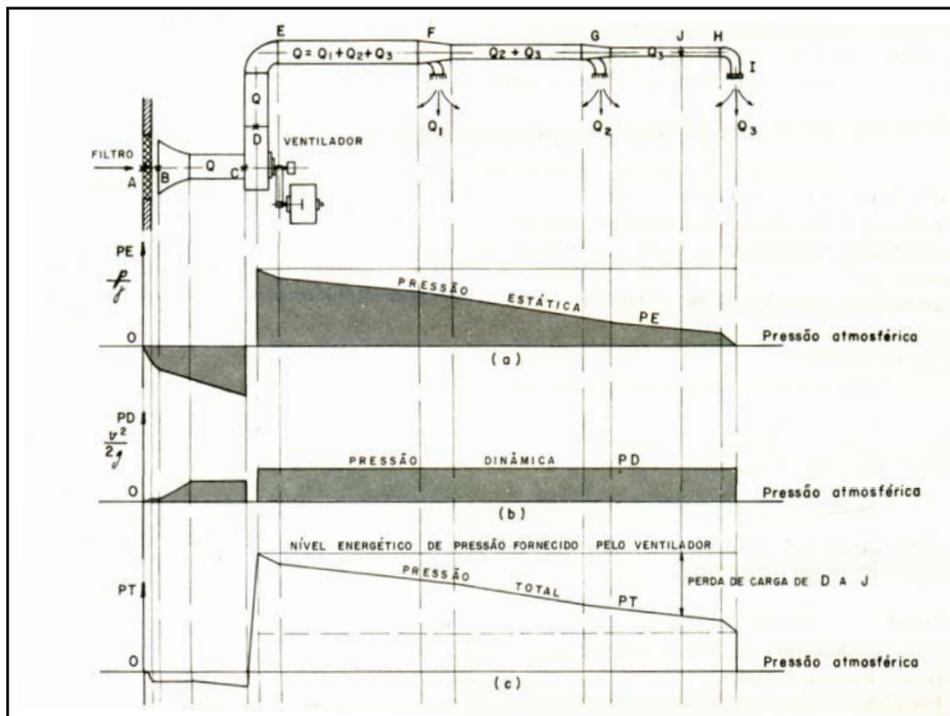


Dutos para condução de ar



considerações

- 1) $Q = VA$
- 2) $H = h + \frac{p}{\gamma} + \frac{V^2}{2g}$ (energia total)
- 3) $J_{a \rightarrow b} = \left(h_a + \frac{p_a}{\gamma} + \frac{V_a^2}{2g} \right) - \left(h_b + \frac{p_b}{\gamma} + \frac{V_b^2}{2g} \right)$
 $J_{a \rightarrow b} = \frac{p_a - p_b}{\gamma} + \frac{V_a^2 - V_b^2}{2g}$

Perda de carga para dutos circulares

$$\Delta p = \left(f \frac{l}{d} \frac{v^2}{2g} \right) \gamma \text{ (pascal)}$$

Onde:

l – comprimento do duto (m);

d – diâmetro do duto (m);

v – velocidade (m/s);

γ – peso específico do ar (N/m³);

f – coeficiente de perda de carga

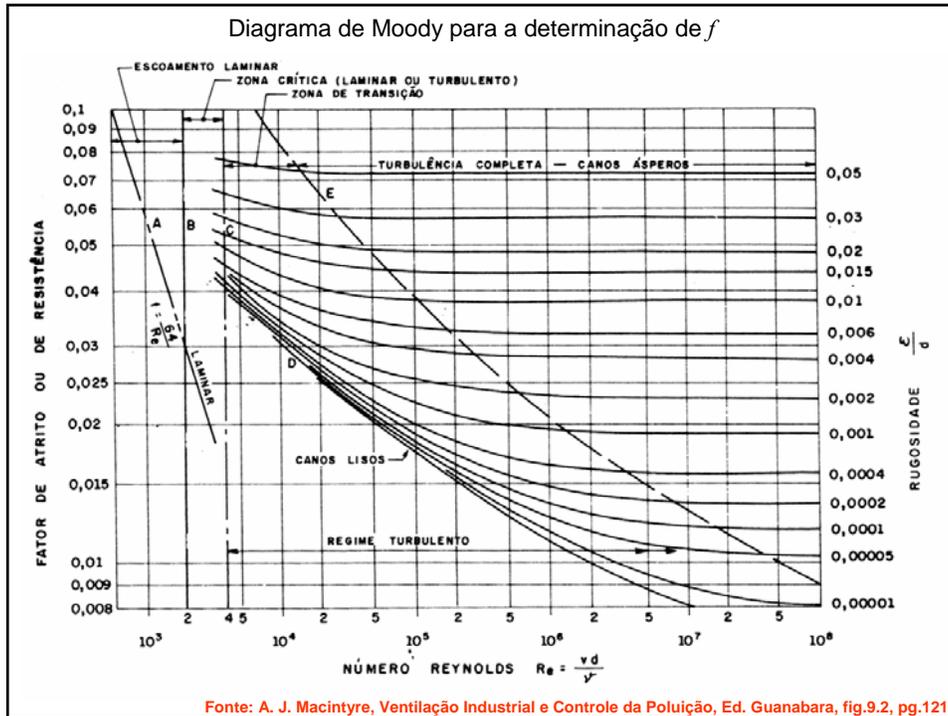


Tabela 9.1 Peso específico γ e viscosidade cinemática ν do ar

Temperatura (°C)	Peso específico γ (kgf/m ³)	μ microPa · s
0	1,2922	17,780
10	1,2467	17,708
20	1,2041	18,178
30	1,1644	18,648
40	1,1272	19,118
50	1,0924	19,588

Tabela 9.2 Velocidade do ar nos dutos e difusores

Designação	Edifícios públicos (m/min)	Indústrias (m/min) (m/s)
Entrada de ar no duto	150-270	150-360 2,5-6,0
Filtros	90-110	110-120 1,8-2,0
Lavador de ar	150-210	150-210 2,5-3,5
Aspiração do ventilador	250-300	300-430 5,0-7,2
Saída do ventilador	600-660	720-840 12-14
Dutos principais	390-480	540-600 9-10
Ramais horizontais	270-390	180-540 3-9
Ramais verticais	210-360	240-480 4-8
Difusores ou bocas de insuflamento	30-120	60-300 1-5

Fonte: A. J. Macintyre, *Ventilação Industrial e Controle da Poluição*, Ed. Guanabara, pg.123

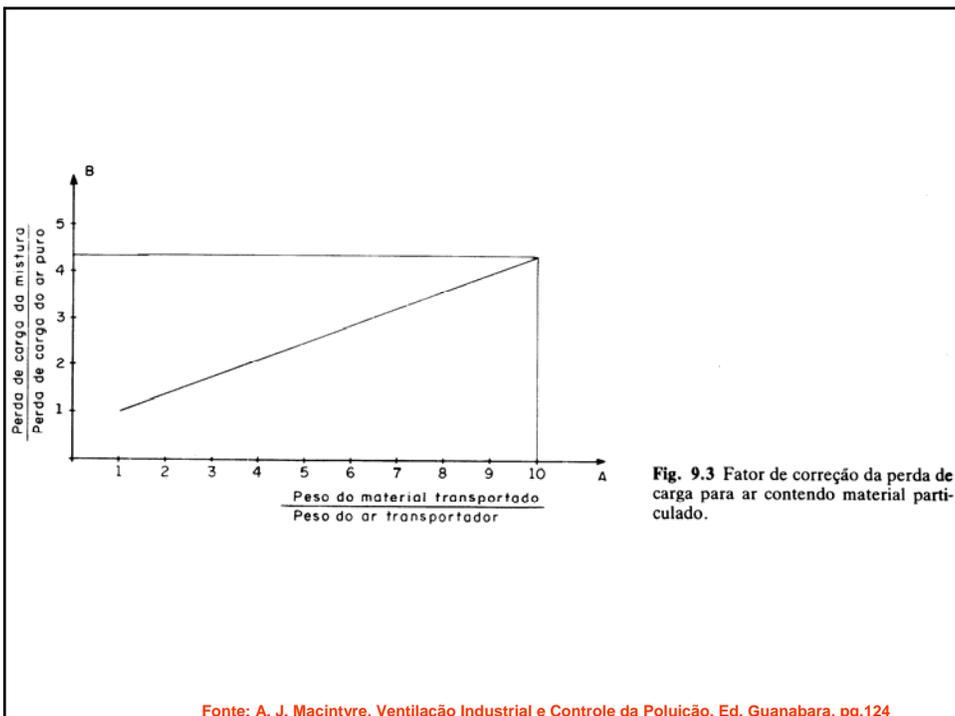
Tabela 9.3 Velocidades recomendadas e máximas para dutos de ar e equipamentos de sistemas de baixa pressão (NB-10/1978)

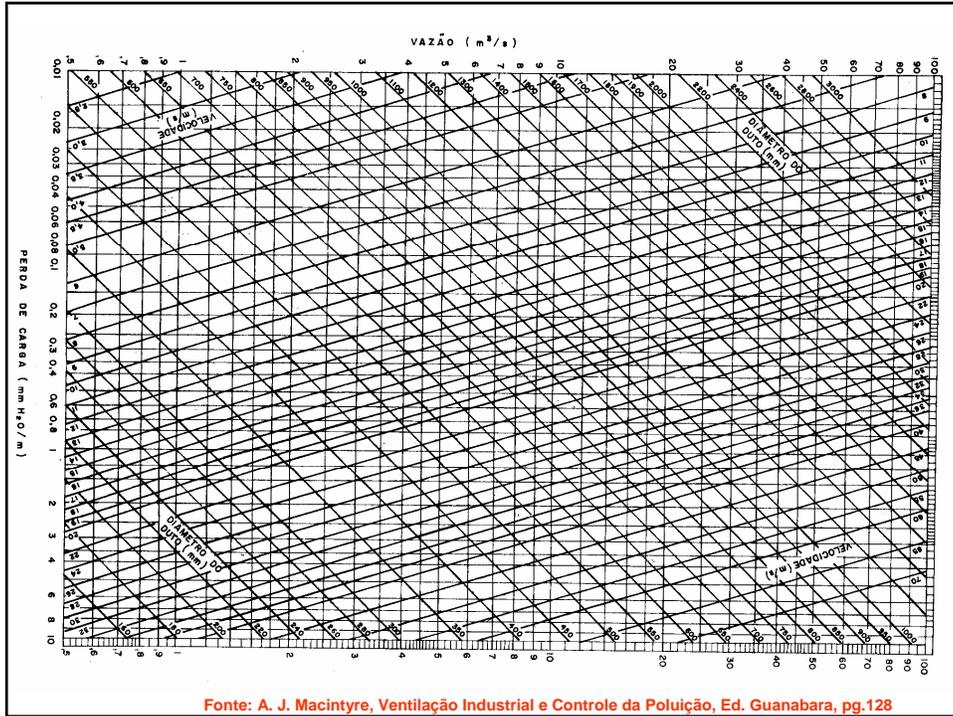
Designação	Recomendadas (m/s)			Máximas (m/s)		
	Resi- dências	Escolas, teatros e edifícios públicos	Prédios industriais	Resi- dências	Escolas, teatros e edifícios públicos	Prédios industriais
Tomadas de ar exterior	2,50	2,50	2,50	4,00	4,50	6,00
Serpentinas — resfriamento — aquecimento	2,25	2,50	3,00	2,25	2,50	3,60
	2,25	2,50	3,00	2,50	3,00	7,50
Lavadores de ar — borri- fador — alta ve- locidade	2,50	2,50	2,50	3,50	3,50	3,50
	—	—	9,00	—	—	9,00
Descarga do ventilador	mín	5,00	6,50	8,00	—	—
	máx	8,00	10,00	12,00	8,50	11,00
Dutos principais	mín	3,50	5,00	6,00	—	—
	máx	4,50	6,50	9,00	6,00	8,00
Ramais horizontais	mín	—	3,00	4,00	—	—
	máx	3,00	4,50	5,00	5,00	6,50
Ramais verticais	mín	—	3,00	—	—	—
	máx	2,50	3,50	4,00	4,00	6,00

Fonte: A. J. Macintyre, *Ventilação Industrial e Controle da Poluição*, Ed. Guanabara, pg.123

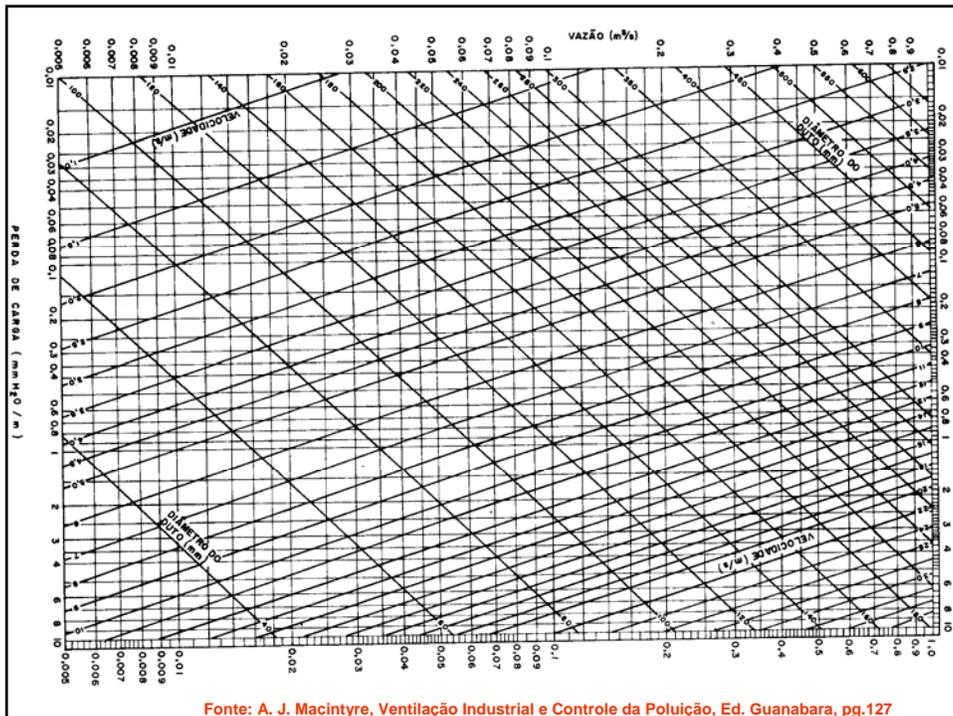
Normas da ABNT sobre ventilação

- **ABNT – palavras buscadas: ventilação, conforto térmico, ar condicionado**
 - ABNT NBR 6401 NB 10 - Instalações centrais de ar condicionado para conforto - Parâmetros básicos de projeto
 - NBR8646 NB886 Condicionamento de ar e ventilação nas acomodações de navios mercantes - Condições básicas de projeto
 - NBR8807 NB923 Cálculo da ventilação para praça de máquinas de embarcações mercantes de propulsão diesel
 - NBR9404 NB950 Cálculo de ventilação para compartimento de CO2 de embarcações mercantes
 - NBR9172 NB954 Cálculo de ventilação para compartimento do diesel gerador de emergência em navios mercantes
 - NBR11227 NB1306 Cálculo do sistema de ventilação mecânica no compartimento de gás inerte
 - NBR13971 Sistemas de refrigeração, condicionamento de ar e ventilação - Manutenção programada
 - NBR14518 Sistemas de ventilação para cozinhas profissionais
 - NBR14679 Sistemas de condicionamento de ar e ventilação - Execução de serviços de higienização
 - NBR10085 NB1020 Medição de temperatura em condicionamento de ar
 - NBR14787 Espaço confinado - Prevenção de acidentes, procedimentos e medidas de proteção

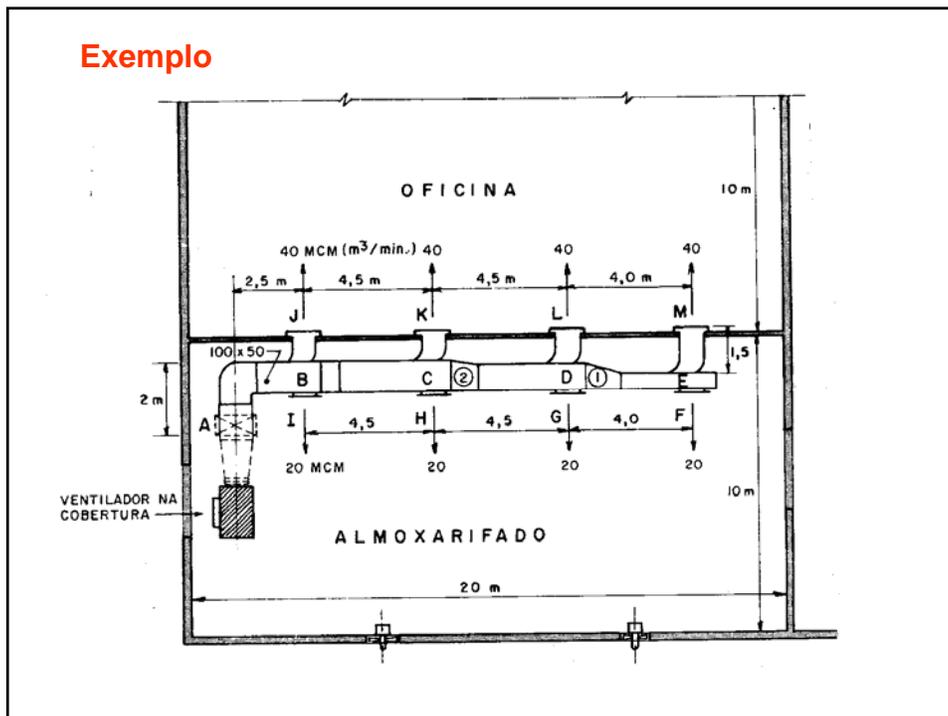
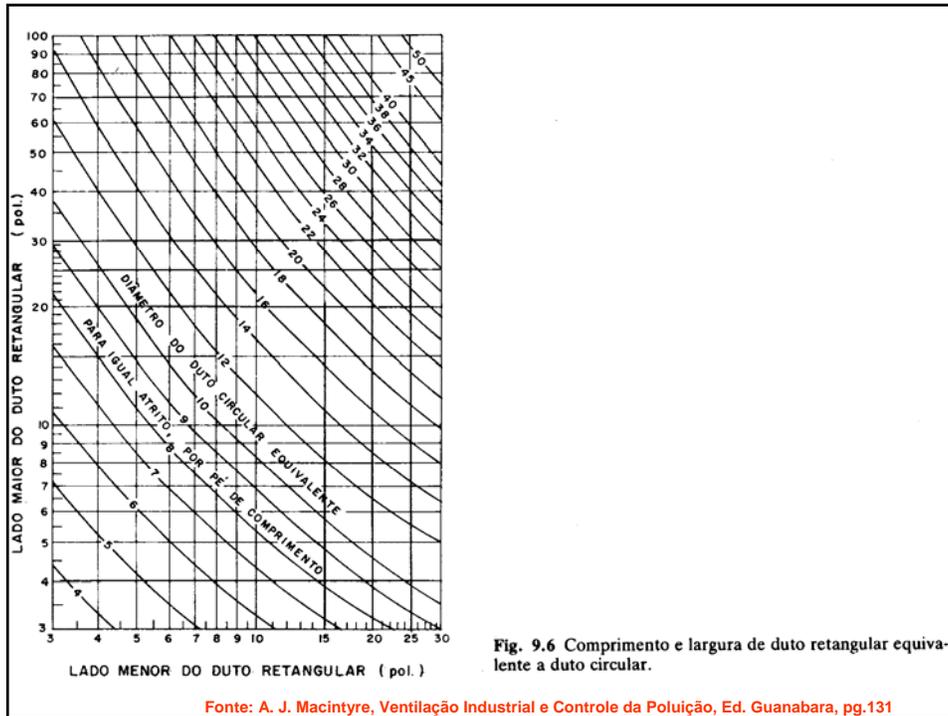


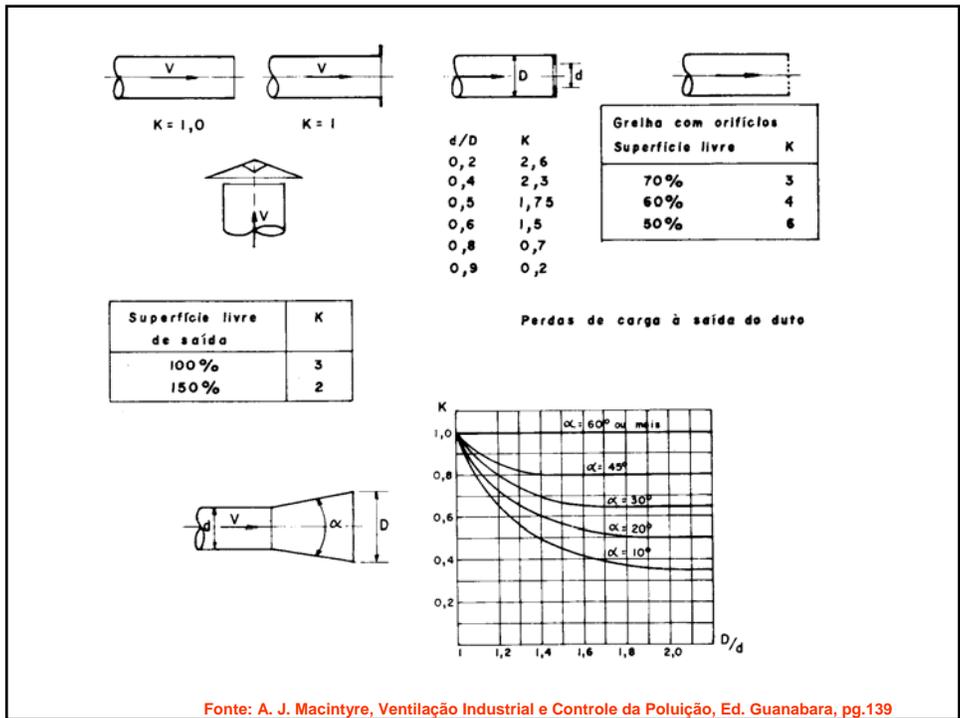
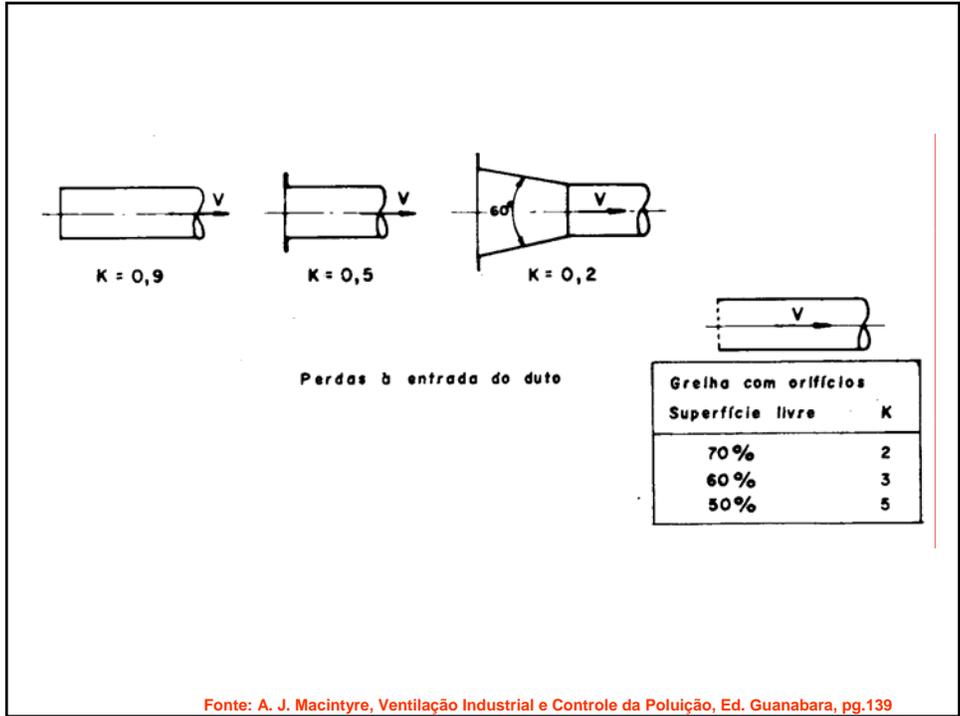


Fonte: A. J. Macintyre, Ventilação Industrial e Controle da Poluição, Ed. Guanabara, pg.128

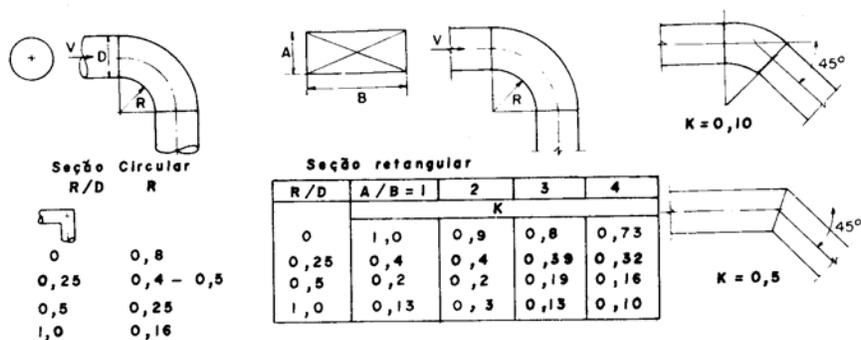


Fonte: A. J. Macintyre, Ventilação Industrial e Controle da Poluição, Ed. Guanabara, pg.127

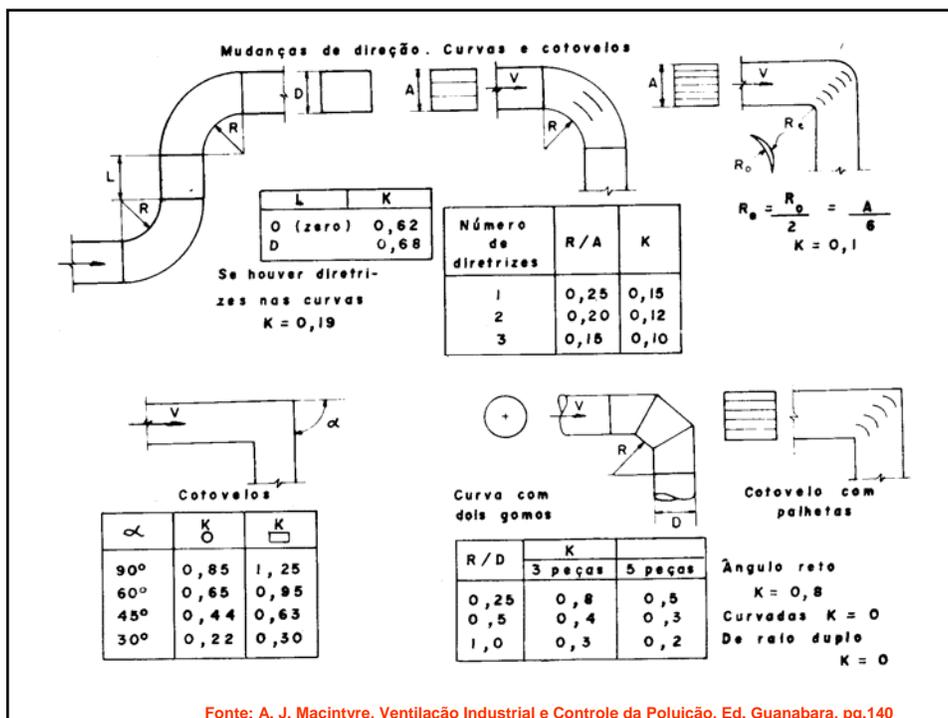




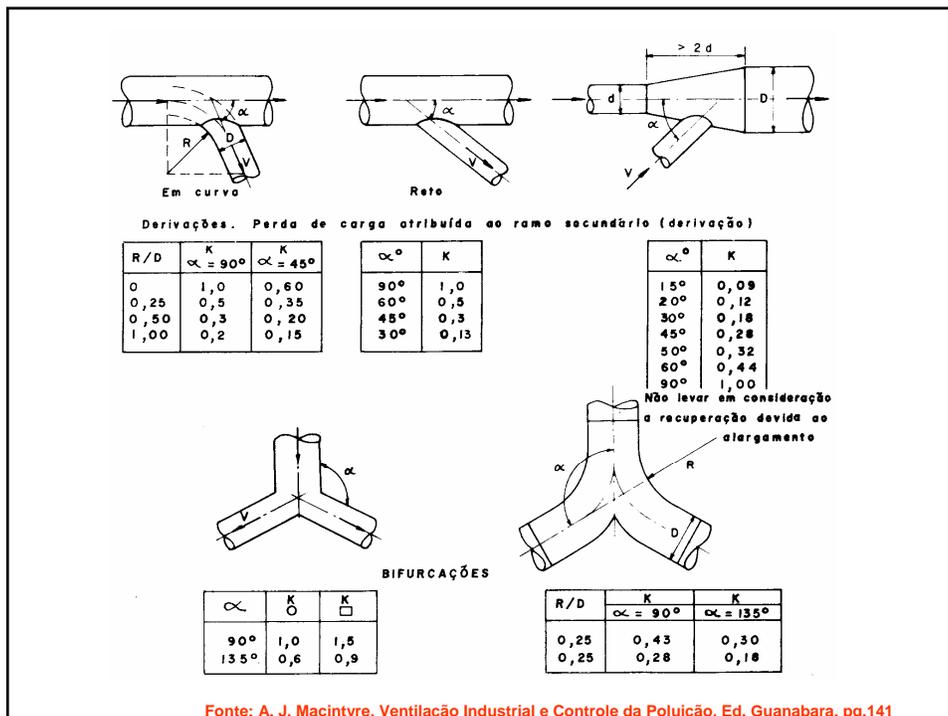
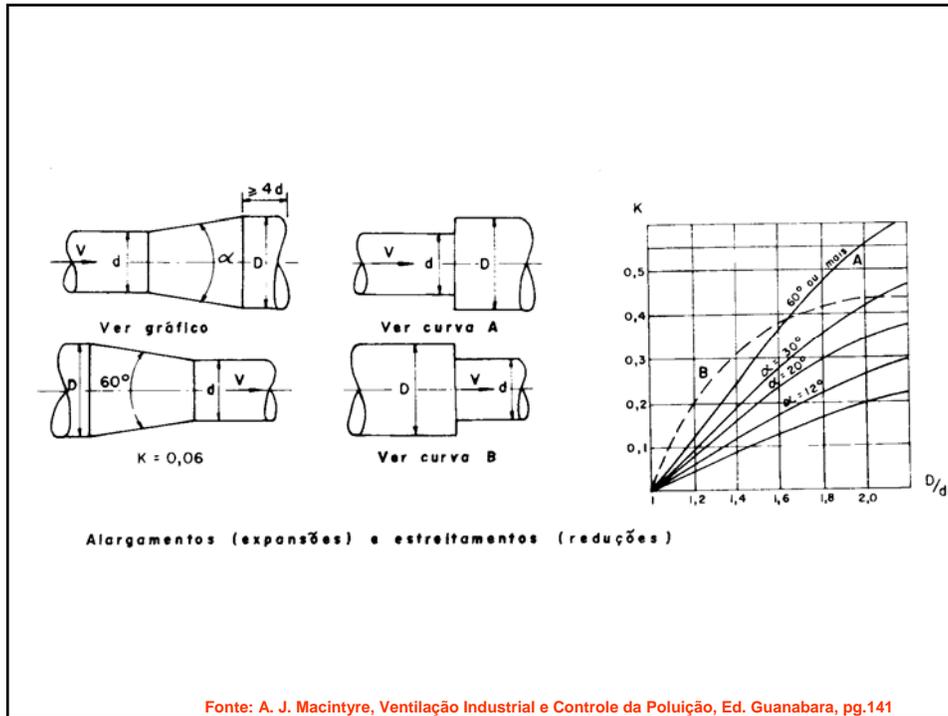
Curvas e cotovelos

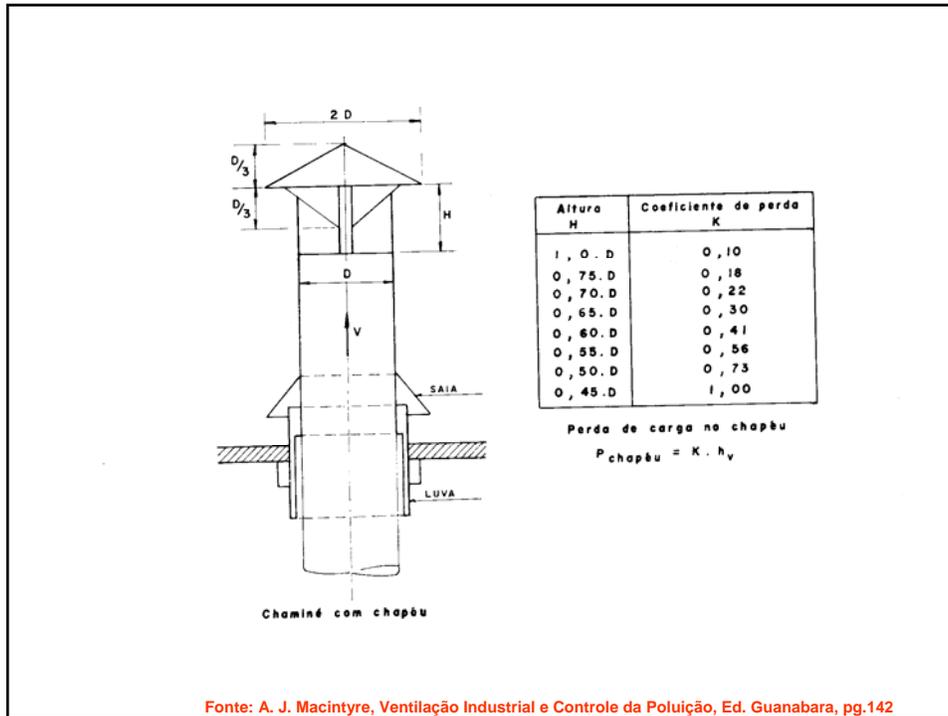


Fonte: A. J. Macintyre, Ventilação Industrial e Controle da Poluição, Ed. Guanabara, pg.140



Fonte: A. J. Macintyre, Ventilação Industrial e Controle da Poluição, Ed. Guanabara, pg.140





Fonte: A. J. Macintyre, Ventilação Industrial e Controle da Poluição, Ed. Guanabara, pg.142

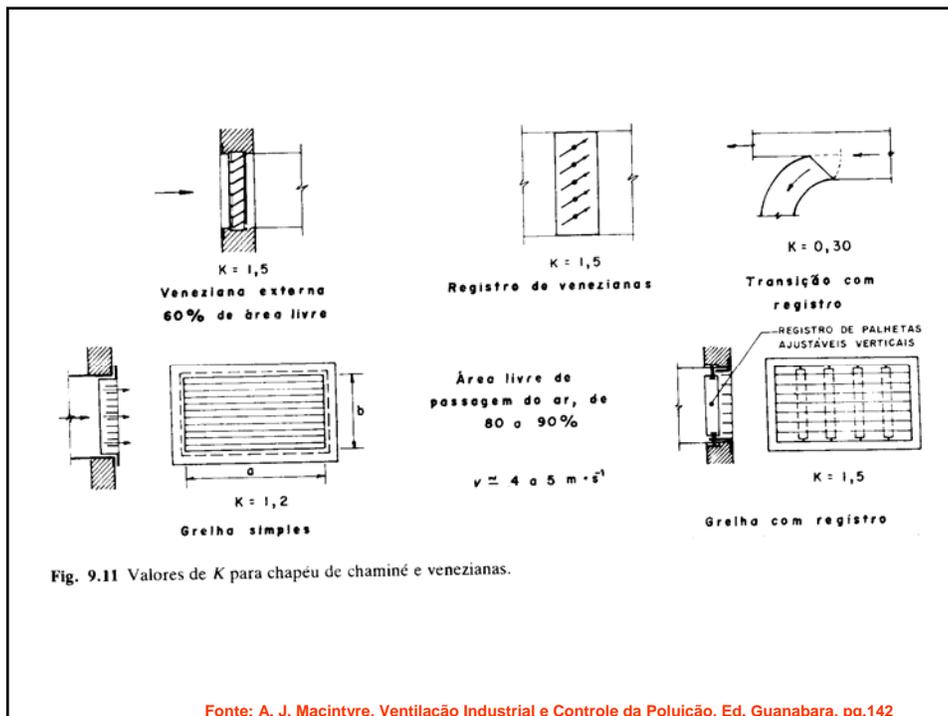
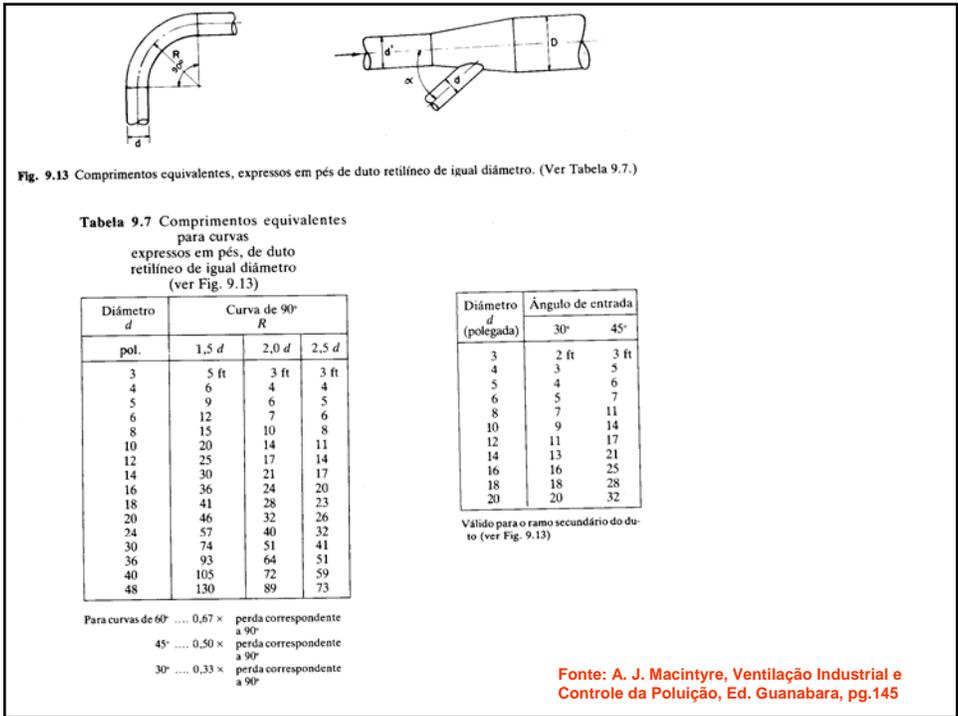
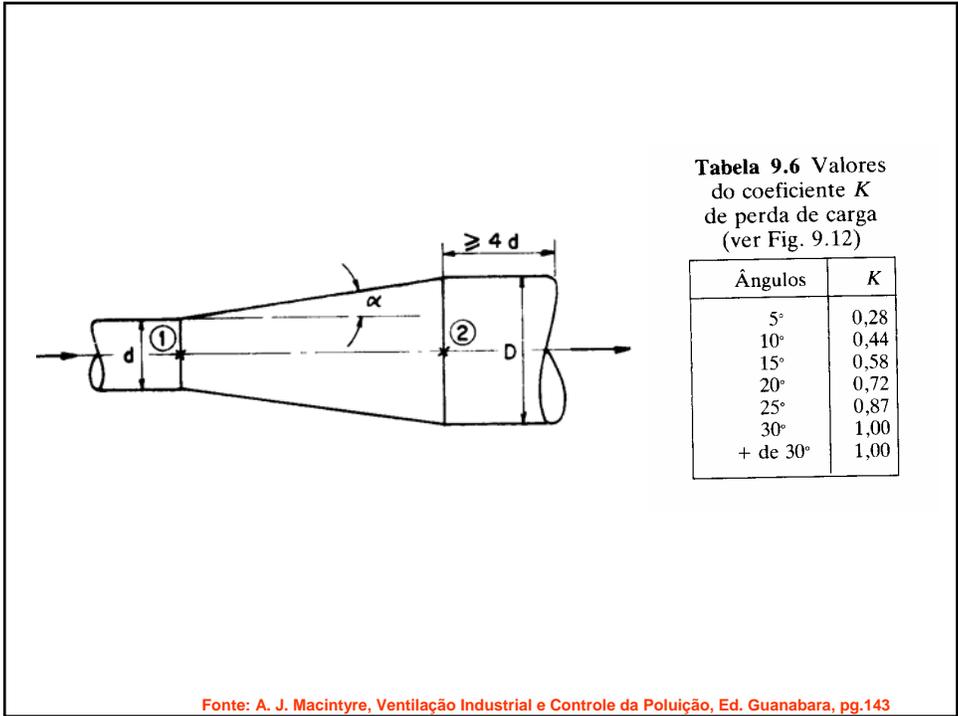


Fig. 9.11 Valores de K para chapéu de chaminé e venezianas.

Fonte: A. J. Macintyre, Ventilação Industrial e Controle da Poluição, Ed. Guanabara, pg.142



Fonte: A. J. Macintyre, Ventilação Industrial e Controle da Poluição, Ed. Guanabara, pg.146

Fig. 9.14 Comprimentos equivalentes aproximados nas derivações de dutos com reduções. (Cortesia NESCA.) Nota: Devem-se adicionar 8 m ao comprimento equivalente das três conexões mais próximas à unidade e às três seguintes a cada redução no duto principal (plenum).

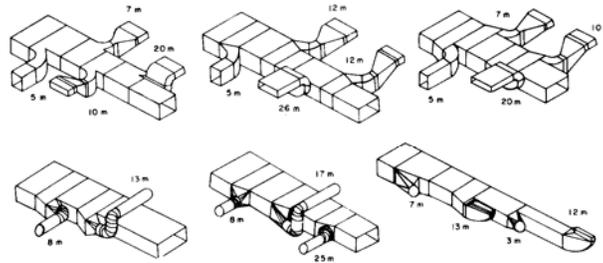
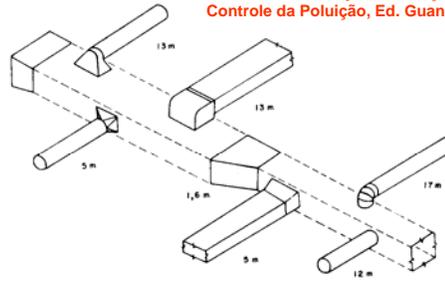


Fig. 9.15 Comprimentos equivalentes aproximados de derivações de dutos com reduções. (Cortesia NESCA.)

Fonte: A. J. Macintyre, Ventilação Industrial e Controle da Poluição, Ed. Guanabara, pg.147

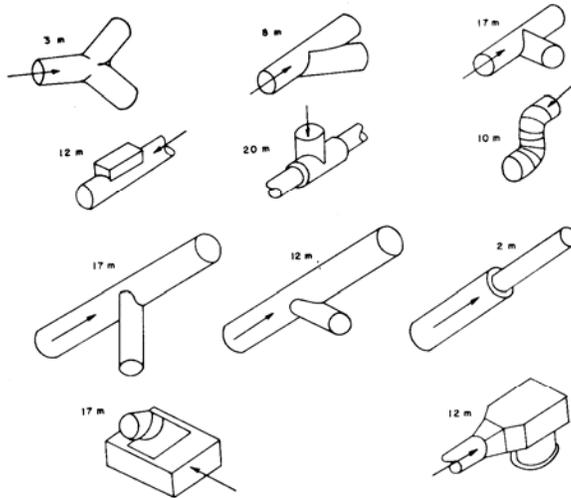


Fig. 9.17 Comprimentos equivalentes aproximados para derivações de dutos de seção circular. (Cortesia NESCA.) Nota: Devem-se acrescentar 8 m ao comprimento equivalente das três conexões mais próximas da unidade em cada ramal.

Fonte: A. J. Macintyre, Ventilação Industrial e Controle da Poluição, Ed. Guanabara, pg.147

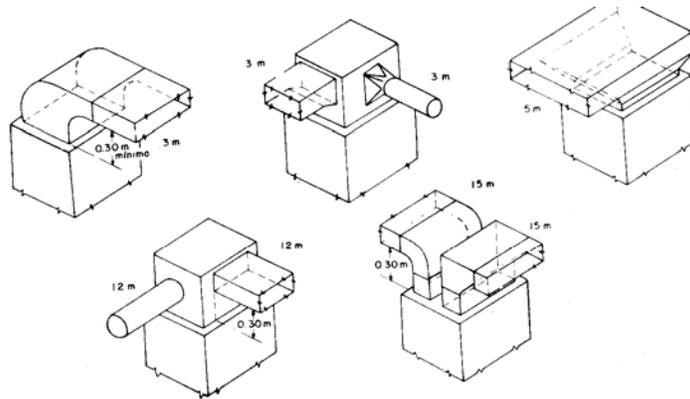


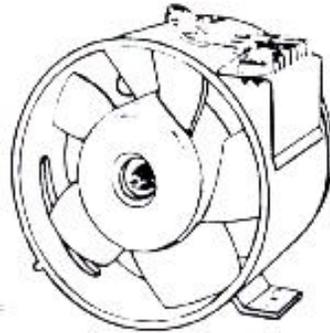
Fig. 9.16 Derivações a partir de um *plenum*, para insuflação ou retorno de ar. Comprimentos equivalentes. (Cortesia NESCA.)

Fonte: A. J. Macintyre, Ventilação Industrial e Controle da Poluição, Ed. Guanabara, pg.156

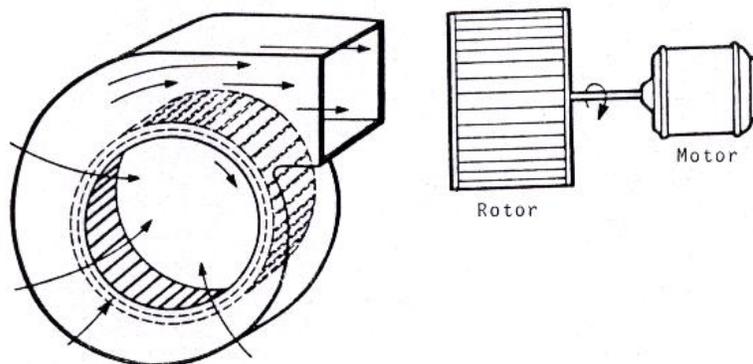
Tabela 9.10 Bitola de chapa de dutos, conforme a NB-10/1978

Espessuras				Duto circular (diâmetro)		Retângulo (lado maior) (mm)
Alumínio		Aço galvanizado		Costura helicoidal	Calandrado, com costura longitudinal	
Bitola	mm	Bitola	mm	(mm)	(mm)	(mm)
2	0,64	26	0,50	até 225	até 450	até 300
22	0,79	24	0,64	250 a 600	460 a 750	310 a 750
20	0,95	22	0,79	650 a 900	760 a 1.150	760 a 1.400
18	1,27	20	0,95	950 a 1.250	1.160 a 1.500	1.410 a 2.100
16	1,59	18	1,27	1.300 a 1.500	1.510 a 2.300	2.110 a 3.000

Ventilador Axial



Ventilador Centrífugo



Captore

- É o ponto de entrada dos gases no sistema de ventilação local exaustora. Um captor estará completamente dimensionado quando determinarmos:
 - sua forma e dimensão
 - sua posição relativa a fonte do poluente
 - vazão a ser exaurida para captura completa dos poluentes
 - energia necessária para movimentar os gases exauridos para dentro dele

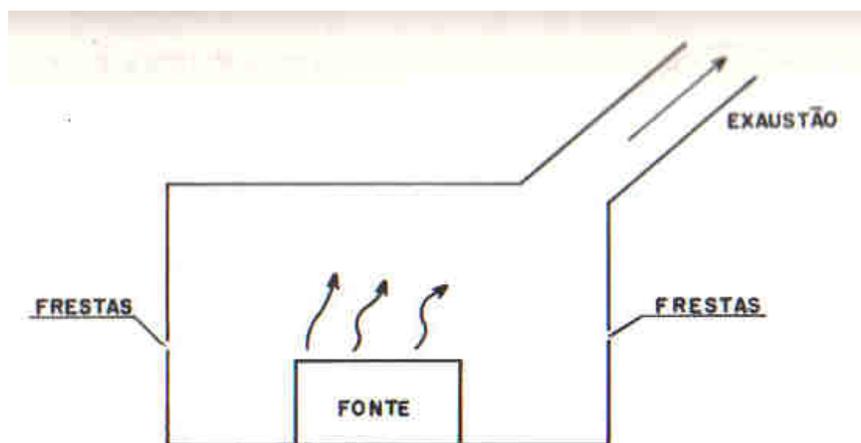
Classificação dos captore

- Enclausuramento com exaustão
- Cabines
- Captore

Enclausuramento com exaustão

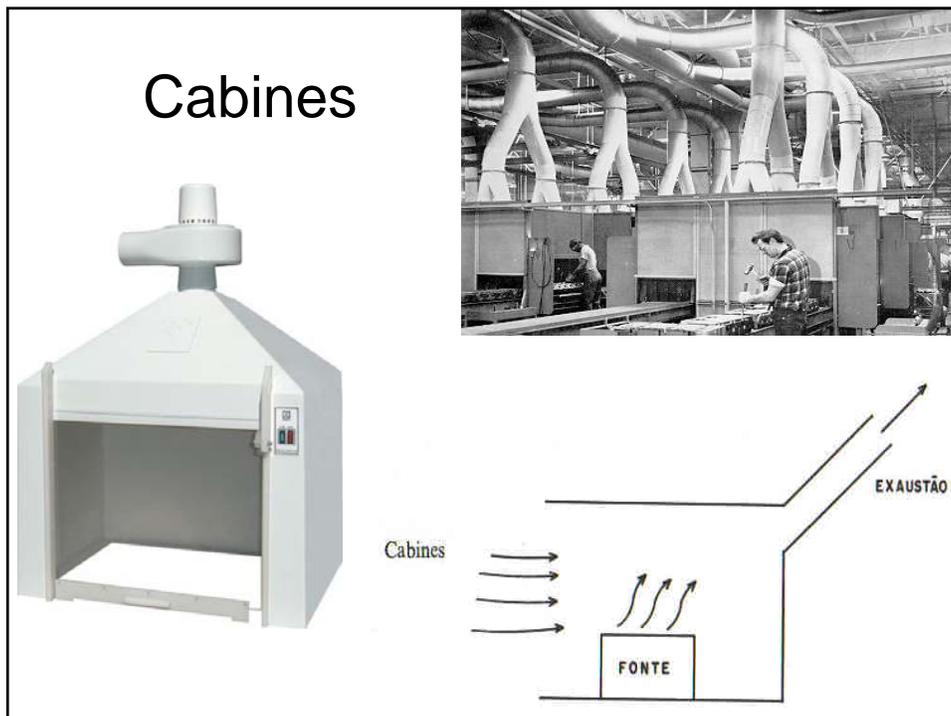
- Nesse caso, a fonte dos poluentes fica dentro do captor, o qual possui todos os lados fechados.
- Em alguns casos, as paredes do captor enclausurante podem ser a própria parede do processo ou operação que esta sendo ventilado, como por exemplo, no caso de um silo em cuja parede se coloca a tomada de exaustão.

Enclausuramento com exaustão



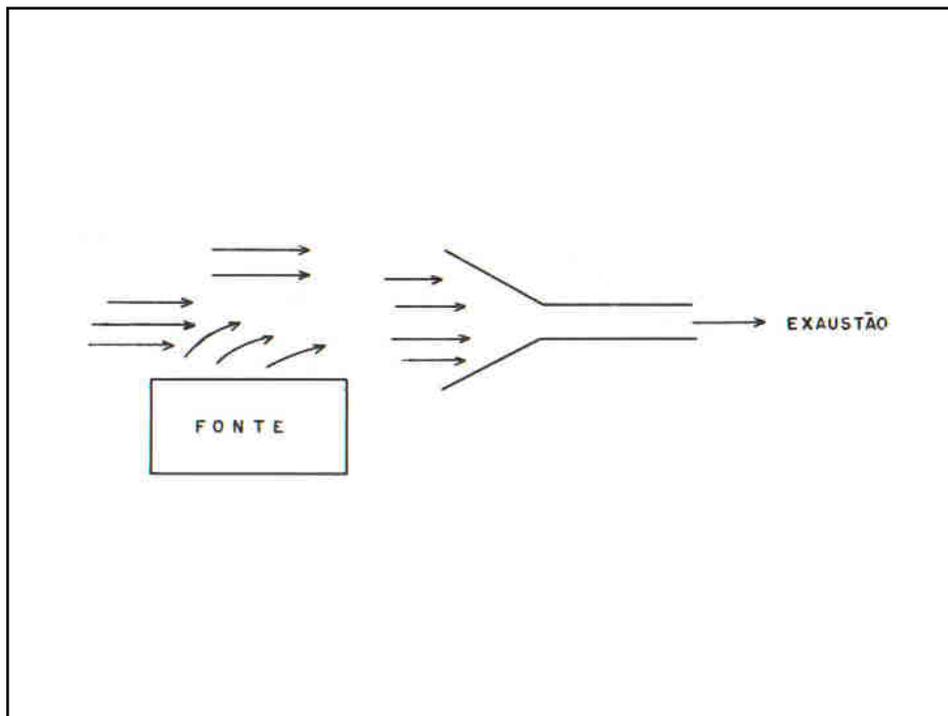
Cabines

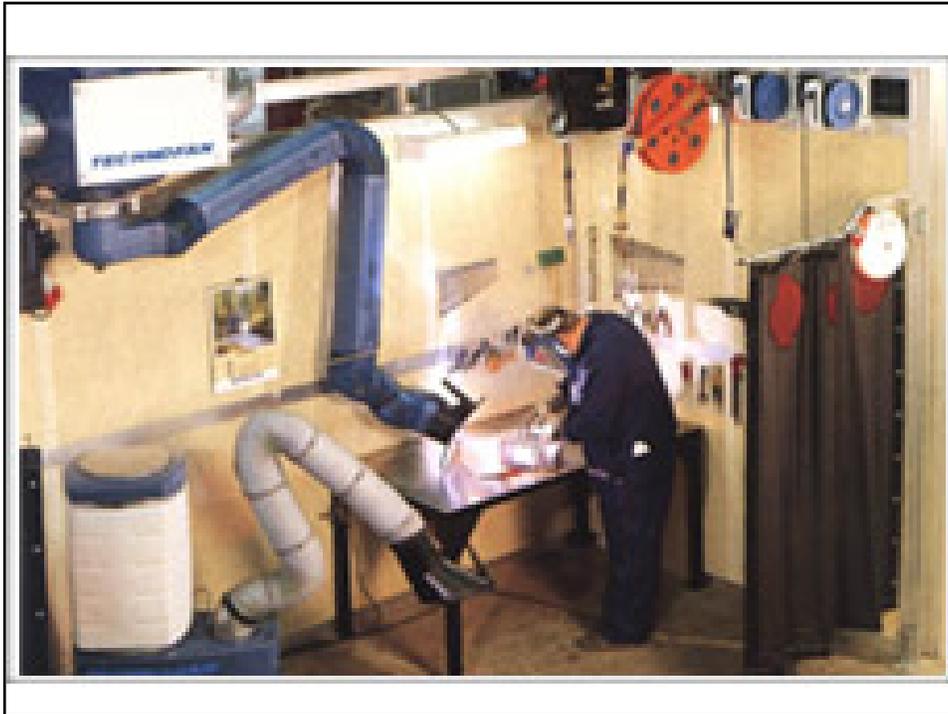
- Esse captor é semelhante ao captor enclausurante, porém com uma de suas faces abertas (necessária para o acesso a operação ou processo poluidor).



Captore externos

- Nesse caso, o captor é colocado externamente à fonte. Incluem as aberturas de sucção localizadas próximas as zonas de emissão de poluente em processos ou operação poluidores que não permitem seu enclausuramento ou colocação de uma cabine, dada a necessidade de acesso.
- Esses captore devem induzir, na zona de emissão de poluentes, correntes de ar em velocidade tais que assegurem que os poluentes sejam carregados pelas mesmas para dentro do captor.





Vazão das coifas

- A vazão de ar a ser exaurida para dentro do captor deve ser tal que garanta que todos os poluentes gerados pela fonte sejam captados. Por outro lado essa vazão não deve interferir com o processamento industrial, quanto maior a vazão maior o custo do sistema de exaustão. Devemos determinar a mínima vazão que nos permita uma captura total dos poluentes.

$$Q = v A$$

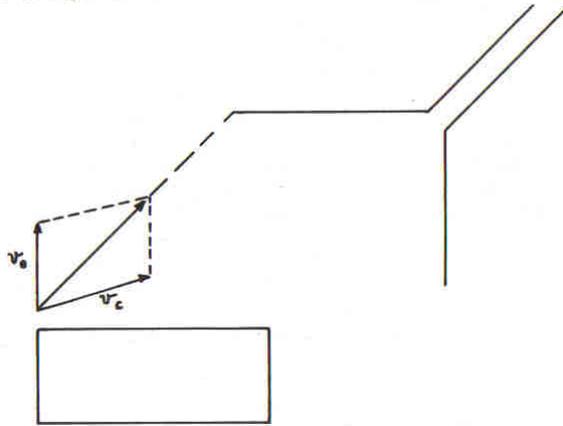
Captor enclausurante

- Área aberta: frestas
- Velocidade usual: 0,38 – 1 m/s
- Escolha da velocidade:
 - Corrente de ar ambiente
 - Toxicidade
 - Fonte de calor
 - Fonte de gases

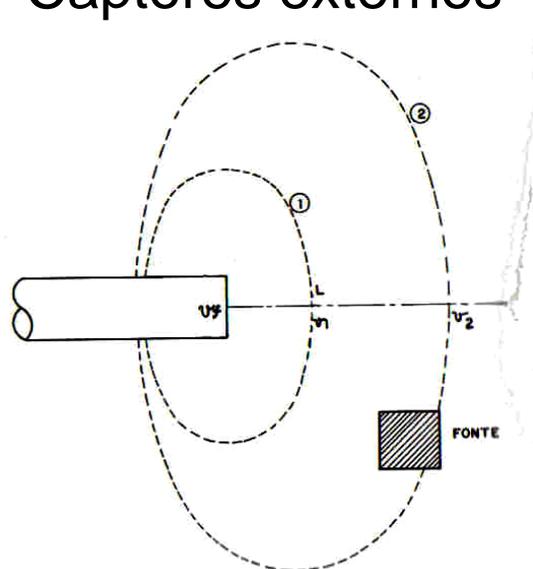
Cabine

- Área aberta: área da face da cabine
- Velocidade usual: 0,50 – 1 m/s
- Escolha da velocidade:
 - Corrente de ar ambiente
 - Toxicidade
 - Fonte de calor
 - Fonte de gases

Captoresexternos



Captoresexternos



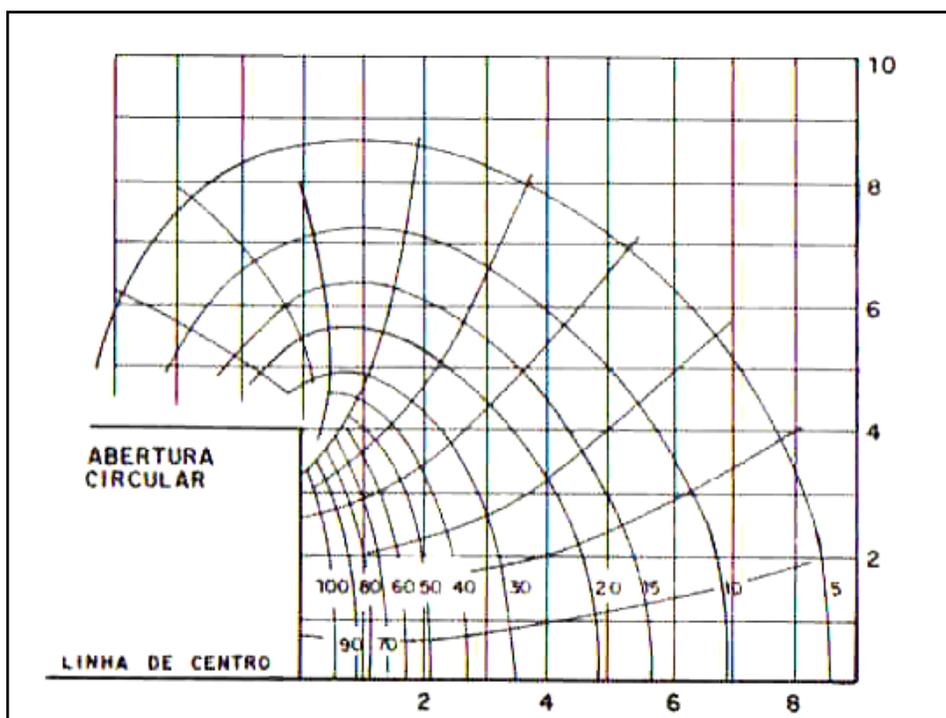


Tabela 11.1 Velocidade de captura de contaminantes V (ou V_c) segundo o *ACGIH Industrial Ventilation Guide — 1972*

Condição de formação do contaminante	Exemplos	Velocidades de captura m/min
Libertado sem velocidade inicial, em ar parado	Evaporação em tanque; desengraxamento; eletrodeposição	15 a 30
Libertado com velocidade baixa em ar em relativo repouso	Cabines de pintura à pistola; enchimento intermitente de recipientes; transferência de material em correias transportadoras de baixa velocidade (60 m/min); soldagem	30 a 60
Produção ativa em zona onde o ar se acha em movimento rápido	Cabines de pintura; separação e limpeza de peças fundidas por trepidação; britadores, peneiras; pontos de transferência de esteiras transportadoras com alta velocidade (maior que 60 m/min) enchimento de barris	60 a 150
Libertado com velocidade inicial elevada em zona de intenso movimento de ar	Esmerilhamento; limpeza e jato de areia	150 a 600
Máquina de empacotamento	Na face da cabine Com fluxo descendente Aberturas no envoltório	15-30 22-45 30-120
Pintura a pistola	Na face da cabine. Depende do tamanho e da profundidade da cabine, do tipo de trabalho etc.	30-60
Cerâmica		
— Misturador	No ponto de origem	150
— Quebra do biscoito	No ponto de origem	220
Solda de prata	Na face da cúpula	30
Banhos		
— Desengraxante	No ponto de origem	15
— Decapagem	No ponto de origem	22-30
— Eletrodeposição	No ponto de origem	15-30
— Témpera	Na face da coifa	30
— Vapor	No ponto de origem	23-30
Soldagem elétrica	No ponto de origem (para coifa suspensa) Na face da cabine	30-60 30

Critérios sugeridos para projetos gerais de ventilação de ambientes
(ASHRAE - American Society of Heating Refrigerating and Air
Conditioning Engineering, Guide an Data Book).

Área Funcional	Taxa de Renovação (Troca por hora)	Pés ³ /min por pessoa
Hospitais (sala de anestesia)	8-12	-
Salas de animais	12-16	-
Auditórios	10-20	10
Hospitais (salas de autopsia)	8-12	10
Padaria e confeitaria	20-60	-
Boliches	15-30	30
Igrejas	15-25	5
Hospitais (salas de citoscopia)	8-10	20

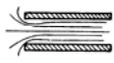
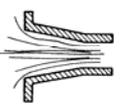
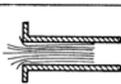
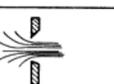
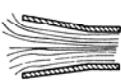
Critérios sugeridos para projetos gerais de ventilação de ambientes
(ASHRAE - American Society of Heating Refrigerating and Air
Conditioning Engineering, Guide an Data Book).

Área Funcional	Taxa de Renovação (Troca por hora)	Pés ³ /min por pessoa
Salas de aula	10-30	40
Salas de conferencia	25-35	-
Corredores	3-10	-
Hospitais (salas)	8-12	-
Leiterias	2-15	-
Lavagem de pratos	30-60	-
Lavagem a seco	20-40	-
Fundições	5-20	-
Ginásios	5-30	1,5 por pé quadrado
Garagens	6-10	-
Hospitais(salas hidroterapia)	6-10	-
Hospitais (salas de isolamento)	8-12	-

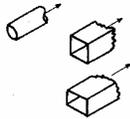
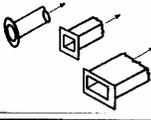
Crêterios sugeridos para projetos gerais de ventila o de ambientes
(ASHRAE - American Society of Heating Refrigerating and Air
Conditioning Engineering, Guide an Data Book).

�rea Funcional	Taxa de Renova�o (Troca por hora)	P�s ³ /min por pessoa
Cozinhas	10-30	-
Lavanderias	10-60	-
Bibliotecas	15-25	10
Bibliotecas	15-25	10
Salas de deposito	2-15	-
Pequenas oficinas	8-12	-
Hospitais (suprimentos)	6-10	-
Ber�rios	10-15	-
Escrit�rios	6-20	10
Hospitais (salas de opera�o)	10-15	-
Radiologia	6-10	-
Restaurantes	6-20	10
Lojas	18-22	10
Resid�ncias	5-20	-
Equipamentos telef�nicos	6-10	-
Salas de controle de tr�fego a�reo	10-22	10
Toaletes	8-20	-
Soldas a arco voltaico	18-22	-

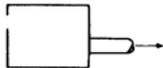
Coeficiente de perda de carga em captores

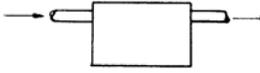
Tipo de orif�cio	Descri�o	Coeficiente de entrada, k_e	Tipo de orif�cio	Descri�o	Coeficiente, k_e
	Circular	0,98		Sem inclina�o e sem flange	0,72
	Flangeada, 13� de inclina�o	0,94		Abertura flangeada. Tubula�o com menos 2 d	0,80
	Tubula�o flangeada	0,90		Orif�cio de borda delgada	0,60
	13� de inclina�o	0,79		Tubula�o com menos de 1,5 d	0,53

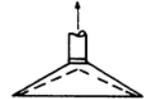
Coeficiente de perda de carga em captores

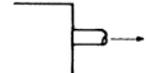
Tipo de captor	Descrição	Coeficiente de entrada, k_e
	Aberturas planas	0,72
	Aberturas flangeadas	0,82
	Entrada em forma de cone	0,98

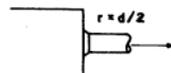
Coeficiente de perda de carga em captores


Orifício mais duto flangeado, $k_e = 0,55$


Câmara de Sedimentação, $k_e = 0,63$


Coifa com cone duplo, $k_e \cong 0,70$


Cabine com saída direta, $k_e = 0,82$


Cabine com saída arredondada, $k_e = 0,97$