

# Filtração e vazão do ar à luz das novas normas

## Parâmetros e exigências para QAI

postado em: 25/06/2013 12:30 atualizado em: 26/06/2013 09:28 h



NBR 16401-3 apresenta filtrações mínimas requeridas para alguns tipos de aplicações, bem como quantidade de ar externo para renovação  
(crédito: Arquivo NTE)

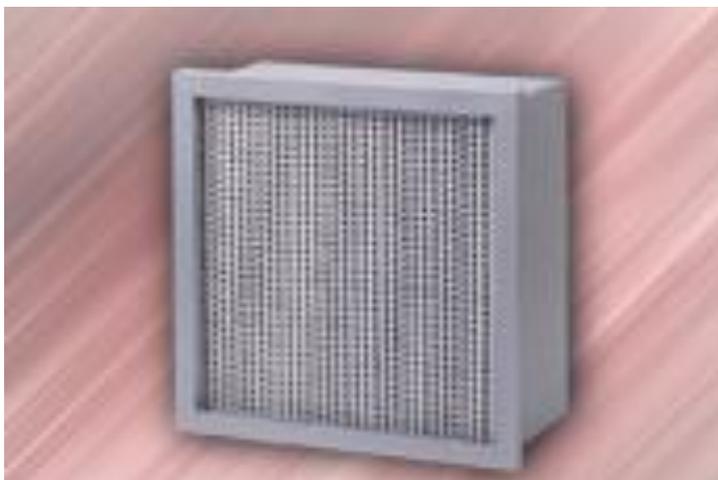
A relação entre a causa e efeito das condições ambientais observadas em áreas internas, e os níveis de alterações da saúde de seus ocupantes através de fontes poluentes de origem física, química ou microbiológica é assunto recorrente quando se trata da qualidade interna do ar.

Atualmente a preocupação com os poluentes dos ambientes interiores está cada vez mais presente nas edificações corporativas, principalmente na questão da sustentabilidade, onde a busca por certificações verdes como o selo LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) adotado pelos *green buildings*, exigem os critérios mínimos de filtração e vazão do ar para assegurar a preservação da saúde e qualidade de vida dos usuários.

De acordo com Eduardo Bertomeu, da Aeroglass, a norma brasileira que rege questões de QAI é a NBR 16401-3, além da ANVISA RE-09.

“A classificação de filtração conforme a utilização do recinto está especificada na Tabela 5 - página 11 da NBR 16401-3 e abrangem 17 categorias de ambientes que vão desde residências a teatro, cinemas, etc. Quanto a vazão de ar exterior mínima, esta é calculada segundo os parâmetros especificados na Tabela 1 - página 5 e abrange inúmeros tipos de ambientes divididos em nove grandes categorias como comércio varejista; edifícios de escritórios; bancos; edifícios públicos; esportes; estabelecimentos de ensino; hotéis; restaurantes, bares, diversão; e locais diversos. Nas taxas de renovação de ar, por exemplo, o cálculo é baseado na quantidade de ar necessária para manter a concentração de poluentes tais como CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, Ozônio, entre outros, abaixo de certos níveis pré determinados e para cada caso é calculado de acordo com a natureza e utilização do ambiente. Cito como exemplo o anexo C - página 22 da NBR 16401-3, que um valor de referência de 7,5 l/s de ar é suficiente para manter uma concentração de cerca de 1100 a 1300 ppm de CO<sub>2</sub> considerando o ar externo a ser introduzido com 400 a 600 ppm, já a RE-09 da ANVISA recomenda ao menos 27m<sup>3</sup>/h/pessoa. Na prática se adota o maior valor”, informa Bertomeu.

Ele acrescenta que as tecnologias básicas para filtração e vazão envolvem equipamentos de movimentação de ar utilizando ventilação mecânica através de ventiladores centrífugos, axiais, radiais; ou ventilação natural de acordo com o projeto do edifício, como os equipamentos de monitoração e controle de parâmetros tais como níveis de poluentes, contagem de partículas, temperatura, umidade e vazões de ar; equipamentos de filtração do ar envolvendo filtros mecânicos, inerciais, eletrostáticos, plasma, entre outros.



***A classificação de filtração conforme NBR 16401 indica o tipo de filtro***

“Essas tecnologias aplicadas proporcionam às instalações inúmeros benefícios, entre eles a eficiência operacional, mantendo os parâmetros de conforto, consumo e a QAI sob controle e através da monitoração, possibilitar o gerenciamento eficaz da manutenção e operação da instalação; eficiência energética ao manter a instalação sob controle no consumo energético; e sobre a saúde do usuário – o tema é amplo que vai desde o bem estar dos usuários ajudando na boa disposição ao trabalho ,garantia da saúde ocupacional incluindo a prevenção de doenças respiratórias, redução de custos com afastamentos por doenças, prevenção de ações trabalhistas, limpeza dos recintos (deposição de pó sobre móveis e utensílios) entre outros”, comenta Bertomeu.

O engenheiro Wili C. Hoffmann acrescenta que embora a NBR 16401 parte 3, apresente as filtragens mínimas requeridas para alguns tipos de aplicações na Tabela 5, uma avaliação deve ser feita pelo projetista levando em conta diversas condições específicas, que vai desde a localização geográfica da instalação até a densidade de pessoas e atividades desenvolvidas nos ambientes internos para flexibilizar estas indicações.

“Em casos especiais, alguns projetistas preferem utilizar a filtragem mínima indicada nesta norma a especificar uma filtragem menos eficiente. O fato é que muitos estudos ainda precisam ser feitos para dar condições da escolha correta da eficiência dos filtros em função da concentração de tamanho de partículas de certo tamanho são geradas internamente ou se encontram no ambiente externo. Também defendemos que, sempre que possível, seja diferenciada a filtragem do ar externo da do ar de recirculação, pois a natureza das partículas de cada lugar se difere muito”, explica Hoffmann.

Para ele, o simples descumprimento da norma, com o intuito de economizar na instalação, pode colocar em risco a saúde do usuário do ambiente, porém, Hoffmann admite que, algumas vezes, o que se encontra

nas normas tem equívocos oriundos do conhecimento que se tinha sobre o assunto no momento em que estas foram escritas, e isto pode tornar algumas exigências desnecessárias, uma vez que o conhecimento que temos agora assegura. Isto sempre causa um impasse nos projetistas.

“Usar o que está na norma, mesmo sabendo-se que está defasado, ou arriscar uma adaptação com uma justificativa (racional) descrevendo o motivo? Isto vai da segurança de cada profissional no conhecimento do assunto”, diz Hoffmann.



#### ***Filtros danificados causam ineficiência operacional e comprometem a saúde ocupacional***

Quanto a filtração, Hoffmann acrescenta ainda que foi publicada recentemente a norma NBR 16101 sobre classificação de filtros significando um grande avanço no setor, pois estabelece com clareza como classificar os filtros quanto a sua eficiência, porém ainda apresenta algumas limitações, pois a eficiência efetiva em campo pode ser bem diferente daquela obtida nas condições de ensaio de classificação. Isto pode levar os projetistas a subestimarem ou superestimarem filtros em diversas situações.

Quanto a vazão de ar externo, Hoffmann explica que a recomendação é que se leve em consideração no projeto a necessidade de uma medição e monitoração da vazão de ar externo facilmente em qualquer momento para verificar se a instalação está atendendo aos mínimos requeridos. Acontece que nem sempre as tomadas de ar externo permitem este tipo de medição, que conta na NBR 16401-1 item 7.2.3.

Para Marco Adolph, engenheiro da Trox Latinoamerica, embora atualmente a seleção dos filtros para aplicações de conforto são feitas baseadas em tabelas das normas de climatização, como por exemplo, a NBR16401, o projetista deve estar preocupado com a concentração externa de poluentes para selecionar filtros que podem eventualmente ser de classes superiores aos recomendados por normas.

“Costumo dizer que não podemos equiparar o grau de filtragem requerido na cidade de São Paulo com aquele de uma cidade do interior, pois a concentração de poluentes é muito diferente. A maior preocupação deve ser em minimizar/eliminar as partículas mais críticas, que são aquelas que podem ser absorvidas pelos pulmões e não são eliminadas. A filtragem é utilizada basicamente para reduzir a quantidade de material particulado que é insuflada no ambiente. Adicionalmente, filtros antes das

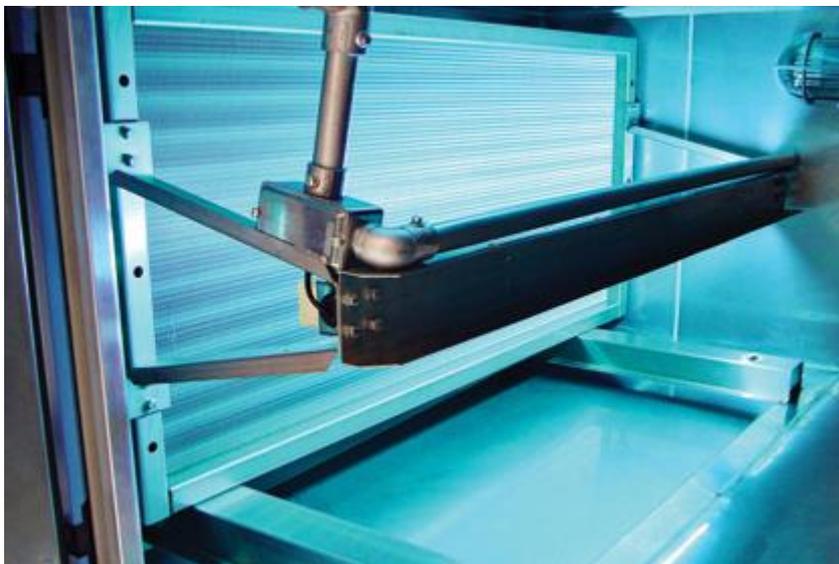
serpentinhas reduzem a acumulação de sujeira, mantendo a capacidade de climatização do equipamento nas condições de projeto”, informa Adolph.

Ele recomenda que para filtração, podem ser utilizados os filtros convencionais para instalações de conforto, como filtros manta e bolsa, que devem ser classificados pela norma NBR16101 que trata exclusivamente dos ensaios para este tipo de produto. Poderia ainda ser aceita uma equivalência com a ASHRAE 52.2 ou a EN779-2012, e dependendo da localização da instalação e se há gases contaminantes, pode utilizar filtros químicos, como os de carvão ativado. “Mesmo com NBR 16401 para sistemas de conforto, deveria ser também verificado os *Standarts* da ASHRAE, mas infelizmente ainda são poucos os engenheiros brasileiros associados, é uma organização rica em dados e informações, e deveríamos aproveitar mais o conhecimento existente. O prejuízo é sempre maior para o usuário, causando maiores taxas de absenteísmo, doenças das vias respiratórias, insatisfação dos empregados. Os custos poderiam ser mensurados, mas eu diria que o impacto sobre a saúde é o mais crítico”, informa o engenheiro da Trox.

### **Vazão e renovação do ar**

É preciso diferenciar a vazão de ar de insuflação, o qual somente parte dele recircula, cuja definição é dada pela carga térmica interna dos ambientes, e o ar de renovação (ar externo).

Segundo Hoffmann o ar externo é o outro elemento importantíssimo para assegurar a qualidade do ar interno. Enquanto a filtragem remove material particulado gerado internamente ou evitando que penetre de fora, o ar externo tem a finalidade principal de diluir os contaminantes gasosos gerados internamente e pressurizar a edificação.



### ***Emissores UV-C proporcionam limpeza contínua das serpentinhas e bandejas de condensados***

“O gás normalmente utilizado como indicador da qualidade do ar é o dióxido de carbono - CO<sub>2</sub>, e que deve ser controlado para evitar concentrações maiores que as permitidas. Como indicador, devemos entender que outros tipos de contaminantes gasosos também devem estar se concentrando quando o CO<sub>2</sub> começa ter a sua concentração aumentada. A maneira correta de fazer isto é com ar externo. A norma

indica a vazão mínima de ar externo por pessoa e por área de edificação para diversas aplicações e devem ser seguidas”, indica Hoffmann.

Adolph acrescenta que como para os filtros, a vazão de ar é determinada em função do tipo de ocupação. Ele diz que a vazão de ar pode ser entendida de dois modos: vazão total de insuflação, utilizada para controlar as temperaturas; e a vazão de renovação, que controla a diluição de poluentes e gases, principalmente o CO<sub>2</sub>. “O controle de vazão pode ser realizado de diversas maneiras. Em projetos mais simples, trabalha-se com vazão constante de ar. Nestes casos os dampers são posicionados de modo fixo e não ocorrem mudanças em função das taxas de ocupação. Em sistemas de volume de ar variável, o sistema de automação pode receber sinais de concentração de gases e poluentes e alterar as vazões em função da necessidade e taxa de ocupação de cada ambiente. Deve-se salientar, que mais do que se preocupar com a vazão de ar total, é necessário monitorar continuamente a taxa de renovação de ar. Para controle de vazão utiliza-se dampers de controle, que podem ser de volume variável ou de volume constante. As taxas de renovação são obtidas normalmente em equipamentos centrais de climatização, através de tomadas de ar externo que captam o ar e fazem a mescla com o ar de recirculação. Existe atualmente uma tendência a migrar para sistemas ar-água como vigas frias, trabalhando com 100% de ar externo. Isso também poderia ser realizado com sistemas todo ar, porém é economicamente inviável”, informa Adolph.

De acordo com Alessandro G. Brocco, engenheiro de aplicação da Indústrias Tosi, em se tratando de instalações de conforto humano, a preocupação com controle de contaminação não exige as mesmas ações como para áreas processo.

“A diferença é que em instalações prediais onde existe a ocupação humana é necessário prover condições de conforto constante. Historicamente, com temperatura entre 22°C a 23°C e umidade relativa, o ser humano encontra nessas condições e níveis de conforto para que ele possa exercer suas funções em ambientes internos. Basicamente as preocupações referem-se as taxas de renovação do ar desses ambientes, índices mínimos de filtração e controle de temperatura e umidade. Tudo começa com um projeto do sistema adequado à instalação em questão e que garanta as premissas estipuladas na norma, no caso, a NBR 16401. Deve-se respeitar o índice de ocupação humana por metro quadrado, o critério mínimo de filtração de material particulado em suspensão, estabelecer e controlar a temperatura e umidade, e prover um sistema dedicado a renovação de ar, com taxas mínimas de 17 m<sup>3</sup>/hora de ar por pessoa, combater a carga térmica do ambiente”, relata Brocco.

Ele diz que hoje o mercado oferece tecnologias para aplicação, como as unidades de tratamento de ar (*Air Handler*) que geram a movimentação do ar dentro dos sistemas de climatização.

“Se fizermos uma analogia com o corpo humano, eu diria que o fancoil é o coração do sistema que bombeia o sangue para várias artérias, no caso da climatização o ar, para várias ramificações de dutos que abastecem os ambientes. Esse equipamento é uma peça fundamental para o tratamento do ar e nos fancoils agregando componentes para atender necessidades específicas, como dos filtros e suas devidas classificações. Com os fancoils conseguimos controlar as variáveis que envolvem o tratamento de ar como as taxas de renovação do ar pela receptividade e troca dentro dos condicionadores, prover uma atmosfera ideal controlando a temperatura e umidade pelas serpentinas, e sistemas de aquecimento e umidificação. Isso promove uma qualidade de ar e baixos índices de CO<sub>2</sub> nos ambientes a partir das

premissas em projetos e equipamentos dedicados de acordo com as necessidades e atendimento do sistema em questão”, informa o engenheiro da Tosi.



#### ***Unidades de tratamento ao ar instaladas no Edifício Infinity Tower, em São Paulo***

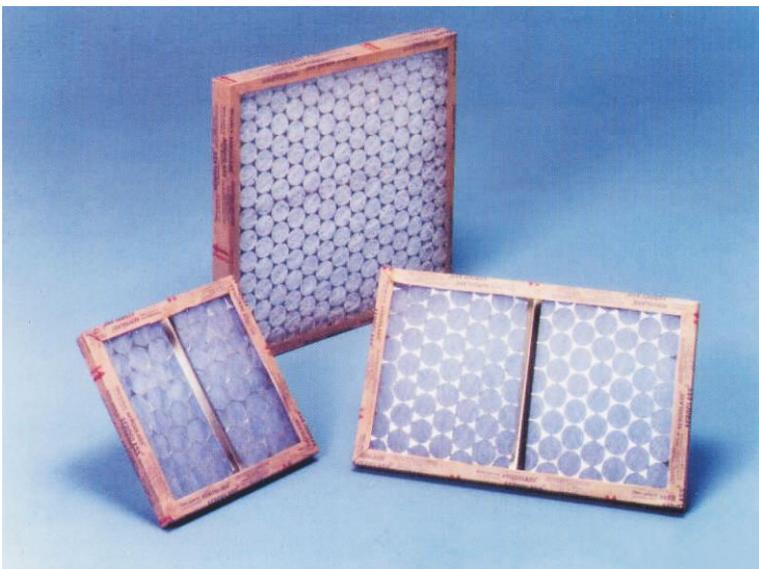
Ele acrescenta que esses equipamentos geralmente são de grande porte, isolados geralmente em casa de máquinas, e é primordial e necessário que se tenha um plano de manutenção para o perfeito funcionamento do sistema, isso não só para os fancoils, mas também para os sistemas de dutos e componentes que abastecem essa engrenagem.

Brocco cita dois exemplos de aplicação: “Para o controle de processos os equipamentos instalados devem cumprir a NBR 14644 semelhante a ISO internacional para ambientes controlados, onde existe área classificada e o tratamento do ar deve atender as exigências também da Anvisa, ABNT, enfim, dos vários órgãos no que se refere ao controle de contaminação. Esses são requisitos para controle da temperatura, umidade e pureza de acordo com o produto fabricado em salas limpas e ambientes de atmosfera controlada, utilizadas pelas indústrias farmacêuticas, de cosmética, eletrônica, informática, etc. Já para a renovação do ar para conforto, ou seja, em ambientes internos, a preocupação é prover a renovação do ar para a saúde ocupacional de seus usuários, mantendo os índices de acordo com a NBR 16401. Hoje, a maioria dos edifícios corporativos se preocupa com a qualidade do ar de ambientes internos, principalmente para evitar a taxa de absentismo de seus ocupantes, porém acredito que a fiscalização para o cumprimento da NBR 16401 ainda deixa a desejar, sem sequer medir as taxas de CO2 nesses ambientes para a renovação de do ar. Como exemplo, cito o Edifício Infinity Tower, na capital paulista, onde instalamos um equipamento dedicado a renovação do ar, personalizada para atender o projeto específico de climatização, de acordo com a necessidade do usuário. Esse equipamento foi especialmente fabricado para essa instalação, incorporando componentes adequados como as serpentinas, ventiladores, filtros, dispositivos de aquecimento e umidificação, e recuperadores de calor. O equipamento também atendeu os requisitos para a certificação LEED”, diz Brocco.

#### **Manutenção do sistema**

A qualidade do ar interno em edificações envolve inúmeras disciplinas das áreas de engenharia, medicina, microbiologia e arquitetura, abrangendo diversos profissionais que devem especificar em suas áreas ações também para a manutenção dos sistemas que envolvem as edificações.

Para Leonardo Cozac, diretor da Conforlab, no que se refere a manutenção dos sistemas climatizados, os impactos causados com descuidos podem ser diversos, segundo os médicos do trabalho, como dores de cabeça, irritação nos olhos ou dérmica, sonolência, problemas respiratórios, entre outros são os casos mais relatados. Por isso a importância da manutenção programa de todo sistema de climatização, como a substituição dos filtros de ar e limpeza periódica de todos os componentes do sistema, incluindo a rede de dutos de distribuição do ar. Outras tecnologias de purificação do ar como lâmpadas UV, ionização e fotocatalise podem ser usadas como complemento, em função das características de ocupação e do local a ser tratado.



***Filtros para aplicações de conforto são feitas baseadas em tabelas das normas de climatização***

“Além dos impactos na saúde descritos, o desconforto dos usuários é comumente relatado. Essas situações causam o absenteísmo, redução da produtividade e custos de intervenções médicas, afetam os usuários e consequentemente, os resultados das empresas. As indústrias farmacêuticas fazem grandes investimentos em seus sistemas de climatização nas áreas fabris, para garantir as boas práticas de fabricação de seus produtos. E esse know-how acaba sendo transferido para as áreas de conforto dessas empresas, onde se tem, de uma maneira geral, bons resultados nas avaliações da qualidade do ar climatizado. Também nos empreendimentos que são incorporados e utilizados pela mesma empresa, costumam ter sistemas de climatização melhor projetados e instalados. Essas empresas sabem que o investimento maior feito no projeto e instalação irá resultar em economia e melhor desempenho durante a vida útil da edificação. Além dos benefícios à saúde dos usuários, investir na garantia da boa qualidade do ar interno de ambientes climatizados gera mais produtividade. O valor da mão de obra é um dos maiores custos das empresas, por isso o sistema de climatização deve ser visto como um aliado na busca da melhoria de resultados”, comenta Cozac.

Ele lista alguns benefícios na manutenção dos sistemas de climatização:

- Eficiência operacional – Quando os componentes dos trocadores de calor estão sujos, absorvem uma camada de poeira ou matéria orgânica que impedem a troca de calor, reduzindo a eficiência operacional do equipamento. Portanto, manter o equipamento limpo se tem um rendimento melhor de todo o sistema.
- Eficiência energética – No mesmo exemplo acima, quando esse trocador de calor está limpo, o equipamento irá trabalhar menos para fazer a troca de calor, o que irá gerar menor consumo de energia.
- Saúde – Um sistema de climatização limpo garante a melhoria da qualidade do ar que as pessoas irão respirar, pois irá reduzir o número de particulados e dos microrganismos presentes no ar.

A utilização de tecnologias para a purificação do ar como lâmpadas UV para a manutenção dos sistemas é comentada por Arnaldo Basile, diretor superintendente da Trox Brasil.

“Soluções germicidas ultravioletas de alto desempenho melhoram a qualidade do ar interno como os emissores de radiação UV-C, proporcionando limpeza contínua das serpentinas e das bandejas de condensados, com redução de queixas e absenteísmo consequentes da contaminação por mofo e pela Síndrome do Edifício Doente (SBC), desenvolvidos para trabalharem com baixas temperaturas de ar em movimento nos sistemas de AVAC. Eliminando-se a fonte da contaminação nas serpentinas e na bandeja de condensados, o emissor de radiação UV-C pode ajudar a reduzir a propagação dos contaminantes transportados pelo ar e também contribuem para a melhoria na transferência de calor fornecendo um melhor controle da temperatura e da umidade, bem como o fluxo de ar”, explica Basile.

Ele acrescenta que, eliminando-se o biofilme que corrói o metal da serpentina e da bandeja de condensados, a vida útil do equipamento e dos filtros é prolongada. Isto se reflete também na vida útil do chiller e dos outros componentes do sistema de climatização. “A aplicação dos emissores UV-C proporciona limpeza constante e continuamente nas serpentinas e bandeja de condensados, plenum e dutos, evita despesas com caros programas de limpeza manuais. Além disso, materiais químicos de limpeza e desinfecção para serpentina são eliminados, proporcionando redução de custos e riscos provocados por sua manipulação. Na questão da sustentabilidade, essa aplicação ajuda a receber créditos nos processos de certificação LEED. O retorno financeiro é obtido em curto prazo uma vez que os emissores UV-C proporcionam redução no consumo de água, manutenção reduzida e prolongamento da vida útil dos equipamentos de climatização. Para os proprietários dos edifícios isto significa o aumento do valor da propriedade e redução das responsabilidades sociais. Para os gestores, isso significa uma maior satisfação e produtividade dos empregados”, conclui Basile.

### **Principais normas técnicas brasileiras para QAI**

- NBR 16.401/ 2008 - Instalações de ar-condicionado - Sistemas centrais e unitários
- NBR 15.848/ 2010 - Procedimentos e requisitos relativos às atividades de construção, reformas, operação e manutenção das instalações que afetam a qualidade do ar interior
- NBR 14.679/ 2012 - Sistemas de condicionamento de ar e ventilação — Execução de serviços de higienização

- NBR 13.971/ 1997 - Sistemas de refrigeração, condicionamento de ar e ventilação – Manutenção programada (em revisão)

#### Legislação Federal

- Portaria 3.523 de 28 de agosto de 1998 do Ministério da Saúde

- Resolução 09 de 16 de janeiro de 2003 – RE 09 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária

[Ana Paula Basile Pinheiro](#)- editora da revista *Climatização+Refrigeração*