



Dutos padrão TDC - Fonte: Powermatic

OUTROS DETALHES QUE DEMANDAM ATENÇÃO...

[Editar a](#)

Publicado em 12 de agosto de 2017



J. Fernando B. Britto
Engineer at Adrifenco Engenharia e Consultoria Ltda.

47 1 2

Uma das primeiras lições que se aprende na física é a relação entre causa e efeito. Em seguida, se descobre que um determinado efeito indesejado, geralmente tem mais de uma causa raiz.

Em sistemas de tratamento de ar, e não apenas aqueles destinados a salas limpas, a construção das redes de distribuição de ar frequentemente é causa de dificuldade na obtenção do desempenho requerido.

Diversos *air handlers*, mesmo aqueles projetadas por conceituados engenheiros e fornecidos pelos melhores fabricantes, acabam por requerer readequação na rotação dos ventiladores logo após os trabalhos de balanceamento e, algumas vezes, até a troca de motores, inversores de frequência, proteções elétricas e cabeamentos, para que se atinjam as vazões de insuflação requeridas.

No caso das salas limpas isso é ainda mais crítico, pois o número de recirculações mínimo geralmente define a vazão de insuflação, visto que boa parte dos ambientes se constituem em antecâmaras, vestiários e áreas de circulação, que praticamente não possuem carga térmica interna alguma.



inciuindo-se ai o rebalançamento de vazoes, temos custos muito mais importantes que estes, pois estão associados ao atraso na partida das áreas, cujas produções de alto valor agregado, demoram a fornecer o retorno desejado.

Embora seja possível (e muito recomendado) se efetuar um sobredimensionamento na seleção dos motoventiladores, para cobrir eventuais falhas ou modificações durante a fase de construção, cabe lembrar que a queda de desempenho devida à perda de carga adicional ou vazamento não previstos, se constituirá em acréscimo de custos energéticos, ampliando o custo total de propriedade das instalações e acrescentando custos fixos aos produtos.

Trataremos neste artigo das perdas de energia ocorridas nas redes de distribuição de ar, mais especificamente, discorreremos sobre as perdas de carga (ou pressão) oriundas do atrito relativo ao escoamento.

De forma geral, as redes de dutos para escoamento de ar de insuflação (seja ventilação ou ar condicionado), retorno ou exaustão (exceto despoeiramento ou transporte pneumático), são dimensionados utilizando-se critérios de limites de perda de carga por unidade de comprimento e/ou limites de velocidade de escoamento.

Não trataremos destas metodologias neste artigo, bastando saber que se definem critérios limites que permitem construções dentro de condições economicamente viáveis, ao mesmo tempo em que se evitam a produção ou regeneração de ruídos indesejáveis, operando com as menores demandas energéticas possíveis.

Nesse sentido, cabe lembrar que as perdas de carga ocorrem, em sua maior parte, devido ao atrito entre o escoamento do ar e as paredes dos dutos que o conduzem. Como a relação entre o perímetro e a área útil dos dutos melhora à medida que suas dimensões aumentam, maiores seções transversais oferecem menores resistências ao escoamento.

Exemplificando, um duto de 0,3x0,3m possui perímetro de 1,2m e área de 0,09m², resultando em relação ~13m/m², ao passo que um duto de 0,5x0,5m possui perímetro de 2,0m e área de 0,25m², resultando em relação 8,0m/m². Isso acarreta em menos atrito e permite uso de maiores velocidades de escoamento, resultando maiores vazões por unidade de área.

Embora possamos transportar maiores vazões, com maiores velocidades em dutos com maiores seções transversais, também devemos lembrar que as perdas nas singularidades, principalmente associadas aos vórtices criados pelas mudanças de direção, produzem perdas correspondentes a vários metros de comprimento de duto reto equivalente.

Fatores econômicos e de disponibilidade de espaço, frequentemente nos impedem de evitar a utilização de derivações em forma de “T”, então, também não trataremos deste problema e focaremos o artigo nas perdas resultantes das curvas dos dutos.

Nas tabelas de perdas em acessórios, contidas no capítulo 21 do “ASHRAE 2009 Handbook of Fundamentals”, verificamos na tabela CR3-3 “Elbow, Smooth Radius, One Splitter Vane”, que a perda de carga para curvas de 90°, com raio interno “r” zero



um raio interno mínimo de 10% da largura w da curva (sendo w a dimensão do lado em que ocorre a mudança de direção).

Adotando-se dutos relação r/W de 0,55 e considerando uma relação H/W entre 1,0 e 3,0 (“ H ” sendo a dimensão da altura da seção), teremos um coeficiente “ C_p ” variando entre 0,43 e 0,66. Como para o ângulo de 90° o fator K é 1,0, então o coeficiente “ C ” é igual a “ C_p ”.

Para se calcular a perda de carga associada à curva, devemos multiplicar a pressão dinâmica associada ao escoamento pelo coeficiente “ C ”. Sendo a pressão dinâmica (pd) equivalente à: $pd = r * w^2/2$, onde w = velocidade aparente; r = densidade

Então, teremos uma perda de carga (dp) aumentando geometricamente com o aumento da velocidade do escoamento. Ou seja, assumindo densidade de $1,1 \text{ kg/m}^3$ e valor médio do coeficiente $C = 0,55$, teríamos:

Para: ...

$$w = 2,0\text{m/s} \dots \Leftrightarrow dp = 0,55 * 1,1 * 2,0^2/2 \dots = 1,2 \text{ Pa}$$

$$w = 4,0\text{m/s} \dots \Leftrightarrow dp = 0,55 * 1,1 * 4,0^2/2 \dots = 4,8 \text{ Pa}$$

$$w = 6,0\text{m/s} \dots \Leftrightarrow dp = 0,55 * 1,1 * 6,0^2/2 \dots = 10,9 \text{ Pa}$$

$$w = 8,0\text{m/s} \dots \Leftrightarrow dp = 0,55 * 1,1 * 8,0^2/2 \dots = 19,4 \text{ Pa}$$

$$w = 10,0\text{m/s} \dots \Leftrightarrow dp = 0,55 * 1,1 * 10,0^2/2 = 30,3 \text{ Pa}$$

$$w = 12,0\text{m/s} \dots \Leftrightarrow dp = 0,55 * 1,1 * 12,0^2/2 = 43,6 \text{ Pa}$$

Significando que, embora consigamos operar com velocidades maiores em dutos com vazões elevadas, reduzindo significativamente os custos de instalação, para fazê-lo, teremos de adotar singularidades como derivações, curvas e transições de seção que produzam menores perdas de carga, sob pena de acrescentarmos grandes demandas energéticas.

[Voltar para o LinkedIn.com](#)

A tabela CR-3.6 “Elbow, Mitered, 90 Degree, Single-Thickness Vanes (40 mm Vane Spacing)”, apresentada um pouco adiante no mesmo manual, indica um coeficiente C_0 de apenas 0,11, independentemente da relação entre largura e altura da seção e com raio interno zero, o que permitiria utilizar velocidades maiores e manter as perdas de carga nas curvas dentro de valores aceitáveis. Por exemplo, com velocidade de $10,0 \text{ m/s}$, a perda de carga em um joelho com esta construção seria de apenas $6,0 \text{ Pa}$.

Conforme a tabela CR3-7, verificamos que ao dobrar a distância entre as veias, mesmo utilizando veias maiores, a perda de carga triplica em relação à tabela anterior. E, se não utilizarmos veia alguma, a perda de carga cresce em torno de dez vezes.



na prática serem menos encaixes, como vemos na tabela CR3-15, na qual se utiliza espaçamento 1,5 vezes maior e mesmo raio de curvatura, porém a perda de carga aumenta para mais que o dobro daquela indicada na tabela CR3-6.

Outro frequente engano consiste em considerar que a utilização de veias defletoras só se aplica às curvas dos dutos de insuflação, onde o ar é impulsionado pelo ventilador, não sendo necessárias em dutos de retorno ou exaustão.

Na realidade, o ar sempre escoará através dos dutos, do ponto de maior pressão para o de menor pressão. Em dutos de retorno ou exaustão, onde a pressão é negativa, o que ocorre é que o ambiente se encontra com pressão maior e impele o ar em direção à sucção do ventilador, que apenas produziu uma depressão nas redes de dutos.

Basta observar as tabelas anteriormente citadas, para se constatar que não há quaisquer distinções com relação ao sentido de escoamento ou aplicação das curvas (insuflação ou retorno).

É importante indicar, no entanto, que em dutos de sistemas de despoejamento ou transporte pneumático, não se deve aplicar veias defletoras, pois elas acabariam por acumular particulado, chegando a bloquear o escoamento dos sólidos em suspensão que se deseja transportar.

Conclusão:

Detalhes pouco observados, como a construção correta das curvas para a velocidade de projeto, bem como a instalação de veias defletoras apropriadas, frequentemente são causa de insucesso na partida de instalações e resultam em falhas na obtenção dos desempenhos previstos, requerendo onerosas readequações e atrasos na partida do empreendimento, além dos custos energéticos adicionais inerentes.

Uma simples troca no modo construtivo das curvas (tabela CR3-6 para CR-3.3) pode tornar a fabricação dos dutos ~10% mais barata. Porém, bastariam a instalação de três destas curvas na descarga de um *air handler* com velocidade de escoamento de 10m/s no duto, para consumir cerca de metade da perda de carga prevista para toda a rede de dutos de insuflação (usualmente em torno de 200 Pa).

Bons projetistas buscam aliar equipamentos de alto desempenho, a instalações eficazes e econômicas, especificando as melhores técnicas construtivas para obtenção de uma relação de custo-benefício otimizada.

Porém, no Brasil, os projetistas raramente são contratados para orientar ou acompanhar as montagens e, por razões econômicas ou desconhecimento, os instaladores acabam por desprezar tais considerações e oferecer opções com “baixo custo de aquisição”.

No final, quem pagará a conta oriunda do consumo excedente será o cliente final, pelo resto da vida útil de sua instalação, o que pode significar dezenas de vezes a economia



Além disso, dependendo do selecionamento do equipamento, algumas instalações jamais atingirão a vazão esperada, pois não permitirão sua readequação e a substituição do conjunto se demonstra impossível.



J. Fernando B. Britto
Engineer at Adriferco Engenharia e Consultoria Ltda.
7 artigos

1 comentário

Mais recentes |



Deixe seus comentários aqui...



Cicero Luciano Calado de Lima
Pós Graduação at Centro Universitário FEI

... 1{0} sem

Esse é um assunto que deveria ser avaliado com maior criticidade no desenvolvimento do projeto, quando não leva em consideração as observações citadas no artigo o impacto e desastroso, gerando retrabalhos é um alto custo em manutenção, validação do sistema e principalmente impacto na área produtiva.

Gostei (desfazer) Responder | Você

Não perca outros artigos de J. Fernando B. Britto



A ENERGIA ESTÁ CADA VEZ MAIS CARA...
J. Fernando B. Britto no LinkedIn



OUTROS DETALHES QUE DEMANDAM ATENÇÃO...
J. Fernando B. Britto no LinkedIn



O PERIGO SE ESCONDE NOS DETALI
J. Fernando B. Britto no LinkedIn

Quer saber mais sobre as últimas notícias no LinkedIn?

Descubra mais notícias

[Central de Ajuda](#) | [Sobre nós](#) | [Carreiras](#) | [Publicidade](#) | [Soluções de Talentos](#) | [Soluções de Vendas](#) | [Pequena empresa](#) | [Mobile](#) | [Idioma](#) | [Fazer upgrade da conta](#)

[LinkedIn Corporation © 2017](#) | [Contrato do Usuário](#) | [Política de Privacidade do LinkedIn](#) | [Preferências de anúncios](#) | [Diretrizes da Comunidade](#) | [Política de Cookies](#) | [Política de Direitos Autorais](#)

[Enviar feedback](#)