

Sistemas de ventilação

Ventilação: é uma combinação de processos destinados a fornecer o ar fresco e a extrair o ar viciado de um espaço ocupado

- A ventilação consiste em fazer a renovação do ar ambiente de forma a retirar os elementos poluidores.
- Ventilar um local, significa renovar o ar dum ambiente fechado.
- A qualidade do ar de renovação é obtida por filtragem, desbacterização e desodorização do ar ambiente e que podem ser executados com maior ou menor profundidade

Sistemas de ventilação

A ventilação pode ser feita, essencialmente de duas formas:

Ventilação natural

admissão e extracção de ar de um edifício por meio de aberturas intencionais na envolvente (i.e., janelas, grelhas de arejamento, chaminés) e sob pressão das forças naturais do vento e das pressões derivadas de diferenças de temperatura (stack effect)

Ventilação forçada ou mecânica



A ventilação forçada consiste em utilizar dispositivos próprios (ventiladores, exaustores, extractores, etc.) que provocam o movimento do ar entre o interior e o exterior do recinto.

Classificação sumária dos processos de ventilação

Ventilação sem condicionamento de ar

- ventilação natural;
- ventilação forçada.

A ventilação forçada admite três novas variantes:

- ventilação por insuflação;
- ventilação por exaustão;
- ventilação mista (com insuflação e exaustão).

Ventilação com condicionamento parcial do ar

- para restabelecer as condições ambientais;
- para arrefecimento;
- para aquecimento;
- para controle de humidade.

Condicionadores de ar

Classificação sumária dos processos de ventilação

Ventilação sem condicionamento de ar

- ventilação natural;
- ventilação forçada.

A ventilação forçada admite três novas variantes:

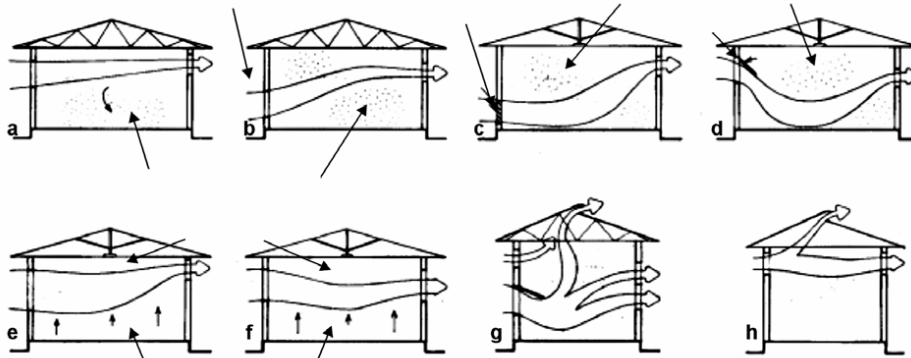
- ventilação por insuflação;
- ventilação por exaustão;
- ventilação mista (com insuflação e exaustão).

Ventilação com condicionamento parcial do ar

- para restabelecer as condições ambientais;
- para arrefecimento;
- para aquecimento;
- para controle de humidade.

Condicionadores de ar.

Várias soluções para ventilação natural



Uma boa solução consiste em abrir as janelas de admissão no lado donde sopram os ventos dominantes e as janelas de saída na parede oposta.

Área de janela de ventilação natural

Qual deve ser a área das janelas capaz de assegurar a ventilação dum espaço ocupado por cinco pessoas, a 500 litros/min/pessoa quando a velocidade do vento for de 2 m/s e a sua incidência se fizer perpendicularmente à parede de entrada (coeficiente = 0,5);

- 500 litros /min / pessoa = 0,5 m³ / min / pessoa

- **Q_p** (fluxo de renovação (mínimo) necessário) = 5 x 0,5 m³/min = 2,5 m³/min

- **Q_v** (fluxo de renovação de ar atribuído ao efeito do vento) = 2,0 m/s x 60 x 0,5 (coeficiente) x área da janela

Q_v > Q_p e daqui podemos tirar a área total das janelas, mas o seu posicionamento deve ser estudado.

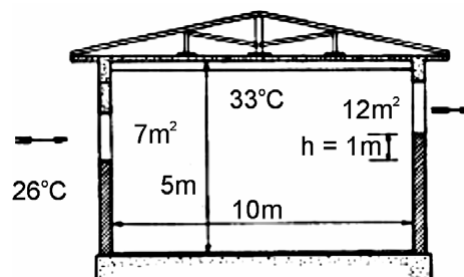
Área de janela de ventilação natural

No caso anterior, a renovação do ar do recinto era auxiliada pela força do vento que originava uma corrente de ar através de janelas abertas em paredes sujeitas a pressões diferentes.

Neste caso, a **renovação de ar** faz-se com certa facilidade e esta é tanto **maior quanto maior for a força do vento**.

- Quando não houver vento, a renovação do ar só pode fazer-se com base na diferença de densidade do ar, ao nível dos eixos das janelas de ventilação.
- A corrente de renovação é tanto maior quanto **maior for o desnível** entre as janelas e a diferença de temperaturas dentro e fora do recinto.

Ventilação natural por efeito térmico

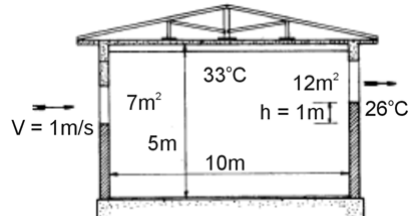


$$Q_t = \text{constante} \times S \times \sqrt{h \times \Delta T} \quad (\text{m}^3/\text{min})$$

Q_t - máximo fluxo que o efeito térmico pode produzir através de uma janela de ventilação

Ventilação natural por efeito combinado

Uma fábrica confinada a um espaço de 30 m x 10 m x 5 m, possui equipamentos que libertam 756 kcal/min.



- a temperatura exterior é 26 °C e a interior é 33° C;
- as janelas de ventilação têm 7 m² cada uma;
- os ventos dominantes sopram perpendicularmente à parede da janela de admissão, com uma velocidade de 1 m/s.

Pretende-se saber se é ou não necessário recorrer a ventilação forçada?

Ventilação natural por efeito combinado

- Se fluxo do efeito do vento (Q_v) + fluxo do efeito térmico (Q_t) > Q_c



Não precisa ventilação forçada

- Se fluxo do efeito do vento + fluxo de efeito térmico < Q_c



Ventilação forçada

Q_c – fluxo necessário para remover o calor que os equipamentos libertam

Ventilação natural por efeito combinado

Conclusão: O fluxo resultante da **ventilação natural** devido aos dois efeitos, é inferior ao fluxo necessário resultante do calor libertado pelo equipamento.



ventilação forçada para conseguir a remoção do calor produzido pelos equipamentos

Ventilação forçada

• Quando a **ventilação natural** não consegue manter a temperatura desejada no local, recorre-se à ventilação forçada, que pode executar-se em três modos diferentes:

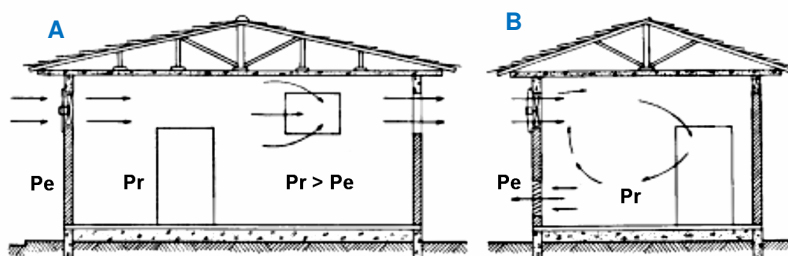
1 – Insuflação forçada com exaustão natural

2- Insuflação natural e extracção forçada

3 – Insuflação e exaustão forçadas

Ventilação forçada com exaustão natural

Um ou mais ventiladores introduzem ar exterior no recinto, com uma pressão entre 3 e 50 mm de c.a., e a pressão interior ficará superior à pressão exterior; isto facilita a perda de calor e contaminantes interiores para fora do recinto.



A boa ventilação depende da localização das saídas

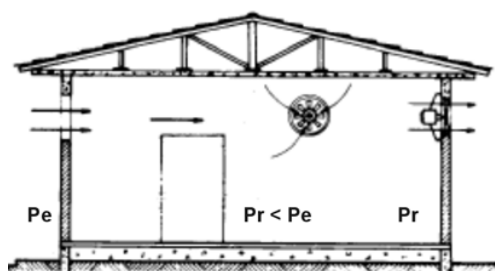
Ventilação forçada com exaustão natural

- A**
- ✓ as janelas de entrada e saída de ar estão em paredes opostas, permitindo um bom varrimento do interior do recinto.
 - ✓ o ventilador deve ser montado numa parede exterior do recinto e fazer a captação directa do ar.
- B**
- ✓ utilizada quando a parede oposta ao ventilador não estiver disponível para abrir a janela de saída.
 - ✓ O varrimento melhora com a montagem, nas janelas, de persianas bem orientadas.

Insuflação natural e extracção forçada

- Um ou mais ventiladores extraem o ar do recinto, gerando uma pressão interna inferior à que existe fora do recinto.
- Recinto com uma atmosfera de qualidade inferior à solução de insuflação forçada com exaustão natural.
- Este método aplica-se em casas de banho, cozinhas e fábricas não poluentes.
- O ar exterior entra no recinto, através de pequenas aberturas ou através de portas ou janelas.

Insuflação natural e extracção forçada

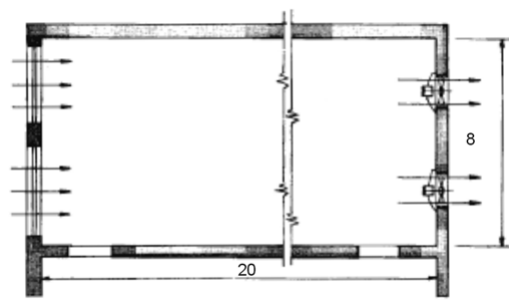


O exaustor deve ser colocado na parede oposta às aberturas utilizadas para a entrada de ar, e em posição tão alta quanto possível !

Insuflação natural e extracção forçada

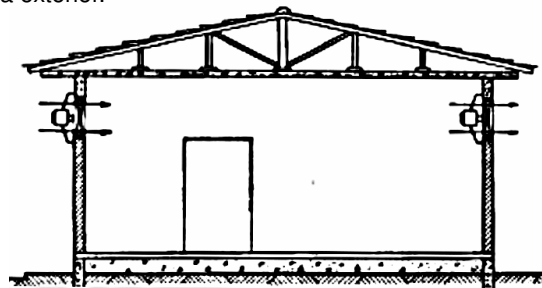
Problema de aplicação sobre velocidades do ar interior

- sala tem de dimensões 20x8x3 metros e nela trabalham vinte pessoas;
- as entradas de ar são bastante amplas e situam-se na parede oposta aos dois extractores que fazem a renovação de ar.



Insuflação natural e exaustão forçadas

- o recinto está equipado com ventilador (para insuflação) e exaustor, ambos montados em paredes exteriores ou acedendo-lhes através de condutas;
- as entradas devem ser protegidas com rede de malha apertada, para protecção contra a entrada de corpos estranhos.
- Uma escolha adequada dos ventiladores permite ter no recinto uma pressão maior ou menor que a exterior.



Solução mais dispendiosa!

Número de renovação de ar por hora nos recintos a ventilar

a) Recintos Industriais		b) Recintos Públicos		c) Recintos Domésticos	
Locais	N.º renov./H	Locais	N.º renov./H	Locais	N.º renov./H
Armazéns	3 a 6	Andares	3 a 5	Casas de banho	5 a 8
Ofic. de soldadura	15 a 30	Cafés/bares	10 a 12	Quartos	1 a 3
Matadouros	6 a 10	Ginásios	6 a 12	Cozinhas	10 a 15
Fábricas	6 a 10	Refeitórios	4 a 6	Salas	3 a 6
Sala de caldeiras	20 a 30	Bancos	3 a 4	Garagens	4 a 6
Sala de baterias	15 a 30	Cantinas	5 a 10		
Cozinhas	15 a 25	Laboratórios	8 a 15		
Fundições	20 a 30	Restaurantes	6 a 12		
Garagens	6 a 8	Bibliotecas	3 a 5		
		Escritórios	4 a 8		
		Lavabos	10 a 15		
		Sala de reuniões	4 a 8		

Caudais mínimos por pessoa

1. Com actividade normal: 20 a 25;
2. Quando houver fumadores: 30 a 35; (m³/h)
3. Com trabalho físico leve: 45;
4. Nas oficinas e outros locais: 60;

Volume de ar horário

Volume de ar horário (m³/h) = comprimento (m) x largura (m) x altura (m) x **Nº de renovações por hora**

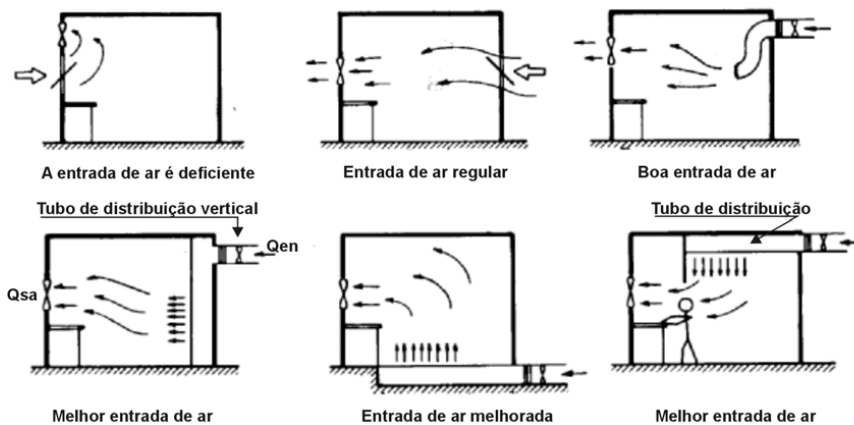
Velocidade do ar no recinto

Velocidades admissíveis

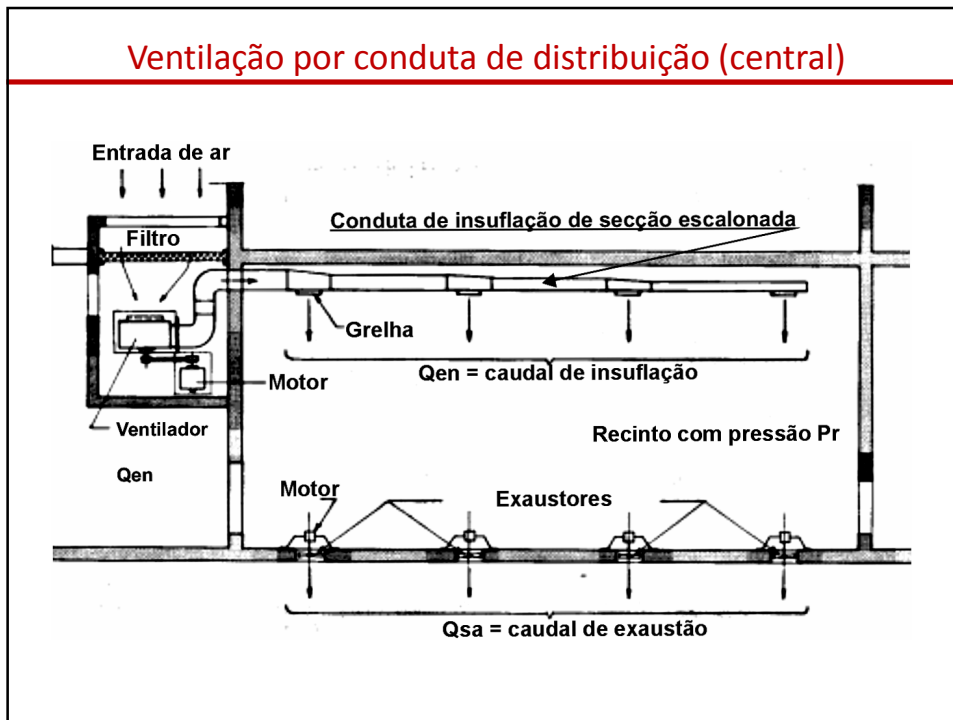
- Áreas domésticas = 0,15 a 0,20
- Áreas comerciais = 0,20 a 0,50
- Áreas de rectificações e moagens = 2,50 a 10,00
- Cabine de pintura = 0,70 a 1,00
- Áreas de desengorduramento = 0,25 a 0,50

(m/s)

Soluções práticas para ventilação forçada



Ventilação por conduta de distribuição (central)



Tipos de ventiladores

- À semelhança das bombas, os ventiladores são constituídos por um rotor de pás que gira dentro duma caixa em caracol, e é accionado por um motor eléctrico (ou outro).
- O movimento do rotor gera um fluxo de ar que circula dentro do recinto, originando um certo conforto ao mesmo tempo que renova a respectiva atmosfera.

Tipos de ventiladores

• Pressão:

- baixa pressão (até 200 mmH₂O);
- média pressão (entre 200 a 800 mm H₂O);
- alta pressão (entre 800 e 2500 mm H₂O);
- altíssima pressão (entre 2500 e 10000 mm H₂O).

• Aspecto construtivo:

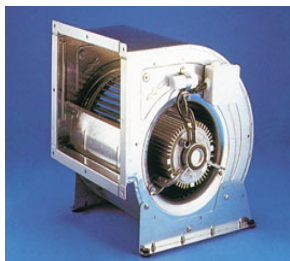
- radiais ou centrífugos;
- axiais ou helicoidais.

• Aspecto das respectivas pás:

- rectas radiais;
- rectas e inclinadas para trás;
- curvas e inclinadas para trás;
- curvas para a frente;
- curvas com saída radia

Ventiladores centrífugos

(expulsam o ar em direcção radial ao seu eixo)



O ar entra pela “boca de entrada”, passa pelas pás da turbina que o empurram para a “voluta” (conduta interna) saindo pela “boca de saída”, com um dado caudal (m³/h) e uma dada pressão de saída.

Conforme a necessidade do local, podem-se utilizar ventiladores centrífugos de baixos, médios ou de elevados caudais e pressões.

Têm geralmente a sua maior aplicação em instalações industriais.

Ventiladores centrífugos

(expulsam o ar segundo o eixo do ventilador)



A característica fundamental deste ventilador é a forma das pás ventiladoras, as quais têm uma inclinação em relação ao eixo, de modo que, ao girarem, efectuem um movimento em forma de hélice, pelo que o ar é obrigado a passar através delas, adquirindo a velocidade que lhe é transmitida pelas pás.

São geralmente utilizados em locais em que a poluição é reduzida. É um sistema económico que apresenta um nível de ruído baixo.

Caudais Mínimos de Ar Novo (RSECE - ANEXO VI)

Tipo de Actividade	Caudais Mínimos	
	[m ³ /(h.ocup)]	[m ³ /(h. m ²)]
Residencial	30	
Salas de estar e quartos	30	
Salas de espera	30	
Comercial		5
Lojas de comércio		5
Áreas de armazenamento		10
Vestibúlos		5
Supermercados	30	
Serviço de Refeições		35
Salas de refeições	35	
Cafetarias	35	35
Bares, Salas de cocktail/	35	35
Sala de preparação de refeições	30	
Empreend. turísticos		5
Quartos / Suites	30	
Corredores / Átrios		5
Entretenimento		10
Audifóforo	30	
Zona de palco, estúdios	30	
Café / foyer	35	35
Piscinas		10
Ginásio	35	
Serviços		15
Gabinetes	35	5
Salas de conferências	35	20
Salas de assembleia	30	20
Salas de desenho	30	
Consultórios médicos	35	
Salas de recepção	30	15
Salas de computador	30	
Elevadores		15
Escolas		
Salas de aula	30	
Laboratórios	35	
Audifóforos	30	
Bibliotecas	30	
Bares	35	
Hospitais		
Quartos	45	
Áreas de Recuperação	30	
Áreas de Terapia	30	

Notas:

Artigo 29º - 2: Em espaços onde seja permitido fumar servidos por novas instalações de climatização sujeitas aos requisitos do presente Regulamento, os valores da tabela referidos no mencionado anexo VI passam a, pelo menos, 80m³/(h.ocupante), devendo esses espaços ser colocados em depressão relativamente aos espaços contíguos onde não seja permitido fumar.

Artigo 29º - 3: Em espaços de não fumadores em que sejam utilizados materiais de construção ou de acabamento ou revestimento não ecologicamente limpos, os sistemas de renovação do ar em novas instalações de climatização sujeitas aos requisitos do presente Regulamento devem ser concebidos para poderem fornecer, se necessário, caudais aumentados em 50%.

Características dos ventiladores

O ar deve ser renovado um determinado número de vezes por hora, conforme a natureza e características do local.

Por exemplo, uma cozinha doméstica deve ter 10 a 15 renovações de ar por hora.

O caudal mínimo de saída do ventilador para uma cozinha de 60 m³ seria:

Caudal (m³/h) = n^º de renovações/hora x Volume do local

Caudal = 15 x 60

Caudal = 900 m³/h

Para além do caudal há outras características importantes a ter em conta:

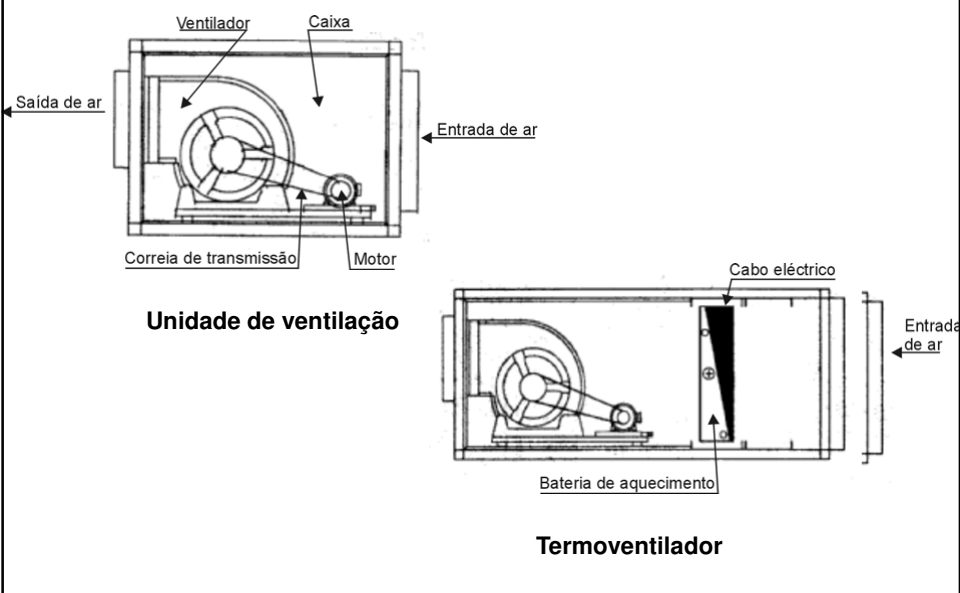
Pressão de saída do ar

Tensão nominal do motor (monofásico ou trifásico)

Velocidade do motor

Potência nominal do motor

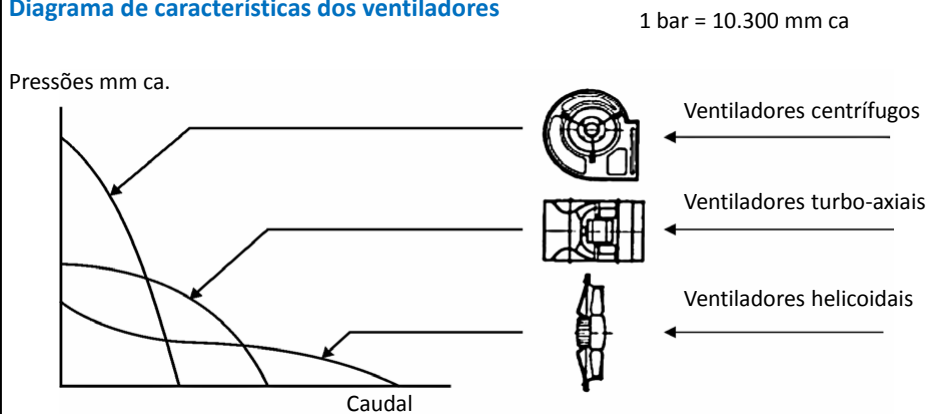
Unidades de ventilação



Comparação dos ventiladores

Basicamente, há três tipos de ventiladores cujas diferenças, além dos aspectos construtivos, residem nas capacidades que podem desenvolver, nomeadamente, **caudal e pressão do fluxo de ar**, em mm de coluna de água.

Diagrama de características dos ventiladores



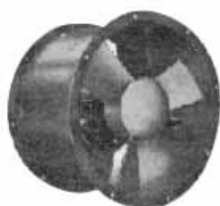
Ventiladores helicoidais



Ventiladores axiais - helicoidais:

- Pressões entre 3 e 50 mm c.a.
- Débitos entre 1000 e 300000 m³/h
- Aplicação: ventilação e exaustão

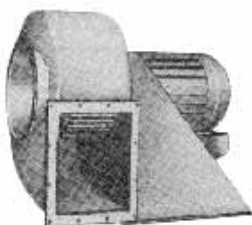
Ventiladores turbo-axiais



Ventiladores axiais - turbo-axiais:

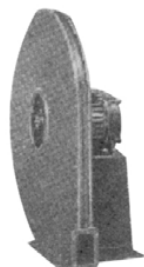
- Pressões entre 3 e 80 mm c.a
- Débitos entre 1000 e 200000 m³/h
- Aplicação: ventilação e exaustão
- Montagem por inserção nas condutas
- Motor exterior para gases corrosivos
- Motor interior c/ gases não corrosivos

Ventiladores centrífugos



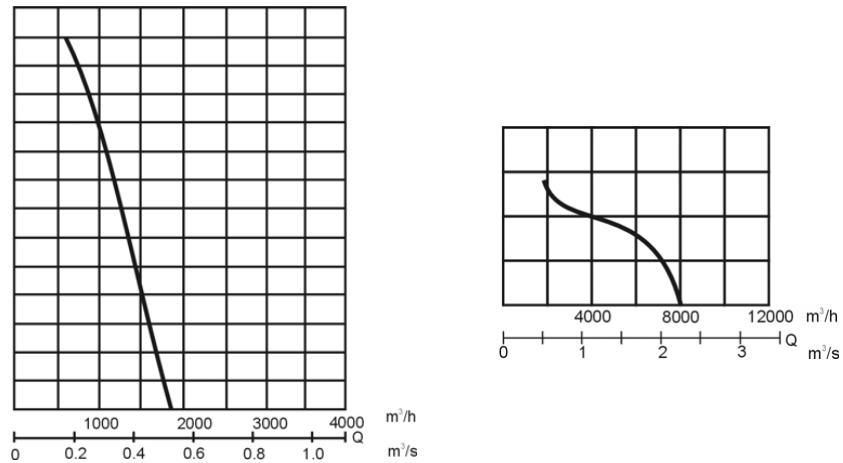
Ventiladores centrífugos:

- Pressão entre 20 e 1500 mm ca
- Débito: entre 60 e 100000 m³/h
- Aplicação: ventilação



Selecco do ventilador

• Características fundamentais (caudal e pressão)

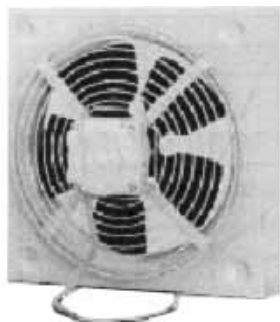


Selecco do ventilador

Características secundárias:

- nível de ruído, em decibel (dB);
- velocidade de rotao, em rpm;
- potência consumida, em kw/h;
- velocidade do fluxo em, m/s;
- intensidade da corrente consumida, em amperes.

Exemplos de selecção



Seleccção de um ventilador helicoidal
Débito de 1500 m³/h e 2 mm c.a.

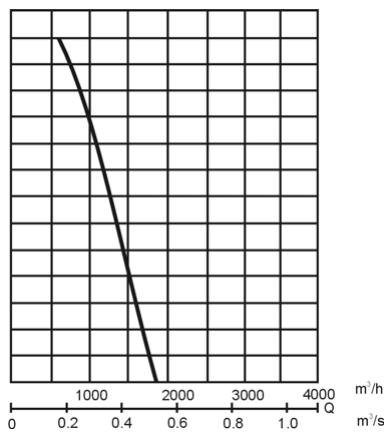


Diagrama de carga de ventilador helicoidal
Débito Máximo = 1800 m³/h

Exemplos de selecção



Seleccção de ventilador turbo-axial

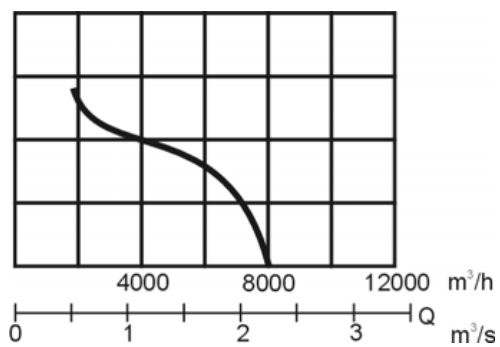


Diagrama de carga de ventilador turbo-axial
Débito Máximo = 8000 m³/h

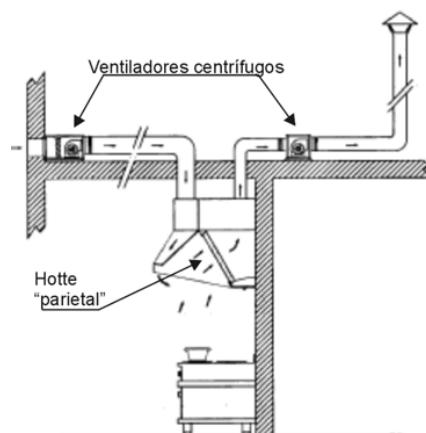
Seleção

As características classificadas de secundárias devem ser recolhidas do catálogo do ventilador.

Hottes de ventilação

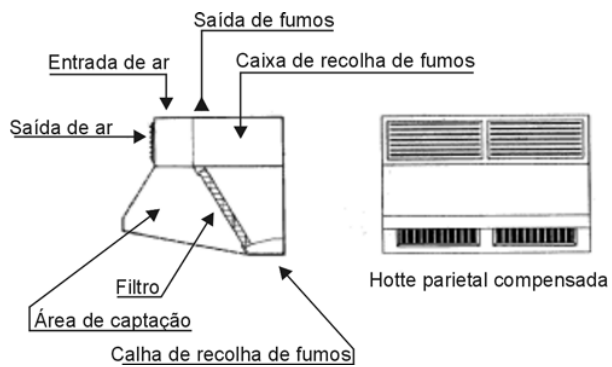
- Processo de ventilação aplicado a zonas pontuais, de recintos interiores, onde se libertem gases ou poeiras capazes de afectar a segurança ou a saúde dos respectivos operadores.

- ✓ Hotte parietal
- ✓ Hotte compensada



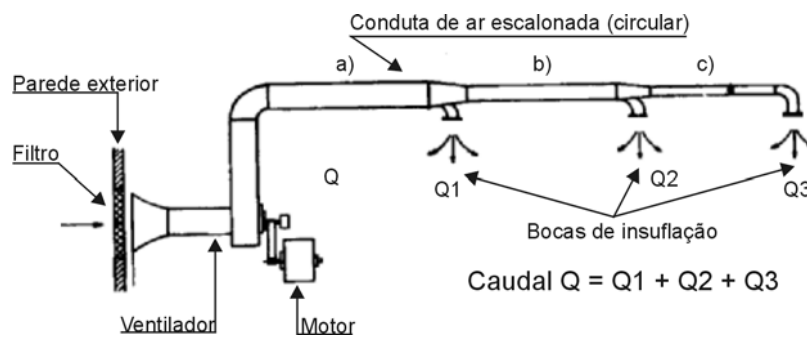
Montagem de uma *hotte* industrial

Hotte industrial compensada



O ângulo do filtro com a horizontal varia entre 35 e 60°.

Conduitas para distribuição de ar



Condutas para distribuição de ar

- **Ar distribuído a baixa pressão** • condutas de secção rectangular, por ser mais fácil de montar e de executar, além de ser mais barata.
- **Ar distribuído a em alta pressão** • condutas de secção circular, porque originam menos perdas do que as de secção rectangular.

Condutas para distribuição de ar

- **Ar distribuído a baixa pressão** • condutas de secção rectangular, por ser mais fácil de montar e de executar, além de ser mais barata.
- **Ar distribuído a em alta pressão** • condutas de secção circular, porque originam menos perdas do que as de secção rectangular.

Condutas para distribuição de ar

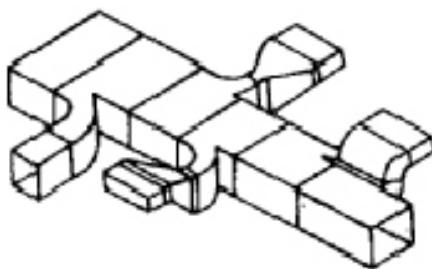
A ventilação sem qualquer tipo de tratamento do ar, origina uma perda de carga nas tubagens, da ordem dos 5 a 15 mm de c.a.

A velocidade do ar à saída das bocas de insuflação deve estar compreendida entre 0,50 a 1,0 m/s, conforme a natureza do recinto a ventilar.

Nas condutas, o ar deve circular a velocidade sensivelmente constante e a cerca de 1,7 m/s nas distribuições a baixa pressão e de 10 m/s nas distribuições a alta pressão.

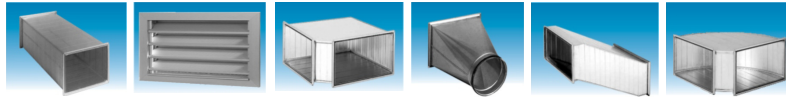
As condutas são de chapa galvanizada, de alumínio, de aço inoxidável, de plástico, etc.

Condutas de distribuição de ar



Condutas rectangulares de distribuição de ar

Acessórios e condutas de distribuição de ar

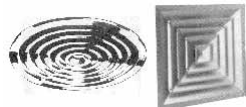
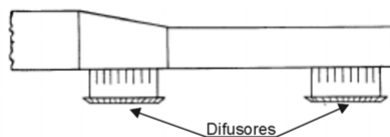


Os componentes de um sistema de condutas são:

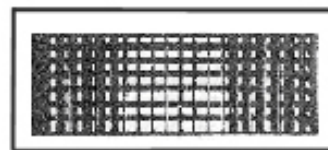
- *Condutas rectas;*
- *Curvas com raios;*
- *Desvios;*
- *Peças de transição/transformação;*
- *Caixas difusoras;*
- *Registos;*
- *Grelhas;*
- *Juntas flexíveis*
- *Etc.*



Acessórios de distribuição de ar: bocas de insuflação

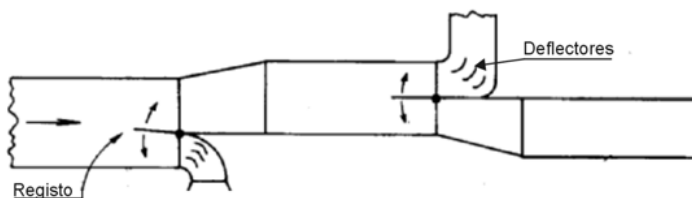


Dois tipos de difusores
(colocados no tecto)



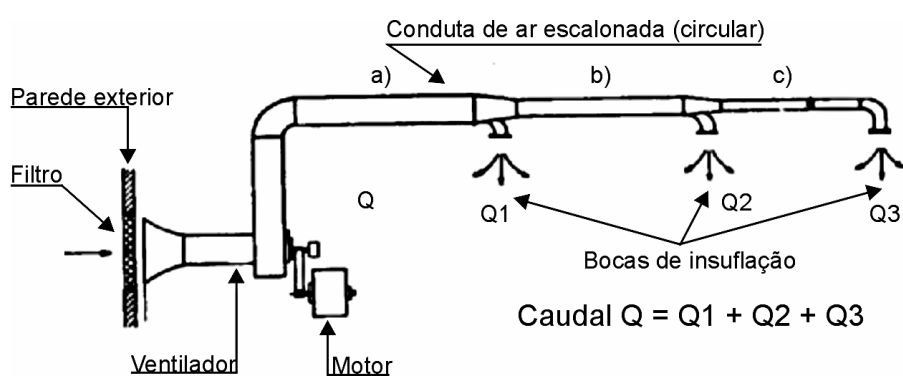
Grelhas
(colocadas na parede)

Acessórios e condutas de distribuição de ar



Montagem de deflectores e registos

Conduta circular de distribuição de ar

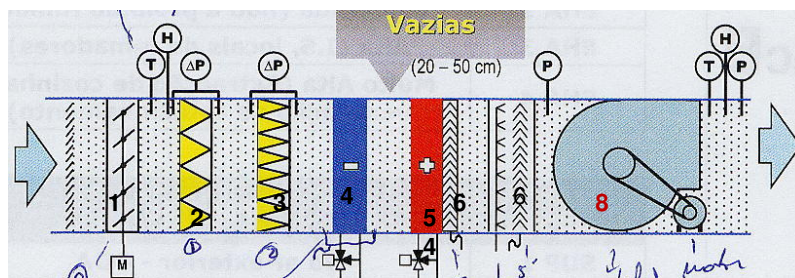


Condicionamento de ar

- processo pelo qual se controla e ajusta o estado do ar em recintos fechados;
- ajustamento abrange todas as variáveis que definem o estado do ar, e que são: a **temperatura**, a **humidade**, a **pureza** e a **movimentação**.

Condicionamento de ar

UTA de fluxo simples (Tudo ar novo)



- 1- válvula reguladora de caudal
- 2 - pré-filtro
- 3 - filtro
- 4 - bateria de arrefecimento
- 5 - bateria de aquecimento
- 6 - separador de gotas
- 7 - atomizador
- 8 - ventilador