

2025

Ventilação Local Exaustora



Edgard Gonçalves Cardoso

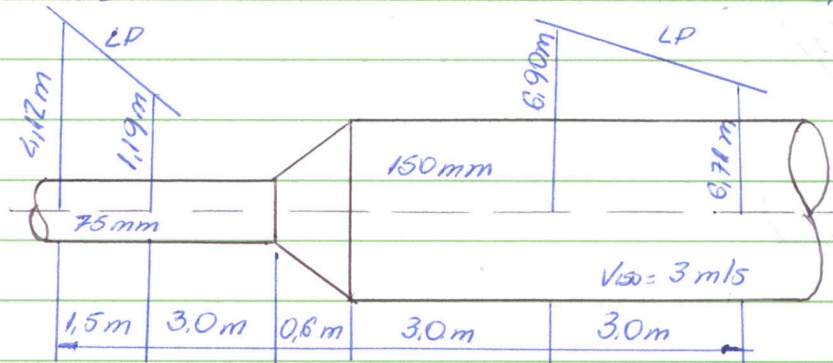
Tecnologia em Refrigeração,
Ventilação e Ar Condicionado

1/1/2025

25 02 26

VENTILAÇÃO LOCAL EXAUSTORA

Calcule a perda de carga nos trechos retos da tubulação abaixo, sabendo que ela é feita de aço galvanizado e permite a passagem de ar a 20 °C. Sabendo-se que a velocidade no trecho de maior diâmetro é de 3,0 m/s



PESO ESPECÍFICO E VISCOSIDADE CINEMÁTICA

TEMPERATURA (°C)	PESO ESPECÍFICO γ (kgf/m ³)	VISCOSS. CIN. μ Pa
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	1,0921	19,588

$$h_{pz} = \left(f \cdot \frac{L \cdot v^2}{d \cdot 2g} \right) \quad \left. \begin{array}{l} f = \text{no gráfico} \\ \epsilon/d = 0,00107 \\ Re = 2,1 \cdot 10^6 \end{array} \right\}$$

$$\frac{\epsilon}{d} = \frac{0,00016 \text{ m}}{0,15 \text{ m}} = 0,00107$$

$$Re = \frac{3,0 \cdot 0,15}{18,178 \cdot 10^{-6}} = 2,1 \cdot 10^6$$

$$H_{p2} = \left(\frac{0,024 \cdot 6,0 \cdot (3,0)^2}{0,15 \cdot 20} \right) \cdot 12,041$$

$$H_{p2} = 5,20 \text{ Pa}$$

$$H_{p2} = \left(\frac{f \cdot L \cdot v^2}{d \cdot 2g} \right) \cdot \delta$$

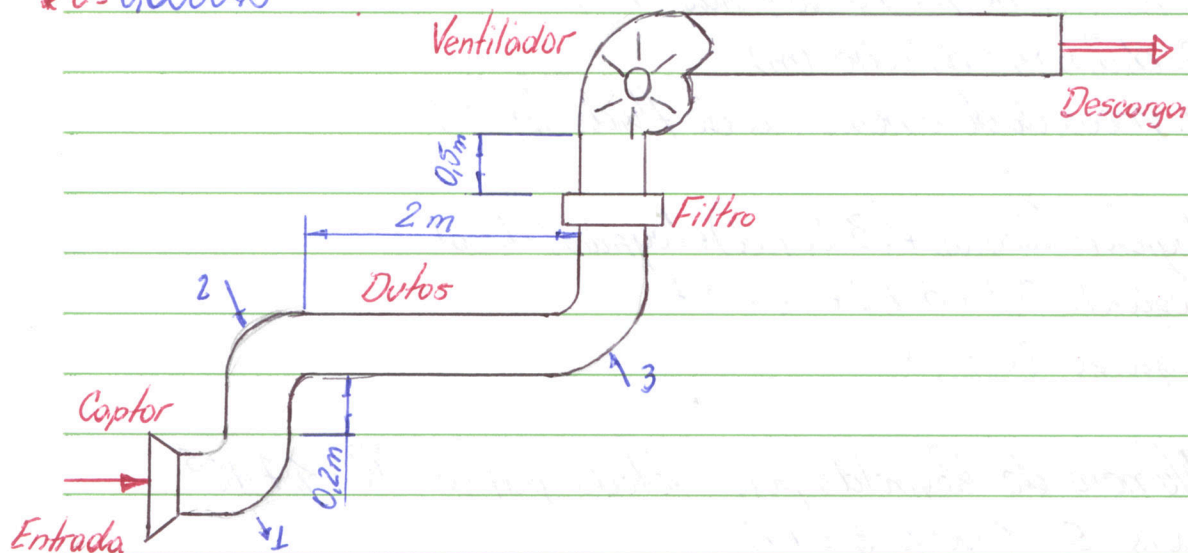
$$Q_2 = v_2 \cdot A_2$$

$$Q_2 = \frac{3,0 \cdot \pi \cdot (0,15)^2}{4}$$

$$Q_2 = 0,05301$$

25 03 19

EXERCÍCIO: Calcular a perda de carga total, em Pa, que ocorre até a entrada do ventilador. Dados: $Leq_{captor} = 3,5m$; $Leq_{cotovelo} = 1,2m$; $Leq_{filtro} = 26,0m$. Tubos de aço galvanizado soldado ($E = 0,045$) de 45 cm de diâmetro. Sabe-se que o ar encontra-se a $20^\circ C$. Considere uma vazão $Q = 3,0 m^3/s$ e $l_{real} = 3,7m$.
* $E = 0,000045$



Equação de Dorcy-Weisbach: cálculo da perda de carga distribuída (h_f) em um escoamento:

$$h_f = f \cdot Leq_{tot} \cdot \frac{V^2}{2g} \cdot \gamma$$

onde:

h_f : perda de carga total (Pa)

f : fator de atrito de Dorcy

Leq_{tot} : comprimento equivalente total do duto (m)

D : diâmetro interno do duto (m)

V : velocidade do ar (m/s)

g : aceleração da gravidade (m/s²)

γ : peso específico do ar (N/m³)

$$V = \frac{Q}{A} \rightarrow V = \frac{Q}{\frac{\pi \cdot D^2}{4}} \rightarrow V = \frac{3}{\frac{\pi \cdot (0,45)^2}{4}} \rightarrow V = 18,86 \text{ m/s}$$

Credeal

Número de Reynolds:

$$Re = \frac{V \cdot D}{\nu} \rightarrow Re = \frac{(18,86) \cdot 0,45}{18,176 \cdot 10^{-6}} \rightarrow Re = 467003,941$$

onde:

Re : Número de Reynolds (adimensional)

V : velocidade média do fluido (m/s)

D : diâmetro do tubo (m)

ν : viscosidade cinemática do fluido (m^2/s)

$$L_{eqtotal} = (L_{eqcap} + (3 \cdot L_{eqcot}) + L_{eqfiltro}) + L_{real}$$

$$L_{eqtotal} = 3,5 + 3 \cdot 1,2 + 26 + 3,7$$

$$L_{eqtotal} = 36,8 \text{ m}$$

Número de Reynolds pelo método gráfico: $Re = 4,7 \cdot 10^5$

$$\text{pois: } \frac{E}{D} = \frac{0,000045}{0,45} = 1 \cdot 10^{-4}$$

$$h_f = \Delta p_{total} = \frac{f \cdot L_{eqtotal} \cdot V^2 \cdot \gamma}{D \cdot 2g}$$

$$h_f = \Delta p_{total} = \frac{0,02 \cdot 36,8 \cdot 18,86^2 \cdot 12041}{0,45 \cdot 2 \cdot 9,81}$$

$$h_f = \Delta p_{total} \approx 357,14 \text{ Pa}$$

PARA CASA ! Ler o capítulo 9, a parte que fala de dutos e principalmente sobre diâmetro equivalente,

25 03 26

DIÂMETRO EQUIVALENTE

São fórmulas matemáticas que transformam a área, teoricamente, de círculos em retângulos e vice-versa

Fórmula de Heubacher:

$$d_{equiv.} = 1,30 \cdot \frac{(a \cdot b)^{0,625}}{(a+b)^{0,25}}$$

$$d_{eq} = 1,30 \cdot \sqrt{\frac{(a \cdot b)^5}{(a+b)^2}}$$

onde:

a: lado menor do duto retangular (m, mm)

b: lado maior do duto retangular (m, mm)

a.b: área da seção transversal do duto retangular (m², mm²)

d_{eq}: diâmetro equivalente

1,30: fator empírico

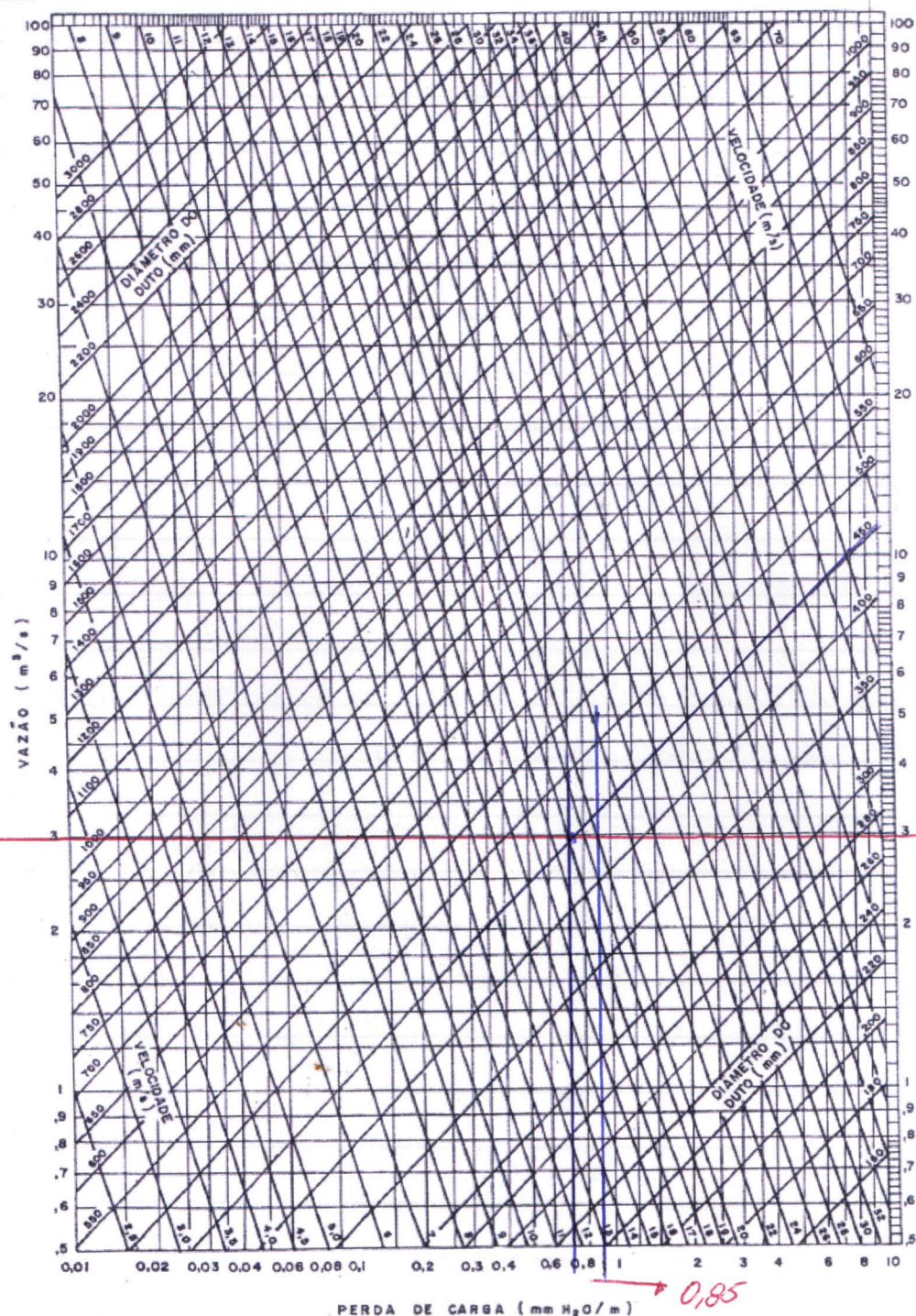
0,625: fator empírico

0,25: fator empírico

EXERCÍCIO: Refaça o exercício de perda de carga total utilizando o método de igual perda de carga.

25 03 26

Perda de carga por atrito em $\text{mmH}_2\text{O/m}$. Baseada em ar stand. com $1,201 \text{ kgf/m}^3$; escoando em duto limpo circular tendo cerca de 1 junta por metro. Válido para $t = 10$ a 32°C



Dados $Q = 3,0 \text{ m}^3/\text{s}$

$d = 0,45 \text{ m (450 mm)}$

$L_t = 36,8 \text{ m}$

$J_U = 0,85 \text{ mmH}_2\text{O/m} \cdot 36,8 \text{ m}$

$J_U = 31,28 \text{ mmH}_2\text{O/m}$

$J_U = 306,75 \text{ Pa}$

Credeal

Prova 1 - Ventilação local Exaustora

Edgard Gonçalves Cardoso

Resolução exercício 5

Área da seção do duto

$$A = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \rightarrow A = \frac{\pi \cdot (0,375)^2}{4} \rightarrow A = 0,110446616 \text{ m}^2$$

Velocidade média do ar

$$V = \frac{Q}{A} \rightarrow V = \frac{1,0}{0,110446616} \rightarrow V = 9,054147874 \text{ m/s}$$

Número de Reynolds

$$Re = \frac{V \cdot d}{\nu} \rightarrow Re = \frac{9,054147874 \cdot 0,375}{18648 \cdot 10^{-6}} \rightarrow Re = 182073,437$$

Rugosidade Relativa

$$f = \frac{0,25}{\left[\log_{10} \left(\frac{\epsilon}{3,7 \cdot d} + \frac{5,74}{Re^{0,9}} \right) \right]^2}$$

$$f = \frac{0,25}{\left[\log_{10} \left(\frac{0,00015}{3,7 \cdot 0,375} + \frac{5,74}{182073,437^{0,9}} \right) \right]^2}$$

$$f = 0,018564599$$

Perda de carga

$$\Delta P_f = \left(f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{V^2}{2g} \right) \cdot \gamma \rightarrow \Delta P_f = \left(0,018564599 \cdot \frac{32}{0,375} \cdot \frac{9,054147874^2}{2 \cdot 9,81} \right) \cdot 11,422$$

$$\Delta P_f = 75,60362 \text{ Pa}$$

Perda de carga localizada

$$\Delta P_s = \left(\frac{C_{eq} \cdot V^2}{2g} \right) \rightarrow \Delta P_s = \left(\frac{(4,6 + 2,5) \cdot 9,054147874^2}{2 \cdot 9,81} \right) \cdot 11,422$$

$$\Delta P_s = 195,6691 \text{ Pa}$$

Perda de carga total:

$$\Delta P_t = H_s + H_f$$

$$\Delta P_t = H_t = 195,6691 + 75,60362$$

$$H_t = 271,2727 \text{ Pa}$$

Resolução de exercício 6

Velocidade no duto menor

$$A_1 = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \rightarrow A_1 = \frac{\pi \cdot (0,75)^2}{4} \rightarrow A_1 = 0,441786466 \text{ m}^2$$

$$v_1 = \frac{Q}{A_1} \rightarrow v_1 = \frac{4}{0,441786466} \rightarrow v_1 = 9,054147874 \text{ m/s}$$

Perda de carga

$$\Delta P = K \cdot \frac{v_1^2}{2 \cdot g} \rightarrow \Delta P = \frac{0,72 \cdot 9,054147874^2}{2 \cdot 9,81} = 11,777$$

$$\Delta P = 35,44 \text{ Pa}$$

$$\Delta P = 3,61 \text{ mmHg}_2\text{O para } \alpha = 20^\circ$$

$$\text{para } \alpha = 25^\circ \rightarrow \Delta P = 4,33 \text{ mmHg}_2\text{O}$$

Resolução de exercício 7

$$\text{Área do duto: } A = \frac{\pi \cdot (0,30)^2}{4} = 0,0707 \text{ m}^2$$

$$\text{Velocidade do ar: } V = \frac{0,697}{0,0707} \rightarrow V = 9,86 \text{ m/s}$$

$$\text{Número de Reynolds: } Re = \frac{9,86 \cdot 0,30}{15,06 \cdot 10^{-6}} \rightarrow Re = 196315$$

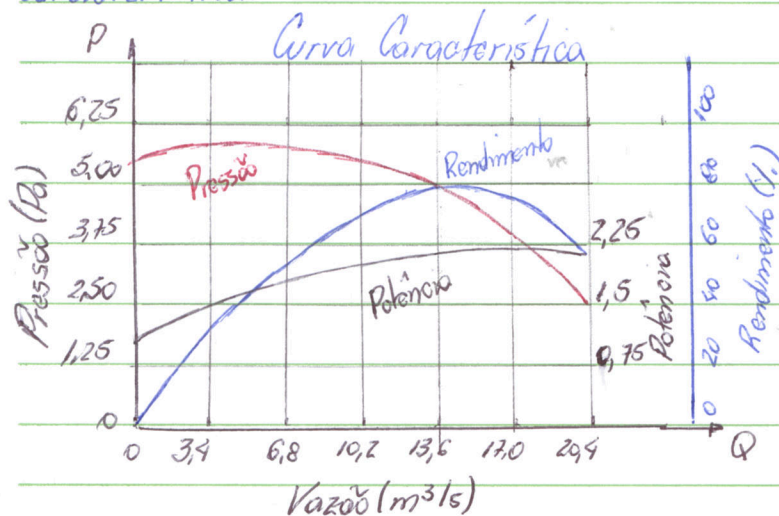
$$\text{Fator de atrito: } f = \frac{0,25}{\left[\log_{10} \left(\frac{0,003}{3,7} + \frac{5,74}{Re^{0,99}} \right) \right]^2} \rightarrow f = 0,0296$$

$$\text{Perda de carga: } \Delta P = 0,0296 \cdot \frac{50}{0,30} \cdot \frac{(9,86)^2}{2 \cdot 9,81} \cdot 11,82 \rightarrow \Delta P = 288,9 \text{ Pa}$$

$$\Delta P = 29,45 \text{ mmHg}_2\text{O}$$

Escolha de um ventilador

- rotação
- torque
- vazão
- potência
- rendimento
- os fabricantes elaboram tabelas e curvas para facilitar a escolha
- o gráfico que melhor representa um ventilador é sua Curva Característica.



Curvas característica segundo tipo de ventilador

- Centrífugo de pás radiais
- Centrífugo de pás para a frente
- Transversal
- Axial
- Heliocentrífugo
- Ventiladores em série
 - Tem a mesma vazão e suas pressões são somadas
- Ventiladores em paralelo
 - Pressão total é única e suas vazões se somam
- Diagrama ilustrativo do campo de trabalho

Credeal - Máquinas de fluxo