

Especificações Técnicas de edifícios comerciais: Ar condicionado

Dando continuidade à série de matérias sobre as especificações técnicas, falaremos sobre o tema “Ar condicionado”.

Outros temas desta série incluirão nas próximas edições: Escadas de Emergência; Equipamento Emergência, de Detecção e Combate a Incêndio; Telecomunicações; Suprimento de Energia; Geradores de Emergências; Elevadores; Sistemas de Segurança; BMS - *Building Management System*.

9. Ar Condicionado

O assunto “ar condicionado” é muito complexo e, por isso, buscamos abordá-lo da maneira mais simples possível. Vale ressaltar que o tipo de ar condicionado mais adequado para um determinado empreendimento depende de vários fatores, como projeto (fachada de vidro, altura e tipo de forro) e tamanhos do andar e do prédio, enquanto que, para projetos em ambientes específicos, dependerá de configuração de *layout* (aberto ou em salas) e número de pessoas, entre outros fatores.

9.1 - Funcionamento

Os sistemas de ar condicionado, em geral, podem ser divididos em três operações principais¹, que funcionam simultaneamente.

1. **Troca de Calor:** o calor do ambiente é levado para fora.
2. **Refrigeração:** o equipamento resfria o ambiente através de um

mecanismo muito semelhante ao de uma geladeira doméstica.

Basicamente, o compressor comprime um gás refrigerante (erroneamente chamado de Freon²), até que fique em forma líquida. Esse produto possui uma característica muito específica: ao ser repentinamente retirado do estado de compressão (isso ocorre no evaporador), ele expande, evaporando-se e baixando drasticamente de temperatura. Esse gás refrigerante, por sua vez, fica contido em um sistema fechado de tubos, por onde passará a água ou ar que será refrigerado. Para que o compressor trabalhe menos, o gás refrigerante é previamente resfriado por meio de um condensador para uma temperatura próxima à temperatura ambiente.

O conjunto do condensador, que faz a primeira redução de temperatura, com o compressor, que liquefaz o gás refrigerante, é conhecido como *Chiller*, um termo que costumamos ouvir com frequência quando falamos em ar condicionado.

3. **Distribuição:** varia de acordo com o tipo de ar condicionado. Em sistemas de grande porte, essa operação é dividida em duas partes: 1) distribuição de água, resfriada no *chiller*, no andar de escritório (em sistemas de pequeno porte, não há distribuição de água fria, mas do próprio gás refrigerante) e 2) distribuição de ar frio dentro do andar ou conjunto, utilizando outra máquina. Normalmente o ar frio é insuflado para dentro do ambiente por meio de dutos que correm escondidos acima do forro até as grelhas. Em alguns ambientes, ao invés de haver insuflamento por grelhas no forro, este é feito pelo piso elevado. É muito utilizado

¹ Em alguns lugares mais frios, o sistema pode também ser usado para uma quarta operação, a de aquecer o ambiente, mas não trataremos deste aspecto aqui.

² O Freon em si não é mais usado: sendo um gás do tipo CFC, prejudicial à camada de Ozônio, foi substituído por outros.

para resfriamento de áreas com equipamentos localizados, por exemplo, sala de CPD e laboratórios. É também uma alternativa para um prédio onde o pé direito é baixo, sendo necessário escolher entre piso elevado ou forro rebaixado.

9.2 - Tipos de Ar Condicionado

Embora a forma de refrigeração seja basicamente igual em qualquer equipamento de ar condicionado, há diferenças claras de porte e na forma de distribuir o “frio”.

Os sistemas podem ser definidos de várias formas; vamos adotar a seguinte divisão:

1. Sistema Central para o prédio inteiro;
2. Sistemas *Split*, que podem ser subdividido em dois tipos:
 - 2.1 - o compressor fica do lado de fora do prédio e o insuflador/ventilador do lado de dentro;
 - 2.2 - o compressor fica do lado de fora do prédio e o insuflador/ventilador é ligado no sistema de ventilação do ambiente.
3. Sistemas *Self*. Nesses sistemas também é possível conectar o aparelho ao sistema de dutos, tendo uma ou mais saídas e ter um efeito de sistema central.
4. Sistemas individuais, ou de janela como são mais popularmente conhecidos;

9.2.1 - Sistema de Ar Condicionado Central

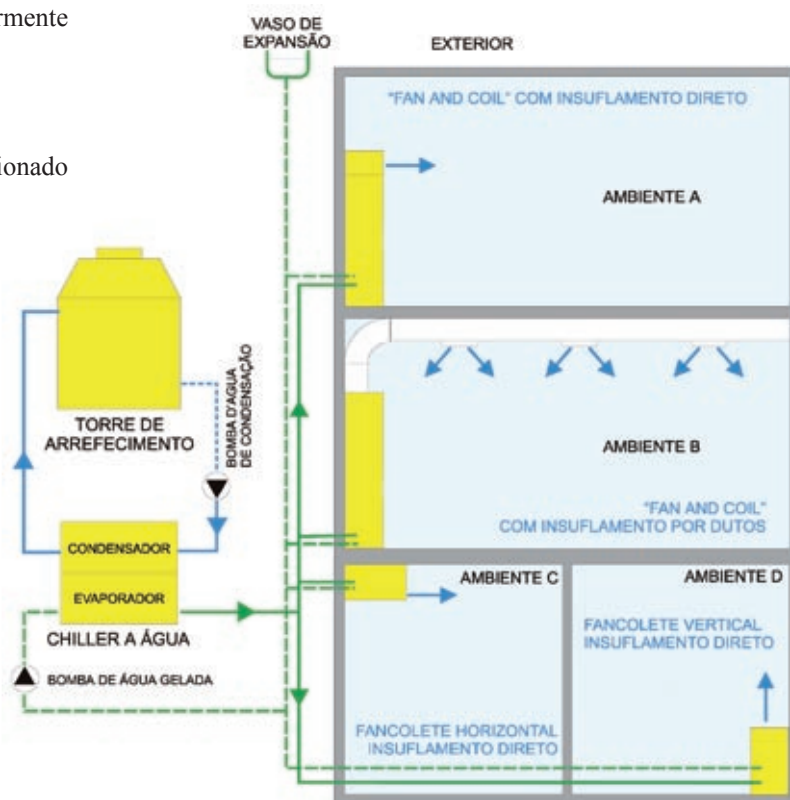
O sistema que costumamos chamar de ar condicionado central utiliza um conjunto de máquinas de grande porte. Devido ao seu alto custo, são usados somente em grandes projetos, sendo que em longo prazo são mais eficientes no uso de energia elétrica. Quem já não viu aquelas grandes máquinas, do tamanho de caminhões, no topo ou ao lado de edifícios? Estas são as “torres de arrefecimento” (ou resfriamento), usadas para reduzir a temperatura da água de quente para temperatura ambiente; esta água é a que traz o calor retirado do escritório. O condensador, anteriormente citado, está integrado à torre de arrefecimento, recebendo água à temperatura ambiente ao gás refrigerante, reduzindo a temperatura do mesmo antes de passar pelo compressor. Sem esse condensador, o compressor teria de trabalhar muito para comprimir gás refrigerante quente, gerando maiores gastos.



O sistema de ar condicionado central mais conhecido é o de Água Gelada com *fan-coil*. Veja a Figura 1.

A água gelada que sai do sistema é distribuída pelo edifício dentro de tubulações. Em cada andar, ou conjunto do prédio, existe uma ou mais máquinas, chamadas de *fan-coil* (traduz-se para ventilador e solenóide, ou serpentina – fazendo lembrar um radiador de carro). No interior do *fan-coil*, além desses tubos em forma de serpentina, existe um ventilador que joga o ar por entre essas tubulações; o ar ventilado, portanto, perde calor, fica frio e é

Figura 1 - Sistema de Expansão Indireta



conduzido à rede de dutos espalhada pelo escritório.

O *fan-coil* fica localizado em uma lateral do prédio, de onde o ar externo é obtido. O controle de temperatura é feito misturando ar externo com ar interno. Sistemas modernos possuem filtros para limpar tanto o ar que entra no prédio quanto o ar que é jogado para fora.

Dentro do *fan-coil*, a água gelada esquentada ao passar pelas tubulações e é de novo devolvida ao sistema externo e o ciclo recomeça.

Existe um sistema de ar condicionado central que adota uma tecnologia conhecida como Termoacumulação.

A termoacumulação é uma forma de “acumular frio” em horários em que a eletricidade é mais barata, ou seja, durante a noite, possibilitando reduzir o uso dos compressores durante o dia, gerando economias. O sistema tem que ser projetado especificamente para poder acomodar água gelada, ou mesmo gelo. Seus equipamentos têm que trabalhar com duas temperaturas: uma para “fazer gelo” e outra para refrigeração normal. Para evitar que a água congele na tubulação, utiliza-se um aditivo especial, além de sistema de controle e programação específicos. A eficiência dependerá de quanto frio será perdido ao meio ambiente durante o período de acumulação.

Paralelamente ao sistema de ar condicionado central, existem alguns outros mecanismos que podem ser instalados no ambiente, melhorando a qualidade do ar e o desempenho do sistema. Os mais conhecidos são o VAV e o Controle de Umidade e Bactérias.

VAV

A sigla VAV (*Variable Air Volume*) significa Volume de Ar Variável. Um dos melhores usos deste sistema é quando o projeto contempla salas fechadas. Este mecanismo é composto por válvulas de vazão, cada uma com um termostato individual, ligadas eletronicamente a um computador central para controle do fluxo de ar dentro de cada ambiente. Controlando o fluxo de ar podemos controlar a temperatura de cada am-

biente. Costuma-se usar a expressão “zona” para descrever a área do escritório servida por cada VAV. Um bom número de zonas é um fator importante na escolha de um escritório.

Por ser automático, este sistema direciona ar frio para zonas com maior temperatura, como áreas próximas às fachadas com sol, reduzindo o insuflamento em áreas internas como recepções, depósitos e salas vazias. Melhoram consideravelmente o equilíbrio térmico em cada andar.

Controle de Umidade e Bactérias

Poucos sabem que além de regular a temperatura do ar, os sistemas de ar condicionado podem e devem controlar questões como quantidade de partículas biológicas, teor de dióxido de carbono e umidade relativa do ar. No verão o sistema idealmente deverá manter a umidade relativa do ar entre 40% e 65%, com exceção das áreas de acesso que poderão operar com até 70%. A seleção da faixa depende da finalidade e do local da instalação. No inverno, a faixa recomendável de operação deverá variar de 35% a 65% de umidade relativa do ar.

9.2.2 - Sistemas tipo *Split*

Um *split* (que literalmente significa “dividido”) não requer grandes buracos nas paredes ou janelas. As partes da máquina que fazem barulho (condensador e compressor) ficam do lado de fora do prédio, ou às vezes em outro local definido, reduzindo bastante o ruído no ambiente de trabalho, enquanto a parte do aparelho que gera e circula o ar frio (o evaporador com um ventilador) fica dentro do ambiente. É importante considerar que se perde eficiência se a máquina externa estiver distante do ponto de insuflamento interno (máximo 30 m) – sempre observe os limites do fabricante.

Note que, enquanto um sistema central envia água gelada ao *fan-coil*, esses aparelhos menores não distribuem água – o próprio gás refrigerante é que circula na tubulação.

Algumas variações permitem adaptar a idéia do *split* para criar um sistema com jeito de ar condicionado central. Uma das vantagens é reduzir correntes de ar, pois o ar frio pode ser distribuído de forma menos concentrada. Por exemplo:

Split Cassette - É um *split* projetado com um formato já pronto para embutir em um forro modulado.

Built-in é o tipo de *split* colocado em forro de gesso.

Multi-split - uma máquina externa atende diversos evaporadores



no interior do ambiente. Tradicionalmente no mercado existem *multi-splits* com dois ou quatro evaporadores.

Sistema VRV (Volume de Refrigerante Variável) - também conhecido como VRF (do inglês: *Variable Refrigerant Flow*), é um sistema em que o fluxo do gás refrigerante pode ser variado. Funciona como um *multi-split* de maior capacidade (com até 64 máquinas). Permite que o gás refrigerante seja direcionado para os locais onde a necessidade é maior, através de válvulas e comandos eletrônicos que podem ser controlados por computador. Além de ser versátil e flexível, é de fácil expansão e com grande facilidade de adaptação em prédios com escritórios de pequeno e médio porte, onde não há sistema central.

Sistema de convecção - É um sistema pouco usado, projetado especialmente para casos onde o pé direito baixo não permite instalação de dutos. Elimina-se o sistema de ventilação, sendo que os próprios tubos de gás frio são passados pelo forro. O ar nas proximidades desta tubulação fica frio, e por meio de convecção desce ao ambiente, enquanto que o ar quente sobe. É uma idéia simples, mas existem detalhes importantes no sistema para regulagem de temperatura e para evitar condensação nos dutos.



9.2.3 - Sistemas Self

Um sistema *Self*, ou *Self-Contained* (traduz-se para “tudo contido em uma máquina só”) é um aparelho similar ao aparelho de janela, porém de maior porte, maior capacidade de resfriamento e mais moderno tecnologicamente. Alguns prédios possuem salas dedicadas para a instalação de um *self*, onde, se fosse o caso, poderia ser instalado um *fan-coil*, se o prédio oferecesse ar condicionado central.

Existem dois tipos principais de *self*: 1) os que utilizam água no condensador (ou seja, o aparelho que reduz a temperatura do gás refrigerante à temperatura ambiente, como um radiador de carro), e 2) os que utilizam ar (como um motor de Fusca). Daí os termos “Self-a-ar” e “Self-a-água”.



9.2.4 - Aparelhos Individuais ou de janela

Caminhando pela calçada no centro da cidade sentimos uma gota de água na cabeça. Olhamos para cima, o céu está claro, não pode ser chuva. Segundos depois percebemos que a gota vinha de um aparelho de ar condicionado embutido na parede ou janela do prédio. Essa gota nada mais é que condensação no sistema de refrigeração do aparelho, formando água que deveria estar sendo coletada para não pingar.

Este sistema, pela própria limitação de sua capacidade, normalmente é usado em escritórios menores e mais antigos, já que muitos dos edifícios nesta categoria, não tem sistemas de ar condicionado central.

O aparelho concentra todos os “sistemas” em um só aparelho: condensação, compressão, evaporação e ventilação.

9.3 – Potência dos sistemas de ar condicionado: O que é TR e BTU?

São duas as medidas de potência que os leitores devem ter ouvido: TRs (Toneladas de Refrigeração) e BTU/h (*British Thermal Unit* = Unidade Térmica Britânica). Uma TR é 12.000 BTU/h. Considerando um escritório “open-space”, considera-se o conforto ideal como sendo 600 BTU/h por para cada metro quadrado, ou seja, para 20 m² teremos 12.000 BTUs/h ou 1 TR. Portanto estima-se que a potência ideal de um sistema de ar seja de 1 TR por cada 20m². Naturalmente isto varia de acordo com a densidade de ocupação e carga térmica.

9.4 - Horário de funcionamento, hora-extra e sistemas para atender CPDs.

Embora os horários de funcionamento dos sistemas centrais variem, o comum é das 7 às 19 h. Para um inquilino usar o ar condicionado central fora desses horários é necessário pagar por horas-extras, pois o custo de manter os *chillers* funcionando é muito alto. O custo da hora-extra pode ser muito alto, e



dependerá do número de *chillers* que existem no prédio e quantos andares cada *chiller* atende. Vemos variações de R\$ 50,00 a R\$ 150,00 por hora. Para empresas que tem necessidade de ar condicionado durante 24 horas, 7 dias por semana (esquema 24x7), existem pouquíssimos prédios adequados, sendo normalmente necessária a instalação de sistemas próprios, como os já descritos anteriormente.

Hoje em dia quase todas as empresas tem necessidade de manter ao menos uma sala refrigerada 24 x 7: a sala de CPD – Central de Processamento de Dados. Vários prédios modernos oferecem uma prumada adicional de água gelada, vinda de *chillers*, dedicados para servir CPDs dos diversos ocupantes do prédio, e com funcionamento permanente. Onde esse sistema não existe, será necessário que a empresa instale seu próprio *split* para atender sua demanda, eliminando a necessidade de pagar por horas-extras.

9.5 - Limpeza

Todos os sistemas de ar condicionado possuem filtros de ar. Os filtros servem principalmente para reduzir a quantidade de partículas em suspensão de origem externa e do próprio ambiente que retorna para ser resfriado. A sujeira que acumula nos filtros reduz a eficiência do sistema e, conseqüentemente, aumenta os gastos com energia. Filtros obstruídos impedem a renovação do ar externo, ocasionado o aumento de monóxido de carbono no ambiente. Pode-se monitorar o estado do filtro através de sensores diferencias de pressão. Filtros sujos são um ambiente propício ao acúmulo de fungos, ácaros e bactérias, maiores causadores de alergias respiratórias.



Existem diferentes graus de filtragem, além de filtros descartáveis ou laváveis. Aparelhos individuais, incluindo splits, devem ter o filtro de ar limpo no mínimo a cada 15 dias. Essa lavagem pode ser feita com água e sabão. Uma limpeza total interna em aparelhos de maior porte deve ser feita anualmente por um técnico, ou por empresas especializadas nesse serviço, como é a Refrar. Veja anúncio ao lado.

Como explica Santana, Diretor Técnico da Refrar, os padrões que quantificam os contaminantes em ambientes artificialmente climatizados encontram-se na Resolução RE nº 9 da AN-VISA (que pode ser acessada pelo endereço: http://e-legis.anvisa.gov.br/leisref/public/showAct.php?id=17550&word=ar_condicionado).

9.6 - Problemas

O que todos sabemos é que ar condicionado é um dos maiores alvos de reclamação. Alguns acham que está muito frio, outros que não está frio o bastante. Mas o ideal para um ambiente de trabalho é que a temperatura fique entre 20° e 24° C. Porém, o que é necessário entender é que nem sempre a culpa é da administração do prédio ou do pessoal de manutenção. Quatro fatores principais causam o desconforto:

1. Dimensionamento original do sistema inadequado para as demandas modernas; o espaço destinado a um determinado sistema é muito grande;
2. Ocupação exagerada do andar, com muitas pessoas e muitos computadores, gerando uma carga térmica acima do previsto para o espaço;
3. Balanceamento inadequado, muitas vezes porque existem muitas salas fechadas no andar quando o sistema é projetado para “open-plan”;
4. Interferência humana no insuflamento (tal como bloqueio da grelha com papel).

Como última recomendação, não compre aparelhos de ar condicionado sem que um técnico analise sua necessidade. O importante, portanto, para qualquer tipo de ar condicionado, é que ele seja projetado adequadamente, de acordo com o tipo de ambiente e *layout*, suprimindo de maneira satisfatória a área para o qual foi destinado, e que seja feita a manutenção adequadamente, tanto de todo o sistema e dutos, quanto dos filtros, evitando assim, problemas de saúde para os ocupantes deste espaço. ■



Com a colaboração da Johnson Controls
www.johnsoncontrols.com.br