

CONEM 2016
CONGRESSO NACIONAL DE
ENGENHARIA MECÂNICA

21-25
AGOSTO DE 2016
FORTALEZA - CEARÁ

ANÁLISE DE REDES DE DISTRIBUIÇÃO DE AR: DIMENSIONAMENTO DE DUTOS PARA UM SISTEMA DE VENTILAÇÃO

André Ferreira do Vale, andredovale95@gmail.com
Abimael Lopes de Melo, abimael@ifpi.edu.br
Heitor Costa Ayres, heitorcostayres@hotmail.com
Maria Flaviane Arrais Martins, flavinhaarrais@hotmail.com

Instituto Federal do Piauí, Rua Quintino Bocaiúva, 93 – Centro (sul), Teresina-PI, CEP 64002-370

Resumo: O dimensionamento das redes de dutos para a distribuição de ar pode ser feito por vários métodos e geralmente envolve relativos esforços matemáticos e computacionais. Para isso há diferentes formas e abordagens, as quais utilizam diversos recursos, tais como algoritmos de iteração e planilhas de cálculo. Tais recursos permitem a criação e a simplificação de métodos buscando maior rapidez e precisão nos resultados do dimensionamento. Este artigo apresenta uma análise comparativa de três diferentes métodos de dimensionamento de dutos para um sistema de ventilação de uma escola. A metodologia consistiu na realização de um estudo sobre o consumo eficiente de material e a perda de carga de cada um dos métodos, além de apresentar uma avançada solução numérica para o cálculo do fator de atrito pela equação de Colebrook-White. Os resultados obtidos com este estudo nos mostraram que a perda de carga e o consumo de material puderam ser otimizados de acordo com os métodos estudados.

Palavras-chave: Redes de distribuição, dimensionamento de dutos, fator de atrito, perda de carga, sistemas de ventilação.

1. INTRODUÇÃO

A distribuição de ar nos diversos ambientes a serem condicionados é realizada através de tubulações que tem por finalidade transportar o ar do equipamento (ventilador) até o espaço a ser condicionado. Essas tubulações são geralmente fabricadas em chapas metálicas e denominadas, de um modo geral, de sistema de dutos ou rede de dutos. O material escolhido para ser utilizado na rede de dutos analisada foi o alumínio, por apresentar vantagens de baixo peso, alta resistência à corrosão por umidade e grande disponibilidade.

Foi analisado um sistema de ventilação geral diluidora, que funciona como insuflador de ar em um ambiente ocupacional, com vazão suficiente para promover uma redução na concentração de poluentes nocivos.

Para a determinação da forma de dimensionamento da rede de dutos, realizou-se um estudo da distribuição de ar em cada ambiente do sistema, localizando os pontos de insuflação. Para efeito de comparação dos resultados, foram utilizados os seguintes métodos:

- Método da Velocidade constante.
- Método da Igual perda de carga.
- Método da Recuperação da pressão estática.

Neste trabalho foi feita uma análise de redes de distribuição de ar para ambientes com ocupação humana, com foco no dimensionamento dos dutos, baseado num estudo de caso que adota um ambiente ocupado para fins educacionais. Utilizando métodos computacionais e numéricos para comparar diversos métodos de dimensionamento da rede de dutos para um sistema de ventilação geral diluidora a fim de identificar problemas no escoamento e selecionar os métodos mais simples e eficientes para uma determinada situação.

2. SISTEMAS DE VENTILAÇÃO

Segundo a norma ASHRAE (2001), a ventilação é o processo de retirar ou fornecer ar por meios naturais ou mecânicos para um recinto fechado, sendo esse ar tratado ou não. Já para a NBR 16401 (2008), a ventilação é o simples processo de renovação do ar de um recinto. Desta forma, a finalidade da ventilação para o conforto humano é assegurar

condições mínimas de salubridade e saúde de seus ocupantes, bem como o controle da pureza e das características do ar num recinto fechado.

Um sistema de ventilação é constituído dos ventiladores, dos dutos aos quais os ventiladores estão conectados, e de inúmeros elementos auxiliares que têm função específica. Os dutos, de forma similar às tubulações de um sistema de bombeamento, têm a função de conduzir, confinadamente, os gases de trabalho entre as extremidades do sistema de ventilação. Um sistema de ventilação bem projetado minimiza custos de investimento e operação, distribui o gás de acordo com as especificações para os vários ambientes ao qual está conectado, opera com perda de carga reduzida e não gera ruído intenso e prejudicial à saúde dos indivíduos que habitam sua área de atuação.

Dentre os sistemas de ventilação, podemos destacar:

- **Ventilação Geral Diluidora:** Sistema utilizado para controlar os níveis de contaminantes, insuflando o ar do ambiente externo com vazão suficiente para manter os poluentes a níveis aceitáveis.
- **Sistemas de Exaustão (geral):** utilizado normalmente para controle térmico ou remoção de contaminantes gerados no ambiente com grandes quantidades de ar.
- **Sistemas de Exaustão (Localizada):** bastante satisfatório para remoção de poluentes prejudiciais à saúde humana. Remove os poluentes diretamente da sua origem e é composto basicamente pelo captor, sistema de dutos, purificador do ar e ventilador.
- **Sistema de renovação de ar associada a sistemas de ar condicionado:** acréscimo de ar de boa qualidade ao ar de retorno para manter os poluentes em níveis aceitáveis.

Para o cálculo da vazão eficaz de ar exterior para um determinado ambiente utilizou-se os métodos indicados pela NBR 16401 (2008) que relaciona a vazão em duas partes, na qual a primeira é relacionada às pessoas (admitindo pessoas adaptadas ao recinto) e a segunda relacionada à área ocupada, com base na Eq. 1.

$$V_{ef} = P_z \cdot F_p + A_z \cdot F_a \quad (1)$$

Onde:

V_{ef} - Vazão eficaz de ar exterior (L/s).

F_p - Vazão por pessoa (L/s-pessoa).

F_a - Vazão por área útil ocupada (L/s-m²).

P_z - Número de pessoas na zona de ventilação.

A_z - Área útil ocupada pelas pessoas (m²).

3. DIMENSIONAMENTO DE DUTOS

Segundo Roberto (2015) o sistema de dutos é um componente primordial numa rede de ventilação, compreendendo cerca de 25% de seu custo total. O dimensionamento e projeto de um sistema de dutos envolve um processo sofisticado de tomadas de decisões.

Dentre as principais exigências para os dutos podemos destacar a condução de vazões especificadas de ar a locais apropriados, economia em termos de custos inicial, economia de operação do ventilador e do espaço do edifício por eles ocupado e a minimização de ruído.

3.1. Método da Velocidade

Neste método, conhecido comumente como método dinâmico, escolhe-se a velocidade nos diversos trechos retilíneos do sistema e, em seguida, determinam-se as seções transversais dos dutos. Na presente pesquisa foram adotadas as velocidades para cada tipo de trecho de acordo com a norma brasileira NBR 6401 NB 10 (2004), como mostra a Tab. 1.

Tabela 1. Velocidades em dutos de ar e equipamentos (Sistemas de ventilação de baixa pressão) (NBR 6401 NB 10, 2004).

Designação		Recomendada (m/s)		Máxima (m/s)	
		Residências	Escolas, teatros, edifícios públicos	Residências	Escolas, teatros, edifícios públicos
Tomada de ar do exterior		2,50	2,5	4,0	4,5
Descarga ventilador	Min	5,0	6,5	--	--

	Máx	8,0	10,0	8,5	11,0
Duto principal	Mín	3,5	5,0	--	--
	Máx	4,5	6,5	6,0	8,0
Ramal horizontal	Mín	--	3,0	--	--
	Máx	3,0	4,5	5,0	6,5

Numa primeira aproximação, utilizando o valor da vazão Q de cada trecho, pode-se calcular a área A de cada seção e, em seguida, o diâmetro equivalente (d_{eq}), através da Eq. (2) e da Eq. (3).

$$A = \frac{Q}{v} \quad (2)$$

$$d_{eq} = \sqrt{\frac{4 \cdot A}{\pi}} \quad (3)$$

Onde:

Q - Vazão (m^3/s).

A - Área (m).

V - Velocidade (m/s).

Os coeficientes de perdas de carga distribuída e localizada em cada caminho do sistema, referentes à rugosidade do material dos dutos, foram calculados através da Eq. (4), enquanto para as perdas localizadas, os coeficientes para cada componente que gera perda de carga no trecho foram obtidos e somados com auxílio de tabelas.

$$c_d = f \cdot \frac{L_t}{d_{eq}} \quad (4)$$

O fator de atrito da Eq. (4) pode ser determinado através de equações empíricas, como a Eq. (5) de Colebrook-White. O número de Reynolds, da Eq. (6), é utilizado para determinar o fator de atrito, além de ser utilizado como parâmetro para determinação do coeficiente de perda localizada de alguns componentes.

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \cdot \log_{10} \left(\frac{\varepsilon}{3,71 \cdot d_{eq}} + \frac{2,51}{\Re_d \cdot \sqrt{f}} \right) \quad (5)$$

$$\Re_d = \frac{v \cdot d_{eq}}{\nu} \quad (6)$$

Onde:

f - Coeficiente de atrito (adimensional).

ε - Rugosidade (m).

d_{eq} - Diâmetro equivalente (m).

L_t - Comprimento da tubulação (m).

v - Velocidade do fluido (m/s).

ν - Viscosidade cinemática (m^2/s).

$\Re_d$ - Número de Reynolds.

Definidas as dimensões dos dutos dos trechos do sistema e os coeficientes de perda de carga, calculou-se as perdas de cargas nas junções e bifurcações do sistema, aplicando a Eq. (7), iniciando-se pelos ramos mais extremos, que são as entradas e saídas do sistema. Desta forma foi possível encontrar a perda de carga no sistema, sem a necessidade de balanceamento, uma vez que foram utilizadas velocidades normativas.

$$\Delta p = (c_d + \Sigma c_0) \cdot \rho \cdot \frac{v^2}{2} \quad (7)$$

Onde:

c_d - Coeficientes de perdas distribuídas (adimensional).

c_0 - Coeficientes de perdas localizadas (adimensional).

ρ - Densidade (kg/m^3).

3.2. Método da Igual Perda de Carga

Neste método, inicialmente é escolhido um caminho, desde uma das entradas do sistema de ventilação até uma das saídas, como sendo o caminho crítico. A determinação do caminho crítico depende da intuição e experiência do projetista, porém, neste estudo o método da velocidade foi utilizado como pré-dimensionador. Em seguida, adota-se uma perda de pressão constante por unidade de comprimento no caminho crítico. Para vazões entre 0,02 e 7 [m³/s] os valores ideais de projeto estão entre 0,7 e 5 [Pa/m], de acordo com a ASHRAE (2001). Através da Eq. (8) é encontrada a perda de carga unitária para o sistema:

$$J = \frac{\Delta p}{L_t} \quad (8)$$

Onde:

J - Perda de carga unitária (Pa/m).

Δp - Perda de carga no caminho crítico.

L_t - Comprimento do caminho crítico.

Segundo Oliveira (2011) a perda de pressão por comprimento no caminho crítico pode ser definida com auxílio da Fig. 1 de acordo com a vazão no trecho, sendo que a faixa hachurada representa a melhor região de projeto. Neste método o sistema estará balanceado após o dimensionamento, porém a velocidade nos trechos deve ser verificada para que não ultrapasse a máxima permitida pelas normas.

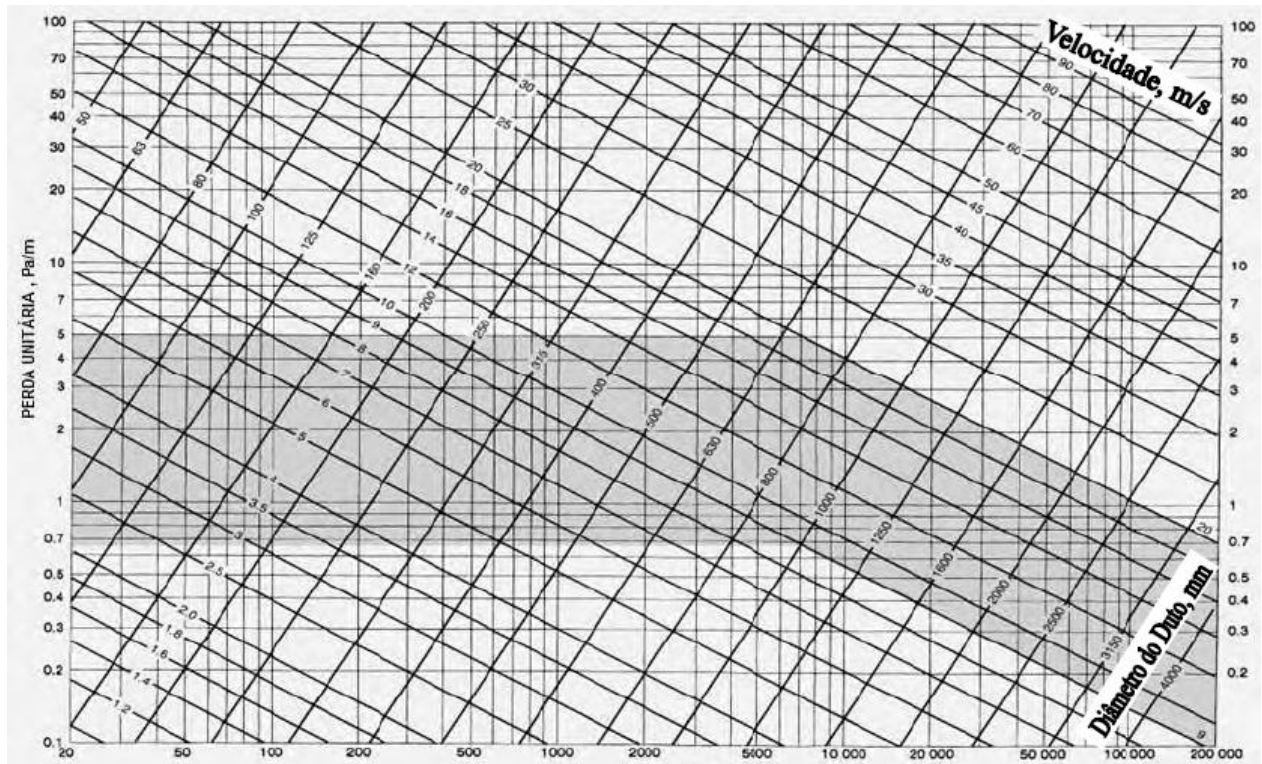


Figura 1. Gráfico da perda de carga para dutos circulares ($\rho = 1,2 \text{ kg/m}^3$; $e = 0,09 \text{ mm}$) (ASHRAE, 2001).

3.3. Método da Recuperação de Pressão Estática

O objetivo desse método é recuperar a pressão estática ao longo do sistema. Na medida em que o atrito consome a pressão estática precisa-se reduzir pressão dinâmica para que o escoamento continue. Para isso, se reduz a velocidade do ar, o que diminui a pressão cinética e aumenta a pressão estática. Segundo Guimarães (2010) para que ocorra a desaceleração do escoamento reduz-se a seção dos dutos com o auxílio de difusores causando um efeito de turbulência que, por sua vez, consome parte da pressão disponível. Para dutos reais se recupera de 75 a 90 % da pressão disponível. A Figura 2 mostra a evolução das pressões em um duto com difusores.

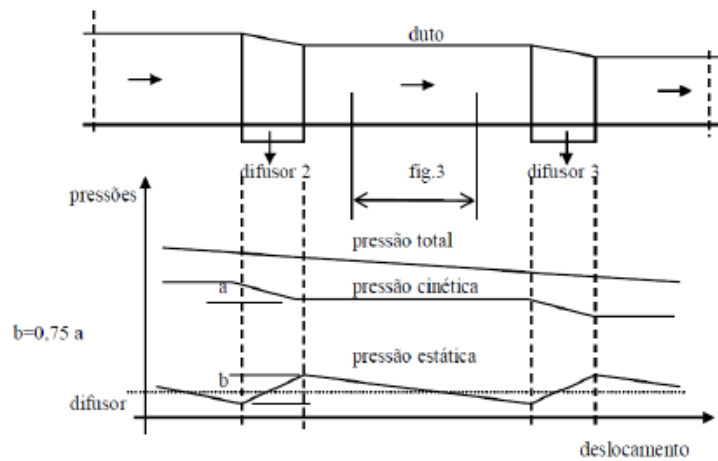


Figura 2. Evolução das pressões ao longo de um duto com difusores (Guimarães, 2010).

Uma análise posterior demonstrada por Creder (2004) chegou à Eq. (9), que proporciona a recuperação de pressão estática entre os pontos A e B de um sistema de dutos.

$$P_h = 0,75 \cdot \left[\left(\frac{V_a}{\sqrt{242,2}} \right)^2 - \left(\frac{V_b}{\sqrt{242,2}} \right)^2 \right] \quad (9)$$

Onde:

Va e Vb - Velocidades nos dutos A e B.

Ph - Recuperação de pressão estática.

4. METODOLOGIA

Com o objetivo de comparar os métodos de dimensionamento foi desenvolvido uma planta baixa de uma rede de dutos para um andar fictício de um prédio estudantil, conforme pode ser visto na Fig. 3.

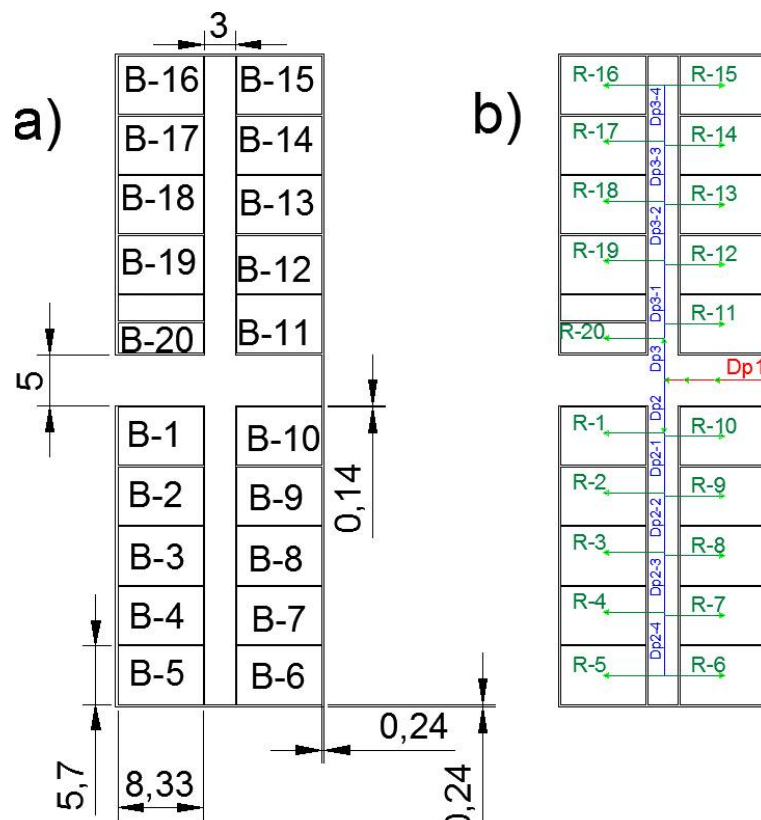


Figura 3. Planta baixa de um andar fictício (a) e redes de dutos de distribuição (b).

A vazão estimada para cada sala foi obtida com o auxílio da Eq. (1), enquanto os diâmetros dos dutos foram obtidos pelo método das velocidades, utilizando a Eq. (2) e a Eq. (3). Para o cálculo do fator de atrito utilizou-se da resolução da equação de Colebrook-White (equação 5) com auxílio de métodos numéricos computacionais (método de Newton-Raphson) como mostra a Fig.5.

```
clear; clc; close all

%valores iniciais
v=8;
deq=0.55;
vc=1.5*10^(-5);
e=0.004*(10^(-3));

%Cálculo do número de Reynolds
Re=v*deq/vc;

%encontrando o x0 inicial pela equação de SWAMEE-JAIN
f1=-2*log10((e/(3.7*deq))+(5.74/(Re^0.9)));
x0=1/(f1^2);

%Calculando o fator de atrito por Newton-Raphson
xr=-100:0.1:100;

f=xr+2.*log10((e./(3.7.*deq))+((2.51/Re).*xr));

er = 0.00000000000000000001;
n = 0;

if abs((x0+2.*log10((e./(3.7.*deq))+((2.51/Re).*x0)))) < er
    fa=1/(x0^2)
    fprintf('O fator de atrito vale %f', fa);
else
while abs((x0+2.*log10((e./(3.7.*deq))+((2.51/Re).*x0)))) > er

    x1 = x0 -
    ((x0+2.*log10((e./(3.7.*deq))+((2.51/Re).*x0)))/(1+(5.02/((e*Re/(3.7.*deq))+2.51*x0)*log(10))));
    x0 = x1;
    n = n + 1;

end
fa=1/(x0^2);
fprintf('O fator de atrito vale %f', fa);
end
```

Figura 5. Algoritmo de cálculo do fator de atrito por Newton-Raphson pelo software MatLab®.

Em seguida foram determinados os coeficientes de perdas de carga distribuída e localizada em cada caminho do sistema utilizando a Eq. (4) e a perda de carga total do sistema pela Eq. (7).

Para o dimensionamento dos dutos pelo método da igual perda de carga utilizamos a Eq. (8) para calcular o coeficiente de perda de carga unitária, o caminho crítico foi determinado de acordo com o trecho de maior comprimento e maior vazão de acordo com a Fig. 6.

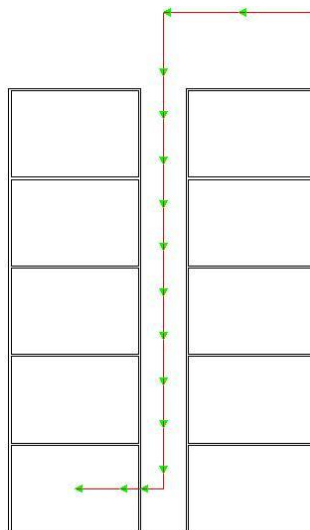


Figura 6. Caminho crítico.

Logo após utilizamos o gráfico da Fig. 1 para determinarmos os diâmetros do sistema de tubulações, interpolando os dados fornecidos.

No método da recuperação de pressão estática redimensionamos os trechos diminuindo a velocidade e os diâmetros nas bifurcações e ramais com a utilização de difusores. Em seguida são determinados novamente os novos coeficientes de perdas de carga distribuída e localizada em cada caminho do sistema utilizando a Eq. (4) e calculamos a recuperação da pressão estática de acordo com a Eq. (9).

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

- Método das velocidades

Para este método utilizamos as velocidades normativas de 7 m/s para dutos principais e 6 m/s para os ramais. A Tab. 2 e a Tab. 3 apresenta os resultados obtidos para os dutos e singularidades.

Tabela 2. Características da rede de dutos pelo método das velocidades.

Caminhos	Vazões	Diâmetros	Fator de atrito	Coefficientes	Áreas
Dp 1	5,6628	1,0077	0,013328	0,1322	7,9515
Dp 2	4,1088	0,8645	0,013744	0,0873	3,2224
Dp 2-1	3,5328	0,8016	0,013938	0,1015	2,9473
Dp 2-2	2,6496	0,6942	0,014319	0,1205	2,2104
Dp 2-3	1,7664	0,5668	0,014882	0,1533	1,4735
Dp 2-4	0,8832	0,4008	0,015923	0,2320	0,7368
Dp 3	1,5540	0,5317	0,015067	0,1556	1,2189
Dp 3-1	1,3524	0,4960	0,015271	0,1798	1,1284
Dp 3-2	1,1088	0,4491	0,015570	0,2025	0,9251
Dp 3-3	0,5880	0,3270	0,016584	0,2962	0,4904
Dp 3-4	0,2856	0,2279	0,017859	0,4576	0,2382
R-1 ao 9	0,4416	0,3061	0,017332	0,3290	0,4275
R-10	0,1344	0,1689	0,019655	0,6761	0,1300
R-11 ao 14	0,1764	0,1935	0,019086	0,5731	0,1708
R-15	0,1092	0,1535	0,020144	0,7597	0,1075
R-16	0,1764	0,1935	0,019086	0,5731	0,1708
R-17	0,1260	0,1635	0,019795	0,7034	0,1220
R-18	0,3444	0,2703	0,017784	0,3823	0,3334
R-19	0,0672	0,1194	0,021224	1,0328	0,0650
R-20	0,0252	0,0731	0,023769	1,8885	0,0244
TOTAL	-----	-----	-----	-----	24,0943

Tabela 3. Coeficientes de perda de carga nas singularidades.

Singularidades	Coeficientes de Perda Localizada (c_0)
T	0,9100
Cotovelo 90°	0,3759

E calculamos a perda de carga do sistema:

$$\Delta p = 883,6783 \text{ Pa}$$

Pode-se observar que este método apresenta uma solução simples e com resultados diretos.

- Método da igual perda de carga

Para o método da igual perda de carga calculamos a perda de carga unitária do caminho critico, utilizando o método das velocidades como pré-dimensionador:

$$J = 4,248 \text{ Pa/m}$$

O coeficiente de perda de carga unitária se mostrou numa faixa ideal de acordo com a literatura. E interpolando os diâmetros pelo gráfico da Fig. 1 obtivemos os resultados apresentados na Tab. 4.

Tabela 4. Vazões, diâmetros e áreas pelo método de igual perda de carga.

Caminhos	Vazões	Diâmetros	Velocidades	Áreas
Dp 1	5,6628	0,6350	17,88109	3,1573
Dp 2	4,1088	0,5650	16,38809	1,3764
Dp 2-1	3,5328	0,5325	15,86317	1,3005
Dp 2-2	2,6496	0,4850	14,34191	1,0788
Dp 2-3	1,7664	0,4150	13,05879	0,7899
Dp 2-4	0,8832	0,3150	11,33308	0,4551
Dp 3	1,5540	0,3850	13,34872	0,6391
Dp 3-1	1,3524	0,3433	14,61059	0,5405
Dp 3-2	1,1088	0,3362	12,49016	0,5184
Dp 3-3	0,5880	0,2662	10,56504	0,3250
Dp 3-4	0,2856	0,2050	8,652878	0,1927
R-1 ao 9	0,4416	0,2100	12,74972	0,2033
R-10	0,1344	0,1377	9,024881	0,0874
R-11 ao 14	0,1764	0,1330	12,69713	0,0815
R-15	0,1092	0,1425	6,847043	0,0936
R-16	0,1764	0,1330	12,69713	0,0815
R-17	0,1260	0,1366	8,59764	0,0860
R-18	0,3444	0,2250	8,661801	0,2333
R-19	0,0672	0,1062	7,586306	0,0519
R-20	0,0252	0,0812	4,866297	0,0303
TOTAL	-----	-----	-----	11,3225

Já que consideramos uma perda de carga unitária para o sistema basta multiplicarmos o coeficiente encontrado pelo comprimento total da tubulação para obtermos a perda de carga total do método:

$$\Delta p = 4,248 \cdot (10 + 28,85 \cdot 2 + 5,81 \cdot 20)$$

$$\Delta p = 781,21 \text{ Pa}$$

O método se mostrou relativamente simples de ser utilizado, mas suas velocidades se apresentaram maiores que as velocidades normativas sendo, assim, necessário uma análise posterior de vibrações, ruídos e perdas térmicas para o sistema.

- Método da recuperação da pressão estática

Calculamos os novos diâmetros das tubulações reduzindo as velocidades, com o auxílio de difusores, para 7 m/s no primeiro duto principal, 6,5 m/s nos dutos principais 2 e 3 e 4,5 para os ramais em cada trecho. Os resultados obtidos encontram-se na Tab. 5.

Tabela 5. Características da rede de dutos pelo método da recuperação de pressão estática.

Caminhos	Vazões	Diâmetros	Fator de atrito	Coeficientes	Áreas
Dp 1	5,6628	1,0965	0,013525	0,1230	9,4143
Dp 2	4,1088	0,9340	0,013933	0,0819	3,7613
Dp 2-1	3,5328	0,8660	0,014131	0,0953	3,4397
Dp 2-2	2,6496	0,7500	0,014520	0,1131	2,5799
Dp 2-3	1,7664	0,6124	0,015094	0,1439	1,7201
Dp 2-4	0,8832	0,1378	0,020555	0,8711	0,0871
Dp 3	1,5540	0,5744	0,015283	0,1461	1,4226
Dp 3-1	1,3524	0,5358	0,015492	0,1689	1,3167
Dp 3-2	1,1088	0,4852	0,015796	0,1901	1,0790
Dp 3-3	0,5880	0,3533	0,016832	0,2782	0,5725
Dp 3-4	0,2856	0,2462	0,018135	0,4302	0,2780
R-1 ao 9	0,4416	0,3354	0,017647	0,3089	0,5186
R-10	0,1344	0,1850	0,020035	0,6357	0,1578
R-11 ao 14	0,1764	0,2120	0,019448	0,5385	0,2072
R-15	0,1092	0,1668	0,020497	0,7213	0,1283
R-16	0,1764	0,2120	0,019448	0,5385	0,2072

R-17	0,1260	0,1792	0,020175	0,6609	0,1480
R-18	0,3444	0,2962	0,018110	0,3589	0,4045
R-19	0,0672	0,1308	0,021647	0,9715	0,0789
R-20	0,0252	0,0801	0,024267	1,7784	0,0296
TOTAL	-----	-----	-----	-----	27,5513

Logo após calculamos novamente a perda de carga do sistema:

$$\Delta p = 631,9718 \text{ Pa}$$

E calculamos o ganho de perda de carga:

$$P_h = 0,005152 \text{ Pa}$$

Então a perda de carga total do sistema será:

$$\Delta P_t = \Delta p - P_h$$

$$\Delta P_t = 631,97 \text{ Pa}$$

A figura 7 apresenta o gráfico que relaciona a área das tubulações com cada método utilizado.



Figura 7. Comparação do consumo de material dos diferentes métodos de dimensionamento.

De acordo com o gráfico acima, podemos observar a diferença do consumo de material de cada método. As três metodologias apresentadas são viáveis para o dimensionamento da tubulação do prédio proposto. Assim, depende somente da experiência do projetista escolher que metodologia aplicar e que fatores considerar para cada tipo de situação, levando em conta as particularidades de cada projeto.

6. CONCLUSÃO

A partir dos resultados obtidos, pode-se concluir que o método das velocidades poderia ser utilizado para sistemas de pequeno porte, por ser o mais simples e prático. Porém ele possui os piores resultados com relação a perda de carga e uso de material.

O método das velocidades e o da recuperação da pressão apresentaram características similares em relação aos diâmetros obtidos, enquanto o da igual perda de carga demonstrou ter diâmetros menores por serem obtidos através de gráficos sugeridos pela bibliografia, o que significa que este método possui melhores soluções para economia de material, como pode ser observado no gráfico da figura 7. Entretanto este método apresentou velocidades acima das recomendadas segundo a norma NBR 6401 NB 10 (2004) sendo necessário um estudo complementar sobre o ruído produzido pela tubulação e perdas térmicas para avaliar a viabilidade da construção do sistema.

Com relação a perda de carga o método da recuperação da pressão estática apresentou os melhores resultados, sendo assim o mais eficiente entre os três estudados promovendo um baixo custo operacional com relação a pressão utilizada pelo sistema.

7. REFERÊNCIAS

- ASHRAE. Handbook Fundamentals, 2001, “American Society of Heating, Refrigerating and Air conditioning Engineers Inc – 1791” Tulie Circle, N.E. Atlanta, United States of America, pp. 788-800.
- Creder, H., 2004, “Instalações de Ar Condicionado”, Ed. LTC, Rio de Janeiro, Brasil, pp. 140-157.
- Guimalhães, J.B., 2010, “Dimensionamento de um Sistema de Ventilação Forçada para um Estacionamento em Subsolo”, Porto Alegre, Brasil, pp. 5-7.
- NBR 16401-3, 2008, “Instalações de ar condicionado – Sistemas centrais e unitários”, Rio de Janeiro, Brasil, pp. 4-9.
- NBR 6401 NB 10, 2004 “Air-conditioning system - Central air units - Basic parameters for design”, Rio de Janeiro, Brasil, 15 p.
- Oliveira, R.M., 2011, “Comparação entre Métodos de Dimensionamento de Dutos de Sistemas de RVAC”, Guaratinguetá, Brasil, pp. 27-31.
- Roberto, P. O., 2015, “Métodos de dimensionamento de dutos”, João Pessoa, Brasil, 2 p.

8. RESPONSABILIDADE AUTORAL

“Os autores são os únicos responsáveis pelo conteúdo deste trabalho”.

ANALYSIS OF AIR DISTRIBUTION NETWORKS: PIPELINE DIMENSIONING FOR A VENTILATION

André Ferreira do Vale, andredovale95@gmail.com

Abimael Lopes de Melo, abimael@ifpi.edu.br

Heitor Costa Ayres, heitorcostayres@hotmail.com

Maria Flaviane Arrais Martins, flavinhaarrais@hotmail.com

Federal Institute of Piauí, Quintino Bocaiúva Street, 93 – Centro (south), Teresina-PI, CEP 64002-370

Abstract. *The dimensioning of the pipeline networks for the distribution of air can be done by various methods and usually involves relative mathematical and computational efforts. For this there are different forms and approaches, which use various resources, such as iteration algorithms and calculation spreadsheets. These features enable the creation and simplification of methods seeking greater speed and accuracy in dimensioning results. This article presents a comparative analysis of three different methods of pipeline dimensioning for a ventilation system of a school. The methodology consisted of a study on the efficient use of material and the loss of charge of each one of the methods and presents an advanced numerical solution to calculate the friction factor by the equation of Colebrook-White. The results obtained with this study showed that the loss of charge and material consumption could be optimized according to the studied methods.*

Keywords: *distribution networks, pipeline dimensioning, friction factor, loss of charge, ventilation systems.*