



RECOMENDAÇÕES TÉCNICAS

GUIA DE BOAS PRÁTICAS EM AR CONDICIONADO,
VENTILAÇÃO E EXAUSTÃO

Apoio

a r
SISTEMAS TÉRMICOS

 **A R SISTEMAS**
 **www.arsistemas.eng.br**

 **www.smacna.org.br**



Sobre a SMACNA Brasil

A SMACNA Brasil foi criada em outubro de 1989. É uma associação técnico-científica, sem fins lucrativos, desdobramento da SMACNA Inc., fundada em Virgínia, USA.

Tem como missão no Brasil, proporcionar produtos, serviços e representatividade aos seus associados para aumentar seus negócios, mercado e lucratividade – pela via técnica – mediante processo de participação integrada.

A SMACNA Brasil tem como objetivo, reunir em seu quadro de associados as principais empresas de tradição, que estão alinhadas ao propósito da Associação. Empresas estas que estejam sempre atualizadas com o mercado, e que utilizam em seus projetos Normas competentes.

A visão internacional de mercado e a incorporação como rotina das mais modernas tecnologias diferenciam os trabalhos dos associados da SMACNA Brasil. A troca de informações e experiências com a SMACNA Inc./USA, servindo-se do seu “BookStore”, faculta às empresas brasileiras de engenharia termo ambiental a reciclagem dos seus conhecimentos, adaptando-os às sempre renovadas às necessidades do setor.

Categorias de Associados:

Contractor Member

Principais empresas do Brasil, instaladoras de sistemas de ar condicionado central, exaustão e ventilação, com excelência na qualidade de execução de instalações, com alta tecnologia e certificações internacionais, que visam a sustentabilidade e bem-estar dos ocupantes.

Associate Member

Principais empresas fabricantes de equipamentos, que mantêm com a SMACNA Brasil ou com os seus Contractor Members uma relação apropriada, e que manifestam, por qualquer forma, interesse pelas atividades da Associação. São empresas que direta ou indiretamente estejam vinculadas às empresas contratistas de tratamento de ar e que contribuem, amplamente, para promover e patrocinar os interesses e objetivos do setor no âmbito nacional.



OBJETIVO

As Recomendações Técnicas elaboradas pela SMACNA Brasil nasceram da necessidade encontrada pelos seus respectivos Associados em atender a demanda de mercado de Sistemas HVAC (*Heating, Ventilation and Air Conditioning*), fornecendo e disponibilizando conhecimentos técnicos a todos os usuários destes importantes sistemas, de forma simplificada e objetiva.

A literatura técnica referente a Sistemas HVAC é bem complexa, e muitas vezes inacessível a projetistas, empresas instaladoras, clientes finais, etc. Sendo assim, a SMACNA Brasil elaborou este livro para que profissionais tenham a oportunidade de aperfeiçoamento de forma simplificada em sistemas de ar condicionado, ventilação e exaustão mecânica, pressurização de escadas e extração de fumaça, auxiliando na busca de melhoria da qualidade dos serviços de forma geral do Setor, proporcionando maior qualidade do ar que respiramos, principalmente em ambientes fechados.

Importante: As informações constantes neste Livro devem sempre ser avaliadas com detalhes antes de aplicadas, sendo estas disponibilizadas de forma orientativa. As respectivas aplicações devem ser definidas sempre por um especialista em sistema de HVAC em cada área específica.

Boa Leitura

SMACNA Brasil



RT 01 - Sistema de Drenagem	006
RT 01.1 - Sistema de Drenagem - Bomba de Dreno	007
RT 01.2- Sistema de Drenagem - Isolamento+Suportação	010
RT 01.3 - Sistema de Drenagem - Dreno+Sifão	013
RT 02 - Isolamento Térmico - Dutos	020
RT 03 - Isolamento Térmico - Tubulações	023
RT 04 - Suportação - Dutos	027
RT 04.1 -Suportação - Tubulações	031
RT 05 - Tubulações - AG AC Aço	034
RT 05.1 -Tubulações - AG AC Termoplástico	038
RT 05.2 -Tubulações - AG AC Acessórios	041
RT 06 - Bases de Equipamentos	045
RT 07 - Balanceamento Hidráulico	054
RT 08 - Sistema EX Geração Gordura	058
RT 09 - Sistema Extração Fumaça	060
RT 10 - Sistema Pressurização Escadas	062
RT 11 - Damper Corta Fogo	064
RT 12 - Ventiladores - Orientações	068
RT 12.1 - Ventiladores Centrífugos	072
RT 12.2 - Ventiladores Centrífugos Diretos	074
RT 12.3 - Ventiladores Axiais	076
RT 12.4 - Ventiladores Plenum Fan	077
RT 12.5 - Ventiladores - Acessórios	079
RT 12.6 – Ventiladores - Sistemas de Emergência	082
RT 13 - Atenuador de Ruído	084

RT 14 - Caixa Volume Ar Variável VAV	094
RT 15 - Bomba Convencional	098
RT 15.1 - Bomba IN LINE	101
RT 16 - Fan Coil AHU	103
RT 17 - Tanque de Umidificação	107
RT 18 - Torres de Resfriamento	112
RT 19 - Isolação Vibratória	114
RT 20 - Sistema Exaustão Cocção	118
RT 21 - Controle Fumaça	123
RT 22 - Pressurização Escadas	128
RT 23 - Painele Eléctrico CAG	132
RT 23.1 - Quadro Eléctrico Ventilador	137
RT 23.2 - Sistema Eléctrico VRF	139
RT 24 - Distribuição de Ar Difusor	142
RT 24.1 - Distribuição de Ar Grelhas	148
RT 25 - Sistema Controle - Conceitos	152
RT 25.1 - Sistema Controle - Lógica 01	156
RT 25.2 - Sistema Controle - Lógica 02	159
RT 25.3 - Sistema Controle - Lógica 03	163
RT 25.4 - Sistema Controle - Lógica 04	166
RT 25.5 - Sistema Controle - Lógica 05	167
RT 26 - Casa Máquinas - Sistema HVAC	169
RT 27 - Vigas Frias	173
RT 28 - Painele de Filtros	178

A presente Recomendação Técnica possui objetivo orientativo. A respectiva aplicação deverá ser avaliada por especialista do Setor HVAC.

Rede de Drenagem Rede Principal e Secundária

Todos os serviços de fornecimento e instalação de rede de drenagem (rede principal) para unidades condicionadoras de ar deverão estar a cargo do instalador de instalações hidráulicas. Cabe ao instalador dos Sistemas HVAC efetuar a interligação com a respectiva rede principal de drenagem.

Mesmo não sendo de responsabilidade do instalador a execução das linhas de drenagem da rede principal, este profissional deve avaliar as instalações para garantir a correta atuação do sistema de drenagem.

Todas as tubulações de drenagem deverão ser fabricadas em PVC, com os diâmetros indicados pelo fabricante das unidades condicionadoras de ar, não devendo este ser inferior a 32 e 50 mm no caso do ramal principal, devendo ser avaliado pelo especialista do sistema de drenagem (projeto hidráulico) considerando a quantidade de evaporadoras (projeto de HVAC) com descarga de condensado no respectivo ramal principal.

Os ramos principais das redes de drenagem deverão possuir caimento mínimo de 1% (um por cento) e para os ramos secundários de interligação das unidades condicionadoras ao ramal principal, o caimento mínimo deverá ser de 2% (dois por cento). O caimento (percentual proposto) deverá ser avaliado quando da operação do sistema com bomba de drenagem incorporada à evaporadora.

Toda a tubulação de drenagem (ramal principal e secundário) deverá ser termicamente isolada com o mesmo material utilizado para isolamento das tubulações de gás refrigerante e/ou outro material isolante definido no projeto de instalações hidráulicas. Atenção especial de instalação de drenos em locais críticos, entreforro com comunicação com ar externo por exemplo, devendo o instalador prever a especificação de isolamento térmico adequado para o local de instalação do respectivo dreno.

A descarga de drenagem deverá ser efetuada no sistema de água pluvial e nunca no sistema de esgoto. Opcionalmente, a ser avaliado pelo especialista HVAC, o sistema de drenagem poderá ser encaminhado a um sistema de reuso do condensado.

Drenagem Sistema Individual

Para as unidades evaporadoras instaladas aparentes, as redes deverão ser instaladas abaixo do forro dos ambientes e/ou embutidas em alvenaria levadas até os pontos de dreno centrais, disponibilizado para cada região. Quando não for possível utilizar o caimento somente por gravidade, utilizar bomba de condensado.

Aplicação

Equipamentos Sistemas VRF (Variable Refrigerant Flow), Split System, Multisplit e Fancolete.

A presente Recomendação Técnica possui objetivo orientativo. A respectiva aplicação deverá ser avaliada por especialista do Setor HVAC.

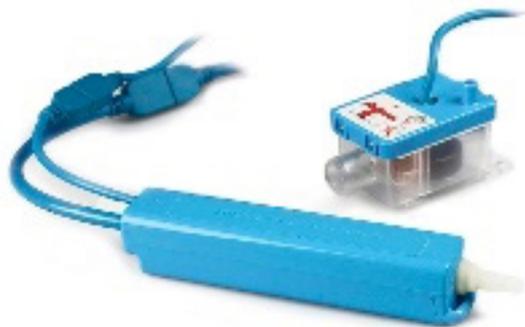
Bomba de Condensado

Geral

Considerando um acessório importante para aplicação em condicionadores de ar, descrevemos a seguir observações e orientações técnicas referente à bomba de condensado para aplicação em unidades evaporadoras (expansão direta) e Fancoletes (Fan Coil de pequeno porte para instalação aparente e/ou embutido – expansão indireta).

Componentes da Bomba de Condensado:

- Bomba;
- Boia;
- Mangueira do respiro;
- Conexão de sucção;
- Componente / base para fixação;
- Interligação elétrica (conexão) entre bóia e respectiva bomba.



Para o correto selecionamento da Bomba de Condensado deverão ser observados, mas não limitados a estes, os itens a seguir:

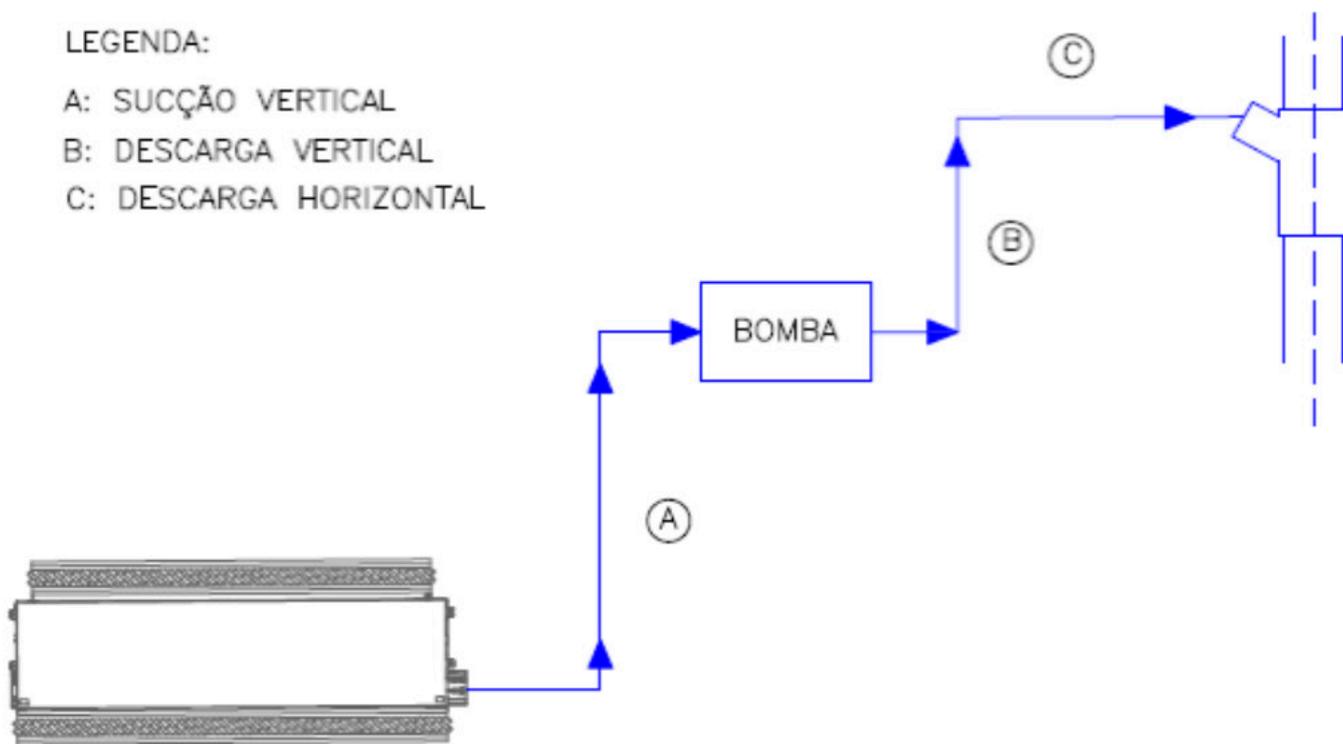
- Capacidade de refrigeração do equipamento e respectiva vazão de condensado (litros/h);
- Desnível na sucção;
- Desnível na descarga e;
- Trecho / descarga horizontal.

LEGENDA:

A: SUCÇÃO VERTICAL

B: DESCARGA VERTICAL

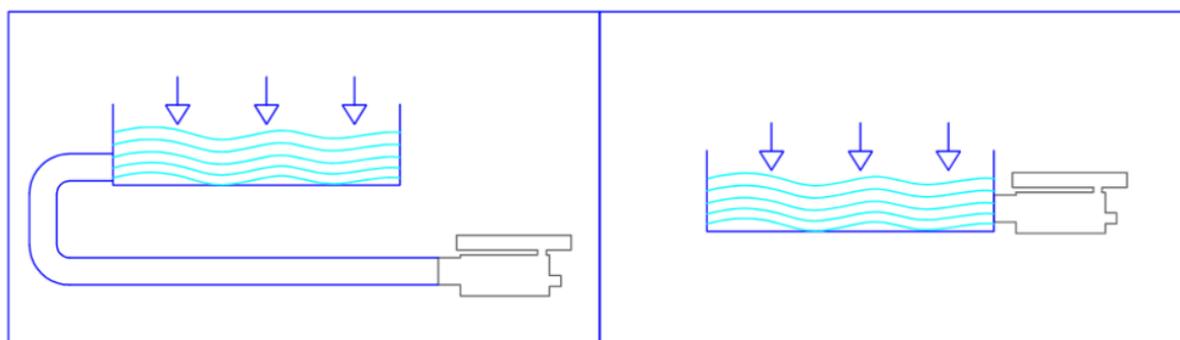
C: DESCARGA HORIZONTAL



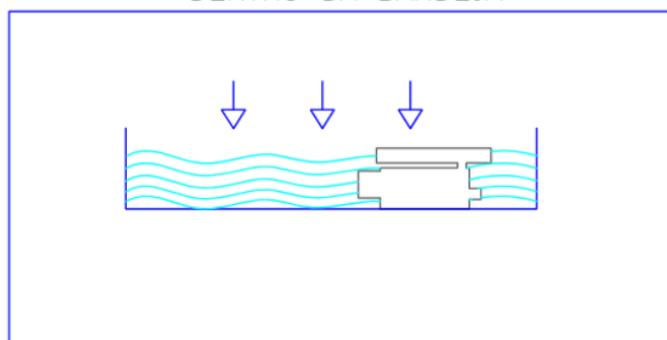
Fonte: Boletim Técnico - Daikin

O local de instalação da boia deverá seguir as recomendações do respectivo fabricante, considerando a possibilidade de instalação na saída da bandeja (externamente a bandeja) ou internamente a bandeja. A boia deverá ainda ser instalada em base plana!

NA SAÍDA DA BANDEJA



DENTRO DA BANDEJA



Fonte: Boletim Técnico - Daikin

A presente Recomendação Técnica possui objetivo orientativo. A respectiva aplicação deverá ser avaliada por especialista do Setor HVAC.

Isolamento Térmico Tubulações de Drenagem

Geral

As tubulações de drenagem, sejam primárias e/ou secundárias, deverão receber isolamento térmico através de material:

- Espuma esponjosa / polietileno com 10 mm de espessura (mínimo) ou;
- Espuma Elastomérica – espessura definida pelo Fabricante.

Nota:

A espessura de isolamento térmico deverá levar em consideração a temperatura e umidade da área de instalação da drenagem!

O isolamento térmico deve garantir que a temperatura da superfície (isolamento) esteja mais alta do que a temperatura de ponto de orvalho da área, caso contrário, haverá condensação externa ao isolamento térmico.

Deverá ser utilizado diâmetro do isolamento compatível com o diâmetro da respectiva tubulação.

Suportação

A suportação das tubulações de drenagem (primárias e/ou secundárias) deverão ser executadas de forma a não danificar o isolamento térmico, e permitindo o adequado caimento dos sistemas, conforme recomendações indicadas em Recomendação Técnica específica.

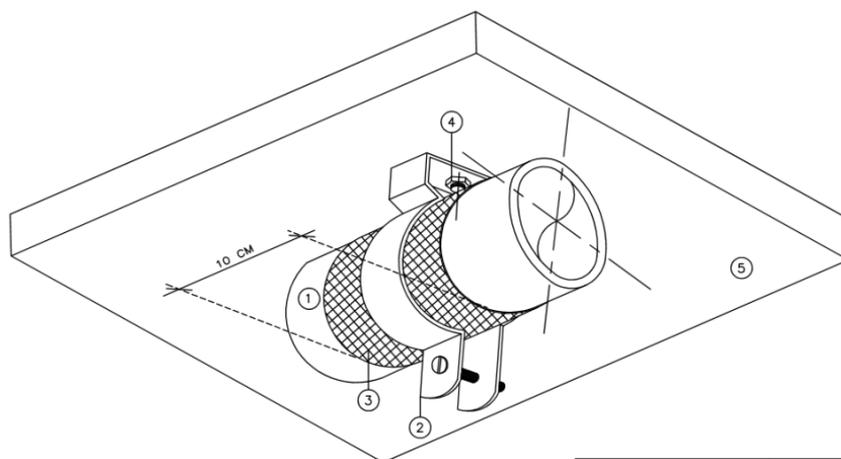
Atentar a inclinação do equipamento obrigatória para drenagem por gravidade!

Para garantir a adequada fixação, propomos que a suportação seja efetuada por braçadeira específica e sela de proteção ao isolamento contra estrangulamento e futura condensação / gotejamento no ponto de fixação.

A seguir esquemático orientativo:

LEGENDA:

- 1 – Tubulação PVC;
- 2 – Braçadeira Metálica Tipo “D” (ver tabela referência);
- 3 – Sela em PVC ou chapa de forma a evitar estrangulamento do isolamento térmico;
- 4 – Chumbador;
- 5 – Laje ou Parede.



tubo + isolamento	Ref. R.P.
3/8"	2090
1/2"	2091
3/4"	2091
1"	2092
1 1/4"	2094
1 1/2"	2095
2"	2096
2 1/2"	2097
3"	2098

* FABRICANTE REFERÊNCIA - REAL PERFIL

Observação:

Fotos a seguir representam tipos de instalações executadas de forma incorreta, e que devem ser supervisionadas de forma a evitar problemas futuros.



Espaçamento Entre Suportes

O espaçamento entre suportes deverá considerar o diâmetro das respectivas tubulações e recomendações do Fabricante do PVC.

Para Tubulações instaladas verticalmente deve-se prever um suporte (braçadeira) a cada 2 metros.

Toda suportação deverá encontrar-se o mais próximo possível das altera es de dire o (curvas, t s etc.).

Como proposta indicamos a seguir Tabela orientativa com distanciamento entre os suportes, sendo:

A distância entre suportes para tubo de drenagem varia de acordo com o diâmetro do tubo :

Diâmetro Tubo (mm)	20 ~40 mm	40 ~50 mm	65 ~125 mm
Máximo intervalo (m)	Abaixo 1 m	Abaixo 1.2 m	Abaixo 1.5 m

Fonte: AE_SVC___Guia_de_Instalacao___Brazil_Commissioning_Guide___Best_Practices___2013___PDF

Deve-se obedecer o seguinte espaçamento na posição horizontal:

Bitolas DE (mm)	Tubos Soldáveis (m)
20	0,9
25	1,0
32	1,1
40	1,3
50	1,5
60	1,7
75	1,9
85	2,1
110	2,5

Bitolas DE (pol)	Tubos Roscáveis (m)
1/2"	1,0
3/4"	1,1
1"	1,3
1 1/4"	1,5
1 1/2"	1,6
2"	1,8
2 1/2"	2,0
3"	2,1
4"	2,4
5"	2,7
6"	2,8

Fonte: Manual da Tigre - ct-agua-fria.PDF.

Aplicação

Isolamento térmico das tubulações de drenagem deverá ser aplicado aos sistemas e equipamentos de ar condicionado, com sistemas de drenagem instalados:

- Entre forro;
- Embutidos em paredes / lajes;
- Aparentes nos ambientes beneficiados pelos sistemas.

Anotações

A presente Recomendação Técnica possui objetivo orientativo. A respectiva aplicação deverá ser avaliada por especialista do Setor HVAC.

Dreno Com Sifão

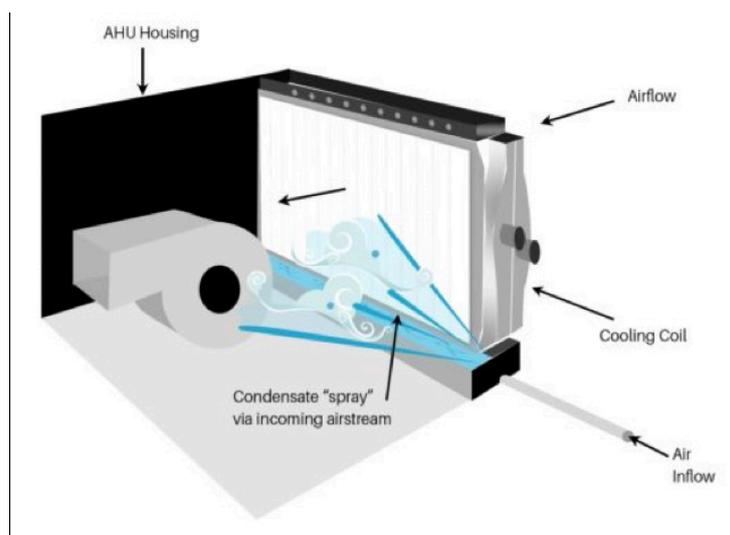
Geral

Os drenos com sifão deverão ser implantados para unidades condicionadoras de ar com duto de alta pressão, sejam:

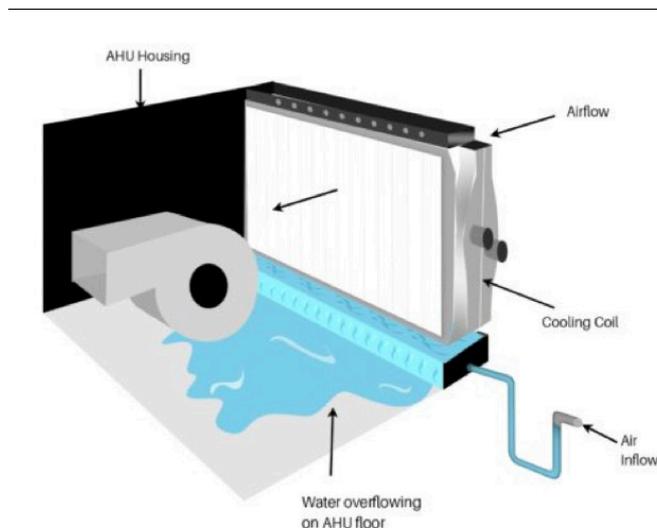
- Unidades condicionadoras de ar embutidas no entre forro (Built-in) – Evaporadoras e Fancoletes para Dutos e/ou;
- Fancoil de Gabinete / AHU – *Air Handling Unit* de alta capacidade.

Sistemas sem sifão ou sifão muito curto, a água na bandeja não irá drenar, ocasionando inundação e efeito de spray de ar dentro da unidade AHU.

A figura a seguir representa o efeito devido à pressão negativa criada pelo ventilador e com velocidade suficiente para coletar as gotas da água no fundo da bandeja para sistema sem sifão.



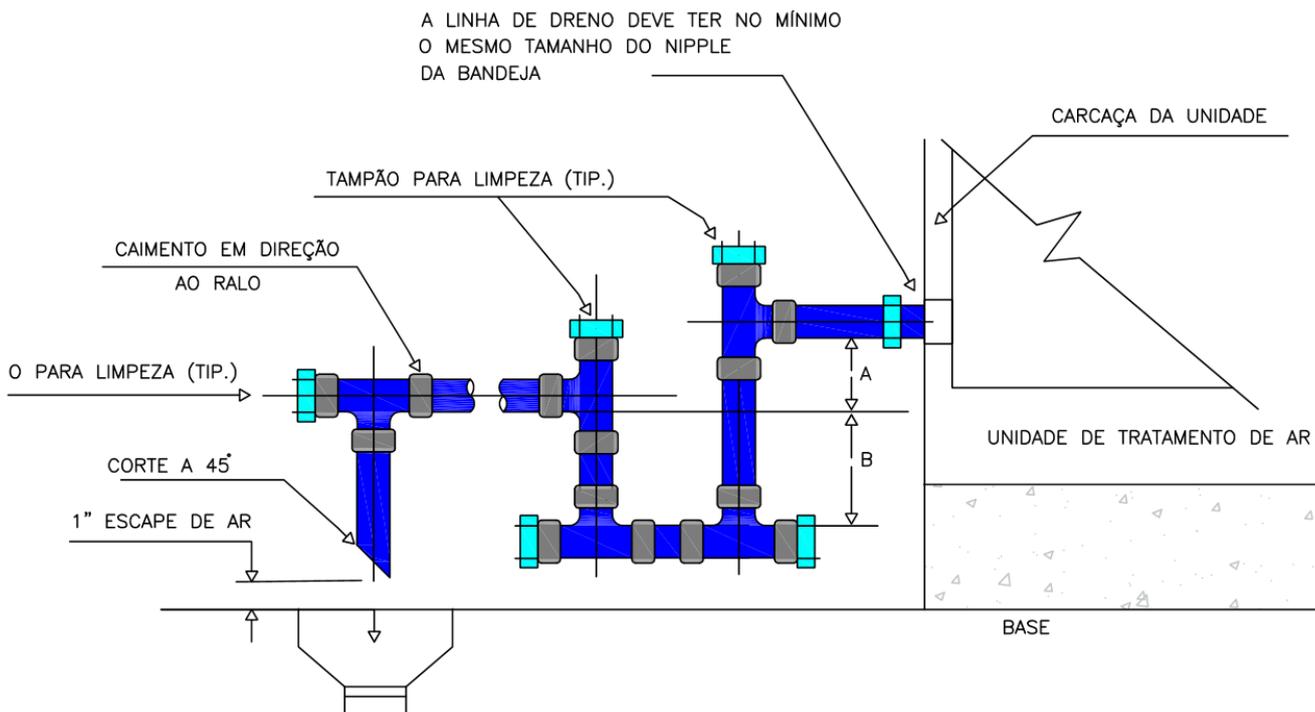
No caso de sifão muito curto, o resultado será acúmulo de água na bandeja de condensado.



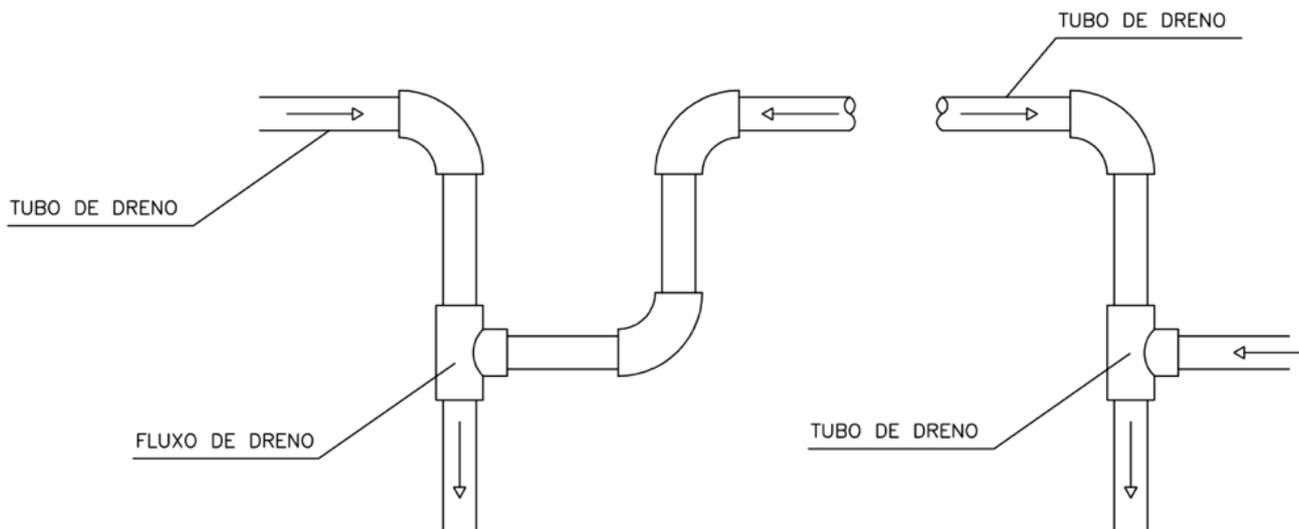
Nota:

Em nenhuma circunstância deverá ser conectado o sifão diretamente à rede de esgoto.

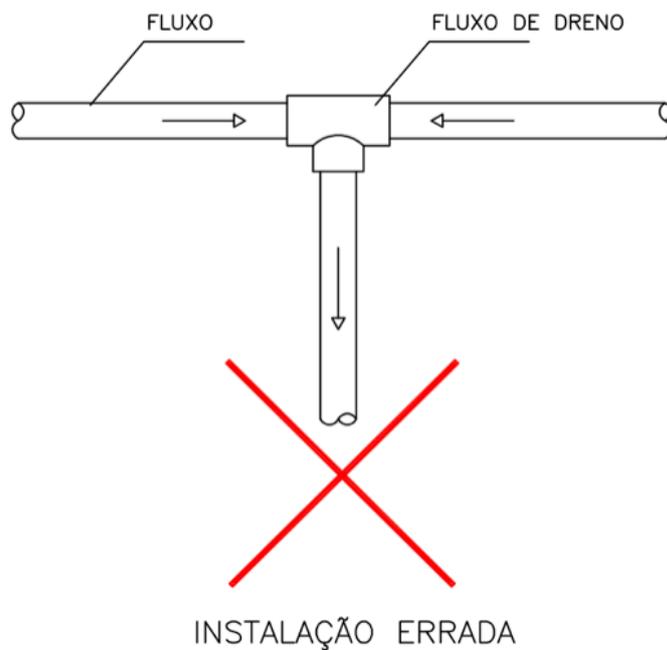
A figura abaixo possui intuito de indicar a necessidade de prever pontos (Tap - clean out) para realização de limpeza periódica do sistema de drenagem / sifão.



Atenção especial deve ser considerada para adequada instalação das tubulações de drenagem, de forma a evitar que fluídos horizontais NÃO se encontrem para evitar que o fluxo seja invertido e problemas de drenagem venham a ocorrer.

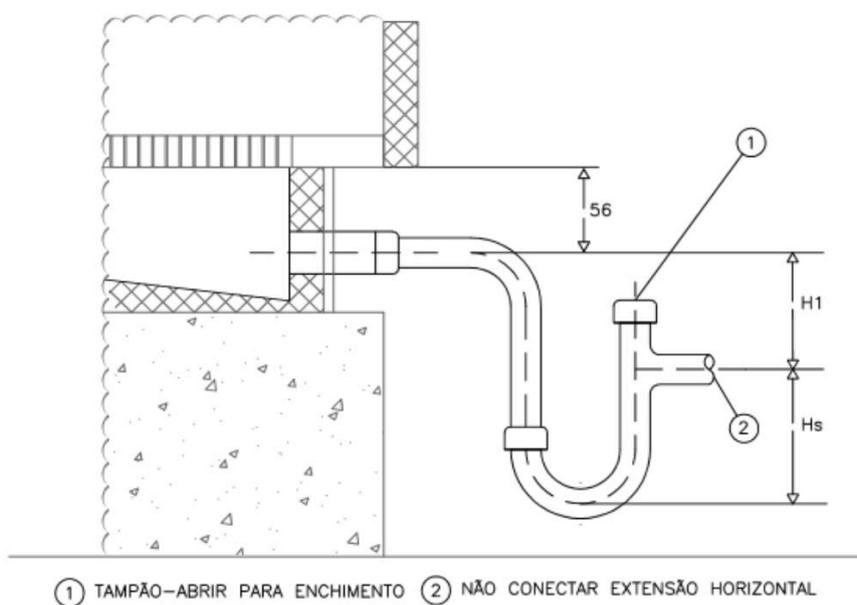


INSTALAÇÃO CORRETA



Dimensionamento de Sifão

A seguir proposta para dimensionamento (Alturas) do sifão.



CÁLCULO DO SIFÃO

A ALTURA DO SIFÃO SERÁ DETERMINADA NA SEGUINTE CONFORMIDADE:

PRESSÃO NEGATIVA NO EQUIPAMENTO

$$H1 \text{ (mm)} = P/10$$

$$Hs \text{ (mm)} = P \times 0.075$$

PRESSÃO POSITIVA NO EQUIPAMENTO

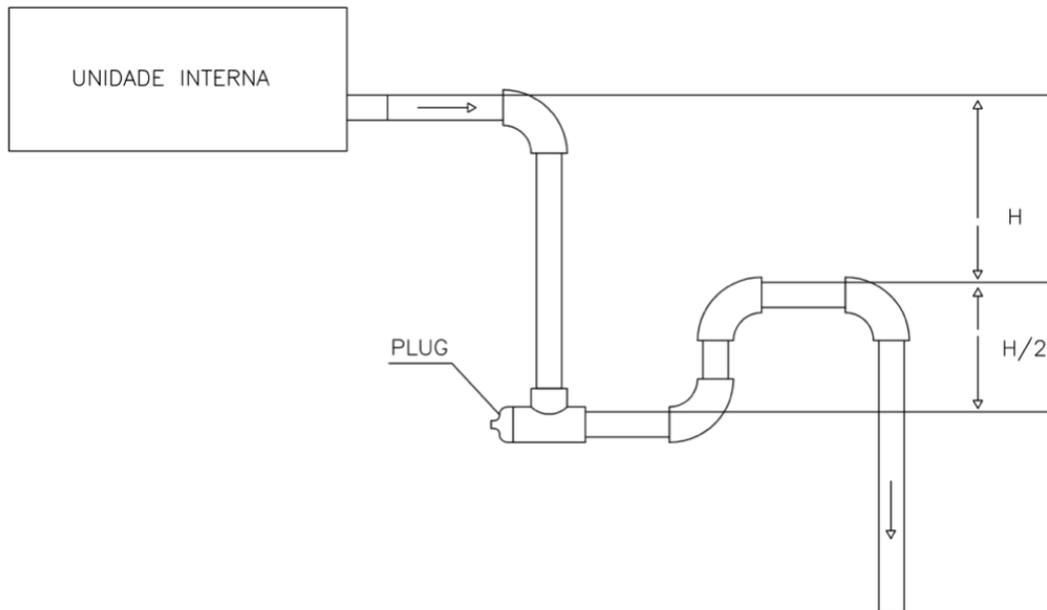
$$H1 \text{ (mm)} = 35 \text{ mm}$$

$$Hs \text{ (mm)} = (P/10) + 50$$

P = PRESSÃO EM Pa (valor positivo)

Cálculo de Sifão (Recomendação) para Unidades tipo AHU

Fonte: rmc_series_Air Handling Units_Installation Commissioning Maintenance



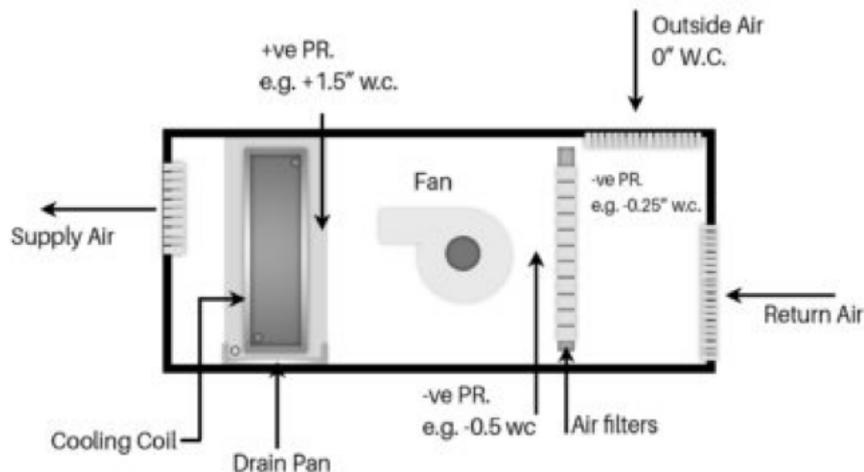
Cálculo de Sifão (Recomendação) para Unidades tipo Built-in H mínimo = 50mm

Fonte: Manual de Projeto Midea Carrier

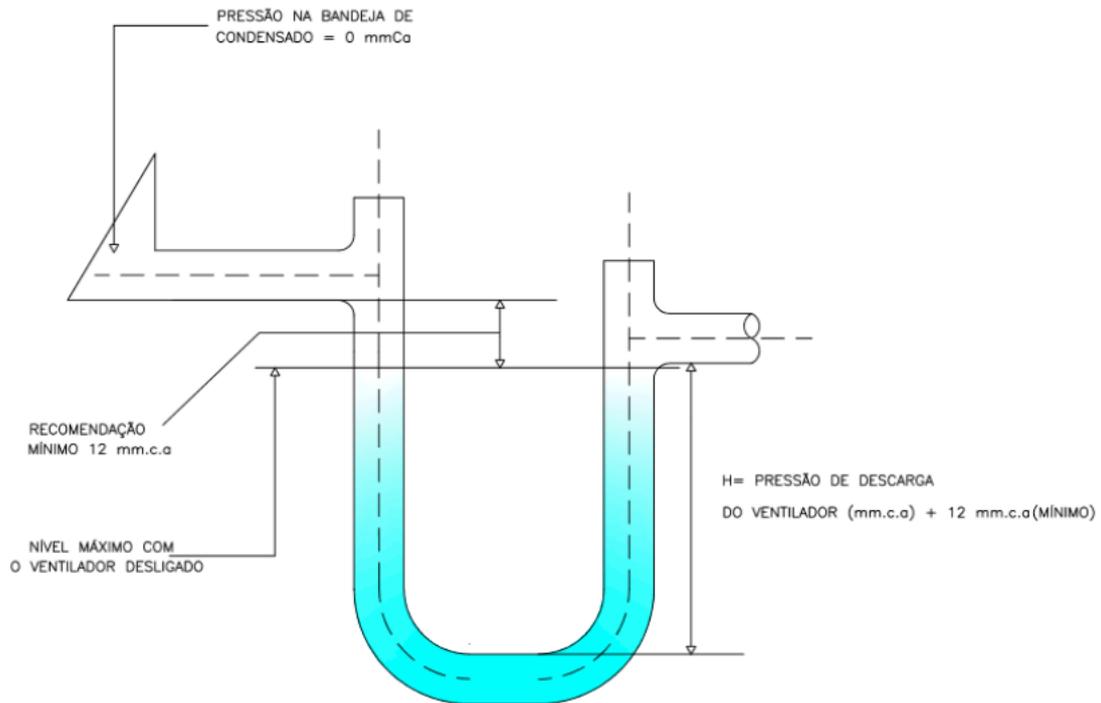
Aplicação

Nas aplicações propostas, devemos considerar o posicionamento do ventilador na unidade condicionadora, operando com pressão positiva e negativa em relação ao sistema de drenagem.

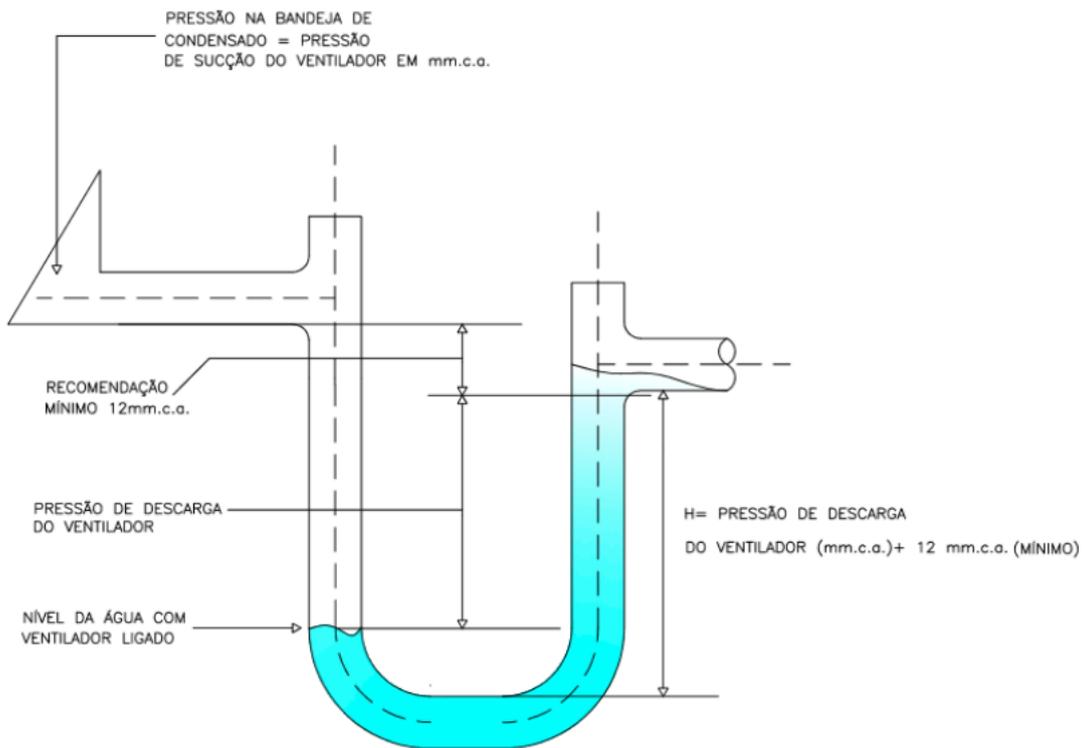
Para as 02 opções indicamos a seguir o funcionamento do sistema de drenagem no sifão na condição: ventilador desligado e ventilador ligado (condicionador de ar em operação).

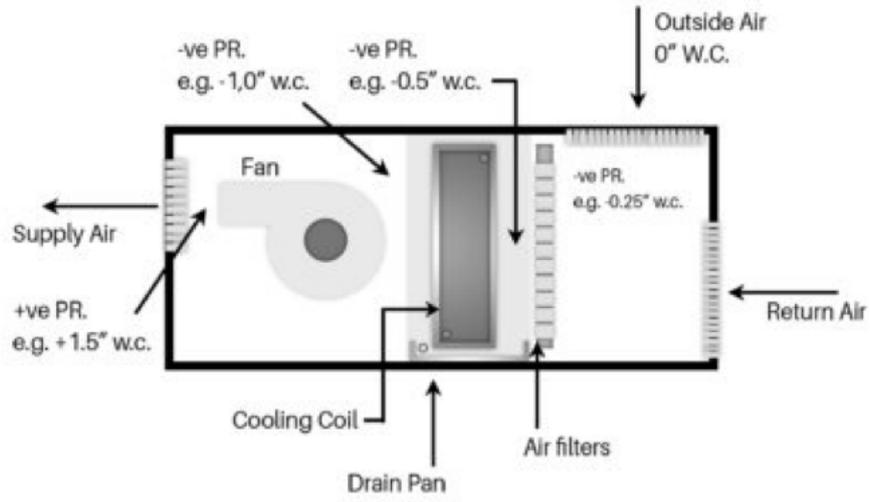


VENTILADOR DESLIGADO

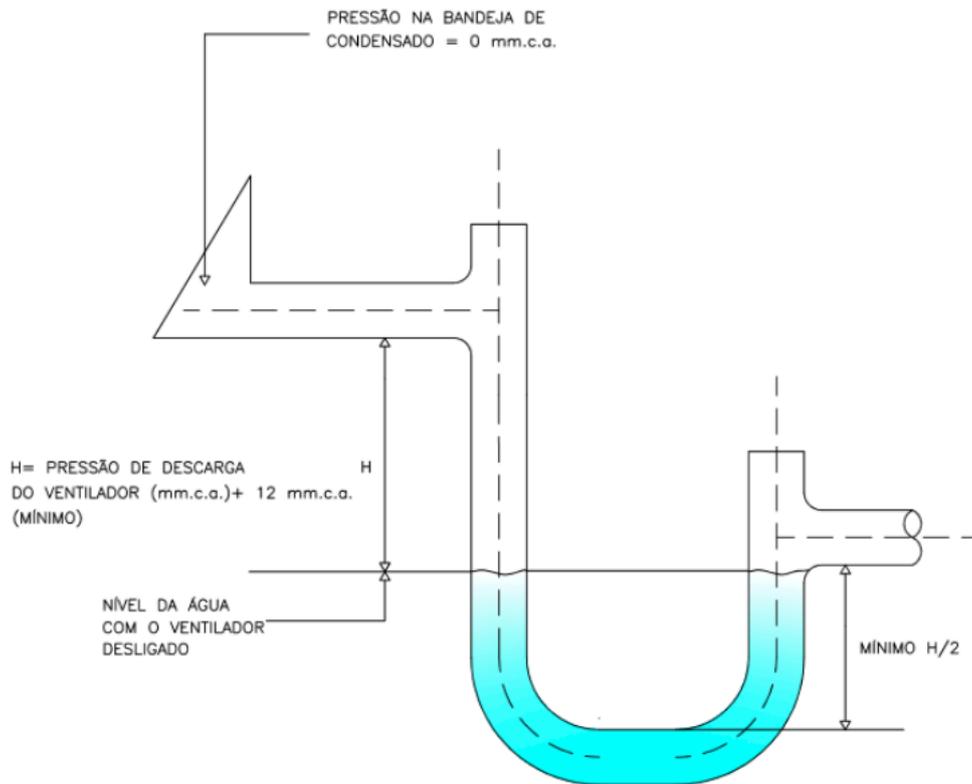


VENTILADOR LIGADO

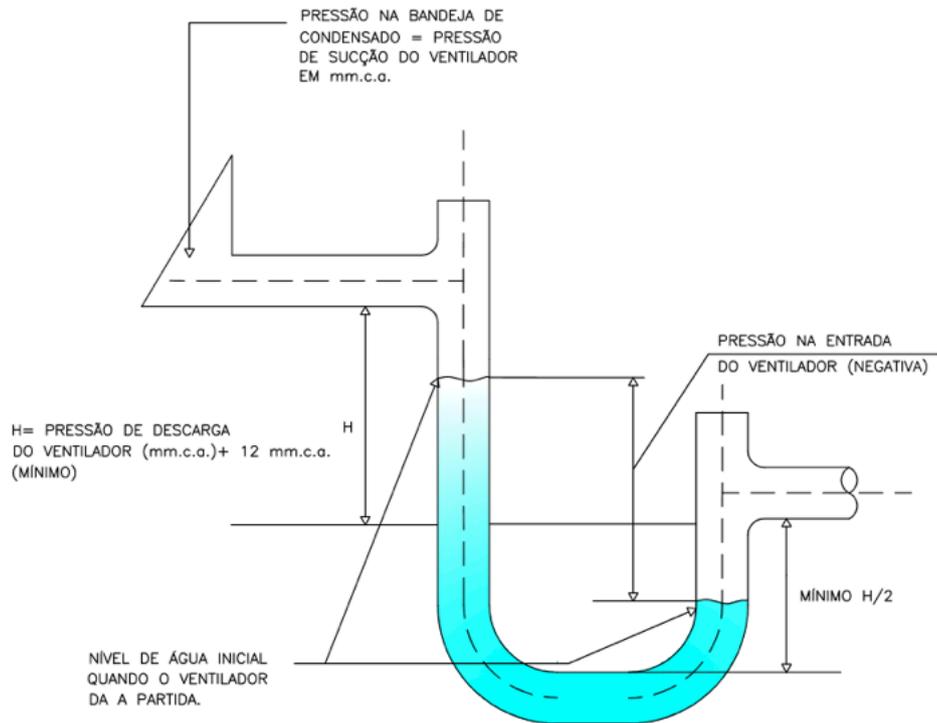




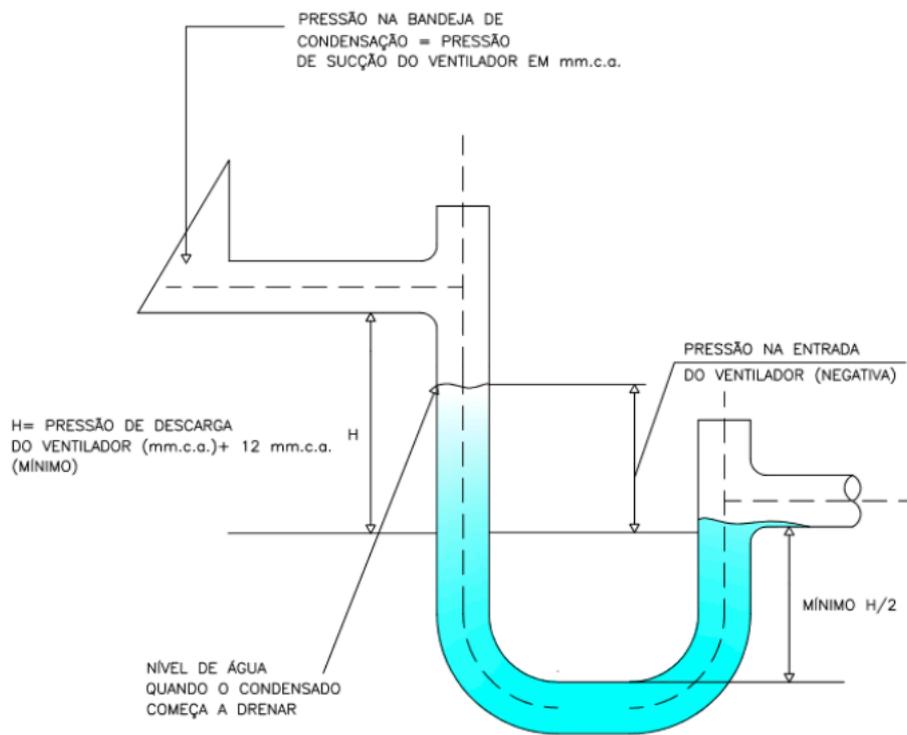
VENTILADOR DESLIGADO



VENTILADOR LIGADO – SEM CONDENSAÇÃO



VENTILADOR LIGADO – (INÍCIO CONDENSAÇÃO)



Anotações

A presente Recomendação Técnica possui objetivo orientativo. A respectiva aplicação deverá ser avaliada por especialista do Setor HVAC.

Redes de Dutos Instaladas no Entre Forro e/ou Internamente a Casa de Máquinas

Opção 1 – Isolamento em Lã de Vidro Mineral

As redes de dutos deverão ser isoladas termicamente através de mantas de lã de vidro mineral, com espessura mínima 38 mm, densidade 16 Kg/m³, dotada de proteção externa em filme de alumínio fornecido aderido à respectiva manta.

A fixação no duto deverá ocorrer através de cintas, que deverão ser de material plástico para não danificar o respectivo revestimento. O duto deverá encontrar-se totalmente limpo para aplicação do isolamento térmico. Não aplicar o isolamento no duto em local com elevado grau de poeira.

Os arremates entre as junções (acabamento) deverão ser efetuados em fitas autoadesivas aluminizadas, com 10cm de largura, seguindo o mesmo padrão do filme de alumínio do isolamento térmico.

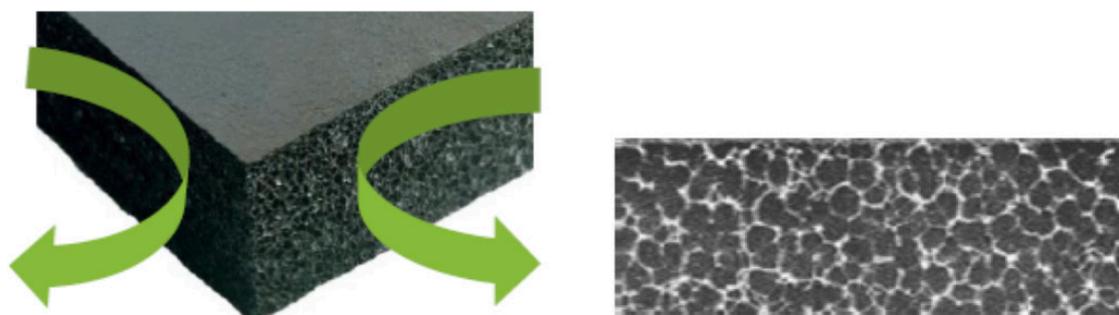
Opção 2 – Isolamento em Espuma Elastomérica

As redes de dutos deverão ser isoladas termicamente através de espuma elastomérica composta de barreira de vapor já incorporado ao produto. A necessidade de barreira de vapor adicional deverá ser avaliada pelo especialista HVAC considerando o local de implantação do duto e isolamento térmico.

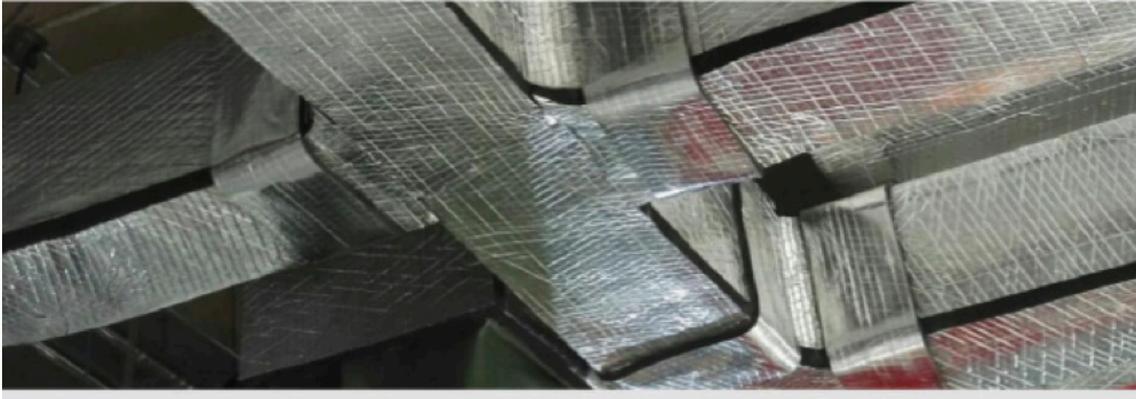
O isolamento deverá possuir células fechadas com resistência à difusão de vapor, de forma a evitar o encharcamento contribuindo para a estanqueidade dos dutos.

Propriedades mínima do isolamento térmico:

- Condutibilidade térmica λ a 20 °C: $\leq 0,037$ W/m.K
- Revestimento com película de alumínio e reforço.
- Autoextinguível.
- Isento de CFC ou HCFC.
- Temperatura de operação: +10°C a +60°C.



Fonte: Fabricante Armacell.



Fonte: VIDODUCT - Fabricante Wincell.

Nota:

Os valores propostos acima de espessura de isolamento térmico e respectiva densidade são orientativos e deverão ser avaliados sua aplicação especificamente para cada projeto / instalação, considerando principalmente a umidade relativa encontrada no local de instalação as redes de dutos.

Redes de Dutos Instaladas no Meio Externo

As redes de dutos instaladas no meio externo diretamente ao tempo (intempéries) deverão ser isolados termicamente com:

- 50mm de placas de lã de vidro de 60Kg/m³ de densidade, dotados de barreira de vapor e proteção mecânica externa através de placas de aço galvanizada.

A proteção mecânica (rechapeamento) deverá ser efetuado de forma a não permitir o acúmulo de água (chuva) na parte superior das redes de dutos – vincado em diamante.

- placas de poliestireno expandido devidamente moldado + resina – Fabricante de referência Fibraflex.

Redes de Dutos Instaladas aparente nos Ambientes Condicionados Isolamento Térmico Interno a Rede de Dutos

As redes de dutos instaladas aparentes nos respectivos ambientes condicionados deverão ser dotadas de isolamento térmico, caso necessário e definido pelo Projetista na fase de projeto, considerando as condições do local de implantação dos dutos quanto a temperatura e umidade, ou seja, quando:

- Possibilidade de ocorrer a condensação superficial se a temperatura de orvalho do ambiente encontrar-se acima da temperatura superficial do duto sem isolamento e;
- Pela diferença entre as temperaturas ambiente e operacional (internamente a rede de dutos), que ocasionam um fluxo de calor, da temperatura maior para a menor, podendo comprometer a performance da instalação.

Como referência, para um duto sem isolamento, o fluxo de calor (Q) é de aproximadamente 62,4 W/m².

O isolamento térmico interno a rede de dutos deverá ocorrer de forma a permitir a manutenção / limpeza periódica das redes de dutos, não ocasionando desprendimento.

A presente Recomendação Técnica possui objetivo orientativo. A respectiva aplicação deverá ser avaliada por especialista do Setor HVAC.

Isolamento e Acabamento das Tubulações

Toda a tubulação de água gelada deverá ser termicamente isolada.

No caso de tubulação fabricada em aço preto, antes da aplicação do isolamento, deverá ser inicialmente raspada com escova de aço e posteriormente pintada com uma demão de primer.

O isolamento térmico deverá ser constituído de espuma elastomérica flexível de estrutura celular estanque, com característica de não ser propagadora de chama.

Propriedades mínima do isolamento térmico:

- Condutibilidade térmica λ a 0 °C: $\leq 0,035$ W/m °C
- Fator de resistência à difusão do vapor d`água μ ≥ 7.000
- Autoextinguível.
- Isento de CFC ou HCFC.

Fabricantes possuem recomendações mínimas de espessura de isolamento térmico em espuma elastomérica. Devem possuir alta eficiência e com espessura técnico-crescente, assegurando a mesma temperatura superficial ao longo da instalação, independentemente da variação do diâmetro da tubulação.

Como referência indicamos Tabela Orientativa a seguir. Entretanto, a espessura mínima deverá seguir as recomendações mínimas da ASHRAE e ainda considerando o local de implantação do isolamento, que deverá ser avaliado pelo especialista de HVAC, sendo específico para cada Projeto.

TUBOS ISOLANTES AF/ARMAFLEX® BR - TABELA DE DIMENSÕES

Tubulação em cobre		Tubulação em Ferro		Tubulação em PPR	Tubos AF/Armaflex® BR	M 19,0 - 26,0 mm		R 25,0 - 32,5 mm		T 32,0 - 45,0 mm		U 44,0 - 55,5 mm		
Diâmetro Externo (mm)	Diâmetro Nominal (Polegadas)	Diâmetro Nominal (Polegadas)	Diâmetro Externo (mm)	Diâmetro Externo (mm)	Diâmetro Interno Mín. - Máx. (mm)	Referência	Espessura (mm)							
6	1/4	-	-	-	7,0 - 8,5	AFBR M 006	19	-	-	-	-	-	-	
10	3/8	1/8	10,2	-	11,0 - 12,5	AFBR M 010	19	AFBR R 010	25	AFBR T 010	32	AFBR U 010	44	
12	1/2	-	-	-	13,0 - 14,5	AFBR M 012	19	AFBR R 012	25	AFBR T 012	32	AFBR U 012	44	
15	5/8	1/4	13,5	-	16,0 - 17,5	AFBR M 015	19	AFBR R 015	25	AFBR T 015	32	AFBR U 015	44	
18	3/4	3/8	17,2	-	19,0 - 20,5	AFBR M 018	19	AFBR R 018	25	AFBR T 018	32	AFBR U 018	44	
-	-	-	-	20	21,0 - 22,5	AFBR M 020	20	AFBR R 020	25	AFBR T 020	32	-	-	
22	7/8	1/2	21,3	-	23,0 - 24,5	AFBR M 022	20	AFBR R 022	25	AFBR T 022	32	AFBR U 022	44	
25	1	-	-	25	26,0 - 27,5	AFBR M 025	20,5	AFBR R 025	25	AFBR T 025	32	-	-	
28	1 1/8	3/4	26,9	-	29,0 - 30,5	AFBR M 028	21	AFBR R 028	25	AFBR T 028	33,5	AFBR U 028	46	
32	1 1/4	-	-	32	33,0 - 35,0	AFBR M 032	21,5	AFBR R 032	27	AFBR T 032	35	-	-	
35	1 3/8	1	33,7	-	36,0 - 38,0	AFBR M 035	21,5	AFBR R 035	27	AFBR T 035	35	AFBR U 035	48	
38	1 1/2	-	-	-	39,0 - 41,0	AFBR M 038	22	AFBR R 038	27	-	-	-	-	
-	-	-	-	40	41,0 - 43,0	AFBR M 040	22	AFBR R 040	27	AFBR T 040	36,5	-	-	
42	1 5/8	1 1/4	42,4	-	43,5 - 45,5	AFBR M 042	22	AFBR R 042	27	AFBR T 042	36,5	AFBR U 042	50	
48	1 7/8	1 1/2	48,3	-	49,5 - 51,5	AFBR M 048	22,5	AFBR R 048	27,5	AFBR T 048	37,5	AFBR U 048	51,5	
50	2	-	-	50	51,0 - 53,0	AFBR M 050	23	AFBR R 050	28,5	AFBR T 050	38	-	-	
54	2 1/8	-	-	-	55,0 - 57,0	AFBR M 054	23	AFBR R 054	28,5	AFBR T 054	38	AFBR U 054	52	
60	2 3/8	2	60,3	-	61,5 - 63,5	AFBR M 060	23,5	AFBR R 060	29	AFBR T 060	39	AFBR U 060	53,5	
64	2 1/2	-	-	63	65,0 - 67,5	AFBR M 064	23,5	AFBR R 064	29	AFBR T 064	39,5	AFBR U 064	54	
67	2 5/8	-	-	-	67,5 - 70,0	AFBR M 067	23,5	AFBR R 067	30	AFBR T 067	39,5	AFBR U 067	55	
75	3	2 1/2	76,1	75	77,0 - 79,5	AFBR M 076	24	AFBR R 076	30	AFBR T 076	40,5	AFBR U 076	55,5	
79	3 1/8	-	-	-	81,0 - 84,0	AFBR M 080	24,5	AFBR R 080	30,5	AFBR T 080	41	-	-	
89	3 1/2	3	88,9	90	90,5 - 93,5	AFBR M 089	24,5	AFBR R 089	30,5	AFBR T 089	41,5	-	-	
100	4	3 1/2	101,6	-	105,0 - 108,0	AFBR M 102	25	AFBR R 102	31,5	AFBR T 102	42,5	-	-	
-	-	-	-	110	111,5 - 114,5	AFBR M 110	25,5	AFBR R 110	31,5	AFBR T 110	42,5	-	-	
-	-	4	114,3	-	116,0 - 120,0	AFBR M 114	25,5	AFBR R 114	31,5	AFBR T 114	43	-	-	
-	-	5	139,7	-	142,0 - 146,0	AFBR M 140	26	AFBR R 140	32	AFBR T 140	44,5	-	-	
-	-	6	168,3	-	170,0 - 176,0	AFBR M 168	26	AFBR R 168	32,5	AFBR T 168	45	-	-	
Tolerâncias na espessura							± 2,5 mm		± 2,5 mm		± 3,0 mm		± 3,5 mm	
Tolerância no comprimento							± 1,5%							

MANTAS ISOLANTES AF/ARMAFLEX® BR

Mantas standard em rolos			Mantas Autoadesivas em rolos		
Espessura (mm)	Referência	Dimensão (m)	Referência	Dimensão (m)	
6	AFBR 06 100 E	30 x 1	AFBR 06 100 EA	30 x 1	
10	AFBR 10 100 E	20 x 1	AFBR 10 100 EA	20 x 1	
13	AFBR 13 100 E	15 x 1	AFBR 13 100 EA	15 x 1	
19	AFBR 19 100 E	12 x 1	AFBR 19 100 EA	12 x 1	
25	AFBR 25 100 E	9 x 1	AFBR 25 100 EA	9 x 1	
32	AFBR 32 100 E	7 x 1	AFBR 32 100 EA	7 x 1	
50	AFBR 50 100 E	5 x 1	AFBR 50 100 EA	5 x 1	

Tolerâncias na espessura: e ≤ 6 mm: ± 1 mm; 6 mm < e ≤ 19 mm: ± 1,5 mm; 19 mm < e ≤ 32 mm: ± 2 mm; e > 32 mm: ± 3 mm

Tolerância na largura: ± 2 %

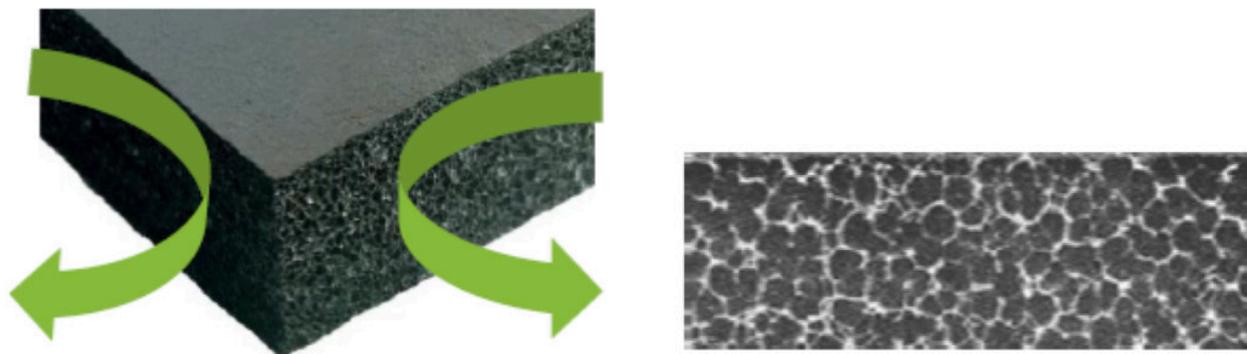
Tolerância no comprimento: ± 1,5 %

Fonte: Referência AF/Armaflex – Fabricante Armacell.

Nota:

Os valores propostos acima de espessura de isolamento térmico são orientativos e deverão ser avaliados sua aplicação especificamente para cada projeto / instalação, considerando principalmente a umidade relativa encontrada no local de instalação das tubulações de água gelada e condições de operação da água (temperatura mínima de água gelada com ou sem etileno glicol).

O isolamento deverá possuir células fechadas com resistência à difusão de vapor, de forma a evitar o encharcamento contribuindo para a estanqueidade dos dutos.



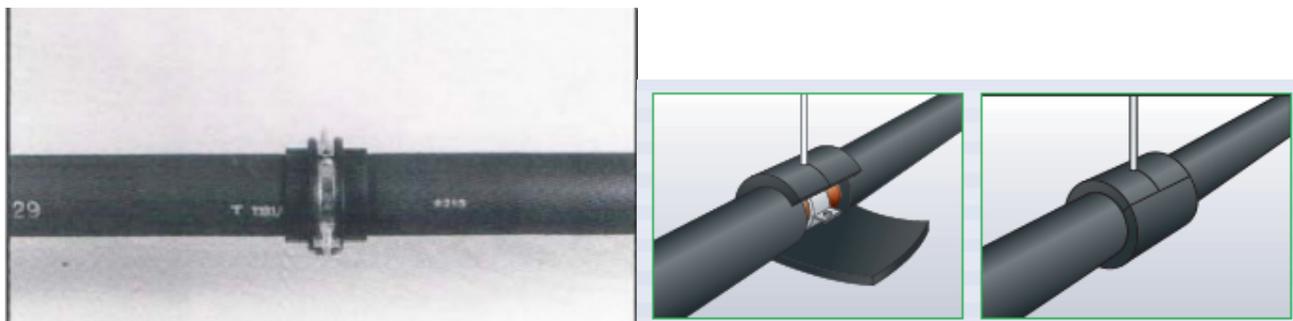
Fonte: Fabricante Armacell.

Todos os componentes dos sistemas, sejam válvulas, filtros, flange, acoplamento etc., deverão ser isolados conforme indicado acima e considerando as recomendações de montagem e acabamento dos respectivos fabricantes de isolamento térmico.

Acessórios Para Isolamento Térmico

Acessórios poderão ser incorporados as instalações de forma a permitir melhor acabamento e garantia de performance, evitando problemas futuros. Entre os principais acessórios, podemos destacar:

- Peças pré-fabricadas de isolamento térmico para tês, curvas etc.
- Suporte completo com isolamento duplo e proteção mecânica evitando estrangulamento do isolamento.



Tubulação com suporte, sem danificar o isolamento térmico e/ou permitir ponte térmica

Proteção Mecânica do Isolamento Térmico

As tubulações e respectivos isolamentos térmicos instalados no meio externo (expostos a intempéries) e/ou em local que a circulação de pessoas ou equipamentos possam danificar o isolamento, deverão receber proteção mecânica em alumínio liso ou corrugado + cinta de proteção fixação ou através de resina de alta resistência Mecânica, referência fabricação Fibraflex.

Referência

A seguir segue de forma orientativo Valores de Espessura mínima de Isolamento de Tubulações com base na ASHRAE 90.1.

A presente Recomendação Técnica possui objetivo orientativo. A respectiva aplicação deverá ser avaliada por especialista do Setor HVAC.

Duto Retangular

A suportação de rede de dutos construídas em chapa de aço galvanizada deverá ser através de tirantes executados em cantoneiras ou vara roscada + perfis cantoneira na horizontal, sendo o tipo e dimensões definidos em função da largura do duto e de sua distância em relação ao ponto de fixação.

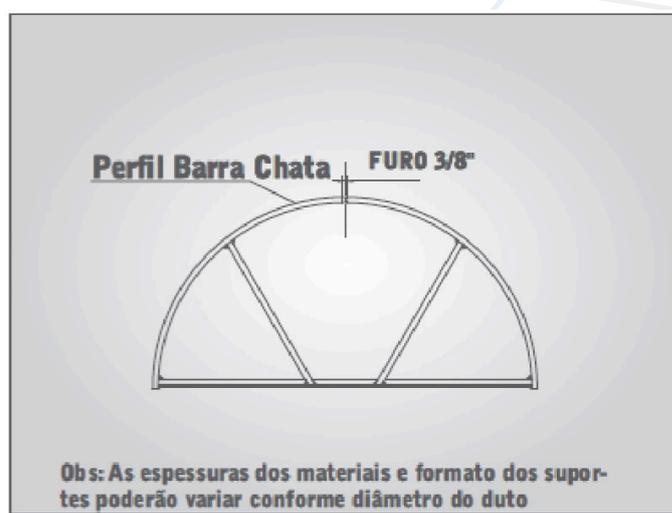
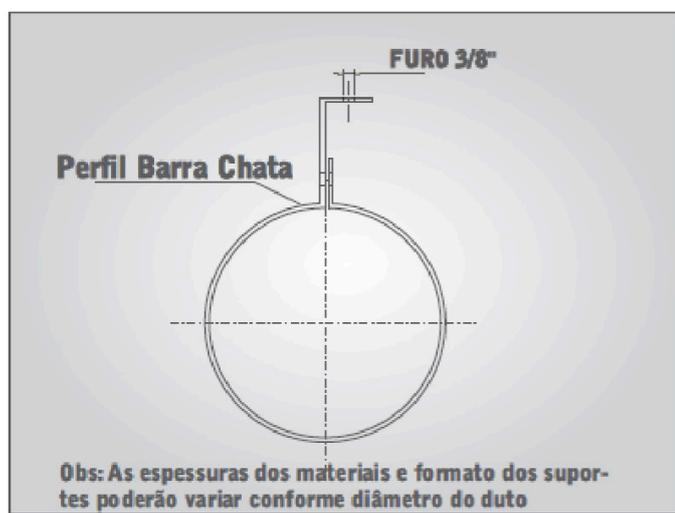
Os tirantes deverão ser fixados na laje, com espaçamento máximo de 1,5 metros.

Duto Circular

Os suportes para as redes de dutos do tipo Circular, normalmente para instalações aparentes deverão ser efetuados através de:

- Suporte externo – Perfil Barra Chata em todo o perímetro ou;
- Suporte externo – Vergalhão Rosqueado;
- Suporte interno – Perfil Barra Chata instalado internamente na seção / meia lua superior do duto ou instalada lua inteira.

Esquemático de referência:



Fonte: Refrin Dutos.

Duto Flexível

Os suportes para duto flexível deverão possuir largura mínima de 1 ½ polegadas e apresentar rigidez suficiente de forma a evitar restrição do diâmetro interno do duto na seção de apoio.

Os dutos do tipo flexíveis deverão ser suportados com espaço entre os suportes não excedendo:

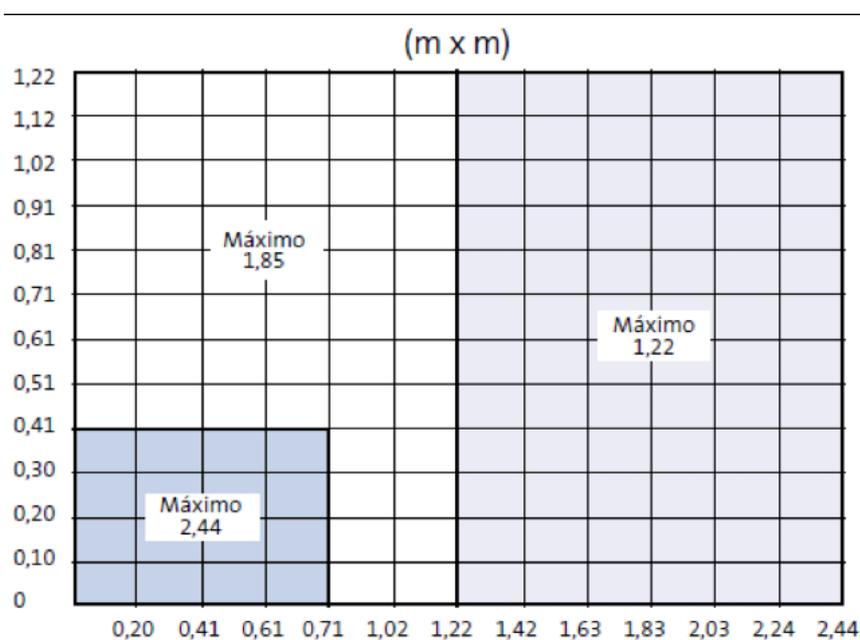
- 4 FT (1,2 metros) quando instalados na horizontal e;
- 6 FT (1,8 metros) quando instalados verticalmente.

Duto Fabricação MPU ou Painel Rígido de Lã de Vidro

Os dutos deverão ser instalados utilizando suportes adequados, idênticos aos previstos para dutos construídos em chapa de aço. Porém, considerando que em média são 4 vezes mais leves que os dutos convencionais em chapa galvanizada, necessitam de menos suporte.

A distância máxima entre suportes horizontais é determinada em função do lado maior do duto.

Como referência, podemos utilizar do ábaco do Fabricante ISOVER para determinação do espaçamento máximo entre suportes Dimensões do duto (m x m).



Fonte: Saint-Gobain Isover.

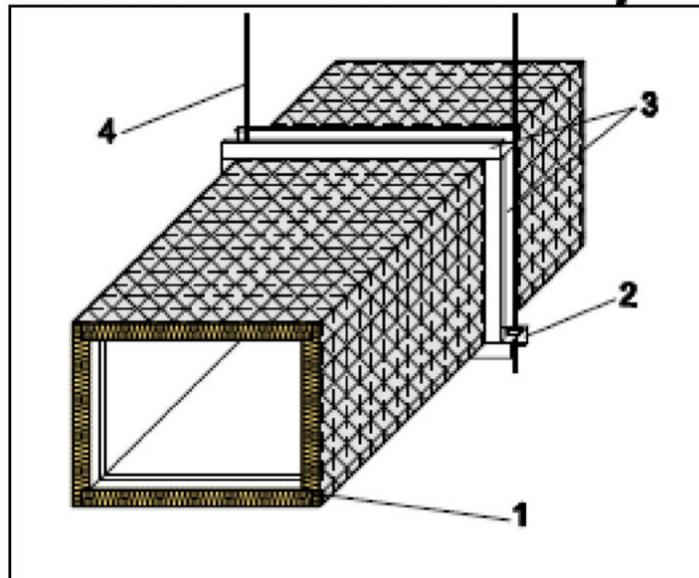
Os suportes são formados horizontalmente por um perfil “U” e devem possuir as seguintes dimensões (mínimas):

- 25x50x25 com chapa bitola 22 para suporte de até 1,2 metros de comprimento útil.
- 38x75x38 acima de 1,2 metros de comprimento útil.

Verticalmente por vara roscada diâmetro mínimo de 4 mm ou chapa com 25 mm bitola 22.

Sempre que houver necessidade, os dutos deverão ser reforçados usando o sistema de enrijecimento (barra de reforço, discos de alumínio e parafusos).

DUTOS DE LÃ DE VIDRO COM REFORÇOS



LEGENDA:1- Duto em Lã de Vidro / 2-Perfil de Chapa / 3- Reforço / 4- Barra Roscada
Fonte: Saint-Gobain Isover.

Observações Gerais

- Os suportes deverão ser instalados de forma a manter além da sustentação o respectivo alinhamento.
- Nos trechos de curva / cotovelo os suportes deverão encontrar-se posicionados com afastamento máximo de 60cm de cada curva / cotovelo. No caso de ramificações, afastamento máximo do suporte de 120cm.
- Espaçamento máximo entre suportes – 244cm ou 305cm.
- Maiores Detalhes consultar Manual da SMACNA: *Duct System Design Manual* e *HVAC Duct Construction Manual* (últimas edições), para dutos de baixa velocidade e pressão.

Suportes Padronizados

Encontram-se disponíveis no mercado suportes prontos e específicos para aplicação em sistemas HVAC. A respectiva aplicação caberá ao especialista em HVAC avaliar.

Entre os sistemas podemos destacar o sistema *Gripple*, sendo:



Suporte Trapézio Para Dutos – Suportação rápida de dutos retangulares
Referência: *Gripple*

A presente Recomendação Técnica possui objetivo orientativo. A respectiva aplicação deverá ser avaliada por especialista do Setor HVAC.

Geral

Todas as tubulações deverão ser devidamente apoiadas ou suspensas em suportes apropriados, de modo a permitir a flexibilidade das mesmas e não transmitir vibrações a estrutura do prédio.

Os suportes deverão ser preferencialmente apoiados em elementos estruturais e nunca em paredes ou elementos de alvenaria.

Nenhuma tubulação deverá ser apoiada ou suspensa em outra tubulação.

O espaçamento entre suportes para tubulação horizontal, não deverá ser superior a:

- 1,2 m para tubos até 1" (inclusive);
- 1,5 m para tubos até 2" (inclusive);
- 2,5 m para tubos até 3" (inclusive);
- 4,0 m para diâmetros maiores que 3".

Todos os suportes deverão ser executados de acordo com os desenhos de detalhes típicos previstos pelo especialista de HVAC, aplicados especificamente a cada projeto e instalação.

Nos suportes dos sistemas de tubulações deverá ser evitado sempre o contato direto entre os tubos e a superfície de apoio, prevenindo respectivas pontes térmicas.

As tubulações de hidráulica dos sistemas de ar condicionado deverão ser fixadas em suportações montadas à partir de elementos modulares fixados entre si sem a necessidade de solda e fabricados à partir de processos industriais em série por empresas com certificação ISO.

Todos os elementos necessários deverão suportar o peso da tubulação, da água, do isolamento térmico e do eventual acessório que seja utilizado sobre a tubulação.

Todos os materiais deverão ser galvanizados com espessura mínima de 15 micras.

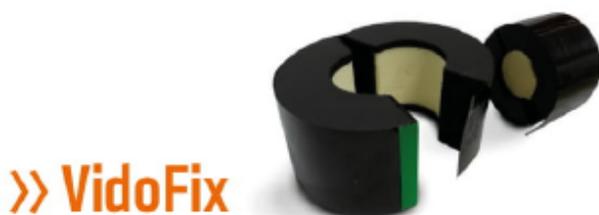
O fornecedor do sistema de suportação deverá apresentar as memórias de c culos ou fichas técnicas que comprovem a capacidade dos elementos em suportar as cargas totais que incidem sobre eles.

Suportes Padronizados

Como opcional aos suportes convencionais para as tubulações hidráulicas que exigem montagem *IN-LOCO*, encontra-se disponíveis no mercado nacional e internacional diversos suportes padronizados fornecidos prontos para instalação diretamente no sistema (suportes especiais), fornecidos por Fabricantes específicos.

Para a utilização de suportes especiais, o especialista dos sistemas HVAC deverá considerar que o suporte apresente resistência à compressão, isolamento térmico (para tubulações de água gelada), constituído por núcleos rígidos. Os suportes deverão permitir implantação de forma a evitar a redução de espessura do isolamento térmico, pontes térmicas e principalmente condensação nos pontos de suportação.

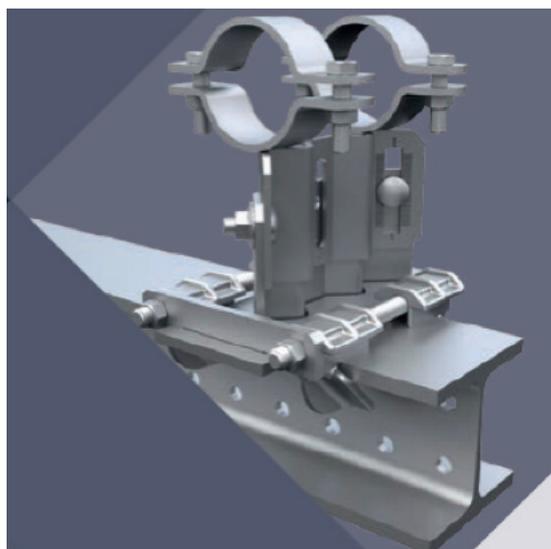
As informações a seguir apresentam propostas de suportes especiais, devendo sua aplicação ser avaliada pelo especialista dos sistemas HVAC.



Suporte com núcleo rígido
Referência: VidoFix – Epex / Wincell



Suporte com estrutura rígida
Referência: Armafix - Armacell



Suporte deslizante com guia + Abraçadeira
Referência: sikla

A presente Recomendação Técnica possui objetivo orientativo. A respectiva aplicação deverá ser avaliada por especialista do Setor HVAC. Generalidades – Sistema de Água Gelada e água de Condensação

O sistema de distribuição hidráulica – rede de água gelada e água de condensação, deverá ser executada com base no respectivo projeto a ser elaborado por especialista em HVAC. Caberá ao respectivo especialista a definição da correta aplicação das modalidades e características construtivas da tubulação hidráulica no sistema de água gelada.

Entre as principais opções podemos destacar, mas não limitados a estes, sendo:

Opção A

- Para diâmetros até 2" (inclusive), galvanizados com conexões rosqueadas, e acima de 2" deverão ser em tubos de aço preto com conexões soldadas.
- Tubos de diâmetro até 16", aço sem costura, classe SCH 40, construídos de acordo com ASTM-A.53 ou ASTM-A.106.

Opção B

- Tubos de diâmetros iguais ou inferiores a 4", executados em tubos de aço, de acordo com a NBR 5580 e NBR 5590. No caso das tubulações seguindo as recomendações da NBR 5580, a espessura mínima da parede deverá possuir no mínimo a Classificação de Espessura Média.
- Tubos de diâmetros superiores a 5" e até 16" executados em tubos de aço, sem costura, ligações soldadas e espessura limite a 9,5mm.
- Diâmetros acima de 16" executados em tubos de aço, com costura e espessura 9,5mm. O especialista em HVAC pode avaliar a viabilidade, considerando local de implantação, de utilizar tubos com diâmetro maior que dez polegadas (10") com costura, de fabricação referência MANNESMAN.

Nota:

*Tubos schedule 40 com costura admitido somente para a rede de água gelada
Tubulações de água de condensação schedule 40 sem costura.*

Todas as tubulações hidráulicas deverão encontrar-se de acordo com as Normas Técnicas da ABNT – NBR 5580 e NBR 5590. Conforme indicado acima, para as tubulações com base na NBR 5580, utilizar a espessura mínima de parede com base na classificação média para o respectivo diâmetro.

COMPOSIÇÃO QUÍMICA PROPRIEDADES MECÂNICAS NBR 5590			
MATERIA PRIMA AÇO	GRAU A		
	Carbono - C %	Manganês - Mn %	
	0,25 Máximo	0,95 Máximo	
	LE= 205 Mínimo MPa LR= 330 Mínimo MPa A _z 30%		

NBR 5590			
Diâmetro Nominal (DN)	Diâmetro Externo (mm)	Espessura de Parede (mm)	SCHEDULE
15	21,30	2,77	40
20	26,70	2,87	40
	26,70	3,91	80
25	33,40	3,38	40
	33,40	4,55	80
32	42,20	3,56	40
	42,20	4,85	80
40	48,30	3,68	40
	48,30	5,08	80
50	60,30	3,91	40
	60,30	5,54	80
65	73,00	5,16	40
	73,00	7,01	80
80	88,90	5,49	40
90	101,60	5,74	40
100	114,30	6,02	40

NBR 5580		
Diâmetro Nominal (DN)	Diâmetro Externo (mm)	Espessura de Parede (mm)
15	21,30	2,25
	21,30	2,65
	21,30	3,00
20	26,90	2,25
	26,90	2,65
	26,90	3,00
25	33,70	2,65
	33,70	3,35
	33,70	3,75
32	42,40	2,65
	42,40	3,35
	42,40	3,75
40	48,30	3,00
	48,30	3,35
	48,30	3,75
50	60,30	3,00
	60,30	3,75
	60,30	4,50
65	76,10	3,35
	76,10	3,75
	76,10	4,50
80	88,90	3,35
	88,90	4,00
	88,90	4,50
90	101,60	3,75
	101,60	4,25
	101,60	5,00
100	114,30	3,75
	114,30	4,50
	114,30	5,60

De forma a comprovar a procedência e qualidade dos tubos adquiridos, recomendamos que a fiscalização das instalações exija do fornecedor:

- Certificados de usina.
- Testes macrográficos, realizados em laboratórios especializados.

Testes e Limpeza

Depois de montado o sistema de tubulações, deverá ser feito obrigatoriamente um teste de pressão para verificação de possíveis vazamentos.

O teste de pressão hidráulica deverá ser realizado em toda a tubulação (100% dos tubos), antes da execução do isolamento térmico, a uma pressão de 1,5 vezes a pressão prevista para operação do sistema ou no mínimo 150 PSIG.

O teste deverá ter duração de no mínimo doze (12) horas e deverá ser notificado com antecedência à Fiscalização da Obra para que o mesmo possa ser acompanhado e testemunhado.

Após o teste de pressão deverá ser circulada água nos tubos para limpeza e retirada de quaisquer impurezas deixadas durante o processo de montagem, com as próprias bombas do sistema.

De modo a promover a limpeza da tubulação, independente da instalação dos demais equipamentos (se necessário), deverá ser prevista uma tubulação provisória para by-pass do(s) equipamento(s).

Neste caso, após a instalação do(s) equipamento(s), deverão ser repetidos os procedimentos de limpeza do sistema.

Nos pontos onde equipamentos foram instalados sem a proteção de filtros de água (a montante dos mesmos), deverá ser prevista uma tela provisória para proteção durante a fase de limpeza da tubulação, evitando-se desta forma danos ou entupimento dos mesmos.

Ligações de Tubos e Equipamentos

Ligações de Tubos

As ligações entre tubos deverão ser realizadas através de:

- conexões rosqueadas, para diâmetros até 2" (inclusive);
- conexões soldadas, para diâmetros de acima de 2".

O rosqueamento dos tubos deverá ser firme e feito de maneira homogênea, a fim de não diminuir a parede do tubo demasiadamente ou permitir que o mesmo apresente enfraquecimento no ponto da rosca, após a execução da mesma.

A vedação deverá ser feita através de:

- fita de teflon ou fio veda roscas, para tubos com até uma polegada (1") de diâmetro;
- sisal, pasta *Dox*, para tubos com um e um quarto de polegada (1 1/4") a 2 polegadas (2") de diâmetro.

As soldas deverão ser de "topo", com extremidades chanfradas em "V" com ângulo de 75 graus.

Ligações de Equipamentos

Todas as conexões feitas a unidade condicionadora e quaisquer outros pontos que demandem manutenção, deverão ser realizadas com auxílio de:

- uniões, para diâmetros até duas polegadas (2") inclusive;
- flanges, para diâmetros iguais a duas e meia polegadas (2 1/2") ou maiores.
- Todas as uniões empregadas deverão ser de acento cônico em bronze, com porca hexagonal de aço forjado ASTM-A.105 grau II e extremidades de aço laminado SAE-1010-1020 (ref. Niagara figura 530).

Todos os flanges empregados deverão ser construídos em aço carbono forjado, compatíveis com norma ANSI-B16.5 e especificações ASTM-A.181 grau I ou ASTM-A.105 grau II.

Os flanges deverão ser do tipo "sobrepasto" e ligados aos tubos através de solda (ref. Niagara figura 494).

A face dos flanges deverá ser com ressalto de 1/16" de altura.

As juntas dos flanges deverão ser de amianto grafitado de 1,5 mm de espessura de acordo com ABNT-EB-216.

Os parafusos e porcas deverão estar em concordância com a norma ABNT P-PB-41/44.

A presente Recomendação Técnica possui objetivo orientativo. A respectiva aplicação deverá ser avaliada por especialista do Setor HVAC.

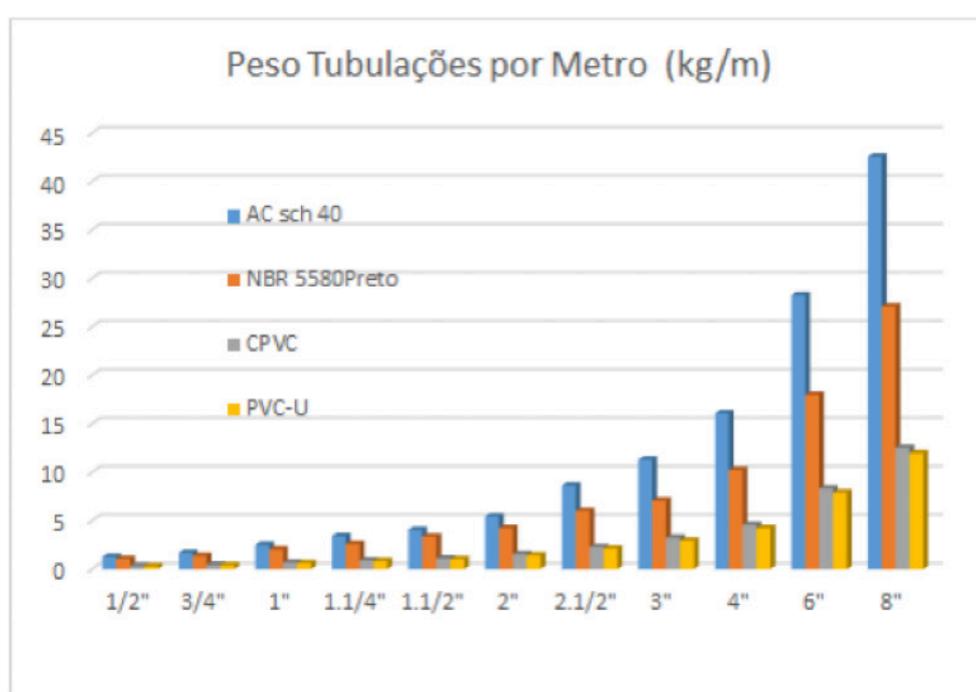
Generalidades

Considerando avaliação de um especialista em HVAC e respectiva viabilidade de implantação no projeto/instalação, poderá ser proposta solução com utilização de tubos em Termoplásticos Industriais CPVC (*policloreto de vinila clorado*) e PVC-U (*policloreto de vinila industrial*) SCH 80, considerando diâmetro disponíveis no mercado, desde que apresente garantia de vida útil mínima de 25 anos, para as pressões e temperaturas específicas do projeto.

Como principais vantagens do sistema podemos destacar:

- Sistema de distribuição mais leve;
- Redução na perda de carga;
- Redução de condutividade térmica;
- Menor tempo de instalação.

No gráfico a seguir, encontra-se comparativo em relação ao peso (kg/metro de tubulação) para diferentes diâmetros e respectivos materiais.



Fonte: Hidrodema.

Entretanto, a utilização de Termoplásticos requer cuidados na instalação, sendo:

- Procedimento de montagem, devendo ser efetuado por especialista devidamente treinado;
- Suportação, de forma a manter o adequado alinhamento das tubulações;
- Dilatação Térmica;
- A união entre tubos, luvas e conexões devem ser executadas através de solda química. Desta forma, procedimentos específicos para adequada execução devem ser seguidos, conforme recomendações dos Fabricantes. Entre os principais procedimentos, podemos destacar (mas não limitados a estes para adequação execução dos sistemas);

- Execução de corte reto dos tubos;
- Biselar o tubo;
- Limpar a superfície onde ocorrerá a solda química, mantendo isenta de poeira, óleo e sujeira, com objetivo que a reação química ocorra de forma plena.
- Aplicação de Primer e Adesivo;
- Seguir as recomendações de tempo de descanso dos tubos após a realização da solda, evitando a respectiva manipulação.

Suportação

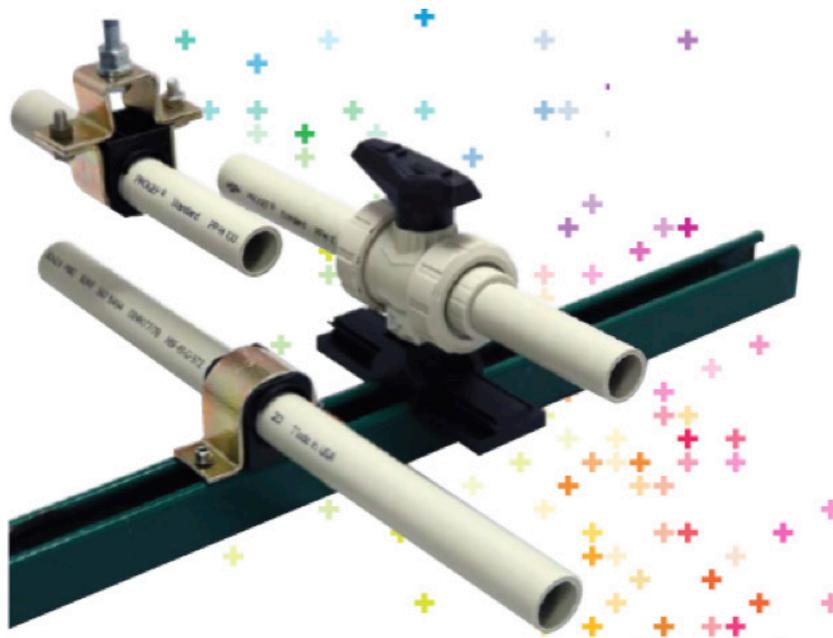
Os tubos de termoplásticos devem possuir suportação com menor distanciamento comparado com os suportes previstos para tubulações de aço Carbono. Deve-se evitar desta forma, flexão do tubo que poderá ocasionar entre outras consequências, pontos de tensão acumulada, aumento de perda de carga e uma aparência não muito boa da instalação.

A seguir Tabela orientativa com espaçamento máximo (em metros) dos suportes para tubulações de PVC-U e CPVC de acordo com Temperatura e diâmetro da tubulação.

Diâm.	Temperatura oC					
	20	38	49	60	71	80
1/2"	0,94	0,91	0,88	0,85	0,82	0,80
3/4"	1,06	1,03	1,00	0,97	0,94	0,90
1"	1,25	1,18	1,15	1,12	1,09	1,05
1.1/4"	1,40	1,37	1,34	1,25	1,25	1,21
1.1/2"	1,52	1,46	1,43	1,34	1,34	1,30
2"	1,70	1,67	1,61	1,52	1,52	1,48
2.1/2"	1,98	1,92	1,85	1,73	1,73	1,68
3"	2,19	2,13	2,07	1,95	1,95	1,87
4"	2,53	2,46	2,37	2,25	2,25	2,15
6"	3,17	3,07	2,98	2,80	2,80	2,73

Fonte: Hidrodema.

A definição dos pontos para a fixação da tubulação será muito importante, pois definem a flexibilidade das tubulações, forçando elementos como juntas de expansão a trabalhar. Juntas de expansão serão necessárias principalmente em instalações com grandes distâncias e variações de temperatura.



Fonte: Modelo de Suportes - Fabricante GF – Georg Fischer.

Sistema Completo - Termoplásticos

Os Fabricantes de tubulações PVC-U e CPVC disponibilizam além dos tubos, uma quantidade enorme de acessórios, válvulas, instrumentações e sistemas de automação que podem compor os sistemas de distribuição hidráulica executados com os respectivos termoplásticos. A respectiva aplicação deve sempre ser definida e avaliada pelo especialista de HVAC.



Fonte: Fabricante GF – Georg Fischer.

Anotações

A presente Recomendação Técnica possui objetivo orientativo. A respectiva aplicação deverá ser avaliada por especialista do Setor HVAC.

Acessórios

Generalidades

Todos os acessórios deverão ser confeccionados por fabricantes especializados, não devendo ser aceito a construção dos respectivos acessórios no campo.

Especificação Técnica - Principais Acessórios

CAPS

Deverão ser executados em aço carbono forjado, ASTM-A-53 ou ASTM-A-106 (conforme ASTM-A-234), dimensões segundo ANSI-B.14.14, com extremos com rosca.

Meia Luva Roscada

Diâmetros de 1/2" até 2" (inclusive):

- Deverá ser executada em aço carbono preto, SAE-1010 ou SAE-1020, sem costura, classe 3000 libras, extremos solda x rosca BSP (ABNT-NBR-8133).

Cotovelos 90° e 45°

Diâmetros de 1/2" até 2" (inclusive):

- Deverão ser executados em ferro maleável, galvanizado, classe 10, em geral. Para o sistema de Central de Água Gelada (CAG) utilizar classe 16, ABNT-NBR-6943, rosca BSP.

Tês e Tês de Redução

Diâmetros de 1/2" até 2" (inclusive):

- Deverão ser executados em ferro maleável, galvanizado, classe 10, em geral. Para o sistema de Central de Água Gelada (CAG) utilizar classe 16, ABNT-NBR-6943, rosca BSP.

Luvas e Luvas de Redução

Diâmetros de 1/2" até 2" (inclusive):

- Deverão ser executadas em ferro maleável, galvanizado, classe 10, em geral. Para o sistema de Central de Água Gelada (CAG) utilizar classe 16, ABNT-NBR-6943, rosca BSP.

Buchas de Redução

• Diâmetros de 1/2" até 2" (inclusive):

- Deverão ser executadas em ferro maleável, galvanizado, classe 10, em geral. Para o sistema de Central de Água Gelada (CAG) utilizar classe 16, ABNT-NBR-6943, rosca BSP.

Nipples Duplos e Nipples Duplos de Redução

Diâmetros de 1/2" até 2" (inclusive):

- Deverão ser executados em ferro maleável, galvanizado, classe 10, em geral. Para o sistema de Central de Água Gelada (CAG) utilizar classe 16, ABNT-NBR-6943, rosca BSP.

Uniões

Diâmetros de 1/2" até 2" (inclusive):

- Deverão ser executadas em ferro maleável, galvanizado, classe 10, em geral e classe 16 para o sistema da Central de Água Gelada (CAG), ABNT-NBR-6943, rosca BSP, com assento cônico em bronze.

Bujões

Diâmetros de 1/2" até 2" (inclusive):

- Deverão ser executados em ferro maleável, galvanizado, classe 10, em geral e classe 16 para a Central de Água Gelada (CAG), ABNT-NBR-6943, rosca BSP.

Juntas Anti-Vibração

• Diâmetros de 1" até 2" (inclusive)

- Deverão ser executadas em borracha sintética com reforços internos de aço e telas de material sintético para pressão de operação de 8 kg/cm², com terminais giratórios de ferro maleável com rosca BSP, classe 250.

• Diâmetros acima de 2 1/2" (inclusive)

- Deverão ser em borracha sintética com reforços internos de aço e telas de material sintético para pressão de operação de 15 kg/cm², com flanges giratórios em aço fundido, padrão ANSI-B.16.5, providos de tirantes, classe 250.

Juntas de Expansão Axial

- Deverão ser executadas com fole multifolhado em aço inox AISI 304, deformado hidraulicamente sem soldas circunferências, para pressão de operação de 8 kg/cm², com tubos terminais em aço ASTM-A.53 – Grau B, biselados para solda de topo, segundo norma ANSI B-14.14, classe 250.

Filtros Tipo "Y"

Diâmetros até 2" (inclusive):

- Deverão ter corpo em semi-aço, ASTM-A-278, classe 150, conexões com rosca BSP, elemento filtrante substituível em chapa de aço inox AISI-304. Perfuração do elemento filtrante com orifícios de 1/32" (300 orifícios por polegada quadrada, referência MESH 20).

Diâmetros acima de 2 1/2" (inclusive):

- Deverão ter corpo em semi-aço ASTM-A-278, classe 250, conexões flangeadas padrão ANSI-B.16.5, face com ressalto, elemento filtrante removível em chapa de aço inox AISI-304.

Purgadores de Ar

- Deverão ser do tipo automático, com corpo em semi-aço ASTM-A-278, classe 30, internos em aço inoxidável, conexões com rosca BSP.

Robinetes

Diâmetros de 1/4" até 1/2" (inclusive):

- Deverão ser executados em latão forjado, do tipo macho passante, sem gaxeta, com bico chanfrado, rosca BSP, classe 250.

Torneiras Para Manômetros

- Diâmetros de 1/2"
- Deverão ser do tipo esfera, em latão forjado, de três (03) vias, conexões com rosca BSP, pressão de serviço 300 psi.

- Tubo Sifão Para Manômetros
- Diâmetros de 1/2"
- Deverá ser do tipo "U" ou "Trombeta", de latão forjado, rosca BSP, sendo uma interna e outra externa, classe 250.

Amortecedor de Pulsação

- Diâmetro de 1/2"
- Deverá ser executado em latão laminado, com capilar interno, não regulável, rosca BSP.

Manômetros e Manovacuômetros

Deverão ser em caixa de aço pintado, Ø 100 mm, com anel de latão, conexão de 1/2" BSP, soquete de latão, movimento de latão, elemento elástico tipo *Bourdon* em *tomak*, escalas compatíveis com a aplicação, grafadas em "kgf/cm²", escala 0 a 10, com glicerina classe A.

Local de instalação deverá ser definido pelo especialista em HVAC. Normalmente instalados em todas as bombas e unidades resfriadoras, e apenas previsão (ponto) para os condicionadores de ar.

Termômetros

Deverão ser em caixa de aço pintado, Ø 100 mm, tipo bimetálico, com haste reta ou angular, conexão de 1/2" BSP, com escalas compatíveis com a aplicação, grafadas em "°C".

E/ou:

Tipo industrial standard, com proteção, haste roscada (BSP), tipo angular (para ponto de inserção horizontal) ou reto (para ponto de inserção vertical), com coluna vermelha a álcool, vidro opalino, escala de 0 a +50 graus centígrados.

Material - Rosca e proteção em latão.

Local de instalação deverá ser definido pelo especialista em HVAC. Normalmente instalados em todas as unidades resfriadoras, e apenas previsão (ponto) para os condicionadores de ar, onde deverão ser instalados poços e plugs.

Poços Para Termômetros

Deverão ser executados em latão, com rosca interna Ø 1/2", e rosca externa Ø 3/4" ambas BSP, com extensão do comprimento conforme diâmetro do tubo em que for aplicado.

Juntas Para Flange

Deverão ser de amianto comprimido grafitado ou neoprene, espessura de 1/16", pré-cortadas, para flanges ANSI-B-16.5, classe 150.

Parafusos Prisoneiro

Deverão ser de aço carbono ASTM-A-307-Gr.B, com porcas sextavadas fresadas ASTM-A-194, nos diâmetros adequados aos flanges que forem acoplar.

Chave de Fluxo

Para uso em água, classe 150 PSIG, carcaça IP-51 com pintura em epóxi, contatos SPDT com capacidade de 10 A em 120 VCA, com ajuste de operação regulável.

A presente Recomendação Técnica possui objetivo orientativo. A respectiva aplicação deverá ser avaliada por especialista do Setor HVAC.

Geral - Introdução

Caberá ao instalador dos sistemas HVAC o fornecimento de todas as bases de aço, molas etc., para quaisquer equipamentos rotativos ou alternativos como, por exemplo, ventiladores, caixas ventiladoras, bombas hidráulicas etc., ou qualquer outro equipamento que venha a necessitar de base flutuante ou convencional.

Bloco de Inércia – Base Flutuante

Equipamentos específicos instalados em laje e/ou áreas técnicas que podem apresentar vibrações para o pavimento inferior deverão ser instalados em base tipo bloco de inércia. Este bloco deverá ser flutuante, apoiado sobre molas (amortecedores de vibração) e estas apoiadas sobre uma placa de concreto armado com dez (10) cm de espessura, que por sua vez será apoiada sobre um lençol de cortiça dura com duas (02) polegadas de espessura ou uma camada de *Etafoam*.

Os amortecedores de vibração deverão ser dimensionados, especificados e fornecidos pelo instalador, em função do equipamento efetivamente comprado e respectivo peso.

A base flutuante deverá ter sua armação em aço fabricada pelo instalador, ficando a cargo da construção civil:

- O enchimento da base flutuante com concreto.
- A construção da base integrada à laje de piso, ou seja, base para apoio das molas, cortiça etc.
- Instalação das molas.

A regulagem final das molas e nivelamento da base flutuante (através da regulagem da altura das molas) ficará a cargo do instalador dos Sistemas HVAC.

Bases Principais Equipamentos de Sistemas HVAC

Ventilador

A base específica para cada ventilador deverá ser dimensionada seguindo as recomendações do respectivo Fabricante e considerando o “molde” com indicação de distâncias entre os furos e as dimensões das furações, para adequada fixação do equipamento.

Recomenda-se sempre o uso de amortecedores de vibração, que podem ser de tração ou compressão, específico para cada tipo de instalação.

Base executada em telhado para instalação de ventilador deve ser dimensionada e fabricada para suportar o peso do ventilador e possíveis vibrações.

No caso de ventilador de grandes dimensões instalado apoiado no piso, requer fundações específicas e apropriadas. Neste caso as fundações devem ser niveladas, rígidas e possuir massa suficiente para instalação do ventilador.

No caso de utilização de fundação estrutural em aço, esta deverá ser suficientemente rígida para garantir o alinhamento permanente e prevenir vibrações excessivas.

A frequência natural mínima de qualquer parte de fundação deverá ser de 25% a 50% mais alta que a velocidade do respectivo ventilador.

Para ventilador axial não é recomendável suportar pela própria tubulação. Deve-se prever juntas flexíveis para evitar que o ventilador possa transmitir possíveis vibrações ao sistema. E a suportação ser executada com amortecedores de vibração, para também não transmitir vibrações excessivas a laje.

Bomba Convencional – Bloco de Inércia

A base contendo o conjunto motor-bomba deverá ser instalada sobre um bloco de inércia apoiado sobre molas. Este bloco deverá ser apoiado sobre molas flutuantes (fabricante de referência: “*Vibranihil*”) e estas apoiadas em uma placa de concreto armado de 10 cm, localizado sobre um lençol de cortiça dura de duas polegadas ou uma camada de *Etafoam*.

Os amortecedores de vibração deverão ser dimensionados, especificados e fornecidos pelo respectivo instalador dos sistemas, em função do equipamento (dimensional) efetivamente comprado.

A ligação das bombas às tubulações de água deverá ser feita através de amortecedores de vibração.

Bomba IN-LINE

A utilização de bomba IN-LINE possui enorme vantagem relacionado a respectiva base para instalação. De acordo com orientações dos principais Fabricantes, não há a necessidade de instalação de base de inércia e respectiva base de concreto.

Diversas propostas de instalação e suportação de bombas IN-LINE podem ser aplicadas. O especialista de HVAC deverá avaliar cada opção considerando sua respectiva aplicação no projeto.

Entre as principais opções, podemos destacar:

Opção 1:

Bomba vertical IN-LINE instalada diretamente no sistema de tubulação, não necessitando de suporte adicional. Neste caso a suportação da tubulação deverá ser dimensionada para suportar o peso adicional da respectiva bomba.

Vantagem: Bomba instalada em altura suficiente para não ocupar espaço ao nível do piso.

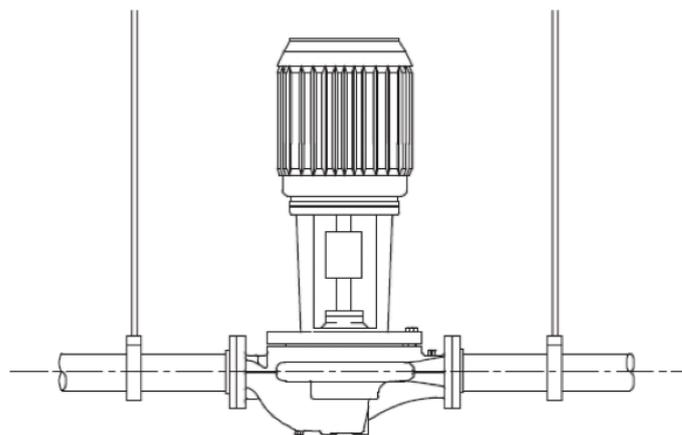


Fig. 2.1 Suportado por suspensores e montado em tubos

Fonte: Fabricante Armstrong

Opção 2:

Podemos considerar a opção de instalação de bomba vertical IN-LINE sem apoio ao nível do piso, com a utilização dos suportes de tubulações localizados próximos ao nível do teto. Os respectivos suportes deverão ser dimensionados para recebimento do peso adicional da bomba.

Vantagem: Manter a bomba próximo ao nível do piso para facilitar a realização de manutenção. Válido também para bomba de grandes dimensões.

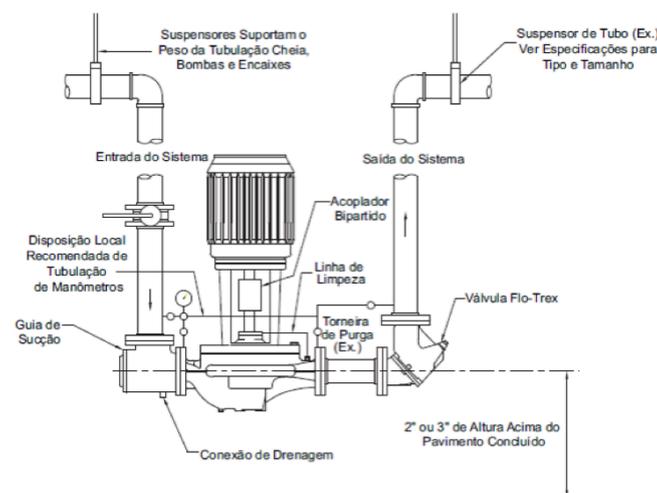


Fig. 2.2 Montado em tubos e suportado no teto

Fonte: Fabricante Armstrong

Opção 2A:

No caso da Opção 2 acima ocupar muito espaço próximo ao piso, a peça do rolo de descarga e a válvula podem ser substituídas por um cotovelo de raio longo, e a válvula deslocada e instalada na tubulação de descarga vertical.

Vantagem: Redução de espaço próximo ao piso, porém manter a bomba próximo ao nível do piso para facilitar a realização de manutenção.

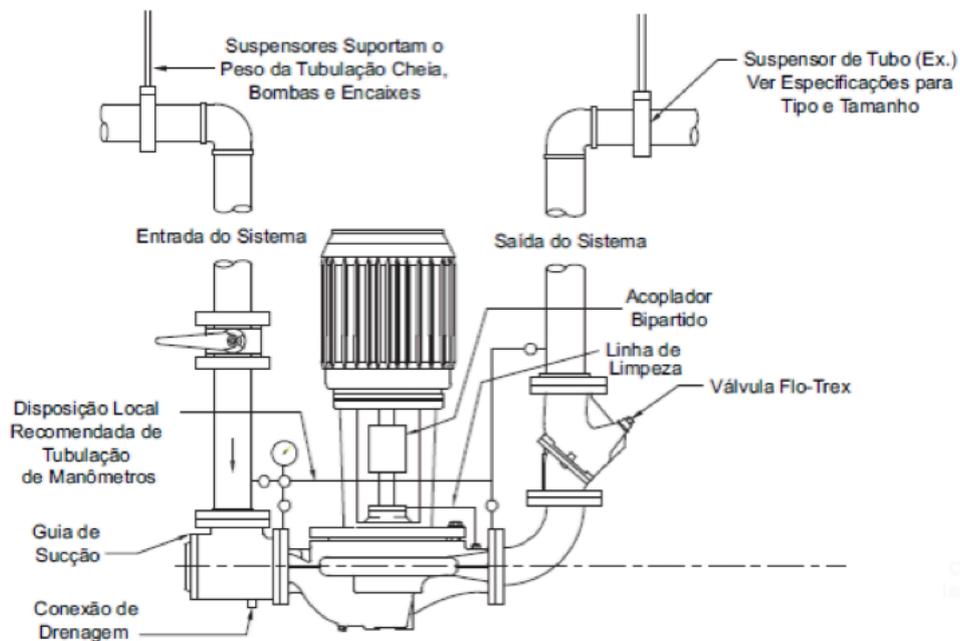


Fig. 2.3 Cotovelo de descarga para impacto mínimo

Fonte: Fabricante Armstrong

Opção 3:

A Opção 3 apresenta a solução praticamente idêntica a Opção 2 acima. Porém, com apoios das tubulações adicionais sendo realizados ao nível do piso. Devendo ser previstos calços de neoprene.

Vantagem: Reduzir a carga adicional das suportações das tubulações no teto.

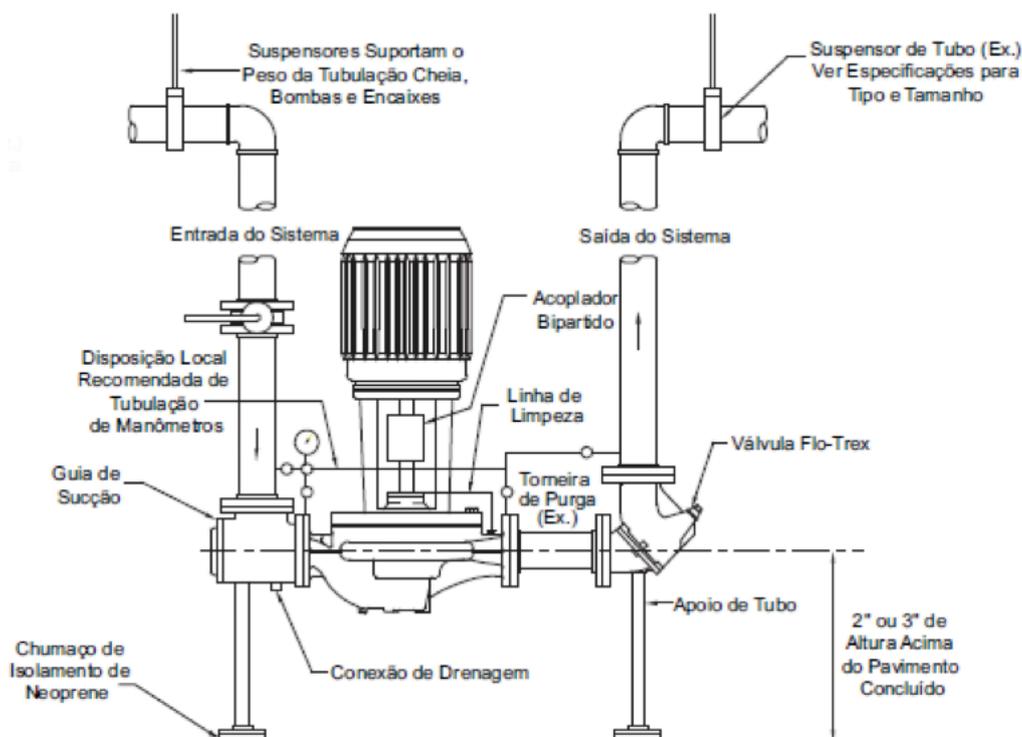


Fig. 2.4 Com suportes de tubulação adicionais

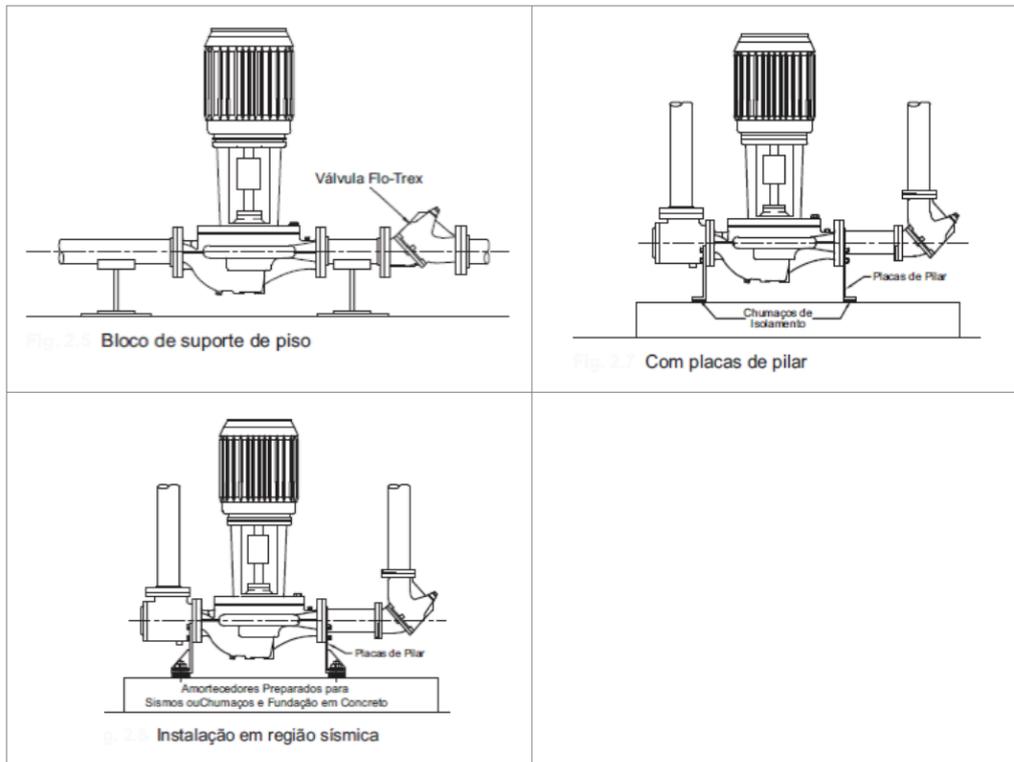
Fonte: Fabricante Armstrong

Opção 4:

Para as opções de bomba instalada diretamente do piso, devem ser aplicadas para bomba de água de condensação, em que a torre de resfriamento esteja praticamente no mesmo nível de instalação da respectiva bomba de condensado.

Observações:

- A bomba não deve encontrar fixa de forma rígida;
- Deverá existir um espaço entre o apoio ou prever instalação de neoprene debaixo da bomba;
- Importante que a tubulação seja instalada de forma que a bomba não se torne um suporte para a respectiva tubulação.



Fonte: Fabricante Armstrong

Torres de Resfriamento

A base para torre de resfriamento pode ser dividida em 02 opções / recomendações, sendo:

- Torre em Chapa de Aço – Instalação de 02 (dois) perfis “I” ou base de concreto no comprimento da respectiva torre.
- Torre em Fibra de Vidro – Base contínua em concreto.

A altura da base deverá ser a maior possível para permitir a bomba “afogada”, evitando a entrada de ar – caso a bomba seja instalada praticamente no mesmo nível da respectiva torre.

Amortecedores de vibração deverão ser instalados embaixo do perfil da base da torre quando instaladas diretamente na laje – a ser avaliado pelo especialista de HVAC, sendo específico para cada projeto.

Condicionadores de Ar de Gabinete e Caixa Ventiladora

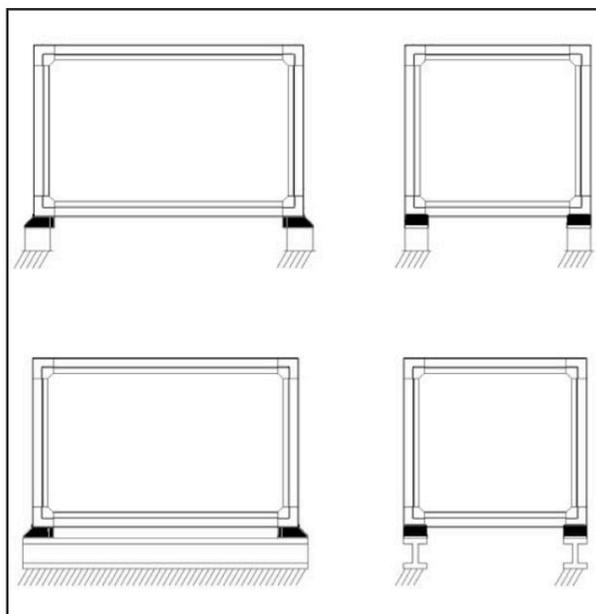
A base para condicionador de ar de Gabinete (AHU, Fancoil e/ou Evaporadora de Alta Capacidade e Caixa Ventiladora) deverá ser executada considerando o dimensional do respectivo equipamento e recomendações do Fabricante, principalmente em relação aos pontos de apoio na base.

Atenção especial a condicionadores de ar instalados em piso/laje existente, devendo sempre ser avaliado a necessidade ou não de reforço estrutural.

O equipamento deverá ser apoiado sobre uma superfície nivelada.

Para equipamentos de baixa capacidade (entre 2 a 15 TR – confirmar detalhes com respectivo Fabricante) podem ser utilizados apoios individuais como sapatas, calços ou perfis tipo “I”.

Importante determinar a altura correta da base de forma a permitir a adequada drenagem do sistema de condensado – *Maiores detalhes consultar Recomendação Técnica Sistema de Drenagem da SMACNA.*



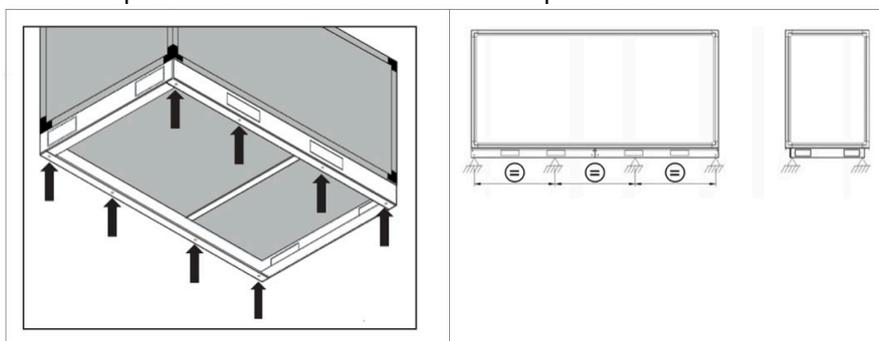
Fonte: Fabricante Carrier

Para equipamentos de maior capacidade (acima de 20 TR – confirmar detalhes com respectivo Fabricante) as unidades normalmente são fornecidas com base metálica em toda a extensão. Desta forma, o equipamento deve ser apoiado por toda a extensão da base, sobre uma superfície nivelada.

Deverá ser previsto amortecedores de vibração / manta de borracha entre o piso e a respectiva base do equipamento. A quantidade dos pontos de apoio deve ser confirmada especificamente para cada equipamento e respectivo Fabricante.

A correta distribuição dos apoios é fundamental para o perfeito funcionamento do equipamento. Não executar apoio somente pelas extremidades.

As distâncias entre os apoios deverão ainda ser equidistantes.



Fonte: Fabricante Carrier

Observação Importante:

Caso o posicionamento de amortecedores de vibração seja instalado de forma irregular e/ou apenas nas extremidades do módulo, poderá ocasionar problemas ao produto, entre eles: empenamento, flexão, quebra de mancais, desgaste do sistema de transmissão, ruídos excessivos, vibrações, etc.

Unidades Resfriadoras

Chiller a Ar / Água

A base para Unidade Resfriadora (Chiller) com condensação a ar deverá ser efetuada em base com fundação plana, nivelada e com massa de 1,5 a 2 vezes o peso em operação do Chiller.

A fixação do Chiller na respectiva base (concreto), deverá ser efetuada por parafusos chumbadores, seja o Chiller instalado diretamente no piso e/ou em laje.

No caso de instalação de Chiller em perfil de aço, a fixação deverá ser efetuada diretamente no perfil com parafuso adequado para a respectiva aplicação.

Chiller instalado diretamente ao nível do piso, próximos a gramados e/ou terra, deverá receber proteção em todo o perímetro, seja com execução de calçada e/ou adição de pedriscos de forma a evitar aspiração de grama e/ou terra pelo condensador – válido para Chiller a Ar.

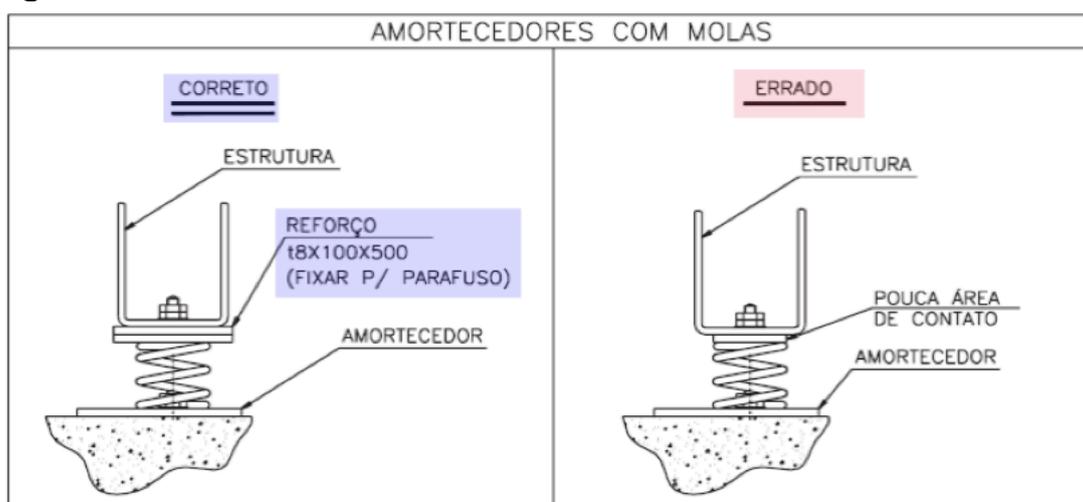
Em todo o perímetro de instalação da unidade deverá ser previsto de canal de drenagem.

Importante atentar as observações dos respectivos Fabricantes quanto a posição do centro de gravidade da unidade / módulo e respectiva distribuição de peso nos apoios.

Amortecedores de Vibração

A instalação de dispositivo de amortecimento (amortecedores de vibração) é opcional e deverá ser avaliado especificamente para cada projeto pelo especialista de HVAC.

Caso seja avaliado a necessidade de utilização de amortecedores de vibração do tipo molas helicoidais, deverá ser observado e instalado reforço para aumentar a área de contato, com intuito de evitar danos a estrutura do equipamento. Ver indicação na figura a seguir:



Fonte: Fabricante JCI Hitachi

Condensador a Ar - de Sistema VRF (Variable Refrigerant Flow) e Convencional

A base para Unidade Condensadora a Ar deverá ser efetuada em base com fundação plana, nivelada e com massa de 1,5 a 2 vezes o peso em operação da Condensadora.

A base sob a unidade deverá ser instalada de forma a ultrapassar pelo menos em 20cm

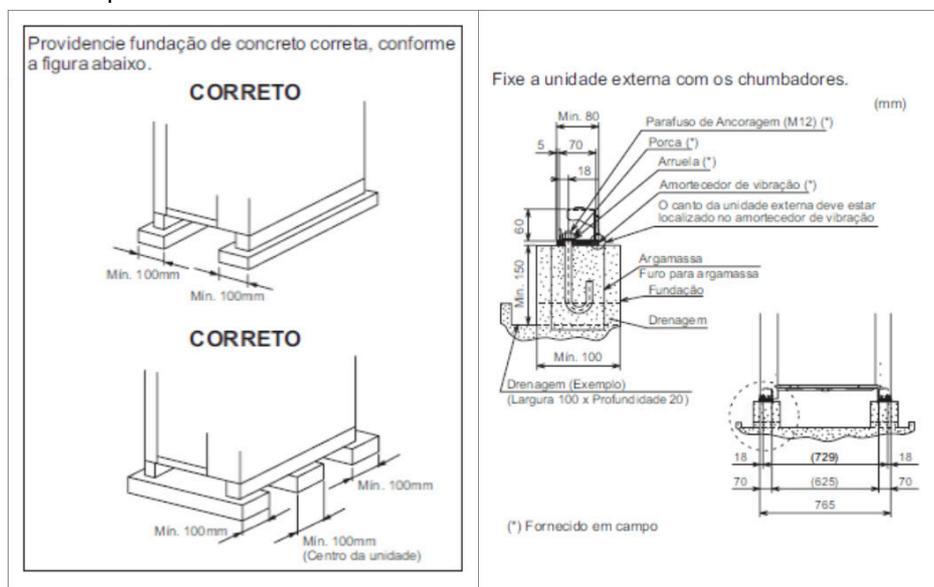
todo o perímetro do equipamento.

A altura da base deverá ser 15cm do piso (mínimo).

Em todo o perímetro de instalação da unidade deverá ser previsto canal de drenagem.

A fixação do Condensador na respectiva base (concreto), deverá ser efetuada por parafusos de fundação, seja o Condensador instalado diretamente no piso e/ou em laje.

Todos os apoios deverão encontrar-se nos cantos e no centro da unidade. Não utilizar apoio somente nos quatro cantos.



Fonte: Fabricante JCI Hitachi

Condicionador Rooftop

A instalação de unidade condicionadora de ar tipo *Rooftop* normalmente é executada em apoio especial denominado *Curb*. O sistema de apoio *Curb* deve ser dimensionado especificamente para cada tipo de equipamento, seguindo as recomendações do Fabricante.

Neste caso deverá ser efetuada inteiração de compatibilização direta com o fornecedor do sistema de apoio (*Curb*), normalmente de fornecimento do executor de telhado / cobertura.

Atentar que para instalação do *Rooftop* no respectivo *Curb*, com relação a sequência de montagem e implantação de acessórios específicos, previstos e definidos por cada Fabricante do condicionador.

No caso de instalação de *Rooftop* diretamente no piso / laje, seguir as recomendações do Fabricante com execução de base em concreto ou perfil de aço (altura mínima de 20cm), com amortecedor de vibração (borracha), calha de drenagem etc.

Anotações

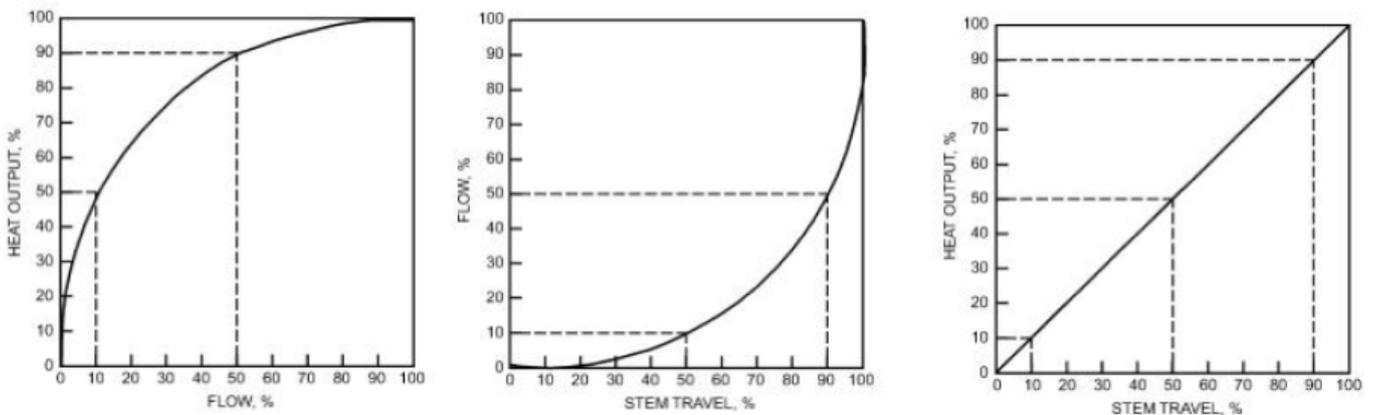
A presente Recomendação Técnica possui objetivo orientativo. A respectiva aplicação deverá ser avaliada por especialista do Setor HVAC.

O Balanceamento Hidráulico deve ser previsto pelo Especialista dos Sistemas HVAC visando principalmente garantir o sucesso do projeto, gerando conforto para os usuários, investimento adequado e otimizado durante a execução/implantação dos sistemas e custo operacional reduzido.

As válvulas reguláveis possuem a função de garantir o fluxo necessário em cada unidade terminal.

O Balanceamento hidráulico garante que todos os componentes estejam harmonizados e equalizados.

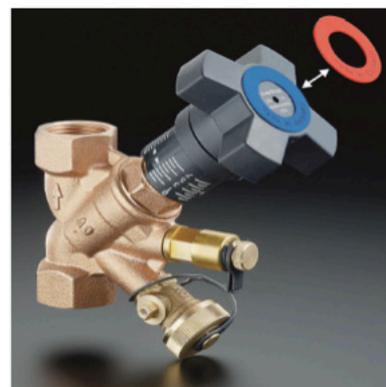
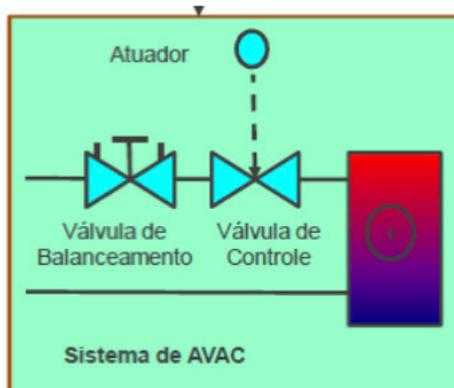
Importante destacar o conhecimento do sistema em relação a característica (não linear) de um trocador de calor, considerando que a válvula de controle terá a função de compensar, visto apresentar características opostas.



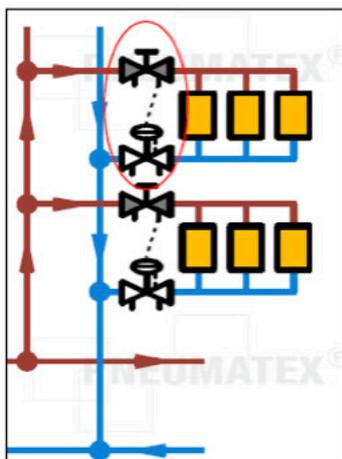
Fonte: ASHRAE Handbook – HVAC Systems and Equipment

Válvulas de Balanceamento Estático

Normalmente utilizadas para ajustes de vazões operando a plena carga e instalada em série com a válvula de controle. Esta válvula possui a função de compensar as perdas do sistema, independente da posição da Unidade Terminal encontrar-se próxima do sistema de bombeamento ou mais afastada.



Em um sistema complexo, de forma a evitar uma queda na pressão do sistema hidráulico e manter uma pressão diferencial o mais constante e estável possível, considerando o sistema utilizando válvula de balanceamento estático, deve se prever a utilização de válvulas reguladoras de pressão diferencial. Esta constância e estabilidade da pressão diferencial garantirá a vazão de projeto de forma dinâmica no sistema, mesmo considerando a variação de carga térmica.



Sempre que houver intervenção no sistema hidráulico o Balanceamento Hidráulico deverá ser refeito, de forma a garantir as vazões conforme projeto para cada terminal.

Válvula de Balanceamento

Diâmetros de ½" até 2"

Válvulas de balanceamento hidráulico de assento inclinado, corpo em bronze ou latão resistente a de zincagem, à prova de corrosão, com a estanqueidade do assento garantida por anel de vedação em EPDM, com conexão através de rosca.

Deverá permitir as funções de pré-ajuste, medição de vazão e perda de carga, corte do fluxo de fluido e dreno.

Os pontos para tomada de pressão deverão ser permanentes e auto estanques.

O volante deverá ser em poliamida com indicação digital do número de voltas. Possuir pino para travamento e memorização da posição de regulação.

Pressão máxima de trabalho de 16bar / 20bar / 25bar, dependendo das pressões máximas do sistema e faixa de temperatura de -20°C até 150°C.

Deverá ser previsto o isolamento térmico da válvula para o circuito de sistema de água gelada e/ou água quente.

Diâmetros de 2 ½" até 14"

Deverá permitir as funções de pré-ajuste, medição de vazão e perda de carga, corte do fluxo de fluido.

Válvula de balanceamento hidráulico de assento inclinado, corpo em Ferro Fundido Nodular com cabeçote, cone de fechamento e haste em corpo em bronze ou latão resistente a de zincagem. A estanqueidade do assento deverá ser garantida por cone com juntas em borracha EPDM, com conexões através de flanges.

Os pontos para tomada de pressão deverão ser permanentes, auto estanques e localizados no flange.

O volante deverá ser em poliamida com indicação digital do número de voltas e dos décimos de volta.

Possuir pino para travamento e memorização da posição de regulagem.

Pressão máxima de trabalho de 16bar / 20bar / 25bar, dependendo das pressões máximas do sistema e faixa de temperatura de -20°C até 150°C .

Deverá ser previsto o isolamento térmico da válvula para o circuito de sistema de água gelada e/ou água quente.

Válvula Reguladora de Pressão Diferencial

Deverá ter a função de manter constante o diferencial de pressão nos circuitos ou ramais, garantindo uma melhor autoridade das válvulas de controle e possibilitando a montagem de conjunto válvula de controle / atuador com “close-off” menor, de forma a gerar um melhor funcionamento do sistema e uma maior economia de energia.

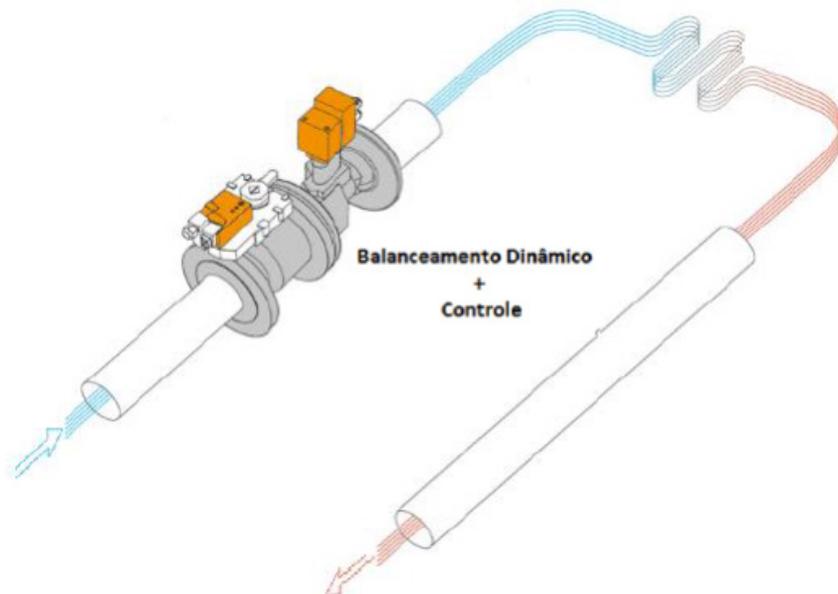
As válvulas deverão além de regular a pressão diferencial, possuir um ponto para medição de pressão / temperatura e executar a função de bloqueio sem a perda da regulagem.

A pressão máxima de trabalho deve ser 16bar / 20bar / 25bar, dependendo das pressões máximas do sistema e faixa de temperatura entre -20°C até 150°C , com as vedações e a membrana em EPDM, sendo a mola em aço Inox.

Nas dimensões até $\varnothing 2''$, as válvulas deverão ser todas em bronze ou latão resistente a de zincagem, e as conexões com rosca BSP. As válvulas acima $2 \frac{1}{2}''$ deverão ter o corpo em ferro fundido nodular e o cabeçote em bronze ou latão resistente a de zincagem.

Válvulas de Balanceamento Dinâmico

As válvulas independentes de pressão são as mais utilizadas e especificadas nos atuais projetos de sistemas VAC, pois possuem a função de garantir a vazão de projeto, independente da variação de pressão no sistema.



Válvula de Controle Independente de Pressão para Fancoils

Válvula de Controle Independente de Pressão duas vias (V2V) com balanceamento dinâmico. Independentes de pressão para diâmetros até 2", com conexão rosca BSP, e diâmetro de 2 ½" e acima, conexão flange, e ajuste de vazão (faixa definida especificamente por cada Fabricante), com feedback de VAZÃO através de sinal 0 a 10Vcc ou 4 a 20mA, ou por meio de protocolo de comunicação serial.

A vazão máxima poderá ser regulada/ balanceada em campo exatamente ao ponto de saturação do trocador.

A pressão máxima de trabalho de 16bar / 20bar / 25bar, dependendo das pressões máximas do sistema e faixa de temperatura entre -20°C até 150°C, com até 50% de glicol e diferencial de pressão entre 0,20 até 6,0 bar.

Recursos Técnicos Adicionais

Alguns recursos técnicos adicionais podem ser avaliados pelo Especialista HVAC para implantação no projeto, dependendo de necessidade específica para cada projeto.

Entre os recursos, podemos indicar:

BTU-meter – para rateio de custos ou levantamento de curva de carga térmica específico;
Controle do Delta T, entre a alimentação e retorno do trocador de calor;
Comunicação serial RS485, Protocolo *BACnet* ou *MODBUS*;
IoT, conexão de internet e disponibilização de informações em "nuvem".

Aplicação

- Unidades Condicionadoras de Ar Tipo *Fancoil*;
- Unidade de Tratamento de Ar – UTA;
- Vigas Frias;
- Superfícies Radiantes;
- Conectores;
- Outros.

A presente Recomendação Técnica possui objetivo orientativo. A respectiva aplicação deverá ser avaliada por especialista do Setor HVAC.

Dutos de Sistema de Exaustão Mecânica – Sistema Com Geração de Gordura

Construção

Os dutos deverão ser construídos em chapas de aço carbono preta ou aço inoxidável, no mínimo, bitola de 16 (espessura de 1,37 mm) e bitola 18 (espessura 1,09 mm) respectivamente, sendo sua execução totalmente soldada, tanto nas juntas longitudinais como transversais de união entre diferentes seções.

Não deverá ser utilizado nas redes de duto:

- Veias direcionais internas.

De forma a possibilitar a sua limpeza interna, deverá ser instalada uma porta de visita de 60x30 cm a cada 150cm de comprimento de duto, sendo esta porta de visita flangeada e aparafusada com parafusos de latão do tipo “borboleta”.

No caso de dutos com dimensões que impossibilitem a confecção de aberturas com as dimensões acima, estas deverão possuir a maior dimensão possível, porém não inferior a 10 cm em um dos lados.

As aberturas deverão ser preferencialmente posicionadas na parte inferior dos dutos. Os dutos verticais deverão possuir dreno de gordura (bujão) no ponto inferior.

Suportação

Deverá ser através de tirantes executados em cantoneiras ou vara roscada + perfis cantoneira na horizontal, sendo o tipo e dimensões definidos em função da largura do duto e de sua distância em relação ao ponto de fixação. Não será aceito o uso de fitas metálica perfuradas para apoio dos dutos.

Não será permitida também a fixação do duto ao tirante por meio de parafusos ou outro elemento que provoque a perfuração do duto, devendo este ser apoiado no tirante. Esta medida visa manter a integridade do duto.

Os tirantes deverão ser fixados na laje ou vigas, com espaçamento máximo de 1,5 metros.

Isolamento Térmico

O isolamento térmico das redes de dutos, quando requeridos de acordo com a *Tabela 6 – Requisitos básicos dos sistemas de exaustão da NBR 14.518 – 2019* deverão atender às seguintes especificações:

- Construção menor que quatro pavimentos – Classe de resistência ao fogo mínima de 1 hora;
- Construção com quatro ou mais pavimentos – Classe de resistência ao fogo mínima de 2 horas.

Entre as opções de isolamento térmico podemos destacar:

A presente Recomendação Técnica possui objetivo orientativo. A respectiva aplicação deverá ser avaliada por especialista do Setor HVAC.

A Recomendação Técnica a seguir possui objetivo de indicar as principais características de sistema de extração de fumaça relacionado a rede de dutos e acessórios. O Especialista os Sistemas HVAC deverá sempre consultar as Instruções Técnicas do Corpo de Bombeiros local para complemento e detalhamento de um Projeto.

Construção

As características de construção para rede de duto deverão apresentar estanqueidade satisfatória do ar, materiais incombustíveis e ter resistência interna à fumaça e gases quentes de 60 minutos.

Todos os dutos deverão ser testados quanto a estanqueidade, de acordo com indicação na Norma DW 143 e Manual da SMACNA.

A resistência interna do duto considera a fumaça á temperatura de 70°C para edificação dotada de sistema de chuveiros automáticos e 300°C nos demais casos.

Dutos Para Transporte de Fumaça a 70°C:

Os dutos deverão ser construídos em chapas de aço galvanizada, obedecendo às recomendações da Norma Brasileira NBR 16.401 e SMACNA.

Dutos Para Transporte de Fumaça a 300°C:

Os dutos deverão ser construídos em material específico que atendam as recomendações quanto a resistência para transporte de fumaça a 300°C, considerando as recomendações da Norma Brasileira NBR 16.401 e SMACNA.

No caso de utilização de flanges na união entre as diferentes seções, deverá ser utilizado para permitir a adequada estanqueidade silicone de resistência a alta temperatura – referência Silicone Acético Vermelho Alta Temperatura.

Suportação

Deverá ser através de tirantes executados em cantoneiras ou vara roscada + perfis cantoneira na horizontal, sendo o tipo e dimensões definidos em função da largura do duto e de sua distância em relação ao ponto de fixação.

Não será permitida também a fixação do duto ao tirante por meio de parafusos ou outro elemento que provoque a perfuração do duto, devendo este ser apoiado no tirante. Esta medida visa manter a integridade do duto.

Os tirantes deverão ser fixados na laje ou vigas, com espaçamento máximo de 1,5 metros.

Todo o sistema de suportação deverá possuir a mesma resistência ao fogo previsto para a rede de duto, principalmente devendo possuir o mesmo isolamento térmico aplicado ao respectivo duto.

A presente Recomendação Técnica possui objetivo orientativo. A respectiva aplicação deverá ser avaliada por especialista do Setor HVAC.

Dutos de Sistema de Pressurização de Escadas

A Recomendação Técnica a seguir possui objetivo de indicar as principais características de sistema de pressurização de escadas de emergência relacionado a rede de dutos e acessórios. O Especialista dos Sistemas HVAC deverá sempre consultar as Instruções Técnicas do Corpo de Bombeiros local para complemento e detalhamento de um Projeto.

Construção

As características de construção para rede de duto deverão apresentar estanqueidade satisfatória do ar, materiais incombustíveis e aspectos construtivos conforme recomendações da SMACNA e ABNT NBR 16.401.

Todos os dutos deverão ser testados quanto a estanqueidade, de acordo com indicação na Norma DW 143 e Manual da SMACNA.

As chapas de aço dos dutos devem possuir costuras longitudinais lacradas à máquina.

Suportação

Deverá ser através de tirantes executados em cantoneiras ou vara roscada + perfis cantoneira na horizontal, sendo o tipo e dimensões definidos em função da largura do duto e de sua distância em relação ao ponto de fixação.

Não será permitida também a fixação do duto ao tirante por meio de parafusos ou outro elemento que provoque a perfuração do duto, devendo este ser apoiado no tirante. Esta medida visa manter a integridade do duto.

Os tirantes deverão ser fixados na laje ou vigas, com espaçamento máximo de 1,5 metros.

Todo o sistema de suportação deverá possuir a mesma resistência ao fogo previsto para a rede de duto, principalmente devendo possuir o mesmo isolamento térmico aplicado ao respectivo duto.

Isolamento Térmico

O isolamento térmico das redes de dutos deverá atender todas as Recomendações Técnicas das Instruções Técnicas do Corpo de Bombeiros do local de implantação dos sistemas, considerando basicamente:

- Evitar que a elevação da temperatura na superfície interna do duto não alcance 140°C (temperatura média) e 180°C (temperatura máxima), acima da temperatura ambiente.
- Garantir resistência ao fogo por 2 horas.

Entre as opções de isolamento térmico podemos destacar:

A presente Recomendação Técnica possui objetivo orientativo. A respectiva aplicação deverá ser avaliada por especialista do Setor HVAC.

Introdução

Damper Corta Fogo possui objetivo de isolar determinados ambientes contra o fogo e/ou fumaça em sistemas e instalações de ar condicionado, ventilação e exaustão mecânica, pressurização de escadas e extração de fumaça de emergência.

O Damper (registro) Corta Fogo deve ser ensaiado para caracterização da resistência ao fogo seguindo os procedimentos da: *ABNT NBR 6479:1992 – Portas e vedadores – Determinação da resistência ao fogo.*

O teste existe para comprovar e certificar que o damper é capaz de evitar a transferência de fogo, fumaça e controle do aumento de temperatura entre um setor e outro, por um determinado período. Desta forma, a certificação deverá ser apresentada pelo Fabricante do damper sempre que o especialista HVAC achar pertinente.

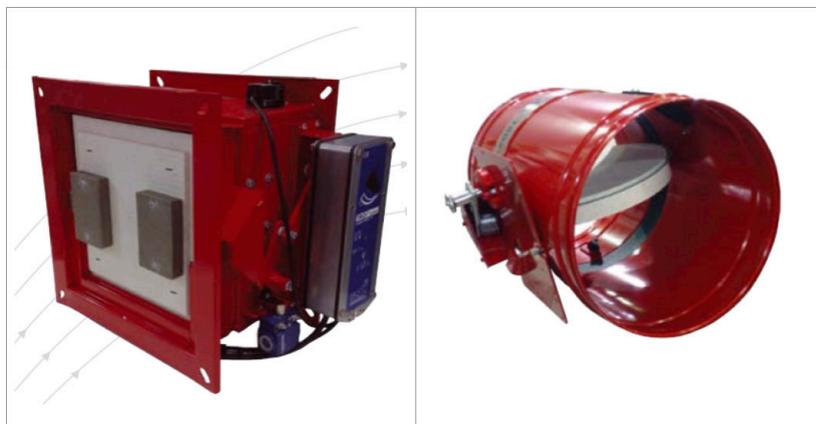
O acionamento poderá ocorrer:

- Através de fusível térmico (certificado ou padronizado pela Norma UL55), conforme temperatura de disparo a ser definida.
- Solenóide elétrica 24VCC ou 220V.
- Motor elétrico.
- Pistão pneumático e outros.

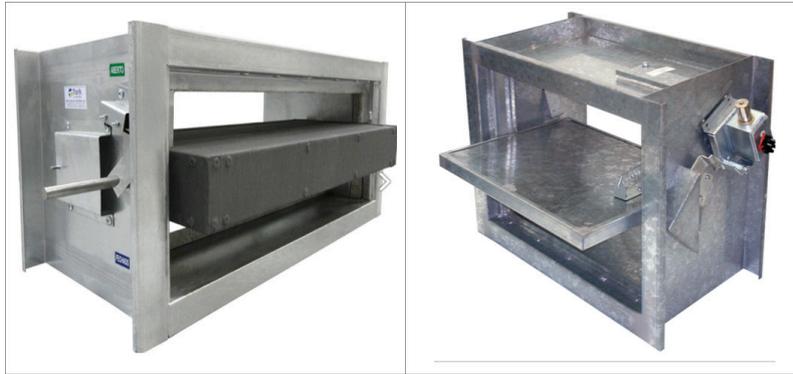
Todos os dampers deverão possuir Certificados e Testes (conforme Normas específicas) que comprovem sua resistência, vedação e operação a uma determinada temperatura e tempo, quando expostos diretamente ao fogo.

Os dampers devem possuir Classe de Resistência ao fogo de: 30, 60, 90 e/ou =>120 minutos, de acordo com cada aplicação específica e definida pelo Especialista em HVAC, como determina a NBR da ABNT.

Modelos possíveis de damper corta fogo:



Fonte: Fabricante TROX



Fonte: Fabricante TORK

Especificação Técnica Damper Corta Fogo

Deverão ser dotados, mas não limitados a estes componentes:

- Carcaça e acessórios em chapa de aço zincada, soldada, com espessura mínima de 1,5mm.
- Aleta em material termo isolante especial.
- Eixos em aço inoxidável AISI 304.
- Buchas em latão e material sintético.
- Elemento fusível com temperatura de rompimento de 72°C para ambientes de conforto, ou 142°C para ambientes de extração de fogo/fumaça que operam em alta temperatura (aplicação e temperatura normalmente prevista).
- 2 Chaves Fim de Curso (aberto / fechado).
- Motor com retorno por mola com chaves fins de curso integradas. Tempo de abertura máximo 75 seg. Motor : U= 220Vac, 70 W Max.
- Solenóide elétrica permanentemente desenergizada, operado através de pulso elétrico de sensor de fogo instalado internamente.

Especificação Técnica Atuador - Damper Corta Fogo

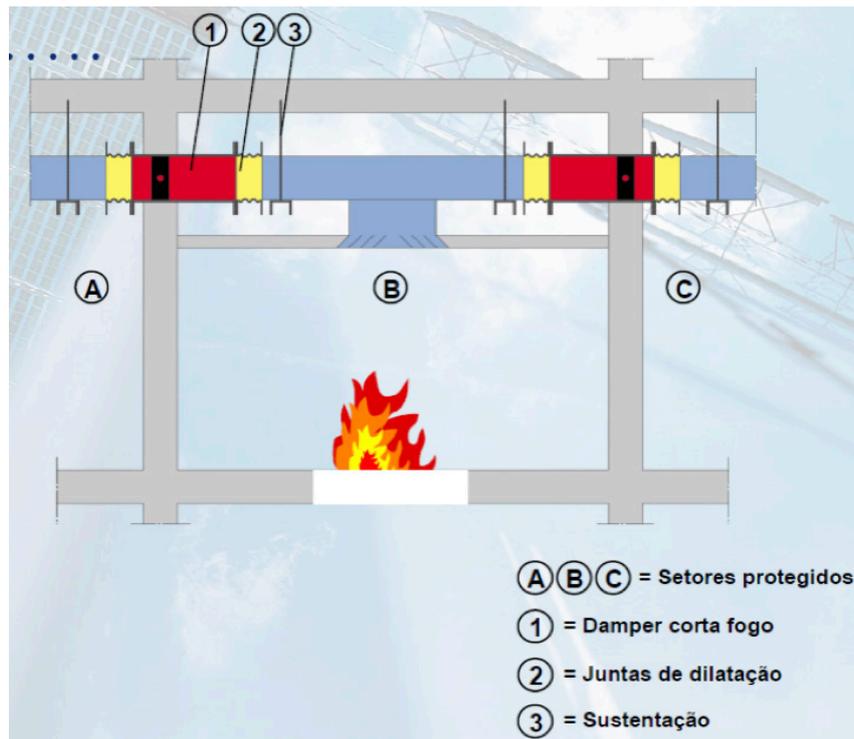
A seguir características técnicas mínimas para Atuador para Damper Corta fogo:

Alimentação 230VAC e 24 VAC/DC.

- Potência: de 2,5 a 5W.
- Tempo de atuação: até 25 segundos.
- Tempo de atuação retorno por mola: até 15 segundos.
- Classificação de Temperatura: listado pelas normas americanas UL555 e UL555S para uma temperatura até 350°F [177°C].
- Mecanismo de bloqueio para operação manual do atuador em caso de queda de energia.
- Switch auxiliar opcional para indicação de posição.
- Material: Constituído em Aço (Alumínio é inaceitável).
- Normas padronizadas: ISO 9001, Americana UL873, ou UL60730 ou Europeia EN 15650:2010-09.
- Padrão ISO 9001 e Certificação UL, CAN/CSA, CE e EC.

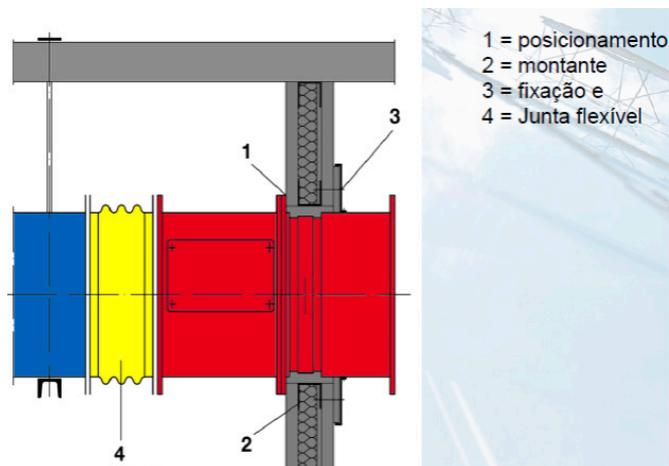
Aplicação

Aplicação de damper corta fogo protegendo ambientes adjacentes:

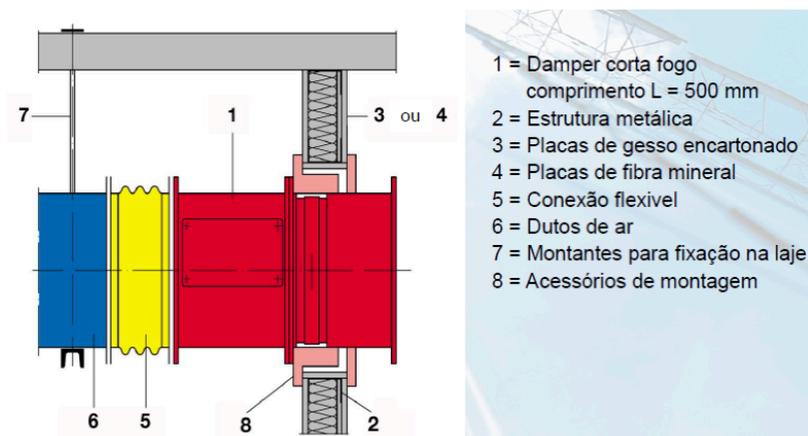


Fonte: Fabricante Trox

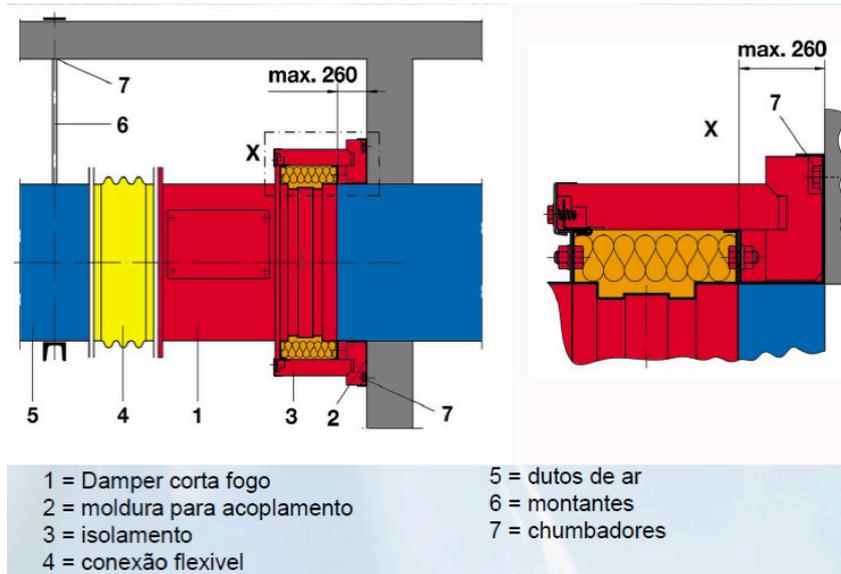
A seguir opções/exemplos de montagem de Damper Corta fogo



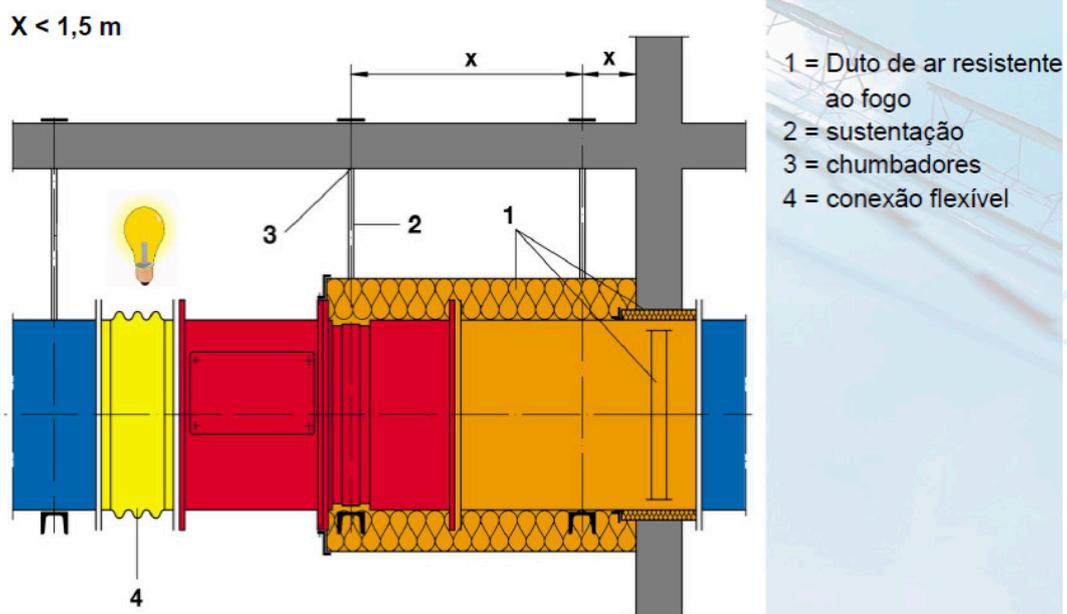
Montagem em Divisórias / Paredes de Shafts



Montagem em Paredes Drywall



Montagem na frente de paredes maciças e lajes



Montagem afastado de paredes e lajes

Anotações

A presente Recomendação Técnica possui objetivo orientativo. A respectiva aplicação deverá ser avaliada por especialista do Setor HVAC.

Introdução

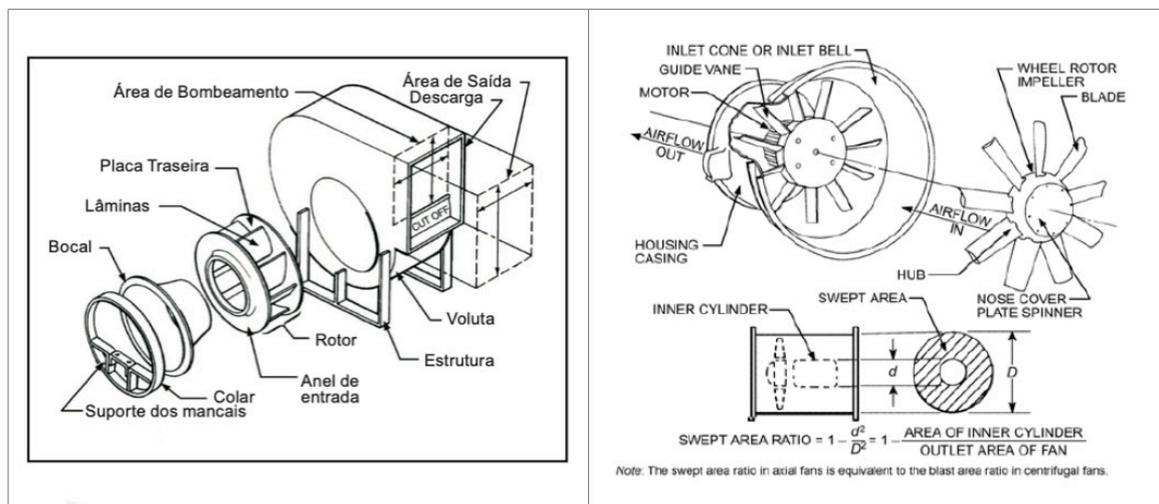
A presente Recomendação Técnica (RT) possui o objetivo de apresentar as principais observações, mas não limitadas a estas, sobre a aplicação de ventiladores em sistemas de HVAC.

O presente documento é complementado pelas RT`S listadas a seguir, sendo:

- SMACNA RT12.2_v1.1 - Ventiladores Centrífugos.
- SMACNA RT12.3_v1.1 - Ventiladores Centrífugos Direto.
- SMACNA RT12.4_v1.1 - Ventiladores Axiais.
- SMACNA RT12.5_v1.1 - Ventiladores IN-LINE.
- SMACNA RT12.6_v1.1 - Ventiladores Plenum Fan.
- SMACNA RT12.7_v1.1 - Ventiladores - Acessórios.
- SMACNA RT12.8_v1.1 – Caixas Ventiladoras.
- SMACNA RT12.9_v1.1 – Ventiladores Sistemas de Emergência.

Componentes de um Ventilador

A Figura a seguir apresenta as principais partes e componentes de um ventilador (centrífugo e axial), considerando que podem possuir diferentes tipos de rotores, vazões específicas, pressão estática disponível, rendimento, níveis de ruído etc.



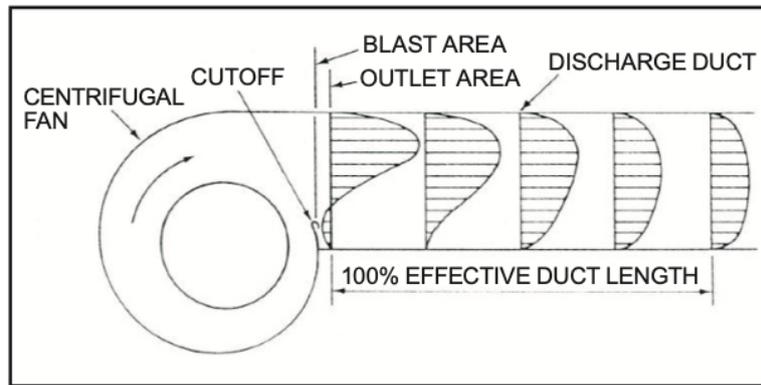
Fonte: ASHRAE Handbook – 2020 HVAC System & Equipment

Efeito do Sistema

Trata-se de vórtices formados devidos à instalação próxima de:

- Montagem de curvas;
- Plenos na sucção e/ou descarga de ar.

A figura abaixo representa o Efeito do Sistema, que deve ser considerado na elaboração do projeto, considerando a consequência de não haver pressão estática disponível suficiente no sistema.



Fonte: ASHRAE Handbook – 2012 HVAC System & Equipment

Seleção de Ventilador

O especialista de sistemas HVAC deve se atentar aos conceitos gerais para a correta seleção e especificação de ventilador.

Um dos critérios de seleção mais importantes para ventiladores é o uso de energia.

Os principais parâmetros básicos exigidos para o selecionamento de um ventilador são:

- Vazão de ar do sistema (m³/h, CFM ou L/s);
- Potência para movimentar o ar pelo sistema – pressão total ou estática (mmCA, Pa ou pol.CA).
- Velocidade de descarga (m/s ou FPM) – verificar observação em item específico a seguir.

Entretanto, deve-se avaliar também:

- Tipo de rotor mais adequado a respectiva aplicação e;
- O rendimento mecânico (desempenho), de forma a reduzir o consumo de energia em sua operação.

O desempenho do ventilador é uma função da densidade do ar na sua aspiração. Desta forma, fatores que afetam a densidade do ar como: pressão barométrica, temperatura e umidade relativa, deverão ser previstas e informadas pelo especialista. Caso contrário, o fabricante de ventiladores irá assumir o ar em condições padrão (ar seco a 20°C e pressão barométrica de 760mmHg).

No selecionamento do ventilador podemos considerar dois métodos, sendo:

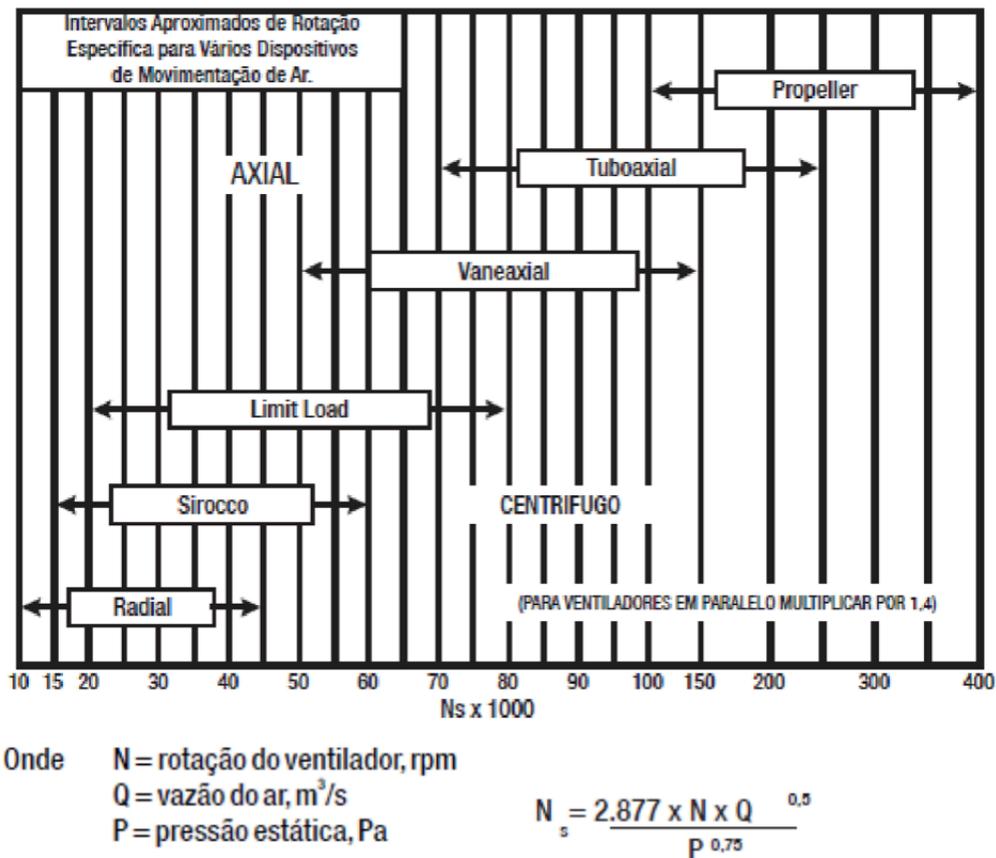
- **Método de seleção pela rotação específica – voltada ao selecionamento do tipo de ventilador.**

O método utiliza de simulações de rotações motoras padrão disponíveis. A partir destas simulações, as rotações específicas correspondentes poderão ser calculadas e, assim, utilizadas com as curvas de desempenho básicas para selecionar a vazão do ventilador e o rendimento para a respectiva pressão estática e densidade do ar.

Normalmente utilizado para ventiladores maiores com acionamento direto.

Método não recomendável para ventiladores acionados por dispositivos dotados de variação de velocidade (polia variável e correias em V usadas na maioria dos sistemas HVAC).

Fig. 1- Gráfico de Rotação Específica



Intervalos de rotação específica com melhor rendimento para vários tipos de dispositivos de movimentação ar:
 Fonte: Manual Técnico OTAM S&P

Método de seleção do ar equivalente – para obter o tamanho do ventilador.

Método para selecionar o tamanho do ventilador e que utiliza das Leis dos Ventiladores. Resultados estes que podem ser facilmente obtidos recorrendo-se às Tabelas ou Curvas de Seleção disponibilizadas pelos respectivos fabricantes de ventiladores. Atentar que normalmente são baseadas em ar padrão.

Após as considerações no selecionamento terem sido estabelecidas (exigência de espaço, aplicação do ventilador, vida útil etc.) o ventilador mais adequado será no ponto de rendimento máximo, ou ligeiramente à direita, na curva de desempenho.

Requisitos Mínimo para Adequada Seleção de Ventilador pelo Fabricante

No intuito do Fabricante de Ventilador ofertar a opção que melhor atenda a aplicação definida pelo Especialista em HVAC, deverão ser fornecidas as informações essenciais indicadas a seguir, mas não limitadas a estas para definição final de aquisição do equipamento, sendo:

- Vazão do Ar (L/s, m³/s, m³/h ou CFM).
- Pressão de trabalho (Pa ou mmCA).
- Velocidade de descarga (m/s ou FPM).
- Densidade do ar/gás (kg/m³).
- Altitude do local de instalação do ventilador (metros).
- Natureza do gás, se não for ar.
- Nível de ruído máximo.

- Tipo de ventilador e disposição (posição aspiração e descarga, arranjo etc.).
- Tipo de acionamento.
- Resistente ou não a intempéries.

Conclusão

Os métodos acima são para aplicação manual de seleção. Muitos fabricantes possuem programas / softwares específicos para selecionamento e devem ser utilizados, considerando que normalmente o fator determinante na seleção final seja a economia, devendo ser avaliado em complemento:

- Custo inicial de cada ventilador;
- Acessórios exigidos: atenuador acústico, isoladores de vibração, base, motor etc.
- Custo de instalação;
- Custo de energia durante a operação e;
- Custo de manutenção.

Outro ponto muito importante é com relação a velocidade de descarga (m/s) adotada e limitada pelo Especialista em HVAC no intuito de se manter o nível de ruído dentro do limite também máximo estabelecido.

Neste caso, deve ser avaliado em conjunto com a velocidade de descarga, o respectivo desempenho / rendimento do ventilador, para as opções propostas no selecionamento. Em muitos casos, com velocidade de descarga um pouco superior a estabelecida, se obtém um ventilador com maior desempenho / rendimento entre as opções disponibilizadas e mantendo o nível de ruído máximo definido.

Desta forma, a velocidade de descarga não deve ser o único limitando para obtenção de um ventilador com menor nível de ruído.

No exemplo a seguir, as três opções de ventiladores disponibilizados pelo software do Fabricante apresentaram o mesmo nível de pressão sonora de 88 dB(A).



	DIAM	VEL. DESC (m/s)	REND. (%)	RPM	VEL. PERIF (m/s)	POT. ABS. (cv)
1)	450	9,14	81,29	2439	57,49	8,66
2)	400	11,57	86,52	2828	59,24	8,27
3)	355	14,69	87,03	3382	62,88	8,44

Fonte: Software de Seleção de Ventiladores.

Por fim, também devem ser observadas a rotação e a potência absorvida (BHP) máximos para o rotor / ventilador, considerando que ao longo da sua via útil do equipamento, pode ser necessário alterar a rotação, evitando seleção muito próximo ao limite de classe construtiva e se a potência especificada permitirá futuros aumentos da respectiva rotação.

Anotações

A presente Recomendação Técnica possui objetivo orientativo. A respectiva aplicação deverá ser avaliada por especialista do Setor HVAC.

Ventilador Centrífugo – Acionamento Por Correias e Polias

Os ventiladores do tipo centrífugo, devem seguir as características construtivas e operacionais de acordo com as indicações específicas para cada projeto elaborado pelo especialista HVAC, devendo todas as informações técnicas constarem nas folhas de dados.

Todas as seleções deverão ser feitas tomando como base os parâmetros operacionais básicos contidos também nas folhas de dados tais como: rotações máximas, velocidade de descargas máximas, rendimento, nível sonoro etc.

Cada ventilador deverá possuir, basicamente, as seguintes características:

- Deverá ter todo o conjunto mecânico montado sobre uma única base de aço incluindo:
 - motor elétrico de acionamento;
 - acoplamento entre motor e ventilador através de correias e polias em “V”;
 - base do motor com esticador das correias;
 - protetor das correias.
- O rotor deverá ser apoiado em eixo de aço carbono 1045, com mancais de rolamentos do tipo auto-alinhantes com lubrificação permanente.
- O acoplamento entre o motor elétrico e o ventilador deverá ser através de correias e polias em “V” sendo as correias dimensionadas de tal forma a permitir um fator de segurança de pelo menos 1,5.
- O motor elétrico deverá ser do tipo “Auto Rendimento”, trifásico com rotor em gaiola, para tensão, frequência, potência e demais características operacionais e construtivas de acordo com a folha de dados constante no presente Memorial Descritivo.
- Para motor com potência igual ou menor a 5 HP, a polia do motor elétrico deverá ser do tipo regulável, de modo a permitir o ajuste da rotação de trabalho do ventilador.
- A transmissão deverá ser protegida por um protetor que envolva todas as correias, sendo sua parte lateral dotada de grade para possibilitar a visualização do estado das correias.
- A transmissão deverá também ser provida de uma base regulável para o motor elétrico, de modo a permitir que as correias sejam periodicamente esticadas.
- Para motor elétrico com potência igual ou superior a 7,5 HP, recomenda-se prever o fornecimento e instalação de banco de capacitores para correção do fator de potência.

Os ventiladores deverão ser estática e dinamicamente balanceados com as polias já instaladas, sendo esta operação de balanceamento realizada numa rotação 1,5 vezes maior do que a rotação prevista para o trabalho.

A instalação do ventilador deverá ser realizada de acordo com o indicado nos desenhos do projeto, principalmente relacionado a base de apoio e/ou implantação de amortecedores de vibração, apoio sobre molas etc.

Os amortecedores de vibração (caso aplicável) deverão ser dimensionados, especificados e fornecidos pelo instalador, em função do equipamento efetivamente comprado.

A presente Recomendação Técnica possui objetivo orientativo. A respectiva aplicação deverá ser avaliada por especialista do Setor HVAC.

Os ventiladores do tipo centrífugo de acionamento direto, devem seguir as características construtivas e operacionais de acordo com as indicações específicas para cada projeto elaborado pelo especialista HVAC, devendo todas as informações técnicas constarem nas folhas de dados.

Todas as seleções deverão ser feitas tomando como base os parâmetros operacionais básicos contidos também nas folhas de dados tais como: rotações máximas, velocidade de descargas máximas, rendimento, nível sonoro etc.

Deverão ter todo o conjunto mecânico montado sobre uma única base de aço, incluindo:

- o motor elétrico de acionamento;
- o ventilador propriamente dito.

O acoplamento entre o motor elétrico e o ventilador deverá ser direto.

Para ventiladores com vazão até 3.000 CFM (5.100 m³/h), o rotor deverá ser apoiado diretamente no eixo do motor elétrico.

Para ventiladores com vazão superior a 3.000 CFM (5.100 m³/h), o acionamento será por meio de luva elástica, sendo o eixo do rotor apoiado sobre mancais de rolamento do tipo auto-alinhante, com lubrificação permanente.

Os mancais, por sua vez, serão apoiados sobre estrutura fixa à base comum do motor-ventilador.

A base de aço do conjunto moto-ventilador deverá ser dotada de apoios anti-vibratórios – molas ou bases de borracha.

A conexão dos ventiladores aos dutos deverá ser feita através de lonas industriais de 16 onças.

Placa de Identificação

Em cada ventilador deverá haver uma placa de identificação, fabricada em aço inoxidável ou em alumínio, devendo conter no mínimo os seguintes dados:

- Marca, modelo e número de série.
- Vazão de ar (m³/h).
- Dados elétricos gerais (HP / V / A / Hz).

A presente Recomendação Técnica possui objetivo orientativo. A respectiva aplicação deverá ser avaliada por especialista do Setor HVAC.

Os ventiladores do tipo axial, devem seguir as características construtivas e operacionais de acordo com as indicações específicas para cada projeto elaborado pelo especialista HVAC, devendo todas as informações técnicas constarem nas folhas de dados.

Todas as seleções deverão ser feitas tomando como base os parâmetros operacionais básicos contidos também nas folhas de dados tais como: rotações máximas, velocidade de descargas máximas, rendimento, nível sonoro etc.

A estrutura deverá ser em chapa de aço carbono, rígida o suficiente para impedir transmissão de vibrações excessivas para os apoios e/ou suportes.

As pás deverão ser em alumínio fundido, do tipo "Airfoil", balanceadas estática e dinamicamente a uma rotação 1,5 vezes maior que a de trabalho.

Caso seja utilizada transmissão por polias e correias em "V", deverá ser provido um esticador e protetor para as correias.

A base de aço do conjunto moto-ventilador deverá ser dotada de apoios anti-vibratórios – molas ou bases de borracha.

Placa de Identificação

Em cada ventilador deverá haver uma placa de identificação, fabricada em aço inoxidável ou em alumínio, devendo conter no mínimo os seguintes dados:

- Marca, modelo e número de série.
- Vazão de ar (m³/h).
- Dados elétricos gerais (HP / V / A / Hz).

Aplicação

Ventilador tipo *Propeller* – aplicado para altos volumes de ar com pouca ou nenhuma pressão estática diferencial.

Ventiladores tipo *tuboaxiais* e *vaneaxiais* – atingem pressões mais elevadas, principalmente ventilador vaneaxial, por possuírem pás de guia (endireitadores) apresentam maior rendimento.

Anotações

A presente Recomendação Técnica possui objetivo orientativo. A respectiva aplicação deverá ser avaliada por especialista do Setor HVAC.

Os ventiladores do tipo Plenum Fan devem seguir as características construtivas e operacionais de acordo com as indicações específicas para cada projeto elaborado pelo especialista HVAC, devendo todas as informações técnicas constarem nas folhas de dados.

Todas as seleções deverão ser feitas tomando como base os parâmetros operacionais básicos contidos também nas folhas de dados tais como: rotações máximas, velocidade de descargas máximas, rendimento, nível sonoro etc.

Os ventiladores deverão ser do tipo centrífugo, de pás para trás "airfoil".

Deverão ter todo o conjunto mecânico montado sobre uma única base de aço incluindo:

- Estrutura metálica em perfis tipo cantoneiras, vigas U e I, com pés de apoio para suporte sobre molas.
- Motor elétrico de acionamento.
- Rotor tipo "airfoil"
- Acoplamento entre motor e ventilador através de correias e polias em "V".
- Base do motor com esticador das correias.
- Protetor das correias.

O acoplamento entre o motor elétrico e o ventilador deverá ser através de correias e polias em "V" sendo as correias dimensionadas de tal forma a permitir um fator de segurança de pelo menos 1,5.

A transmissão deverá ser protegida por um protetor que envolva todas as correias, sendo sua parte lateral dotada de grade para possibilitar a visualização do estado das correias.

A transmissão deverá também ser provida de uma base regulável para o motor elétrico, de modo a permitir que as correias sejam periodicamente esticadas, quando necessário.

Os ventiladores deverão ser estática e dinamicamente balanceados com as polias já instaladas, sendo esta operação de balanceamento realizada numa rotação 1,5 vezes maior do que a rotação prevista para o trabalho.

A conexão dos ventiladores as superfícies (paredes as quais estão conectados, por exemplo) deverá ser feita através de lonas industriais de 16 onças.

A instalação dos ventiladores deverá seguir o detalhamento indicados nos desenhos, específico para cada sistema.

A base do conjunto ventilador-motor deverá ser instalada sobre blocos de inércia apoiado sobre molas, sendo que o bloco de inércia deverá possuir duas vigas invertidas para apoio do ventilador, de forma que o rotor do mesmo fique mais afastado da superfície do referido bloco.

Para detalhamento do bloco de inércia, consultar Recomendação Técnica específica.

A presente Recomendação Técnica possui objetivo orientativo. A respectiva aplicação deverá ser avaliada por especialista do Setor HVAC.

As informações mínimas e essenciais para uma correta especificação de ventilador devem ser previstas e indicadas em projeto pelo Especialista em HVAC, de forma que o Fabricante possa fornecer o melhor equipamento que atenda a respectiva aplicação para a qual será destinado.

Encontra-se indicado na Recomendação Técnica: SMACNA RT12. - Ventiladores Orientações, as principais informações essenciais.

Em complemento as informações essenciais, no projeto e na especificação do ventilador devem constar todos os acessórios que irá compor o ventilador, de forma a evitar que um equipamento inadequado seja fornecido.

Dentre os principais acessórios que poderão ser previstos e indicados nas especificações de ventiladores, mas não limitados a estes, podemos destacar:

- Pés (PES):
 - Fixados a lateral do ventilador através de parafusos;
 - Fabricados em chapa de aço galvanizado.
- Flange de Descarga (FLD):
 - Fabricados em perfis de aço galvanizado e furação padrão;
 - Fornecimento Standard, de acordo com o padrão de cada Fabricante.
- Contra Frange de Descarga (CFD):
 - Fabricados em perfis de aço galvanizado e furação padrão idêntica a do flange de descarga.
- Quadro (QR):
 - Excelente acessório para montagem do ventilador;
 - Fabricados em perfis de aço galvanizado fixados ao ventilador com parafusos.
- Base Única (BU):
 - Base comum para ventilador e motor elétrico;
 - Fabricados em perfis de aço carbono totalmente soldados, pintura anticorrosiva em esmalte sintético de alta performance.
 - Devem ser fornecidas com trilhos de regulagem, de forma a adequar o alinhamento do motor elétrico e tensionamento das correias.
- Base Regulagem (BR):
 - Aplicável para alguns modelos de motor elétrico – limite de carcaça;
 - Instalada sobre o próprio corpo do ventilador;
 - Opção mais compacta em relação a Base Única (BU);
 - Fabricados em chapas e perfis de aço galvanizado;
 - Permite o alinhamento do motor elétrico e tensionamento das correias.
- Polias e Correias (PEC):
 - Polias motora e movida fixas;

- Fabricadas em alumínio ou ferro fundido;
 - Correias;
 - Opção de polias motoras reguláveis para facilitar ajuste da rotação de trabalho do ventilador – sob consulta com respectivo fabricante.
- Protetor de Correias (PRC):
 - Fabricado integralmente em grade de aço galvanizado;
 - Importante contra qualquer toque acidental;
 - Deverá permitir: fácil visualização da condição física das correias, rápido processo de substituição e acesso livre para medição de rotação.
- Tela de Proteção na Aspiração (TLA):
 - Fabricado em aço galvanizado;
 - Importante e proteção eficaz contra qualquer toque acidental ou entrada de objetos estranhos.
- Porta de Inspeção (PIN):
 - Fabricada normalmente no mesmo material da carcaça do ventilador;
 - Deverá ser executada permitindo fácil remoção.
 - Importante definir na especificação a posição de instalação da porta de inspeção na carcaça.
- Dreno (DR):
 - Fabricado em aço galvanizado com rosca externa G ½”;
 - Instalado no extremo inferior da carcaça;
 - Detalhar altura de instalação do ventilador de forma a permitir o acesso ao dreno e respectiva remoção de condensados acumulados no interior do ventilador.
- Ligação Flexível de Descarga (LFD):
 - Fabricado com flanges em aço galvanizado e tecido plástico de alta resistência;
 - Função de eliminar qualquer possibilidade de transmissão de vibrações ou ruídos do ventilador para os dutos e vice-versa.
- Ligação Flexível de Aspiração (LFA):
 - Fabricado com flanges em aço galvanizado e tecido plástico de alta resistência;
 - Função de eliminar qualquer possibilidade de transmissão de vibrações ou ruídos do ventilador para os dutos e vice-versa.
- Flange de Aspiração (FLA):
 - Fabricado em chapas e perfis de aço galvanizado;
 - Acessório solicitado e devidamente especificado se necessário instalação direta de duto ou outro equipamento na aspiração do ventilador.
- Contra Flange de Aspiração (CFA):
 - Fabricado em perfis de aço galvanizado e furação idêntica a do flange de aspiração;
 - Acessório solicitado juntamente com ligação flexível de aspiração (LFA) ou com frange de aspiração (FLA).
- Proteção de Eixo (PRE):
 - Fabricado em grade galvanizada.
 - Disponível para alguns modelos de Arranjo de ventilador.

A presente Recomendação Técnica possui objetivo orientativo. A respectiva aplicação deverá ser avaliada por especialista do Setor HVAC.

Os ventiladores para os sistemas de emergência, sejam, sistemas de controle de fumaça e/ou sistemas de pressurização de escadas, deverão ser especificados e adquiridos considerando todas as recomendações constantes das Instruções Técnicas aplicáveis no local de implantação dos sistemas.

Os ventiladores deverão apresentar testes e respectiva aprovação de órgão competente de atendimento as especificações técnicas, que comprovem operação em sistema de emergência.

Normalmente, mas não limitados a estes parâmetros, para sistemas de pressurização de escadas e/ou controle de fumaça os ventiladores deverão ser construídos para operar a temperatura de 400°C por 2 horas, sem redução de capacidade de exaustão / ventilação para qual foi projetado.

Características de Construção dos Ventiladores de Emergência:

• **Ventilador do Tipo Centrífugo:**

- Mancais e rolamentos fora do fluxo de ar e protegidos por dissipador de calor;
- Gaxeta de vedação na carcaça de forma a evitar vazamento de gases;
- Rotor construído em aço especial com reforços para operação de gases de elevada temperatura;
- motor elétrico de acionamento para operar nas condições de elevada temperatura pelo período definido nas Instruções Técnicas. Referência: Linha *Smoke Motors*, fabricante WEG.

• **Ventilador do Tipo Axial:**

- Hélice fabricada em liga de alumínio especial ou aço especial;
- Rotor construído em aço especial com reforços para operação de gases de elevada temperatura;
- Motor com montagem no fluxo de ar ou fora do fluxo, dotado de material para operação em elevada temperatura;
- motor elétrico de acionamento para operar nas condições de elevada temperatura pelo período definido nas Instruções Técnicas. Referência: Linha *Smoke Motors*, fabricante WEG.

A instalação do ventilador deverá ser realizada de acordo com o indicado nos desenhos do projeto, principalmente relacionado a base de apoio e/ou implantação de amortecedores de vibração, apoio sobre molas etc.

A presente Recomendação Técnica possui objetivo orientativo. A respectiva aplicação deverá ser avaliada por especialista do Setor HVAC.

Introdução

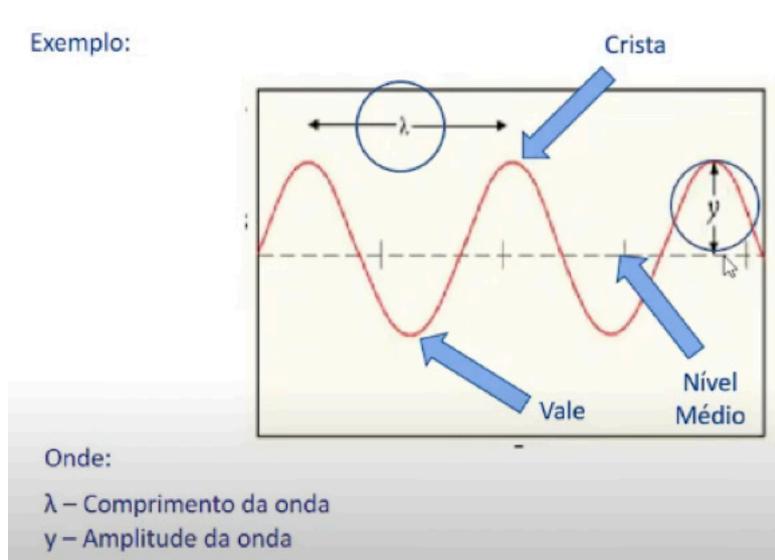
Os atenuadores de ruído deverão constar no projeto com todos os detalhes necessários para a respectiva aplicação, de forma que o Fabricante disponibilize o correto produto ao sistema.

Para melhor entendimento de atenuadores de ruído, descrevemos abaixo de forma sucinta, conceitos básicos que fazem parte de uma avaliação de um sistema de atenuação e respectivas informações mínimas que deverão constar nas especificações técnica do produto atenuador.

Acústica – Conceitos Básicos

Onda Sonora

Variação periódica de uma grandeza física, sendo composta por: Crista, Vale e Nível Médio.



Frequência (f)

Número de oscilações completas por segundo. A frequência é medida em ciclos por segundo (c.p.s) ou em Hertz (Hz).

$$f = 1/t$$

Som

O som, no caso de conceito como sensação sonora, que mais nos interessa na Acústica Arquitetônica, corresponde a qualquer variação de pressão que o ouvido humano possa detectar – sensação sonora captado pelo nosso aparelho auditivo.

A multiplicação do comprimento de onda pela frequência resulta na velocidade do som.

$$\lambda * f = c$$

λ - comprimento de onda / f - frequência

Potência Sonora e Pressão Sonora

Potência Sonora – Energia acústica total emitida por uma fonte por unidade de tempo (medida em watt – W). Valor não varia já que a potência sonora refere-se à *energia total emitida pela fonte*. Ao contrário do que acontece com a intensidade e a pressão sonora, a potência não depende do ambiente nem da distância da fonte.

Para efeito de cálculo de acústica utilizamos:

Nível de Potência Sonora – SPL = Sound Power Level – expresso em decibéis tomando como referência:

$$W_0 = 10^{-12} \text{ W (1 picowatt)}$$

Pressão Sonora – É a variação média (*RMS – root mean square*) da pressão em relação à pressão atmosférica. Medida em pascal (Pa) ou newtons por metro quadrado (N/m^2).

Nível de Pressão Sonora – SPL = Sound Pressure Level – expresso em decibéis tomando como referência:

$$P_0 = 20 \mu\text{Pa} = 2 * 10^{-5} \text{ N/m}^2$$

Nota:

Pressão Sonora é o que normalmente ouvimos, ou seja, nível de potência sonora já corrigido. Não normalmente utilizado em cálculo acústico direto. O nível de potência sonora é que utilizamos para determinação do cálculo exato.

Relação Entre Potência Sonora e Pressão Sonora

O nível de potência sonora da fonte é independente da sala, mas os níveis de pressão sonora dependem da nossa distância da fonte e das características da sala. Isso inclui o tamanho da sala e o quanto as superfícies da sala refletem ou absorvem o som.

Sound Power	Sound Pressure
 Power, W [W= J/s]	 Pressure, p L_p [N/m ² = Pa] [dB]
$L_w = 10 \log \frac{W}{W_0} \text{ dB}$	$L_p = 10 \log \frac{p^2}{p_0^2} \text{ dB}$
($W_0 = 1 \text{ pW}$)	($p_0 = 20 \mu\text{Pa}$)

Audibilidade

O espectro da audição humana se estende aproximadamente de 20 Hz à 20.000 Hz (20 khz).

A capacidade de ouvir é variável segundo a frequência, isto é, um som de determinada intensidade pode não ser ouvido na baixa frequência e ser perfeitamente captado na alta.

Som mais fraco: 20 μ Pa

A Fórmula para transformação da variação de pressão sonora de “ μ Pa” para “dB” – *cálculo normalmente utilizado para denominação da medição de ondas sonoras* é:

$$L_p = 20 \log_{10} \left(\frac{P}{P_0} \right)$$

A seguir exemplo de transformação e tabela resumo correspondente.

μ Pa	dB
20	0
200	20
2.000	40
20.000	60
200.000	80
2.000.000	100
20.000.000	120
200.000.000	140

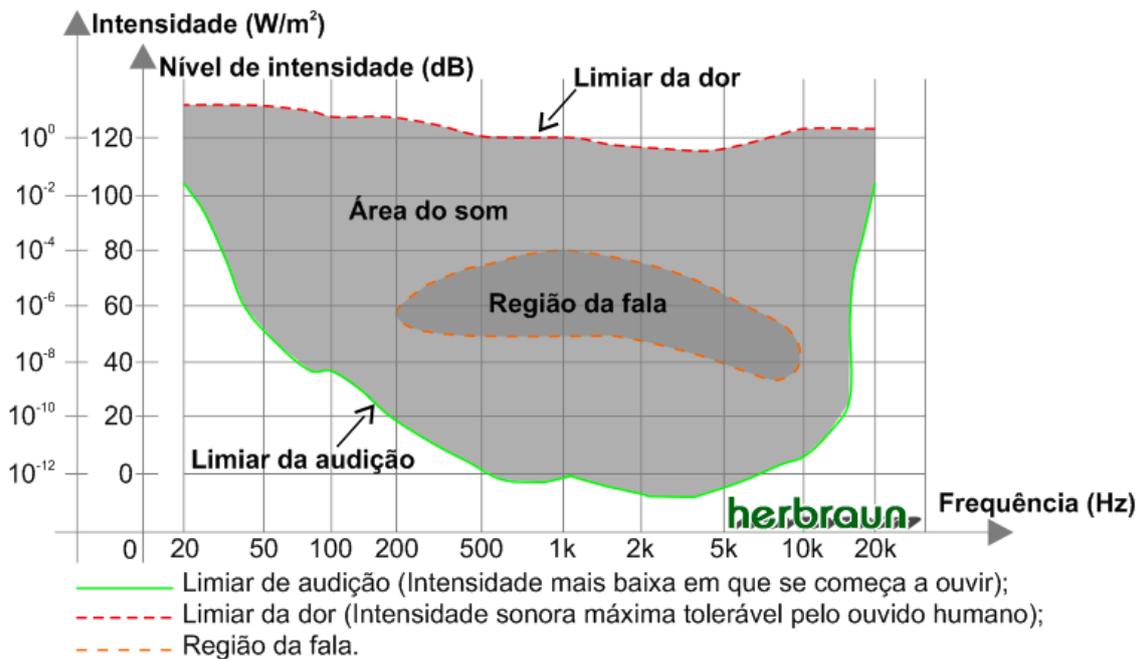
Exemplo:

$$L_p = 20 \log_{10} \left(\frac{P}{P_0} \right)$$
$$L_p = 20 \log_{10} \left(\frac{20.000}{20} \right)$$
$$L_p = 20 \log_{10} (1.000)$$
$$20 \times 3 = 60$$

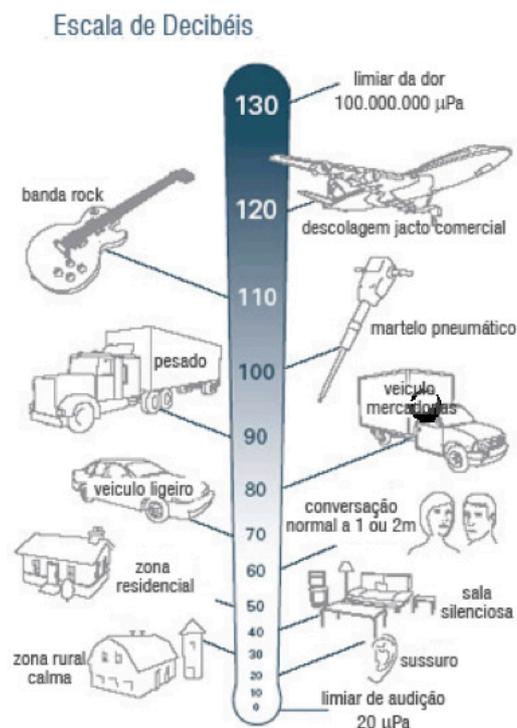
Outro fator importante é que existem faixas para as quais a capacidade auditiva é boa para a música e não o é para a fala (palavra falada). Outras são boas para ambas e outras, ainda, não servem para quaisquer das duas.

A figura abaixo representa a Faixa de Audibilidade médias do ouvido humano.

Faixa de audibilidade média do ouvido humano

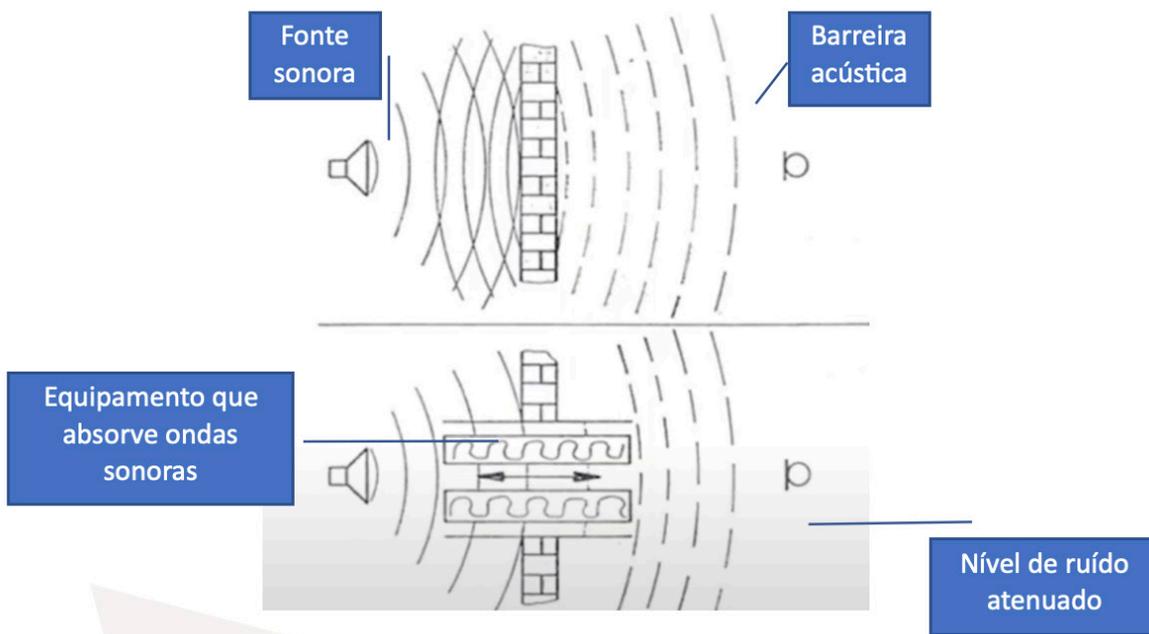


A seguir como referência indicamos Escala de Decibéis:



Propagação do Som

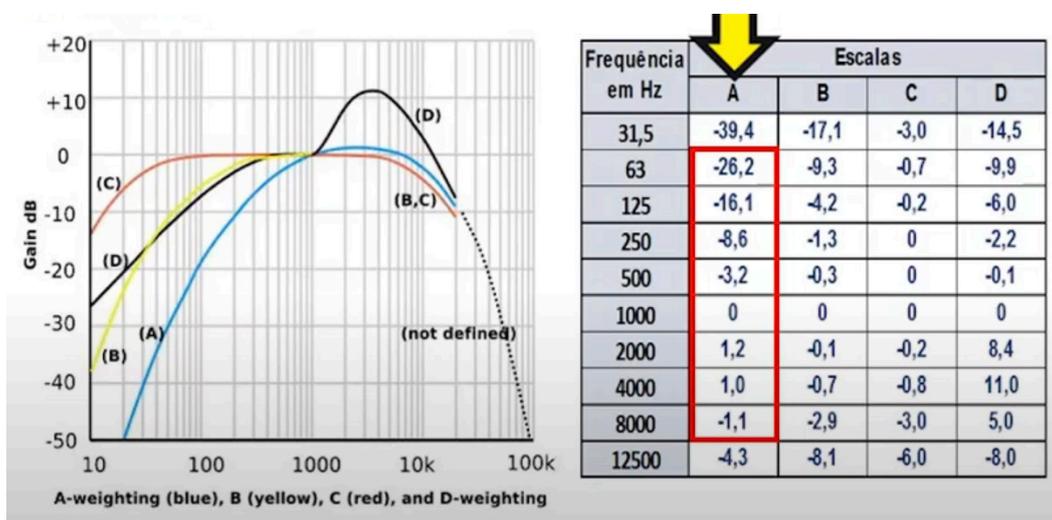
Considerando que a presente Recomendação Técnica possui objetivo de especificação técnica de material para atenuar ruído, no caso, atenuador de ruído para sistemas HVAC, indicamos de forma esquemática o que acontece quando incluímos um equipamento / material para respectiva atenuação.



Curvas de Ponderação ou de Compensação

São usadas para somar os diferentes valores de níveis de ruído por bandas de oitavas, corrigindo as características dos nossos ouvidos que não tem a mesma sensibilidade para ouvir em todas as faixas de frequência.

As escalas mais utilizadas para equipamentos dos sistemas HVAC ou similares são as Escalas C e A.

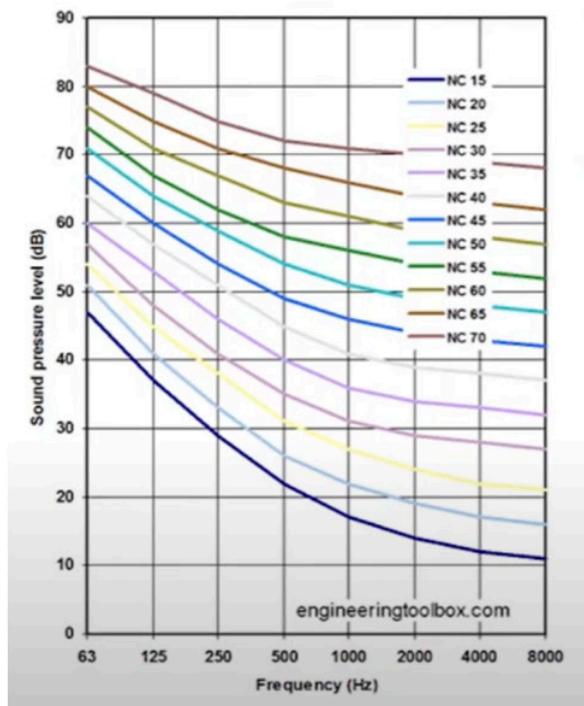


Critério de Ruído NC (Noise Criteria)

Estabelecido nos EUA para classificação de ruído interno como ruído de equipamentos de ar condicionado e similares.

O Método é baseado em uma medição dos níveis de pressão sonora em um conjunto de curvas de critérios indicados em gráfico que variam de frequência de 63 a 8000 Hz. Ou seja, as curvas de NC *definem os limites dos espectros de banda de oitava que não devem ser excedidos para atender a aceitação dos ocupantes.*

As Tabelas a seguir apresentam as curvas de NC nas respectivas frequências de 63 a 8000 Hz.



Curva NC	63 Hz dB	125 Hz dB	250 Hz dB	500 Hz dB	1 kHz dB	2 kHz dB	4 kHz dB	8 kHz dB
15	47	36	29	22	17	14	12	11
20	50	41	33	26	22	19	17	16
25	54	44	37	31	27	24	22	21
30	57	48	41	36	31	29	28	27
35	60	52	45	40	36	34	33	32
40	64	57	50	45	41	39	38	37
45	67	60	54	49	46	44	43	42
50	71	64	58	54	51	49	48	47
55	74	67	62	58	56	54	53	52
60	77	71	67	63	61	59	58	57
65	80	75	71	68	66	64	63	62
70	83	79	75	72	71	70	69	68

Normas Técnicas Brasileiras

Como referência de Normas Brasileiras em relação a Acústica podemos destacar:

NBR 10151/2.000 – “Acústica – Avaliação do ruído em áreas habitadas, visando o conforto da comunidade – Procedimento”

Tabela 1, como exemplo são definidos os parâmetros em função das áreas para níveis de ruídos máximos permitidos - períodos diurno e noturno.

Tabela 1 - Nível de critério de avaliação NCA para ambientes externos, em dB(A)

Tipos de áreas	Diurno	Noturno
Áreas de sítios e fazendas	40	35
Área estritamente residencial urbana ou de hospitais ou de escolas	50	45
Área mista, predominantemente residencial	55	50
Área mista, com vocação comercial e administrativa	60	55
Área mista, com vocação recreacional	65	55
Área predominantemente industrial	70	60

Fonte: NBR 10151/2.000

NBR 10152/1.987 – “Níveis de ruído para conforto acústico”

Tabela 1 a seguir destaque de Valores dB(A) e NC.

Tabela 1 - Valores dB(A) e NC

Locais	dB(A)	NC
Hospitais		
Apartamentos, Enfermarias, Berçários, Centros cirúrgicos	35-45	30-40
Laboratórios, Áreas para uso do público	40-50	35-45
Serviços	45-55	40-50
Escolas		
Bibliotecas, Salas de música, Salas de desenho	35-45	30-40
Salas de aula, Laboratórios	40-50	35-45
Circulação	45-55	40-50
Hotéis		
Apartamentos	35-45	30-40
Restaurantes, Salas de Estar	40-50	35-45
Portaria, Recepção, Circulação	45-55	40-50
Residências		
Dormitórios	35-45	30-40
Salas de estar	40-50	35-45
Auditórios		
Salas de concertos, Teatros	30-40	25-30
Salas de conferências, Cinemas, Salas de uso múltiplo	35-45	30-35
Restaurantes	40-50	35-45
Escritórios		
Salas de reunião	30-40	25-35
Salas de gerência, Salas de projetos e de administração	35-45	30-40
Salas de computadores	45-65	40-60
Salas de mecanografia	50-60	45-55
Igrejas e Templos (Cultos meditativos)	40-50	35-45
Locais para esporte		
Pavilhões fechados para espetáculos e atividades esportivas	45-60	40-55

Notas: a) O valor inferior da faixa representa o nível sonoro para conforto, enquanto que o valor superior significa o nível sonoro aceitável para a finalidade.

b) Níveis superiores aos estabelecidos nesta Tabela são considerados de desconforto, sem necessariamente implicar risco de dano à saúde (ver Nota a do Capítulo 1).

Fonte: NBR 10152/1.987

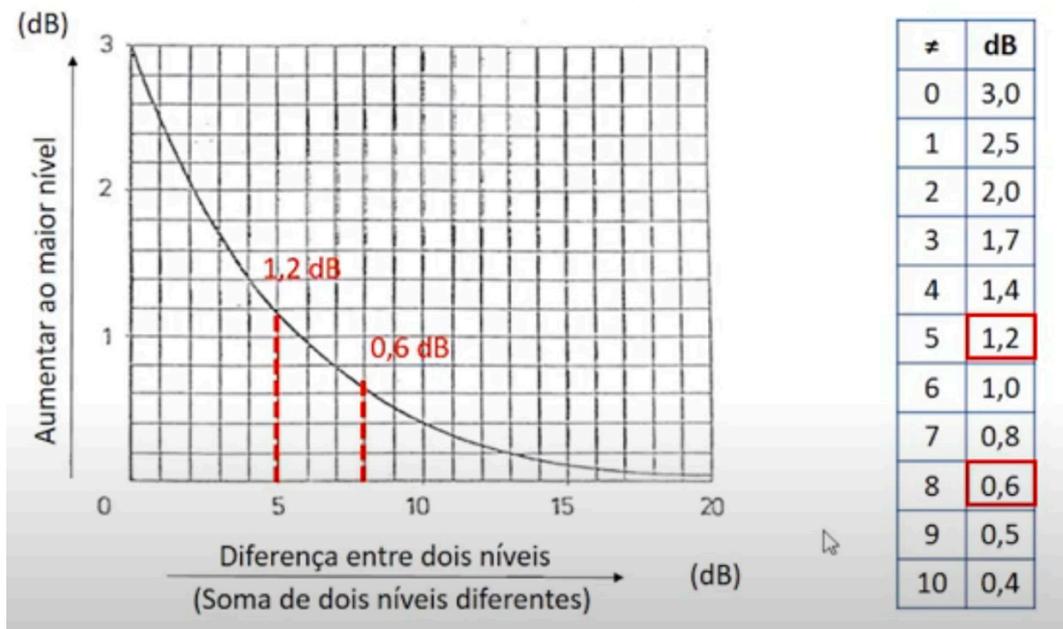
Correção dos Valores de dB – Fontes Sonoras

Para o correto selecionamento de Atenuador de Ruído, algumas premissas devem ser corrigidas em se tratando de fonte geradora de ruído. A correção ocorre através de somatória logarítmica, sendo:

Dois níveis de ruído (fontes) diferentes – fazer correção dos valores de dB por faixa de frequência.

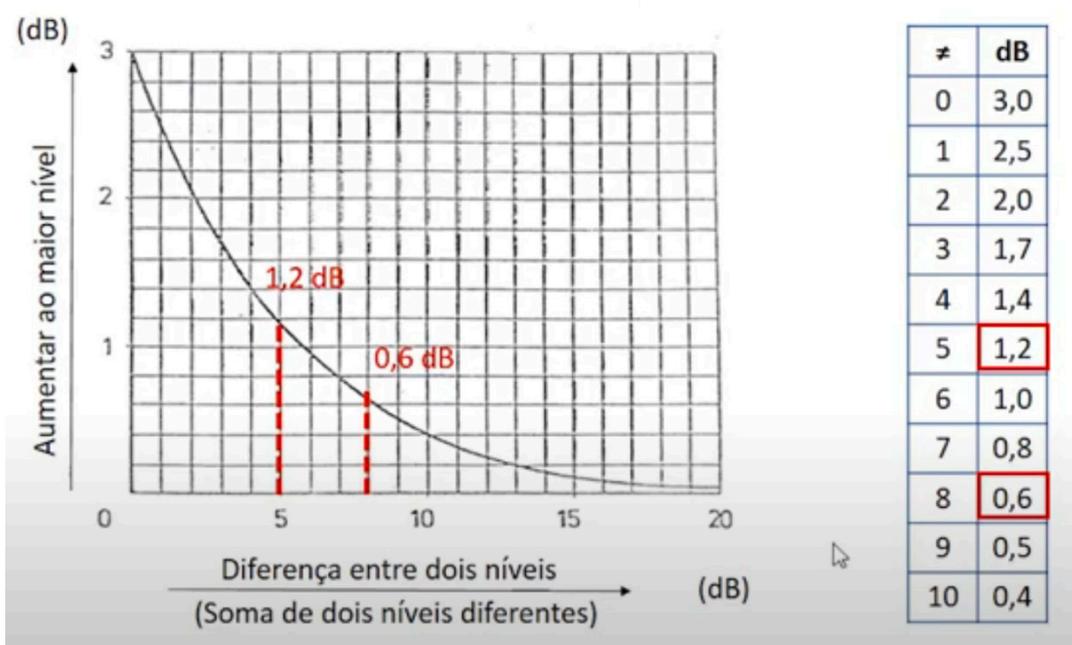
- Nota: Valores com diferença acima de 10 dB não será necessário fazer correção.

O gráfico a seguir indica o valor a ser acrescentado considerando a diferença entre dois níveis de fontes sonoras.



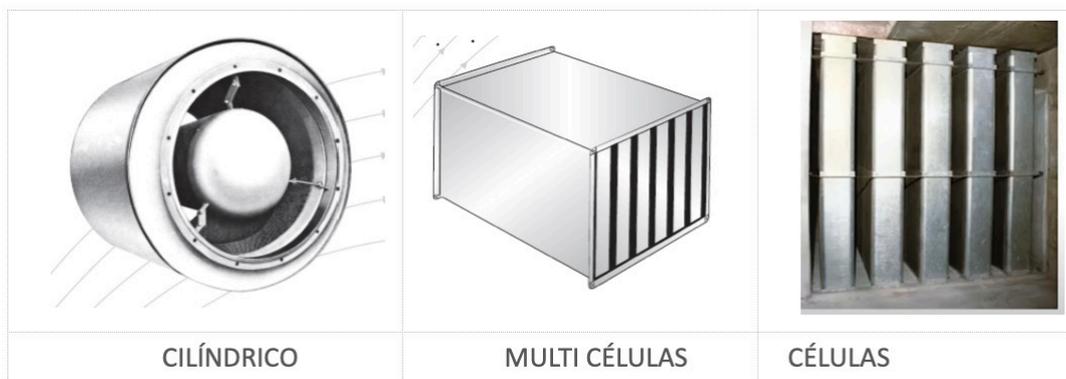
- Dois níveis de ruído (fontes sonoras) iguais – fazer correção dos valores de dB por faixa de frequência.
- Exemplo: 02 ventiladores instalados na mesma sala com características iguais.

O gráfico a seguir indica o valor a ser acrescido considerando número de fontes sonoras de níveis iguais.



Tipos de Atenuadores de Ruído

- Cilíndrico – Construção cilíndrica, com ou sem núcleo. Perda de carga mínima. Aplicação para ventiladores e dutos circulares;
- Multi Células – Construção retangular com células, dimensão padronizada. Aplicação para sistema de conforto e industrial;
- Células Atenuadoras – Construção modular, com possibilidade de selecionar a característica de atenuação. Aplicação para montagem em alvenaria ou dutos de qualquer dimensão.



Selecionamento

Para o correto selecionamento de Atenuador de Ruído, deverá ser definido e previsto pelo especialista de sistemas HVAC, o máximo de informações disponíveis para o respectivo sistema de aplicação, sendo basicamente (mas não limitados a estas):

- Vazão de Ar (m³/h ou CFM);
- Espectro de potência sonora por faixa de frequência em dB – informação fundamental.
- Avaliação de espaço físico disponível indicado em projeto / desenho.
- Perda de carga máxima aceitável após instalação.
- Posição que será efetuada a medição do ruído após a instalação do atenuador.
Exemplo: praticamente na fonte sonora ou a 10 metros do local de instalação.
- Pressão estática a qual o atenuador será submetido – *Exemplo: descarga de um ventilador. Atenção a sistemas com alta pressão que podem danificar as células de atenuadores, por exemplo, após instalação de ventilador Limit Load.*
- Nível de ruído desejado após a instalação do atenuador (em dB(A) ou NC)

Ferramentas disponíveis para o correto selecionamento:

- Software de selecionamento de Fabricantes;
- Apostila *Sound & Sense* – Específica Fabricante Trox.
- Planilhas de selecionamento em Excel de fornecimento de Fabricantes.

Atenuador de Ruído – Especificação Técnica

Tanto a carcaça externa quanto a interna dos atenuadores deverão ser em chapa de aço galvanizada, sendo a carcaça interna em chapa perfurada com revestimento posterior em véu de vidro.

Para aplicações especiais, principalmente na Indústria, deverão ser fabricados de carcaça soldada ou de aço inoxidável.

O espaço entre as carcaças deve ser preenchido com material de características acústico-absorvente e incombustível – lã mineral.

As conexões com os dutos devem ser através de colarinhos com flanges, integrados aos atenuadores.

Para maior atenuação, os atenuadores do tipo cilíndrico deverão ser dotados de um núcleo cônico com as mesmas características construtivas, devendo apresentar baixa resistência ao fluxo de ar.

A presente Recomendação Técnica possui objetivo orientativo. A respectiva aplicação deverá ser avaliada por especialista do Setor HVAC.

Características Técnicas / Construtivas

As caixas de volume de ar variável (VAV), deverão ser construídas em chapa de aço galvanizada com bitola adequada, devendo possuir isolamento térmico e acústico, de acordo com a respectiva aplicação.

O isolamento, quando aplicado (instalado de fábrica pelo respectivo Fabricante) deverá ser em placas de lã de vidro mineral, com espessura definida em análise com respectivo fabricante, considerando o local de implantação da VAV.

Opcionalmente, para redução de ruído regenerado, deve ser previsto atenuador de ruído, com corpo também em chapa de aço galvanizado e elementos atenuadores com lã de vidro.

Deverão ser providas de registros automáticos, motorizados para regulagem da vazão de ar, dotados de atuador proporcional, o qual operará em função do sensor de temperatura e do sensor de pressão diferencial.

As caixas deverão possuir um alto grau de estanqueidade e baixo (nível de ruído (NC) a ser definido pelo especialista HVAC considerando o local de aplicação, com controles do tipo “*pressure independent*”, eletrônicos, digitais.

Componentes

Deverá ser previsto e fornecido os seguintes equipamentos e materiais que deverão compor o sistema com a respectiva caixa de volume de ar variável:

- controlador eletrônico digital, contendo todas as interfaces necessárias.
- sensor de temperatura.
- atuador elétrico.
- sistema de fiação para recebimento de sinal.

A caixa de volume de ar (VAV) deverá ser fornecida de fábrica com:

- sensor de pressão diferencial;
- damper para controle de vazão.

A caixa de volume de ar variável (VAV) deverá ser entregue na obra totalmente completa (componentes) e montada. Desta forma, no caso de fornecimento de componentes serem fornecidos por empresas diferentes (instalador do sistema HVAC e instalador do sistema de supervisão e controle predial), todos os componentes de controle (controlador, atuador, fiação de envio de sinal ao atuador, etc.) deverão ser enviados ao respectivo Fabricante da VAV, de modo que estes elementos sejam também montados em fábrica na caixa.

Assim, a caixa deverá ser entregue na obra totalmente montada, bastando apenas sua instalação (pelo instalador do ar condicionado) e conexão ao sensor de temperatura ao controlador (montado preso à caixa), e deste ao bus de comunicação.

Importante que o procedimento acima esteja detalhado no Projeto pelo Especialista em HVAC.

Antes do início da montagem das caixas, deverá ser montado um protótipo, de modo a verificar-se todos os ajustes necessários, e aprovação pelas partes envolvidas.

A regulagem e calibração final das caixas na obra deverá ser realizada pelo instalador do sistema de ar condicionado, em conjunto com a elaboração e execução do TAB – Testes, Ajustes e Balanceamento dos Sistemas.

Controle da Caixa de VAV

O controle das caixas de volume de ar variável (VAV) deverá ser realizado por controladores digitais interligados ao bus de comunicação do SCSP – Sistema de Controle e Supervisão Predial.

Deverá ser fornecido um controlador para cada caixa ou um controlador atendendo simultaneamente a duas caixas no máximo (porém com loops de controle totalmente independentes).

As caixas de volume variável destinam-se ao atendimento setorizado de áreas condicionadas, de modo a controlar a temperatura ambiente (bulbo seco) das referidas áreas, de acordo com a demanda térmica das mesmas, definida pelo especialista de HVAC.

O controlador deverá executar as seguintes funções:

- Receber sinal proporcional de um sensor de temperatura (bulbo seco) instalado no ambiente condicionado. Os sensores deverão ser instalados no forro ou em paredes, e de forma a não receber influência de jato de ar condicionado (insuflação) ou influência de isolação direta.
- Receber sinal proporcional de um sensor de pressão diferencial (pressão dinâmica) instalado no interior da caixa (entrada de ar).
- Comandar a operação do damper da caixa de volume de ar variável, dotado de atuador elétrico, proporcional, em função:
 - do sinal proveniente do sensor de temperatura, controlar proporcionalmente o fluxo de ar através da caixa, de modo a manter a temperatura do ambiente dentro do set-point previsto;
 - do sinal proveniente do sensor de pressão, controlar proporcionalmente o fluxo de ar através da caixa, de modo a evitar que o mesmo, ultrapasse o limite previsto como vazão máxima (caixa com operação independente da pressão).
- Modificar o set-point de controle de temperatura do ambiente, em função de um sinal externo proveniente do computador central (via teclado ou programação horária/semanal) – a ser definido e especificado pelo especialista HVAC.

De modo a realizar as funções acima, os seguintes elementos de sensoriamento remoto e/ou atuação deverão ser fornecidos e instalados para cada caixa de VAV:

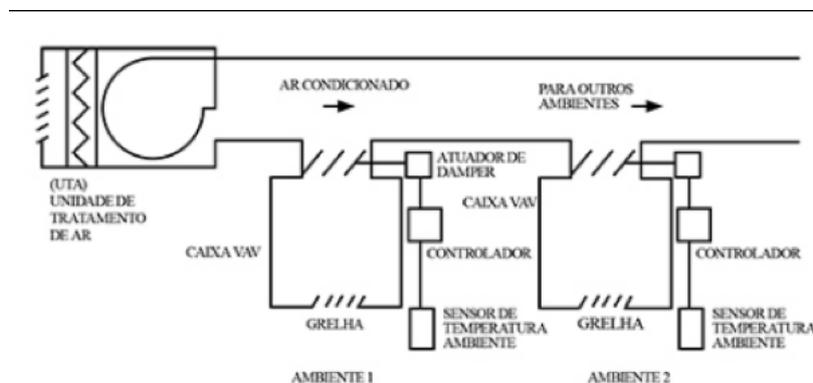
- Interface apropriada para recebimento de sinal proporcional de pressão do sensor instalado na caixa (sinal de pressão dinâmica do ar) e transformação do mesmo em sinal elétrico/eletrônico (transdutor).
- Todos os elementos necessários a captação do sinal de pressão do sensor, desde o ponto previsto na caixa (esperas) até o controlador.
- Deverá ainda ser previsto pontos para conexão de instrumento de calibração das caixas no campo.
- Um sensor de temperatura de ar (bulbo seco), para instalação no ambiente.
- Um atuador elétrico, proporcional, para o damper de controle de vazão da caixa.

Todo o escopo de fornecimento e instalação do sistema VAV (Caixa de Volume de Ar Variável, elementos de controle, sensores etc.) deverão encontrar-se a cargo do Instalador do Sistema HVAC, considerando que a caixa de volume de ar variável (VAV), conforme indicado acima, seja fornecida na obra montada e completa.

- Deverá ser ainda previsto a instalação dos seguintes equipamentos e materiais no local de implantação em complemento a caixa VAV completa:
- sensor de temperatura (instalado no forro ou parede);
- fiação para recebimento de sinal, etc.

Aplicação

Sistema de ar condicionado (controle de temperatura) – insuflação e retorno de ar.



Fonte: Honeywell Engineering

- Reaquecimento incorporado a VAV

O sistema de VAV, opcionalmente, pode ser dotado de reaquecimento do ar, através de resistências elétricas. Nesta condição, deve-se prever uma vazão mínima de ar para que a função de reaquecimento seja habilitada, de forma a proteger contra superaquecimento das resistências elétricas e possíveis danos ao sistema.

- Sistema VAV + DCV (Controle de ventilação por demanda).

A seguir indicação de proposta do correto posicionamento do sensor de pressão.

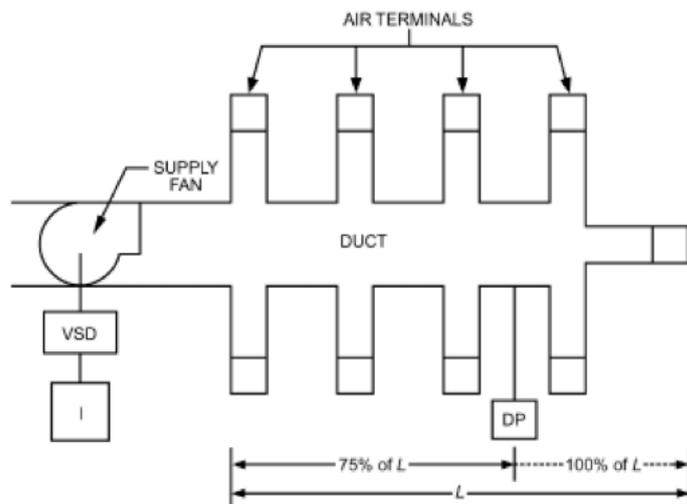
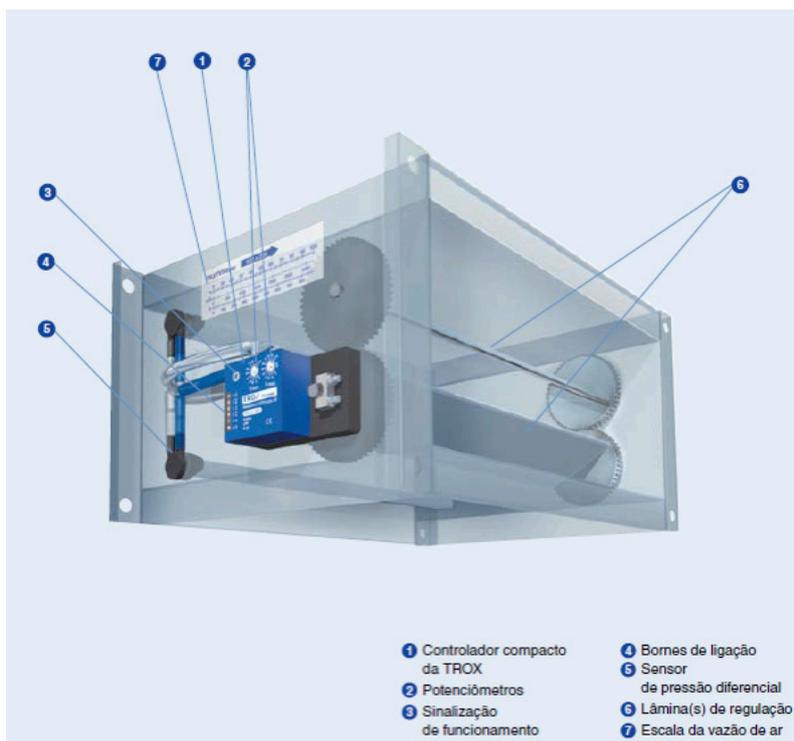


Fig. 15 Duct Static-Pressure Control

Fonte: 2011 ASHRAE Handbook – HVAC Applications. Design and Application of Controls

Modelos Caixa de VAV



Fonte: Fabricante Trox

Anotações

A presente Recomendação Técnica possui objetivo orientativo. A respectiva aplicação deverá ser avaliada por especialista do Setor HVAC.

Introdução

No presente documento indicamos as Recomendações Técnicas que devem ser consideradas, mas não limitadas a estas, para as eletrobombas modelo em linha (*IN-LINE*) utilizadas na circulação de água gelada (circuito único ou circuito secundário), circulação de água de condensação e/ou circulação de água de reposição.

Selecionamento de Eletrobombas

Todas as eletrobombas centrífugas em linha (*IN-LINE*) deverão ser devidamente selecionadas em conformidade com as especificações técnicas definidas em projeto pelo especialista HVAC. Desta forma, cabe ao especialista a correta e completa especificação do equipamento.

As curvas de desempenho deverão apresentar características estáveis e ser selecionadas em um ponto de maneira que a operação seja a mais eficiente possível.

Deverá ser evitada a seleção com impelidor máximo admissível para o tamanho da carcaça, de modo que, em caso de necessidade, seja possível a troca de impelidor, de maneira a obter maior altura manométrica total.

A eficiência no ponto de operação da bomba não deverá ser inferior a 10% da eficiência máxima possível para este impelidor e nunca menor do que a indicada nas especificações técnicas – folha de dados das eletrobombas.

Informações Técnicas

As informações a seguir deverão constar dos documentos de especificação das eletrobombas, sejam elas emitidas pelo Projetista e/ou Instalador dos Sistemas HVAC, sendo:

- Fabricante e Modelo selecionado e/ou de referência para o projeto;
- Características construtivas;
- Catálogo e/ou documento com a curva de capacidade e respectiva identificação do ponto de seleção;
- Características do motor elétrico: fabricante, modelo, potência, classe construtiva e de isolamento etc.

Características Construtivas

Deverá ser de um só estágio de bombeamento, tipo centrífugo, com seus materiais construtivos em conformidade com as pressões de trabalho e informações técnicas indicadas nos documentos do projeto e/ou nas folhas de dados.

Cada conjunto motor-bomba deverá ser montado sobre uma base integral rígida de aço ou ferro fundido.

As bombas do tipo monobloco serão acionadas diretamente pelo motor elétrico, devendo ser do tipo “back-pull out”.

As do tipo base-luva deverão possuir acoplamento entre o motor e a bomba através de luva flexível de fabricação “Falk” com espaçador e protetor do acoplamento.

Os motores elétricos deverão ser do tipo “Alto Rendimento”, trifásicos com rotor em gaiola, para tensão, frequência, potência e demais características operacionais e construtivas de acordo com as especificações técnicas e folha de dados.

Na fase de concepção e seleção deve se especificar corretamente o tipo de motor para cada eletrobomba considerando a opção: instalação internamente e instalação no meio externo (intempéries).

Condições de Instalação

O conjunto motor-bomba deverá ser instalado considerando avaliação prévia em projeto das condições do local de implantação, considerando evitar vibrações indesejada seja na estrutura, pavimento inferior etc.

Caso necessário, a base contendo o conjunto motor-bomba deverá ser instalada sobre um bloco de inércia apoiado sobre molas. Este bloco deverá ser apoiado sobre molas flutuantes (fabricante de referência a ser indicado nas especificações técnicas) e estas apoiadas em uma placa de concreto armado de 10 cm, localizado sobre um lençol de cortiça dura de duas polegadas ou uma camada de Etafoam ou calços de neoprene de 10x10cm e espessura de 2,5cm, sendo os demais espaços vazios preenchidos com isopor de 1” ou material similar. No projeto deverá constar o detalhe típico específico de montagem da eletrobomba.

Os amortecedores de vibração deverão ser dimensionados, especificados e fornecidos pelo instalador, em função do equipamento efetivamente comprado.

A ligação das bombas às tubulações de água deverá ser feita através de amortecedores de vibração, e devem ser detalhadas em desenhos específicos de detalhes típicos.

Aplicação

- Sistema para circulação de água de instalações HVAC. Vantagens de utilização de bombas em linha (IN-LINE):

Anotações

A presente Recomendação Técnica possui objetivo orientativo. A respectiva aplicação deverá ser avaliada por especialista do Setor HVAC.

Introdução

No presente documento indicamos as Recomendações Técnicas que devem ser consideradas, mas não limitadas a estas, para as eletrobombas utilizadas na circulação de água gelada (circuito único ou circuito secundário), circulação de água de condensação e/ou circulação de água de reposição.

Selecionamento de Eletrobombas

Todas as eletrobombas deverão ser devidamente selecionadas em conformidade com as especificações técnicas definidas em projeto pelo Especialista HVAC. Desta forma, cabe ao Especialista a correta especificação do equipamento.

As curvas de desempenho deverão apresentar características estáveis e ser selecionadas em um ponto de maneira que a operação seja a mais eficiente possível.

Deverá ser evitada a seleção com rotor máximo admissível para o tamanho da carcaça, de modo que, em caso de necessidade, seja possível a troca de rotor, de maneira a obter maior altura manométrica total.

A eficiência no ponto de operação da bomba não deverá ser inferior a 10% da eficiência máxima possível para este rotor e nunca menor do que a indicada nas especificações técnicas – folha de dados das eletrobombas.

Informações Técnicas

As informações a seguir deverão constar dos documentos de especificação das eletrobombas, sejam elas emitidas pelo Projetista e/ou Instalador dos Sistemas HVAC, sendo:

- Fabricante e Modelo selecionado e/ou de referência para o projeto.
- Características construtivas.
- Catálogo e/ou documento com a curva de capacidade e respectiva identificação do ponto de seleção.
- Características do motor elétrico – Fabricante, modelo, potência, classe construtiva e de isolamento etc.

Características Construtivas

Corpo - Carcaça / Rotor

Montagem tipo em linha (IN-LINE) com motor montado a castelo cilíndrico flangeados preso à carcaça da bomba e acoplamento metálico rígido que permite revisão do selo mecânico sem a necessidade de desacoplar a bomba do motor e dispensando a necessidade de realinhamento.

Corpo tipo voluta simples, simples aspiração considerando sucção e descarga flangeadas.

O rotor deverá ser em ferro fundido ou em bronze, do tipo fechado, com fluxo radial centrífugo balanceado estática e dinamicamente, fundido em uma única peça e chavetado diretamente a árvore de acionamento, fixado por meio de parafuso com arruela e trava resistente à corrosão.

Vedação

A vedação dinâmica deverá ser do tipo selo mecânico em aço inoxidável multi-molas balanceado, fixado por meio de parafusos, com vedação resistente em aplicações de água quente (até 70 °C), com vedação secundária em *Viton EPDM*, e com lubrificação das faces do selo mecânico feita internamente à bomba (sistema interno de resfriamento do sele mecânico), não necessitando de tubulações externas da voluta ao selo mecânico, minimizando intervenções para limpezas ou falhas de refrigeração das faces do selo.

Motor

Motor elétrico de indução trifásico na tensão definida na respectiva folha de dados da eletrobomba, fator de serviço 1,15, grau de proteção IPW55, Classe de isolamento F.

Bomba vertical em linha (*IN-LINE*) deverá ser fornecida com motor montado a castelo cilíndrico flangeado preso à carcaça da bomba e com acoplamento tipo espaçador rígido metálico.

O motor deverá suportar uma variação de +/- 10% no valor nominal de tensão de alimentação.

Acoplamento

O acoplamento deverá ser dividido, permitindo a sua remoção e deixando espaço entre os eixos suficiente para substituir os componentes do selo mecânico sem necessitar desacoplar a bomba do motor e dispensando a necessidade de realinhamento.

Cada conjunto motor-bomba deverá ser montado sobre uma base integral rígida de aço ou ferro fundido.

As bombas do tipo monobloco serão acionadas diretamente pelo motor elétrico, devendo ser do tipo "*back-pull out*".

As do tipo base-luva deverão possuir acoplamento entre o motor e a bomba através de luva flexível de fabricação "*Falk*" com espaçador e protetor do acoplamento.

Os motores elétricos deverão ser do tipo "Alto Rendimento", trifásicos com rotor em gaiola, para tensão, frequência, potência e demais características operacionais e construtivas de acordo com as especificações técnicas e folha de dados.

Na fase de concepção e selecionamento deve se especificar corretamente o tipo de motor para cada eletrobomba considerando a opção: instalação internamente e instalação no meio externo (intempéries).

Condições de Instalação

O conjunto motor-bomba deverá ser instalado de forma:

- Permitir adequado acesso para manutenção e/ou remoção / substituição de componentes;
- Não transmitir ruídos e/ou vibrações excessivas – para detalhamento de base / local de instalação das bombas em linha (IN-LINE) consultar Recomendação Técnica: *SMACNA RT 6.1 - Bases de Equipamentos*;
- Dotado de todos os acessórios, principalmente no fechamento hidráulico, indicados nos desenhos de detalhes fornecidos e indicados em projeto pelo Especialista HVAC.

Acessórios

Os acessórios disponíveis no mercado deverão ser avaliados (aplicação) e definidos pelo Especialista HVAC nos respectivos documentos de especificação da eletrobomba.

Entre os principais acessórios, podemos destacar:

- Válvula tripla combinada – referência *Flo-Trex*, incorporada em um único corpo as funções de retenção, bloqueio e balanceamento, devendo apresentar capacidade de medição de fluxo.
- Guia de sucção (*Suction Guides*) para permitir redução de perda de carga na entrada a bomba do módulo hidrônico.
- Elemento de filtragem removível de aço inoxidável (Filtro Y).
- Filtro para *start-up* de malha fina.
- Painel de Controle eletro-eletrônico integrado, tipo DDC (*Direct Digital Control*), com variador de frequência, painel eletrônico de controle, software de gerenciamento etc.

Nota: No caso de utilização de eletrobombas no meio exterior (intempéries) com variador de frequência integrado, o variador deverá possuir proteção IP66.

Aplicação

- Sistema para circulação de água de instalações HVAC.
- Vantagens de utilização de bombas em linha (IN-LINE):
 - Facilidade a manutenção e substituição do selo mecânico, sem necessidade de retirada do motor elétrico.
 - Redução do espaço físico e peso geral para implantação das bombas.
 - Normalmente não necessitam de base especial, bloco de inércia etc., junta de expansão e dotado de menos componentes de conexão.
 - Menor nível de ruído e vibrações.

Anotações

A presente Recomendação Técnica possui objetivo orientativo. A respectiva aplicação deverá ser avaliada por especialista do Setor HVAC.

A unidade de tratamento ar expansão indireta tipo *Fancoil* deve ser adequadamente especificada, dimensionada e selecionada pelo especialista de HVAC, considerando todas as particularidades ao sistema e sua respectiva aplicação.

As condições de operação, como capacidade térmica, vazões de ar, temperaturas de operação (lado ar e lado água), motor, filtragem, características de ventilador etc., devem encontrar-se nos documentos de projeto com todas as informações mínimas necessárias para o adequado selecionamento e/ou aquisição.

A seguir, de forma genérica indicamos os principais componentes que devem compor o *Fancoil*, mas não limitados a estes.

Gabinete Metálico

De construção robusta e resistente à corrosão, estruturado em perfis de chapa de aço dobradas ou em perfis de alumínio extrudado anodizado, dotado de painéis do tipo:

- sanduíche, fabricados em chapa de aço galvanizada e isolados termicamente com poliuretano injetado com espessura de 15mm ou 25mm.

A fixação dos painéis à estrutura da unidade deverá ser executada de forma a garantir a perfeita vedação e estanqueidade necessária ao equipamento, sendo executada através de:

- Parafusos com design para evitar qualquer risco de ponte térmica e/ou.
- Fechos – para facilitar a manutenção, por exemplo, de motor e polia.

A estrutura quando em aço, deverá ser fosfatizada ou zincada eletroliticamente, recebendo pintura de fundo em primer e acabamento esmaltado de alta resistência.

Os painéis deverão receber pintura em primer anticorrosivo e acabamento em esmalte sintético de alta resistência, aplicadas pelo processo eletrostático. Deverão ser de fácil remoção, sendo os laterais e frontais utilizados para acesso à manutenção, inspeção e limpeza.

A estrutura do gabinete deverá ser dotada de guarnições de borracha para perfeita vedação entre a mesma e os painéis.

O gabinete, em toda a sua superfície, deverá totalmente lavável devendo ser evitado cantos vivos e reentrâncias que possibilitem o acúmulo de poeira e detritos, facilitando assim sua total limpeza.

Para especificação de *Fancoil* diretamente no meio exterior (intempéries) deverá ser consultado o respectivo Fabricante de forma a confirmar as opções disponíveis, considerando principalmente evitar perda de capacidade, condensação no gabinete, etc. Atentar e especificar local de implantação do *Fancoil*.

Bandeja de Recolhimento de Condensado

O módulo trocador deverá ser fornecido com bandeja de drenagem, sendo:

- Construído em chapa de aço tratada contra corrosão com pintura epóxi, com espessura mínima de 1,5 mm, com superfície totalmente lisa (sem rugosidade) para prevenir qualquer possibilidade de retenção de água ou;
- Construído em chapa de aço inox ou;
- Fabricada em material plástico, com as mesmas características no que diz respeito a retenção de água.

Deverá ser fabricada sem cantos vivos e ainda ser isolada termicamente.

Deverá ser montada com acentuado caimento em direção ao ponto de coleta de drenagem, de forma a evitar acúmulo de água em sua superfície.

Módulo Ventilador

Centrífugo de dupla aspiração, com rotor do tipo “Sirocco” ou “Limit Load”, conforme definido nas especificações técnicas e respectiva aplicação.

Deverá possuir construção robusta em chapa de aço, com tratamento anti-corrosivo, com rotor estática e dinamicamente balanceado.

O eixo do rotor deverá ser apoiado sobre mancais de rolamento, auto-alinhantes e de lubrificação permanente.

Sua operação deverá ser silenciosa, devendo ser observada a velocidade máxima de descarga e/ou respectivo rendimento.

O conjunto formado pelo motor elétrico de acionamento e ventilador deverá ser montado sobre base única, construída em perfis metálicos, dotada de elementos anti-vibratórios, de forma a evitar a transmissão de vibrações para o gabinete.

A quantidade de ventiladores deverá ser definida em função da capacidade a ser alcançada, sendo que no caso de unidades com mais de um ventilador, os mesmos deverão possuir acoplamento entre seus eixos do tipo flexível.

Motor Elétrico de Acionamento

Deverá possuir um único motor para todo o conjunto de ventiladores, do tipo de indução, com rotor do tipo “gaiola”, grau de proteção IP-54, TFVE, classe de isolamento B, trifásico, 60 Hz, com 4 ou 6 pólos, do tipo “Auto Rendimento”. A tensão de operação e potência deverá estar de acordo com as especificações técnicas definidas pelo especialista HVAC.

A transmissão deverá ser através de correias e polias em “V”, devendo a polia do motor ser regulável para potências de até 5,0 HP (inclusive). Todo o conjunto motor/ventilador deverá ser estática e dinamicamente balanceado após sua montagem.

O motor deverá ser montado sobre base regulável, de forma a permitir o ajuste das correias.

Fancoil com sistema VAV (Volume de Ar Variável), deverá ser operado com variador de frequência.

Serpentina de Resfriamento

Tubos de cobre sem costura nas opções de diâmetro: de 5/8" ou 1/2".

Aletas corrugadas de alumínio: a base de 8 a 9 aletas por polegada linear, fixadas aos tubos por meio de expansão mecânica ou hidráulica dos tubos.

As cabeceiras deverão ser em chapas de aço galvanizadas ou em alumínio e os coletores em tubos de cobre.

A área de face e o número de filas (rows) deverão ser no mínimo as previstas e especificadas pelo especialista HVAC.

Para efeito de seleção (tendo em vista o número de tubos na face e o número de circuitos), recomenda-se considerar os valores abaixo indicados:

- Perda de carga hidráulica entre 1,0 e 3,0 mCA.
- Velocidade da água nos tubos entre 1,0 e 4 FPS.
- A perda de carga do ar não deve exceder em 10% ao valor indicado na folha de dados.

Filtros de Ar

A filtragem deverá ser em simples ou duplo estágio, e com Classe de Filtragem conforme recomendações na respectiva especificação técnica do *Fancoil*.

Os filtros deverão ser facilmente removíveis, com área total de filtragem no mínimo igual a área de face da serpentina.

O *Fancoil* deverá ser fornecido de fábrica com porta filtros ou porta mantas, em estrutura rígida, de forma a facilitar a montagem e reposição dos filtros.

Quadro Elétrico

Para especificação de quadro elétrico, deverá ser consultado as especificações e/ou recomendações técnicas específicas relacionadas a Sistema Elétrico.

As unidades condicionadoras de ar dotadas de sistema de controle com volume de ar variável (VAV) deverão possuir seu motor elétrico acionado por variador de frequência.

Caixa de Mistura

De construção idêntica à descrita para o gabinete da unidade, dotada de pontos para admissão do ar de retorno e do ar externo, dotado de registros de regulagem de vazão, com dimensões e posições que deverão encontrar-se indicadas nos documentos do projeto.

A caixa de mistura deverá possuir altura e largura igual ou superior ao painel de filtragem de ar, sendo a profundidade da caixa indicada nos desenhos do projeto e/ou de acordo com o modelo do respectivo Fabricante.

Deverá ainda ser dotada de pontos para retirada dos filtros, os quais deverão ser instalados em montagem do tipo gaveta.

Bases de Fancoil

A base para condicionador de ar de Gabinete (AHU / Fancoil de Alta Capacidade) deverá

ser executada considerando o dimensional do respectivo equipamento e recomendações do Fabricante, principalmente em relação aos pontos de apoio na base.

Para maiores detalhes, consultar Recomendação Técnica: *SMACNA RT06.1_v1.1 - Bases de Equipamentos_r0*.

Placa de Identificação

Em cada condicionador deverá haver uma placa de identificação, fabricada em aço inoxidável ou em alumínio, devendo conter no mínimo os seguintes dados:

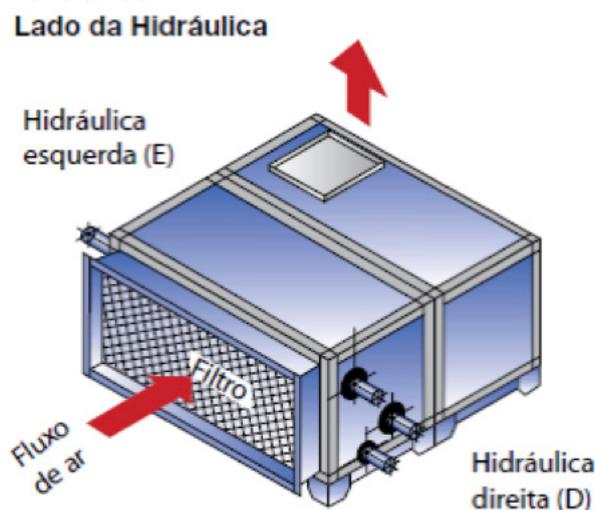
Marca, modelo e número de série.

- Capacidade total (kcal/h).
- Características da serpentina: diâmetro dos tubos, número de tubos na face, número de filas e número de circuitos.
- Vazão de ar (m³/h).
- Vazão de água (m³/h).
- Dados elétricos gerais (HP / V / A / Hz).

Procedimentos Relacionados a Manutenção e Especificação

Indicamos a seguir observações importantes que devem ser previstas e indicadas na especificação de condicionador de ar *Fancoil* de maneira que a instalação e respectiva manutenção seja efetuada de forma adequada, seguindo recomendações de Normas pertinentes.

- Disponibilizar a opção de escolha do lado de funcionamento do motor;
- Indicação de posição de descarga de ventilador – arranjo de descarga.
- Indicação do lado da hidráulica



Fonte: Fabricante Trox

Dimensional e posição do damper de retorno e ar externo na caixa de mistura.

Aplicação

- Sistema de ar condicionado para Conforto.

A presente Recomendação Técnica possui objetivo orientativo. A respectiva aplicação deverá ser avaliada por especialista do Setor HVAC.

Introdução

Os dispositivos e acessórios especificados no presente documento possui objetivo de manter dentro de controle a umidade do ar, sejam para instalação em equipamentos, rede de dutos etc.

Tanque de Umidificação

O tanque de umidificação é um reservatório de água, que através de resistência elétrica, permite controlar a umidade do ar para uma variedade de aplicação e equipamentos.

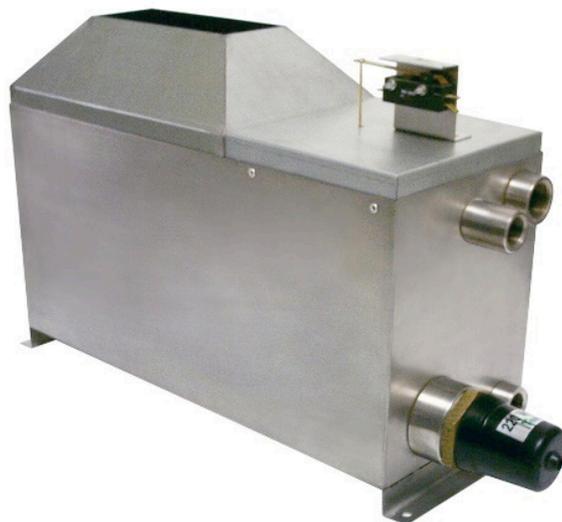
Características Técnicas:

- Construção em aço inox ou em chapa de aço com tratamento especial.
- Torneira bóia em latão.
- Chave bóia com *micro switch*.
- Dreno e ladrão.

O tanque de umidificação poderá ser aplicado utilizando: Tubo Difusor ou Bocal para Duto.



Tanque de Umidificação com Tubo Difusor



Tanque de Umidificação e Bocal para Duto

- Tubo Difusor de vapor.
 - Fabricado em alumínio ou inox;
 - Diâmetro do tubo – consultar disponibilidade com respectivo Fabricante.
 - Opcional – Flange.



- Bocal para Duto.
- Acessório / duto completo com bandeja de drenagem, tubo difusor de vapor em alumínio ou aço inox e flange e contra flange.

As dimensões do duto deverão ser definidas na fase de especificação pelo Especialista HVAC.



Observações:

1. Para o adequado funcionamento da resistência elétrica, manter manutenção preventiva semanal total do equipamento;
2. Observar com frequência o PH da água utilizada no sistema de umidificação, que não deverá ser inferior a recomendada pelo Fabricante.
3. Observar com frequência a Alcalinidade da água utilizada no sistema de umidificação, que não deverá ser superior a recomendada pelo Fabricante.
4. Utilizar água cristalina e isenta de areia e terra.

Garrafa de Umidificação

A garrafa de umidificação é um reservatório de água, que através de resistência elétrica, permite controlar a umidade do ar para uma variedade de aplicação e equipamentos.

Características Técnicas:

- Estrutura aço inox.
- Opção de 01 ou 02 resistências.
- Alimentação com tubo difusor (fornecimento não incluso com a garrafa).

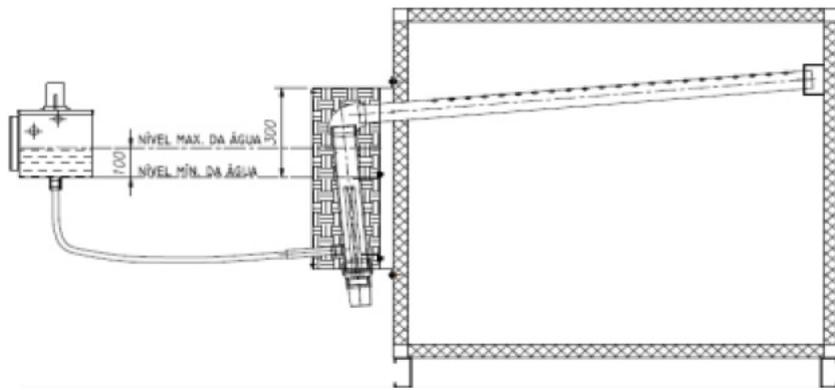


Umidificador Elétrico

Composto por tubo difusor, um reservatório externo ("tipo garrafa"), onde está a resistência elétrica de imersão. Deve se prever um tanque de acúmulo de água como segurança, para não permitir que a resistência funcione sem água no sistema.

Vantagem:

- Mínimo de água parada durante períodos de não necessidade de umidificação.



Fonte: Fabricante Trox

Umificador Ultrassônico

Características Técnicas

Os umidificadores ultrassônicos possuem um pequeno tanque de armazenagem de água e transdutores piezelétricos instalados no fundo do tanque.

A superfície do transdutor vibra a uma velocidade muito elevada (1,65 milhões de vezes por segundo), uma velocidade que não permite à água mover-se devido à sua massa de inércia. Durante a amplitude negativa do ciclo do transdutor, é criado um vazio súbito que causa a produção de bolhas microscópicas que são empurradas para a superfície da água durante a amplitude positiva do ciclo. Este efeito é denominado cavitação.

Durante este processo, as ondas sonoras interseccionadas resultantes criadas diretamente por baixo da superfície da água causam a separação de gotículas de água muito pequenas, formando uma fina névoa de vapor que é imediatamente absorvido pelo fluxo de ar.

Vantagens:

- Baixo consumo elétrico.
- Controle mais preciso.
- Baixo acúmulo de água.
- Espaço dentro do gabinete reduzido para instalação.



Fonte: Fabricante Carel

Controle

Opções de controle para o sistema de umidificação da Sala.

A presente Recomendação Técnica possui objetivo orientativo. A respectiva aplicação deverá ser avaliada por especialista do Setor HVAC.

O selecionamento e especificação de Torre de Resfriamento deverá ser complementado por informações detalhadas, constantes dos Desenhos do Projeto e respectiva Folha de Dados.

A Torre de Resfriamento deverá ser selecionada em função do bulbo úmido e da carga térmica indicada na Folha de Dados, e suas dimensões deverão ser sempre compatíveis com a área destinada à instalação das mesmas, indicadas nos desenhos do projeto.

Construção em poliéster reforçado com fibra-de-vidro.

A Torre deverá operar em sistema contracorrente (troca térmica em contra corrente ar/água), com a distribuição de água efetuada na parte superior da mesma sobre o enchimento, o qual deverá ser em colmeias de chapas onduladas de PVC auto-extinguível.

O selecionamento da Torre deverá levar em consideração a operação silenciosa, considerando o nível acústico máximo permitido no local de implantação.

Para manter baixo nível acústico pretendido, poderá ser previsto e incluído um sistema abafador de “ruído de chuva” para evitar a propagação do ruído da queda d’água sobre a bacia (detalhamento pelo fabricante da torre).

Ventiladores

Os ventiladores da Torre de Resfriamento poderão ser previstos do tipo:

Centrífugo:

Ventiladores do tipo centrífugos, com os motores elétricos de acionamento do tipo totalmente fechado, com ventilação externa (TFVE), apropriados para trabalho ao tempo, e dotados de fator de serviço de 1,10.

Acoplamento através de redutor de velocidade a motor elétrico trifásico de indução, alto rendimento plus, tensão indicada na Folha de Dados, 60Hz, VIII Polos, blindado, proteção IP-55.

Axial:

Tipo axial Super Low Sound Fan com 9 – 15 dbA de redução, com pás super largas moldadas em duas peças em fibra de vidro.

Acessórios

A Torre deverá ser ainda provida de eliminadores de gotas, de modo a minimizar o arraste de água no fluxo de ar, sendo estes fabricados em material auto-extinguível ou em chapas de aço galvanizadas por imersão à quente para evitar corrosão.

As Torres deverão possuir ainda portas de inspeção para visita e manutenção da parte interna da mesma. A bacia das torres deverá ser provida dos seguintes elementos:

A presente Recomendação Técnica possui objetivo orientativo. A respectiva aplicação deverá ser avaliada por especialista do Setor HVAC.

Introdução

A presente Recomendação Técnica possui objetivo de apresentar equipamentos que fazem parte de sistemas HVAC e que, conforme orientações do especialista e/ou projetista de HVAC, devem possuir fixação especial através de elementos flexíveis denominados de isoladores de vibração.

A tomada de decisão de instalar isoladores de vibração e respectivo modelo (tipo de isolador) faz parte de uma inteiração que deve ocorrer, quando da elaboração do projeto, entre todos os envolvidos no processo, seja cliente, fabricante do equipamento, consultor de acústica, projetista estrutural e especialista HVAC.

Equipamentos

Entre os principais equipamentos dos sistemas HVAC que necessitam de isoladores, devendo ser avaliado respectiva aplicação (local) e modelo de isoladores, podemos destacar, mas não limitados a estes:

- Unidades Resfriadoras.
- Bombas Hidráulicas.
- Condicionador de Ar (Fancoil / AHU / SELF CONTAINED / SPLITÃO DE GABINETE).
- Ventilador / Exaustor.
- Torre de Resfriamento.
- Tubulação para circulação de água.
- Dutos de Ar.
- Outros equipamentos que podem gerar esforços dinâmicos em operação.

Informações para Definição do Isolador

Na fase de projeto deverá ser fornecido para o respectivo fabricante de isoladores, no mínimo as informações a seguir, de forma que o selecionamento seja efetuado corretamente para a aplicação e instalação.

- Peso de cada equipamento (peso em operação). No caso de dutos e tubulações, fornecer peso por metro linear.
- Desenho detalhado de cada equipamento com indicação de seu respectivo centro de gravidade, ou no mínimo, o peso e a posição em planta de cada componente.
- Velocidade de rotação dos equipamentos rotativos ou alternativos.
- Desenho de layout das tubulações e/ou de dutos com o posicionamento dos pontos de fixação – local e tipo de estrutura a ser fixado.
- Tipo de ligações com o equipamento.
- Temperatura mínima e máxima (em operação ou não) do fluido internamente as tubulações e/ou dutos.
- Desenho geral da casa de máquinas de instalação dos equipamentos.
- Indicação das áreas críticas relacionado a ruído/vibrações transmitidos.
- Rigidez da estrutura, área que suportará os equipamentos de maior peso.
- Requisitos mínimos do sistema de isolamento quanto a sua performance. Normalmente definido pela sua frequência natural, ou a deflexão sob carga, ou o

grau de isolamento.

- Outras informações que dependem do local de aplicação: exposição a vento, proximidade do mar, agressividade do local de implantação do equipamento etc.

Informações / Projeto de Isolador

Com base nas informações (relacionadas previamente acima) disponibilizadas para o fabricante de isoladores, o mesmo, deverá elaborar o projeto para instalação dos respectivos isoladores, devendo fornecer basicamente:

Memorial de Cálculo

- Cálculo de centro de gravidade, incluindo base de inércia, se aplicável.
- Posição e o tipo de cada isolador suportando o equipamento.
- Deflexão sob o peso do equipamento de cada isolador.
- Grau de isolamento do sistema de isolação na frequência de funcionamento do equipamento.

Desenho

- Dimensões gerais – equipamentos, isoladores etc.
- Cotas necessárias para fixação do equipamento com respectivo isolador e do mesmo na estrutura.
- Altura livre e a altura sob carga do isolador.
- Capacidade de carga, com a indicação das cargas mínimas e máxima para que o isolador proporcione o grau de isolação previsto.

Especificação e Referência de Produto - Aplicação

Indicamos a seguir propostas e especificações de isolação aplicados para cada equipamento dos sistemas HVAC, conforme necessidade, e definido pelo especialista HVAC.

Para instalações críticas como Teatros, Estúdios de Gravação, Auditórios Especiais etc., devem ser consultados critérios específicos.

EQUIPAMENTO	ESPECIFICAÇÃO / PROPOSTA DE ISOLAÇÃO
Ventilador	<ul style="list-style-type: none">• Pequeno porte – amortecedores de elastômero.• Demais – amortecedores metálicos de molas helicoidais.
Fancoil / Self / Splitão	<ul style="list-style-type: none">• Amortecedores de elastômero (calços de neoprene ou borracha natural).• Aplicação Especial / Crítica - amortecedores metálicos de molas helicoidais. <p><i>Nota: Atenção especial a equipamentos de grandes dimensões, com necessidade de acrescentar elemento para apoio total.</i></p>

Torre de Refrigeração	<ul style="list-style-type: none"> • Torre em fibra de vidro – necessidade de apoio integral através de estrutura metálica ou concreto armado. • Torre em chapa de aço – dois perfis I ou de concreto no comprimento da Torre. • Caso necessário (a ser definido pelo especialista HVAC) utilizar amortecedores metálicos de molas helicoidais, instalados embaixo do perfil da base da Torre ou no apoio integral da torre em fibra.
Chiller	<ul style="list-style-type: none"> • Elastômeros ranhurados e/ou; • Amortecedores metálicos de molas helicoidais. <p><i>Notas: Atenção a distribuição de carga do equipamento, considerando que não possuem carga simétrica.</i></p> <p><i>Outro ponto importante, seguir as recomendações do respectivo Fabricante em relação a instalação ou não de molas (amortecedores metálicos).</i></p>
Bomba	<ul style="list-style-type: none"> • Amortecedor de isolamento elastômero com neoprene opcional – válido para bombas de pequeno porte e/ou bomba do tipo IN-LINE (se aplicável). • Base de inércia e amortecedores de molas helicoidais.
Evaporadora de pequeno porte (BUILT-IN)	<p>Opções conforme definição em projeto pelo especialista HVAC.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Amortecedor elastômero e/ou; • Pendural com molas.
EQUIPAMENTO	ESPECIFICAÇÃO / PROPOSTA DE ISOLAÇÃO
Condensador remoto a ar	<ul style="list-style-type: none"> • Amortecedor de isolamento elastômero (calços de neoprene ou borracha natural).
Tubulação	<p>Opções conforme definição em projeto pelo especialista HVAC.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Amortecedores ou pendurais com ou sem molas. • Demais – placas de elastômero, conforme necessidade.
Duto	<ul style="list-style-type: none"> • Caso aplicável/necessário – pendurais de elastômero a base de policloroprene (neoprene), deflexão mínima de 5 mm. • Áreas críticas – pendurais de mola com elastômero, deflexão total mínima 15 mm.

A presente Recomendação Técnica possui objetivo orientativo. A respectiva aplicação deverá ser avaliada por especialista do Setor HVAC.

Introdução

A presente Recomendação Técnica possui objetivo de apresentar de forma sucinta componentes mínimos e necessários, mas não limitados a estes, para um sistema de exaustão na operação de equipamentos de cocção.

Para elaboração de um projeto e/ou respectiva instalação de exaustão, devem ser consideradas as recomendações de Normas pertinentes, principalmente a Norma Brasileira NBR – 14.518 – Sistemas de ventilação para cozinhas profissionais (versão atual).

Sistema de Exaustão

Equipamentos de Cocção Classificação: Moderados, Severos e Combustível Sólido

Os equipamentos de cocção com geração de gordura e/ou conforme Classificação indicada acima devem ser atendidos por sistemas de exaustão mecânica, dotados de:

- Coifas.
- Filtros Metálicos.
- Equipamentos / sistemas despoluidores atmosféricos e dispositivos extratores de gordura.
- Ventilador de exaustão.

Entre as opções de coifas, podemos destacar:

- **Coifa com filtro metálico do tipo inercial.** Sistema deve ser interligado em um sistema despoluidor. Normalmente utilizado em equipamentos de cocção Moderado.
- Coifa lavadora (*Wash Pull*). Uso em equipamentos de cocção Moderado e Severo. Importante destacar redução da temperatura atuante nos trechos de dutos de exaustão.
- **Coifa lavadora (*Wash Pull*) Especial.** Uso em equipamentos de combustível sólido considerando alta emissão de vapores gordurosos e fuligem.
- **Coifa dotada de novas tecnologias de filtros / extratores de gordura do tipo Multiciclone ou Helicoidal,** material aço inoxidável e de alta eficiência devidamente comprovada em testes de Laboratórios.
- **Coifa especial com sistema tecnologia UV (Ultravioleta).**
- **Coifa com sistema *Push Pull*,** podendo ser solicitado para o respectivo modelo acima, se necessário. Indicado principalmente para cozinhas dotadas de sistemas de ar condicionado.

De forma orientativa, indicamos a seguir as principais características de coifa lavadora (*Wash Pull*) e coifa com filtros especiais multiestágios de forma a auxiliar no selecionamento e respectiva especificação, onde e caso aplicável, devendo ser avaliado previamente pelo especialista HVAC.

Características das Coifas Lavadoras (*Wash Pull*)

- Filtro inercial tipo corta chamas "*Fire-Guard*" de acordo com as recomendações da NBR 14.518;

- Lavagem interna do ar através de névoa contínua por bicos aspersores;
- Filtro trocador de calor;
- Reservatório para detergente em inox para autolimpeza;
- Importante destacar na especificação que a coifa deve permitir fácil acesso para limpeza interna (câmara interna) e fácil acesso para manutenção à bomba;
- Maior perda de carga (mmCA);
- Redução da temperatura atuante nos trechos de dutos de exaustão.

Características das Coifas Com Filtros Multiestágios

- Alta eficiência dos filtros;
- Facilidade na manutenção da coifa;
- Possibilidade de redução no volume de ar exaurido (a ser confirmado com correto selecionamento e dimensionamento da vazão de exaustão em função do respectivo equipamento de cocção), podendo reduzir dimensional de dutos, ventilador etc.
- Redução no nível de ruído de operação do sistema;
- Sem consumo de água – redução do custo de operação;
- Redução no consumo de energia elétrica.

Caso seja necessário melhorar as condições de tratamento de odor e redução de gordura residual internamente a coifa, utiliza-se de tecnologia com lâmpada UV nas respectivas coifas.

Principais Sistemas e Equipamentos despoluidores:

- Lavadores de Ar.
- Precipitadores hidrodinâmicos.
- Coifas Lavadoras.
- Precipitadores Eletrostáticos.
- Tecnologias geradoras de oxidantes – Tecnologias de lâmpadas UV-C.
- Outros.

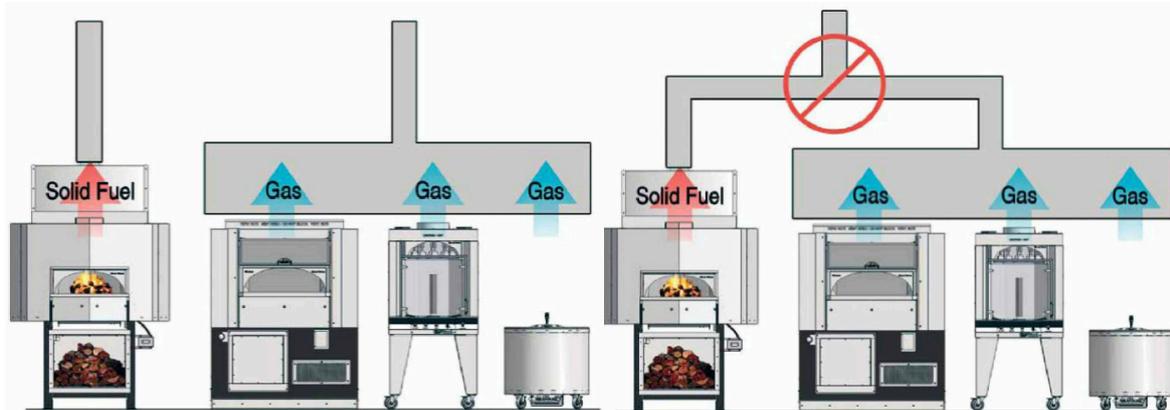
O ventilador de exaustão de ser do tipo “**Limit Load**” com porta de inspeção na voluta, bujão de dreno e mancais fora do fluxo de ar.

Os ventiladores deverão ser acionados através de variador de frequência.

Prever bases e/ou bloco de inércia sobre moldas amortecedoras adequadamente dimensionadas, de acordo com local de implantação do ventilador.

Nota Importante:

Sistema de cocção com combustível sólido devem possuir sistema de exaustão dedicado e não interligado a outros sistemas de cocção:



Fabricação de Coifa

As coifas deverão ser fabricadas apresentando construção e dimensões conforme Norma NBR-14.518, ou seja, fabricadas em chapa de aço inoxidável soldada (mínimo bitola 20 – espessura de 0,94mm), providas de calhas de coleta de gordura em toda volta e bujões de dreno.

Deverão ainda (coifas) serem dotadas de filtros inerciais, fabricados em material metálico, não sendo aceito o uso de filtros do tipo “colmeia”.

Dutos de Exaustão

Os dutos deverão ser fabricados em chapa de aço preta, bitola 16, totalmente soldados, isolados termicamente com material apropriado para altas temperaturas. Nos trechos expostos ao público (caso aplicável) deverão ser fabricados em aço inoxidável bitola 18.

Sistema de Segurança

O sistema será ainda dotado de dampers corta-fogo em cada conexão de duto -coifa, acionados através de solenóide elétrica e mola, dotados de switch de fim de curso, para sinalizar seu fechamento ao sistema de extinção de incêndios.

O sistema de extinção de incêndios, a base de CO₂, a ser implantando deverá ser acionado da seguinte forma:

- Através de sensor de fogo (tipo Firestat da Honeywell) instado no interior do duto (individual para cada coifa) e;
- Manualmente, através do operador.

O sistema ao ser acionado, irá fechar o damper corta-fogo, desligar o ventilador de exaustão e o filtro eletrostático e, em seguida, acionar o sistema de injeção de CO₂ (caso utilizado este sistema) inundando os dutos e equipamentos que constituem o sistema de exaustão. O fechamento das válvulas de gás dos equipamentos de cocção atendidos pelas respectivas coifas, também deverão ser fechadas.

Dispositivos ativos de extinção de incêndios devem proteger toda a instalação: blocos de cocção sob as coifas, a própria coifa e interior das redes de dutos em todo o perímetro interno do empreendimento, inclusive extratores de gordura e despoluidores atmosféricos.

Agentes normalmente utilizados, devendo ser certificados para atender os requisitos da UL-300 (*Underwriters Laboratories Inc.*) e Normas da NFPA:

- Agentes químicos úmidos saponificantes;
- Água nebulizada – aceito apenas nos dutos permanecendo em trecho confinado, sem risco de alcançar o bloco de cocção;
- CO₂ – aceito apenas nos dutos permanecendo em trecho confinado, sem risco de alcançar o bloco de cocção;
- Agentes híbridos – combinação dos agentes acima.

Sistema de Reposição

O sistema de reposição de exaustão poderá ser efetuado por:

- Sistema convencional através de caixa ventiladora efetuando a captação de ar no meio exterior, dotada de filtros de ar em montagem tipo “gaveta” – Classe de Filtragem definida pelo especialista HVAC.
- Sistema de ar com tratamento (ar condicionado) e filtragem efetuado por condicionador de ar operando com 100% de ar exterior, efetuando a captação de ar no meio exterior, dotado de filtros de ar – Classe de Filtragem definida pelo especialista HVAC. Temperatura de setpoint recomendada 26°C / 27°C.

Tabela 6 — Distância mínima de possíveis fontes de poluição

Entrada de garagens estacionamentos ou “drive-in”	5 m
Docas de carga e descarga estacionamento de ônibus	7,5 m
Estradas, ruas com pouco movimento	1,5 m
Estradas, ruas com tráfego pesado	7,5 m
Telhados, lajes, jardins ou outra superfície horizontal	1,5 m
Depósitos de lixo e área de colocação de caçambas	5 m
Locais reservados a fumantes (fumódromos)	4 m
Torres de resfriamento	10 m

Fonte: ABNT-NBR 16401-3:2008, Vazão de ar exterior, Tabela 1

Com base nas vazões de exaustão dos sistemas de cocção e respectiva reposição de ar deverá ser elaborado fluxograma de balanço de ar, mantendo como premissa a depressão do ambiente beneficiado em relação a ambientes adjacentes um percentual mínimo entre 15 a 20 %.

Descarga de Ar na Atmosfera – Tratamento Especial

O ar exaurido e arrastado pelo sistema de exaustão e descarregado na atmosfera pode causar incômodos à vizinhança, além da formação de incrustações combustíveis ao longo de todo o percurso do sistema, com riscos de provocar incêndios.

Desta forma, deve ser analisado e obedecido todos os critérios de controle do padrão de qualidade do ar efluente de sistemas de exaustão de cozinhas profissionais, conforme as respectivas Normas pertinentes. Ou seja, avaliado e definido o padrão de emissão máxima de partículas registradas em análise química dos poluentes.

A presente Recomendação Técnica possui objetivo orientativo. A respectiva aplicação deverá ser avaliada por especialista do Setor HVAC.

Introdução

A presente Recomendação Técnica possui objetivo de apresentar de forma sucinta as principais orientações, componentes mínimos e necessários, mas não limitados a estes, para um sistema de controle de fumaça. Em complemento, descrevemos as orientações de ventilação mecânica para as Edificações sem ventilação natural.

Para elaboração de um projeto e/ou respectiva instalação de sistema de controle de fumaça, devem ser consideradas as recomendações de Normas pertinentes, principalmente as Instruções Técnicas do Corpo de Bombeiros local e outras como NFPA (*National Fire Protection Association*).

Sistema de Exaustão Mecânica - Edificações Sem Ventilação Natural

A classificação de edificações sem ventilação natural se aplica para aquelas que não são dotadas de janelas e/ou aberturas nas paredes periféricas ou cobertura.

Como exceção temos as edificações dotadas de janelas ou aberturas similares com área de ventilação externa mínima igual a 0,006 vezes o volume do pavimento, não serão consideradas sem janelas.

Importante lembrar que as aberturas localizadas no teto ou telhado podem ser consideradas como áreas de ventilação. Entretanto, as portas destinadas a saídas de emergências não serão consideradas no cômputo da área de ventilação.

Principais características do sistema:

- Exaustão mecânica com capacidade mínima de 10 trocas do volume por hora.
- Acionamento automático por um sistema de detecção de incêndio.
- Exaustores normalmente não precisam atender parâmetros especiais de resistência ao fogo. Porém, se faz necessário a confirmação com Instruções Técnicas e Normas locais, principalmente no caso de instalações em edificações de uso comum (Shopping Center, por exemplo).

Sistema de Controle de Fumaça

Considerações Iniciais

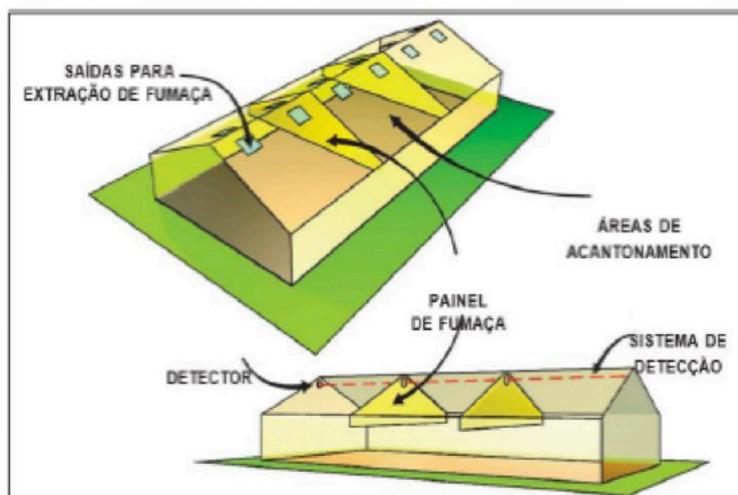
O sistema de controle de fumaça possui objetivo basicamente de – *referência Instrução Técnica do Corpo de Bombeiro do Estado de São Paulo (CBESP)*:

- Manter ambiente seguro na edificação, durante o tempo necessário para abandono do local sinistrado, evitando os perigos da intoxicação e falta de visibilidade pela fumaça.
- Controle e redução da propagação de gases quentes e fumaça entre o local incendiado e respectivas áreas adjacentes, reduzindo a temperatura interna e limitando a propagação do incêndio.
- Prever condições dentro e fora da área incendiada que irão auxiliar nas operações de busca e resgate de pessoas, localização e controle do incêndio.

Premissas Mínimas para Eficiência dos Sistemas

Abaixo orientações mínimas para se obter um controle de fumaça eficiente, mas não limitados a estes, devendo ser consultados documentos específicos de referência.

- Divisão dos volumes de fumaça a extrair por meio de compartimentação de área - acantonamento.



Fonte: IT-15 – Instrução Técnica do CBSP

- Exaustão adequada da fumaça de forma a não permitir zonas mortas onde a fumaça possa ficar acumulada, mesmo com o sistema em operação.
- Prover um diferencial de pressão efetivo, por meio de controle das aberturas de extração de fumaça da área sinistrada e fechamento das aberturas de extração de fumaça das demais áreas adjacentes a respectiva zona sinistrada, de forma a permitir a condução da fumaça para saídas externas a edificação.

Tipos de Sistemas de Controle de Fumaça

O sistema de controle de fumaça deve considerar introdução de ar limpo e respectiva extração de fumaça, sendo basicamente definido pelos tipos de sistemas:

Introdução de ar limpo	Extração de fumaça
Natural	Natural
Natural	Mecânica
Mecânica	Mecânica

Fonte: IT-15 – Instrução Técnica do CBSP

Componentes do Sistema – Extração Mecânica

Indicamos a seguir as principais características dos componentes de um sistema de controle de fumaça considerando opção com extração mecânica.

Dispositivos mínimos dos sistemas:

- Ventilador especial de extração mecânica de fumaça.
- Rede de dutos e/ou peças especiais para realização da extração.
- Grelha de extração de fumaça conectada a respectiva rede de dutos.

- Registro corta-fogo e fumaça.
- Componentes elétricos (quadros e comandos elétricos) e/ou mecânicos de acionamento dos dispositivos de extração de fumaça.
- Sistema de intertravamento e/ou acionamento automático pelo sistema de detecção de incêndio / Sistema de supervisão e acionamento.
- Fonte de Alimentação.

Ventilador

A seguir principais observações, devendo ser consultados Normas e Instruções Técnicas específicas.

- Resistir, sem alterações sensíveis do seu regime de funcionamento, à passagem de fumaça.
- Temperatura da fumaça que o ventilador deverá resistir:
 - 70°C para edificação dotada de sistema de chuveiros automáticos e;
 - 300°C nos demais casos.
- Período mínimo de operação na condição de emergência igual a 60 min.
- Motor elétrico de acionamento para operar nas condições de elevada temperatura pelo período definido nas Instruções Técnicas. Referência: Linha *Smoke Motors*, fabricante WEG.

Maiores detalhes do ventilador consultar Recomendação Técnica da SMACNA documento:

SMACNA RT – Ventiladores Sistemas de Emergência

Rede de Dutos

A seguir principais observações, devendo ser consultados Normas e Instruções Técnicas específicas.

- Fabricação por material incombustível e possuir resistência interna à fumaça e gases quentes por 60 min.
- Totalmente estanque.
- Relação entre as dimensões transversais de um duto não superior a dois.
- Possuir resistência externa à fogo por 60 min.
- Velocidade máxima:
 - Duto em alvenaria ou gesso acartonado – 10 m/s.
 - Duto em chapa metálica – 15 m/s.
- Resistência interna do duto – fumaça à temperatura de:
 - 70°C para edificação dotada de sistema de chuveiros automáticos e;
 - 300°C nos demais casos.

Observação:

Dutos utilizados para transporte de fumaça a 70°C deverão ser construídos em chapa de aço galvanizada, seguindo as recomendações da NBR 16.401. Dutos utilizados para transporte de fumaça a 300°C devem ser construídos em chapa de aço carbono.

O isolamento térmico para as redes de dutos deverá permitir proteção por 2 horas. Material proposto: Fibra cerâmica ou lã de rocha, com densidade e espessura conforme recomendações do respectivo Fabricante para o tempo de resistência exigido acima e

nas respectivas Instruções Técnicas.

Elementos de Extração - Grelhas

Grelhas e/ou venezianas devem ser de materiais incombustíveis utilizados na condição de ar, podendo serem dotados de dispositivos corta-fogo, caso necessário.

Registro Corta-Fogo e Fumaça

A seguir principais observações, devendo ser consultados Normas e Instruções Técnicas específicas.

- Funcionamento vinculado ao sistema de detecção de fumaça e calor.
- Resistência ao fogo mínima de 1 h.
- Retorno por mola e chave fim de curso.
- Sensor de fogo.
- Atuador especial *Fire & Smoke*.

Maiores detalhes de damper corta-fog consultar Recomendação Técnica da SMACNA documento:

SMACNA RT - Damper Corta-Fogo_r0

Sistema Elétrico

A seguir principais observações, devendo ser consultados Normas e Instruções Técnicas específicas.

- Alimentação de ventiladores do sistema de controle de fumaça pelo sistema Normal/ Emergência da edificação.
- Autonomia mínima de 60 min.

Acionamento Automático / Intertravamento

A seguir principais observações, devendo ser consultados Normas e Instruções Técnicas específicas.

- Sistemas dotados de dispositivo de destravamento por comandos automáticos duplicados por comandos manuais.
- No caso manual, acionamento por comando instalados próximos aos dispositivos/ equipamentos e duplicados na central de segurança, portaria ou local de vigilância de 24 h.
- Sistema de comando automático compreendidos por detectores de fumaça e calor.

Proposta de Limite de Fornecimento

Importantes componentes que devem ser definidos e especificados na fase de projeto em relação ao escopo de fornecimento, devendo ocorrer inteiração total entre todos os responsáveis de implantação dos sistemas.

- O Atuador deve ser encaminhado ao Fabricante do damper para implantação no conjunto, efetuando os respectivos testes, devendo ser fornecido em obra totalmente completo e testado. Importante definição da tensão do atuador aplicado ao respectivo empreendimento, antes da aquisição, bem como a alimentação elétrica em campo.

A presente Recomendação Técnica possui objetivo orientativo. A respectiva aplicação deverá ser avaliada por especialista do Setor HVAC.

Introdução

A presente Recomendação Técnica possui objetivo de apresentar de forma sucinta as principais orientações, componentes mínimos e necessários, mas não limitados a estes, para um sistema de Pressurização de Escadas de Emergência.

Para elaboração de um projeto e/ou respectiva instalação de sistema de pressurização de escadas, devem ser consideradas as recomendações de Normas pertinentes, principalmente as Instruções Técnicas do Corpo de Bombeiros local e outras como NFPA (*National Fire Protection Association*).

Sistema de Pressurização de Escadas

Considerações Iniciais

O sistema de pressurização de escadas possui objetivo basicamente de – *referência Instrução Técnica do Corpo de Bombeiro do Estado de São Paulo (CBESP)*:

- Manter as escadas de emergência livres da fumaça gerada no caso de incêndio na edificação, permitindo a fuga dos ocupantes e/ou;
- Sistema acionado para qualquer caso de necessidade de abandono pelos ocupantes da edificação.

Elementos Básicos de Um Sistema de Pressurização de Escadas

- Sistema de acionamento automático e/ou manual e respectivo alarme.
- Sistema de ar externo suprido e controlado de forma mecânica.
- Escape de ar de pressurização – trajeto!
- Fonte de energia garantida (normal / emergência) da edificação.

Importante manter o nível de pressurização conforme orientações nas respectivas Instruções Técnicas (limite mínimo e máximo). E em condições especiais, assegurar que as portas corta-fogo possam ser abertas.

Componentes do Sistema – Pressurização de Escadas

Indicamos a seguir as principais características dos componentes (instalação e equipamentos) de um sistema de pressurização de escadas, devendo sempre ser consultado as respectivas Normas pertinentes e principalmente as Instruções Técnicas.

- Ventilador especial de pressurização – operante / reserva (avaliar empreendimento com permissão de utilizar somente um ventilador).
- Tomada de ar exterior – atenção aos respectivos afastamentos em relação ao empreendimento / aberturas (distâncias mínimas de aberturas à tomada de ar).
- Painel de filtros de ar.
- Sistema de distribuição de ar – Dutos em metal laminado com ou sem isolamento térmico (conforme necessidade), seguindo recomendações da SMACNA, dutos em alvenaria etc.
- Grelha de insuflação de ar conectada a respectiva rede de dutos.

- Damper de sobre-pressão linha “pesada” ou damper motorizado ON-OFF linha “pesada”.
- Sistema de escape de ar dotado de veneziana sobre pressão.
- Componentes elétricos (quadros e comandos elétricos) e/ou mecânicos de acionamento dos dispositivos de pressurização.
- Sistema de intertravamento e/ou acionamento automático pelo sistema de detecção de incêndio / Sistema de supervisão e acionamento.
- Fonte de Alimentação (Normal / Emergência).
- Quadro elétrico e quadro acionamento remoto (QCR).
- Recomendação: sistema operar com inversor de frequência!
- Sensor de pressão quando da operação proposta com inversor de frequência. Posição 2/3 (H=altura) internamente a caixa de escadas.
- Casa de máquinas estanque de acordo com as recomendações de Instrução Técnica de referência.

Ventilador

A seguir principais observações, devendo ser consultados Normas e Instruções Técnicas específicas.

- Ventilador com desempenho seguindo as recomendações das Normas ASNI / ASHRAE 51; AMCA-210e o Manual da AMCA “*Fans and Systems*”.
- Proposta operação com inversor de frequência.
- Motor elétrico de alto rendimento.
- Base única com isolador (molas).
- Fechamento em lona flexível – ventilador / duto.

Maiores detalhes do ventilador consultar Recomendação Técnica da SMACNA documento:

SMACNA RT – Ventiladores Sistemas de Emergência

Rede de Dutos

A seguir principais observações, devendo ser consultados Normas e Instruções Técnicas específicas.

- Fabricação por material incombustível e conforme recomendações de Instrução Técnica de referência (chapa metálica, alvenaria e/ou gesso acartonado especial “rosa”).
- Totalmente estanque.
- Velocidade máxima:
 - Duto em alvenaria ou gesso acartonado – 10 m/s.
 - Duto em chapa metálica – 15 m/s.
- Isolamento térmico, conforme necessidade / aplicação.
- Transição de dutos em alvenaria – prever proteção incombustível / estanque.

O isolamento térmico para as redes de dutos deverá permitir proteção por 2 horas. Material proposto: Fibra cerâmica ou lã de rocha, com densidade e espessura conforme recomendações do respectivo Fabricante para o tempo de resistência exigido acima e nas respectivas Instruções Técnicas.

Quando da utilização de poço em concreto vertical para distribuição de ar, o mesmo deverá ser objeto de uma construção detalhada e esmerada, de forma a prover a sua perfeita estanqueidade, bem como possuir paredes lisas, objetivando assim alcançar a menor perda de pressão (por atrito) possível para o sistema.

Proposta: não manter o poço interno em tijolo/bloco aparente, devendo ser previsto o acabamento liso e estanque!

Grelhas e Venezianas

Grelhas e/ou venezianas devem ser de materiais incombustíveis utilizados na condução de ar.

Sistema Elétrico

A seguir principais observações, devendo ser consultados Normas e Instruções Técnicas específicas.

- Alimentação de ventilador(es) do sistema de pressurização de escadas pelo sistema Normal/Emergência da edificação.
- Autonomia mínima de 04 horas.

Acionamento Automático / Intertravamento

A seguir principais observações, devendo ser consultados Normas e Instruções Técnicas específicas.

- Sistemas dotados de dispositivo de destravamento por comandos automáticos duplicados por comandos manuais.
- No caso manual, acionamento por comando instalados próximos aos dispositivos/equipamentos e duplicados na central de segurança, portaria ou local de vigilância de 24 h.
- Sistema de comando automático compreendidos por detectores de fumaça e calor.

Importante: Operar o sistema semanalmente, de forma a garantir que cada sistema de pressurização esteja em funcionamento.

Proposta de Limite de Fornecimento

Importantes componentes que devem ser definidos e especificados na fase de projeto em relação ao escopo de fornecimento, devendo ocorrer inteiração total entre todos os responsáveis de implantação dos sistemas.

- Infra seca – Detalhamento e escopo Cliente.
- Interligação (cabearamento) entre equipamentos e acionamento remoto – Escopo do Instalador HVAC.
- Interligação com sistema de detecção a cargo do cliente, através de projeto específico.

Operação do Sistema – Sequenciamento

Nos itens a seguir descrevemos de forma simplificada proposta de sequenciamento de operação do sistema, devendo ser adequado para cada projeto e/ou necessidade existente para o empreendimento.

A presente Recomendação Técnica possui objetivo orientativo. A respectiva aplicação deverá ser avaliada por especialista do Setor HVAC.

Sistema Elétrico – Central de Água Gelada

Introdução

Os principais equipamentos que compõem uma Central de Água Gelada (CAG) devem possuir a alimentação elétrica efetuada por painel elétrico instalado o mais próximo possível dos respectivos equipamentos, ou seja, no interior da CAG.

A alimentação até o respectivo painel elétrico internamente a CAG deverá ser executada e prevista no projeto específico de elétrica.

Painel Elétrico – Central de Água Gelada

Características Básicas

A posição e respectiva área disponibilizada para instalação do painel elétrico da CAG deverá constar dos desenhos do projeto dos sistemas HVAC, de onde partirão todos os cabos de alimentação elétrica para os equipamentos instalados na respectiva CAG.

Importante destacar e prever área livre adequada para abertura e realização de manutenção no quadro elétrico.

O painel elétrico deverá ainda encontrar-se posicionado internamente a CAG de forma a permitir que o operador do painel visualize todos os equipamentos acionados pelo mesmo. No caso de equipamentos instalados fora da área de implantação do painel, deverão ser previstas as respectivas proteções para desligamento no caso de realização de manutenção (por exemplo, “botão soco de emergência”).

O painel elétrico deverá ser do tipo auto-sustentável, fixado pela base, acesso frontal por portas, possuir chapas removíveis, e ser construído de acordo com a Norma ABNT NBR 6808 – *Conjunto de Manobras e Controle de Baixa Tensão Montado em Fábrica (CMF)*.

Estrutura

A estrutura do quadro elétrico deve ser:

- Chapa de aço 12 USG e cobertura em chapa de aço 14 USG, desengraxada, decapada e fosfatizada;
- Com aplicação de pintura de base e acabamento, na cor cinza de notação RAL 7032.
- Grau de proteção equivalente a IP-54 (aplicável para painel abrigado), conforme Norma ABNT 6146.
- Venezianas compostas de filtros em fibra de vidro, instaladas na porta frontal e/ou na parte posterior do painel/quadro.
- Ventilação mecânica e/ou condicionamento de ar, conforme definição em projeto pelo respectivo Fabricante do Painel Elétrico.
- Prever internamente ao painel porta documento / diagrama elétrico do respectivo sistema.

Importante destacar que no caso de painel elétrico instalado no meio externo, o grau de proteção deverá ser adequado, bem como a estanqueidade à água e com resistência à corrosão.

Barramento

O painel elétrico deverá ser dotado, na parte superior, de barramentos de distribuição de força, onde deverão ser conectados os barramentos secundários para alimentação das chaves de partida dos motores e equipamentos.

Construção / Instalação do Barramento

- Cobre eletrolítico.
- Barras retangulares, dimensionadas de acordo com as exigências mínimas em relação a limites de elevação de temperatura.
- Fixação do barramento à estrutura rígida e efetuada por meio de suportes isolantes adequados para suportarem os esforços eletrodinâmicos devidos à corrente de curto-circuito.
- Na conexão das barras de cobre utilizar parafusos de aço zincados eletroliticamente e dicromatizados.
- Os barramentos e derivações deverão ser dispostos de modo a manter a sequência de fase “ABC” da esquerda para a direita, de cima para baixo e da parte da frente para a parte de trás, quando o painel for visto de frente.
- Barras devem possuir as fases identificadas por meio de pintura, de acordo com as cores padronizadas pela ABNT.
- Proteção com uso de barreira ou invólucro para o barramento (em acrílico ou policarbonato, por exemplo), de acordo com as recomendações da NBR 5410.

Fiação

Toda a fiação interna do painel elétrico deverá ser executada em cabos de fios de cobre. Isolamento térmico em PVC 70°C, não propagante de chamas.

A seção não deve ser inferior a:

- 1,5 mm² para os circuitos de comando, controle e secundários de transformadores de potencial.
- 2,5 mm² para os circuitos de transformadores de corrente.
- 1,0 mm² para os circuitos de instrumentação.

Toda a fiação deverá ser protegida por canaletas plásticas do tipo chama não-propagante, providas de tampa. Quando a fiação for exposta, os condutores deverão formar chicotes, devidamente fixados e sustentados com percursos horizontais e verticais retos com curvatura em ângulo reto de pequeno raio. O nível de ocupação das canaletas não deverá exceder a 70%.

Não devem ser aceitas emendas nos condutores, devendo todas as ligações serem feitas em blocos terminais ou em terminais de equipamentos. As extremidades dos condutores deverão ser providas de terminais de compressão e envolvidas com espaguete.

Os condutores deverão ser marcados individualmente por meio de etiquetas plásticas ou anilhas para sua identificação quando da conexão a terminais de equipamentos e blocos terminais.

Nas etiquetas deverão ser gravadas com tinta indelével e permanente, as inscrições correspondentes aos dos diagramas de fiação aprovados.

Identificação

A parte frontal do painel elétrico deverá encontrar-se totalmente identificado em relação aos compartimentos, saídas, sinaleiros etc.

A identificação deverá ser efetuada através de plaquetas de acrílico ou do tipo auto adesiva (fixadas ao painel), com letras na cor branca sobre fundo preto.

Componentes

Como proposta, o Painel Elétrico deverá ser composto, mas não limitado a estes, basicamente dos elementos e/ou componentes indicados a seguir. O quantitativo de cada componente deverá seguir o projeto específico.

Entrada

- Disjuntor geral, termomagnético, em caixa moldada com bobina de disparo.
- Voltímetro e amperímetro.
- Chave seletora para voltímetro.
- Chave seletora para amperímetro.
- Transformadores de corrente para medição de corrente, moldados em epóxi, classe 0,6 kV, secundário 5A.
- Transformadores de potencial para voltímetro e circuito de comando, moldados em epóxi, classe 0,6 kV, secundário 120 ou 127 V.
- Relé de supervisão de tensão, aplicado na linha de comando.

O relé deverá possuir dispositivo de regulação de tempo (ação temporizada), instalado antes do disjuntor geral, devendo promover o desligamento automático de toda a instalação em caso de sub ou sobre tensão, falta ou inversão de fase. Para isso, o relé deverá enviar um sinal, por meio do contato seco, ao circuito de disparo do disjuntor geral, para possibilitar tal desligamento.

Partida dos Motores

Deverá ser do tipo:

- direta para motores até 5 HP na tensão 220V.
- direta para motores até 7,5 HP na tensão 380/440V.
- estrela-triângulo para motores acima 7,5 HP ou;
- soft start ou variador de frequência. A ser definido especificamente para cada sistema / projeto pelo especialista HVAC.

Os seguintes equipamentos deverão ser basicamente instalados para cada motor:

- Uma (01) chave seccionadora para operação em carga, com ou sem garras fusíveis, dotada de manopla com possibilidade de travamento por cadeado.

- Contatores principais (força), bobina de 220 V, com contatos auxiliares 2NA+2NF, sendo:
 - Três (03) contatores no caso de partida estrela-triângulo.
 - Um (01) contator no caso de partida direta.
- Relé térmico de proteção contra sobrecarga.
- No caso de partida estrela-triângulo, um (01) relé de tempo, próprio para partida estrela-triângulo.
- Disjuntores no circuito de comando.
- Contatores auxiliares (relés), com bobina em 220 V e contatos auxiliares 3NA+1NF.
- Botões de comando “liga/desliga”, na cor verde/vermelho.
- Sinais “desligado-ligado”, na cor verde/vermelho.
- Transformador de comando, se necessário.
- Chave seletora dotada de três posições, destinada a selecionar o modo de operação na partida do motor, para as seguintes opções (uma seletora para cada motor):
 - **Automático**, via sistema de controle do ar condicionado ou outra forma de partida remota ou não, como por exemplo, intertravamento elétrico com outro equipamento.
 - **Desligado** (desativado).
 - **Manual**, comando local.
- Chave de transferência para cada grupo de motores ou equipamentos efetivo e reserva.

Partida Com Variadores de Frequência ou Soft Start

Aplicável a todos os equipamentos acionados por variadores de frequência, devendo conter para cada conjunto, basicamente os seguintes elementos, mas não limitados a estes, sendo:

- Disjuntor geral.
- Contadora.
- Disjuntor no circuito de comando.
- Transformador de comando, se necessário.

A posição de instalação do variador de frequência deverá ser adequadamente especificada em projeto pelo especialista HVAC.

Alimentação de Unidade Resfriadora

Especialmente para alimentação de Unidade Resfriadora (Chiller), deverá ser previsto a partir do QGBT geral:

- Disjuntor geral.

No painel da Unidade Resfriadora deverá ser previsto:

- Uma seccionadora com porta-fusível incorporado.

A unidade resfriadora de líquidos (Chiller) deverá vir com um quadro elétrico completo e montado pelo próprio fabricante. Este quadro deverá conter todos os elementos de comando e proteção inclusive dos controles elétricos inerentes à própria unidade resfriadora e outros dispositivos necessários ao intertravamento elétrico com flow-switchs, pressostatos etc., para perfeito funcionamento e proteção da mesma.

Intertravamentos Elétricos e Elementos de Alarme

No painel elétrico de uma Central de Água Gelada (CAG) deve ainda ser previsto e adequadamente especificado pelo especialista HVAC todos os elementos de intertravamento entre os diversos equipamentos, só permitindo a operação de uma unidade resfriadora de líquidos após:

- A entrada em operação de sua bomba de água gelada primária.
- O fechamento dos contatos secos dos “flow-switchs”, sendo fornecido um para cada trocador de calor.

O sistema deverá ainda ser provido dos seguintes elementos de alarme (visual e sonoro) e desligamento, caso ocorra um dos seguintes eventos:

- Nível muito baixo ou falta d’água no tanque de expansão e/ou torre de resfriamento, que será detectado através de uma chave de nível localizada neste tanque.

Desta forma, o painel deverá conter, no mínimo, os seguintes elementos:

- Sirene para alarme sonoro.
- Lâmpadas para indicação de alarme.
- Botão para teste de lâmpadas.
- Botão para “reset” da sirene e lâmpadas de alarme.

Interface Com o Sistema de Controle

No painel elétrico de uma Central de Água Gelada (CAG) deverão estar contidos todos os circuitos elétricos e elementos de interface com o sistema de controle, de forma a permitir o recebimento e o envio de sinais ao sistema de controle.

Todos os pontos de interface deverão ser realizados através de bornes, devidamente identificados, localizados em um ponto específico do painel, afastados de fontes de energia elétrica (ou outros elementos) de forma a evitar interferências eletromagnéticas com ao sistema de controle.

Basicamente, os seguintes pontos de interface deverão ser previstos:

- Contatos auxiliares secos, para envio de sinal de status das chaves seletoras (sinal apenas para o modo automático) ao sistema de controle.
- Contatos auxiliares secos, para envio dos sinais recebidos da chave de nível de água do tanque de expansão ao sistema de controle. Os sinais deste elemento serão diretamente enviados ao painel da CAG e deste reemitidos para o sistema de controle.
- Contato auxiliar seco, para envio de sinal de desligamento da CAG ao sistema de controle, devido anormalidade na alimentação elétrica do painel da CAG.
- Circuitos elétricos para comando (liga-desliga) dos equipamentos, através de sinais remotos emitidos pelo sistema de controle.
- Contatos auxiliares “seco”, para envio de sinal de comando remoto para os quadros gerais de alimentação elétrica localizados ao longo do empreendimento, sendo um sinal para cada quadro, especificamente detalhado no projeto.

O projeto específico do sistema de controle a ser elaborado deverá ainda conter a descrição detalhada das interfaces com o painel elétrico.

A presente Recomendação Técnica possui objetivo orientativo. A respectiva aplicação deverá ser avaliada por especialista do Setor HVAC.

Descritivo Geral

O ventilador deverá ter seu motor elétrico alimentado por um quadro elétrico localizado na parede de casa de máquinas de instalação do respectivo ventilador. Ou no caso de instalação sem casa de máquinas, em local protegido o mais próximo possível do respectivo equipamento.

Deverá conter basicamente os seguintes componentes, para cada motor:

- Quadro em chapa de aço 14, fosfatizada e pintada com primer e tinta de acabamento.
- Chave seccionadora do tipo “Pacco”, interrompendo a alimentação elétrica para cada motor.
- Fusíveis NH em cada fase.
- Fusíveis no circuito de comando.
- Botoeiras liga/desliga para cada equipamento (comando local).
- Plaquetas de acrílico e lâmpadas piloto para cada equipamento, indicando a operação ou não.
- Chave de partida do tipo:
 - direta para motores até 5 HP na tensão 220V.
 - direta para motores até 7,5 HP na tensão 380/440V.
 - estrela-triângulo para motores acima 7,5 HP ou;
 - soft start ou variador de frequência. A ser definido especificamente para cada sistema / projeto pelo especialista HVAC.

Nota: A posição de instalação do variador de frequência (internamente ou externa ao respectivo quadro) deve ser sempre avaliada pelo especialista de HVAC, especificando corretamente o grau de proteção (IP). Atenção especial a instalação de variador de frequência em locais com elevado grau de salinidade.

- Relé térmico trifásico contra sobrecarga para cada motor.
- Chave de seleção de operação com três posições (desligado, operação automática e operação manual), de modo a selecionar a forma de partida do motor dos ventiladores.
- A operação remota refere-se a partida do equipamento via sistema de controle e supervisão ou por intertravamento elétrico com outro equipamento.
- Contatos auxiliares secos, para envio de sinal de status da chave seletora (sinal apenas para o modo automático), para o sistema de controle e supervisão predial (caso seja solicitado pelo cliente).
- Esperas para comando remoto (liga-desliga), através do sistema de controle e supervisão predial.

Todos os componentes acima deverão ser montados no quadro de aço com tampa e acesso frontal.

Caberá ainda ao instalador de ar condicionado, o fornecimento e instalação dos seguintes elementos:

A presente Recomendação Técnica possui objetivo orientativo. A respectiva aplicação deverá ser avaliada por especialista do Setor HVAC.

Descritivo Geral

O condicionador de ar de sistema de expansão direta de alta eficiência VRF (*Variable Refrigerant Flow*) deverá possuir suprimento de energia elétrica trifásica, na tensão nominal exigida pelo respectivo Fabricante, bem como, potência disponível para atendimento a demanda de energia de todos os equipamentos do sistema.

NOTA IMPORTANTE:

O projeto do sistema deverá ser elaborado pelo especialista HVAC e, com relação ao ponto de força para sistema VRF, deverão constar de forma detalhada as seguintes informações:

- Corrente máxima de operação local (*) – para dimensionamento de todos os dispositivos de proteção individual do equipamento.

Observação: Todo o dimensionamento de proteção deverá ser previamente avaliado e aprovado pelo respectivo Fabricante do condicionador.

- Demanda / consumo elétrico dos equipamentos em operação – para dimensionamento de alimentação geral dos sistemas HVAC (QGBT).

(*) O ponto a ser considerado no dimensionamento do ponto de força de sistema VRF é que o projeto das unidades externas leva em consideração altas temperaturas externas, muitas vezes, superiores a 50°C. Isto ocorre porque os sistemas VRF são plataformas globais e são dimensionados para operar em condições extremas e, também, porque as temperaturas de superfícies que envolvem a instalação das unidades externas podem facilmente atingir altas temperaturas em superfícies como paredes, lajes, coberturas etc. Desta forma, reforçamos a premissa para dimensionamento de ponto de força e proteções devendo levar em consideração a corrente máxima de operação local.

A alimentação e respectivo painel elétrico deverá ser executado em circuitos separados, sendo:

- Um circuito de alimentação e painel elétrico para o conjunto de unidades internas (evaporadoras). Atenção a capacidade máxima de um grupo de unidades internas definida pelo respectivo Fabricante. Unidades internas poderão também possuir alimentação por circuito individual.
- Um circuito de alimentação e painel elétrico para grupo de unidades externas (unidades condensadoras).

Para unidade interna do tipo AHU ou Rooftop Modular, o ponto de força deverá ser individual por unidade, sendo o ponto de força dimensionado de acordo com a corrente máxima de operação local, alimentado por disjuntor termomagnético e DR de forma a evitar choques elétricos.

A queda de tensão entre a origem da instalação e o ponto de utilização da unidade externa, não deve ser superior às recomendações definidas nos Manuais dos respectivos Fabricantes. Por exemplo:

TENSÃO DE ALIMENTAÇÃO	90 a 110% da Tensão Nominal
DESEQUILÍBRIO DA TENSÃO	Dentro de um desvio de 3% de cada Fase no Terminal Principal da Unidade Externa
TENSÃO DE PARTIDA	Mínimo de 85% da Tensão Nominal

Fonte de alimentação estabilizada – Referência: Johnson Controls Hitachi

Os equipamentos devem ser aterrados no sistema TN na variação TN-S de acordo com a Norma NBR 5410.

Observação:

Não conectar o aterramento de unidade externa a qualquer outro sistema de aterramento como: estruturas metálicas, quadros elétricos de equipamentos, tubulações metálicas ou sistemas de SPDA (Sistema de Proteção contra descargas atmosféricas).

Painel Elétrico

Cada grupo de equipamentos do sistema será alimentado por circuitos secundários a partir de um painel elétrico de distribuição – posição do painel elétrico de distribuição a ser definido e especificado em projeto pelo especialista HVAC.

Deverá conter basicamente os seguintes componentes, para cada motor:

- Quadro em chapa de aço 14, fosfatizada e pintada com primer e tinta de acabamento.
- Disjuntor Geral e disjuntor termomagnético de circuito secundário.
- Barramentos fase, neutro (se existir) e terra.
- Dispositivos de seccionamento e proteção de sobrecorrente e sobrecarga.
- Dispositivos de proteção contra choque (DR) – instalado a montante, com definição em conjunto com Cliente e Projetista/Instalador dos sistemas de instalação elétrica.

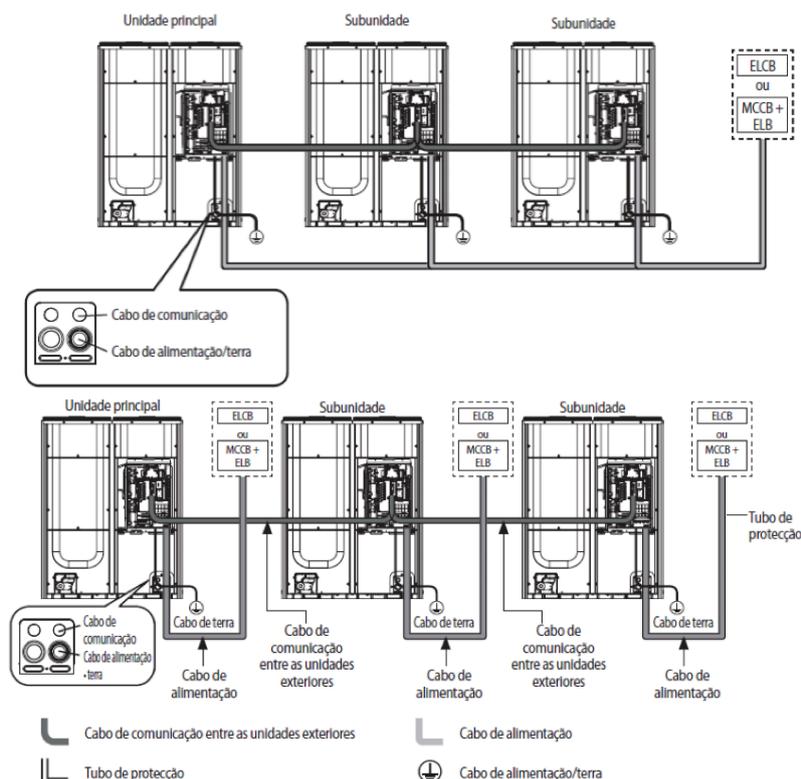
Caberá ainda ao instalador de ar condicionado, o fornecimento e instalação dos seguintes elementos:

- Eletrodutos e cabos desde o ponto de força até o ponto de alimentação do equipamento.
- Intertravamentos elétricos com outros equipamentos.

Com relação ao sistema de correção do fator de potência, este deverá ser previsto e instalado pelo cliente / empreendimento diretamente na entrada geral de energia (subestação), de modo a manter o respectivo fator dentro da faixa prevista pela concessionária de energia elétrica local.

Para proteção contra surtos de tensão de alta frequência, como de descargas atmosféricas que chegam pela rede de energia, deve ser previsto e instalado, na origem da instalação elétrica, um conjunto de dispositivos de proteção contra sobretensões, do tipo curto-circuitante (DPS) – previsto e instalado pelo Cliente.

Esquemático de Configuração – Ligação Elétrica e Comunicação



LEGENDA

- ELCB – disjuntor diferencial.
- MCCB – disjuntor em caixa moldada
- ELB – disjuntor diferencial.

Fonte: Fabricante Samsung

Sistema de Comunicação

Para o sistema de comunicação entre as unidades interna e externa recomenda-se utilizar um fio blindado de 3 núcleos. Quando o cabo de comunicação estiver paralelo ao cabo de força, deverá ser mantida distância suficiente para evitar interferência (pelo menos 300 mm a 500 mm – recomendação a ser confirmado com respectivo Fabricante).

O cabo de força e o cabo de comunicação não podem ser entrelaçados.

O cabo de comunicação deverá ser instalado protegido em infra seca – tubulação!

Anotações

A presente Recomendação Técnica possui objetivo orientativo. A respectiva aplicação deverá ser avaliada por especialista do Setor HVAC.

Introdução

A presente Recomendação Técnica (RT) possui o objetivo de apresentar as opções disponibilizadas para implantação nos sistemas de distribuição de ar, focado nos elementos de difusão – difusores. A correta especificação e selecionamento de difusor influi diretamente no conforto térmico do ambiente, permitindo melhor satisfação para os ocupantes do ambiente beneficiado pelo sistema de ar condicionado.

“Conforto térmico é o estado mental que expressa satisfação do homem com o ambiente térmico que o circunda” – ASHRAE.



Caberá ao especialista de HVAC definir o correto selecionamento dos elementos de difusão, sempre com base nas recomendações do Fabricante.

O modelo e respectivo dimensional deverão constar no projeto com especificação completa e com indicação da respectiva vazão de ar individual por difusor.

Fatores Importantes no Selecionamento

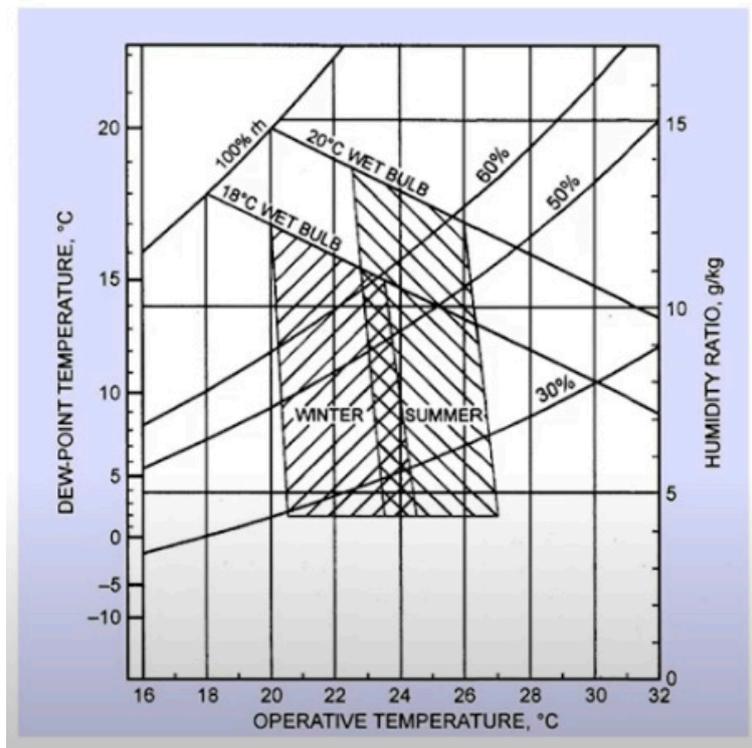
O selecionamento do tipo e localização dos elementos de difusão (difusor), deverão seguir as recomendações das Normas pertinentes, principalmente NBR 16.401-2 e documentos da ASHRAE, devendo levar em consideração:

- Limites de velocidade média na zona ocupada.
- Variações de temperatura admissíveis no ambiente.
- Nível de ruído.
- Layout de arquitetura do ambiente e respectiva disposição dos elementos de difusão.

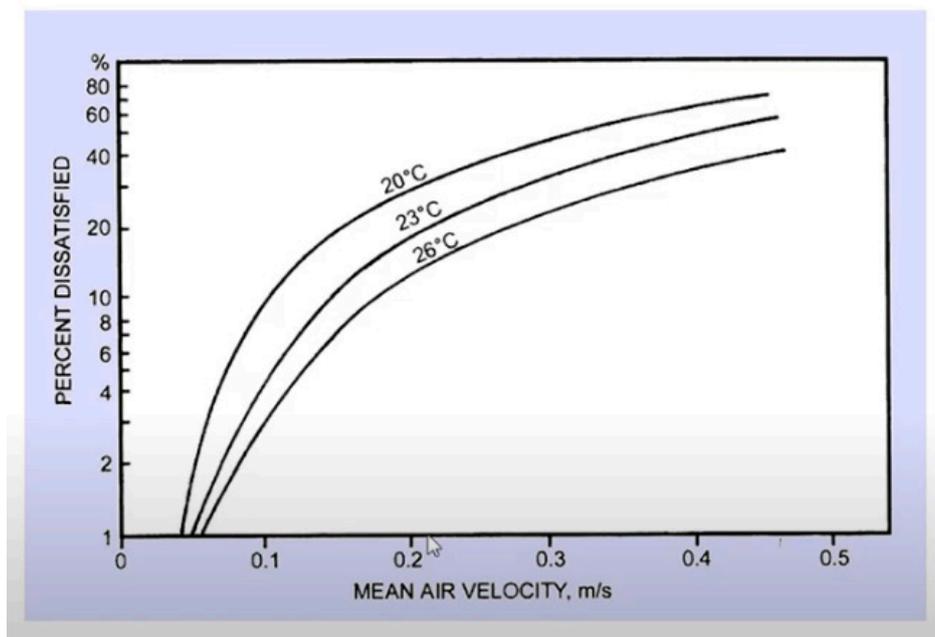
Todos os elementos de difusão deverão possuir dispositivos específicos para a regulação de vazão. Importante destacar também a correta suportação e fixação de difusor, seguindo as recomendações do respectivo Fabricante.

Os gráficos a seguir apresentam respectivamente a zona de conforto, segundo a ASHRAE e a influência da velocidade do ar em relação ao conforto de ocupantes, devendo ser levado em consideração quando do selecionamento de elementos de difusão.

Para melhor entendimento do 2º gráfico, um edifício é considerado “*Edifício Doente*” (universalmente) quando 20% das pessoas que ocupam um edifício não estão conforme com as adequadas condições do sistema de ar condicionado (temperatura, umidade etc.). Desta forma, pode-se definir os limites e/ou velocidade adequada do ar na zona ocupada.



Fonte: ASHRAE

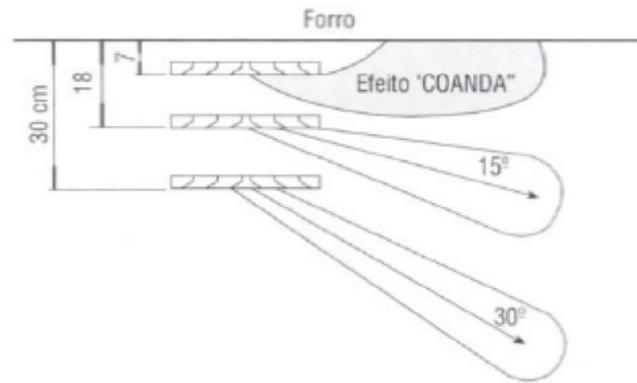


Fonte: Trox

Efeito Coanda

O Efeito Coanda deve sempre ser levado em consideração, principalmente no selecionamento de elemento de difusão (difusor) de forma a facilitar e aumentar o alcance do jato de ar para a adequada distribuição dentro dos limites de velocidade na área de conforto e respectiva temperatura de insuflação (mistura do ar primário e

secundário).



Princípio de funcionamento: efeito de teto ou efeito Coanda

Condições para se conseguir este efeito:

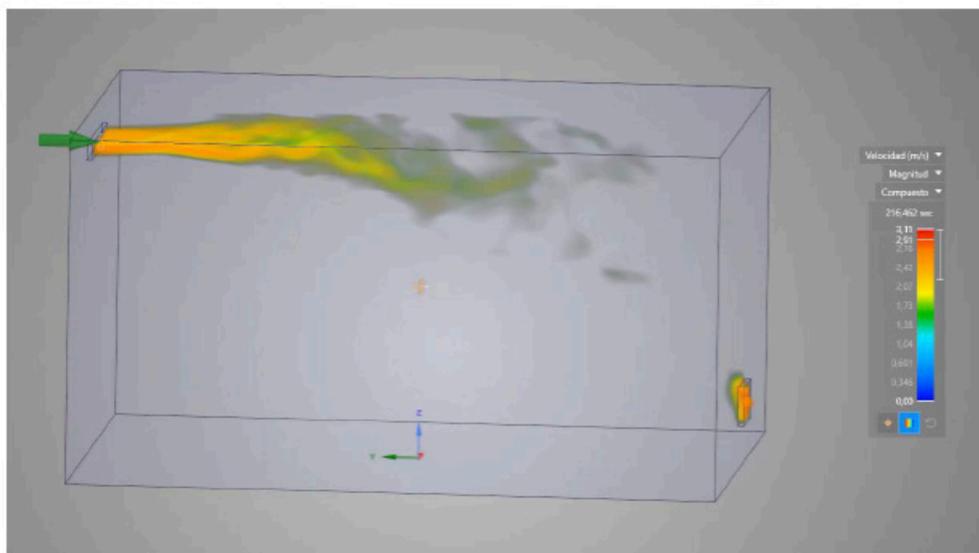
Desenho apropriado do difusor tanto na forma das suas lâminas deflectoras e seu espaçamento como na velocidade efetiva do ar ($V_{eff} > 2\text{m/s}$).



Fonte: Trox

Simulação / Análise CFD

Entre as principais análises efetuadas em CFD podemos destacar a análise térmica – comportamento de temperatura do jato no ambiente. A figura a seguir representa uma análise efetuada e respectivo resultado. Cabe ao especialista avaliar a necessidade de análise de seu projeto com simulação através de CFD.



Fonte: Trox

Tipo de Elementos de Difusão - Difusores

Encontram-se disponíveis no mercado diversos tipos de difusores para sistema de insuflação de ar. Entre os difusores, podemos destacar: convencionais, de alta indução, de longo alcance de fluxo de ar e difusor de fluxo de deslocamento (*displacement flow*). A seguir recomendações e tipo de difusor para intervalo de pé direito.

Difusor para insuflação em espaços com 2,6 a 4 metros de pé-direito

Difusores Radiais



Difusores Rotacionais



Difusores Lineares

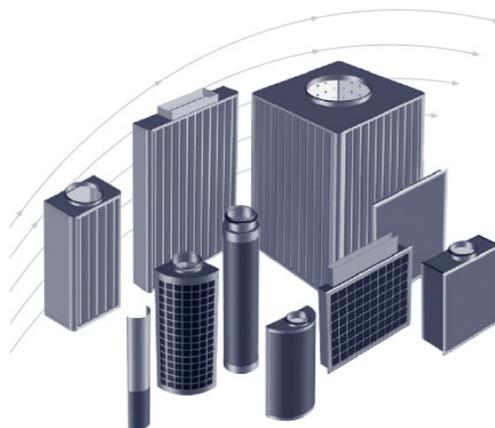


Difusor Alta Indução



A seguir outros modelos de difusores aplicados a condições de operações específicas:

Difusores Fluxo de Deslocamento (*Displacement Flow*)



Difusor de Piso



Difusor de Jato de Ar de Longo Alcance



Difusor Air Jet



Aplicação

A seguir indicamos de forma conceitual e/ou orientativa as diversas aplicações para instalação de difusores. Entretanto, conforme já explanado acima, o correto selecionamento e respectiva aplicação deverão ser definidos na fase de projeto pelo especialista em sistemas HVAC.

Jato helicoidal (difusor quadrado ou circular) –

Difusor de Alta Indução –

Difusor de Longo Alcance de Fluxo de Ar –

Difusor do Tipo Linear –

Difusor de Piso –

Difusor de Fluxo de Deslocamento –

Acessórios

Diversos acessórios encontram-se disponíveis para instalação em conjunto com os elementos de difusão – difusores. Entre os principais, podemos destacar:

- Caixa plenum com conexão de duto flexível ou duto circular rígido.
- Placa perfurada – Aplicação em caixa plenum e/ou antes da aleta do difusor.
- Registro de regulação de vazão, normalmente do tipo “OB”.
- Placa auxiliar no perímetro de difusor em instalação sem forro, de forma a manter e permitir o Efeito Coanda.
- Varyset – permitir sistema com operação em Volume de Ar Variável (VAV), mantendo o Efeito Coanda, com a redução de vazão.
- Cantoneira de acabamento específica para aplicação em difusor linear.
- Opções de acabamento, cor etc. dos elementos de difusão, compatibilizando com a arquitetura/layout do ambiente.

Anotações

Introdução

A presente Recomendação Técnica (RT) possui o objetivo de apresentar as opções disponibilizadas para implantação nos sistemas de distribuição de ar, focado nos elementos grelhas de ventilação. A correta especificação e selecionamento de grelha, seja para insuflação ou retorno de ar, influi diretamente no conforto térmico do ambiente, permitindo melhor satisfação para os ocupantes do ambiente beneficiado pelo sistema de ar condicionado.

“Conforto térmico é o estado mental que expressa satisfação do homem com o ambiente térmico que o circunda” – ASHRAE.



Caberá ao especialista de HVAC definir o correto selecionamento de grelhas, sempre com base nas recomendações do Fabricante.

O modelo e respectivo dimensional deverão constar no projeto com especificação completa e com indicação da respectiva vazão de ar individual por grelha.

As aplicações de grelhas são variadas, principalmente em sistema de retorno de ar, insuflação no caso de ar condicionado e muita aplicação para sistema de ventilação. As grelhas, por possuírem menor indução, são projetadas para jatos longos.

Fatores Importantes no Selecionamento

O selecionamento do tipo e localização de grelhas, deverão seguir as recomendações das Normas pertinentes, principalmente NBR 16.401-2 e documentos da ASHRAE, devendo levar em consideração:

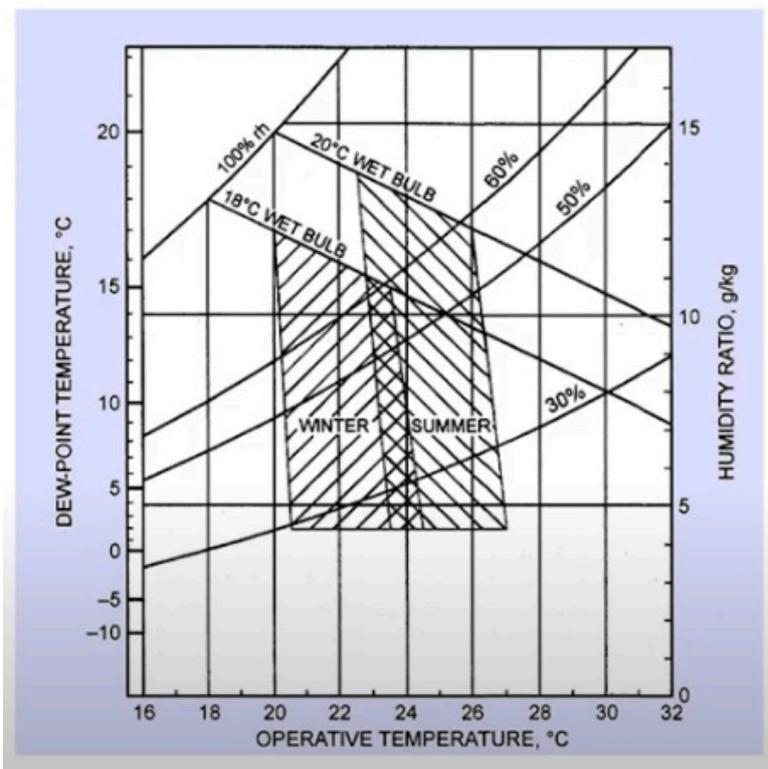
- Limites de velocidade média na zona ocupada.
- Variações de temperatura admissíveis no ambiente.
- Nível de ruído.
- Layout de arquitetura do ambiente e respectiva disposição das respectivas grelhas.

Todas as grelhas deverão possuir dispositivos específicos para regulagem de vazão. Importante destacartambém a correta suportaçãoe fixaçãoseguindo as recomendações do respectivo Fabricante.

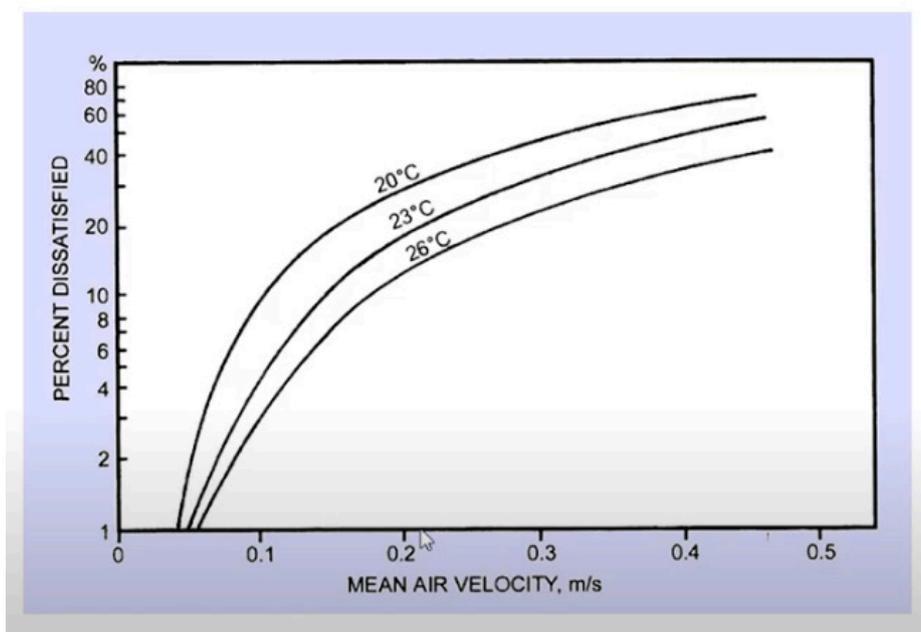
Os gráficos a seguir apresentam respectivamente a zona de conforto, segundo a ASHRAE

e a influência da velocidade do ar em relação ao conforto de ocupantes, devendo ser levado em consideração quando do seccionamento de grelhas.

Para melhor entendimento do 2º gráfico, um edifício é considerado “Edifício Doente” (universalmente) quando 20% das pessoas que ocupam um edifício não estão conforme com as adequadas condições do sistema de ar condicionado (temperatura, umidade etc.). Desta forma, pode-se definir os limites e/ou velocidade adequada do ar na zona ocupada.



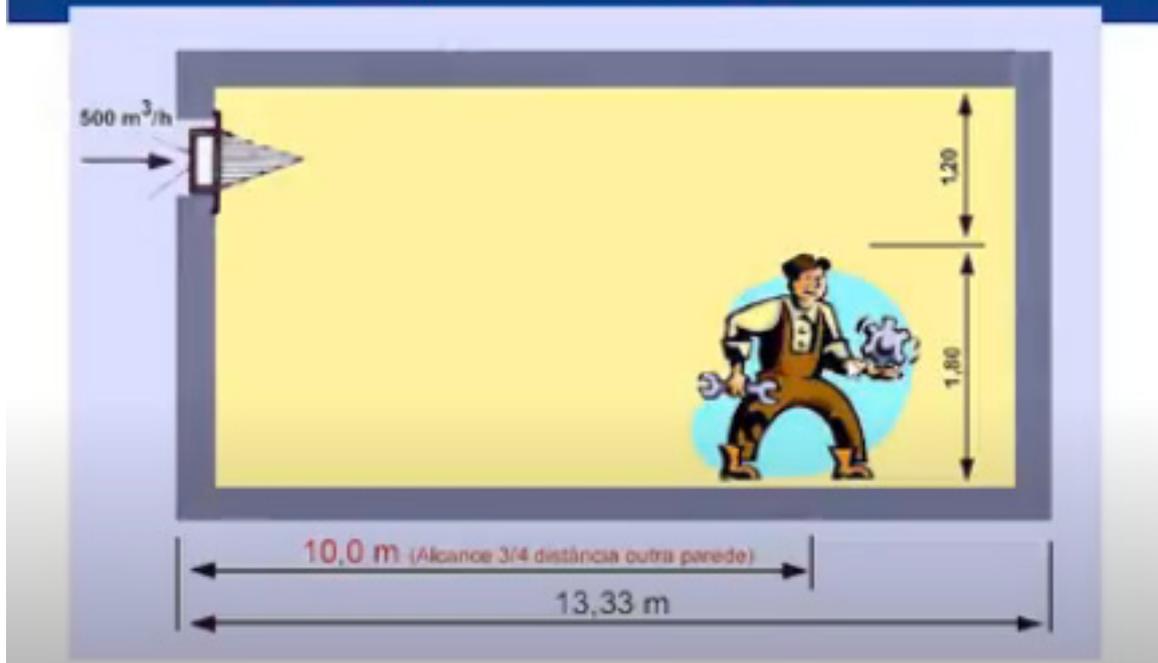
Fonte: ASHRAE



Fonte: Trox

A seguir um exemplo de seccionamento, considerando o alcance adotado de $\frac{3}{4}$ em relação a parede/barreira do lado oposto, ponto de ocupação!

Exemplo de selecionamento

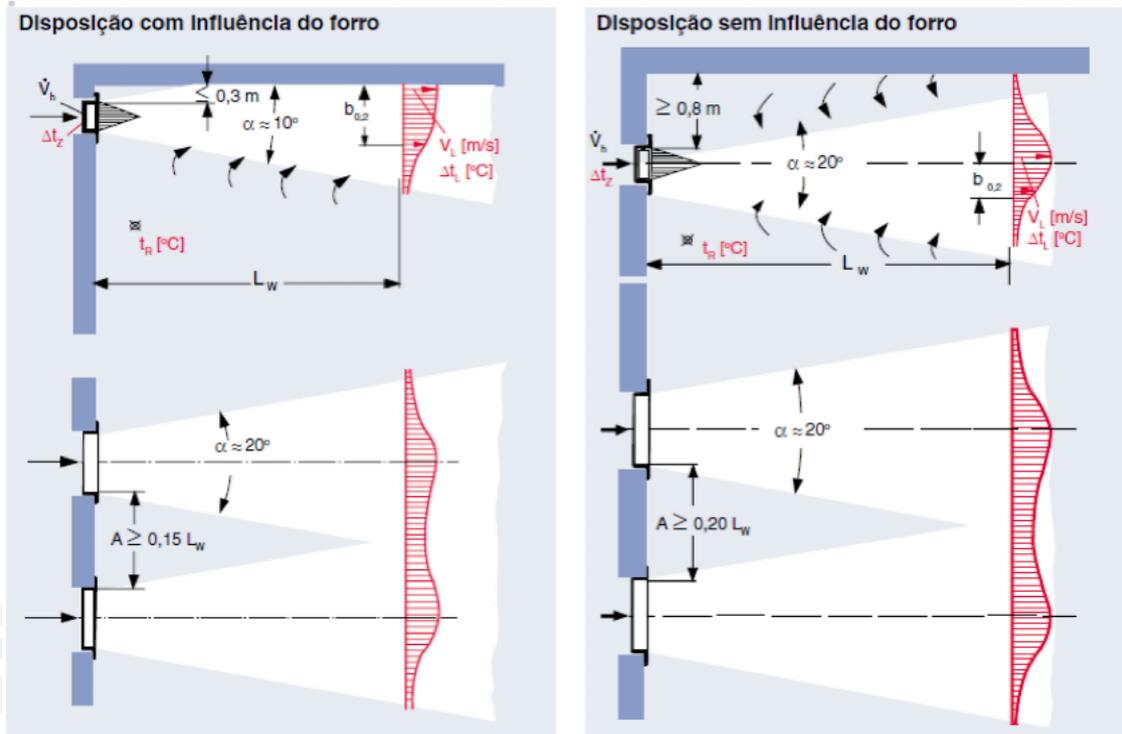


Fonte: Trox

Aplicação de Instalação de Grelhas Com ou Sem Influência de Forro

Nas figuras a seguir indicamos tipos de aplicação com grelhas. Na 1ª figura temos a representação de grelha com influência de forro, onde a mesma deve encontrar-se posicionada a 30cm do forro. Observar na 2ª figura a disposição sem influência do forro com distanciamento maior ou igual a 80cm.

Importante destacar que não se possui resultados efetivos para o comportamento de grelhas instaladas no intervalo de afastamento entre 30 cm e 80 cm.



Fonte: Trox

De forma resumida, podemos verificar nas figuras acima que a influência do forro nos permite o Efeito Coanda

Tipo de Grelhas

Encontram-se disponíveis no mercado diversos tipos de grelhas para sistema de insuflação e retorno de ar condicionado e para sistema de ventilação. Entre os principais tipos de grelhas, podemos destacar: Grelha simples, grelha de dupla deflexão, grelha com aletas fixas e/ou móveis, grelha do tipo linear, grelha de piso etc.



Grelha de Piso



Grelha de Retorno

Acessórios

Diversos acessórios e características encontram-se disponíveis para instalação em conjunto com as grelhas. Entre os principais, podemos destacar:

- Construção em alumínio anodizado ou alumínio preparado para pintura.
- Construção em chapa de aço pintada- cores disponíveis a ser avaliada com respectivo Fabricante.
- Registro de regulagem de vazão, normalmente do tipo “OB”.
- Opção de fornecimento com dupla deflexão.
- Aletas fixas ou aletas móveis (vertical ou horizontalmente).
- Fornecimento com captor para conexão com duto.
- Moldura para montagem.
- Grelha com opção de “miolo” removível.
- Fixação interna.
- Outros acessórios, confirmar com respectivo Fabricante.

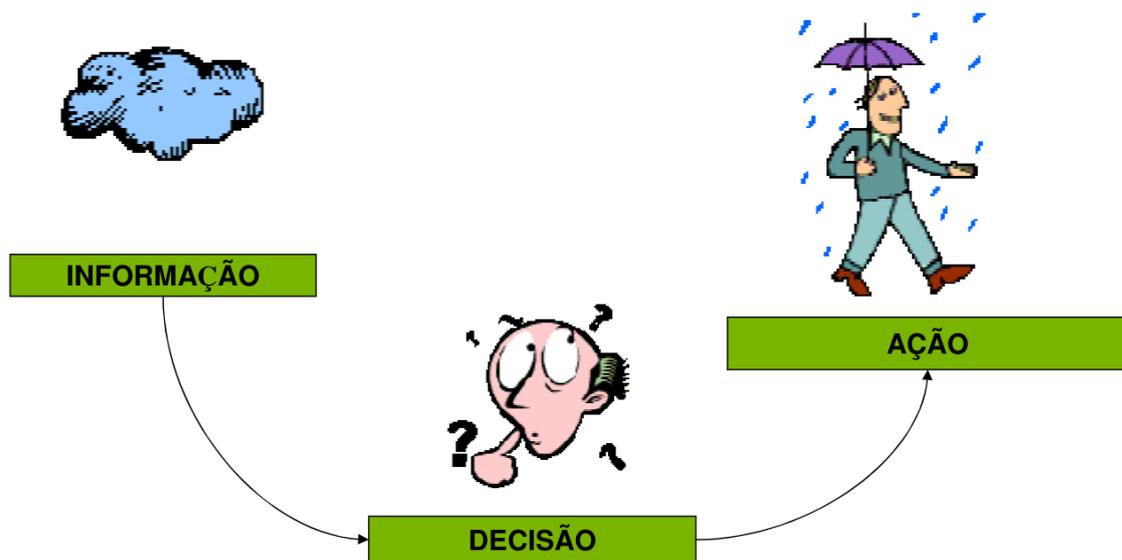
Anotações

A presente Recomendação Técnica possui objetivo orientativo. A respectiva aplicação deverá ser avaliada por especialista do Setor HVAC.

Introdução

Segundo a ASHRAE (*American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers*) podemos definir “Controle” como:

“Controle é uma coordenação de hardware e software com uma sequência de rotinas e funções pré-definidas, que resulta na lógica adequada de equipamentos e dispositivos para produzir os resultados desejados no conforto ambiental, bem como, em uma operação eficiente, econômica e segura dos sistemas do prédio.”



Fornecedor e Instalador de Sistema de Controle

No projeto dos Sistemas HVAC deverá constar o escopo de cada uma das empresas envolvidas no processo de implantação do sistema de controle, assim como as definições de lógicas de controle de cada sistema.

Basicamente denominadas:

- Instalador do Sistema de Controle e Supervisão Predial (Automação) – empresa responsável pelo fornecimento e instalação do sistema de controle e supervisão predial.
- Instalador dos Sistemas e Componentes Controlados e/ou Monitorados – empresa responsável pelo fornecimento e instalação de sistema mecânico (HVAC, Iluminação, Elevador, Hidráulica etc.).

Normas e Códigos de Referência

Para todo projeto de Sistema HVAC e de Sistema de Controle deverão ser observadas as Normas e Códigos de Obras aplicáveis, devendo as prescrições da ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) serem consideradas como elemento base para quaisquer serviços e/ou fornecimento de materiais e equipamentos.

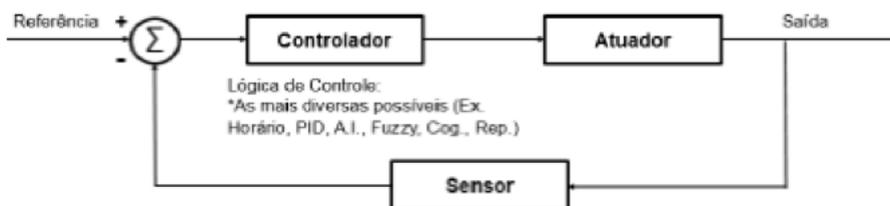
Na falta de Normas específicas da ABNT, deverão ser consideradas as prescrições e referências de:

- ASHRAE - American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers.
- IEEE - Institute of Electrical and Electronics Engineers.
- UL - Underwriters Laboratories.
- NEMA – National Electrical Manufacturers Association.
- NFPA – National Protection Association.

Componentes de Sistema de Controle

O conceito de Loop de Controle encontra-se representado na figura a seguir.

Conceito de Loop de Controle



Fonte: Honeywell

Os periféricos (válvulas, sensores, atuadores etc., são os componentes que interagem com a instalação (campo), sendo responsáveis por informar o status do que está sendo controlado ou monitorado.

Controladores



Periféricos

Controle e Balanceamento

• Válvulas de Controle

• Válvulas Independente de

Pressão e Pressão Diferencial



• Atuadores

• Sensores



Sinais de Controle

Analógico

Referem-se aos sinais que conservam a forma desde a fonte até o destino. Tradução de condições físicas, como fluxo, temperatura, pressão, posição angular etc., em quantidades mecânicas ou elétricas relacionadas.

Exemplo: Temperatura pode ser representada por uma voltagem, corrente analógica ou resistência.

Digital ou Binário

São aqueles em que a forma do sinal transmitido é diferente do sinal original. As formas dos sinais são convertidas para um sistema binário antes de serem transmitidas. Característica ou propriedade que envolve a escolha ou condição em que há somente duas alternativas possíveis.

Exemplo: Status de funcionamento de um ventilador – Liga / Desliga.

SINAL	Inglês	Português	Ex.: Aplicação Típica
ANALÓGICO – Representa Sinais cujos Valores são provenientes de um estado físico e de suas mudanças.	AI	EA - Entrada Analógica	Sinal que ENTRA no controlador proveniente de sensor resistivo (Ohms) de temperatura, transdutor de Pressão, transmissor de umidade e sinais em 4-20mA ou 0-10Vdc.
	AO	SA - Saída Analógica	Sinal que SAI do controlador para comandar o acionamento de válvula de controle, atuador de damper e dispositivos que atuam com sinais de 0-10Vdc ou 4-20 mA.
DIGITAL, DISCRETA OU BINÁRIO - Sinal que indica uma de duas condições.	BI	ED ou EB (Entrada Digital ou Binária)	Sinal que ENTRA no controlador proveniente de contato (aberto/fechado) de pressostato, relé de corrente, chave de fluxo ou outros dispositivos similares.
	BO	SD ou SB (Saída Digital ou Binária)	Sinal que SAI de controlador para comandar o acionamento Liga/Desliga de periféricos de HVAC como : bombas, chillers, máquinas, exaustores, etc

Fonte: Johnson Controls

Sistemas Monitorados e/ou Controlados

Para conhecimento, diversos são os sistemas de um empreendimento que podem ser monitorados e/ou controlados, em complemento ao sistema HVAC, sendo:

- Iluminação.
- Sistema Hidráulico e Esgoto.
- Sistema de Detecção e Combate a Incêndio.
- Sistema Elétrico.
- Elevadores e Escadas Rolantes
- Estacionamento – contagem de veículos.
- Controle de Acesso.
- Etc.

Importância de Manutenção do Sistema de Controle

O sistema de controle deverá possuir um plano de manutenção de forma a manter o sistema operacional.

O período de manutenção de cada componente, periférico etc., dependerá do local de implantação do sistema, schedule de operação, criticidade etc.

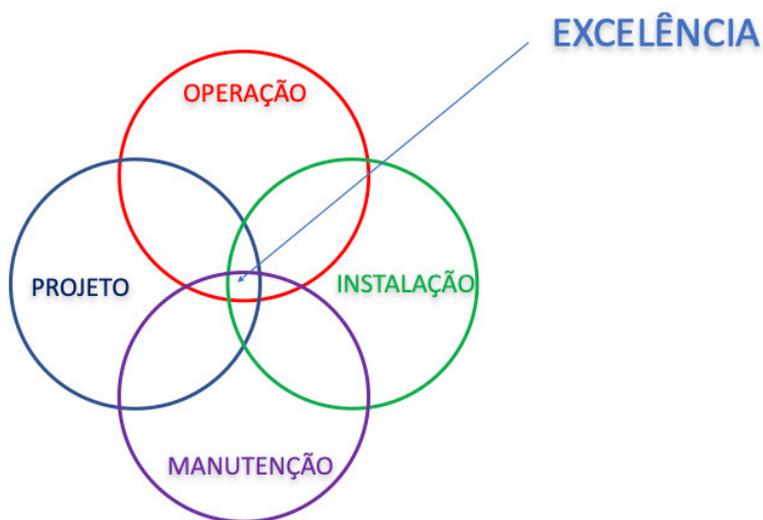
A proposta a seguir é de forma orientativa. Cabe ao Especialista de Sistemas HVAC em conjunto com o Operador do sistema definir as rotinas e plano de manutenção de cada sistema de controle.

Plano de Manutenção	Período
Verificação geral do Sistema de Controle - Operacional	Mensal
Medição e registro as tensões de alimentação dos módulos	Bimestral
Verificação de leitura dos sensores analógicos; Checagem dos parâmetros de programação (algoritmos e programas)	A cada 04 meses
Calibração dos sensores de temperatura (se aplicável); Teste em campo referente a atuação dos sinais das saídas analógicas; Teste em campo referente ao acionamento dos sinais das saídas digitais	Semestral

Benefícios de Monitorar e/ou Controlar

Diversos são os benefícios relacionados a monitoração e/ou controle de sistemas. Entre os principais, podemos destacar:

- Confiabilidade e segurança na operação dos sistemas.
- Otimização de operações e equipamentos, principalmente na Indústria.
- Diagnóstico de falhas e/ou necessidade de manutenção preventiva.
- Apoio a tomada de decisão e respectiva ação.
- Gestão dos sistemas e conseqüentemente redução no consumo de energia.
- Melhora na qualidade de vida das pessoas e melhora na Qualidade do Ar Interior (IAQ – *Indoor Air Quality*).
- Recomendado na obtenção de selos de sustentabilidade – USGBC, AQUA etc.
- Busca na Excelência do sistema.



A presente Recomendação Técnica possui objetivo orientativo. A respectiva aplicação deverá ser avaliada por especialista do Setor HVAC.

Introdução

A presente Recomendação Técnica possui objetivo de apresentar de forma sucinta a Lógica de Controle proposta para implantação de um sistema de expansão indireta (água gelada) dotado de condicionador de ar tipo Fancoil com controle de temperatura e umidade.

A seguir indicamos a sequência de operação do Condicionador de Ar Fancoil.

Sequência de Operação

Equipamentos Controlados

No projeto deverão constar de forma objetiva os equipamentos a serem controlados, considerando principalmente a opção de equipamentos operante e reserva.

Rodízio de Equipamentos

Considerando um sistema com equipamentos operante e reserva, deverá ser definido o rodízio de operação por tempo e por falha. Como proposta, deve ser considerado e realizado pelo menos um rodízio semanal entre os equipamentos baseado no número de horas de operação. Importante que seja realizado o rodízio semanal entre as resistências de aquecimento de cada equipamento.

Modo de Operação

O equipamento deverá possuir no quadro chave seletora dotada de três posições destinada a selecionar o modo de operação na partida do motor, para as seguintes opções (importante prever uma seletora para cada motor):

- Automático, via sistema de controle do ar condicionado ou outra forma de partida remota ou não, como por exemplo, intertravamento elétrico com outro equipamento.
- Desligado (desativado).
- Manual, comando local.

O sistema de automação necessita que os equipamentos estejam em automático e forma a permitir ser comandados.

A seguir resumo de modo operante e não operante para a Lógica de Controle do Fancoil com controle de temperatura e umidade

Modo Não Operante

- Ventilador desligado.
- Válvula de água gelada fechada.
- Resistências de reaquecimento desligadas.
- Umidificador desligado.
- Damper de insuflação fechado.

Modo Operante

- Ventilador comandado a ligar.
- Dispositivos acionados de acordo com setpoints previstos: temperatura, umidade e pressão definidos.
- Damper de insuflação aberto.
- No caso de equipamento reserva, damper de insuflação fechado.
- No caso de existir ventilador de ar externo, o mesmo deverá encontrar-se no modo operante.

Controle de Temperatura e Umidade

O sistema de controle comandará a válvula de água gelada do Fancoil e/ou bateria de resistência/serpentina de água quente para atender a temperatura e umidade de acordo com os setpoints definidos em projeto pelo especialista do Sistema HVAC.



Desta forma, encontra-se proposta a seguir a seguinte lógica de operação:

- Controle de temperatura com atuação da válvula de controle, desde que a umidade encontre dentro da faixa de controle.
- Caso umidade esteja operando acima da faixa de controle, alternar a atuação da válvula de controle em função do sensor de umidade e o controle de temperatura é efetuado com a bateria de resistência ou serpentina de água quente (caso aplicável).

Em locais com baixa umidade relativa, a implantação de umidificadores deve ser aplicável.

A seguir indicamos resumo das condições de operação dos sistemas com base na lógica de operação indicada acima:

TEMPERATURA	UMIDADE RELATIVA	SISTEMA
Temperatura Menor (Setpoint)	UR Menor (Setpoint)	Fechamento de Válvula e Acionamento da Resistência
Temperatura Maior (Setpoint)	UR Maior (Setpoint)	Cooling – Abertura Válvula
Temperatura Maior (Setpoint)	UR Menor (Setpoint)	Cooling – Abertura Válvula
Temperatura Menor (Setpoint)	UR Maior (Setpoint)	Cooling + Resistência

Controle de Pressão de Insuflação

Como principalmente a função do sensor de pressão é obter a condição de status do ventilador – fluxo de ar!

O sistema de controle deverá também permitir (caso previsto) operação e comando do inversor de frequência do respectivo Fancoil de forma a manter a pressão de insuflação de acordo com o setpoint previsto (ajustável).

O controlador utilizará cálculo PID que definirá a frequência de rotação do ventilador de acordo com o erro entre a grandeza medida e o setpoint ajustado.

Caso a pressão de insuflação esteja acima do valor do setpoint de pressão, a velocidade do ventilador tenderá a diminuir e caso a pressão esteja abaixo do valor do setpoint, a velocidade do ventilador tenderá a aumentar.

Dispositivo que será referência para a lógica:

- Sensor de pressão instalado no duto de insuflação de cada equipamento.

Monitoração de Saturação de Filtro de Ar

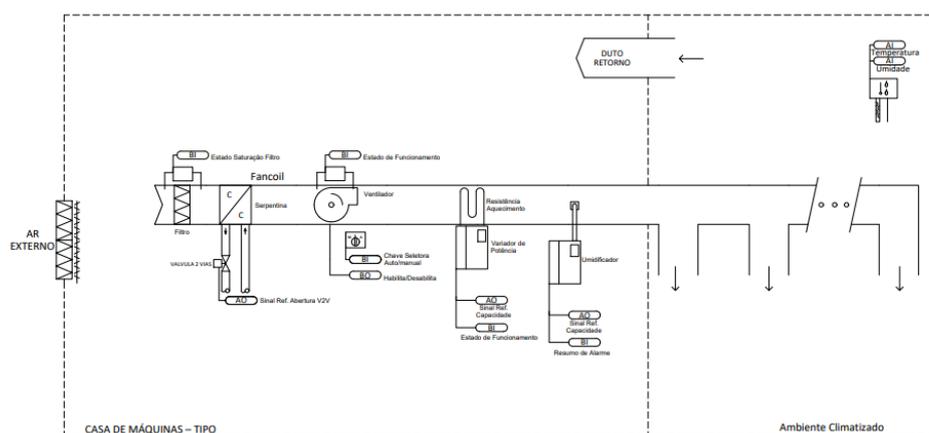
O sistema de automação irá monitorar o estado de saturação do filtro de ar dos equipamentos através de pressostato diferencial de ar. Um aviso será gerado via sistema de automação no caso de saturação do filtro.

Dispositivo que será referência para a lógica:

- Pressostato diferencial de ar instalado no filtro de ar.



Fluxograma Esquemático



Fonte: Trane

A presente Recomendação Técnica possui objetivo orientativo. A respectiva aplicação deverá ser avaliada por especialista do Setor HVAC.

Introdução

A presente Recomendação Técnica possui objetivo de apresentar de forma sucinta a Lógica de Controle proposta para implantação de condicionadores de ar de expansão indireta – Fancoil considerando aplicação para:

- Volume de Ar Constante;
- Volume de Ar Variável;
- Volume de Ar Variável – Implantação de Caixas de Volume de Ar Variável (VAV).

Sequência de Operação

Condicionamento de Ar – Volume de Ar Constante

O sistema de controle deverá possuir a função de controlar e supervisionar o condicionador de ar (expansão indireta – Fancoil) dotado de volume de ar constante, devendo realizar basicamente as seguintes funções:

- Realizar a partida e parada automática do ventilador de insuflação do condicionador através de programação prevista pelo loop de controle e/ou através de sinal efetuado pelo operador, via teclado.
- Receber sinal proporcional de 1 (hum) sensor de temperatura (bulbo seco) instalado no ambiente condicionado.



- Comandar a válvula de duas (02) vias, elétrica, proporcional, independente de pressão e balanceamento dinâmico, normalmente fechada (válvula totalmente fechada quando o condicionador estiver desligado, retorno por mola), em função do sinal proveniente do sensor de temperatura acima referenciado.

Perda de carga para a vazão nominal deverá ser compreendida entre 2,5 a 4,0 mCA. Desta maneira, as serpentinas de resfriamento deverão possuir circuitagem adequada de forma a obter uma perda de carga compreendida entre 1,5 a 2,5 mCA;

- Receber sinal binário de status do condicionador (ligado/desligado).



- Receber sinal de saturação de filtros, através de um pressostato diferencial instalado no condicionador de ar.



Condicionamento de Ar – Volume de Ar Variável

O sistema de controle deverá controlar e supervisionar o condicionador de ar (expansão indireta – Fancoil) dotado de volume de ar variável, devendo realizar as seguintes funções:

- Realizar a partida e parada automática do ventilador de insuflação do condicionador através de programação prevista pelo loop de controle e/ou através de sinal efetuado pelo operador, via teclado.
- Receber sinal proporcional de 1 (hum) sensor de temperatura (bulbo seco) instalado no fluxo de ar de insuflação.



- Comandar a válvula de duas (02) vias, elétrica, proporcional, independente de pressão e balanceamento dinâmico, normalmente fechada (válvula totalmente fechada quando o condicionador estiver desligado, retorno por mola), em função do sinal proveniente do sensor de temperatura acima referenciado.

Perda de carga para a vazão nominal deverá ser compreendida entre 2,5 a 4,0 mCA. Desta maneira, as serpentinas de resfriamento deverão possuir circuitagem adequada de forma a obter uma perda de carga compreendida entre 1,5 a 2,5 mCA;

Como proposta (a ser avaliado pelo especialista do sistema HVAC), o sistema de controle deverá manter o setpoint de temperatura previsto (entre 12 a 14oC).

- Comandar a operação do variador de frequência em função do sinal proveniente de 2 (dois) a 4 (quatro) sensores de temperatura instalados nos respectivos ambientes (montados em serie-paralelo), controlando a rotação do ventilador. A quantidade de sensores deverá ser avaliada pelo especialista do sistema HVAC, considerando principalmente o porte da instalação e respectiva área beneficiada.

O sistema de controle deverá manter o setpoint de temperatura previsto em projeto (normalmente 23°C ou 24°C - +/1°C para sistema de conforto).

- Receber sinal binário de status do condicionador – variador (ligado/desligado).
- Receber sinal de falha do variador de frequência.
- Receber sinal de saturação de filtros, através de um pressostato diferencial instalado no condicionador de ar.



Condicionamento de Ar – Volume de Ar Variável (Caixas de VAV)

O sistema de controle deverá controlar e supervisionar o condicionador de ar (expansão indireta – Fancoil) dotado de volume de ar variável e caixa de volume de ar variável (VAV), devendo realizar as seguintes funções:

- Realizar a partida e parada automática do ventilador de insuflação do condicionador através de programação prevista pelo loop de controle e/ou através de sinal efetuado pelo operador, via teclado.
- Receber sinal proporcional de sensores de temperatura (bulbo seco) instalado no fluxo de ar de insuflação.



- Comandar a válvula de duas (02) vias, elétrica, proporcional, independente de pressão e balanceamento dinâmico, normalmente fechada (válvula totalmente fechada quando o condicionador estiver desligado, retorno por mola), em função do sinal proveniente do sensor de temperatura acima referenciado.

Perda de carga para a vazão nominal deverá ser compreendida entre 2,5 a 4,0 mCA. Desta maneira, as serpentinas de resfriamento deverão possuir circuitagem adequada de forma a obter uma perda de carga compreendida entre 1,5 a 2,5 mCA;

Como proposta (a ser avaliado pelo especialista do sistema HVAC), o sistema de controle deverá manter o setpoint de temperatura previsto (entre 12 a 14oC).

- Comandar a operação do variador de frequência em função do sinal proveniente do sensor de pressão diferencial instalado no duto de insuflação, controlando a rotação do ventilador de acordo com o valor da pressão a ser mantida no sistema de distribuição de ar. A variação da pressão durante a operação ocorre em função de operação das caixas de VAV, devendo o sistema de controle manter constante a pressão (setpoint previsto).
- Receber sinal binário de status do condicionador – variador (ligado/desligado).
- Receber sinal de saturação de filtros, através de um pressostato diferencial instalado no condicionador de ar.



A presente Recomendação Técnica possui objetivo orientativo. A respectiva aplicação deverá ser avaliada por especialista do Setor HVAC.

Introdução

A presente Recomendação Técnica possui objetivo de apresentar de forma sucinta a Lógica de Controle proposta para implantação em Central de Água Gelada (CAG), sendo:

- Central de Água Gelada com Chiller Condensação a Ar;
- Central de Água Gelada com Chiller Condensação a Água.

Loop de Controle CAG – Chiller a Ar

A proposta do sistema de controle para a CAG com Chiller condensação ar considera os seguintes pontos de controle, loops e monitoramento, devendo ser detalhado pelo Especialista do Sistema HVAC específico para cada projeto.

Sequenciamento de Operação dos Chillers – válido para Central de Água Gelada dotado de 2 ou mais Chillers:

- Escalonamento operacional de carga térmica / circuito efetuado pelo controlador do próprio Chiller. Previsto Btu-meter dotado de um sensor de vazão (FM) e dois sensores de temperatura (Alimentação e retorno de água gelada) ou;



- A sequência de operação dos Chillers deve ser realizada utilizando a temperatura de alimentação de água gelada para os circuitos secundários ou principais, associada à análise de porcentagem de carga (% FLA – corrente) dos Chillers em operação.



O sequenciamento utilizando a temperatura de alimentação de água gelada para os circuitos secundários visa aproveitar a eficiência de Chiller otimizado, onde operando com baixa temperatura de água de resfriamento poderá atingir um percentual acima de sua capacidade de projeto.

Demais pontos de controle:

- O controle da vazão de água gelada bombeada através do circuito secundário de água gelada será realizado através da variação da rotação dos motores das bombas secundárias (por meio de variadores de frequência), em função da monitoração da pressão diferencial da rede hidráulica através de um sensor específico.



Este sensor deverá encontrar-se localizado na tubulação hidráulica de água gelada em ponto mais remoto de carga e/ou próximo ao último condicionador de atendimento. Alternativamente ao sistema proposto acima encontra-se disponível no mercado operação e controle de vazão para bomba secundária e/ou bomba com sistema primário variável tecnologia de sistema de controle incorporado a respectiva bomba – Tecnologia de sistema *Sensor Less*.

- Bloqueio de passagem de água gelada.
- Monitoração de temperaturas de água gelada.
- Controle de nível do tanque de expansão, através de eletrodos de níveis.
- Rotação automática dos equipamentos da CAG em função das horas de operação de forma a manter o desgaste igualitário.

Loop de Controle CAG – Chiller a Água

A proposta do sistema de controle para a CAG com Chiller condensação água considera os seguintes pontos de controle, loops e monitoramento, devendo ser detalhado pelo Especialista do Sistema HVAC específico para cada projeto.

Sequenciamento de Operação dos Chillers – válido para Central de Água Gelada dotado de 2 ou mais Chillers:

- Escalonamento operacional de carga térmica / circuito efetuado pelo controlador do próprio Chiller. Previsto Btu-meter dotado de um sensor de vazão (FM) e dois sensores de temperatura (Alimentação e retorno de água gelada) ou;



- A sequência de operação dos Chillers deve ser realizada utilizando a temperatura de alimentação de água gelada para os circuitos secundários ou principais, associada à análise de porcentagem de carga (% FLA – corrente) dos Chillers em operação.



O sequenciamento utilizando a temperatura de alimentação de água gelada para os circuitos secundários visa aproveitar a eficiência de Chiller otimizado, onde operando com baixa temperatura de água de resfriamento poderá atingir um percentual acima de sua capacidade de projeto.

Demais pontos de controle:

- O controle da vazão de água gelada bombeada através do circuito secundário de água gelada será realizado através da variação da rotação dos motores das bombas secundárias (por meio de variadores de frequência), em função da monitoração da pressão diferencial da rede hidráulica através de um sensor específico.

A presente Recomendação Técnica possui objetivo orientativo. A respectiva aplicação deverá ser avaliada por especialista do Setor HVAC.

Introdução

A presente Recomendação Técnica possui objetivo de apresentar de forma sucinta a Lógica de Controle proposta para implantação de caixa ventiladora e ventilador.

Sequência de Operação

O sistema de controle deverá possuir a função de controlar e supervisionar equipamento caixa ventiladora e/ou ventilador, sendo previsto basicamente:

- Acionamento manual ou automático para cada equipamento. O quadro elétrico de VAC deverá ser dotado de chave Manual/Automático/Desligado.
- Liga-desliga remoto para cada equipamento, via computador;
- Programação horária;
- Sinal de filtro sujo (pressostato diferencial) – aplicável a caixa ventiladora;



- Status de Operação de cada equipamento - pressostato;



- Intertravamentos diversos (caixa ventiladora de suprimento de ar exterior e condicionadores de ar, por exemplo);
- Monitoração de CO2 (local de monitoração definido em projeto pelo especialista HVAC) atuando o variador de frequência da respectiva caixa ventiladora – sistema totalmente automático. Operação de caixa ventiladora para suprimento de ar exterior, por exemplo.



Anotações

A presente Recomendação Técnica possui objetivo orientativo. A respectiva aplicação deverá ser avaliada por especialista do Setor HVAC.

Introdução

A presente Recomendação Técnica possui objetivo de apresentar de forma sucinta a Lógica de Controle de Sistema de Água de Condensação em Central de Água Gelada (CAG), Chiller condensação a água.

Loop e Monitoração – Sistema Água de Condensação

De forma sucinta, apresentamos a seguir proposta de principais *loops* de controle e monitoração para o sistema de água de condensação em Central de Água Gelada (CAG) dotado de Chiller condensação a água, devendo ser detalhado pelo Especialista do Sistema HVAC específico para cada projeto.

O sistema deverá controlar a temperatura mínima de água de condensação na saída das torres de resfriamento. O *setpoint* de controle da temperatura de saída de água das torres deverá ser variável, em função da temperatura de bulbo úmido do ar externo na entrada das torres.

- Principais *loops* e monitoração de controle de temperatura da água de condensação na saída das torres;
- Acionamento e parada de ventiladores das torres de resfriamento, considerando o comando do variador de frequência, previsto para alimentar o motor do ventilador de uma das torres de resfriamento ou previsão de instalação em todas as torres, de forma a permitir a rotação / rodízio automático;
- *Status* de operação das torres, provenientes de pressostatos diferenciais localizados na aspiração dos ventiladores das torres.



- Acionamento e parada das bombas de água de condensação (válido para a bomba reserva, caso aplicável), em função da operação das respectivas unidades resfriadoras de líquidos.
- Sinal de confirmação de operação das bombas – pressostatos diferenciais localizados na tubulação de sucção/descarga das bombas.



- Sinal de chave seletora de modo de operação de cada equipamento comandado.
- Permitir a operação de ventiladores das torres de resfriamento após operação de pelo menos uma bomba de água de condensação.

- Sinais de alarme de nível da bacia das torres de resfriamento – nível alto, nível baixo e nível crítico (nível muito baixo).
- Monitoração e acionamento (liga/desliga) da bomba de circulação do sistema de filtragem.
- Monitorar a temperatura de saída de água de condensação em cada Chiller.



- Monitorar a temperatura de entrada e saída de água de condensação nas torres de resfriamento.



- Monitorar a umidade relativa do ar externo.



- Monitorar a temperatura de bulbo seco (TBS) do ar externo.



Os sinais acima deverão permitir calcular a temperatura de bulbo úmido do ar externo.

- Permitir o controle das válvulas de bloqueio automáticas previstas para cada torre de resfriamento – *Loop* de controle.
- Monitorar o consumo de água de reposição das torres de resfriamento através de instalação de um hidrômetro instalado na tubulação de alimentação de água de reposição da bacia das torres.
- Monitoração e operação de tratamento químico da água – detalhamento deverá ser pela empresa de implantação do sistema de tratamento.
- Rotação automática dos equipamentos da Central de Condensação em função das horas de operação de forma a manter o desgaste igualitário. Desde que seja previsto variador de frequência para todas as torres de resfriamento do projeto.

Anotações

A presente Recomendação Técnica possui objetivo orientativo. A respectiva aplicação deverá ser avaliada por especialista do Setor HVAC.

Introdução

Os equipamentos dos Sistemas HVAC, em sua maioria, demandam locais específicos para implantação, considerando aspectos importantes a serem previstos no projeto e respectiva instalação, como:

- Áreas técnicas localizadas próximas aos ambientes beneficiados;
- Construção adequada para recebimento das instalações e equipamentos;
- Necessidade de implantação de tratamento acústico;
- Iluminação;
- Previsão de espaços suficientes para realização de manutenção;
- Infraestrutura para realização de manutenção, como: tomada elétrica, ponto de água, dreno etc.

Na presente Recomendação Técnica indicamos recomendações mínimas que deverão ser adotadas nas áreas técnicas / casas de máquinas que irão compor os sistemas e equipamentos dos Sistemas HVAC, mas não limitadas as estas para adequada operação, devendo ser objeto do projeto o detalhamento específico de cada infraestrutura.

Acesso a Casa de Máquinas

A casa de máquinas dos sistemas de ar condicionado deverá possuir fácil acesso, principalmente para os equipamentos, no intuito de que seja efetuada a rotina de manutenção adequada. O dimensionamento de portas de acesso, por exemplo, deverá considerar o porte dos equipamentos instalados internamente a casa de máquinas.

Avaliar a necessidade para cada projeto em se prever porta de acesso na casa de máquinas do tipo corta-fogo.

Isolamento Térmico – Casa de Máquinas

As casas de máquinas para sistema de ar condicionado com retorno à plenum devem ser dotadas de isolamento térmico, principalmente o teto e/ou forro.

O forro deverá ser estanque e térmico, através de 1 (uma) polegada de espessura (mínimo) de placas de lã de vidro, de densidade mínima de 40Kg/m², ou material térmico equivalente. A estrutura deverá ser executada com resistência para operação e pressão negativa prevista ao sistema.

Para casa de máquinas executada externamente ao shell do empreendimento, por exemplo cobertura, deverá ser previsto isolamento térmico completo em paredes, piso e teto. Como sugestão, casa de máquinas construídas em painel térmico.

Importante destacar, que o projetista deverá considerar a carga térmica gerada pela respectiva casa de máquinas no cálculo geral quando utilizado sistema a plenum – carga térmica de retorno.

Impermeabilização, Acabamentos, Higienização e Estanqueidade

Toda casa de máquinas deverá ser totalmente estanque e impermeabilizada de forma a efetuar manutenção periódica (lavagem) e ainda em função de extravasamento de água da bandeja de condensados, válvulas etc.

Ainda, deverá ser composto de ralo sifonado, com caimento recomendado de 5mm/m no sentido do referido ralo + ponto de água $\frac{3}{4}$ (torneira). Deverá ser evitado longos trechos de tubulações de drenos na casa de máquinas.

Com relação a acabamentos, a parede, piso e teto deverão possuir superfície lisa e preferencialmente dotada de cor “clara”, para facilitar e garantir a limpeza e higienização da área (manutenção periódica – lavagem).

Sifão do Dreno da Bandeja de Condicionador de Ar

A bandeja de dreno do condicionador de ar deverá possuir sifão para impedir o ingresso de ar durante seu funcionamento. Para tal, recomendamos instalar sifão com selo hídrico com altura mínima de 1,2 vezes a pressão máxima do ventilador. Maiores detalhes sobre sistema de drenagem poderão ser consultados na Recomendação Técnica específica também elaborada pela SMACNA: Documento: *SMACNA RT - Sistema de Drenagem_ Dreno+Sifão_r0*

No caso de casa de máquinas possuir pressão negativa (equipamento não dotado de caixa de mistura para retorno e ar exterior), o ralo da mesma deverá ser dotado de sifão, no intuito de evitar que o condicionador aspire vapores e odores da rede de esgoto e/ou água pluvial.

Iluminação

Toda casa de máquinas deverá ser dotada de iluminação adequada, para realização principalmente de manutenção. De forma a garantir um nível adequado de iluminação, recomendamos 500 LUX (mínimo).

A iluminação deverá ser posicionada internamente na casa de máquinas de forma a não permitir “sombra” em função de instalações de equipamentos, redes de dutos etc. Desta forma, a adequada compatibilização entre os sistemas se faz necessário e deverá ser prevista durante o processo de elaboração do projeto executivo.

Casa de Máquinas – Uso Exclusivo Para os Sistemas

Conforme portaria do Ministério da Saúde 3523/98 “a utilização do compartimento onde se encontra instalada a caixa de mistura do ar de retorno e de renovação de ar, é destinada ao uso exclusivo do sistema de climatização. É proibido conter no mesmo compartimento materiais, produtos ou utensílios.”

Os equipamentos de sistema de ventilação e/ou exaustão mecânica não deverão compartilhar o mesmo espaço / área técnica de condicionadores de ar com operação de retorno a plenum.

Fotos de Casa de Máquinas não adequadas utilizadas como depósito!



Tratamento Acústico

Para cada casa de máquinas instalada diretamente e/ou próxima a área de ocupação deverá ser avaliada a necessidade de implantação de isolamento acústico no interior – paredes e teto. Desta forma, deverá ser contratado empresa especializada em acústica para avaliação de tal necessidade de implantação do isolamento, obedecendo todas as recomendações de Normas com relação às condições físicas da casa de máquinas (ver itens anteriores acima).

Lembramos que, caso seja implantando isolamento acústico no interior da casa de máquinas, o mesmo deverá permitir lavagem periódica e possuir resistência (em caso de pressão negativa) para evitar desprendimento.

Infraestrutura Área Técnica / Casa de Máquinas

A casa de máquina deverá ser dotada de infraestrutura mínima para permitir a realização de manutenção dos sistemas e equipamentos. Desta forma, deverá ser previsto e detalhado na fase de projeto executivo:

- Ponto de água posicionado internamente a casa de máquinas com fácil acesso e com tanque (soco mínimo de 15cm) de forma a evitar transbordamento de água ao longo da casa de máquinas.
- Tomada elétrica. Na impossibilidade de prever tomada elétrica externa, executar internamente ao quadro elétrico. Tomada externa deverá ser posicionada a 110cm do piso (recomendação). Amperagem mínima 20A.
- Ralo adequado, conforme detalhamento acima e Recomendação Técnica específica elaborada pela SMACNA.

Importante destacar que o quadro elétrico instalado internamente a casa de máquinas deverá possuir espaço adequado para manutenção (abertura de porta) e encontrar-se posicionado próximo ao acesso, no caso de intervenção de emergência.

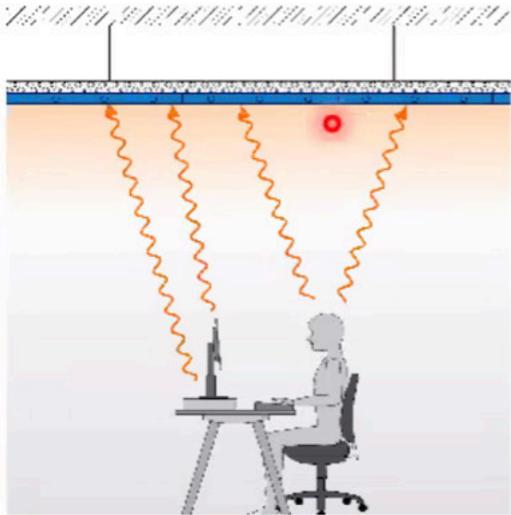
Preparação Área Técnica / Casa de Máquinas Fase Obra – Recebimento dos Equipamentos

A casa de máquinas deverá ser preparada na fase de obra para recebimento dos sistemas e equipamentos. Seja através de transporte vertical e/ou horizontal. Caso necessário, deverá ser previsto ponto e infra para içamento de equipamentos. Detalhamento efetuado em conjunto com a especialidade da Construção Civil e Arquitetura durante a elaboração do projeto executivo.

A presente Recomendação Técnica possui objetivo orientativo. A respectiva aplicação deverá ser avaliada por especialista do Setor HVAC.

Introdução

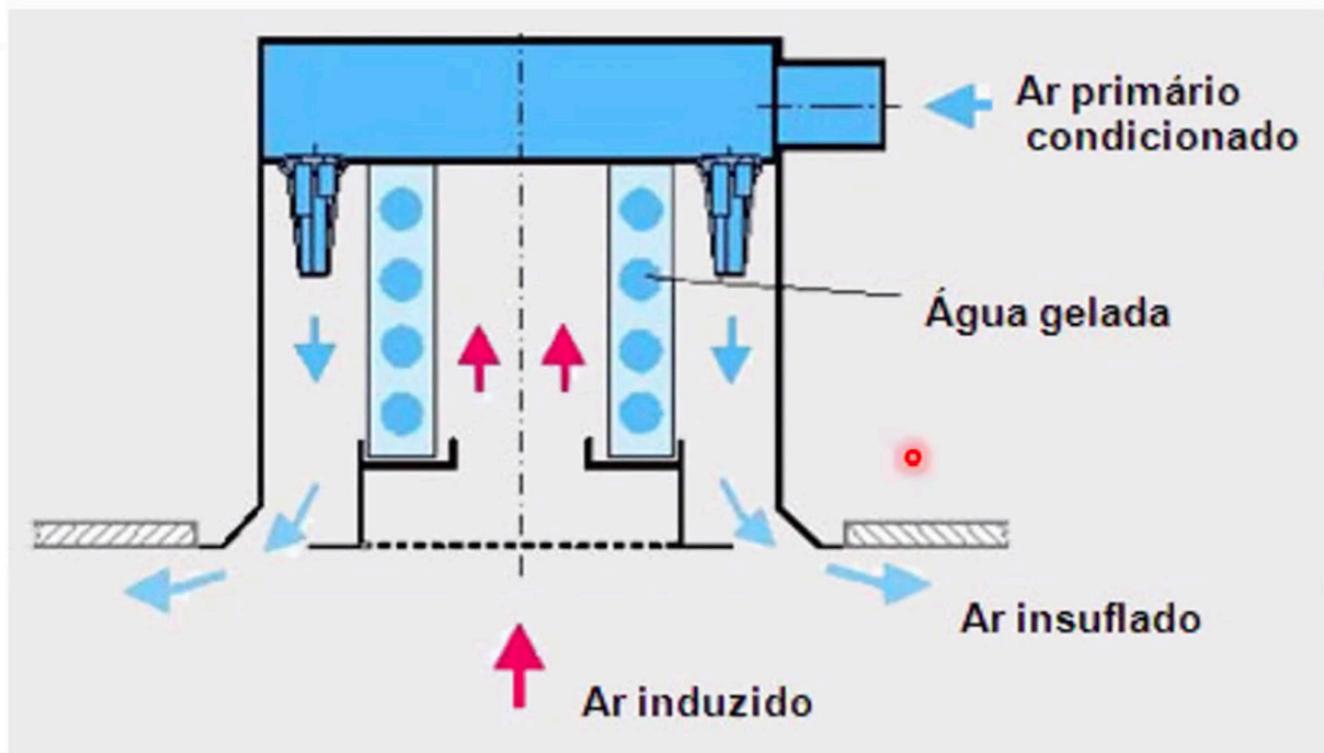
De forma orientativa apresentamos a seguir esquemas e conceito simplificado de funcionamento de Teto Frio e Viga Fria Ativa. Maiores detalhes e aperfeiçoamento dos sistemas consultar principalmente os livros e arquivos técnicos da ASHRAE e/ou dos respectivos fabricantes.



Fonte: Fabricante Trox



Book Guia de Referência – REHVA e ASHRAE



Fonte: Fabricante Trox

As vigas frias, unidades intercambiadoras de calor, normalmente para instalação no teto para resfriamento sensível do ar. Característica operacional com ventilação ativa através de fluxo primário de ar disponibilizado através de unidades específicas para tratamento do ar externo e de desumidificação. O fluxo secundário de recirculação do ar do ambiente será proveniente de indução criada pelo fluxo primário.

O fluxo induzido é resfriado em serpentinas aletadas em forma de vigas, recebendo água gelada a temperatura definida em projeto.

Conforme esquemático acima a unidade viga fria possui:

- Conexão e caixa de distribuição do fluxo primário.
- Bicos ejetores.
- Difusores lineares de insuflação do fluxo secundário
- Grelhas de admissão do fluxo induzido
- Conexões hidráulicas
- Bandeja para recolhimento de eventual condensado

As vigas devem possuir isolamento térmico – proposta mantas de borracha elastomérica.

Aplicação

A aplicação de sistema com vigas frias requer uma avaliação detalhada pelo especialista de sistemas HVAC considerando sua tecnologia de operação e todas as particularidades do referido sistema.

Aplicações recomendadas:

- Ambientes com elevada exigência de conforto e controle.
- Ambientes que apresentam uma carga sensível bem superior em relação a carga latente – carga sensível elevada!
- Locais e áreas com baixa carga de poluição.

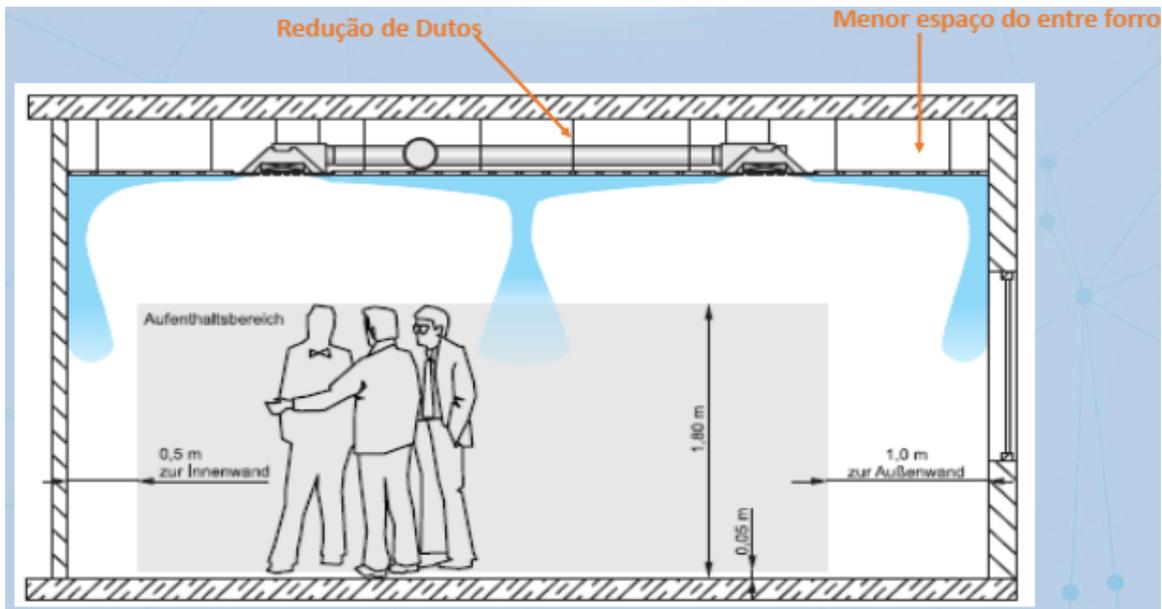
Não recomendado para utilização em ambientes com elevada taxa de calor latente: Academia, Cinema, Sala de Conferência, Teatro, Cozinha etc.

Diversidade de modelos de vigas:



Vantagens na Aplicação de Sistema com Vigas Frias

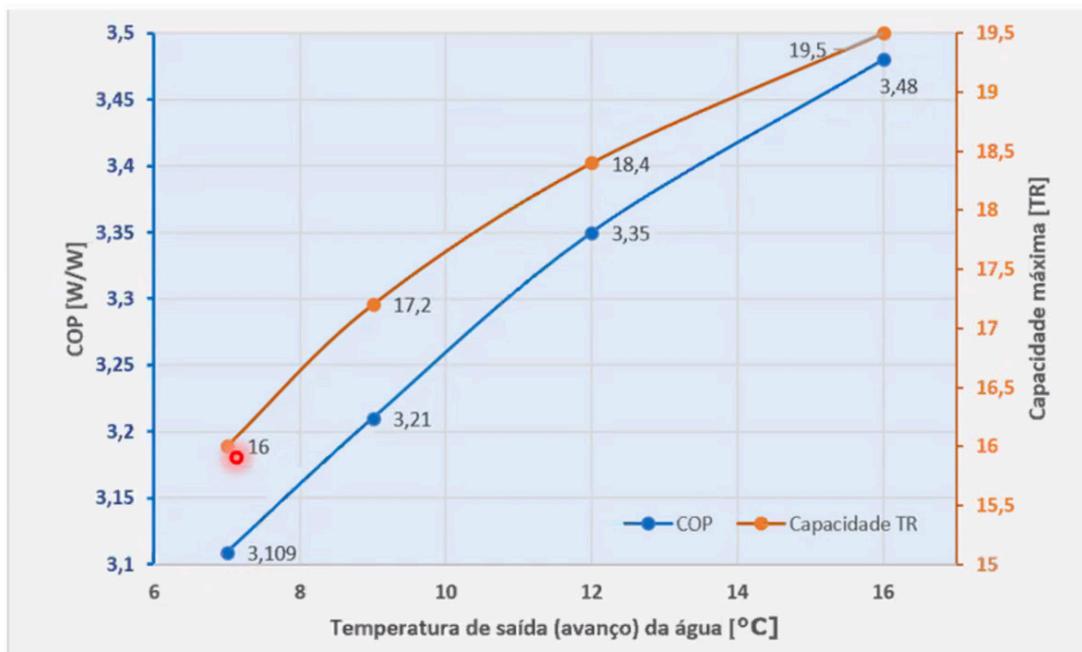
- Baixa velocidade do ar na área de conforto. Eliminação de possíveis correntes de ar que causam desconforto na zona ocupada.
- Economia de energia se comparado com sistema convencional.
- Eliminação do ruído e/ou redução significativa.
- Baixo custo operacional.
- Aplicação com elevada aceitação no caso de Retrofit, considerando por exemplo, empreendimento dotado de baixo pé direito disponível – entre forro limitado!
- Eliminação de grandes redes de dutos de ar (volume de ar circulante), permitindo redução significativa no Pé Direito do pavimento de um edifício, por exemplo. Expressiva redução na quantidade de redes de dutos de transporte do ar de recirculação.



Fonte: Fabricante Trox

- Sistema de vigas frias podem ser equipadas com funcionalidade extras: integração com iluminação, alarmes de fumaça, alto-falantes e sistema de sprinklers, contribuindo para a redução de espaço técnico.
- Maior eficiência do sistema de fornecimento de água gelada – Chillers (CAG), em função da operação das vigas frias com maior temperatura de alimentação de água gelada. Normalmente alimentação de água gelada a temperatura de 16° C, bem superior à temperatura normalmente aplicada para condicionadores de ar convencionais 7°C.

Observar gráfico referência a seguir considerando COP e Carga Térmica (TR) em função da temperatura de água gelada de saída do Chiller.



Nota: Dados considerando Chiller inverter, temperatura ambiente de 30C e delta T da água de 5°C.

Fonte: Fabricante Trox

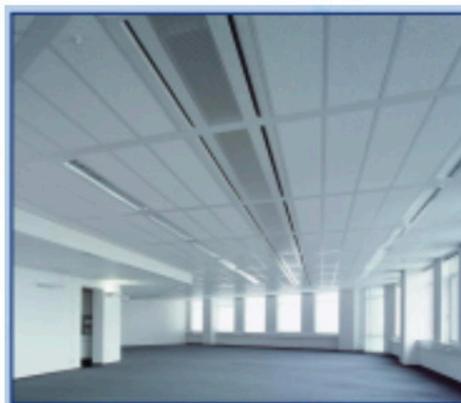
Recomendações e Observações Importantes

Em operação com temperatura dos elementos e a água gelada abaixo do ponto de orvalho da sala/ambiente podem ocasionar condensação.

Desta forma o sistema deverá permitir:

- Ajuste e controle adequado da umidade relativa do sistema de ar condicionado.
- Permitir ajuste fino do fluxo e da temperatura de água gelada.
- Desligamento do sistema de ar condicionado através de micro switch em janelas, por exemplo.
- Atuação dos sensores de ponto de orvalho sobre a válvula de água gelada das vigas.
- O sistema de ar exterior, ar primário deverá ser insuflado o mais seco possível.
- Tratamento adequado da água gelada do sistema – qualidade da água gelada.

Exemplo de Instalações



Anotações

A presente Recomendação Técnica possui objetivo orientativo. A respectiva aplicação deverá ser avaliada por especialista do Setor HVAC.

Introdução

Os painéis de filtragem normalmente utilizados para grandes sistemas em HVAC, como por exemplo: condicionadores de ar em alvenaria e sistema de pressurização de escadas, que requerem elevadas vazões de ar circulante devem possuir seu detalhamento adequadamente especificado em projeto básico e/ou projeto de execução.

Características operacionais e principalmente detalhamento do dimensional devem constar de forma detalhada nos documentos do projeto – Desenhos Técnicos e Memoriais de Especificação.



Painéis de Filtros Fonte: Fabricante Trox

Elemento Filtrante

O sistema de filtragem poderá ocorrer em estágios. Normalmente aplicado com um e/ou dois estágios de meio filtrante. A especificação do tipo de filtro e número de estágios deverá constar dos documentos do projeto de forma detalhada.

No caso da especificação de filtros deverá constar as informações (mas não limitadas a estas):

- Meio filtrante / material utilizado.
- Eficiência conforme teste gravimétrico ASHRAE e classificações conforme NBR.
- Modelo e fabricante de referência.
- Velocidade máxima admissível e/ou perda de carga máxima ao sistema.
- Detalhamento de todos os acessórios – tomada de pressão, porta de acesso ao

elemento filtrante, gaxetas de vedação, identificação e características do elemento filtrante (plaqueta de características técnicas), disponibilidade de certificado de teste do Fabricante etc.

Estrutura

A estrutura para montagem dos elementos filtrantes deve ser prevista em perfis de aço ou inox (conforme aplicação) com características (bitola) e respectivas dimensões adequadas a proporcionar uma perfeita montagem do conjunto de placas de filtros. Deverá permitir montagem fácil, funcional e eficiente principalmente na questão de remoção e substituição do elemento filtrante.

O painel deverá possuir elementos de fácil manuseio para fixação das placas de filtragem na estrutura, podendo ser do tipo de “pressão” ou do tipo “borboleta”, pressionando os elementos contra a estrutura.

Toda a estrutura deverá possuir proteção contra corrosão, conforme especificação e detalhamento do fabricante.

As placas de filtragem deverão ser instaladas no painel de forma a não permitir o “bypass” de ar.

O painel de filtro possui sua aplicação para instalação em paredes, venezianas, dutos etc.

Para instalação em dutos, as placas devem ser instaladas em montagem tipo “gaveta”, facilitando a remoção e/ou substituição do elemento filtrante – aplicação em filtros convencionais.

Para instalação de filtros em cunha, deverá ser previsto estrutura para assentamento do respectivo elemento filtrante.

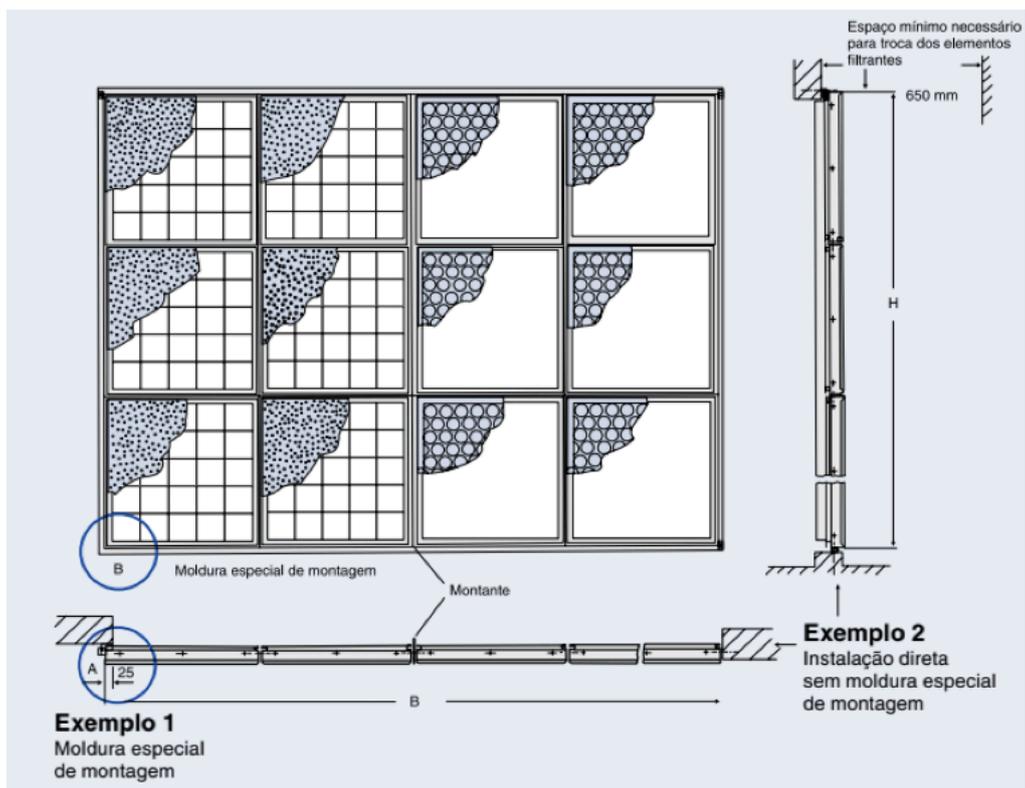
No caso de utilização de filtros em “manta” deverá ser previsto e instalado a estrutura porta manta/elemento filtrante.

Importante existir um alinhamento do especialista em sistema HVAC com as demais disciplinas relacionadas a implantação do painel filtrante. Seja Civil, Arquitetura etc., de forma a permitir e detalhar todas as necessidades para instalação – reforço estrutural, aberturas em paredes, suportaçao quando instalados em redes de dutos, acesso a manutenção, infra para execução de limpeza etc.

Aplicação

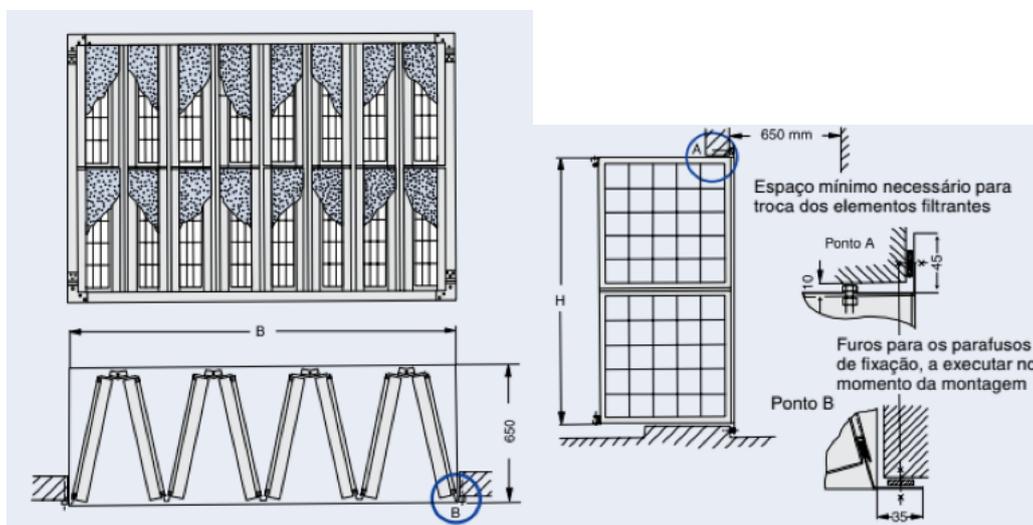
A seguir esquemático de aplicações de painel filtrante:

Opção Filtros Planos Modulares



Fonte: Fabricante Trox

Opção Filtros em Cunha para Paredes



Fonte: Fabricante Trox



BRASIL



Para mais informações, sugestões ou esclarecimentos,
entre em contato conosco!

 **Telefone**
(11) 3361-7266

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

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