



XVIII CONBRAVA - CONGRESSO BRASILEIRO DE REFRIGERAÇÃO, AR-CONDICIONADO, VENTILAÇÃO, AQUECIMENTO E TRATAMENTO DO AR
São Paulo Expo – 13 à 15 de setembro de 2023

TECNOLOGIAS APLICADAS NA GARANTIA DA PERFORMANCE E EFICIÊNCIA NO TRATAMENTO DO AR EM ESTABELECIMENTOS ASSISTENCIAIS DE SAÚDE

PAPER 59

RESUMO

Atualmente os estabelecimentos assistenciais de saúde possuem requisitos altíssimos do ponto de vista operacional, fazendo com que o projeto, instalação, manutenção e operação do sistema de climatização possam ser considerados "missão crítica". O grande olhar dos profissionais do AVAC na questão de segurança de operação e eficiência energética está sempre voltado aos equipamentos com ciclos de refrigeração tais como Chillers (resfriadores de líquido) e unidades condensadoras, ou caldeiras e recuperadores de calor. Mas pouca atenção é dada no que de fato garante a qualidade do ar, e na operação segura destes ambientes, que são as unidades de tratamento de ar, e mais recentemente os fancoletes. Apesar da preocupação dos projetistas e consultores na definição de equipamentos e sistemas que atendam as normas e garantam a QAI, clientes finais, construtores e instaladores tem buscado simplificar as soluções visando redução de custo. Na prática, isso diminui a eficiência dessas unidades e de todo o sistema, bem como dificultam a operação e manutenção dos sistemas, fazendo que a climatização opere fora da norma ou das boas práticas. Diversas tecnologias foram desenvolvidas nos últimos anos na busca da melhor performance e eficiência em unidades de tratamento de ar e até fancoletes, classificados como hospitalares. Essas tecnologias vêm ao encontro com a necessidade de segurança ambiental dos ocupantes, concomitante à operação cada vez mais sustentável. Este trabalho visa demonstrar a importância e correta aplicação dessas tecnologias que passam por gabinetes, conjunto moto ventiladores, filtragem e principalmente automação e controles. Destacar tecnologias necessárias para operação dessas UTAs ou fancoletes com sistema de expansão direta.

Palavras-chave: Climatização Hospitalar. Qualidade do Ar. Unidades Assistenciais de Saúde.

ABSTRACT

Currently, health care facilities have very high requirements from operational point of view, making the design, installation, maintenance, and operation of the air conditioning system considered "critical mission". HVAC professionals' great focus on operating safety and energy efficiency is always on equipment with refrigeration cycles such as chillers (liquid coolers) and condensing units, or boilers and heat exchangers. But little attention is paid to what guarantees air quality and the safe operation of these environments, which are air handling units and, more recently, fancoils. Despite the concern of designers and consultants in defining equipment and systems that meet standards and guarantee IAQ, end customers, builders and installers have sought to simplify solutions to reduce costs. In practice, this reduces the efficiency of these units and the entire system, as well as making it difficult to operate and maintain the systems, causing the air conditioning to operate outside the standards or good practices. Several technologies have been developed in recent years searching for better performance and efficiency in air handling units and even fancoils dedicated to hospitals and similar applications. These

technologies meet the occupants' need for environmental safety, concomitant with an increasingly sustainable operation. This work aims to demonstrate the importance and correct application of these technologies that go through casings, motor fan sets, filtering and mainly automation and controls. Highlight technologies necessary for the operation of these UTAs or fancoils with a direct expansion system.

Keywords: Hospital Air Conditioning. Air quality. Health Assistance Units.

1 INTRODUÇÃO

A qualidade do ar em ambientes hospitalares é um tema cada vez mais relevante no contexto da saúde pública, visto que a contaminação do ar pode afetar a saúde de pacientes e profissionais de saúde. A presença de microrganismos e agentes químicos nocivos no ar pode aumentar o risco de infecções hospitalares, piorar a condição de pacientes com doenças respiratórias e comprometer a eficácia de procedimentos cirúrgicos e terapêuticos. Diante dessa realidade, a adoção de tecnologias avançadas para garantir a performance e eficiência no tratamento do ar em estabelecimentos assistenciais de saúde torna-se imprescindível. Outro fator importante na aplicação de novas tecnologias é garantir os correntes padrões de qualidade do ar com o mínimo dispêndio energético, além de buscar facilitar a manutenção dos sistemas, visto que a operação é tão ou mais crítica que a implantação do sistema. Neste trabalho, serão abordados os principais desafios relacionados à qualidade do ar em ambientes hospitalares, as tecnologias disponíveis para o tratamento do ar e suas aplicações práticas na garantia da segurança e bem-estar de pacientes e profissionais de saúde. As unidades de tratamento de ar, além dos comumente chamados “fancoletes” são os equipamentos aplicados na climatização de hospitais, clínicas e ambientes correlatos da área de saúde. Por este motivo, este grupo de equipamentos serão o foco de desenvolvimento deste trabalho. Serão também discutidos os resultados de estudos e aplicações práticas que avaliaram a eficácia das novas tecnologias, bem como as tendências futuras na área.

Serão apresentadas no trabalho novas tecnologias aplicadas em unidades de tratamento de ar e fancoletes destinados a EAS (ESTABELECIMENTOS ASSISTENCIAIS DE SAÚDE), que devem atender os requisitos da NBR 7256:2021¹. Em todas as soluções apresentadas serão evidenciados o ganho de performance comparativamente com equipamentos que não dispões das soluções e tecnologias apresentadas.

O objetivo do trabalho é conscientizar empreendedores, construtores e instaladores a aplicar equipamentos que possuam as melhores soluções e tecnologias que atendam os requisitos de projeto, bem como proporcionem uma eficiência energética e de operação, corroborando com todos os preceitos de ESG (environmental, social and governance)

¹ Norma Brasileira ABNT NBR 7256:2021

2 METODOLOGIA

Basicamente, consiste na pesquisa qualitativa de artigos técnicos, livros, monografias, catálogos de fabricantes e publicações, algumas citadas no fim deste artigo. Bem como no estudo e desenvolvimento prático do próprio autor. Consulta e busca de referência e fundamentação teórica, sobre as várias tecnologias e práticas aplicadas no tratamento do ar em ambientes assistências de saúde em todo o mundo.

Como são diversas as tecnologias aplicadas para obtenção e garantia da performance na climatização em EAS, o trabalho vai subdividir em temas ou soluções independentes que somadas resultem na adequada qualidade do ar interno dos ambientes aqui tratados.

Todas as soluções mecânicas apresentadas, possuem uma interdependência com componentes e aplicações eletroeletrônicos que são fundamentais para a garantia da performance de equipamentos e sistemas. Sendo assim, os itens de destaque citados podem ser mecânicos, mas sempre importante evidenciar os componentes elétricos e controles que atuam em cima do componente mecânico.

3 GABINETES

Como citado na introdução deste trabalho as unidades de tratamento de ar são os equipamentos mais indicados para a climatização em EAS. Um dos primeiros pontos de observação quanto a garantia de performance é o gabinete. No Brasil, não existem normas e classificações específicas para equipamentos de ar-condicionado, apenas boas práticas que buscam especificar espessura de isolamento térmico e estanqueidade.

A espessura e tipo de isolamento do gabinete visam minimizar perdas térmicas por condução. Mas o fator ponte térmica é correntemente negligenciado, ocasionando uma perda de eficiência térmica e energética no gabinete, decorrendo possível condensação, uma vez que existem pontes de condução de calor e uma indesejada troca térmica. Através destas chamadas pontes térmicas acontece o esfriamento da face externa do gabinete, que em contato com o ar quente e úmido da casa de máquinas, provoca uma condensação indesejada.

Com relação à estanqueidade observa-se que grande parte dos memoriais técnicos de projetos de AVAC para EAS existe requisitos de estanqueidade relacionados à norma técnica britânica DW/143² destinada a testes de dutos de ar-condicionado e ventilação. O indicado geralmente é a classificação C da referida norma.

Ou seja, sem uma classificação específica para unidades de tratamento de ar e sem considerar fatores como resistência mecânica e ponte térmica, as especificações acabam por não ter uma abordagem apropriada, permitindo que sejam aplicados condicionadores de ar de conforto), que não possuem

² DW/143 – DUCT WORK LEAKAGE TESTING

nenhuma característica de gabinete compatível com a aplicação em EAS.

Diante desse cenário se faz necessário especificar e referenciar parâmetros corretos para gabinetes de unidades de tratamento de ar.

O trabalho de pesquisa sobre estudos e normas internacionais identificou que as melhores referência de padrão de unidades de tratamento de ar são definidos pela entidade certificadora europeia Eurovent, através da norma EN1886³.

Com base nos estudos realizados a classificação mínima recomendada para EAS se tratando de gabinetes são as classificações D1 (resistência mecânica), L1/L2 (Estanqueidade), T2 (Transmissão térmica pelo Gabinete) e TB2 (fator de quebra de ponte térmica).

A seguir serão detalhados os parâmetros descritos acima.

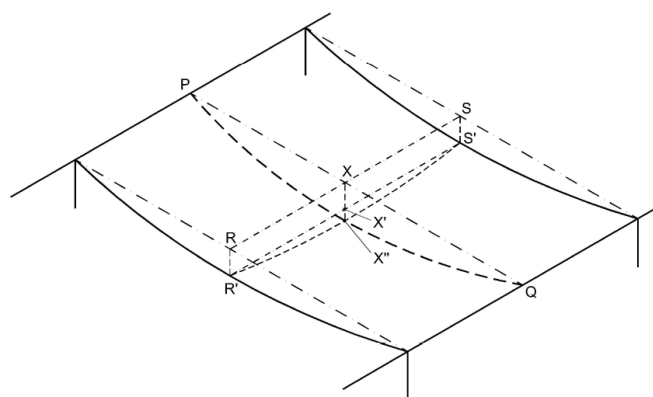
O primeiro critério é relativo ao teste de resistência mecânica do gabinete quanto a deflexão, onde a classe D1 é indicada para unidades de excelente resistência mecânica.

Quadro 1 - Classificação de resistência do gabinete de unidades de tratamento de ar

Classe Invólucro	Deflexão Relativa Máxima $\text{mm} \times \text{m}^{-1}$
D1	4
D2	10
D3	Acima de 10

Fonte: Traduzido da tabela 2 da norma EN1886:2007 pagina 9

Figura 1 — Deflexão dos painéis e caixilhos das unidades de tratamento de ar



Fonte: Norma EN1886:2007 pagina 12

No quesito estanqueidade a norma prevê limites de acordo com o grau de filtragem, indicando o vazamento máximo permitido

Quadro 2 — Classes de vazamento de ar no gabinete das unidades de

³ EN 1886:2007 - Ventilation for buildings - Air handling units - Mechanical performance

tratamento de ar, pressão de teste negativa de 400 Pa

Classe de vazamento do gabinete	Range de Vazamento Máximo (f_{400}) $l \times s^{\wedge-1} \times m^{\wedge-2}$	Classe de Filtragem (EN7799)
L1	0,15	Superior a F9
L2	0,44	F8 a F9
L3	1,32	G1 a F7

Fonte: Traduzido da tabela 4 da norma EN1886:2007 pagina 13

Quadro 3 — Classes de vazamento de ar do gabinete de unidades de tratamento de ar, pressão de teste positiva de 700 Pa

Classe de vazamento do gabinete	Range de Vazamento Máximo (f_{700}) $l \times s^{\wedge-1} \times m^{\wedge-2}$
L1	0,22
L2	0,63
L3	1,90

Fonte: Traduzido da tabela 5 da norma EN1886:2007 pagina 14

Com relação à transmissão térmica o recomendado é acima da classe T2

Quadro 4 – Classificação de transmissão térmica U em gabinetes de unidades de tratamento de ar

Classe	Transmissão Térmica (U) $W \times m^{\wedge-2} \times K^{\wedge-1}$
T1	$U \leq 0,5$
T2	$0,5 < U \leq 1,0$
T3	$1,0 < U \leq 1,4$
T4	$1,4 < U \leq 2,0$
T5	Sem requisito

Fonte: Traduzido da tabela 8 da norma EN1886:2007 pagina 24

Não menos importante o fator de ponte térmica deve ficar classe acima da T2

Quadro 5 – Classificação do fator de ponte térmica no gabinete

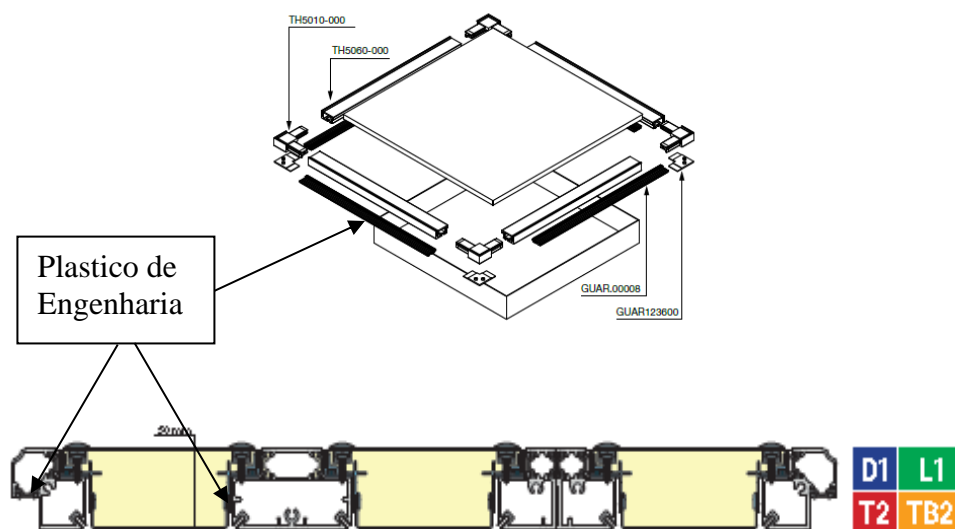
Classe	Fator de Ponte Térmica (kb)
TB1	$0,75 < kb < 1,00$
TB2	$0,60 \leq kb < 0,75$
TB3	$0,45 \leq kb < 0,60$
TB4	$0,30 \leq kb < 0,45$
BT5	Sem requisito

Fonte: Traduzido da tabela 9 da norma EN1886:2007 pagina 25

Atualmente existem muitas tecnologias que possibilitam atender às classificações mínimas indicadas.

Estrutura rígida e robusta em perfis de aço ou alumínio. Painéis com isolamento em placas ou injeção de poliuretano na espessura de 50 mm e densidade entre 35 e 55 kg/m³. Opcionalmente placas de lã de rocha com densidade 100 kg/m³ e espessura 50 mm. Plástico de engenharia entre os perfis e painéis internos e externos.

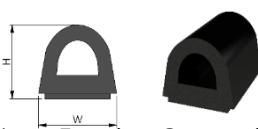
Figura 2 — Modelo construtivo de painéis e estruturas de UTA classe T2/ TB2



Fonte: Catálogo Técnico Comercial fabricante Arosio Linha THOR

Com relação a estanqueidade é importante o uso de gaxetas que formem um bolsão de ar que acomodem e moldem às imperfeições e sobressalências entre painel e estrutura. Vários designs podem ser utilizados geralmente produzidas em EPDM com células fechadas que não absorvem umidade.

Figura 3 — Modelo gaxetas em EPDM com perfil tipo “bolha”



Fonte: Catálogo Técnico Comercial fabricante Industrilas

Outro importante fator para colaborar a atingir os níveis máximos de estanqueidade é utilizar o mínimo de portas e painéis removíveis, somente os necessários para correta manutenção. Os demais painéis deverão ser fixos e calafetados internamente com selantes do tipo silicone a base de epóxi.

4 FILTRAGEM DE AR

Com exceção de quartos individuais, todos os demais ambientes hospitalares na última revisão da norma NBR 7256 passaram a ter a necessidade de filtragem mínima F8, como forma de minimizar o particulado interno (poluentes), além de retenção de vírus e bactérias que provocam a

contaminação dos pacientes, acompanhantes, equipe médica e trabalhadores.

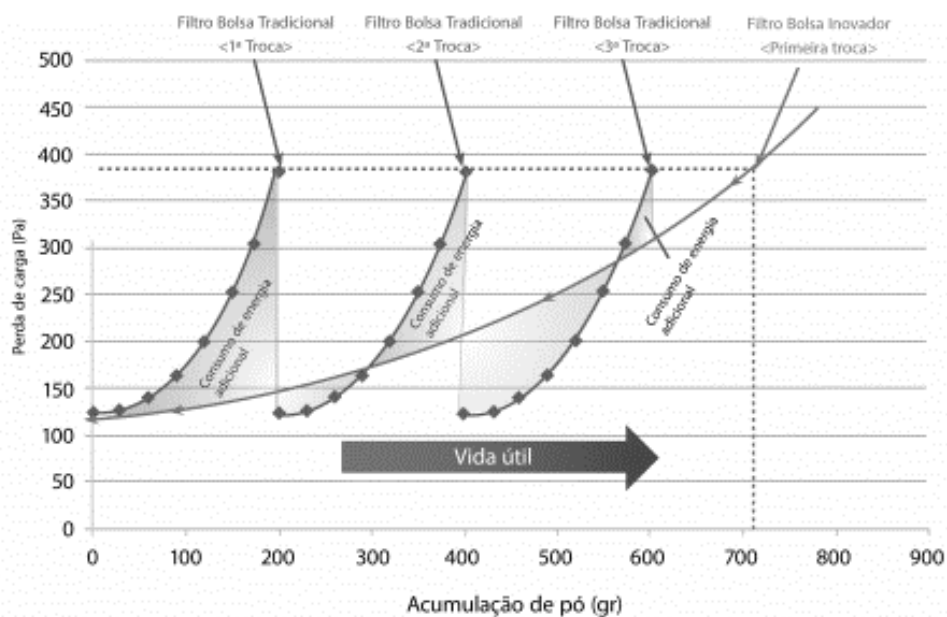
Com isso todos os condicionadores de ar aplicados obrigatoriamente deveriam ser unidades de tratamento de ar ou fancoletes especiais, comumente chamados de hospitalares.

Portanto a qualidade dos filtros é totalmente relevante, bem como são assentados em seus caixilhos, para obter a devida estanqueidade. Por fim, filtros que possuem menor perda de carga inicial, proporcional uma economia relevante de energia durante a vida útil, bem como podem ter uma vida útil maior. Os filtros finos e absolutos exigem maiores pressões estáticas e controle de velocidade nos ventiladores, devida a variação de perda de carga, de acordo com sua sujidade, tema esse que será tratada na secção de ventiladores deste trabalho.

Com relação aos filtros finos as opções disponíveis são filtros do tipo bolsa ou planos plissados.

Importante que a escolha dos filtros seja baseada em fabricantes e materiais que tenham uma perda de carga inicial baixa e uma curva de saturação com menor perda de carga no período inicial de utilização. Isso vale tanto para filtros finos e absolutos, mas também os pré filtros grossos.

Figura 4 — Gráfico vida útil filtros finos versus perda de carga



Fonte: artigo Revista Engenharia e Arquitetura, janeiro 5, 2018

Como citado pelo Eng. José Augusto S. Senatore no artigo para revista Engenharia e Arquitetura⁴, outros fatores são importantes para escolha de filtros de ar.

“É comum ser estabelecido pelos usuários e projetistas os critérios de eficiência

⁴ Revista Engenharia e Arquitetura, janeiro 5, 2018

de filtragem, perda de carga inicial e vazão de trabalho como únicos critérios para a seleção de um filtro. Essa abordagem é importante, porém não é mais suficiente dentre as novas demandas por filtros mais modernos e com menor custo total de propriedade (TCO – total cost of ownership em inglês). Cada vez mais é empregado o critério do TCO para a definição do sistema de filtragem a ser utilizado, visando manter o desempenho necessário com o menor impacto financeiro no negócio. A figura 4 apresenta alguns dos parâmetros a serem considerados para a tomada de decisão de compra de filtros.”

Neste sentido é importante ressaltar a correta substituição dos filtros para que o sistema se mantenha em operação eficiente e a qualidade do ar garantida

Tempo estimado para troca de filtro:

Grossos e Médios G3 / G4 / M5 : Troca Mensal

Finos F8 / F9 : Troca Trimestral

Hepa ISO H35: Troca Semestral

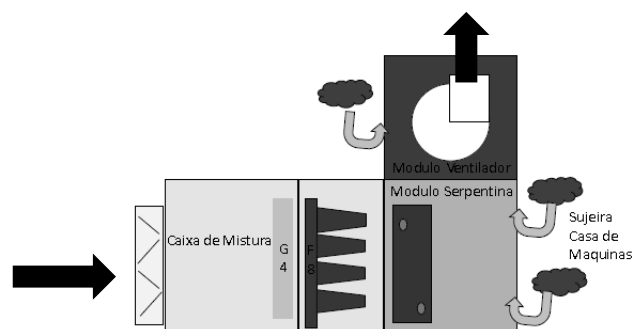
Apesar de existirem estudos que apotam os tempos acima, principalmente nos casos dos filtros finos e absolutos (Hepa) é fundamental o monitoramento para sabermos o tempo correto, evitando troca prematura ou tardia. O principal fator é a perda de carga de cada filtro, que deve ser calculada de acordo com a curva do filtro e vazão de ar de seleção. É errado afirmar por exemplo que um filtro fino deve ser trocado ao atingir a perda de carga de 300 Pa, ou no caso do filtro Hepa atingir 600 Pa. Porque a saturação do filtro pode ser atingida antes que ele chega a essa perda de carga indicada acima e a vazão de ar da UTA ou fancolete ir diminuindo o que causa diversos problemas ao sistema.

Como ferramenta para equipe de manutenção dos EAS é fundamental aplicação de dispositivos de monitoramento dos filtros.

Manômetros locais podem ser instalados, sendo tipo coluna inclinada ou magnahelic. Mas o mais indicado são pressostatos diferenciais que devem ser configurados com a pressão de saturação dos filtros enviando um sinal digital para o sistema de automação que alarma a troca do filtro. Mais sofisticado é o transmissor de pressão diferencial, que envia sinal analógico ao controlador lógico programável que irá monitorar e avisar quando da saturação do filtro. A posição do filtro Fino e absoluto é muito importante de ser observada. Fica claro na NBR 7256:2021 que os filtros finos e hepa devem estar a juzante do ventilador. Ainda assim, é comumente encontrado no mercado equipamentos de conforto com F8 na caixa de mistura como na figura 5.

Essa aplicação possibilita que a sujeira da casa de máquina seja succionada para dentro do condicionador de ar, por serem gabinetes de baixa estanqueidade, levando todo esse particulado ao ambiente. Normalmente são fancoils com acionamento por polia e correia, que se desgasta soltando fuligem, que também vai para o ambiente.

Figura 5 — Equipamento de conforto com filtro fino a montante do ventilador



Fonte: Figura elaborada pelo autor

Com a aplicação de ventiladores do tipo plug fan acoplados diretamente em motores eletronicamente comutados é possível termos unidades de tratamento de ar inclusive verticais com filtros finos e hepa como elementos terminais da unidade, dispostos exatamente após o ventilador como exige a norma. No proximo item o trabalho vai tratar melhor deste tipo de conjunto moto ventilador.

Figura 6 — UTA com filtro fino e Absoluto a jusante do ventilador



Fonte: Modelagem 3D elaborada pelo autor

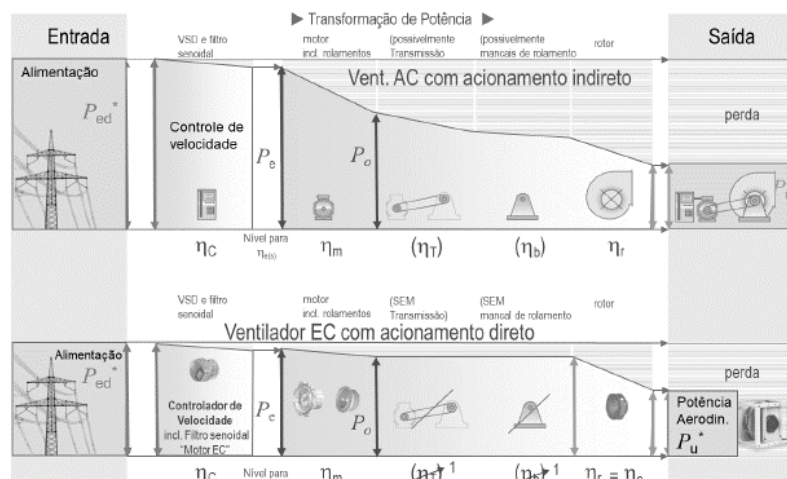
5 CONJUNTO MOTO VENTILADOR

No mercado existem UTA e fancoletes com ventiladores de rotores “siroccos” com motor de corrente alternada que não possuem pressão suficiente para suportar filtros finos, mas mesmo assim são utilizados em fancoletes hospitalares. Também são aplicados ventiladores centrifugos com rotor “limit load” de polias e correias acianados com motor AC e por vezes controlados por inversor de frequencia. Como evolução surgiu a aplicação do sistema “plenum fan” com motores AC e acionados por inversores de frequencia, já sendo um solução mais moderna em termos de UTA. Mas por fim, destacam-se os ventiladores plenum fan com motores eletronicamente comutados (EC)

acomplados diretamente e velocidade variável que tem infinitos benefícios quando comparados com as opções anteriores.

Primeiro ponto que o trabalho busca destacar na aplicação é a eficiência energética muito bem representada na figura 7

Figura 7 — Comparativo de eficiência entre ventiladores convencionais versus EC



Fonte: Apresentação Energy Efficiency Workshop Presentation –Marco Dutra⁵

O fator consumo de energia é fundamental no tratamento do ar quando considerado que um EAS normalmente opera quase 24 hs e 360 dias por ano, sendo que o sistema HVAC é responsável por 40% do consumo energético de um hospital. Sendo assim, esse é um fator mandatário no que tange a sustentabilidade ambiental e financeira.

Abaixo segue um estudo de comparativo energético em fancoletes hospitalares de capacidade nominal de 1,5TR entre fabricantes que utilizam ventiladores sirocco AC, sirocco EC e o plenum fan EC, considerando 40 unidades em um determinado Hospital.

Quadro 6 — Comparativo de eficiência entre ventiladores fancoletes

Fabricante	A	B	C
Motorização	Sirocco AC	Sirocco EC	Plug Fan EC
Quantidade	40	40	40
Capacidade Nom (TR)	1,5	1,5	1,5
Potência Instalada (W)	920	920	340
Consumo Máximo (W)	750	770	310
Consumo Medio (W)	750	550	255
Operação diária (h)	24	24	24
Dias de Operação ano	300	300	300
Consumo Máximo Ano (kWh)	5400	5544	2232
Consumo Médio Ano (kWh)	5400	3960	1836

Fonte: Planilha elaborada pelo autor baseada nos catalogos dos fabricantes

⁵ Apresentação Energy Efficiency Workshop Presentation – Marco Dutra

Para que seja obtido o ganho energético, seja mantido o nível de ruído e não falte vazão de ar em toda a operação de uma unidade de tratamento de ar ou fancolete é imprescindível ser instalado um sistema de controle de vazão constante. Com a saturação dos filtros o ventilador deve ter variada sua velocidade em função dessa variação de perda de carga. Aplicar a rotação final ou variar por temperatura não garante a vazão correta de projeto e não possibilita o melhor consumo. O Transmissor de Pressão recebe a medição de pressão diferencial entre o ponto de menor pressão na UTA que é o painel onde é fixado o cone de sucção do ventilador e o de maior pressão que é no meio do cone de sucção. Cada ventilador tem um constante K em que é possível calcular a vazão de ar em função da pressão diferencial.

$$Q = K * \sqrt{\Delta P}$$

Onde:

Q é a vazão de ar em metros cúbicos por hora (m³/h)

K é a constante de vazão do ventilador, expressa em metros cúbicos por hora por raiz quadrada de Pa (m³/h / $\sqrt{\text{Pa}}$)

ΔP é a pressão diferencial através do ventilador, em Pascals (Pa)

Com um sistema PID (controle Proporcional-Integral-Derivativo) do próprio transmissor ou de um CLP é possível comparar a pressão recebida com o set point de vazão requerido. O Transmissor ou CLP envia um sinal analógico ao motor eletrônico para que varie sua velocidade até o ponto de equilíbrio da vazão de ar. Ao passo que os filtros saturam, o sistema vai corrigindo a vazão de ar. Sem esses dispositivos é impossível o controle correto e manutenção da vazão constante do ar.

6 CONCLUSÕES

A garantia da qualidade do ar e o controle biológico em estabelecimentos de saúde são aspectos cruciais que dependem de vários fatores. Desde a concepção de um bom projeto até o cumprimento de normas e a utilização de produtos e equipamentos adequados, todos esses elementos desempenham um papel importante. No entanto, é fundamental dar atenção especial às unidades de tratamento de ar e aos fancoletes hospitalares, que desempenham um papel fundamental no processo de

descontaminação e manutenção das condições de acordo com o projeto e as normas.

Nos últimos anos, foram desenvolvidas diversas tecnologias para tornar esses equipamentos mais confiáveis, eficientes e capazes de proporcionar melhores resultados em termos de qualidade do ar. No entanto, é importante ressaltar que todas essas tecnologias só podem operar corretamente se forem totalmente automatizadas. Dependendo de operações manuais, que envolvem colaboradores do estabelecimento ou profissionais de manutenção, significa ter a certeza de que o ambiente não estará dentro das condições corretas durante todo o ano.

Apenas equipamentos modernos e completamente automatizados podem garantir o controle biológico dos ambientes, além de possibilitar ao gestor do estabelecimento uma operação sustentável do ponto de vista energético e financeiro. Isso também facilita muito o trabalho do operador e do mantenedor do sistema de AVAC (Aquecimento, Ventilação e Ar-Condicionado). É essencial que essas tecnologias estejam disponíveis no mercado e sejam exigidas pelos projetistas, proprietários de estabelecimentos privados e gestores de estabelecimentos públicos. Dessa forma, os órgãos de vigilância sanitária e a ANVISA podem ter confiança de que os sistemas estão adequados às boas práticas e normas em vigor.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à contribuição do Eng. José Augusto Senatore que contribui com estudos sobre filtragem, bem como ao Eng Marco Dutra que disponibilizou seus estudos sobre ventiladores plug fan com motorização eletrônica.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7256**: Informação e documentação - Referências - Elaboração. Rio de Janeiro, 2021.

HEATING AND VENTILATING CONTRACTORS' ASSOCIATION. **DW/143**: Informação e documentação - Referências - Elaboração. London, 1994.

Technical Committee CEN/TC 156 - "Ventilation for buildings" (Secretariat: BSI, United Kingdom). **EN 1886:2007**: Ventilation for buildings - Air handling units – Mechanical performance - London, 2007.

SENATORE, José Augusto. Artigo **Filtragem do ar: uma nova era está surgindo** – Revista Engenharia e Arquitetura – Qualidade do Ar Interno – São Paulo, janeiro 5, 2018

DUTRA, Marco. Apresentação: **Energy Efficiency Workshop Presentation** – Workshop: Reduce your buildings energy consumption – Dubai, October 10, 2018