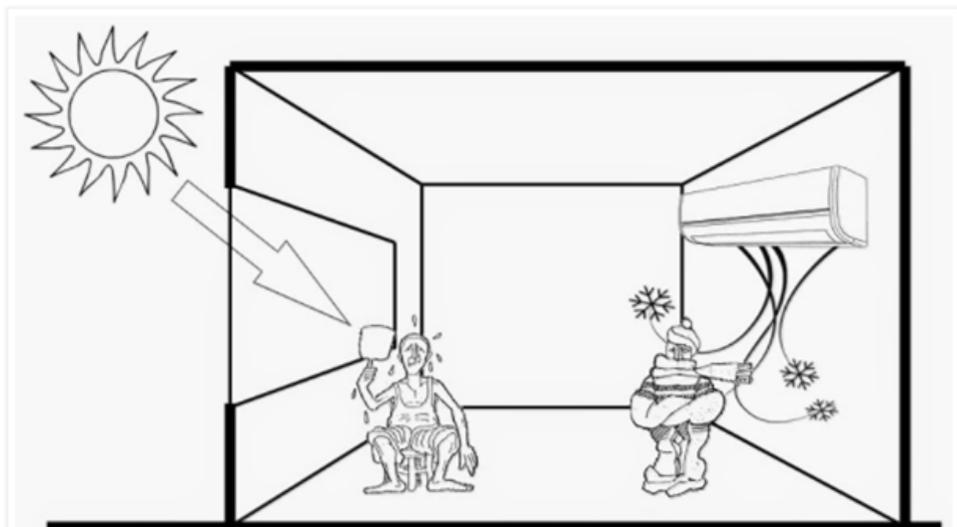


Figura 2. Representação do desconforto por sensação de frio e calor no mesmo ambiente climatizado

É importante ressaltar que ao programar a temperatura de ajuste na unidade interna para a mínima possível no controle remoto, por exemplo ajustar em 16°C, não garantirá a obtenção e manutenção das condições do conforto e muito menos que a temperatura de conforto seja atingida rapidamente. Essa ação pode indicar problemas no espaço climatizado quanto a envoltória, problemas na distribuição de ar ou que o sistema de climatização não foi adequadamente dimensionado, instalado ou selecionado, além que se operar continuamente com a temperatura ajustada para valores inferiores aos recomendados anteriormente aumentará o consumo de energia consideravelmente.

## 2. Definindo o sistema de climatização

### **2.1. O que é um Sistema de Climatização ou Condicionador de Ar?**

É o sistema ou equipamento que promove o condicionamento do Ar, processo que interfere simultaneamente na qualidade do ar interno através da filtração e renovação do ar para diluição dos poluentes internos, umidade relativa, temperatura, movimentação do ar e nível sonoro, em um ambiente previamente delimitado, independente das condições climáticas externas.

### **2.2. O que faz um Sistema de Climatização ou Condicionador de Ar?**

Proporciona um ambiente com ar de qualidade nas condições de conforto desejadas para o ser humano. Cada usuário poderá definir os seus parâmetros de conforto nas quatro estações do ano. Você pode adquirir um equipamento que somente resfria ou os modelos que resfriam no verão e aquecem no inverno. Podem ter controles individuais ou centralizados, para atender a algum determinado projeto.

Um sistema de climatização deve necessariamente prover a filtração do ar de recirculação e do ar externo de renovação; renovação de ar; insuflamento do ar de forma que a velocidade na zona de ocupação fique dentro do recomendado, controlar a temperatura de bulbo seco quando for para conforto e temperatura e umidade quando for para processos ou ambientes especiais.

### **2.3. Capacidade Térmica Necessária do Sistema ou do Equipamento de Climatização:**

A capacidade térmica do sistema de climatização, bem como a definição do tipo de sistema ou equipamento depende da determinação da carga térmica do ambiente ou edificação.

O cálculo de carga térmica deve ser efetuado antes da aquisição do sistema, o qual é baseado nos requisitos arquitetônicos, condições internas de conforto e externas do ambiente. O propósito deste cálculo é obter a estimativa de transmissão de calor através das paredes, janelas, piso e teto; carga de iluminação, equipamentos, pessoas e outras fontes de calor.

A determinação da carga térmica e definição do tipo de sistema a ser adotado para climatização de um determinado empreendimento deve ser realizado por uma empresa especializada em projetos de climatização. A empresa contratada executará o projeto do sistema de climatização e ventilação de acordo com os requisitos do cliente e usuários, bem como das normas e portarias vigentes, sendo o responsável técnico pelo projeto.

A medida de otimização mais importante na busca de um sistema de ar condicionado eficiente é a redução da carga térmica. Por mais eficiente que sejam os equipamentos, se a carga térmica for elevada, maior será o consumo de energia.

Durante o processo de otimização do projeto integrado, desde a concepção inicial, há muitas oportunidades de redução de carga térmica e muitas delas podem contribuir muito com a equipe de arquitetura para melhor definir os componentes e as estratégias de concepção da envoltória.

Outras cargas importantes, que após otimização podem reduzir a carga térmica

ca, são as do sistema de iluminação, principalmente quando é possível aplicar soluções (em conjunto com a arquitetura) de aproveitamento da luz natural, com um mínimo ganho de radiação solar para o interior do edifício.

Apesar de serem óbvias, é muito difícil que as oportunidades de melhorias sejam tratadas em um projeto convencional. No entanto, é importante destacar essas questões para que haja uma mudança de mentalidade sobre a importância do estudo da carga térmica e expor a necessidade da integração com as atividades das demais disciplinas do projeto.

#### **2.4. Renovação de Ar:**

A renovação tem o objetivo de melhorar a qualidade no interior do ambiente, diluindo os poluentes gerados internamente.

A renovação de ar deve ser realizada de forma independente do condicionador de ar na maioria das vezes, pois é disponível para apenas alguns equipamentos de alguns fabricantes como para o Ar Condicionado de Janela (ACJ) e o Rooftop. A renovação pode ser realizada através de um ventilador que capta o ar externo, conduz pelos filtros e insufla diretamente no ambiente ou na caixa de mistura com o ar de recirculação dos próprios condicionadores de ar.

#### **2.5. Filtração:**

O filtro tem a função de reter particulados sólidos, fungos e bactérias, no intuito de promover a melhoria da qualidade do ar e proteger o equipamento. Existe filtragem padronizada para máquinas e alguns fabricantes oferecem um diferencial que permite a eliminação de odores.

Os filtros de ar comumente utilizados são os filtros grossos (Classe G), médios (Classe M) e finos (Classe F), dependendo do ambiente, requisitos de qualidade do ar e aplicação. Os filtros são determinados a partir dos procedimentos especificados no capítulo 3 da Norma NBR 16401. A nomenclatura de filtros grossos, médios e finos pode ser verificada na Norma NBR 16101.

A qualidade do ar interior não estará garantida somente com a renovação e a filtração do ar, que são os fatores que devem ser contemplados no projeto e execução. Manutenção periódica do sistema de filtração do ar, bem como outros procedimentos previstos na Portaria nº 3523 do Ministério da Saúde (Plano de Manutenção, Operação e Controle-PMOC) são igualmente importantes para a qualidade interna do ar.

#### **2.6. Distribuição de Ar:**

A correta distribuição do ar é responsável pela uniformidade da temperatura e pela boa circulação do ar em todo o ambiente. Devem ser respeitadas as observações que são apresentadas nos manuais dos fabricantes e nos projetos.

#### **2.7. Umidade:**

Este é um item importante de conforto. Frequentemente os equipamentos, quando ligados em ciclo frio/resfriamento, ocasionam uma redução da umidade relativa do ar. A Figura 3 indica a melhor faixa de umidade relativa no ambiente interno para minimizar efeitos adversos à saúde.

Entidades e organizações nacionais e internacionais relacionadas a saúde e a vigilância sanitária, bem como a ASHRAE recomendam que a umidade relati-

va dos ambientes climatizados esteja entre 40% a 60 %, e os extremos entre 35 e 65 %.

Ambientes com umidade relativa abaixo de 40%, aumenta a probabilidade de ocorrência de problemas de saúde relacionadas ao aparelho respiratório, como infecções respiratórias, asma e rinite alérgica. Ambientes com umidade relativa acima de 60%, favorece a proliferação de micro-organismos como fungos e ácaros, bactérias e vírus prejudiciais à saúde humana.

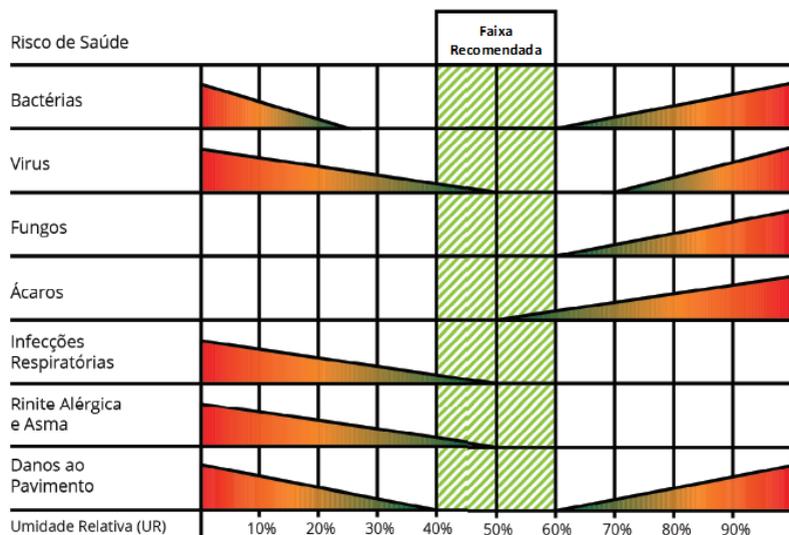


Figura 3. Faixa recomendada de umidade relativa do ar para minimizar riscos à saúde humana

### 2.8. Sistemas de Climatização:

Os sistemas de climatização usuais e que podem ser aplicados nos diversos tipos de edificações são os de expansão direta (Ar Condicionado de Janela – ACJ; Split System; Self-Contained; Multi Split; Rooftop e VRF) e os de expansão indireta (água gelada com Chiller).

#### Sistema de Expansão Direta:

São sistemas de refrigeração em que o fluido refrigerante\* (fonte fria) expande-se em contato com o fluxo de ar do ambiente a climatizar (fonte quente). Esta expansão se refere ao processo de evaporação do fluido refrigerante no interior da serpentina evaporadora do equipamento, a qual absorve para promover tal mudança de estado físico, o calor contido no fluxo de ar do ambiente que passa pelo equipamento promovendo assim o resfriamento do ar ambiente. O ar é forçado, através de ventiladores, a passar pela serpentina, o qual transfere calor para o fluido refrigerante que circula por entre a tubulação da serpentina evaporadora e respectivas aletas. O fluido refrigerante expandiu-se diretamente com o meio ao qual se deseja climatizar, no caso a massa de ar do ambiente, por isso chamado de expansão direta. Na Figura 4 é apresentado um exemplo de sistema de climatização por expansão direta de uso residencial e comercial do tipo VRF.

\* Fluido Refrigerante: substância química, presente em todos os equipamentos de climatização, responsável pelo transporte da energia térmica, que deve ser manuseada por técnico qualificado, pois pode oferecer risco ao meio ambiente e à vida.

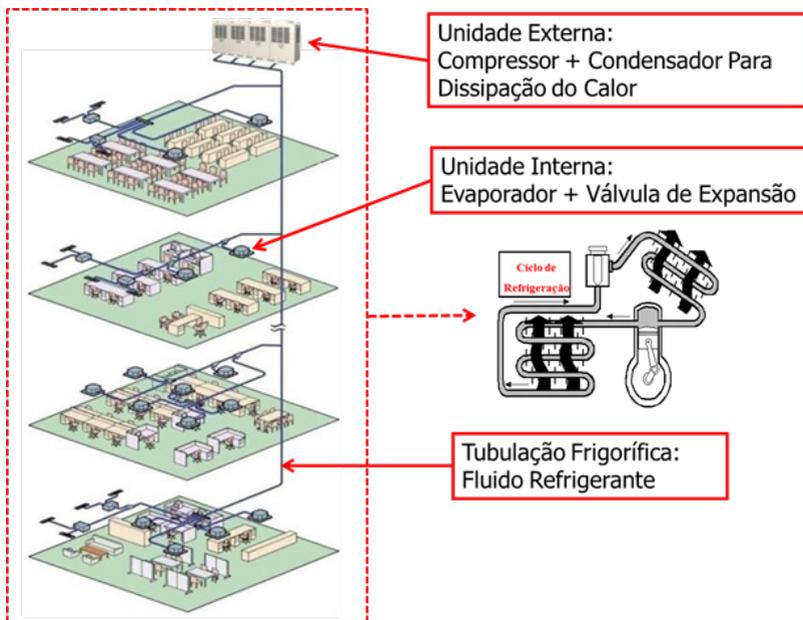


Figura 4. Sistema de climatização por expansão direta;

#### *Sistema de Expansão Indireta:*

São sistemas de refrigeração em que há a transferência de calor em mais de um meio antes de chegar a transferir o calor contido no meio que deseja-se resfriar, no caso o ar do ambiente. Quando tratamos deste tipo de sistema, fazem-se uso de equipamentos de resfriamento de água, chamado Chillers. Ele efetua o resfriamento da água que circula no interior das tubulações hidráulicas que alimentam as unidades de tratamento do ar dos ambientes, chamados de FanCoil. São esses fancoils responsáveis por promover o arrefecimento dos ambientes, através da transferência de calor contido no ar do ambiente para a água que circula no interior da serpentina (trocador de calor) do equipamento. O Calor que foi absorvido pela água, é transferido para o fluido refrigerante que circula do sistema fechado de refrigeração do Chiller, o qual pelo terceiro processo de transferência de calor, rejeita o calor retirado do ambiente, somado às perdas do processo, ao ar externo (Atmosfera), conforme apresentado na Figura 5. Por isso chamado de expansão indireta, pois o fluido refrigerante é expandido por um meio (água) que não aquele ao qual se deseja resfriar, o ar ambiente.

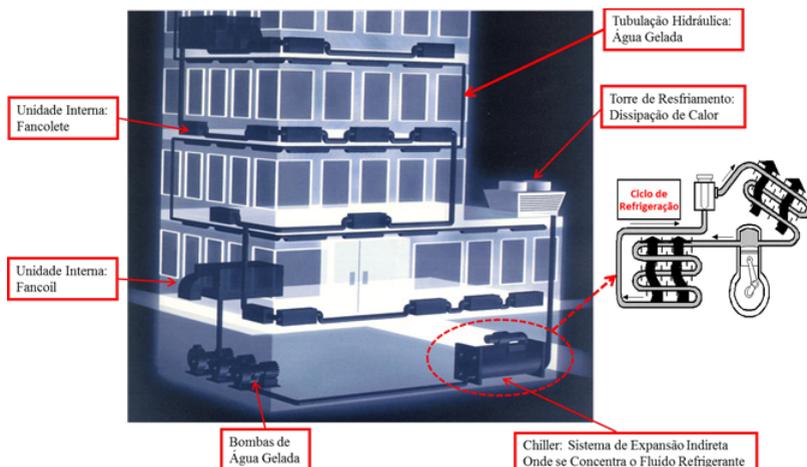


Figura 5. Sistema de climatização por expansão indireta com água gelada (Chiller) de condensação a água

### 2.9. Eficiência Energética – Tecnologia Inverter e Fluxos Variáveis:

Um sistema de climatização com tecnologia inverter, significa que o sistema modula a capacidade térmica conforme a demanda térmica real dos ambientes atendidos. Essa modulação da capacidade pelo sistema de climatização é obtida através da utilização de compressor com motor inverter (com inversor de frequência para modulação da rotação) e com Válvula de Expansão Eletrônica (VEE). O controle da capacidade da unidade interna é obtido pela redução ou aumento da vazão mássica de fluido refrigerante através da serpentina de expansão direta. Então a VEE abre ou fecha de forma a modular a vazão conforme a carga térmica. Já na unidade externa, o compressor inverter aumenta ou diminui a sua rotação de forma a comprimir mais ou menos fluido refrigerante de acordo com a necessidade das unidades internas acopladas. Para compressores de deslocamento positivo, como do tipo Scroll e parafuso, a vazão de fluido refrigerante é proporcional a sua rotação.

Em sistemas de climatização com tecnologia inverter a temperatura desejada no ambiente é rapidamente obtida, quando colocado em operação e esta é mantida constante, com pouca oscilação em torno da ajustada. Como o Compressor Inverter não opera em ciclos de Liga e Desliga e geralmente opera em condições de menor relação de compressão devido a utilização de VEE no ciclo, faz com que sua vida útil seja até 50% maior que a vida útil de um compressor convencional de rotação fixa, utilizados em sistemas de climatização convencionais com controle de capacidade através do Liga e Desliga (ON-OFF) e válvula de expansão termostática.

Vantagens de sistema inverter (Compressor Inverter associado a Válvula de Expansão Eletrônica):

- Enquanto o equipamento de climatização estiver ligado o compressor não desliga evitando os picos de energia;
- O compressor parte com baixa corrente evitando picos e necessidade de proteções elétricas especiais de maior capacidade e custo;

- A velocidade de rotação do compressor é variável, economizando energia;
- Aumento da vida útil do sistema e redução dos custos de manutenção;
- A temperatura praticamente não oscila no ambiente em relação a temperatura de ajuste;
- Modula a temperatura de insuflamento conforme varia a carga térmica;
- Permite maiores comprimentos de linha frigorígena e desníveis entre unidade externa e interna para sistemas de climatização de expansão direta;
- Economiza de 25 a até 50% de energia em relação a sistemas convencionais;
- Menores níveis de ruído;
- Facilidade em obter maiores pontuações nos processos de certificação, devido a um maior percentual de economia de energia;

Na Tabela 1 é apresentado uma comparação entre sistema Split inverter e Split convencional

Tipos	Inverter	Convencional
Controle de temperatura	Atinge rapidamente a temperatura desejada	Necessário algum tempo para atingir a temperatura desejada
	Temperatura desejada é mantida com pouca oscilação	Temperatura ambiente oscila (até 2°C) da desejada
Consumo de Energia	Até 40% menor	Consumo elétrico normal
	Alta eficiência	Média eficiência
Fluído	R-410 (HFC - Mistura)	R-22(HCFC)
Operação	Compressor varia a rotação em função da temperatura desejada	Compressor liga e desliga para manter a temperatura ambiente próxima a temperatura desejada
	Aumento gradativo na rotação evitando picos de energia	Compressor com partida direta, picos de energia
	Função de secagem na serpentina evitando formação de mofo e odor - opcional	Idem
Nível de Ruído	Menor do que o ruído do convencional	Baixo nível de ruído
	Com a temperatura estabilizada, o compressor opera em baixa rotação, reduzindo mais ainda o ruído da condensadora	Compressor liga ou desliga
Instalação	Maior flexibilidade, permitindo instalação com longa distância entre unidades	Reduzida flexibilidade na instalação

**Tabela 1. Comparação entre Split Inverter e Não Inverter do tipo convencional**

A utilização de fluxos variáveis em projetos de climatização não residencial como forma de economizar energia elétrica é uma prática recorrente e que tem aumentado significativamente com a chegada dos controles eletrônicos, que de forma inteligente modulam a quantidade de ar de renovação, circulação de água gelada ou ar de insuflamento.

Fluxos variáveis como o próprio nome diz, consiste em variar o fluxo do fluido utilizado para promover a transferência de calor ou renovação de ar, conforme a variação da carga térmica ou da concentração de pessoas respectivamente, da mesma forma que em um sistema Split inverter faz com o fluido refrigerante.

Para exemplificar: em uma edificação com sistema de climatização por água gelada, quando a carga térmica diminui conforme a redução do número de ocupantes; diminuição da temperatura externa ou variação da posição solar, pode-se reduzir a quantidade da água gelada através das serpentinas dos fan-coils (unidades internas), logo reduzir a vazão de água pelos circuitos hidráulicos. E essa redução do fluxo de água é obtida através da diminuição da rotação das bombas de água gelada, reduzindo consideravelmente o consumo de energia. O mesmo raciocínio pode ser aplicado no lado do ar, por exemplo, variar a vazão de ar de renovação de um determinado recinto conforme a variação do número de ocupantes.

### 3. Aspectos que devem ser observados em uma proposta de instalação ou de fornecimento de equipamentos

- Certificar-se que a instaladora é autorizada pelo fabricante do equipamento selecionado;
- Certificar-se que todos candidatos ao fornecimento de equipamentos ou instalação estejam com toda a documentação do projeto básico e a completa compreensão do projeto. Se for necessário, envolver os fornecedores com o projetista ou consultor do projeto de climatização
- Verificar as cláusulas e período de garantia dos equipamentos e da instalação;
- Certificar-se que os equipamentos ofertados para o sistema de climatização são certificados. A certificação é uma garantia para o consumidor que o equipamento adquirido apresenta o desempenho, confiabilidade e capacidade estabelecido na ficha técnica. Entre as principais certificações estão a brasileira do Selo Procel e as internacionais Eurovent; AHRI e CTI;

- Certificar-se que os fabricantes dos principais equipamentos possuem assistência técnica e peças sobressalentes para casos de manutenção;
- Verificar se a instaladora é registrada no CREA (Conselho Regional de Engenharia e Agronomia), entidades de classe do setor e associações como a ASBRAV e ABRAVA.
- Certificar-se que os equipamentos ofertados atendem plenamente as especificações do projeto;
- As propostas dos diversos fabricantes ou instaladores devem ser balizadas quanto à capacidade, número de equipamentos, quantidade de tubulações, conceito do sistema, etc, para que sejam equivalentes de forma que a comparação seja justa;
- Certificar-se de que os funcionários da empresa instaladora possuem equipamentos de segurança e equipamentos para os testes durante a instalação;
- Certificar-se que após a instalação será realizado um treinamento ou demonstração completa do funcionamento, operação e manutenção do sistema de climatização para o cliente ou para quem operará o sistema;
- A entrega de uma instalação se dá com a entrega dos seguintes documentos, porém, dependendo da obra não se restringe a estes:
  - Relatório de instalação com nome do instalador e relação de testes;
  - Manual de funcionamento e operação;
  - Manual de manutenção;
  - Relatório do TAB – Testes, Ajustes e Balanceamento;
  - Manual do proprietário enviado pelo fabricante;
  - Certificados de garantia do produto;
  - “As-Built” desenhos de como realmente foi executado a obra;
  - Relatório das modificações que ocorreram na execução em relação ao projeto de climatização executivo;

Em casos de instalações de médio e grande porte é recomendado contratar um consultor especializado para balizar as propostas das empresas instaladoras e de fabricantes, de forma a garantir os requisitos do cliente e de projeto;



## 4. A importância de contratar um instalador qualificado para executar a instalação de climatização

Sejam serviços pontuais, ou grandes instalações, os consumidores precisam estar seguros de que contrataram profissionais capacitados e que possuem conhecimento de todas as normas técnicas e boas práticas de instalação de equipamentos. Além disso, o bom trato com o cliente, organização, limpeza e clareza na informação e comunicação dos serviços prestados são bons indicadores da qualificação da empresa ou profissional.

Uma prática comum no mercado atual, é a capacitação de empresas e profissionais junto aos fabricantes de equipamentos de climatização. Isto significa a busca pela qualificação, ou seja, dependendo da marca do equipamento adquirido pelo consumidor, já existem empresas credenciadas junto ao respectivo fabricante para executar a correta instalação do equipamento, uma vez que o treinamento específico já foi repassado para a empresa ou profissional direto pelo fabricante. Esta prática deixa o cliente seguro de que a instalação estará correta e que o serviço será executado por quem possui as corretas informações e está atualizado com as tecnologias do mercado. E o principal: a garantia do serviço!

No caso de instalação por profissionais não credenciados e treinados pelo fabricante, os equipamentos poderão perder a garantia (seja do equipamento em si ou da instalação), além de desempenho abaixo do esperado, manutenções inesperadas e redução da vida útil. Assim, após a compra do equipamento de climatização, basta acessar o site do fabricante ou solicitar informações na loja onde o equipamento foi adquirido para conhecer os instaladores (prestadores de serviços) autorizados na cidade ou região.

O bom trato com o cliente, seja ele uma grande empresa, indústria ou do mercado residencial, constrói a reputação, aumenta a confiança no trabalho da empresa e as oportunidades no decorrer da vida profissional com futuras indicações. Por isto, além da parte técnica, durante a execução de serviços de climatização e também no “pós-venda” ou futuros serviços de manutenção, a relação pessoal entre as partes acabam sendo os pontos positivos e indicativos de que a escolha pela contratação de determinada empresa foi correta, trazendo satisfação para o cliente final.

Como indicativos de qualidade nos serviços, é necessário que o profissional contratado possua em mãos as seguintes ferramentas consideradas essenciais para a execução do trabalho:

- Equipamentos de segurança como extintor e incêndio, escada, luvas, óculos, cinto de segurança, botina e andaime com trava para instalações em alturas superiores a dois metros;
- Ferramentas específicas para trabalhar com tubos de cobre como corta tubos, mandril, lixa, ferramenta de alargamento de tubo, dobrador de alavanca e dilatador de tubos;
- Bomba de vácuo e manômetros adequados;

- Recolhedora de fluido refrigerante;
- Ferramentas para soldagem como regulador de oxigênio, cilindro com gás combustível (acetileno ou propano), cilindro com oxigênio; regulador do gás combustível com dispositivo anti-retrocesso de chama, maçarico de soldar, cilindro e regulador de gás nitrogênio, esguicho estreito e mangueiras de pressão adequadas;

Normalmente o cliente não possui o conhecimento de todas estas ferramentas e equipamentos, entretanto, para ele, é possível observar: o estado de conservação, trato no manuseio, organização (seja em maletas ou no espaço de trabalho), qualidade do ferramental, além da educação, cordialidade e pontualidade.

Um técnico qualificado na área, seja para instalações ou para serviços de manutenção, deverá possuir como requisitos básicos os seguintes conhecimentos e experiências:

- Normas Técnicas vigentes, como por exemplo, a ABNT NBR 16.401 e a ABNR NBR 5410;
- Instalações elétricas, dimensionamento e seleção dos dispositivos elétricos; dependendo do tamanho de instalações, possuir NR's de segurança;
- Boas práticas de instalação, localização e posicionamento de equipamentos;
- Noções dos fluxos de ar, água e fluido refrigerante nos ciclos de climatização;
- Unidades de pressão, como ATM, PSI, kgf/cm<sup>2</sup>; Bar, mmHg e Pa e a relação entre elas;
- Procedimentos e equipamentos de segurança (EPI's);
- Fluidos refrigerantes; como manuseá-los; procedimentos e técnicas de recolhimento do fluido do sistema, reciclagem, regeneração e como descartá-los quando for o caso;
- Renovação de ar, filtração e os procedimentos corretos de limpeza e manutenção destes acessórios, além da importância para a saúde humana;
- Soldagem pelo processo de brasagem e o impacto nos materiais trabalhos;
- Soldagem com presença de fluxo de nitrogênio para evitar a presença de resíduos de solda e formação de película de óxido na superfície interna do tubo durante a soldagem: prática obrigatória para garantir uma solda de qualidade e evitar partículas dentro das linhas de fluido refrigerante, que ocasionam perda de rendimento e redução da vida útil do equipamento;
- Identificar todos os equipamentos do ciclo de refrigeração e a relação entre eles dentro do ciclo;
- Processos que compõem o ciclo de refrigeração com superaquecimento e subresfriamento;
- Evacuação (secagem a vácuo da rede frigorígena), que garante a retirada da

umidade do sistema a um nível aceitável para evitar a quebra do compressor;

- Teste de pressão ou vazamento para verificar a estanqueidade das tubulações frigorígenas, indicando que não haverá vazamento de fluido refrigerante, por exemplo, pelas soldas e conexões;
- Capacidade técnica e equipamentos para realizar os Testes, Ajustes e Balanceamentos (TAB) do sistema de climatização; após o término da instalação, aferir se o equipamento está operando de acordo com o esperado e projetado;

A ASBRAV possui uma ampla relação de cursos voltados para todas estas áreas descritas com o objetivo de qualificar o mercado do ar condicionado e climatização.

Considerando que a instalação ou serviço de climatização foi efetuado, o consumidor/cliente deverá ter atenção aos seguintes aspectos, relativo à operação (“pós-venda”): choque elétrico e incêndio nos dispositivos, vazamento de água nas tubulações de dreno, componentes danificados ou apresentando ruídos inesperados, redução de capacidade térmica, consumo excessivo de energia elétrica, não obtenção de conforto, má qualidade do ar interno (odores e fluxos de ar), vazamento de fluido refrigerante e também riscos estruturais em suportes de equipamentos. Estes itens podem significar má qualidade de instalação, equipamentos defeituosos e, dependendo da instalação, perda da garantia do fornecedor. Estes podem ser os principais problemas na operação de um equipamento de climatização e normalmente acabam sendo causados por profissionais que desmerecem o mercado, os fabricantes, fornecedores e principalmente os consumidores e clientes finais.

Todas as qualificações do instalador contratado, seus equipamentos, seu comportamento e trato com o cliente final possuem importância. A experiência do cliente e a relação entre as partes, sempre positiva, é que qualifica o setor de ar condicionado. O mercado tende a crescer sempre que esta relação possui um viés positivo para ambas as partes, gerando oportunidades para todos os lados, seja com a divulgação de empresas pela indicação de clientes, competição leal no mercado, diferenciação e aumento da qualidade nos serviços e a satisfação do consumidor com a correta aquisição e instalação de um equipamento para seu conforto.

#### **4.1 Aspectos que devem ser observados na instalação**

Detalhes que devem ser considerados na instalação:

- Localização do aparelho no recinto;
- Descarga do ar que o aparelho lança no ambiente (insuflação);
- Espaço para circulação de ar na entrada e saída do condensador/unidade externa;
- Localização do ponto de força elétrica;
- Instalação de dreno;
- Espaço de serviço para manutenção e inspeção, tanto para as unidades internas como para as unidades externas;
- Alçapão ou porta de acesso para forros de gesso ou drywall quando se uti-

liza unidades embutidas tipo duto ou cassete;

- Adequado retorno do ar para a unidade interna;

Na rede elétrica:

(Conforme orientação do manual do fabricante e norma da ABNT – NBR 5410)

- O condicionador de ar deverá ser conectado a uma rede elétrica independente;
- Use o cabeamento adequado ao aparelho;
- Apenas pessoal qualificado deverá fazer a instalação;
- Utilize disjuntor adequado à capacidade do aparelho;
- Utilize sistema de aterramento;
- Verificar que a tensão elétrica do equipamento seja adequada a da instalação elétrica da edificação.

Dreno para escoamento do condensado:

(No equipamento quente/frio é necessário ter dreno na unidade externa e na interna. Já no equipamento só frio, apenas na unidade interna)

- Utilize a bitola de tubulação recomendada pelo fabricante;
- A tubulação de drenagem deve ser inclinada para o correto escoamento do condensado;
- Em trechos embutidos muito longos deve ter isolamento da tubulação;
- A drenagem inadequada pode causar vazamento de água no ambiente interno;
- Sempre solicite ao instalador o teste de drenagem;

## 5. Manutenção do sistema

Para qualquer sistema de climatização deve ter um plano de manutenção adequado às condições de operação e conservação dos equipamentos e ao grau de importância e risco operacional aos quais estão submetidos, aplicando conceitos de engenharia de manutenção para sua elaboração.

A manutenção deverá ser realizada por empresa especializada e qualificada que obedeça às normas e portarias vigentes. A frequência da manutenção é definida, conforme manual do fabricante, de acordo com a frequência de uso do equipamento e condições do ambiente interno e externo onde o sistema ou equipamento está instalado.

A manutenção é fundamental para atingir-se o pleno retorno do investimento e garantir:

- Menor consumo de energia;
- Maior rendimento do equipamento;
- Preservação da vida útil do sistema;
- Qualidade do ar interno do ambiente;

**ATENÇÃO:** Alguns fabricantes condicionam a garantia do equipamento a um contrato de manutenção.

A Lei 13.589/2018, que dispõe sobre a manutenção de instalações e equipamentos de sistemas de climatização de ambientes, determina que todos os edifícios de uso público e coletivo que possuem ambientes climatizados artificialmente devem dispor de um Plano de Manutenção, Operação e Controle (PMOC) do sistema de climatização, nos quais incluem os equipamentos de ar condicionado e de ventilação mecânica. O objetivo da nova medida é eliminar e minimizar potenciais riscos à saúde dos ocupantes dos edifícios ao garantir a qualidade do ar do ambiente. Os requisitos visam principalmente o controle de poluentes físicos, químicos e biológicos.

Esta lei inclui também ambientes climatizados ditos de “uso restrito”, como hospitais e laboratórios, que devem seguir seus regulamentos específicos.

## 6. características e aplicações dos principais sistemas de climatização existentes no mercado

Neste capítulo serão apresentados os principais sistemas de climatização utilizados pelo mercado em geral, citando as principais vantagens e desvantagens de cada um, bem como o que deve ser observado na instalação.

As capacidades térmicas serão informadas com base na unidade de potência geralmente utilizada pelo mercado para o determinado tipo de sistema, entre parênteses será informado a capacidade no Sistema Internacional – SI, ou seja, em kW.

### **6.1 Ar Condicionado de Janela (ACJ):**

O Ar condicionado de Janela é um equipamento de climatização autônomo, compacto, independente, que é fornecido pronto para utilização, é o mais acessível quanto a preço em relação aos demais sistemas que serão aqui apresentados. Possuem modelos com tensão de 110V e 220V. Alguns modelos oferecem facilidades, como controle remoto e avisos de manutenção. São aparelhos de baixo custo, fácil instalação, sendo produzidos com capacidades que variam de 7.000 a 30.000 BTU/h (2,05 kW a 8,8 kW).

Sistema indicado para uso residencial.

Na Figura 6 é apresentado a imagem de um equipamento do tipo ar condicionado de janela.

#### **Vantagens:**

- Compactos e não requerem instalação especial;
- Fácil manutenção;
- Controle e atendimento específico para uma determinada área;
- Não ocupam espaço interno (área útil);
- Possibilidade de renovação de ar no próprio equipamento;
- Baixo custo de aquisição;
- Sistema pode operar em modo de resfriamento ou de aquecimento.

#### **Desvantagens:**

- Não tem capacidade para utilização de filtros de ar;
- Equipamentos projetados com capacidades térmicas padrões;
- Não tem flexibilidade quanto a forma e local de instalação;
- Maior nível de ruído que os demais sistemas;
- Maior consumo de energia elétrica;
- Distribuição de ar a partir de ponto único;
- Desfigura fachada;
- Limitações quanto a distribuição do ar no ambiente e ao nível de filtração.

#### **Observações:**

- Necessita de ponto de força próximo e de uma considerável abertura na parede externa onde será instalado;
- Necessita de acabamento na parte interna e externa;
- Requer instalação de dreno;
- Necessitam de parede voltada para o ambiente externo para realizar a troca térmica.



Figura 6. Imagem da aplicação e do equipamento do tipo ACJ

### 6.2 Sistema Split Com Unidades Individuais do Tipo de Parede (High Wall)

O sistema Split é constituído por uma unidade interna que é instalada dentro do ambiente a ser climatizado e uma unidade externa, que devem ser interligadas por tubulações apropriadas para a aplicação, através das quais circulará o fluido refrigerante. Estas tubulações devem ser isoladas termicamente.

São equipamentos de baixo custo, fácil instalação, sendo produzidos com capacidades que variam de 9.000 a 30.000 BTU/h (2,7 kW a 8,8 kW), com tecnologia inverter ou com compressor de rotação constante do tipo Liga-Desliga (On-Off). Equipamentos com tecnologia inverter possuem uma maior durabilidade que os do tipo Liga -Desliga, sendo que a vida útil é estimada entre 8 e 12 anos, dependendo do perfil de operação e da qualidade da manutenção realizada.

Sistema indicado para uso residencial. Na Figura 7 é apresentado a unidade interna e a externa do equipamento que compõem o sistema Split do tipo de parede - HW

#### Vantagens:

- Dispensa operador habilitado;
- Consumo de energia elétrica individualizado;
- A maior parte das manutenções são realizadas no ambiente externo;
- Aplicação individual de pequena capacidade;
- Menor custo de aquisição;
- Sistema pode operar em modo de resfriamento ou de aquecimento;
- Fácil Instalação.

#### Desvantagens:

- Pode criar pontos quentes e frios no mesmo ambiente, dependendo do local da instalação e da geometria do ambiente;
- Limitações quanto a distribuição do ar no ambiente;
- Não tem capacidade para utilização de filtros de ar com maior eficiência de filtração;

- Equipamentos projetados com capacidades térmicas padrões;
- A unidade externa pode ficar visível na fachada;
- Curto circuito de ar quente em instalações com diversas unidades externas concentradas na mesma fachada ou cobertura da edificação;
- Não aproveita o fator de simultaneidade de carga térmica.

#### Observações:

- Requer cuidado na escolha do local de instalação da unidade interna, para evitar que seja insuflado ar frio ou quente diretamente sobre as pessoas;
- Para ambientes como quartos e suítes, atentar para não posicionar a unidade interna com a insuflação diretamente sobre a cama;
- Tem que se atentar na instalação da unidade externa para não desfigurar a fachada;
- Recomendado para instalações onde a distância entre a unidade externa e a interna seja no máximo entre 15 a 30 m dependendo da capacidade.
- A área técnica onde será instalado a unidade externa deve ser bem ventilada e sem restrições para a entrada e saída do ar;
- Requer instalação de dreno na unidade interna e também na unidade externa quando for de ciclo reverso (modo resfriamento e aquecimento).

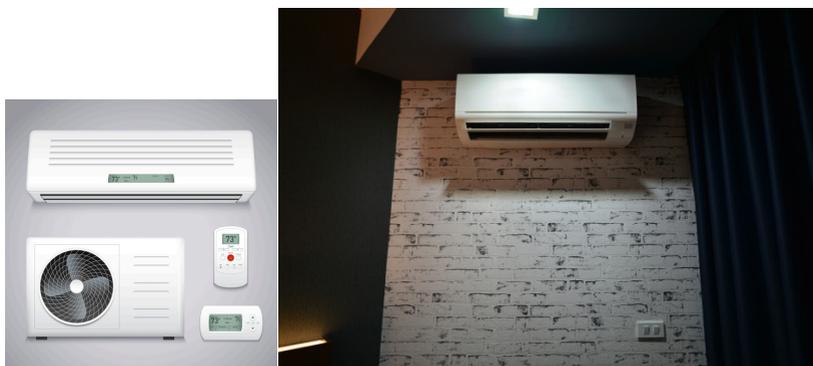


Figura 7. Imagem da aplicação e do equipamento do sistema Split do tipo de Parede

### 6.3 Sistema Split System Com Unidades Individuais do Tipo Cassete, Dutado e Piso Teto

Habitualmente, as pessoas se referem aos Splits, quando estão falando dos tradicionais modelos High-Wall (HW), que são os mais comercializados. Porém, o termo Split engloba vários outros tipos de sistemas individuais, como piso-teto, cassete e dutado (built-in). Estão disponíveis no mercado unidades Split System com capacidade de 12.000 Btu/h até 60.000 Btu/h (3,5 kW a 17,6 kW), na versão inverter ou com compressor de rotação fixo (Liga-Desliga). São sistemas indicados para uso residencial e principalmente para uso comercial.

Nas Figuras 8 a 10 são apresentadas as unidades Split System do tipo piso-teto, cassete e dutada.

#### **Vantagens:**

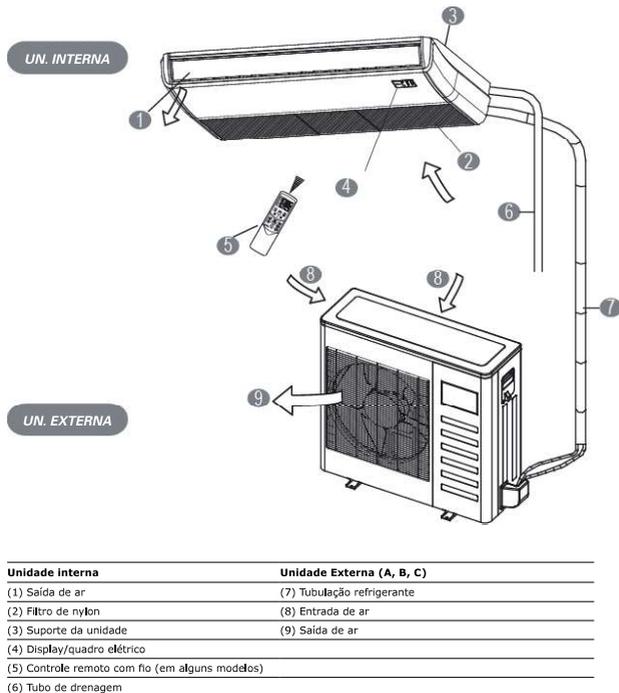
- Diferentes tipos de unidades internas, o que flexibiliza a instalação e permite selecionar o tipo que proporciona a melhor distribuição do ar para um determinado ambiente;
- Possibilidade de sistema com rede de dutos e difusores (unidade built-in) ou cassete, com capacidade de proverem no próprio equipamento a renovação de ar e filtração adequada a determinados tipos de ambiente;
- As unidades tipo duto podem ser embutidas em forro rebaixado de gesso, maleiros, console, etc;
- Equipamentos mais robustos e resistentes;
- Proporciona ambientes com melhor distribuição do ar e temperaturas mais homogêneas, quando utilizado as unidades do tipo cassete ou duto;
- Permite maiores comprimentos de linha para unidades com tecnologia inverter;
- As unidades do tipo Piso- Teto são de instalação simples e versátil, podendo ser instaladas na horizontal no teto ou na posição vertical na parede próximo do piso;
- Essas unidades normalmente possuem vazão de ar maiores que as unidades de mesma capacidade do tipo HW e ACJ, indicado para ambientes de maior volume e que necessitam de uma maior movimentação do ar.

#### **Desvantagens:**

- A unidade Piso Teto pode apresentar maior nível de ruído por estar instalada diretamente no ambiente;
- A unidade Piso Teto geralmente interfere na arquitetura interior do ambiente.

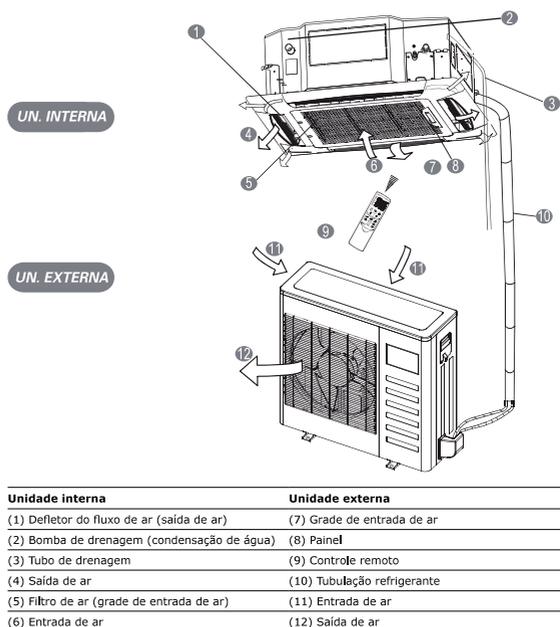
#### **Observações:**

- As unidades requerem cuidado especial na seleção do local para instalação da unidade interna, para evitar que seja insuflado ar frio ou quente diretamente sobre as pessoas;
- As unidades do tipo duto/built-in e cassete necessitam de acesso ao forro (alçapão), para manutenção;
- Requer instalação de dreno na unidade interna e externa;
- Os equipamentos de maior capacidade podem necessitar de instalação elétrica trifásica, dependendo do fabricante;
- A área técnica onde será instalado a unidade externa deve ser bem ventilada e sem restrições para a entrada e saída do ar;
- As unidades do tipo dutadas necessitam de cuidados na rede de duto, como limpeza, isolamento térmico, vedação e vibração.



Unidade interna	Unidade Externa (A, B, C)
(1) Saída de ar	(7) Tubulação refrigerante
(2) Filtro de nylon	(8) Entrada de ar
(3) Suporte da unidade	(9) Saída de ar
(4) Display/quadro elétrico	
(5) Controle remoto com fio (em alguns modelos)	
(6) Tubo de drenagem	

Figura 8. Sistema Split System do tipo Piso-Teto

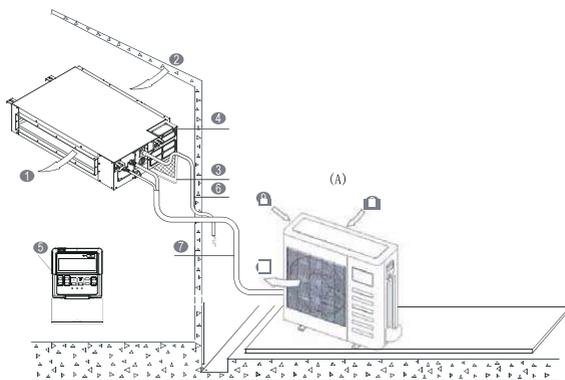


Unidade interna	Unidade externa
(1) Defletor do fluxo de ar (saída de ar)	(7) Grade de entrada de ar
(2) Bomba de drenagem (condensação de água)	(8) Painel
(3) Tubo de drenagem	(9) Controle remoto
(4) Saída de ar	(10) Tubulação refrigerante
(5) Filtro de ar (grade de entrada de ar)	(11) Entrada de ar
(6) Entrada de ar	(12) Saída de ar

Figura 9. Sistema Split System do tipo Cassete

UN. INTERNA

UN. EXTERNA



Unidade interna	Unidade Externa (A, B, C)
(1) Saída de ar	(7) Tubulação refrigerante
(2) Entrada de ar	(8) Entrada de ar
(3) Filtro de ar	(9) Entrada de ar (lateral)
(4) Gabinete de quadro elétrico	(10) Saída de ar
(5) Controle remoto com fio (em alguns modelos)	
(6) Tubo de drenagem	

Figura 10. Sistema Split System do tipo Duto (Built-in)

#### 6.4 Sistema Multi Split

O multisplit é ideal para projetos com área técnica reduzida, onde necessita climatizar mais de um ambiente simultaneamente e dispõe de pouco espaço externo para a instalação da unidade externa, também chamada de unidade condensadora.

A instalação do sistema de climatização do tipo multisplit é semelhante aos tradicionais modelos Split, ou seja, para cada unidade interna tem um par de tubos de cobre que parte da unidade interna até a respectiva unidade externa, porém, pode ter mais de uma unidade interna conectadas a uma única unidade externa. A quantidade de unidades internas depende do número de ambientes que se deseja climatizar e da capacidade da unidade externa. As unidades internas podem ser do tipo High-Wall, cassette normal, cassette de uma via e dutado (built-in).

A maior vantagem deste sistema é que todas as unidades internas operam de forma independente, permitindo ao usuário operar cada unidade com vazão, horário e temperatura de ajuste diferentes entre si, etc, porém, todas no mesmo modo, ou resfriando ou aquecimento.

Outro diferencial é que a seleção da unidade externa é com base na carga térmica simultânea dos ambientes atendidos, assim, a capacidade total da unidade externa pode ser até 60% inferior ao somatório da capacidade nominal das unidades internas conectadas, o que reduz custo de investimento inicial, viabilizando sua utilização quando comparados a sistema Split individual. As capacidades das unidades internas variam de 9.000 Btu/h até 36.000 Btu/h (2,7 kW a 10,6 kW).

É indicado principalmente para uso residencial e comercial leve. Na Figura 11 é apresentado um esquema de um sistema Multi-split.



Figura 11. Sistema Multi-Split e exemplo de aplicação

#### Vantagens:

- Diferentes tipos de unidades internas: de parede (High-Wall); cassete e duto (built-in), o que flexibiliza a instalação e o projeto de interiores, além de permitir selecionar o tipo que proporciona a melhor distribuição do ar para um determinado ambiente;
- Permite maiores comprimentos de linha para a tubulação de fluido refrigerante;
- Sistema pode operar em modo de resfriamento ou de aquecimento;
- Necessita de reduzida área técnica para instalação da unidade externa;
- Melhora o aspecto arquitetônico da fachada por reduzir o número de unidades externas;
- Redução da infraestrutura elétrica quando comparado a sistemas 1x1 (uma unidade interna para uma externa);
- Pode operar com todas as unidades internas simultaneamente no mesmo modo de operação com temperaturas de ajustes diferentes;
- Unidades internas com baixo nível de ruído;
- Unidades externas com possibilidade de operar no período noturno no modo silencioso, o que reduz consideravelmente o nível de ruído da unidade;
- Facilidade de manutenção;
- Baixo custo operacional com energia elétrica e manutenção.

**Desvantagens:**

- Quando falhar a unidade externa, todas as unidades internas conectadas neste sistema ficam inoperantes.

**Observações:**

- As unidades do tipo duto/built-in e cassete necessitam de acesso ao forro (alçapão), para manutenção;
- Requer instalação de dreno na unidade interna e externa;
- As unidades do tipo dutado necessitam de cuidados na rede de duto, como limpeza, isolamento térmico, vedação e vibração;
- Recomenda-se instalar a unidade externa em uma área técnica com espaço de serviço adequado para manutenção, bem como de fácil acesso;
- A área técnica onde será instalado a unidade externa deve ser bem ventilada e sem restrições para a entrada e saída do ar;
- A alimentação elétrica do sistema é realizada pela unidade externa. Então as unidades internas são alimentadas eletricamente a partir da externa;
- Para ambientes como quartos e suítes, atentar para não posicionar a unidade interna com a insuflação diretamente sobre a cama;
- As unidades do tipo duto/built-in possuem baixa pressão estática externa disponível, o que não permite instalações com maiores redes de duto, utilização de difusores lineares e filtração;
- As unidades do tipo duto não possuem bomba de dreno como padrão.

**6.5 Sistema do Tipo Self- Contained**

O sistema de climatização do tipo Self – Contained representa um sistema autônomo, compacto e independente com gabinete vertical. É uma unidade de tratamento de ar que pode ser fornecido completo com todos os componentes necessários dependendo da aplicação, como: filtração; resfriamento através de serpentina de expansão direta; aquecimento através de serpentina de água quente, vapor, ciclo reverso ou mesmo banco de resistência; movimentação do ar com capacidade para baixas a médias PED (Pressão Estática Disponível) e por fim todo o sistema de controle necessário e dedicado a unidade. A serpentina de resfriamento de expansão direta é conjugada a uma unidade externa (condensadora) resfriada a Ar ou a Água que pode ser incorporada a unidade ou instalada remotamente.

O equipamento é também previsto para insuflação do ar por rede de dutos que podem ser embutidos no entre forro ou dutos aparentes. Podem ser encontrados com capacidades variando entre 2 e 50 TR (7,0 kW a 176 kW) dependendo do fabricante. É indicado para uso comercial ou industrial, para ambientes de maiores capacidades, como: auditórios, área de produção de fabricas, lojas, Lobby e Foyer de hotéis, salas de TI, salões de festa, naves de igrejas, bancos, etc.

Na Figura 12 é apresentado um equipamento do tipo Self-Contained e um exemplo de aplicação em projeto.

#### **Vantagens:**

- Baixo custo de investimento inicial;
- Fácil manutenção;
- Toda manutenção realizada em um único espaço, pois o compressor geralmente fica integrado na unidade evaporadora;
- Maior rapidez e simplicidade na instalação;
- Diversas configurações de filtração; vazão de ar e PED (Pressão Estática Disponível);
- Fornecido nas tensões 220V, 380 V ou 440V;
- Várias posições para a descarga de ar;
- Opção de condensador acoplado ou remoto;
- Opção de condensação a ar ou a água;
- Podem ser instalados diretamente no ambiente dependendo da aplicação.

#### **Desvantagens:**

- Dependendo da unidade pode ocorrer ruído intenso na casa de máquinas e nos ambientes adjacentes, necessitando em certas aplicações de isolamento acústico;
- No Brasil não são fabricados com tecnologia inverter para modular a capacidade de acordo com a carga térmica do ambiente, por isso, apresentam maior consumo que outros sistemas que são inverter para mesma aplicação;
- Requer uso de área útil dos ambientes internos ou área para a casa de máquinas.

#### **Observações:**

- Quando instalado em casa de máquinas, deve ser previsto acesso de serviço adequado para manutenção, bem como tomada de ar externo;
- O Self – Contained com condensador a ar incorporado requer casa de máquina com abertura na parede para descarga do ar quente;
- Requer instalação de dreno na unidade evaporadora e na casa de máquinas;
- As instalações com redes de dutos requerem cuidados especiais, como limpeza, isolamento térmico, vedação e vibração.

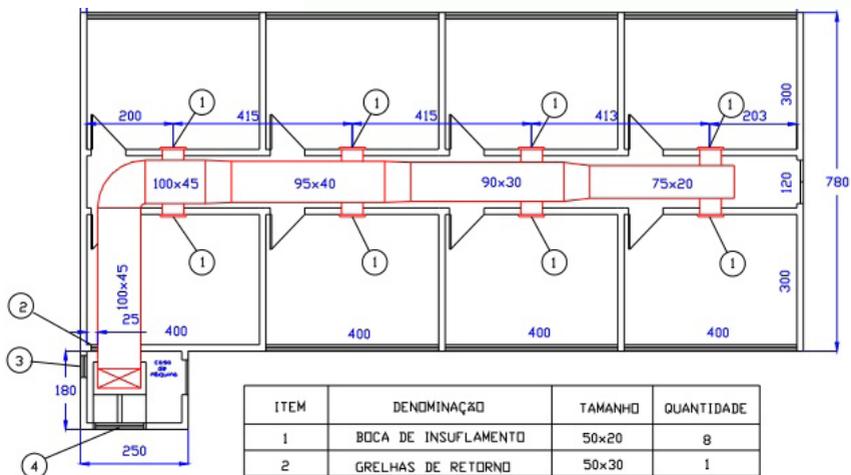
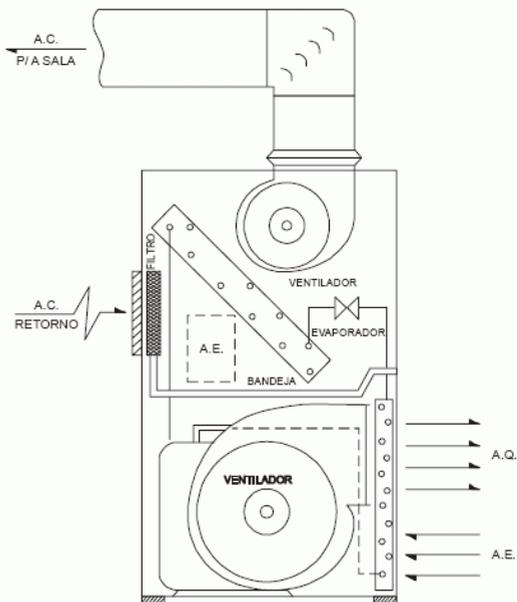


Figura 12. Sistema do tipo Self Contained e exemplo de aplicação em projeto

## 6.6 Sistema do Tipo Rooftop

O Rooftop é um sistema de climatização específico para ser instalado ao tempo, externamente a edificação, geralmente instalado sobre lajes, telhados ou na cobertura das edificações dispensando casa de máquinas.

Da mesma forma que o Self – Contained é um equipamento autônomo, compacto e independente, de construção horizontal. É uma unidade de tratamento de ar que pode ser fornecida completa pelos fabricantes com todos os componentes necessários dependendo da aplicação, como: filtração; resfriamento ou aquecimento através de serpentina de expansão direta, sistema de recuperação de calor; banco de resistência para aquecimento ou reaquecimento; movimentação do ar com capacidade para baixas a médias PED (Pressão Estática Disponível) e por fim todo o sistema de controle necessário e dedicado a unidade.

O sistema tipo Rooftop é indicado geralmente para edificações horizontais, galpões industriais, salões de festas, ginásios de esporte, lojas de departamento, supermercados, centro de convenções e exposições, shopping abertos, entre outros.

Os Rooftops têm o ar de insuflação e de retorno transportados até o espaço climatizado, através de rede de dutos externos ou internos de distribuição, que podem ser projetados de acordo com o ambiente, ficando expostos ou sobre o forro. Além disso, por ser instalado em área externa, o nível de ruído não é relevante.

Os equipamentos Rooftop são atualmente concebidos com tecnologias inovadoras, como: recuperação de calor através de roda entálpica; desumificação por dessecante com regeneração por gás quente; compressores inverter; válvulas de expansão eletrônicas; filtração eficiente e de acordo as normas e aplicações requeridas, etc, garantindo maior eficiência energética e consequente redução dos custos de operação. Há várias capacidades de Rooftop disponíveis no mercado geralmente entre 5 TR e 50 TR (17,6 a 176 kW). Na Figura 13 é apresentado um equipamento do tipo Rooftop.

### Vantagens:

- Equipamento autônomo e “Plug and Play”;
- Conceito incorporado facilita a instalação e diminui os custos, não necessita de carga de fluido refrigerante, nem gastos com tubulação frigorífica;
- Instalação fácil, podendo ser na lateral da edificação ou em qualquer tipo de cobertura, desde que projetada para suportar a carga do Rooftop e da estrutura de suportes;
- Diversas configurações de filtração; vazão de ar e PED (Pressão Estática Disponível) e com uma gama completa de bases de assentamento que se adaptam a qualquer tipo de instalação;
- Múltiplas soluções de aquecimento, controle entálpico e recuperação de calor;
- Possibilidades de operarem como 100% Ar Externo, ou seja, como DOAS;

- Baixa carga de fluido refrigerante, pois o evaporador e o condensador ficam no mesmo equipamento;
- Controle da renovação de ar no próprio equipamento;
- Opção de sistema inverter, com compressor de velocidade variável e válvula de expansão eletrônica;
- Fornecido nas tensões 220V, 380 V ou 440V.

#### **Desvantagens:**

- Manutenção realizada ao tempo;
- Dependendo da edificação, por estar geralmente instalada na cobertura, pode ter dificuldade de movimentação vertical das peças de reposição e de manutenção da unidade.

#### **Observações:**

- Requer instalação de dreno na unidade;
- As instalações com redes de dutos requerem cuidados especiais, como limpeza, isolamento térmico, vedação e vibração;
- A unidade deve ficar nivelada na posição horizontal sobre a base na cobertura ou estrutura metálica;
- Deve ter ótima vedação entre os dutos de retorno/insuflação e a abertura na cobertura ou telhado por onde entram na edificação;
- Dependendo do local de instalação tem que especificar proteção contra intempéries;
- Dependendo do local da obra tem que cuidar com o nível de ruído para não interferir na vizinhança;
- Deve ser envolvido o projetista estrutural da edificação para avaliar as cargas sobre as coberturas;
- Requer mão de obra especializada para instalação.



**Figura 13. Equipamento do tipo Rooftop**

### **6.7 Sistema do Tipo Split de Alta Capacidade - Splitão**

O sistema de climatização do tipo Split de alta capacidade, conhecido também como Splitão, tem o mesmo conceito do sistema Split System com unidade interna dutada, ou seja, uma unidade externa de condensação a ar, onde fica o compressor, válvula de expansão, controle e demais componentes, e uma unidade interna concebida para tratamento e distribuição de ar através de rede de dutos. A interligação entre a unidade externa e interna é realizada através da tubulação frigorígena de cobre, isolados termicamente, dimensionados conforme a capacidade e comprimento de linha. Porém, a principal diferença está na unidade interna com características mais robustas e desenvolvida de forma especial para atender os mais diversos tipos de projeto, podendo ser de descarga vertical ou horizontal; com caixa de filtração; caixa de mistura; vazão e PED nas mais diversas configurações para capacidades entre 5 a 60 TR (17,6 a 211kW). Possuem unidades que operam no modo somente resfriamento e unidades com ciclo reverso (modo resfriamento ou aquecimento).

A unidade interna pode ser instalada no próprio ambiente, mas geralmente é instalada em uma casa de máquinas. É um sistema de climatização indicado para ambientes comerciais ou industriais como supermercados, grandes lojas de varejo, auditórios, Lobby e Foyer de hotéis, salas de TI, salões de festa, naves de igrejas, bancos, áreas de produção nas indústrias, etc. Na Figura 14 é apresentado um equipamento do tipo Splitão.

#### **Vantagens:**

- Casa de máquinas mais silenciosa que do self-contained, pois o compressor fica localizado na unidade externa;
- Unidade interna com diversas configurações de posição, descarga de ar; filtração; vazão de ar e PED (Pressão Estática Disponível);
- Módulo de ventilação com polia correia, permitindo operar com ampla faixa de pressão estática e facilidade de ajuste;
- Fornecido nas tensões 220V, 380 V ou 440V;
- Baixo custo de investimento inicial;
- Fácil manutenção;
- Unidade externa com conceito modular, o que aumenta a confiabilidade e o desempenho, o módulo pode ser horizontal ou vertical;
- Possibilidade de fornecimento por parte do fabricante do módulo atenuador de ruído para o evaporador;
- Necessita de pequeno shaft para tubulação de refrigerante;
- Opção de sistema inverter, com compressor de velocidade variável;
- Opção de automação embarcada.

### Desvantagens:

- Limitação de comprimentos de linha e de desnível entre a unidade interna e a externa;
- Necessita de maior área técnica que o self, devido a unidade externa ser instalada remotamente.

### Observações:

- Requer instalação de dreno na unidade interna (evaporadora) e na casa de máquinas;
- Quando instalado em casa de máquinas, deve ser previsto acesso de serviço adequado para manutenção, bem como tomada de ar externo;
- As instalações com redes de dutos requerem cuidados especiais, como: limpeza, isolamento térmico, vedação e vibração;
- A área técnica onde será instalado a unidade externa deve ser bem ventilada e sem restrições para a entrada e saída do ar;
- Requer mão de obra especializada para instalação.



Figura 14. Equipamento do tipo Splitão

### 6.8. Sistema VRF – Fluxo de Refrigerante Variável

O sistema VRF (do inglês “Variable Refrigerant Flow ou Fluxo de Refrigerante Variável) é um sistema de climatização central de expansão direta que permite interligar várias unidades internas, de diferentes tipos e capacidade, sendo cada tipo de unidade interna adequada a um tipo de ambiente e aplicação. Esse sistema foi especialmente desenvolvido para ser instalado em residências e edifícios comerciais de pequeno a grande porte.

O sistema possui uma unidade externa conectada a várias unidades internas pela tubulação frigorífica e rede de comunicação, cada unidade interna pode operar individualmente ou em grupo para atender os diversos ambientes de uma edificação. Cada ambiente pode operar com uma temperatura específica de ajuste no termostato, dentro de uma faixa de temperatura para resfriamento ou aquecimento.

Além de ser versátil e flexível, possui expansão modular e de grande facilidade de adaptação em estruturas já existentes. A unidade externa por ser de construção modular pode ter módulos agregados de acordo com a capacidade

de requerida de projeto, variando de 3 HP até 96 HP (8,4 kW até 270 kW) dependendo do fabricante.

O sistema VRF caracteriza-se pelo fornecimento da capacidade de forma proporcional e progressiva às necessidades de cada zona térmica ou ambiente. Também tem a capacidade de controlar a temperatura de cada ambiente de forma individual. É o sistema de expansão direta com maior desempenho energético entre todos os citados, pois todos os seus componentes rotativos como compressores e ventiladores podem ser de rotação variável pela utilização da tecnologia inverter; suas válvulas são eletrônicas com controle modular e proporcional, além de possuírem unidades externas com grande área de troca térmica para condensação o que diminui as pressões de condensação, logo o trabalho de compressão.

O sistema VRF pode ser de condensação a ar, que é o mais utilizado devido a facilidade de instalação e operação, ou pode ser de condensação a água, onde é utilizado em aplicações específicas que tem falta de espaço para área técnica, em modernização de sistemas antigos de condensação a água, ambientes externos agressivos, etc.

Na Figura 15 é apresentado um esquema de instalação com sistema VRF de condensação a ar instalado na cobertura de uma edificação e a tubulação frigorífica conduzindo o fluido refrigerante até as unidades internas distribuídas nos pavimentos e na Figura 16 é apresentado diversos tipos e modelos de unidades internas que podem ser conectadas a uma unidade externa.

#### **Vantagens:**

- Toda a automação já é fornecida embarcada e integrada para fazer o controle, gerenciamento e monitoramento do sistema;
- Sistema com tecnologia inverter, com compressor de velocidade variável e válvula de expansão eletrônica para controle de capacidade;
- Maior vida útil comparado aos sistemas individuais e com compressores de rotação fixa;
- Condensação do tipo a ar ou a água;
- Se obtém pequena dispersão em torno da temperatura desejada de conforto;
- Unidade externa com conceito modular, o que aumenta a confiabilidade e o desempenho;
- O módulo externo pode ser de descarga vertical ou horizontal, dependendo do local da instalação;
- Reduz os impactos à arquitetura de fachadas da edificação;
- Os principais componentes do sistema são fornecidos e integrados por um único fabricante;
- Permite em um sistema com várias unidades internas conectadas operar

eventualmente com apenas uma ou poucas unidades;

- Operação quente e frio;
- Dependendo do tipo do equipamento é possível operar simultaneamente com unidades internas em aquecimento e outras em resfriamento, no mesmo sistema;
- Baixo consumo de energia;
- Em um condomínio onde se tem um sistema VRF atendendo diversas salas comerciais ou residências, existe a possibilidade de tarifar o consumo de energia para cada unidade interna, ambiente ou sala comercial;
- Controle de temperatura individual por ambiente;
- Baixo nível de ruído das unidades externas e internas;
- Possibilidade de selecionar a unidade externa com base na carga térmica máxima simultânea, explorando a diversidade de carga dos ambientes atendidos;
- Fornecido nas tensões 220V e 380 V, trifásico ou monofásico dependendo da capacidade;
- Diversos tipos de unidades internas: high-wall de parede; cassette; de piso aparente e de embutir; de teto, dutadas de embutir e UTA (Unidades de Tratamento de Ar);
- Permite consideráveis comprimentos e desníveis da tubulação frigorígena.

#### **Desvantagens:**

- Requer mão de obra especializada para instalação e manutenção;
- Desenvolvido para conforto, não sendo indicado para processo;
- Dificuldade de alteração do circuito frigorífico pós-instalação;
- Alto custo inicial quando comparado aos demais sistemas de expansão direta;
- Sistema com maior carga de fluido refrigerante em relação a outros sistemas;
- Uma intervenção no circuito frigorífico requer a parada de todo o sistema;
- Em caso de vazamento difícil detecção do ponto de fuga do fluido refrigerante;
- Circulação de fluido refrigerante nos ambientes condicionados;
- Para as unidades externas do tipo descarga horizontal, que possuem apenas

um compressor e um circuito frigorífico, se falhar a unidade externa pode parar todo o sistema.

#### **Observações:**

- Requer instalação de dreno em todas as unidades internas e externas;
- As instalações com redes de dutos requerem cuidados especiais, como limpeza, isolamento térmico, vedação e vibração;
- Deve ser previsto cabo de comunicação especial (blindado) entre as unidades internas até a respectiva unidade externa do sistema;
- Também deve ser previsto cabo de comunicação entre as unidades externas até o respectivo controlador central, quando for utilizado;
- O controle remoto das unidades internas pode ser com ou sem fio;
- Cada módulo que compõe a unidade externa deve ter um sistema de proteção elétrica com disjuntor individual;
- A proteção elétrica da unidade interna pode ser individual ou em grupo;
- O isolamento térmico da tubulação deve ser obrigatoriamente com manta elastomérica;
- A área técnica onde será instalado a unidade externa deve ser bem ventilada e sem restrições para a entrada e saída do ar;
- Para aplicações residências ou de hotéis deve ser observado pelo projetista ou instalador, se a carga total de fluido refrigerante do sistema é compatível com o volume dos ambientes ocupados;
- Necessita prever em projeto os espaços e aberturas para a passagem da tubulação de fluido refrigerante e de comunicação entre as unidades externas e as internas;
- Requer cuidados quanto a instalação da tubulação frigorígena;
- Requer um projeto do sistema de climatização.



Sistema VRF

Figura 15. Esquema de instalação com sistema VRF de condensação a ar

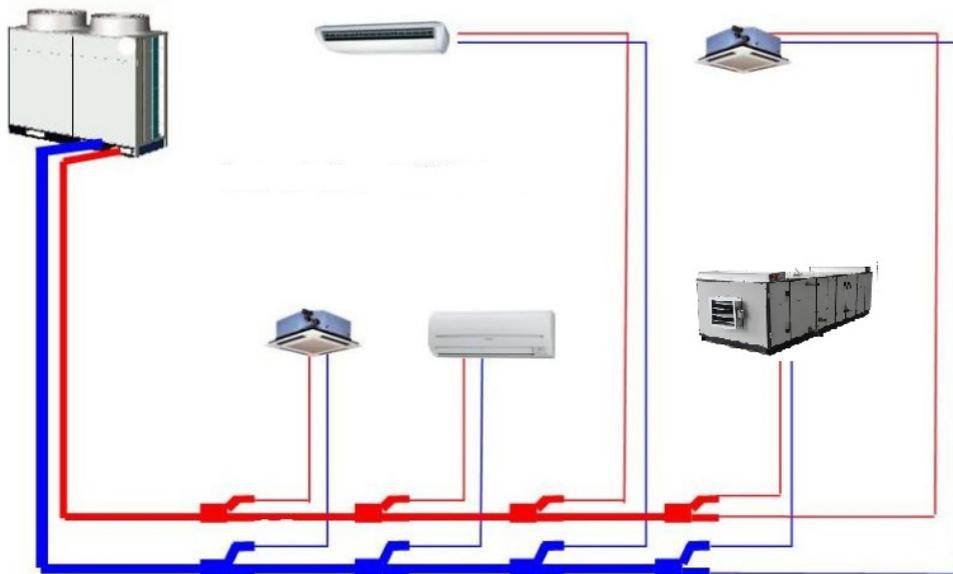


Figura 16. Diferentes tipos de unidades internas e UTA para o sistema VRF

### **6.9 Sistema de Expansão Indireta com Água Gelada**

Sistema composto por resfriadores de líquido (chiller) e bombas hidráulicas para fornecimento de água gelada à unidades terminais do tipo fancoils, fancoletes ou a unidades de tratamento de ar - UTA, as quais promovem a filtração, resfriamento e desumidificação do ar a ser insuflado no ambiente climatizado. As unidades terminais são condicionadores de ar que utilizam água gelada produzida pelos chillers em seu sistema de resfriamento. Os modelos de unidades terminais podem ser do tipo UTA com gabinete/modular, casete, high-hall, piso teto e dutadas. As dimensões variam conforme capacidade. Esse sistema é caracterizado como expansão indireta, pois o fluido primário fica restrito ao chiller e o fluido secundário, que neste caso é a água gelada é bombeada até a unidade terminal para retirar calor do ambiente.

Os chillers podem dissipar o calor retirado da edificação através da água ou ar que passa pelo condensador da unidade, ou seja, os chillers podem ser de condensação a ar ou a água. Para sistemas de condensação a água é necessário a utilização de torre de resfriamento que é um equipamento de dissipação de calor usado para transferir calor da água de condensação para o ar externo. O sistema de climatização por água gelada é o mais flexível que existe, pois permite a qualquer instante durante a vida da edificação, fazer inserções ou modificações no sistema, nas unidades internas, nas capacidades do sistema, etc. Permite também fazer termo acumulação para deslocamento de carga elétrica e utilização no horário de ponta, podendo desligar os chillers reduzindo os custos operacionais com energia elétrica no horário de ponta.

É um sistema indicado para processos industriais, grandes edificações como aeroportos, shoppings, supermercados, climatização industrial, hospitais, grandes edifícios comerciais, onde se requer precisão no controle de umidade, data center, etc. As obras de maiores capacidades instalada são com o sistema de água gelada.

Os chillers são equipamentos com ciclo de refrigeração completo e podem ser classificados em:

- Chillers com ciclo de compressão de vapor, com condensação a ar ou a água, geralmente com o motor de acionamento do compressor do tipo elétrico, que correspondem a maioria das aplicações usuais de climatização;
- Chillers com ciclo de absorção, somente com condensação a água, que utilizam como fonte de energia o GLP, GN, vapor, água quente ou mesmo recuperando energia de outras fontes como gases de combustão de fornos, geradores, etc.

Na Figura 17 é apresentado o sistema de água gelada com condensação a ar e na Figura 18 é apresentado o sistema de água gelada com condensação a água.

#### **Vantagens:**

- Diversos modelos e capacidades de unidades terminais do tipo fancoletes, fan-coils e UTA;
- Possibilidade de selecionar os chillers que compõem a CAG com base na

carga térmica máxima simultânea, explorando a diversidade de carga dos ambientes atendidos;

- Os Fan-coils e UTAs podem ser produzidos de acordo com as necessidades e requisitos de cada aplicação ou obra, variando número de fileiras de tubos, filtração, vazão de ar, pressão estática externa disponível - PED, fornecidos com caixa de mistura, diferentes posições do gabinete, tipo do ventilador, tipo do motor do ventilador, tipo de acionamento, velocidade de descarga, etc, o que confere grande flexibilidade e desempenho ao sistema de climatização;
- Flexibilidade de compor sistemas de filtração especiais para ambientes que requerem maior grau de pureza do ar, ou áreas classificadas;
- Utilização para aplicações de conforto, processo e sala limpa;
- Possibilidade de também controlar o calor latente/umidade;
- Menor possibilidade de vazamento de fluido refrigerante quando comparado a sistemas de expansão direta;
- Maior flexibilidade para alterações pós-instalação;
- Reduz os impactos à arquitetura de fachadas da edificação;
- Se obtém pequena dispersão em torno da temperatura desejada de conforto;
- Possibilidade de se projetar o sistema com carga elétrica inferior quando comparado a sistemas de expansão direta;
- Permite fazer termo acumulação;
- Não tem restrições de altura e distância entre o chiller e as unidades terminais;
- Menor carga de fluido refrigerante quando comparado a sistemas de expansão direta de mesma capacidade;
- Pode operar com grande variação da vazão de ar através da unidade terminal, sem problema de ocorrer congelamento da serpentina, quando dimensionado para isso, resultando em grande economia de energia em sistemas com controle de capacidade por variação de vazão de ar.

#### **Desvantagens:**

- Maior complexidade de instalação comparado com sistemas de expansão direta;
- Requer operador qualificado;
- Geralmente cada componente do sistema é fornecido por um fabricante específico, o que requer cuidados na integração do sistema;

- Requer mão de obra especializada para instalação e manutenção;
- Maior carga de piso (concentração de carga devido a grandes equipamentos);
- Maior impacto na instalação;
- Necessita sistema de bombeamento de água gelada e de condensação, quando for o caso;
- Todos os equipamentos que compõem o sistema devem ser interligados através de uma automação adequada a instalação;
- Sujeito a incrustação e corrosão das tubulações e trocadores de calor;
- Dependendo da instalação pode apresentar um custo de instalação mais elevado quando comparado aos demais sistemas já mencionados devido a necessidade de torres de resfriamento, bombas e tubulações, válvulas, automação, integração, etc;
- Quando o sistema for de condensação a água, tem o consumo de água devido a evaporação na torre de resfriamento;
- Dependendo da instalação pode apresentar maiores custos de manutenção devido a grandes quantidades e diversidades de equipamentos, válvulas, sensores, etc;
- Necessidade de tratamento da água da torre e disponibilidade de espaço físico na instalação para estas, quando for de condensação a água.

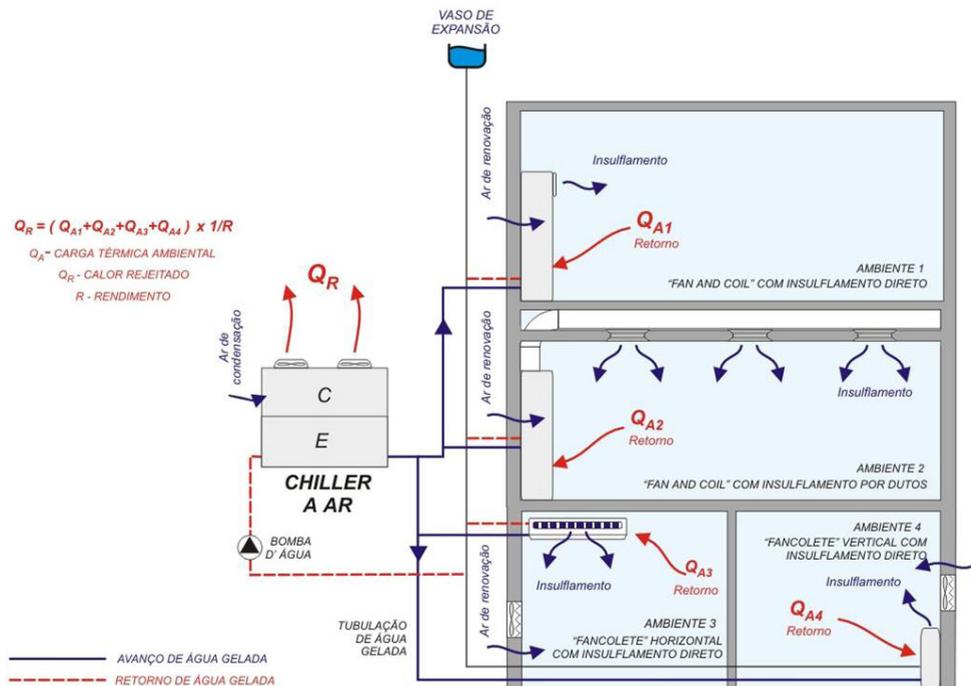
#### **Observações:**

- Requer instalação de dreno em todas as unidades internas/terminais;
- As instalações com redes de dutos requerem cuidados especiais, como limpeza, isolamento térmico, vedação e vibração;
- Deve ser previsto infraestrutura elétrica e de comunicação especial entre os componentes do sistema;
- O isolamento térmico da tubulação de água deve ser obrigatoriamente com manta elastomérica;
- A CAG com chiller de condensação a água deve ser fechada e ventilada;
- Quando for utilizado chiller de condensação a ar a área técnica deve ser bem ventilada e sem restrições para a circulação do ar;
- Necessita prever em projeto os espaços e aberturas para a passagem da tubulação de água gelada e de condensação, bem como a parte de comunicação entre as os equipamentos, sensores, etc;

- Deve ser previsto bombas reservas para a circulação da água gelada e água condensação;
- Requer cuidados quanto a instalação da tubulação e infraestrutura elétrica e de comunicação;
- Requer um projeto do sistema de climatização desenvolvido por um projetista qualificado e experiente;
- Necessidade de sala de máquinas específica para as unidades terminais e UTAs de maior capacidade;
- Prever proteção para os sensores e válvulas que ficam expostas na instalação;
- Necessidade de verificação periódica dos sensores e válvulas do sistema de bombeamento de água gelada e de condensação como forma de garantir a manutenção do desempenho do sistema de climatização.



Figura 17. Chiller de condensação a ar e um fluxograma básico com os equipamentos que compõem o sistema



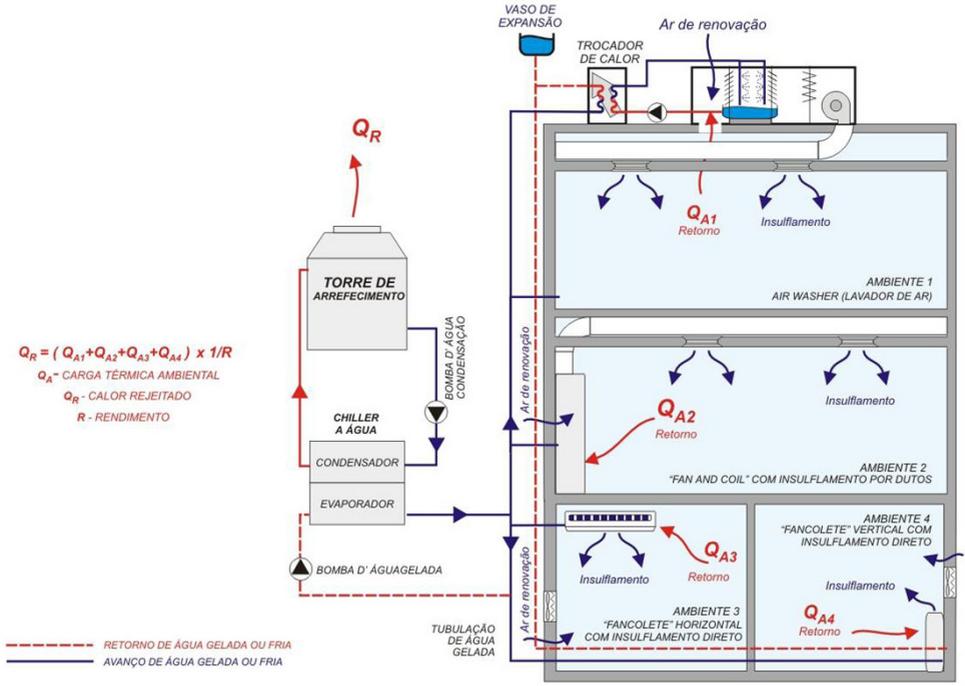
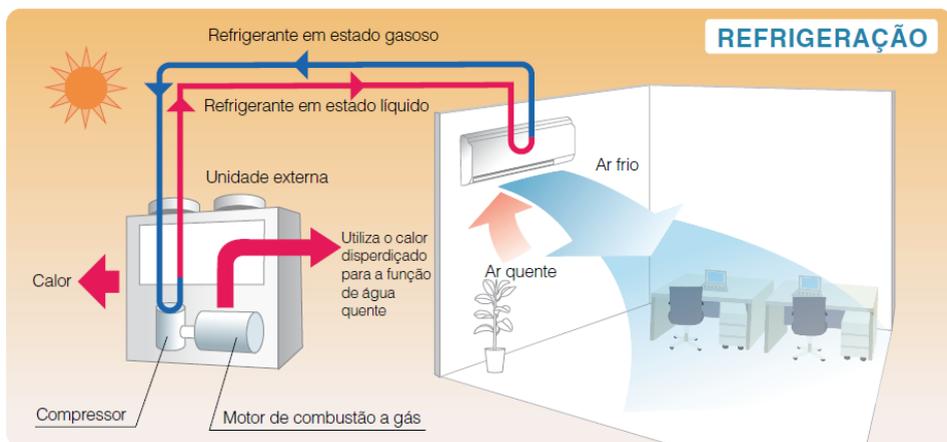
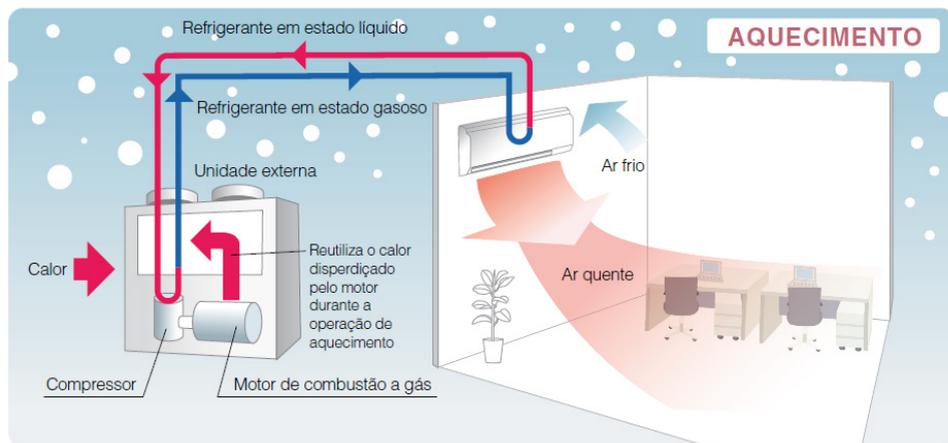


Figura 18. Chiller de condensação a água e um fluxograma básico com os equipamentos que compõem o sistema

## 6.10 Bomba de Calor a Gás- GHP

O GHP (Gas Heat Pump) é um sistema de climatização do tipo VRF acionado por um motor a gás. Esse sistema diferencia-se de uma bomba de calor com motor de acionamento elétrico, por possuir um motor endotérmico de combustão interna movido geralmente a gás natural, responsável por acionar o compressor.

Esse sistema GHP engloba todas as características que um sistema VRF elétrico convencional no lado do fluido refrigerante quanto a operação de resfriamento e aquecimento e também no lado da automação, como pode ser visto na Figura 19. Contudo, tem algumas peculiaridades como o fato de ter a possibilidade de aquecer a água para qualquer forma de utilização na edificação, através da recuperação de energia do sistema de escape dos gases de combustão ou do sistema de resfriamento do bloco do motor.



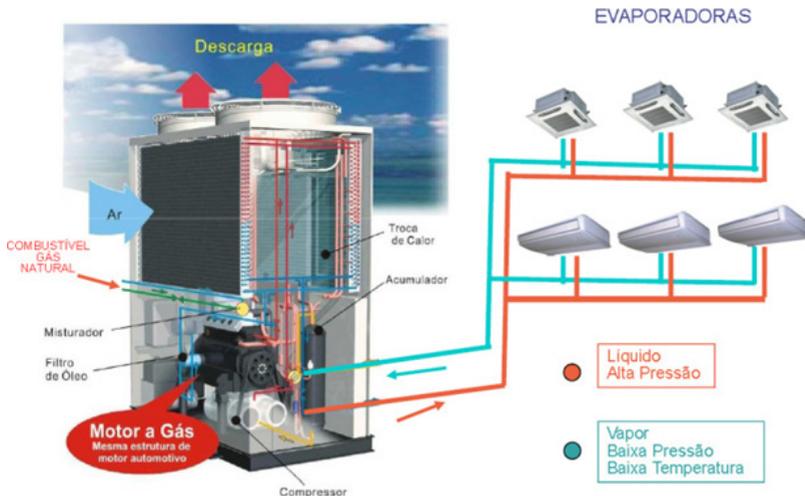


Figura 19 – Esquema de funcionamento do sistema de climatização do tipo GHP

O GHP possui uma ampla disponibilidade de unidades externas, com capacidades de 16 a 60 HP (45 kW a 168 kW), sendo as unidades de 32 a 60 HP, combinação entre módulos. Pode-se conectar até 48 unidades internas, com capacidades que variam de 2,2 kW até 22,4 kW para as unidades internas tradicionais ou com capacidade superior através das unidades terminais do tipo UTA. Ampla gama de unidades internas, tais como: cassete de 1, 2 e 4 vias, dutadas/built-in, de média e baixa pressão estática, piso teto, de parede do tipo high-wall e as especiais do tipo UTA.

O equipamento possui um motor a combustão que aciona o compressor do sistema. Este motor é operado e gerenciado via controlador, o qual comanda a velocidade de rotação de acordo com o percentual de carga sobre o sistema, de forma a manter a eficiência maximizada. O volume de gás natural consumido pela unidade condensadora, gira em torno de 0,26 m<sup>3</sup>/h por (TR). Sendo a pressão de entrada do gás na máquina de 2,2 kPa.

Com este tipo de sistema existe a possibilidade de produção de água quente simultânea com a climatização, através da recuperação de calor dos gases de combustão no escape do motor. Internamente a unidade externa, existe um trocador de calor que é utilizado para produção de água quente, de tal forma, que quando a unidade condensadora estiver operando para climatizar os ambientes, o calor de escape do motor pode ser utilizado como subproduto do GHP gerando água quente na temperatura máxima de 75°C e com uma eficiência de recuperação na média de 50%.

Esse benefício reduz o consumo de energia e de investimento, que seria necessário para produção de água quente nos modos convencionais, na Figura 20 podemos entender melhor como funciona a utilização desse subproduto. Por esse motivo o sistema GHP tem tido viabilidade técnica e financeira em aplicações onde requer simultaneamente climatização e água quente, como hotéis, hospitais, edifícios residências e climatização industrial.

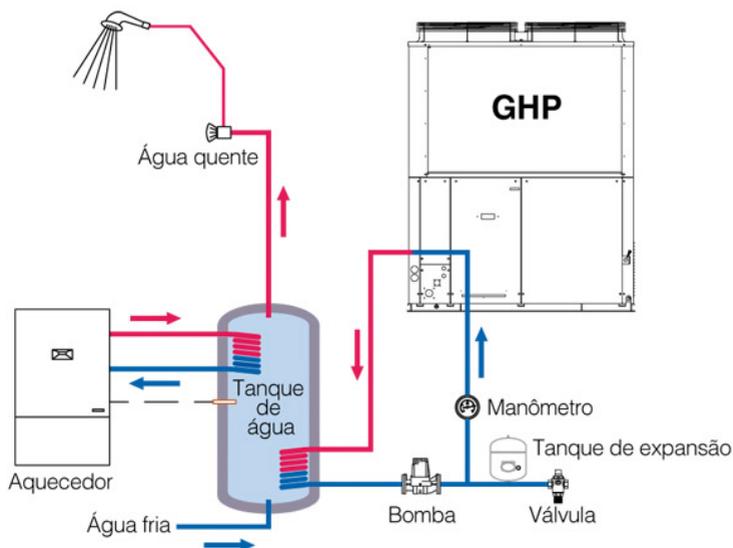


Figura 20 – Sistema de recuperação de calor do GHP para produção de água quente.

O GHP também pode ser uma alternativa em situações onde a infraestrutura de energia elétrica não pode atender plenamente a instalação, devido a qualidade ou disponibilidade, seja da instalação local ou da concessionária.

#### Vantagens:

- Como forma geral, possui as vantagens do sistema VRF elétrico;
- É uma opção para locais com restrição no fornecimento de energia elétrica;
- Redução de custos operacionais com energia, onde a tarifa do GN é atrativa ou subsidiada pela companhia local de fornecimento de gás;
- Redução no custo de investimento em infraestrutura para subestações e geradores;
- Possibilidade de geração simultânea de água quente a climatização da edificação;
- Possibilidade de operar como um chiller, produzindo água gelada como fluido secundário;
- Toda a automação já é fornecida embarcada e integrada para fazer o controle, gerenciamento e monitoramento do sistema.

#### Desvantagens:

- Como forma geral, possui as desvantagens do sistema VRF elétrico;
- Custo inicial;

- Baixo desempenho em cargas parciais quando comparado ao sistema VRF elétrico, por isso apresenta um maior consumo energético;
- Maior complexidade na instalação quando comparado ao sistema VRF elétrico;
- Requer manutenção qualificada, devido à complexidade do motor de combustão interna;
- Desenvolvido especialmente para conforto, não sendo indicado para processo;
- Dificuldade de alteração do circuito frigorígeno pós-instalação;
- Dificuldade de detectar vazamentos de fluido refrigerante;
- Necessidade de um sistema de proteção contra incêndio para possíveis vazamentos de GN.

#### **Observações:**

- Requer uma Estação Redutora de Pressão – ERP para entrada do GN;
- Requer um projeto especial de PPCI (Plano de Prevenção Contra Incêndio);
- Requer instalação de dreno em todas as unidades internas e externas;
- As instalações com redes de dutos requerem cuidados especiais, como: limpeza, isolamento térmico, vedação e vibração;
- Deve ser previsto cabo blindado para comunicação em série entre as unidades internas até a respectiva unidade externa do sistema;
- Deve ser previsto cabo blindado para comunicação em série entre as unidades externas de uma obra até o controlador central, quando for utilizado;
- O controle remoto das unidades internas pode ser Com ou Sem fio;
- Cada módulo que compõe a unidade externa deve ter um sistema de proteção elétrica com disjuntor individual;
- A proteção elétrica da unidade interna pode ser individual ou em grupo;
- O isolamento térmico deve ser obrigatoriamente com manta/borracha elastomérica com espessura mínima de 13 mm;
- A área técnica onde será instalado a unidade externa deve ser bem ventilada;
- Deve ser previsto ponto de GN para cada módulo GHP;
- Para aplicações residências ou de hotéis deve ser observado pelo projetista ou instalador, se a carga total de fluido refrigerante do sistema é compatível

com o volume dos ambientes ocupados;

- Necessita prever em projeto os espaços e aberturas para a passagem da tubulação de fluido refrigerante e de comunicação entre as unidades externas e as internas;
- Requer cuidados quanto a instalação da tubulação frigorígena;
- Dependendo o local da instalação deve ser observado os níveis de ruído das unidades externas;
- Requer um projeto do sistema de climatização.

## 7. Detalhes arquitetônicos que interferem na instalação, operação e manutenção dos sistemas de climatização

### *7.1 Áreas Técnicas e Espaços de Serviço*

Durante a elaboração do projeto arquitetônico ou mesmo na instalação deve ser observado os espaços destinados a instalação das unidades externas dos sistemas de climatização com condensação ar, chamada de área técnica. A concepção da área técnica tem uma grande influência sobre a operação, desempenho e manutenção da unidade externa, pois, áreas técnicas de difícil acesso, com recirculação de ar quente e pouco espaço de serviço, dificulta a manutenção preventiva e preditiva, além de diminuir o desempenho e a vida útil do equipamento por operar com maiores pressões de condensação devido a recirculação de ar quente.

A recirculação de ar quente ou curto circuito de ar, se refere a um fenômeno quando a descarga do ar quente na unidade externa retorna para a sucção de ar da unidade ou de outras próximas, fazendo com que a temperatura do ar aumente progressivamente.

Quando ocorre o curto circuito de ar quente, reduz o desempenho do equipamento com a diminuição da capacidade de resfriamento e aumento no consumo de energia, conforme fenômeno típico de curto circuito de ar quente apresentado na Figura 21. Também pode ocorrer a parada do equipamento por alta pressão de condensação e diminuição da vida útil do compressor e da própria unidade externa.

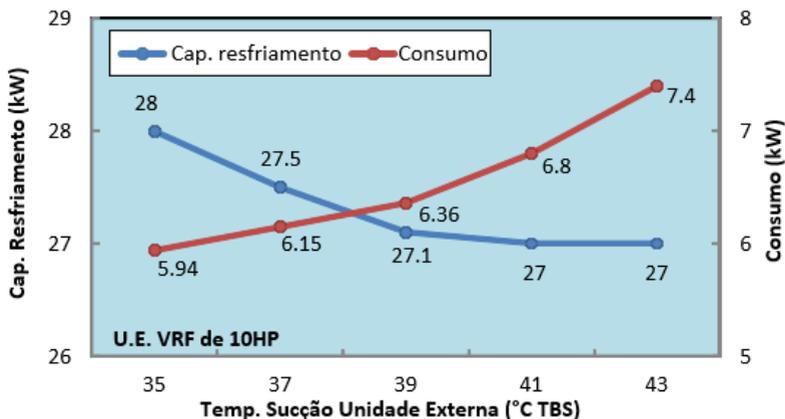


Figura 21. Redução típica do desempenho em função do aumento da temperatura do ar na sucção para uma unidade externa de 10 HP

Na fase de concepção do projeto arquitetônico é importante a integração do arquiteto e do projetista de climatização para avaliar e determinar a área técnica e disposição dos equipamentos de forma evitar o curto circuito de ar, bem como prever o adequado espaço de serviço para facilitar a manutenção.

Nas Figuras 22 e 23 são apresentadas algumas formas de como proceder na instalação da unidade externa para se evitar o curto circuito de ar. Para o esquema de instalação apresentado na Figura 22 a solução é elevar a unidade externa ou sua descarga ao nível da parede lateral mais alta e para o esquema apresentado na Figura 23 a solução é instalar um duto na descarga de ar da unidade de forma a direcionar o ar quente para fora da área técnica. É importante sempre ter ciência que depois de instalado se torna difícil ou inviável promover a adequação da instalação.

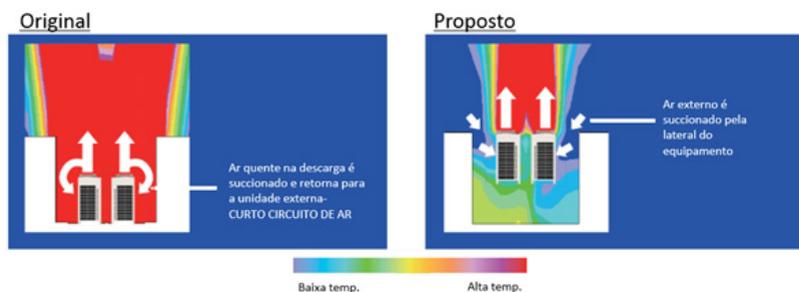


Figura 22. Exemplo de readequação na instalação ou projeto para evitar o curto circuito de ar quente quando a unidade externa estiver entre paredes

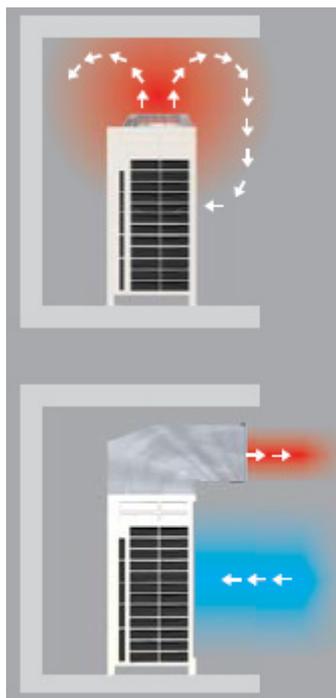


Figura 23. Exemplo de readequação na instalação ou projeto para evitar o curto circuito de ar quando a unidade externa estiver em uma área técnica entre pavimentos

As áreas técnicas que possuem venezianas externas por questões estéticas ou arquitetônicas também devem observar as seguintes recomendações:

- Instalar um duto na descarga de ar quente da unidade externa até encontrar a veneziana, de forma a descarregar o ar com velocidade efetiva de descarga ( $V_D$ ) entre 5 a 8 m/s para dificultar o retorno do ar quente, conforme apresentado na Figura 24;
- A velocidade efetiva do ar de sucção ( $V_S$ ) através da veneziana deve ser igual ou inferior a 2,0 m/s;
- A perda de carga através do duto de descarga e veneziana deve ser inferior a Pressão Estática Externa Disponível (PED) no equipamento projetado ou adquirido;
- Recomenda-se para as venezianas, aletas de perfil do tipo reto ou aerodinâmico, de forma a reduzir a perda de carga;
- Para venezianas com espaçamentos pequenos entre as aletas, recomenda-se ângulos de até  $\alpha \leq 20^\circ$  em relação a horizontal. Para ângulos superiores recomenda-se fazer uma análise mais detalhada;

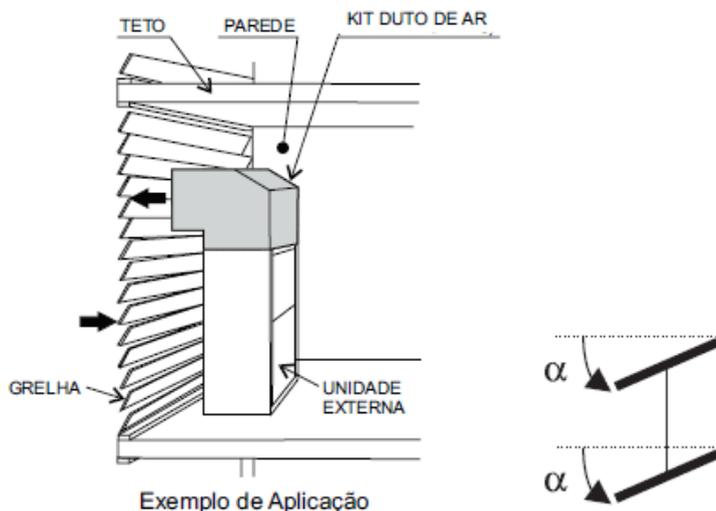
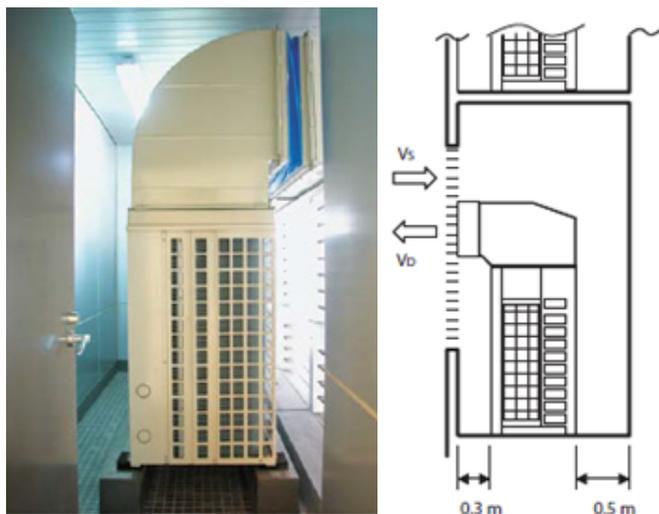


Figura 24. Exemplos típicos de instalações com a aplicação de venezianas

Os espaços de serviço para manutenção dependem de cada sistema adotado e das recomendações de cada fabricante. Nas Figuras 25 e 26 são apresentados os espaçamentos e área livre típica para o em torno de unidades externas de instalações com sistemas Splits e de VRF/Splitão respectivamente.

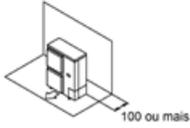
É sempre importante o instalador e o projetista pesquisarem para cada sistema, fabricante e configuração o espaço de circulação de ar e de manutenção recomendados.

## INSTALAÇÃO DE UMA UNIDADE ÚNICA

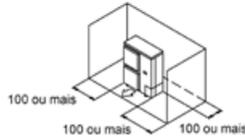
(Unidades : mm)

### Quando não houver obstrução no topo

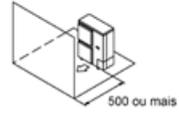
(1) Quando a obstrução está presente apenas na traseira da entrada de ar.



(2) Quando a obstrução está presente na traseira da entrada de ar e em ambos os lados.

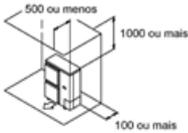


(3) Quando a obstrução está presente apenas no lado da saída de ar.

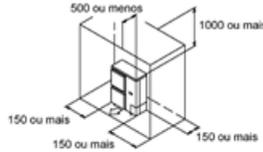


### Quando houver obstrução no topo

(1) Quando a obstrução está presente apenas na traseira da entrada de ar.



(2) Quando a obstrução está presente na traseira da entrada de ar e em ambos os lados.



(3) Quando a obstrução está presente apenas no lado da saída de ar.

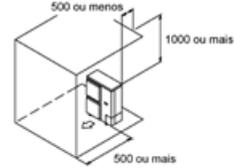


Figura 25. Espaços de serviço típico para instalação da unidade externa de sistema Split (1 x 1)

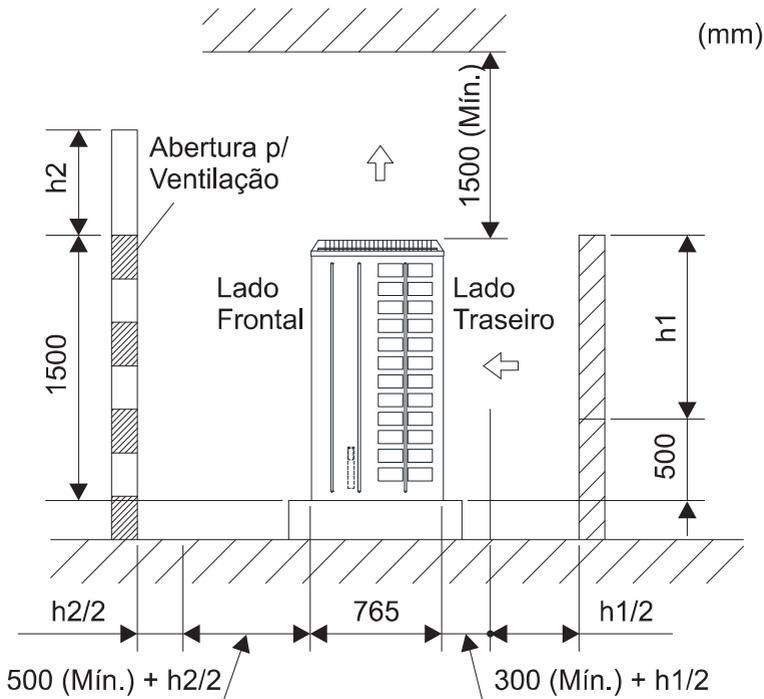


Figura 26. Espaços de serviço típico para instalação da unidade externo do sistema VRF ou Splitão

## 7.2. Recomendações de Espaçamentos Entre o Forro e a Laje Para Instalação de Rede de Dutos e de Unidades Internas do Tipo Dutada - Built-in

Um sistema de distribuição de ar através de rede de dutos, tem como função transportar o ar desde o equipamento até o espaço a ser condicionado, bem como retorná-lo novamente ao equipamento no caso de sistemas de ar condicionado central ou unidades internas do tipo "built-in" com retorno dutado.

Todo projeto de rede de dutos deve ser bem elaborado, levando em consideração cada aplicação, carga térmica e local de instalação, sempre seguindo as recomendações normativas em vigor, pois caso contrário pode gerar uma série de problemas como alto nível de ruído, sudação, desbalanceamento na rede distribuição e ar, excesso de perda de carga e consequente aumento no consumo de energia pelo ventilador da unidade terminal, etc.

No mercado atual existem várias possibilidades com relação a rede de dutos, pois este produto vem passando por inúmeras inovações tecnológicas, podendo ser fabricado de diversos materiais. Os mais comuns utilizados hoje são de chapa de aço galvanizada, seguido de duto de alumínio pré-isolado com espuma rígida de poliuretano e tubos de PVC, conforme apresentado na Figura 27.



Figura 27. Exemplos de rede de dutos utilizados para climatização e renovação de ar

Em ambientes onde serão instaladas unidades internas do tipo dutada também deverá ser observado o espaçamento entre o forro e a laje para garantir que a unidade seja instalada adequadamente.

O espaçamento depende de cada tipo de unidade interna e capacidade. Para unidades do tipo cassete é necessário de 230 mm até 310 mm, conforme apresentado na Figura 28. Para unidades do tipo duto, o espaçamento varia de 240 mm a 500 mm para unidades de maior pressão estática externa e capacidade. Na Figura 29 são apresentados exemplos e espaçamentos típicos de instalações com unidades do tipo duto.

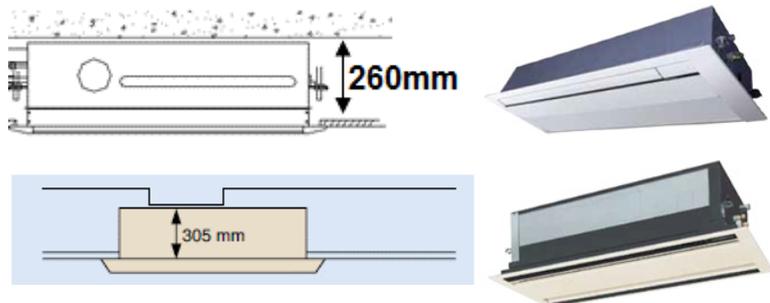
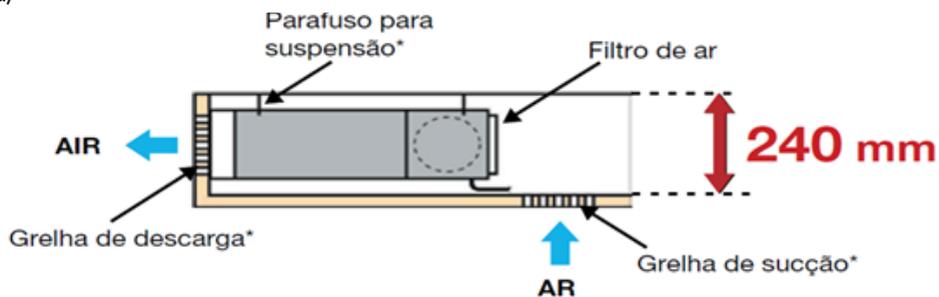
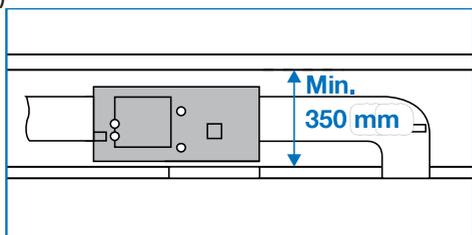


Figura 28. Espaçamento típico entre forro e laje para instalação de unidade internas do tipo cassette

a)



b)



c)

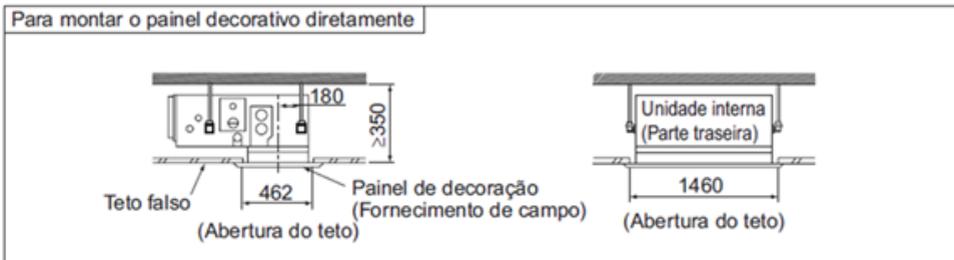
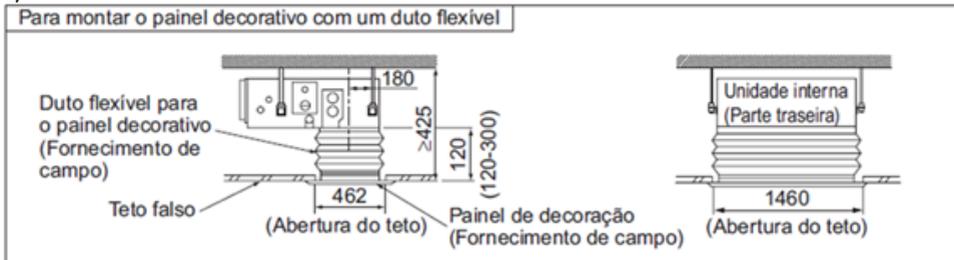


Figura 29. Exemplos de espaçamento típico entre forro e a laje para instalação de unidade interna do tipo duto.

- a) duto de baixa pressão estática externa com retorno a plenum;
- b) duto de média ou alta pressão estática externa com retorno dutado;
- c) exemplo de montagem com retorno na parte de baixo da unidade interna dutada

Em instalações com unidades internas do tipo duto também deverá ser previsto espaço para a rede de dutos de retorno e insuflação conforme apresentado na Figura 30. No forro deverá ser previsto as aberturas para instalação dos difusores ou grelhas para saída/insuflação do ar, os quais deverão ser adequadamente selecionados de acordo com uma série de requisitos e especificações que depende do tipo do ambiente, aplicação, direção do jato, alcance do jato, altura de pé direito, velocidade de insuflação, etc. Existe no mercado diversos tipos de difusores e grelhas, sendo alguns dos mais tradicionais apresentados na Figura 31.



Figura 30. Exemplo de instalações com rede de dutos para o sistema de climatização ou de renovação de ar



Difusor Redondo



Difusor de alta Indução



Difusor Quadrado



Difusor Linear



Figura 31. Exemplos de difusores que podem ser utilizados em instalações com rede de dutos

Nas instalações em ambientes fechados, independente da unidade interna selecionada, também deverá ser previsto espaço entre a laje e o forro para instalação dos dutos para o ar exterior de renovação e o de exaustão, conforme apresentado no desenho esquemático da Figura 32.

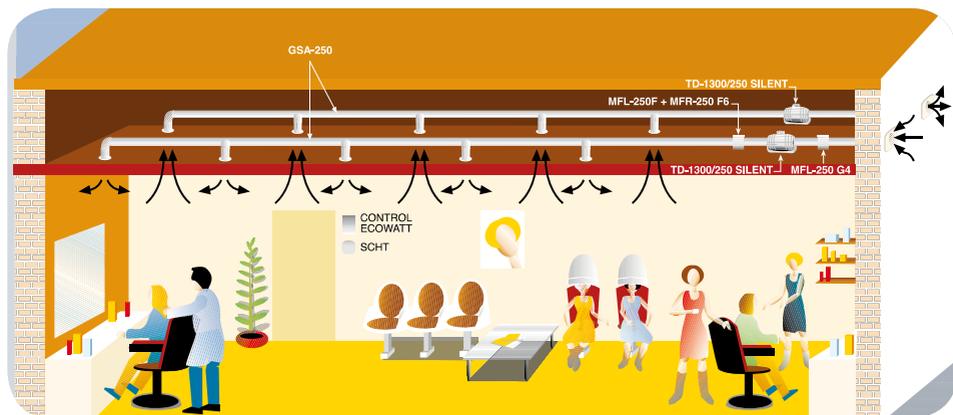


Figura 32. Esquema de instalação com rede de dutos para renovação de ar e exaustão



**ASBRAV**

Associação Sul Brasileira de Refrigeração,  
Ar Condicionado, Aquecimento e Ventilação

(51) 3342.2964 | 3342.9467  
(51) 9.8634.2416 | 9.8634.2417

assessoria@asbrav.org.br

www.asbrav.org.br

