

CLIMATIZAÇÃO E RENOVAÇÃO DE AR NO AMBIENTE HOSPITALAR EM TEMPOS DA COVID-19

AIR CONDITIONING AND AIR RENEWAL IN THE HOSPITAL ENVIRONMENT IN TIMES OF COVID-19

João Ferreira da Silva Neto¹
Vicente de Vasconcelos Claudino Filho²
Eloide Teles Silva Grisi³

¹Graduando em Engenharia Mecânica, Faculdade Internacional da Paraíba – FPB

²Doutor em Engenharia

³Coordenadora do curso de Engenharia Mecânica, Faculdade Internacional da Paraíba – FPB

Resumo

Os Sistemas de Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado (AVAC) são utilizados para preservar a temperatura e a umidade do ar interno em níveis saudáveis e confortáveis, puxando o ar externo para dentro, favorecendo para uma ventilação adequada. Um sistema conservado e manuseado adequadamente pode diminuir a disseminação de doenças respiratórias em espaços internos, melhorando a eficiência da troca de ar, reduzindo a recirculação de ar e aumentando a utilização do ar externo. Observa-se que a disseminação constante de uma carga viral em um ambiente sem a renovação de ar pode resultar na contaminação do local. A falta ou deficiência de renovação pode facilitar que aerossóis contaminados permaneçam por mais tempo no ar ou sejam depositadas nas superfícies com maior facilidade. Em um ambiente com pessoas infectadas, respirando e tossindo ou espirrando, a carga viral tende a expandir, assim o aumento da renovação do ar é fundamental, especialmente em ambientes hospitalares que tratam pacientes com variantes da SARS-CoV-2 e estão sujeitos constantemente a fatores contaminantes.

Palavras-chave: Renovação de ar, Climatização, COVID-19.

Abstract

Heating, Ventilation and Air Conditioning (HVAC) Systems are used to preserve the temperature and humidity of the indoor air at healthy and comfortable levels, pulling the outside air in, favoring adequate ventilation. A properly maintained and maintained system can decrease the spread of COVID-19 indoors by improving air exchange efficiency, reducing air recirculation, and increasing outdoor air utilization. It is observed that the constant dissemination of a viral load in an environment without air renewal can result in contamination of the site. The lack or deficiency of renewal can make it easier for contaminated aerosols to remain longer in the air or to be deposited on surfaces more easily. In an environment with infected people, breathing and coughing or sneezing, the viral load tends to expand, so increasing air renewal is essential, especially in hospital environments that treat patients with coronavirus and are constantly subject to contaminating factors.

Keywords: Air renewal, Air conditioning, COVID-19.

1. INTRODUÇÃO

A ventilação é o meio de transportar ar fresco e externo para dentro, deixando o ar interno para fora, tendo como objetivo de preservar ou melhorar a qualidade do ar. Uma maneira para readequar a ventilação de um ambiente é utilizando o sistema conhecido como Sistemas de Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado (AVAC). Este sistema AVAC é utilizado para conservar a temperatura e a umidade do ar interno em níveis saudáveis e confortáveis, puxando o ar externo para dentro (OMS, 2021; OMS, 2021).

O condicionamento de ar, componente do sistema AVAC, é um procedimento que tem o intuito de administrar conjuntamente a temperatura, a umidade, a movimentação, a renovação e a qualidade de ar em um ambiente. Em determinadas situações tem a função de regular também o nível de pressão interna do ambiente em relação aos ambientes adjacentes (NBR 16401-1, 2008, p.2).

O sistema de ar-condicionado comanda a qualidade do ar interior através da renovação por ar exterior e pela filtragem de todo ar insuflado. A renovação diminui a acumulação no ambiente de poluentes gasosos, biológicos e químicos, que não são retidos nos filtros. A filtragem de ar tem como finalidade conter a concentração no ambiente dos poluentes trazidos do ar exterior e os gerados internamente, os quais são conduzidos pelo ar recirculado, impedindo sua concentração no sistema (NBR 16401-3, 2008, p.7)

Um sistema mantido e manuseado adequadamente pode diminuir a disseminação de COVID-19 em espaços internos, aumentando a proporção de troca de ar, reduzindo a recirculação de ar e aumentando a utilização do ar externo. O coronavírus 2 da síndrome respiratória aguda grave (SARS-CoV-2), também conhecido como COVID-19 (coronavirus de 2019), tem como uma das formas de transmissão a inalação de aerossóis contaminados com o vírus (LEDNICKY *et al.*, 2020; OMS, 2021).

A Associação Brasileira de Refrigeração, Ar Condicionado, Ventilação e Aquecimento (ABRAVA) em conjunto com diversas instituições, como o Ministério da Saúde, Organização Mundial da Saúde (OMS), Ashrae e Centro de Controle e Prevenção de Doenças (CDC), entre outros, declararam que a COVID-19 “é transmitida através do ar, por gotículas ou por aerossóis”. A partir do momento em que foi comprovado por diversas entidades que o coronavírus é transmitido pelo ar, a ventilação, renovação do ar e qualidade do ar interno em ambientes fechados ganharam maior notoriedade como ações para diminuição da contaminação (ABRAVA, 2021).

Segundo a OMS (2020), existem mecanismos da medicina que permitem a produção de gotículas pequenas, tipo aerossol, que conseguem se manter no ar e, consequentemente, infectar outras pessoas, uma vez que essas gotículas estejam contaminadas. Além disso, informa sobre relatos de uma maior contaminação do novo vírus em ambientes fechados como restaurantes, boates, locais de culto e de trabalho, salientando que, em ambientes com baixa ventilação, há a possibilidade de transmissão.

As condições de contaminação em locais de baixa ventilação pode ser ampliadas a ambientes climatizados, especificamente com o uso de equipamentos ambientes, como climatizadores tipo Split, (VRF split com vários evaporadores e só um forçador de calor), ambientes ou ar condicionado janela. Compreende-se que uma carga viral, sendo espalhada constantemente em um local sem a renovação de ar, tende a

infectar o ambiente (BRAGA, 2021). Não há referências de que o ar condicionado signifique um fator de risco, mas, vale ressaltar que há comprovações de que uma ventilação adequada pode prevenir as pessoas do contágio (ABRAVA, 2021).

Os equipamentos de climatização dutados possuem outros modos de movimentação e tratamento do ar, visto que possuem renovação de ar forçada, em que parte do ar é direcionado para fora do ambiente e a mesma porção de ar externo é introduzido no ambiente. Esse tipo de climatização é, primeiramente, mais seguro que quando utilizados os climatizadores ambientes, visto que uma parcela da massa de ar será expelida para fora e uma nova massa de ar será introduzida do exterior. No entanto, é necessário verificar essa massa de ar de renovação para certificar que a carga viral no ar seja baixa, de modo a não haver eventual infecção. Além disso, recomenda-se certificar que os dutos de insuflamento e retorno de ar não sejam comprometidos, como também a casa de máquinas (BRAGA, 2021).

A falta ou deficiência de renovação pode favorecer que esses aerossóis contaminados permaneçam por mais tempo no ar ou sejam depositadas nas superfícies com maior facilidade. Um sistema de renovação apropriado tende a expelir parte das partículas suspensas no ar. O CO₂ é a principal orientação das condições de renovação de ar em ambientes fechados e indica carência na renovação de ar no interior. A ventilação inadequada resulta no acúmulo de CO₂ e outros contaminantes do ar interior nos ambientes. A renovação de ar é indispensável para os ambientes climatizados, de maneira a garantir a qualidade do ar nos mesmos. A Norma Brasileira 16401 oferece sobre os aspectos necessários para manutenção da qualidade do ar interior (ABRAVA, 2021; BRAGA, 2021; FERREIRA; CARDOSO, 2013; NBR 16401-1, 2008).

Em um ambiente com pessoas infectadas, respirando e tossindo, a carga viral tende a expandir, assim o aumento da renovação é uma necessidade, sobretudo em ambientes hospitalares para tratamento do coronavírus, que estão expostos constantemente aos fatores contaminantes (BRAGA, 2021).

A Norma Brasileira 16401-1 regulamenta as práticas para a preservação e manutenção da qualidade de ar, tornando um ar puro em um ambiente sem qualquer tipo de ventilação, seja ela cruzada ou forçada. Dessa forma, é necessário que tenha uma maior orientação aos profissionais da área para que não permitam que ocorra a diminuição do nível de CO₂ abaixo do esperado em um ambiente totalmente fechado, bem como mantenha uma renovação adequada, tendo em vista a redução do risco de contaminação ou propagação de doenças virais respiratórias.

Portanto, o presente estudo visa provocar uma reflexão e conscientização aos profissionais de saúde e climatização em relação a qualidade de ar no ambiente hospitalar, tendo em vista o crescimento de doenças respiratórias contraídas através da inalação do ar, e, nesse contexto, dando ênfase na diminuição da propagação da COVID-19 através da renovação de ar.

2.METODOLOGIA

2.1(Materiais e métodos)

A metodologia utilizada para a realização do presente estudo foi através de pesquisa bibliográfica, utilizando artigos, livros, Normas Brasileiras e publicações com relevância científica, no que diz respeito a estudos que comprovam a importância de uma climatização ideal com uma renovação de ar adequada, em tempos da pandemia pela COVID-19 em ambiente hospitalar, para um ambiente seguro e sem risco de contaminações, a fim de conscientizar profissionais de saúde e de climatização.

3.RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 (Psicometria)

A ciência da Psicrometria se concentra em: “o ramo da física relacionado com a medida ou determinação das condições do ar atmosférico, particularmente com respeito à mistura ar seco – vapor d’água”, ou também, “aquela parte da ciência que está de certa forma intimamente preocupada com as propriedades termodinâmicas do ar úmido, dando atenção especial às necessidades ambientais, humanas e tecnológicas” (MARTINELLI JR, 2017).

Conhecer as condições de umidade e temperatura do ar é essencial. Além do conforto térmico, que depende mais da quantidade de vapor presente no ar do que propriamente da temperatura, também em muitos outros ramos da atividade humana. O ar destaca-se por seus elementos e pelos processos físico-químicos e biológicos que se propagaram, o planeta Terra possui, hoje, uma camada gasosa que o envolve, chamada de *ar atmosférico*, sendo essencial às formas de vida existentes na Terra (MARTINELLI JR, 2017).

O ar atmosférico é formado a partir de uma combinação de gases, e também de vapor d’água, além de uma mistura de agentes poluentes (fumaça, poeira e outros contaminantes gasosos ou não) existentes frequentemente em regiões distantes das origens da poluição. O ar seco, por sua vez, é o conjunto dos gases que compõem o ar atmosférico com exceção do vapor d’água, isto é, quando todo o vapor d’água e os contaminantes são eliminados do ar atmosférico (MARTINELLI JR, 2017).

Amplas medições têm apresentado que a formação do ar seco é ligeiramente contínua, tendo pequenas alterações na quantidade dos componentes com o tempo, localização geográfica e altitude. A constituição percentual, em volume ou número de moles por 100 moles do ar seco, é dada na Quadro 1 (MARTINELLI JR, 2017).

Quadro 1 - Composição do ar seco ao nível do mar:

Componente	Fórmula	% em volume	Massa molecular (kg/kg-mol)
Nitrogênio	N ₂	78,084	28,016
Oxigênio	O ₂	20,9476	32,000
Argônio	Ar	0,934	39,948
Dióxido de carbono	CO ₂	0,0314	44,010
Neônio	Ne	0,001818	20,183
Hélio	He	0,000524	4,0026

Metano	CH ₄	0,00015	16,03188
Dióxido de Enxofre	SO ₂	0 a 0,0001	64,064
Hidrogênio	H ₂	0,00005	2,01594
Criptônio	Kr	0,0002	93,80
Ozônio	O ₃	0,0002	48,000
Xenônio	Xe	0,0002	131,3

Fonte: ASHRAE, 1997.

A massa molecular aparente do ar seco é 28,9645 kg/kg-mol e a do vapor d'água é de 18,01528 kg/kg-mol, ambas na escala do carbono 12 (ASHRAE, 1997). A constante dos gases para o ar seco, fundamentada na escala do carbono 12 é:

Equação 1:

$$R_a = \frac{8314,41}{28,9645} = 287,055 \left(\frac{J}{kg.K} \right)$$

A combinação ar seco – vapor d'água é intitulada de ar úmido ou de mistura binária de ar seco e vapor d'água. A quantidade de vapor d'água existente nesse composto pode variar de zero até um valor equivalente à condição de saturação. Isso coincide à quantidade máxima de vapor d'água que o ar pode sustentar em determinada condição de temperatura, podendo o ar ser saturado ou não saturado. O ar saturado é um misto de ar seco e de vapor d'água saturado, ou seja, é o vapor d'água que é saturado, não o ar. Já o ar não saturado é a combinação entre o ar seco e o vapor d'água superaquecido (MARTINELLI JR, 2017).

A razão entre a massa de vapor d'água e a massa de ar seco em um dado volume de composição é chamada de *Razão de Umidade* (x).

Equação 2:

$$x = \frac{m_v}{m_A}$$

$$P = P_A + P_V \text{ isolando: } P_A = P - P_V$$

$$\text{mas: } P_A \cdot V = m_A \cdot R_A \cdot t$$

$$\text{assim: } \frac{P_A}{P_V} = \frac{m_A R_A}{m_V R_V}$$

$$\frac{m_v}{m_A} = \frac{P_V R_A}{P_A R_V} = x$$

$$x = \frac{R_A}{R_V} \cdot \frac{P_V}{P_A} = 0,622 \frac{P_V}{P_A}$$

$$x = \frac{0,622 \cdot P_V}{P - P_V}$$

Legenda: P= pressão atmosférica; P_V = pressão parcial do vapor; P_A = pressão parcial do ar seco; R_A = contante do ar; V= volume; t = temperatura seca; R_V = contante do vapor; m_A = massa de ar; m_V = massa de vapor; x = razão da umidade.

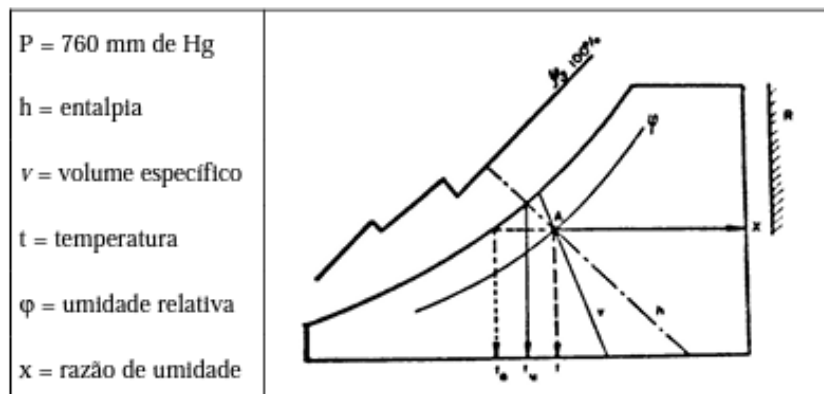
Fonte: MARTINELLI JR, 2017.

3.1.1 Diagramas Psicrométricos

As propriedades termodinâmicas da combinação ar seco – vapor d'água que compõem o ar atmosférico podem ser devidamente demonstradas em forma de diagramas, denominados *Diagramas Psicrométricos* ou *Cartas Psicrométricas*. Estes são elaborados para determinada pressão atmosférica, apesar de que, às vezes, sobrevenham curvas de correção disponível para outras pressões (MARTINELLI JR, 2017).

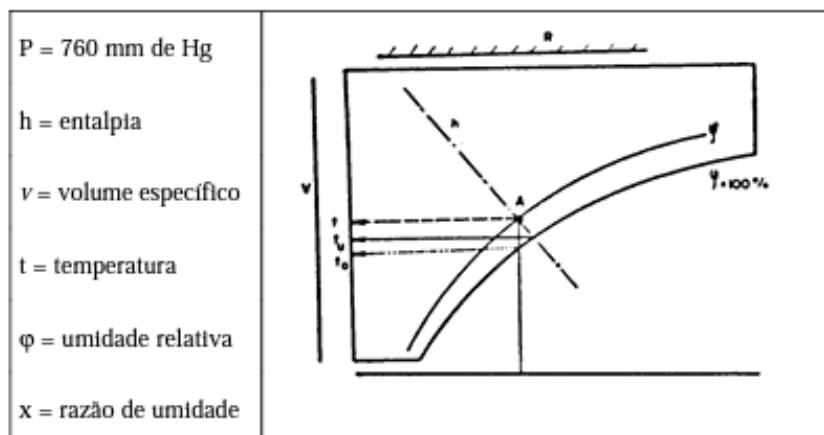
Existem diversos diagramas psicrométricos em uso. Os gráficos diferem em relação à pressão barométrica, faixa de temperaturas, número de propriedades incluídas, escolha das coordenadas e temperatura de referência para a entalpia. O mais usado nas Américas é o Diagrama de Carrier (Figura 3), aquele em que a razão de umidade e/ou a pressão de vapor (que é uma das coordenadas) são traçadas “versus” temperatura de bulbo seco juntamente com uma outra coordenada oblíqua, a entalpia. Por outro lado, na Europa tem sido utilizado o Diagrama de Mollier (Figura 4), com a razão de umidade e entalpia como coordenadas (MARTINELLI JR, 2017).

Figura 1 - Diagrama de Carrier



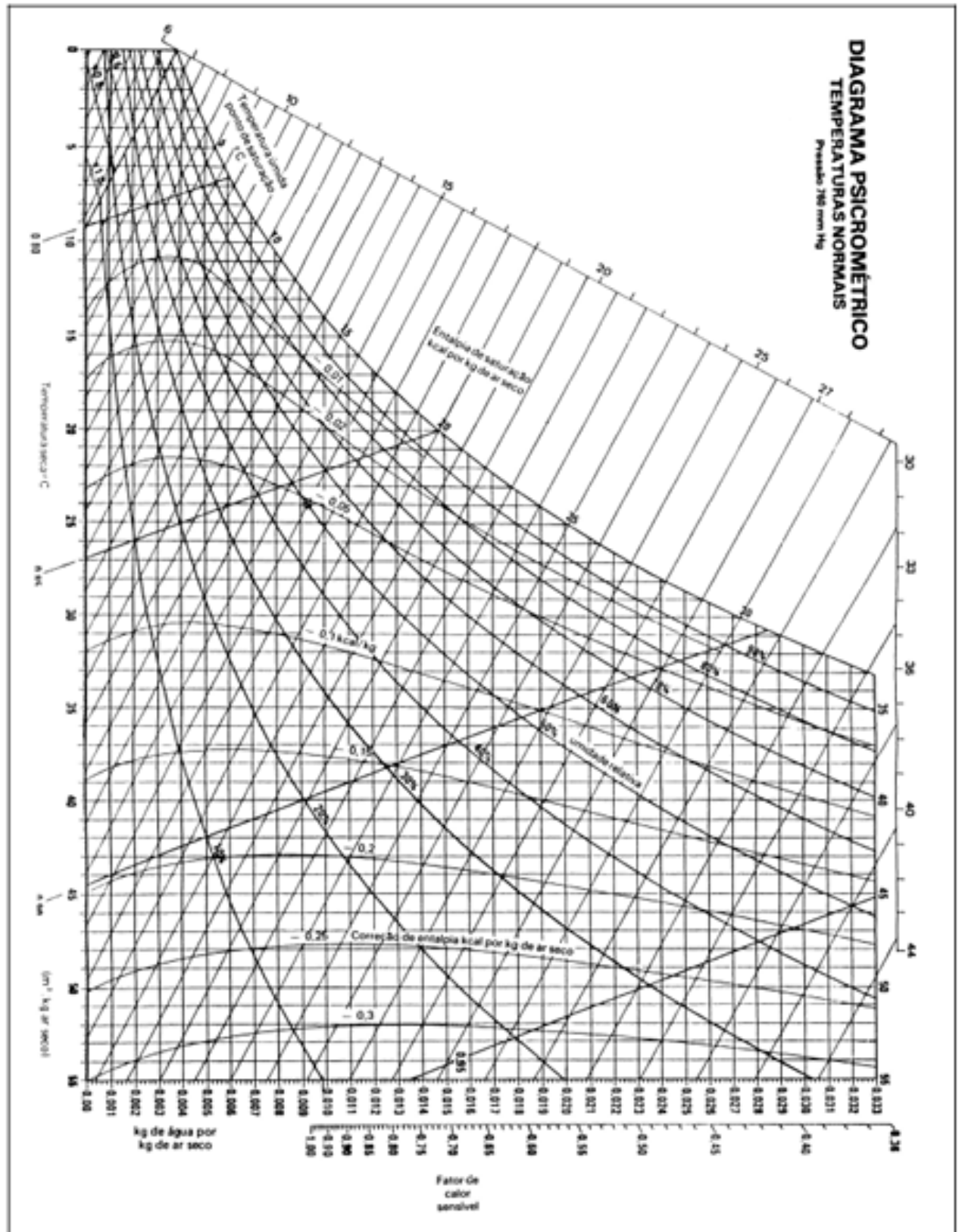
Fonte: MARTINELLI JR, 2017.

Figura 2 - Diagrama de Mollier



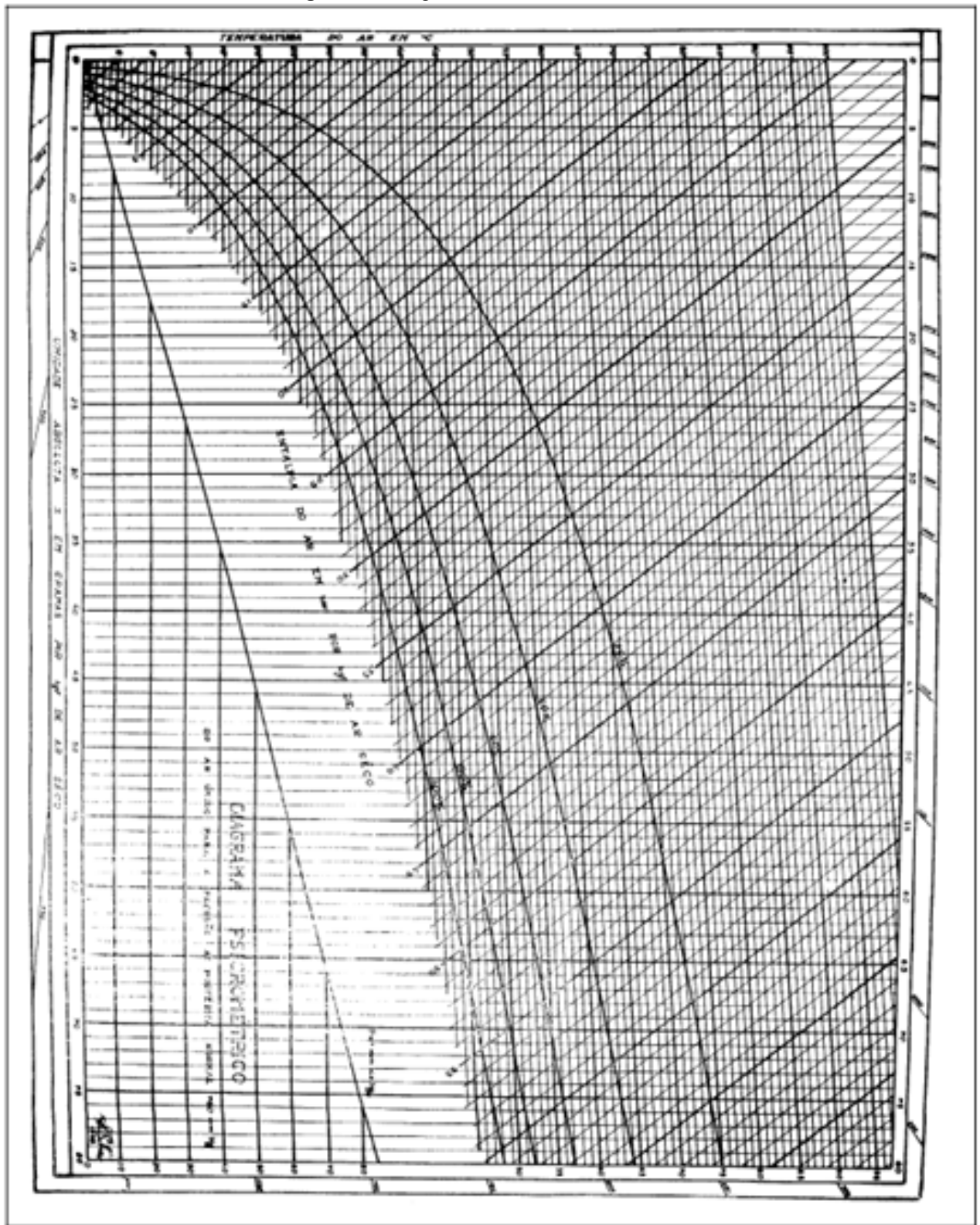
Fonte: MARTINELLI JR, 2017.

Figura 3 - Diagrama Psicrométrico de Carrier



Fonte: MARTINELLI JR, 2017.

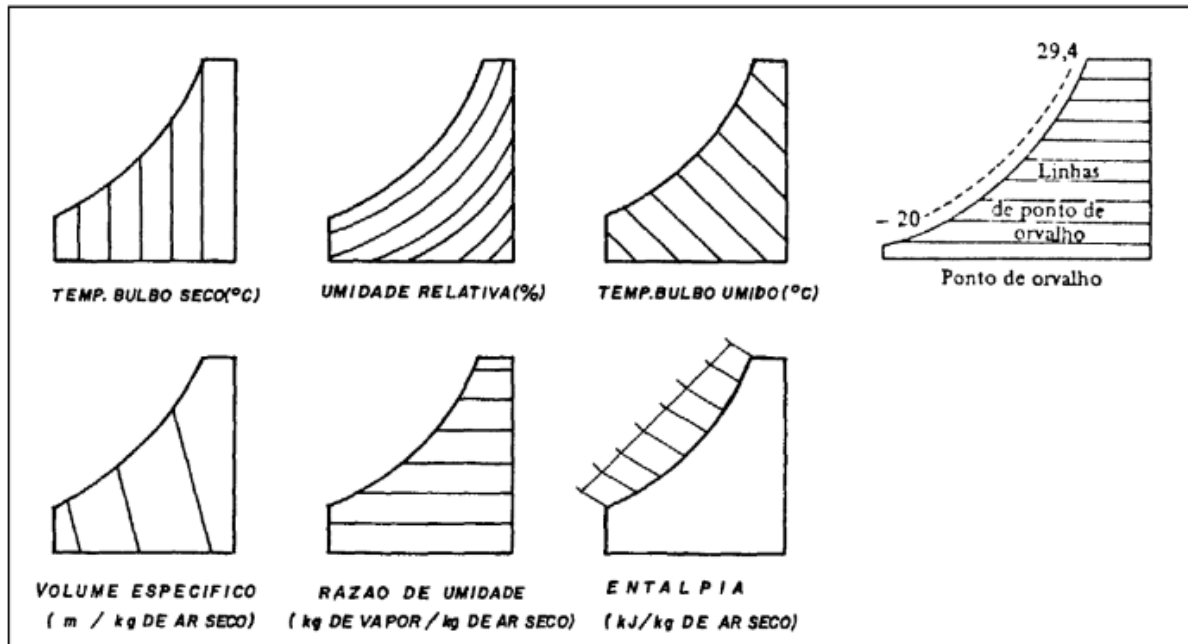
Figura 4 – Diagrama Psicrométrico de Mollier



Fonte: MARTINELLI JR, 2017.

Na Figura 5 estão apresentadas, de forma esquemática, as linhas que correspondem as propriedades termodinâmicas do ar úmido no diagrama psicrométrico.

Figura 5 - Diagramas representando as linhas das propriedades do ar



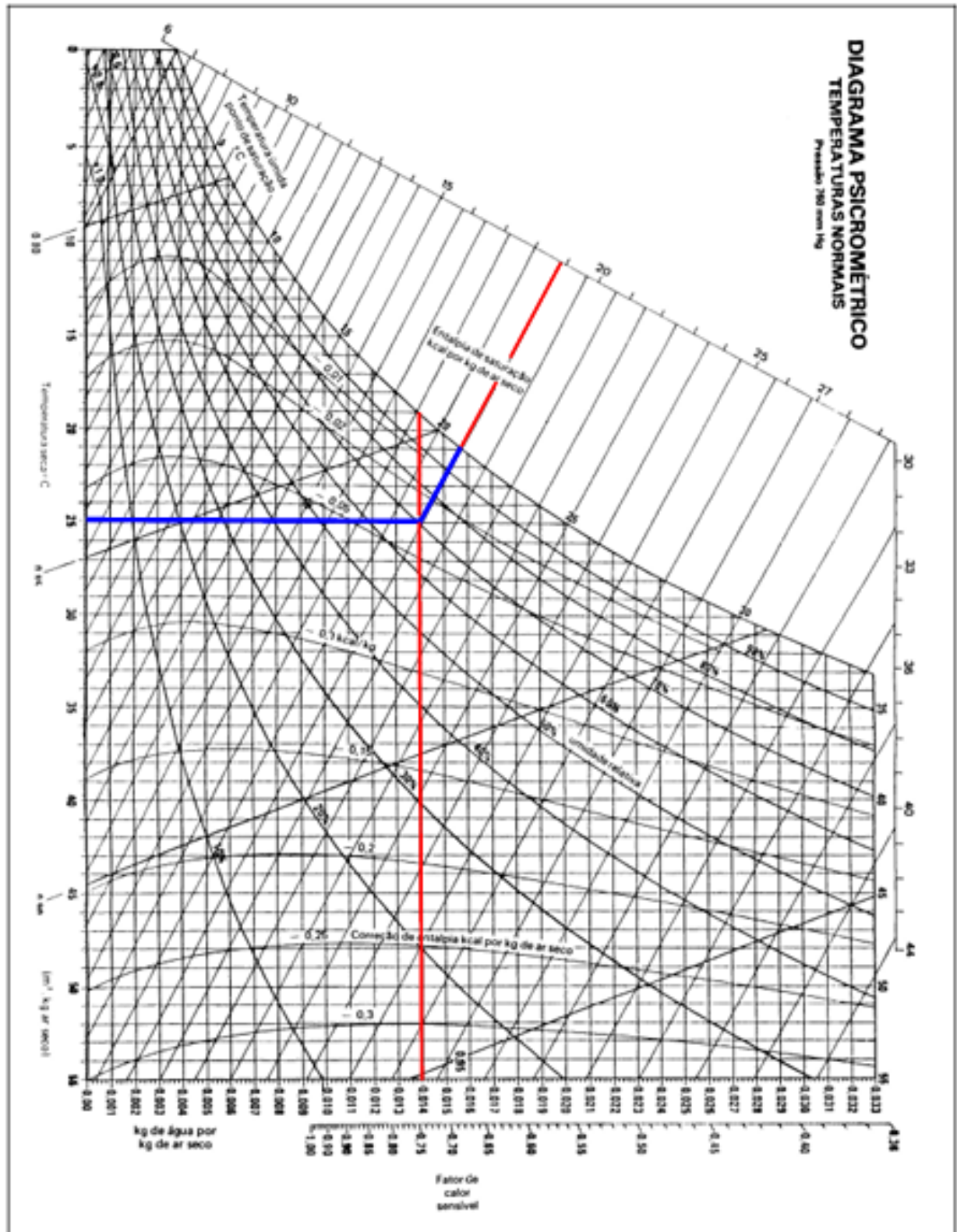
Fonte: MARTINELLI JR, 2017.

Presumindo-se, para fim de exemplo, que as temperaturas de bulbo seco e de bulbo úmido de um dado ambiente, 25°C e 21°C respectivamente, tenham sido estabelecidas por meio de um psicrômetro, pode-se conseguir de uma carta psicrométrica as principais propriedades do ar úmido (MARTINELLI JR, 2017).

Na Figura 3, é possível visualizar a carta psicrométrica de Carrier, onde o ponto de interseção das linhas pode ser encontrado a partir das duas temperaturas, como demonstrado na Figura 6. Seguindo o método de leitura da carta psicrométrica, como na Figura 5, obtém-se os seguintes valores para as mesmas:

Ponto de Estado	t_{BS} (°C)	t_{BU} (°C)	t_0 (°C)	ϕ (%)	v (m³/kg)	x (kg/kg ar)	h (lccal/kg)
Valores	25	21	19,1	70	0,86	0,014	18,8

Figura 6 – Propriedades do Ar Úmido em uma condição específica



Fonte: MARTINELLI JR, 2017.

1.2 CLIMATIZAÇÃO E RENOVAÇÃO DE AR EM AMBIENTE HOSPITALAR

Os regulamentos de obras locais têm sido fundamentais para garantir um mínimo de controle nos espaços com climatização, ordenando a existência de janelas e outros componentes objetivando a ventilação adequada, entretanto, nem sempre são capazes de garantir condições sanitárias adequadas. Apesar de inapropriados, ambientes climatizados sem renovação de ar suficiente é comum socialmente, resultando em ambientes que foram criados com a instalação de climatização para suprir todos os outros componentes de ventilação. Ocasionalmente em ambientes sem janelas, salas com janelas blindadas, separação por divisórias que afastam as fontes de ar externo, dentre outros diversos exemplos do cotidiano (CAMPOS; GUEDES, 2020).

A renovação de ar é um aspecto crucial e deve ser levado em conta em projetos de climatização, e objetiva garantir a qualidade do ar interior, sendo normatizado, no Brasil, pela NBR 16401-3. A portaria 3.523/GM afirma que locais climatizados precisam ter renovação de ar, entretanto, em sistemas com isolamento não se deve limitar apenas a um equipamento de ventilação, como também um sistema de filtragem que se não verificado corretamente é capaz de levar o fluxo de ar eliminado diretamente para o ambiente externo sem que o contaminante seja removido (CAMPOS; GUEDES, 2020; NEOTTI, 2022; NBR 16401-3, 2008).

Segundo a NBR 7256, o sistema de filtragem é dividido em três estágios, são eles: (1) “deve ser instalado na entrada do condicionador, de forma a pré-filtrar todo o ar a ser tratado, exterior e recirculado”; (2) “deve ser instalado no lado pressurizado do duto, a jusante de umidificadores”; (3) “deve ser instalado no lado pressurizado do duto, o mais perto possível do ambiente tratado preferivelmente no próprio terminal de insuflamento”. A eficiência nominal dos filtros precisa ser mantida em todas as condições operacionais, em específico no que diz respeito à sua fixação correta nas molduras e o seu funcionamento com alta umidade. Temperaturas próximas ao ponto de orvalho contribuem para a formação de mofo, a proliferação de fungos e o aumento da perda de carga nos filtros. A umidade relativa do ar nos filtros, então, não deve ultrapassar o valor aproximado de 90%, estipulado pelo fabricante (NBR 7256, 2005; NEOTTI, 2022).

Nos casos em que o sistema de saúde está sobrecarregado, pode ser necessário internar pacientes em sistemas coletivos de ar, onde são criados espaços específicos para tratar pessoas com COVID-19, nessas circunstâncias é preciso realizar uma avaliação para verificar se os filtros estão sendo utilizados a fim de garantir a eficácia do sistema de renovação. A renovação de ar gera a diluição de contaminantes, porém deve ser utilizado um nível de filtro adequado para cada aplicação. Em instalações hospitalares, seja para ambientes de ocupação individual ou coletiva, o nível de filtragem mínima para insuflação do ar nas áreas pode diversificar de acordo com a classificação de riscos ambientais à saúde por inalação de ar ambiente (NEOTTI, 2022).

O uso de filtros HEPA (High Efficiency Particulate Arrestance) no sistema de exaustão tem como objetivo remover contaminantes biológicos do ar exaurido. A vida útil deste filtro varia de acordo as propriedades do ar filtrado. Inspeções devem ser realizadas, regularmente, através de técnicas específicas. O filtro precisará ser trocado sempre que a pressão diferencial do fluxo de ar que o atravessa atinja 45 mmca ou após 18 meses de uso, mesmo que a pressão diferencial seja inferior a 45mmca. Na Figura 8 há a classificação e métodos de ensaio para filtros de ar. Devido à alta contaminação, a troca dos filtros HEPA deve ser realizada tomando medidas especiais, sendo classificado como resíduo do grupo A5, segundo a

Resolução RDC no 33, ANVISA – Ministério da Saúde, 2003. Neste processo, o funcionário responsável deve estar paramentado corretamente, fazendo uso de EPI's específicos, tais como: máscara N95, óculos, luvas e capote. O filtro deve ser removido lacrado e posto em embalagem apropriada, sendo posteriormente eliminado (NEOTTI, 2022).

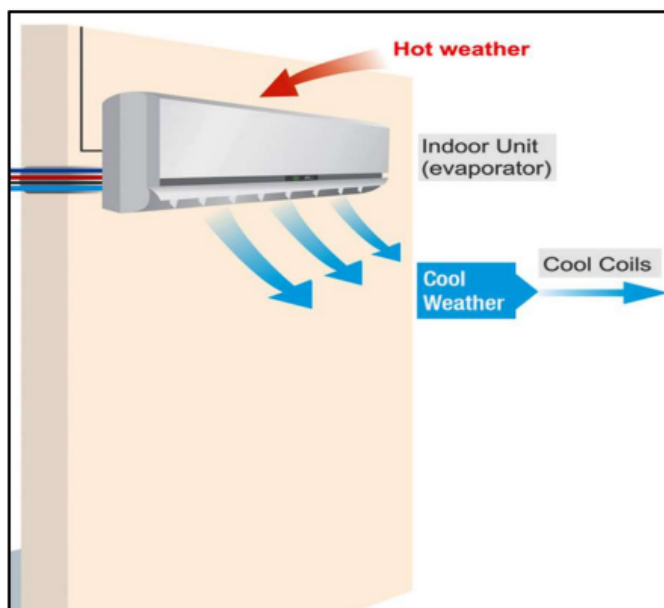
Figura 7 – Classificação e métodos de ensaio para filtros de ar

Classe de filtros		Eficiência (%)
Grossos	G1	$50 \leq E_g < 65$
	G2	$65 \leq E_g < 80$
	G3	$80 \leq E_g < 90$
	G4	$90 \leq E_g$
Finos	F5	$40 \leq E_f < 60$
	F6	$60 \leq E_f < 80$
	F7	$80 \leq E_f < 90$
	F8	$90 \leq E_f < 95$
	F9	$95 \leq E_f$
Absolutos	A1	$85 \leq E_{dop} < 94,9$
	A2	$95 \leq E_{dop} < 99,96$
	A3 (HEPA)	$99,97 \leq E_{dop}$
NOTAS 1 Filtros grossos e finos: - classificados de acordo com a EN 779:2002; - E_g – Eficiência gravimétrica para pó sintético padrão Ashrae 52.1 Arrestance; - E_f – Eficiência para partículas de 0,4 μm 2 Filtros absolutos: - E_{dop} - Eficiência para partículas de 0,3 μm , de acordo com a norma U.S.Military Standard 282 (Teste DOP).		

Fonte: NBR 7256

Nos sistemas de ar condicionado convencionais existem um recurso de recirculação de ar, onde o ar do ambiente é aspirado frequentemente pela unidade interna (evaporadora), resfriado e, em seguida, insuflado de volta ao ambiente, existe a possibilidade de que esses equipamentos atuem como disseminadores de contaminantes (CAMPOS; GUEDES, 2020).

– Indicando como o ar recircula numa unidade interna (evaporadora)



Fonte: CAMPOS; GUEDES, 2020, p. 10.

Em razão disso, o tempo em que as partículas infectadas disseminadas por um único indivíduo levariam para espalhar por toda a área de um ambiente, é consideravelmente reduzida devido às turbinas da evaporadora, que são feitas para com o intuito de que o ar resfriado alcance as maiores distâncias possíveis. E essa propriedade de fazer o ar alcançar o mais longe possível, é necessário esclarecer, de maneira alguma é um defeito e se faz indispensável ao bom funcionamento dos aparelhos (CAMPOS; GUEDES, 2020).

Levando em consideração que os locais climatizados mantidos fechados e a ausência de sistemas de renovação mecânica na instituição (considerando apenas com renovação por infiltração), atentando também a probabilidade da transmissão de SARS-CoV-2 por aerossol, a consequência é que estes ambientes climatizados atuem como proliferadores de infecções respiratórias (CAMPOS; GUEDES, 2020).

Sob outra perspectiva, a renovação do ar é uma característica de ambientes que possuem janelas e portas amplamente abertas, permitindo a ventilação natural, ainda que em momentos irregulares, de acordo com as condições internas e externas, pelas correntes naturais de convecção do ambiente, diluindo os contaminantes existentes no ar e amenizando os riscos de contaminação (CAMPOS; GUEDES, 2020).

2. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pandemia causada pelo vírus SARS-CoV-2, ou COVID-19, provocou repercussões em relação aos meios de transmissão do vírus sendo a contaminação pelo contato com o ar infectado um dos mais alarmantes, gerando impacto nos sistemas de climatização e na qualidade do ar. Nesse sentido, fez-se necessário estudos sobre a climatização e a propagação do vírus em ambiente hospitalar, tendo como evidência principal o uso de filtros adequados em sistemas de ar condicionados, uma vez que a renovação de ar gerada por estes, resulta na diluição dos contaminantes. Pode-se constatar, também, que a utilização de filtros do tipo

HEPA (High Efficiency Particulate Arrestance) pode remover contaminantes biológicos do ar, devido ao seu sistema de exaustão.

Um sistema de climatização que tenha a renovação de ar de forma adequada é fundamental para garantir a qualidade do ar, sobretudo em ambiente hospitalar, onde existe um elevado risco de contaminação. É necessário que se busque mais estratégias para assegurar a qualidade do ar, portanto recomenda-se novos estudos acerca de sistemas de climatização em ambiente hospitalar.

REFERÊNCIAS

ABRAVA. ABRAVA segue na mesma linha da OMS no reconhecimento de transmissão aérea do coronavírus. São Paulo: ABRAVA, 2020. Disponível em: <https://abrava.com.br/abrava-segue-mesma-linha-da-oms-no-reconhecimento-de-transmissao-area-do-coronavirus/>. Acesso em: 10 abr. 2023.

ABRAVA. Qualidade do ar interno, renovação do ar e ventilação em ambientes internos são essenciais para minimizar o contágio do coronavírus – ABRAVA. Abrava.com.br. Disponível em: <https://abrava.com.br/qualidade-do-ar-interno-renovacao-do-ar-e-ventilacao-em-ambientes-internos-sao-essenciais-para-minimizar-o-contagio-do-coronavirus/>. Acesso em: 12 abr. 2023.

ASHRAE. Handbook: Fundamentals. Atlanta, GA, USA. 1997.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 16401-1: instalações de ar-condicionado – Sistemas centrais e unitários: Parte 1: Projetos de instalações. Rio de Janeiro: ABNT, 2008.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 16401-3: instalações de ar-condicionado, sistemas centrais e unitários: parte 3: qualidade do ar interior. 2008.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 7256: Tratamento de ar em estabelecimentos assistenciais de saúde (EAS) – Requisitos para projeto e execução das instalações. Rio de Janeiro: ABNT, 2005.

BRAGA, Andrei Hudson Guedes. A engenharia mecânica no combate a pandemia – Renovação de ar em ambientes. 12o MERCOFRIO - Congresso Internacional de Ar Condicionado, Refrigeração, Aquecimento e Ventilação, Porto Alegre, março 2021.

CAMPOS, Erick C.; GUEDES, Bruno Augusto Maciel. Relatório Técnico: Impactos da Pandemia de COVID-19 sobre Sistemas de Ar Condicionado e Climatização. 2020.

FERREIRA, Ana Maria Conceição; CARDOSO, Salvador Massano. Estudo exploratório da qualidade do ar em escolas de educação básica, Coimbra, Portugal. Rev Saúde Pública, Portugal, v. 47, ed. 6, p. 1059-1068, 2013.

LEDNICKY, John A et al. Viable SARS-CoV-2 in the air of a hospital room with COVID-19 patients. International Journal of Infectious Diseases, Flórida, USA, v. 100, p. 476–482, 2020.

MARTINELLI JR, Luiz Carlos. Refrigeração e ar-condicionado. Parte IV–Psicrometria. 2017.

NEOTTI, Lucas Duarte. COVID-19 e os sistemas de ar em Hospitais. 2022.

OMS - Organização Mundial de Saúde. Coronavirus disease (COVID-19): Ventilation and air conditioning. 2021. Who.int. Disponível em: <<https://www.who.int/news-room/questions-and-answers/item/coronavirus-disease-covid-19-ventilation-and-air-conditioning>>. Acesso em: 31 out. 2022.

OMS – Organização Mundial de Saúde. Newsroom. 2021. Who.int. Disponível em: <<https://www.who.int/newsroom/airpollution#:~:text=WHO%20estimates%20that%20around%207,deaths%20in%20the%20same%20period>>. Acesso em: 31 out. 2022.

OMS – Organização Mundial de Saúde. Transmission of SARS-CoV-2: implications for infection prevention precautions. 2020. Who.int. Disponível em: <<https://www.who.int/news-room/commentaries/detail/transmission-of-sars-cov-2-implications-for-infection-prevention-precautions>>. Acesso em: 31 out. 2022.