

MELHORIA DO PROCESSO DE TROCA DE FILTROS PELO MONITORAMENTO DA SATURAÇÃO

Isabela Corrêa e Castro – isabelacastro@gmail.com¹

¹ASHRAE YEA Member

Arthur Lacerda Portugal da Silva – arthurportugal@yahoo.com.br²

Frederico Romagnoli Silveira Lima – fredericolima@cefetmg.br³

^{2,3} Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFET-MG), Departamento de Engenharia Mecânica,
<http://www.dem.cefetmg.br/>

^{2,3} ASHRAE BH Student Branch

F2 – Qualidade Ambiental Interna

Resumo. Tendo em vista as mudanças climáticas e aumento de exigências normativas relacionadas à qualidade do ar interior (IAQ), o processo de tratamento do ar e climatização vem perdendo sua ligação restrita com o conforto térmico. Levando-se em conta o valor expressivo do consumo energético e dos custos de manutenção dos sistemas de ar condicionado nas edificações, torna-se indiscutível a importância do controle dos processos de manutenção e gestão de custos relacionados a esses sistemas. Além disso, a inexistência de fluxos padronizados de manutenção e troca de filtros compromete a eficiência do processo e impacta nos gastos e na qualidade do ar. Neste estudo aborda-se, sob a perspectiva da manutenção preditiva, os diversos benefícios obtidos com o controle do processo de troca de filtros por saturação conforme valores determinados pelo fabricante, que podem ser monitorados por meio da correta instalação de sensores de pressão nos equipamentos, com possibilidade de leitura direta ou geração de alarmes nos sistemas automatizados, permitindo a detecção do momento ideal da troca dos filtros, e garantindo a qualidade do ar ambiente, a eficiência energética e a redução de custos com trocas desnecessárias. Com foco na manutenção pela condição do sistema, foram medidas pressões diferenciais de filtros HEPA de fan coils cuja troca dos filtros era realizada por tempo e os resultados apontam uma redução de custos com a implementação do processo de monitoramento da saturação.

Palavras-chave: Saturação, Filtros HEPA, Ar condicionado, IAQ

1. INTRODUÇÃO

A urbanização e a necessidade de recursos para atender a população fizeram com que os índices de transportes urbanos, indústrias, e outros meios poluentes se tornassem cada vez mais expressivos. Além disso, as ações negativas do homem, como queimadas e o desmatamento, contribuem com um contínuo processo de apagamento da área verde. Observa-se, assim, o impacto na da qualidade do ar, fato de grande relevância, por exercer influência direta na saúde humana, no conforto e na produtividade das atividades cotidianas.

Existe também uma crescente preocupação com a qualidade do ar interior (IAQ), uma vez que pesquisas recentes concluíram que os níveis internos, para poluentes em geral, são maiores que dos ambientes externos. De acordo com um estudo realizado em 1992, foi mostrado que um habitante urbano, em média, passa 87% do seu tempo em ambientes interiores, 6% em ambientes exteriores, os outros 7% seriam gastos na transição entre os ambientes citados, como por exemplo um veículo (JENKLINS et al, 1992). Tal constatação mantém-se válida nos dias atuais, e a preocupação em relação à QAI torna-se cada vez mais condizente, levando-se em conta, ainda, o aumento das exigências normativas em relação aos parâmetros ligados à qualidade do ar.

Os hospitais estão entre os ambientes interiores que mais exigem preocupações, visto que, devido aos procedimentos realizados e à condição de saúde de seus ocupantes, possuem uma atmosfera repleta de bactérias, fungos e vírus. De acordo com a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), os registros de mortes causadas por infecções hospitalares já ultrapassaram a casa de 50 mil óbitos por ano. Em decorrência desse fato, foi colocado em vigor a ABNT NBR 7256, que diz respeito ao tratamento de ar em Estabelecimentos Assistências de Saúde (EAS) – Requisitos para projetos e execução na instalação. Essa norma é aplicada nos ambientes hospitalares e estabelece parâmetros específicos para cada um deles, considerando o controle de temperatura, umidade relativa, pressão diferencial, taxa de renovação do ar, filtragem e outros parâmetros.

Um dos itens de grande influência na qualidade dos Sistemas de Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado (HVAC) são os elementos filtrantes. A filtragem do ar é imprescindível para garantir que o tratamento de ar seja eficiente e evitar que a rede de dutos fique suja e contaminada, além de proteger a serpentina em alguns tipos de máquinas, garantindo a eficiência da troca de calor e evitando prejuízos financeiros. Manutenções precárias dos filtros podem fazer com que eles afetem a qualidade do ar insuflado, prejudiquem o rendimento da máquina, a renovação do ar ou sejam fonte de odor, colaborando, assim, para o desenvolvimento da síndrome do edifício doente, afetando diretamente os indivíduos no local. A utilização de filtros de ar-condicionado tornou-se totalmente obrigatória em salas cirúrgicas e pós-operatórias, Unidade de Terapia Intensiva, prontos-socorros, unidades neonatais e de pediatria, bem como em outros ambientes hospitalares, conforme Anexo 1, Tabela A.1 da ABNT 7256.

Segundo a norma citada acima, nas áreas críticas, a utilização do filtro A3 (HEPA) é obrigatória. O High Efficiency Particulate Air (HEPA) é caracterizado por eliminar números superiores a 99,97% das impurezas infecciosas presentes no ar. Em máquinas que atendem ambientes críticos com maiores exigências de níveis de filtragem, o primeiro estágio deve ser instalado na entrada do ar condicionado, com intuito de pré-filtrar todo ar a ser tratado, tanto o exterior quanto o recirculado. O segundo estágio deve ser instalado no lado pressurizado do duto, a jusante dos umidificadores. Já o terceiro, sua instalação também será no lado pressurizado do duto, estando o mais perto possível do ambiente a ser tratado, preferivelmente no próprio terminal de insuflamento. Ainda segundo a norma ABNT 7256, item 6.1.7, o segundo e terceiro estágios de filtragem terão seu monitoramento individual através de um manômetro diferencial, que medirá a perda de carga do ar que passa pelo filtro.

Existem hoje no Brasil, portarias, leis e resoluções criadas com o intuito de garantir a qualidade do ar interior em ambientes climatizados. A mais atual, a Lei 13589, de 4 de janeiro de 2018, diz que “Todos os edifícios de uso público e coletivo que possuem ambientes de ar interior climatizado artificialmente devem dispor de um Plano de Manutenção, Operação e Controle – PMOC dos respectivos sistemas de climatização, visando à eliminação ou minimização de riscos potenciais à saúde dos ocupantes” (BRASIL, 2018). Ainda segundo a Lei 13589, os parâmetros necessários à garantia da boa qualidade do ar interior são os regulamentados pela Resolução nº 9, de 16 de janeiro de 2003, da Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA.

2. ESTRUTURA DO SISTEMA

Conforme as exigências normativas para cada tipo de ambiente, os sistemas de ar condicionado serão projetados para atender aos requisitos exigidos, incluindo, caso necessário, múltiplos estágios de filtragem, dispositivos para controle de umidade, cálculos de vazão para existência de pressão diferencial no sistema, entre outros.

Neste estudo, será dado maior enfoque aos sistemas que atendem salas cirúrgicas e ambientes hospitalares de maior criticidade, com níveis de filtragem mais elevados. Os sistemas analisados utilizam *fan coils* com 3 estágios de filtragem, todos com filtro HEPA.

Os *fan coils* são unidades de tratamento de ar compostas por um conjunto motor ventilador responsável pela vazão do ar no sistema, uma serpentina para a troca de calor com o ar, pela qual passa água gelada, sendo promovida também na serpentina a desumidificação do ar. Para complementar o sistema combinado de controle de temperatura e umidade nos ambientes em que é exigido esse controle, os *fan coils* contam também com um sistema para reaquecimento após a serpentina, que tem a função de promover o controle de temperatura caso ainda exista vazão de água gelada após atingido o *set point* de temperatura, mas o *set point* de umidade ainda não tenha sido atingido. Os *fan coils* hospitalares destinados a salas cirúrgicas e áreas críticas hospitalares são compostos por 3 estágios de filtragem: pré-filtro, filtro bolsa e absoluto, podendo o último ser localizado na rede de dutos ou nos difusores de insuflamento. Para garantir a qualidade do ar nos ambientes atendidos pelos *fan coils*, deverá estar incluída, entre outros itens previstos no PMOC, a verificação e troca dos filtros de ar.

3. TROCA POR SATURAÇÃO

Os filtros de ar são elementos imprescindíveis na garantia da qualidade do ar interior. Para a filtragem eficiente em um sistema, deve ser garantida a integridade dos filtros, o que requer constante monitoramento e manutenção adequada em todos os estágios de filtragem.

Em uma máquina com múltiplos estágios de filtragem, cada tipo de filtro terá sua periodicidade própria de troca. Os pré-filtros (Figura 1) serão os mais afetados pelo contato inicial com o ar externo e o de retorno. Embora o nível de filtragem dos pré-filtros seja menor, o que explica também serem chamados de filtro grosso, eles também são de fundamental importância no tratamento do ar e na proteção e aumento da vida útil dos demais filtros e da serpentina da máquina, contribuindo também para a eficiência do processo de climatização.



Figura 1. Pré-filtro da classe de filtragem G3 ou G4. Fonte: Só Filtro.

A troca dos pré-filtros deverá ocorrer de acordo com o descrito no PMOC ou quando for atingido o valor de saturação definido pelo seu fabricante, descrito como perda de carga final, dado em milímetros de coluna d'água (mmca) ou em Pascal (Pa). A instalação e troca regular dos dispositivos de pré-filtragem é preponderante na manutenção do sistema. No entanto, J. Fernando, em matéria na revista Meio Filtrante, ressalta que os diferenciais de pressão final para troca recomendada pelos fabricantes são efetivos apenas e somente, se a vazão de ar que passa pelos filtros for mantida constante. A equação geral da resistência fluido dinâmica do sistema baseia-se na vazão para determinação da pressão, e é dada pela equação (1):

$$\Delta P = k Q^2 \quad (1)$$

Deste modo, ao se atingir aproximadamente 70% da vazão nominal do filtro, a perda de carga esperada seria ~50% ($0,7^2 = 0,49$) da esperada à vazão plena. “Isso significa que não basta conhecer a perda de carga do filtro para se determinar sua troca. Considerando-se que, se não houver dispositivos automáticos para compensar a saturação dos filtros, a vazão do sistema irá gradualmente se reduzindo para compensar o aumento da resistência nos filtros, então, com 70% de sua vazão, um filtro que apresentasse seu diferencial de pressão recomendado para troca, já estaria na realidade com o dobro de sua saturação máxima e podendo já estar liberando parte do particulado retido para o estágio seguinte, onde os filtros são mais caros”, completa o engenheiro da Adrifercos na mesma matéria.

Por serem os pré-filtros elementos de menor custo entre os estágios de filtragem, é comum que seja descrito no PMOC a adoção de sua troca em menores períodos, muitas vezes mensalmente, sem a rotina de leitura do valor de perda de carga.

Os demais estágios de filtragem possuem custos mais elevados que os pré-filtros e geralmente tem periodicidade de trocas mais espaçada. A vida útil dos filtros HEPA (Figura 2) depende diretamente das condições ambientais, tais como o nível de limpeza das salas atendidas, da contaminação do ar externo, da porcentagem de renovação do ar pelo sistema, das condições da instalação, como eficiência dos pré-filtros e vedação dos dutos e das condições de manutenção da instalação.



Figura 2. Filtros HEPA. Fonte: Revista TAE.

Um levantamento realizado em edificações hospitalares em Belo Horizonte, cujos nomes não serão divulgados neste estudo, revelou a inexistência de procedimentos bem fundamentados de manutenção dos filtros. Constatou-se que não há um padrão de periodicidade de troca, que variam de acordo com os critérios estabelecidos pelos planos de manutenção de cada estabelecimento. Observou-se ainda a inexistência de um critério padrão de periodicidade de troca nas normas.

O direcionamento escolhido para este estudo baseou-se na Portaria 3523, que estabelece a necessidade da verificação periódica das condições físicas dos filtros e a manutenção condições de operação. Além disso, ressalta que se deve promover a substituição quando necessário. Em 04 de janeiro de 2018, entrou em vigor a Lei 13589, que decreta sobre a obrigatoriedade dos edifícios de uso público e coletivo que possuem ambientes de ar interior climatizado artificialmente disporem de um Plano de Manutenção, Operação e Controle – PMOC dos respectivos sistemas de climatização, visando à eliminação ou minimização de riscos potenciais à saúde dos ocupantes. Porém, não há um consenso entre as legislações e normas vigentes quanto à periodicidade de troca ou ao procedimento de monitoramento da saturação.

A motivação deste estudo surgiu do questionamento sobre a validade dos procedimentos de troca por tempo, ainda muito adotado em diversas edificações, e sobre a importância e benefícios do monitoramento da saturação dos filtros para a determinação do momento de troca, avaliando o assunto sob a perspectiva da manutenção preditiva, ou seja, pela condição do sistema e real necessidade da realização da troca, podendo ela ocorrer antes ou depois de periodicidades pré-estabelecidas nos planos de manutenção.

4. AQUISIÇÃO DE DADOS

O levantamento dos dados foi realizado em uma edificação hospitalar de Belo Horizonte, atendido por 740 equipamentos de ar condicionado, dando enfoque aos *fan coils* hospitalares, com 3 estágios de filtragem e filtragem absoluta, que somam 41 máquinas. Todos os *fan coils* são dotados de dispositivo automáticos para compensar a saturação dos

filtros, responsáveis por exigir aumento na frequência do motor de acordo com o aumento da saturação dos filtros e um *set point* de pressão de insuflamento para garantir a vazão de ar.

A escolha das máquinas a serem inicialmente estudadas, justifica-se pelo custo expressivo dos filtros HEPA em relação aos demais. O processo da troca por monitoramento da saturação será futuramente implantado nos demais estágios de filtragem.

Foram realizadas as medições da variação de pressão nos filtros bolsa e absolutos dos *fan coils* com intuito de estabelecer o momento correto para realizar as trocas dos filtros. Vale ressaltar que não foi possível gerar uma curva pertinente em relação a todas as máquinas pois cada sistema tem variáveis diferentes, como tempo de utilização, tendo em função o ambiente instalado.

O PMOC vigente na edificação estabelece as seguintes periodicidades de troca:

Tabela 1. Periodicidade de troca dos filtros.

Tipo de Filtro	Periodicidade de troca
Pré-filtro	Mensal
Bolsa	Semestral
HEPA	3 anos

A medição dos valores de pressão diferencial no filtro absoluto dos *fan coils* foram feitas pela leitura direta nos manômetros em U (Figura 3) já instalados nas máquinas.



Figura 3. Manômetro em U utilizado para medir a diferença de pressão no filtro absoluto (Fonte própria).

Os filtros instalados nas máquinas analisadas têm entre 2 e 3 anos de uso. O valor de perda de carga final nos modelos de filtro instalados na data da medição, conforme dados do fabricante, é de 600 Pa. Foram lidos os seguintes valores nos manômetros:

Tabela 2. Valores da diferença de pressão obtidos pelo manômetro.

Equipamento	Diferença de Pressão medida(Pa)
Máquina 1	210
Máquina 2	150
Máquina 3	160
Máquina 4	210
Máquina 5	170
Máquina 6	170
Máquina 7	160
Máquina 8	200
Máquina 9	160
Máquina 10	200

As medições realizadas mostram que nem todas as máquinas atingem o valor de perda de carga final no tempo estipulado para troca no PMOC.

Durante a coleta das medições, foram encontradas as seguintes dificuldades:

- Nem todas as máquinas possuem manômetros em U instalados para a realização da leitura;
- A escala dos manômetros não abrange o valor de perda de carga final do filtro instalado;
- Os manômetros já não possuíam líquido no interior do tubo, mostrando uma fragilidade no processo de manutenção desses dispositivos e no processo de monitoramento da saturação por esse tipo de leitura, mostrando que outros processos de aquisição dos dados podem apresentar maior eficiência;

As medições realizadas mostram que nem todas as máquinas atingem o valor de perda de carga final no tempo estipulado para troca no PMOC.

O valor médio dos tipos de filtros instalados nas máquinas analisadas é R\$ 1500,00. Atingido o tempo de 3 anos de uso, para a troca das 41 máquinas, o valor total seria de R\$ 61500,00. Levando em conta o custo expressivo dessa troca e as fragilidades detectadas no processo do monitoramento por manômetros em U, foram propostas as seguintes soluções para a medição das perdas de carga, com implantação dos dispositivos de leitura de pressão na totalidade das máquinas:

- Pressostato diferencial para ar on/off marca Dwyer série ADPS modelo: ADPS-05-2-N com lâmpada LED a serem instalados unitariamente em cada máquina. Esse equipamento é ajustado para que um contato se feche e acenda a lâmpada no momento em que é atingida a perda final no filtro.

- Manômetro de porta dupla marca Fieldpiece modelo SDMN5

A proposta é que seja instalado um desses dispositivos para a indicação do momento de troca por saturação, substituindo-se o processo de troca dos filtros por tempo de uso.

5. CONCLUSÕES E COMENTÁRIOS

O presente trabalho teve como objetivo discutir sobre as vantagens das trocas de filtros HEPA por saturação. Foram abordadas as informações referentes à norma ABNT 7256, que estabelece parâmetros para o tratamento de ar em Estabelecimentos Assistenciais de Saúde (EAS), e da PORTARIA Nº 3.523, de 28 de agosto de 1998, juntamente com a Lei 13.589, que aborda a obrigatoriedade da PMOC com intuito de garantir a qualidade do ar em ambientes interiores (BRASIL, 2018).

Contudo, através da integração das informações obtidas, constatou-se a inexistência de padronização em relação aos procedimentos e critérios estabelecidos para a realização das trocas de filtros. Esse fato, juntamente com a escassez de estudos publicados sobre o assunto, motivou a busca por uma otimização no processo por meio da proposta de implantação da rotina de troca dos filtros de acordo com o monitoramento da condição de uso de cada um. Na sequência do desenvolvimento do projeto, foram feitas as medições, utilizando um Manômetro em U, da diferença de pressão no filtro absoluto de cada máquina, obtendo conclusões válidas. Segundo o fabricante, a troca deve ser feita à medida que a leitura da perda de carga no filtro se aproxima de 600Pa, ou seja, do valor de pressão diferencial final. Baseando-se na Tabela 2, é notório que, em aproximadamente 3 anos, a diferença de pressão (ΔP) alcançou o máximo valor de 210Pa nas máquinas avaliadas, assim concluindo que a periodicidade de troca estabelecida no PMOC não é a ideal para o sistema. Conclui-se que o procedimento do monitoramento da saturação para determinação do momento ideal para troca pode prolongar a periodicidade e redução dos custos com trocas sem afetar a qualidade do ar, uma vez que continuará sendo respeitado o valor recomendado pelo fabricante.

O aumento da periodicidade de troca contribui também para a redução da quantidade de filtros a serem descartados anualmente, processo que deve ser feito de acordo com um plano de gestão de descarte conforme exigências normativas.

Validada a segurança no processo que permite o aumento do intervalo de trocas, o passo seguinte foi a discussão no âmbito financeiro. A seguir, será apresentado um orçamento, simulando um período de 15 anos, considerando o número de filtros HEPA instalados nas máquinas existentes na edificação, e seu custo no atual mercado brasileiro, comparando a atual periodicidade de 3 anos e uma possível proposta aumentando para 5 anos:

Tabela 3. Cálculo médio orçamental referente a um período de 15 anos.

Tipo de filtro	Quantidade	Valor unitário	Periodicidade	Número de trocas	Gasto total em 15 anos
FILTRO HEPA	41	R\$1.519,00	3 em 3 anos	5	R\$311.395,00
FILTRO HEPA	41	R\$1.519,00	5 em 5 anos	3	R\$186.837,00

Logo, conclui-se que, na edificação estudada, seria possível economizar, em 15 anos, cerca de R\$125.000,00. Vale ressaltar que, tal construção trabalhada possui a necessidade de 41 filtros HEPA, porém existem edifícios que necessitam um número de até mesmo três (3) dígitos, fazendo com que a economia seja ainda mais significativa.

Outra proposta é a não necessidade da utilização de manômetros individuais em cada máquina. No decorrer da evolução do trabalho, foi visto que a norma ABNT 7256 propõe a presença de um manômetro individual na máquina. Porém, a utilização de um manômetro de porta dupla para o monitoramento dos filtros é suficiente para a implantação do procedimento de manutenção preditiva proposto, por meio da leitura individual e registro da perda de carga de cada filtro, e para a promoção da garantia da qualidade do ar. Ademais, a questão financeira é novamente agravante para discutir. Assumindo que, para a implantação da outra solução sugerida, as 41 máquinas necessitam de, ao todo, 41 pressostatos individuais e 41 lâmpadas de LED 24V, conclui-se que é mais vantajosa a solução de leitura por um manômetro portátil de porta dupla, pois apenas 1 instrumento consegue proporcionar um monitoramento adequado. A seguir, a tabela compara valores médios, levando em consideração o Pressostato diferencial para ar on/off marca Dwyer série

ADPS modelo ADPS-05-2-N em conjunto com a lâmpada de LED 24V e manômetro de porta dupla marca Fieldpiece modelo SDMN5:

Tabela 4. Comparação dos custos médios dos instrumentos de medição propostos.

Instrumento	Mecanismo de medição	Custo unitário	Qtde necessária	Custo total
Pressostato diferencial para ar on/off marca Dwyer série ADPS modelo: ADPS-05-2-N	Contato é fechado ao atingir saturação	R\$135,00	41	R\$6.150,00
Lâmpada de LED 24V	Acende com o fechamento do contato	R\$15,00	41	
Manômetro de porta dupla marca Fieldpiece modelo SDMN5	Medição direta em cada máquina	R\$579,00	1	R\$579,00

Assim, para uma quantidade de 41 máquinas, é possível ter um gasto cerca de 90% menor utilizando manômetro portátil. A relevância ainda se dá nos edifícios que possuem um número maior de máquinas, elevando ainda mais essa porcentagem.

Como planos de continuidade e melhoria deste projeto, está prevista a implantação da rotina de monitoramento da pressão diferencial dos demais estágios de filtragem, englobando todas as máquinas do prédio, com o início da rotina de aquisição periódica dos dados para o andamento do processo. O próximo passo será a implantação da rotina de manutenção preditiva dos filtros bolsa, e, posteriormente, serão avaliados os benefícios da implantação do processo nos pré-filtros. Além disso, a edificação estudada faz parte de uma rede de hospitais cuja construção da mais nova unidade está em fase de obra, e será implementado o processo já na instalação das máquinas.

6. REFERÊNCIAS

- ABNT NBR 7256. 2005. Tratamento de ar em estabelecimentos assistenciais de saúde (EAS) – Requisitos para projeto e execução das instalações.
- AirLink Filtros Industriais. 2016. Como funciona o filtro HEPA no ambiente hospitalar? *Referência* <http://www.airlinkfiltros.com.br/artigos/como-funciona-o-filtro-hepa-no-ambiente-hospitalar/>
- BRASIL, 2018. Lei 13589, 4 de janeiro de 2018.
- Chi-Chi Lin e Hsuan-Yu Chen. 2010. Impact of HVAC filter on indoor air quality in terms of zone removal and carbonyls generation. *Atmospheric Environment*.
- FAKHOURY, N. A. 2017. Estudo da qualidade do ar interior em ambientes educacionais. Dissertação de Mestrado – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. P. 21-23.
- JENKLINS, P. L.; PHILLIPS, T. J.; MULBERG, J. M.; HUI, S. P. 1992. Activity patterns of Californians: use of proximity to indoor pollutant sources. *Atmospheric Environ*, p. 291-293.
- Revista Meio Filtrante. 2014. Sistema de filtragem para sala limpa e ambientes controlados. *Referência* <http://www.meiofiltrante.com.br/internas.asp?id=16576&link=noticias>
- Revista TAE. 2013. Fonte: <http://www.revistatae.com.br/6495-noticias>
- Só Filtro. Fonte: http://www.sofiltro.com.br/scripts/produtos/ar/fs_msd_100_dc.asp
- Ying Xu et al. 2010. Effectiveness of heating, ventilation and air conditioning system with HEPA filter unit on indoor air quality and asthmatic children's health. *Building and Environment*.
- Yoo, J. Y. et al. 2015. Development of na activated carbono filter to remove NO2 and HONO in indoor air. *Journal of Hazardous Materials*.

IMPROVING THE PROCESS OF FILTER CHANGE BY MONITORING THE SATURATION

Abstract. Observing the lack of standardization and seeking to improve the process, this article's focus is to optimize the exchange of HEPA(High Efficiency Particulate Air) filters, since unnecessary changes occur frequently. From the point of view of predictive maintenance, the machines were monitored by measuring the pressure difference by a manometer. The measurements obtained varied between 150 and 210Pa, which does not match the need for exchange, since, according to the manufacturer, saturation of HEPA filters occurs at 600Pa. Concluding, then, that unnecessary exchanges are relevant. In addition, the work presents solutions to improve monitoring and reduce costs.

Keywords: Saturation, HEPA Filters, Conditioning Air, IAQ