

POLITECNICO DI TORINO  
Repository ISTITUZIONALE

Qualidade do ar externo e a qualidade do ar interior com sistemas de ventilação

*Original*

Qualidade do ar externo e a qualidade do ar interior com sistemas de ventilação / Tronville, PAOLO MARIA. - In: CLIMATIZACAO & REFRIGERACAO. - ISSN 1981-4232. - STAMPA. - 12:146(2012), pp. 57-65.

*Availability:*

This version is available at: 11583/2589629 since:

*Publisher:*

Nova Técnica Editorial Ltda.

*Published*

DOI:

*Terms of use:*

This article is made available under terms and conditions as specified in the corresponding bibliographic description in the repository

*Publisher copyright*

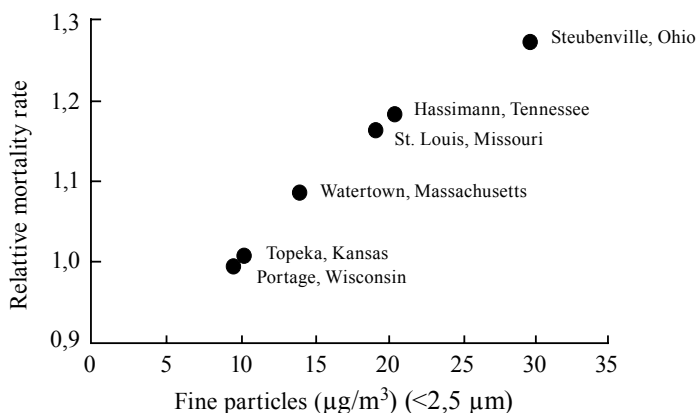
default\_article\_editorial [DA NON USARE]

-

(Article begins on next page)

# Qualidade do ar externo e a qualidade do ar interior com sistemas de ventilação

Figura 1 – Correlação entre a taxa de mortalidade relativa e a exposição às partículas com diâmetro aerodinâmico inferior a 2,5  $\mu\text{m}$  (Dockery et al., 1993)



## Introdução

A purificação do ar que circula no sistema de ar condicionado é uma das aplicações mais comuns e com significativo impacto econômico no campo da filtração do ar. A importância da escolha de filtros adequados, no entanto, contrasta com a falta de critérios rigorosos e consolidados, de preferência com base em dados objetivos e verificáveis. Em outras palavras, a escolha de filtros para ar condicionado não obedece a critérios racionais de engenharia que orientem o usuário para a seleção e manutenção dos filtros. A abordagem no campo da ventilação geral é radicalmente diferente do que acontece em outras aplicações. Considerando, por exemplo, o caso dos ambientes nos quais a contaminação deve ser controlada, filtros inadequados podem causar a paralisação da produção em uma indústria farmacêutica ou ainda uma perda econômica considerável

no setor dos semicondutores ou da microeletrônica. Um caso semelhante é a purificação do ar nos grupos de turbinas a gás, onde o real desempenho dos filtros é uma prioridade absoluta para evitar danos.

Para preencher a lacuna no campo da ventilação e fornecer algumas orientações para a seleção de filtros, na Europa, o comitê técnico CEN/TC156 “*Ventilation for buildings*” (Ventilação para edifícios) incluiu na norma EN13779: 2007 “*Ventilation for non-residential buildings - Performance requirements for ventilation and room-conditioning systems*” Apêndice A, a título de informação: O parágrafo A.3 “Considerações sobre a qualidade do ar externo e da utilização de filtros de ar” inclui algumas diretrizes para boas práticas e, em particular, fornece uma metodologia útil na seleção de elementos filtrantes.

## Identificação dos poluentes-chave

Em primeiro lugar a norma EN 13779 sugere a identificação dos poluentes-chave para que se possa classificar a qualidade do ar externo. A qualidade do ar interno, por conseguinte, será determinada a partir da qualidade do ar externo e dependerá da eficácia dos dispositivos utilizados para a sua purificação.

Surge, então, o problema em individuar uma ou mais autoridades competentes que forneçam uma lista dos poluentes a serem considerados e suas respectivas concentrações para estabelecer o limite aceitável para cada um deles. Com base nestas informações, é possível, desta forma, determinar como o ar externo deve ser purificado. Na Europa, a referência mais óbvia é a Diretiva 2008/50/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 21 de Maio de 2008 relativa à qualidade do ar ambiente e a um ar mais limpo na Europa. Cada país deve adotar esta Diretiva 2008/50/CE levando em conta suas necessidades particulares, porém, mantendo os princípios básicos.

A Diretiva 2008/50/CE presta especial atenção à contaminação por partículas e na concentração de ozônio no ambiente externo (ou seja, não a camada de ozônio na estratosfera que absorve e retém parte da radiação que vem diretamente do Sol). As concentrações contidas no Anexo XI - “Valores limite para a proteção da saúde humana” assumem considerável relevância onde se requer que não se exceda as concentrações de 40  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  no caso de PM10 e 120  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  no caso do ozônio (ver

Tabela 1 – Poluentes no ar ambiente e limites admissíveis segundo a United States Environmental Protection Agency (EPA)

Poluente		Primário/ Secundário	Período para cálculo da média	Nível	Forma
Monóxido de carbono		Primário	8 horas	9 ppm	Não superar mais que uma vez ao ano
			1 hora	35 ppm	
Chumbo		Primário e secundário	Média dos últimos 3 meses	0.15 µg/m <sup>3</sup>	Não superar
Dióxido de nitrogênio		Primário	1 hora	100 ppb	Percentil de 98% (média em 3 anos)
		Primário e secundário	Ano	53 ppb	Média anual
Ozônio		Primário e secundário	8 horas	0.075 ppm	Quarto dos valores mais elevados (média em oito horas) durante o ano (média em 3 anos)
Partículas	PM <sub>2.5</sub>	Primário e secundário	Ano	15 µg/m <sup>3</sup>	Média anual (média em 3 anos)
			24 horas	35 µg/m <sup>3</sup>	Percentil de 98% (média em 3 anos)
	PM <sub>10</sub>	Primário e secundário	24 horas	150 µg/m <sup>3</sup>	Não superar mais que uma vez ao ano (média em 3 anos)
Dióxido de Enxofre		Primário	1 hora	75 ppb	Percentil de 99% (concentração máxima diária; (média em 3 anos)
		Secundário	3 horas	0.5 ppm	Não superar mais que uma vez ao ano

Tabela 2 – Evolução histórica dos limites admissíveis de partículas no ar ambiente

Data	Primário/ Secundário	Indicador	Período para cálculo da média	Nível
30 abril 1971	Primário	TSP*	24 horas	260 µg/m <sup>3</sup>
			Ano	75 µg/m <sup>3</sup>
	Secundário	TSP	24 horas	150 µg/m <sup>3</sup>
1 julho 1987	Primário/ Secundário	PM <sub>10</sub>	24 horas	150 µg/m <sup>3</sup>
			Ano	50 µg/m <sup>3</sup>
	18 julho 1997	Primário/ Secundário	PM <sub>2.5</sub>	24 horas
Ano				15 µg/m <sup>3</sup>
PM <sub>10</sub>		24 horas	150 µg/m <sup>3</sup>	
		Ano	50 µg/m <sup>3</sup>	
17 outubro 2006	Primário/ Secundário	PM <sub>2.5</sub>	24 horas	35 µg/m <sup>3</sup>
			Ano	15 µg/m <sup>3</sup>
	PM <sub>10</sub>	24 horas	150 µg/m <sup>3</sup>	

\*TSP = Total de partículas Suspensas

Anexo VII: “Valores -alvo e objetivos em longo prazo para o ozônio”.

Em se tratando da PM<sub>2.5</sub>, não há concentrações cujos efeitos sobre a saúde humana possam ser considerados desprezíveis e/ou irrelevantes. Estes efeitos são documentados e resultam de pesquisas já publicadas há anos, como verificamos na bibliografia: Dockery (1993), Samet (2000) ou Pope (2002). Já no estudo de Dockery et al. (1993) era evidenciada uma clara correlação entre a exposição a partículas com um

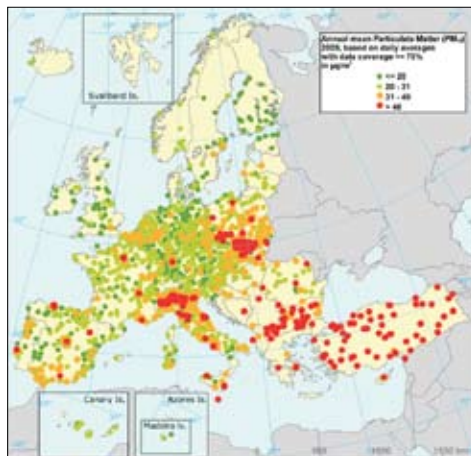
diâmetro aerodinâmico inferior a 2,5 micrômetros (indicado para a simplificação com o termo PM<sub>2.5</sub>) e a taxa de mortalidade.

Os dados da Figura 1 são tomados a partir desta pesquisa muito interessante que exclui a correlação de mortalidade aliada a outros fatores, tais como a acidez dos aerossóis. A correlação não aparece de modo evidente no caso das partículas com diâmetro aerodinâmico inferior a 10 micrômetros (PM<sub>10</sub>), onde há partículas com dimensões entre 2,5

e 10 µm, além dos incluídos na PM<sub>2.5</sub>. Isto significa que os danos para a saúde humana são ligados à fração mais fina das partículas, isto é, em última análise, às partículas provenientes de processos de combustão, relacionados principalmente às atividades humanas.

Conseqüentemente, o valor-alvo de 20 µg/m<sup>3</sup> mencionado na Diretiva 2008/50/CE não representa um limite abaixo do qual os efeitos sobre a saúde humana são cancelados e, portanto, para proteger a saúde humana, o projetista do sistema de ar condicionado deve procurar minimizar a concentração de PM<sub>2.5</sub> compativelmente com as atuais tecnologias disponíveis. As considerações acima são confirmadas pela legislação vigente nos EUA, onde as referências são feitas pela Environmental Protection Agency (EPA). Esta instituição publica, periodicamente, uma lista de contaminantes de interesse primário (proteção da saúde da população) e secundário (proteção do bem-estar da população e contra os danos aos animais e coisas), assim como os seus níveis máximos tolerados no ar externo. A Tabela 1 ilustra os assim chamados National Ambient Air Quality Standards (NAAQS) (Padrões Nacionais da Qualidade do Ar Ambiente) disponíveis no seguinte

Figura 2 – Concentrações de PM10 (médias diárias) medidas na Europa durante o ano de 2009



endereço da Internet: <http://www.epa.gov/air/criteria.html>

A Tabela 1 fornece também, indiretamente, a lista de contaminantes comuns de maior interesse prático. Como pode ser deduzido a partir do conteúdo da Tabela 1, as substâncias que chamam

a atenção nos sistemas de ar condicionado são ozônio e partículas. As concentrações de outros contaminantes se apresentam, geralmente, em níveis mais baixos do que os valores listados, e nos países mais desenvolvidos vêm caindo (com exceção dos NO) como resultado

das medidas implantadas para limitar as emissões provenientes do tráfego e, mais genericamente, de todos os equipamentos de combustão. No caso das partículas, pelo contrário, os problemas continuam aumentando à medida que se aprofundam os estudos epidemiológicos com instrumentos capazes de medir os tamanhos e as concentrações de partículas cada vez mais finas, como já evidenciado nas análises do estudo de Dockery (1993) e como visto na evolução histórica dos limites admissíveis para as partículas presentes na Tabela 2 (fonte: [http://www.epa.gov/ttn/naaqs/standards/pm/s\\_pm\\_history.html](http://www.epa.gov/ttn/naaqs/standards/pm/s_pm_history.html)). Pode-se observar claramente a tendência em considerar como mais perigosas as partículas menores, ao ponto de parecer mais provável a elevada toxicidade de nano partículas (partículas com um tamanho máximo de 100 nm, ou seja, 0,1  $\mu\text{M}$ ) presentes na atmosfera. Estas representam uma

# oventrop

Inovação + Qualidade

MADE IN  
GERMANY



Válvula combinada de regulação e controle, independente de pressão "Cocon Q"

## Válvulas e Sistemas Premium

### Válvula combinada de regulação e controle, independente de pressão "Cocon Q"

A válvula "Cocon Q" da OVENTROP que combina as funções de regulação e controle, está projetada para ser instalada em sistemas de ar condicionado com circuitos fechados de água (ex.: sistemas centrais de ar condicionado ou pisos radiantes, serpentinas, tetos frios, ventiladores de convecção, etc). Isso, para conseguir a regulação automática do fluxo (balanceamento hidráulico) e um melhor controle da temperatura ambiente com a ajuda de um atuador. Disponível nos tamanhos de DN15 (1/2") até DN150 (6").

#### Vantagens:

- O valor nominal pode ser ajustado facilmente com a válvula instalada e em uso
- O valor nominal ajustado pode ser lido inclusive quando o atuador está instalado
- Fácil acesso visual do valor fixado, em vários pontos de vista
- O valor nominal de fluxo pode ser ajustado e ler-se em [l/h] ou [m<sup>3</sup>/h] sem a necessidade de fatores de conversão ou tabelas
- Pode-se bloquear e assegurar o valor nominal fixado
- Elevada autoridade da válvula
- Otimização da instalação com o controle da pressão e o manejo da ação proporcional do atuador ao longo da curva característica linear da válvula
- Adaptar-se às variações de pressão e fluxo, em função da demanda parcial de carga térmica
- Adaptar-se às fases parciais de um empreendimento
- Faixas de fluxo controladas com precisão geram eficiência e um melhor conforto, com redução dos custos de operação.

#### Representante:

**Brasil:**  
Thomas H. Spitzl  
Rua Artur Dias, nº 288  
04150-070 São Paulo - Brasil  
Office phone +55 112852 6561  
Cell phone +55 117253 9516  
E-Mail [t.spitzl@oventrop.com](mailto:t.spitzl@oventrop.com)

**Alemanha:**  
OVENTROP GmbH & Co. KG  
Teléfono +49 29 62 82-464  
Fax +49 29 62 82-450  
E-Mail [mail@oventrop.com](mailto:mail@oventrop.com)  
Internet [www.oventrop.com](http://www.oventrop.com)

Tabela 3 - Classificação do ar externo (Outdoor Air - ODA)

Categoria	Descrição
ODA 1	Ar limpo que apenas momentaneamente pode se tornar empoeirado (por pólen, por exemplo). ▶ Casos em que as normas e/ou regulamentos nacionais sobre a qualidade do ar externo são respeitados.
ODA 2	Ar externo com altas concentrações de partículas e/ou poluentes gasosos. ▶ Casos em que as concentrações de poluentes ultrapassam de um fator até 1,5 como estabelecido pelas normas e/ou regulamentos nacionais sobre a qualidade do ar externo.
ODA 3	Ar externo com concentrações muito elevadas de poluentes gasosos e/ou partículas. ▶ Casos em que as concentrações de poluentes ultrapassam de um fator maior que 1,5 como estabelecido pelas normas e/ou regulamentos nacionais sobre a qualidade do ar externo.

Tabela 4 - Classificação da Qualidade do ar Interno (Indoor Air Quality - IDA)

Categoria	Descrição
IDA 1	Qualidade do ar interno elevada
IDA 2	Qualidade do ar interno média
IDA 3	Qualidade do ar interno moderada
IDA 4	Qualidade do ar interno baixa

pequena fração em massa, mas constituem a grande maioria se for levada em conta sua concentração em número. Para mais detalhes, consulte o manual do Hinds (1999).

### A qualidade do ar externo nas proximidades do edifício

Depois de ter identificado os poluentes-chave, a norma EN13779 sugere que se documente sobre a qualidade do ar externo nas imediações do edifício que abriga o sistema de ventilação. Em muitos lugares, já estão disponíveis na Internet, as concentrações medidas para um certo número de poluentes significativos. A EPA fornece uma grande quantidade de dados relativos aos EUA (<http://www.epa.gov/air/urbanair/>) e ainda é possível consultar o nível de poluição previsto para todo o território americano através de um índice (Air Quality Index) projetado especialmente para informar a população sobre a qualidade do ar externo. É possível acessar uma grande quantidade de dados e informações sobre a Europano portal do Eionet - European Topic Centre on Air Pollution and Climate Change Mitigation <http://acm.eionet.europa.eu/databases/airbase>. A Figura 2 mostra

um exemplo de mapa útil para conhecer, em modo aproximado, o nível de contaminação por partículas presentes em diferentes macro áreas do território europeu. Os dados sobre os poluentes mais significativos são geralmente disponíveis com um nível bastante elevado de detalhe, pelo menos em áreas urbanas, graças ao trabalho de várias agências de proteção ambiental. Como resultado, deve ser razoavelmente possível saber com precisão aceitável a qualidade do ar externo a ser introduzido no sistema de ventilação.

### Classificação da qualidade do ar externo e interno

O terceiro passo sugerido pela norma EN13779 é a atribuição de uma determinada categoria para a área externa onde se encontra o edifício que usa o sistema de ventilação. As categorias previstas estão listadas na Tabela 3, juntamente com uma breve descrição das mesmas. A classe do ar externo pode, desta forma, ser identificada com base nos limites aceitáveis para a concentração de poluentes considerados e nos dados históricos de concentração realmente medida, onde irá operar o sistema de ventilação. A categoria deve levar em

conta a condição mais desfavorável, ou seja, se somente um dos poluentes exceder 1,5 vezes o limite máximo permitido, a classe do ar externo será ODA 3. Para determinar a combinação de elementos filtrantes mais adequados, é necessário especificar a classe desejada de qualidade do ar interno. A norma EN 13779 propõe as classes de qualidade apresentadas na Tabela 4. Note-se que o significado de tais classes é delegado pela norma EN 15251, que trata de todas as variáveis referentes ao ambiente interno que afetam o consumo de energia do edifício, ou seja, a qualidade do ar, o ambiente térmico, a acústica e a iluminação. A norma EN 13779 recorre à EN 15251 para definir as quatro classes de qualidade do ar interno. Na realidade, trata-se de quatro categorias mais relacionadas à expectativa dos ocupantes do que não ditadas por critérios técnicos específicos. A escolha é semelhante a classificação de um hotel, usando o número de estrelas: decide-se sem analisar completamente todas as características. As quatro categorias da EN 15251, as quais correspondem àquelas da EN 13779 (desde IDA 1 até 4), são as seguintes:

- Categoria I (a qual corresponde a IDA 1): Expectativa muito elevada, recomendada para espaços ocupados por pessoas que são sensíveis e frágeis, com demandas específicas, como os doentes, crianças e idosos;

- Categoria II (a qual corresponde a IDA 2): Expectativa normal, nesta categoria estão os novos edifícios e edifícios reformados;

- Categoria III (a qual corresponde a IDA 3): Expectativa moderada que pode ser utilizada para os edifícios já existentes;

- Categoria IV (a qual corresponde a IDA 4): Inclui os casos que não se enquadram nas categorias acima. Esta categoria deve ser aceita apenas por um período limitado no ano.

### Escolha dos filtros

Para atingir a classe desejada de IDA, a norma EN 13779 recomenda as seguintes seções filtrantes formadas pelas combinações de filtros classifi-

Tabela 5 - Requisitos mínimos de filtração para se obter as classes IDA em função da qualidade do ar externo

Qualidade do Ar Externo	Qualidade do Ar Interno			
	IDA 1 (alta)	IDA 2 (média)	IDA 3 (moderada)	IDA 4 (baixa)
ODA 1 (ar puro)	F9	F8	F7	F5
ODA 2 (partículas)	F7 + F9	F6 + F8	F5 + F7	F5 + F6
ODA3 (concentrações muito altas de partículas e de poluentes gasosos)	F7 + GF + F9*	F7 + GF + F9*	F5 + F7	F5 + F6

GF = Filtro para poluentes gasosos (filtro com carbono) e/ou filtro químico.

A classe IDA é estabelecida, na prática, através de um dos três seguintes critérios:

1. Nível máximo de CO<sub>2</sub> presente no ambiente;
2. Classificação de forma indireta mediante a vazão de ar externo por pessoa;
3. Classificação de forma indireta mediante a vazão de ar externo por unidade de área da superfície do pavimento do ambiente.

cados de acordo com a norma EN779. Note que a classificação de acordo com a EN779 refere-se unicamente aos filtros para partículas. Por conseguinte, a necessidade de um filtro para poluentes gasosos é especificada de forma gené-

rica, sem determinar o desempenho mínimo esperado.

Observa-se que as informações sobre os filtros são um requisito mínimo. No entanto, não é obrigatório efetuar a verificação de sua eficácia durante

o funcionamento e seu desempenho real. Em última análise, o critério que determina a classe IDA é a vazão de entrada de ar na sala e não o nível de contaminação presente no seu interior. Este tipo de abordagem prescritiva (não se mede diretamente a qualidade do ar, quer dizer, não entramos no mérito do desempenho) une em modo inequívoco a qualidade do ar interno à vazão de ar da ventilação, não permitindo, em nenhum caso, sua redução, talvez adotando níveis mais elevados de filtração ou recirculando o ar de retorno. Isto representa um limite notável para conseguir reduzir o consumo de energia dos sistemas de condicionamento do ar, especialmente em climas quentes e úmidos, onde o tratamento termo higrométrico é particularmente oneroso. Ao mesmo tempo, pode-se observar que o nível de CO<sub>2</sub> no ambiente representa um bom marcador do odor produzido pelos ocupantes. No entan-



## DUAS OBRAS PREMIADAS COM DUTOS REFRIN

Prêmio Destaques do Ano - SMACNA Brasil



Galeria Sul América



Instituto Into

Consolidando o comprometimento e a busca constante em aprimorar atendimento, técnica e qualidade, novamente a Refrin é premiada por fornecer dutos em parceria com instaladores e projetistas de renome no mercado de HVAC.

O "Instituto Into" e "Galeria Sul América" são obras que atestam esta parceria de sucesso. Essas duas obras certamente representam a evolução das empresas especializadas em HVAC empenhadas em entregar sistemas centrais de ar condicionado obedecendo as mais recentes normas técnicas, provendo sistemas mais sustentáveis.

Nós da Refrin parabenizamos o nosso parceiro nessas duas obras, a Ambient Air RJ, as empresas projetistas: MHA pelo projeto do "Instituto Into" e Teknika pela "Galeria Sul América".







**WWW.REFRIN.COM.BR**

Tel.: (11)3941-1263 - refrin@refrin.com.br

Figura 3 - Evolução em função do tempo da eficiência para partículas com o tamanho de 0,4 µm de um filtro classe F7 com carga eletrostática e expostos a aerossóis atmosféricos em unidades de tratamento do ar

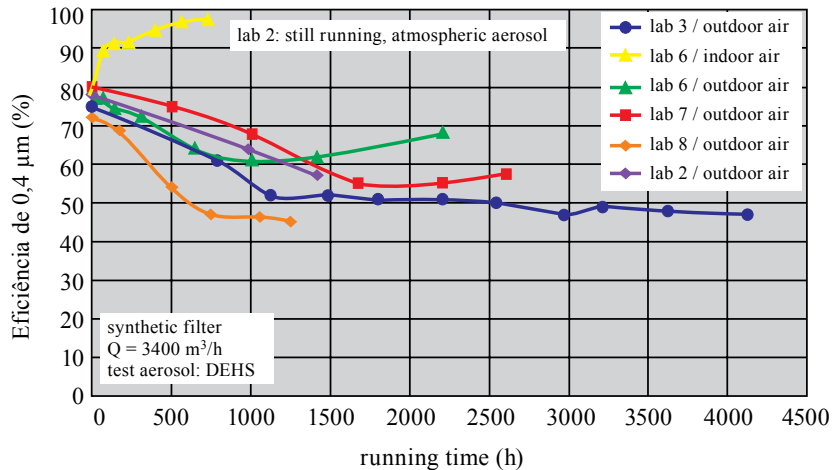
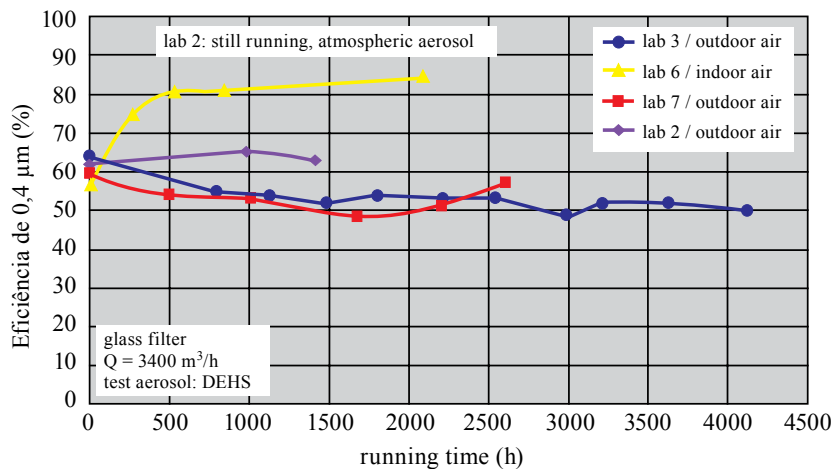


Figura 4 - Evolução da eficiência para partículas com tamanho de 0,4 µm no caso filtros classe F7 sem carga eletrostática intencional e expostos a aerossóis atmosféricos em unidades de tratamento do ar



to, não considera a contaminação por partículas, que pode ser alta no caso em que a classe de filtro não garantisse uma eficiência mínima suficiente. A este respeito, nota-se que a indicação das classes de filtros que serão instalados não é justificada na EN 13779 com cálculos e/ou desempenho mínimo esperado. Este problema é causado principalmente pela norma EN 779, que descreve a medida normatizada do desempenho dos filtros. Essa norma também possui um sistema de classificação enganoso que ignora completamente o desempenho dos filtros durante o funcionamento porque classifica os filtros baseando-se na eficiência média obtida durante um

processo de envelhecimento artificial com pó sintético. Para entender como são distantes as classes de filtração segundo a EN779 e o desempenho real basta observar as Figuras 3 e 4. Elas mostram a evolução das eficiências para partículas com o tamanho de 0,4 µm em função do tempo, obtidas por alguns laboratórios europeus (Ginestet, 2005) de dois filtros F7, um equipado com carga eletrostática e outro desprovido de carga eletrostática, expostos a aerossóis atmosféricos em unidades de tratamento do ar (100% ar externo).

Os dados da Figura 4 devem ser comparados com os da Figura 5 (trata-se de duas amostras do mesmo tipo de

filtro) a partir da qual se pode deduzir que, diante de uma eficiência média declarada igual a 80%, na realidade, a eficiência depois de 4000 horas de funcionamento é de apenas 50%. A diferença em termos de eficiência é importante, mas é ainda mais relevante quando se considera a penetração, ou seja, a quantidade de partículas que atravessam o filtro. Na prática, a quantidade de partículas de 0,4 µm que entram no ambiente é duas vezes e meia àquela simulada com os dados obtidos em laboratório. Este comportamento pode ser explicado pela cinética do envelhecimento artificial dos filtros, no entanto, tal discussão está fora do objetivo do presente artigo. Devemos notar que, no caso da última versão da EN779 (de 2012) para os filtros de classe F7, é exigida uma eficiência mínima de 35% para partículas de tamanho 0,4 µm sem mudar o requisito de eficiência média (80%). Para aqueles que não são especialistas em filtração, a situação é muito confusa porque esta grande diferença entre os valores de eficiência mínima e média contribui a tornar confuso o mercado da filtração do ar. Também por este motivo muitos projetistas de sistemas de condicionamento do ar duvidam que a presença e/ou qualidade dos elementos filtrantes possam garantir a qualidade do ar interno desejada. As pesquisas no âmbito da também devem servir para melhorar essa situação. A indicação genérica de filtros para poluentes gasosos, sem nenhuma especificação sobre o seu desempenho mínimo é, de certa forma, embaraçante. A falta de um sistema de classificação para este tipo de filtros traz consigo o problema da falta de um modo fácil e imediato para especificar o seu desempenho. Tendo em consideração essa lacuna, seria útil indicar o valor de eficiência mínima abaixo do qual não vale a pena instalar um filtro para poluentes gasosos. De fato, pode-se formalmente satisfazer os requisitos da norma EN 13779 e instalar um filtro com eficiência de remoção de poluentes gasosos próxima a zero. Esta escolha, talvez relacionada com a escolha de um filtro a um preço baixo, acabaria

por prejudicar ainda mais a credibilidade das tecnologias de depuração do ar.

Necessidade de melhorar os métodos normatizados para a medição do desempenho dos elementos filtrantes.

Para remediar os problemas listados acima, aconselha-se atuar em pelo menos duas direções:

1. Definir, com a maior precisão possível, os requisitos para a contaminação presente no ar interno, de modo que o risco para a saúde humana seja aceitável, ou, de qualquer forma, mínimo, utilizando os meios disponíveis segundo a atual tecnologia de ponta;

2. Caracterizar os elementos filtrantes de uma forma mais significativa e atender ao que é observado na prática. É inútil incrementar o desempenho dos filtros publicando somente dados otimistas medidos em laboratório, muitas vezes como estratégia de vendas. O papel e a reputação dos filtros de ar devem ser defendidos, principalmente, fornecendo dados que melhor repre-

sentem o desempenho real durante o funcionamento. Sem dúvida uma necessidade importante é melhorar a confiabilidade dos dados atualmente disponíveis no mercado em relação ao desempenho dos filtros. Pode-se perguntar por que esse problema é muito grave no âmbito da filtração do ar, enquanto em outras áreas não existe. Uma das principais razões é que o funcionamento de muitos componentes e materiais para a depuração dos gases não é atualmente descrito através de leis físicas de validade geral, isto é, não meramente empíricas ou parcialmente empíricas que se baseiem nas propriedades mensuráveis com razoável facilidade. Para ilustrar este conceito, vamos recorrer a um exemplo. A superfície de um trocador de calor, a vazão e a temperatura do fluido que o atravessam são muito mais facilmente mensuráveis do que a distribuição e do que a posição das fibras que estão dentro de qualquer material fibroso, para não mencionar a

distribuição dos tamanhos, a velocidade e a concentração das partículas que o material filtrante deve capturar. No caso de um trocador de calor podemos, então, fazer um cálculo aproximado para prever a potência térmica trocada sob determinadas condições de funcionamento. Para a eficiência ou o aumento da queda de pressão durante o funcionamento de um filtro comum, não é assim. Neste caso, a medição direta do desempenho é a única maneira de saber, pelo menos em parte, o desempenho de uma forma confiável. Os métodos atuais de medição de desempenho em laboratório e em funcionamento apresentam sérios limites, levando a uma primeira e parcial conclusão: o desempenho real durante o funcionamento de muitos dispositivos para a depuração do ar é, de fato, ainda desconhecido. Esta situação parece justificar o contrário do que até agora ocorreu. Isto é, parece que promovem a proliferação de métodos de testes normatizados dos quais o

## ALVENIUS

### A maior distribuidora de tubulações no Sistema Ranhurado da América Latina.

Pioneira no mercado nacional, a Alvenius coleciona inúmeros casos de sucesso. Isso se deu pelas vantagens competitivas desenvolvidas por meio de muito trabalho, seriedade e preocupação em oferecer produtos e serviços de excelência.



#### Produtos:

- Tubos;
- Acoplamentos rígidos;
- Acoplamentos flexíveis;
- Conexões;
- Válvulas.



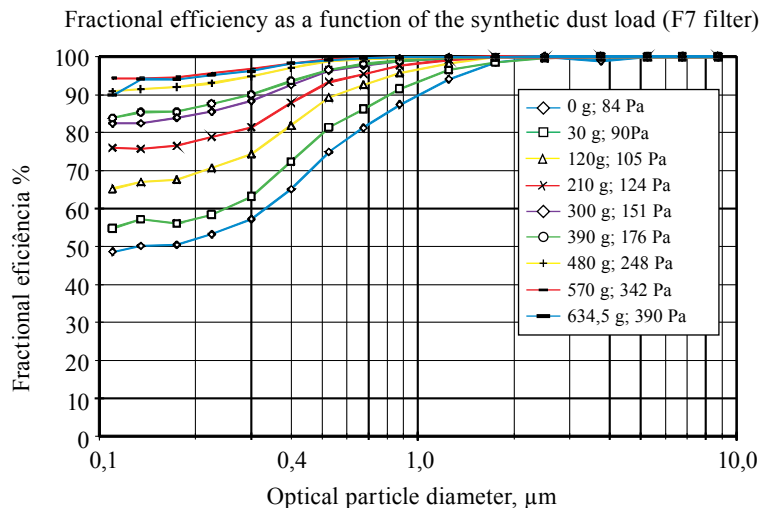
Recente fornecimento para o Hospital Israelita Albert Einstein.



[www.alvenius.ind.br](http://www.alvenius.ind.br) - 55 (11) 4613-6266

Distribuidor exclusivo no Brasil  
 SHURJOINT®

Figura 5 – Evolução da eficiência medida no laboratório em função do diâmetro da partícula e para as várias fases de entupimento para o mesmo filtro da Figura 4 (a seta vermelha indica o tamanho a 0,4  $\mu\text{m}$ ) Dados obtidos no laboratório do Departamento Energia do “Politecnico di Torino”



mercado e os usuários tem necessidade, exatamente para conhecer o funcionamento efetivo dos componentes utilizados para a depuração do ar. Uma das razões pelas quais, até agora, isso não aconteceu é de tipo comercial e não técnico. De fato, muitos fabricantes de filtros têm usado a necessidade de medir o desempenho como uma ferramenta de marketing para promover seus produtos aos clientes. Eles tendem a vender, com o produto, a medida de seu desempenho também, possivelmente oferecendo treinamento técnico ao pessoal do cliente sobre os princípios de funcionamento e métodos utilizados para caracterizá-lo.

Olhando a questão por outra perspectiva, podemos dizer que, na situação acima descrita, o consumidor pode obter dados sobre o desempenho do componente somente adquirindo-o de um fabricante que possua os recursos para descrever seu comportamento e, no caso de fabricantes que possuam tecnologia mais avançada, os dados obtidos durante o funcionamento. Quando, porém, não existe a possibilidade de fazer uma verificação teórica do desempenho e não há um método de teste repetível e reproduzível para controlar os dados fornecidos pelo fabricante, resulta que qualquer dado (ou quase)

possa ser usado para vender os seus produtos, talvez confiando no único componente que muitos compradores olham com grande interesse: o preço.

Resumindo as análises, podemos dizer que, na falta de necessidades específicas e inevitáveis do consumidor final, a lacuna normativa permite que sejam vendidos produtos a preços baixos, sem se preocupar muito com o desempenho real e confiando na imagem que o vendedor projeta externamente. São, obviamente, uma exceção os casos em que o desempenho mínimo é um requisito de suma importância. Trata-se de aplicações em âmbito militar, a serviço de usinas de energia nuclear e, após o advento da eletrônica de consumo, da indústria de semicondutores, cujas caras produções dos produtos dependem da disponibilidade de um ambiente com ar ultra depurado. Não é por acaso que os primeiros métodos de testes normatizados foram desenvolvidos para servirem a essas aplicações.

Outro elemento que contribuiu a conter o desenvolvimento de uma normatização foi o fato de haver uma escassa presença de laboratórios independentes, capazes de prover o mercado com dados mensurados por quem não tem a necessidade de vender filtros. Isto está ligado, em parte, a quanto foi expos-

to anteriormente, embora a principal razão é falta de solicitação do mercado e, mais especificamente, por parte dos usuários finais.

Este último elemento é uma peça fundamental para o desenvolvimento de políticas transparentes de mercado. De fato, o laboratório de testes que mede o desempenho de um produto para quem quer vendê-lo está, de qualquer forma, em uma situação difícil de administrar. Às vezes, paga-se um laboratório para obter dados indesejados, abaixo das reais expectativas, especialmente quando o único objetivo é a conformidade formal e não o verdadeiro desempenho do equipamento. Isto é ainda mais evidente em laboratórios privados, cuja sobrevivência está totalmente vinculada à receita de seus clientes. Por outro lado, é muito mais fácil administrar o pedido quando ao laboratório é solicitado um serviço imparcial da parte de quem pretende avaliar a compra do produto, ou quando o fabricante do filtro tem um interesse genuíno em saber o real desempenho do componente a ser testado. No último caso, são geralmente os fabricantes que adotam políticas comerciais de margem, isto é, se propõem a vender um produto tecnologicamente inovador e se vale de pessoal qualificado capaz de pôr em prática tal propósito. A maioria dos fabricantes adota atualmente a política de volume, que pretende vender grandes quantidades de produtos consolidados, mas fabricados a baixo custo.

## Conclusões

Um bom filtro não pode garantir por si só a qualidade do ar interno. No caso de ventilação de ambientes comuns deve-se prestar atenção à eficiência da ventilação (ou seja, a eficácia com a qual o ar introduzido no ambiente remove os contaminantes presentes no seu interior), e mais genericamente para a produção de poluentes no interior. Antes de pensar em remover os contaminantes através da ventilação e/ou da filtração é sem dúvida indispensável fazer tudo quanto for possível para evitar que sejam gerados e/ou dispersos por todo o ambiente. O setor da filtra-

ção do ar é muito técnico e a norma EN 13779 visa contribuir para uma escolha consciente dos filtros a serem instalados em sistemas de condicionamento do ar. A falta de conhecimento do verdadeiro desempenho dos filtros não permitiu, até agora, a elaboração de uma metodologia baseada em dados sólidos e con-

fiáveis. Ainda há muito a ser feito para fornecer ao usuário final um sistema de classificação significativo e útil. Neste sentido, a contribuição do trabalho de normatização no setor da filtração do ar por usuários e projetistas pode permitir que os fabricantes de filtros superem o temor em abordar a questão do real

desempenho dos filtros em sistemas de condicionamento do ar.

**Paolo Tronville**

Politecnico di Torino –

Departamento Energia (DENERG)

Tradução: Márcia Bassetto Paes

Revisão: Víviam Ferreira Passos

## Referências Bibliográficas

POPE C. A., BURNETT R. T., THUNM. J., CALLE E. E., KREWSKI D., ITO K., e THURSTONG. D., *Lung cancer, cardiopulmonary mortality and long-term exposure to fine particulate air pollution*, The Journal of the American Medical Association (JAMA), v. 287, n. 9, p. 1132-1141, 2002.

DIRECTIVE 2008/50/EC OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL OF 21 MAY 2008. In: *Ambient air quality and cleaner air for Europe*.

DOCKERYD. W., POPE C. A., XU X., SPENGLER J. D., WAREJ. H., FAY M. E., FERRIS B. G., SPEIZER F. E., *An association between air pollution and mortality in six US cities*, The New England Journal of Medicine (NEJM), v.329, n.24, p. 1753-1759, 1993.

EN13779:2007. *Ventilation for non-residential buildings - Performance requirements for ventilation and room-conditioning systems*.

GINESTET A., PUGNET D., *NTV 2005/007 Air filters used in general ventilation EUROVENT 2004 Round Robin Test on the basis of EN 779 Annex A and long term test in real life*, Final Report, CETIAT, 2005.

HINDS W. C. *AEROSOL TECHNOLOGY: Properties, Behavior, and Measurement of Airborne Particles*. Wiley-Interscience, New York, 1999.

SAMETJ. M., DOMINICI F., CURRIERO F. C., COURSAK I., E ZEGER S. L., *Fine Particulate Air Pollution and Mortality in 20 U.S. Cities, 1987–1994*, The New England Journal of Medicine (NEJM), v.343, n.24, p.1742-1749, 2000.

## Monitoração de temperatura, umidade, nível, vazão e consumo de energia

A NOVUS tem soluções para monitorar, controlar e registrar variáveis como temperatura, umidade, nível e consumo de energia. Projeto, instalação e produtos de alta qualidade de acordo com a sua necessidade.



### Transmissor de Temperatura e Umidade

- » Comunicação Wireless IEEE 802.15.4
- » Alta precisão nos dados
- » Ideal para monitoração em CDs e laboratórios
- » Alimentação à bateria (opcional 24 Vcc)



### Aquisição e Registro de dados

- » Modbus RTU Mestre ou Escravo
- » Até 1000 registros por segundo
- » 8 entradas e saídas digitais
- » IHM colorida 2.4" (opcional)
- » Ethernet, USB e RS485



### Interface Modbus-Wireless

- » Interface wireless para redes Modbus RTU
- » Multiplexação de Mestres Modbus
- » Acompanha software para configuração
- » Conversor USB/RS485 para ligação com o PC
- » Até 1000 m de distância entre AirGates

