

OPAS

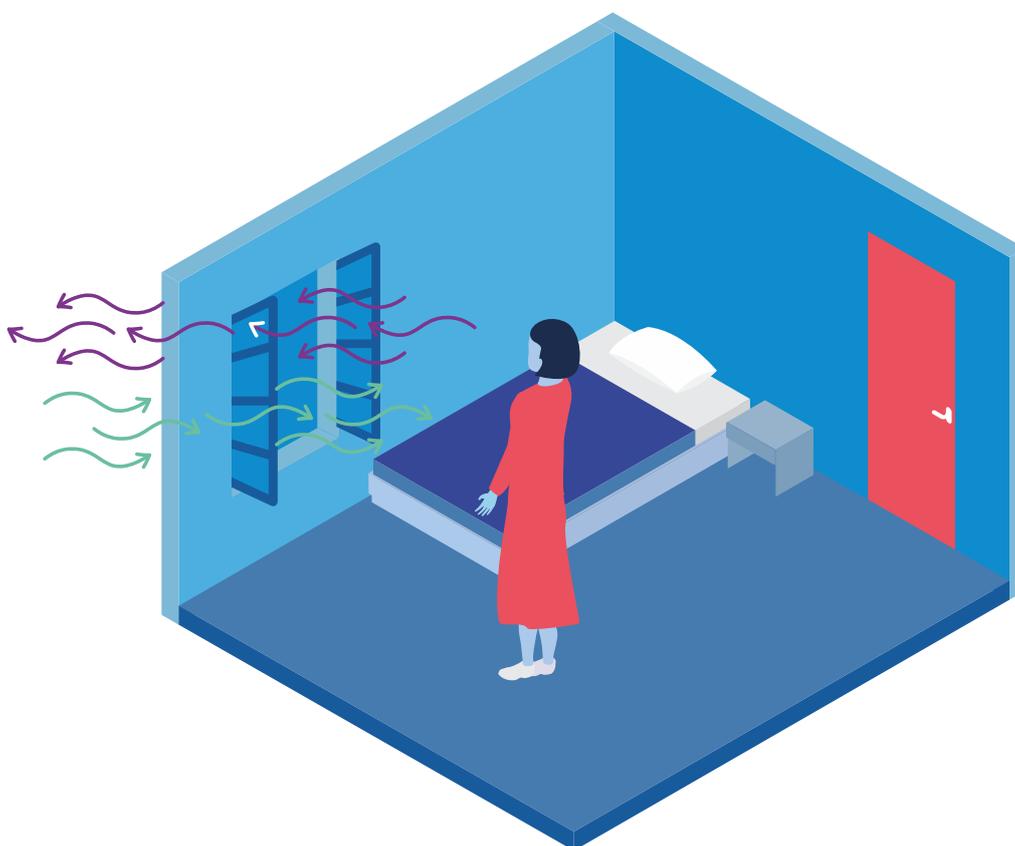


Organização
Pan-Americana
da Saúde



Organização
Mundial da Saúde
ESCRITÓRIO REGIONAL PARA AS
Américas

Roteiro para melhorar e garantir a boa ventilação de ambientes fechados no contexto da doença causada pelo novo coronavírus, COVID-19



Roteiro para melhorar e garantir a boa ventilação de ambientes fechados no contexto da doença causada pelo novo coronavírus, COVID-19

OPAS



Organização
Pan-Americana
da Saúde



Organização
Mundial da Saúde
Américas

Roteiro para melhorar e garantir a boa ventilação de ambientes fechados no contexto da doença causada pelo novo coronavírus, COVID-19.

© **Organização Pan-Americana da Saúde, 2021**

ISBN: 978-92-75-72379-1 (impresso)

ISBN: 978-92-75-72380-7 (pdf)

Alguns direitos reservados. Esta obra está disponível nos termos da licença Atribuição-NãoComercial-Compartilha Igual 3.0 OIG de Creative Commons; <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/igo/deed.pt>.



De acordo com os termos desta licença, esta obra pode ser copiada, redistribuída e adaptada para fins não comerciais, desde que a nova obra seja publicada com a mesma licença Creative Commons, ou equivalente, e com a referência bibliográfica adequada, como indicado abaixo. Em nenhuma circunstância deve-se dar a entender que a Organização Pan-Americana da Saúde (OPAS) endossa uma determinada organização, produto ou serviço. O uso do logotipo da OPAS não é autorizado.

Adaptação: No caso de adaptação desta obra, o seguinte termo de isenção de responsabilidade deve ser adicionado à referência bibliográfica sugerida: “Esta é uma adaptação de uma obra original da Organização Pan-Americana da Saúde (OPAS). As perspectivas e opiniões expressadas na adaptação são de responsabilidade exclusiva do(s) autor(es) da adaptação e não têm o endosso da OPAS”.

Tradução: No caso de tradução desta obra, o seguinte termo de isenção de responsabilidade deve ser adicionado à referência bibliográfica sugerida: “Esta tradução não foi elaborada pela Organização Pan-Americana da Saúde (OPAS). A OPAS não é responsável pelo conteúdo ou rigor desta tradução”.

Referência bibliográfica sugerida. *Roteiro para melhorar e garantir a boa ventilação de ambientes fechados no contexto da doença causada pelo novo coronavírus, COVID-19.* Brasília, D.F.: Organização Pan-Americana da Saúde; 2021. Licença: CC BY-NC-SA 3.0 IGO. <https://doi.org/10.37774/9789275723807>.

Dados da catalogação na fonte (CIP). Os dados da CIP estão disponíveis em <http://iris.paho.org>.

Vendas, direitos e licenças. Para adquirir publicações da OPAS, escrever a sales@paho.org. Para solicitar uso comercial e indagar sobre direitos e licenças, acesse <http://www.paho.org/permissions>.

Materiais de terceiros. Para a utilização de materiais nesta obra atribuídos a terceiros, como tabelas, figuras ou imagens, cabe ao usuário a responsabilidade de determinar a necessidade de autorização e de obtê-la devidamente do titular dos direitos autorais. O risco de indenização decorrente do uso irregular de qualquer material ou componente da autoria de terceiros recai exclusivamente sobre o usuário.

Termo geral de isenção de responsabilidade. As denominações utilizadas e a maneira de apresentar o material nesta publicação não manifestam nenhuma opinião por parte da OPAS com respeito ao estatuto jurídico de qualquer país, território, cidade ou área, ou de suas autoridades, nem tampouco à demarcação de suas fronteiras ou limites. As linhas pontilhadas e tracejadas nos mapas representam as fronteiras aproximadas para as quais pode ainda não haver acordo definitivo.

A menção a determinadas empresas ou a produtos de certos fabricantes não implica que sejam endossados ou recomendados pela OPAS em detrimento de outros de natureza semelhante não mencionados. Salvo erros ou omissões, os nomes de produtos patenteados são redigidos com a inicial maiúscula.

A OPAS adotou todas as precauções razoáveis para verificar as informações constantes desta publicação. No entanto, o material publicado está sendo distribuído sem nenhum tipo de garantia, seja expressa ou implícita. A responsabilidade pela interpretação e uso do material recai sobre o leitor. Em nenhum caso a OPAS será responsável por prejuízos decorrentes de sua utilização.

Sumário

Agradecimentos	iv
Abreviações	v
Glossário	vi
Sumário Executivo	ix
1 Introdução	1
1.1 Saúde pública e medidas sociais	1
1.2 Escopo do documento	1
2 Metodologia	2
3 Informações-chave	3
4 Ambientes	3
4.1 Ambientes de assistência à saúde	3
4.2 Ambientes não residenciais	4
4.3 Ambientes residenciais	4
5 Considerações importantes	4
5.1 Doenças transmitidas por vetores	4
5.2 Poluição externa do ar	5
6 Como usar este roteiro	5
6.1 Ambientes de assistência à saúde, incluindo instalações para quarentena	6
6.2 Ambientes não residenciais	11
6.3 Ambientes residenciais, incluindo domicílios e autoquarentena domiciliar	14
7 Avaliando a ventilação	19
Anexo 1: Estratégia de pesquisa e estudos incluídos	20
Anexo 2: Orientação técnica relevante	22
Anexo 3: Categorias de filtros de ar	24
Referências	25

Agradecimentos

Este documento foi desenvolvido em consulta com o Painel Consultivo de Especialistas no Controle de Engenharia e Meio Ambiente (ECAP) para a COVID-19, juntamente com a Techne, a Rede de Ciência Técnica para Saúde da Organização Mundial da Saúde (OMS) e os membros a seguir:

Stefano Capolongo (Politécnica de Milão, Itália); Guilherme Coelho (Technische Universität Berlin, Alemanha); Jim Crabb (Mazzetti, Comitê Consultivo da ASHRAE, Estados Unidos da América); Nizam Damani (Southern Health and Social Care Trust, Reino Unido da Grã-Bretanha e Irlanda do Norte); Frank Kelly (Imperial College London, Reino Unido); Nino Kuenzli (Instituto Suíço de Saúde Pública e Tropical, Suíça); Jarek Kurnitski (Universidade de Tecnologia de Tallinn, Estônia); Fernanda Lessa (Centros de Controle e Prevenção de Doenças, Estados Unidos da América); Yuguo Li (Universidade de Hong Kong, Região Administrativa Especial (RAE), China); Marcel Loomans (Universidade de Tecnologia de Eindhoven, Holanda); Stephen Martin (Centros para Controle e Prevenção de Doenças, Estados Unidos da América); Shaheen Mehtar (Rede de Controle de Infecção na África, África do Sul); Arsen Krikor Melikov (Universidade da Dinamarca, Dinamarca); Donald K Milton (Universidade de Maryland, Estados Unidos da América); Lidia Morawska (Universidade de Tecnologia de Queensland, Austrália); Catherine Noakes (University of Leeds, Reino Unido); Daniela Pedrini (Sociedade Italiana de Arquitetura e Engenharia de Saúde, Ministério da Saúde da Itália, Itália); Jonathan Samet (Escola de Saúde Pública do Colorado, Estados Unidos da América); Mitchell Schwaber (Ministério da Saúde de Israel, Israel); Chandra Sekhar (Universidade Nacional de Cingapura, Cingapura); Ollie Seppänen (Aalto University, Finlândia); Wing Hong Seto (Universidade de Hong Kong, RAE, China); Kwok Wai Tham (Universidade Nacional de Cingapura, Cingapura); Walt Vernon (Mazzetti, Vice-presidente da ASHRAE 189.3, Estados Unidos da América); Jean-Pierre Veyrenche (Escola de Negócios e Desenvolvimento 3A, Lyon e Paris, França); Pawel Wargocki (Universidade da Dinamarca, Dinamarca).

Secretariado da OMS: Maria Purificacion Neira (Presidente), Kamal Ait-ikhlef, Benedetta Allegranzi, Anja Borojevic, Michele Di Marco, Luca Fontana, Sophie Gumy, Pierpaolo Mudu, Francis Roosevelt Mulemba, Nathalie Laure Roebbel, Jordi Sacristan Llobet, Anna Silenzi, Maria Van Kerkhove.

Abreviações

ACH	Trocas de ar por hora
PGA	Procedimentos geradores de aerossóis
ASHRAE	Sociedade Norte-Americana de Engenheiros de Aquecimento, Refrigeração e Ar-Condicionado
CADR	Taxa de entrega de ar limpo
ECAP	Painel Consultivo de Especialistas no Controle de Engenharia e Meio Ambiente
PS	Profissional de Saúde
HEPAA	Alta Eficiência na Retenção de Partículas
AVAC	Aquecimento, Ventilação e Ar-Condicionado
QAI	Qualidade do ar interno
PCI	Prevenção e controle de infecções
MERV	Valor mínimo de eficiência
MP	Material Particulado
REHVA	Federação Europeia das Associações de Aquecimento, Ventilação e Ar-Condicionado
OMS	Organização Mundial da Saúde

Glossário

Procedimentos geradores de aerossóis (PGA):

Estão definidos como qualquer procedimento médico que possa induzir a produção de aerossóis de vários tamanhos (por exemplo, intubação traqueal, ventilação não invasiva, traqueostomia, ressuscitação cardiopulmonar, ventilação manual pré-intubação, broncoscopia, procedimentos odontológicos) (1).

Idade do ar, local: Tempo levado pelo fornecimento de ar para alcançar um determinado ponto interno (2).

Trocas de ar por hora (ACH): Taxa do fluxo de ar ventilado (m^3/h) dividido pelo volume da sala. Indica o número de vezes que o volume de ar de um ambiente é completamente substituído por ar externo no período de 1 hora (2).

Filtro de ar: Dispositivo usado para a remoção de partículas e/ou gases suspensos do ar. Filtros de ar podem ser acrescentados aos sistemas de aquecimento, ventilação e ar-condicionado (AVAC) ou unidades autônomas (2). Purificadores de ar para ambientes individuais com filtros de alta eficiência na retenção de partículas (HEPA) (fixados ao teto ou portáteis) podem ser eficazes na redução/diminuição das concentrações de aerossóis infecciosos em ambientes individuais. A efetividade dos filtros HEPA portáteis dependerá da capacidade de fluxo de ar da unidade, da configuração da sala, inclusive de móveis e pessoas na sala, do posicionamento da unidade de filtro HEPA em relação à disposição da sala e da localização dos registros de fornecimento de ar ou grades (3). Observe que os purificadores de ar não substituem a ventilação normal, pois eles só são capazes de remover uma parte específica da contaminação do ar interno.

Ar-condicionado: Forma de tratamento do ar pela qual a temperatura é controlada, possivelmente em combinação com o controle de ventilação, umidade e limpeza do ar (2). Observe que algumas unidades de ar-condicionado, no caso de unidades *split*, por exemplo, muitas vezes são desprovidas de um componente de ventilação. Assim, além do uso do ar-condicionado, devem também ser colocados em prática os requisitos de ventilação.

Difusão, mistura de ar: A difusão de ar deve ocorrer sempre que se pretender a mistura do ar fornecido com o ar ambiente (2).

Exaustão de ar: Ar removido de um ambiente e liberado na atmosfera por meio de sistemas de ventilação mecânica ou natural (2).

Extração de ar, mecânica: Processo de extração de ar com o auxílio de componentes motorizados de circulação de ar, geralmente ventiladores (2).

Extração de ar, natural: Processo de extração de ar por meio da força do vento ou diferenças na densidade do ar ou uma combinação das duas (2).

Ar, interno: Ar na sala ou zona tratada (2).

Ar, misturado: Mistura de ar externo e ar recirculado (2).

Ar, externo: Ar controlado que entra no sistema ou abertura vindos do ambiente externo, aberto, antes de qualquer tratamento de ar (2).

Ar, recirculação: Parte do ar extraído e não exaustado para fora da edificação, mas que é recirculado de volta para dentro dos ambientes (2). O ar pode ser tratado antes de ser recirculado (temperatura, qualidade do ar).

Ar, fornecimento: Ar fornecido a um ambiente por ventilação mecânica ou natural, composto por qualquer combinação de ar externo, ar recirculado e ar transferido (2).

Transporte de ar: Transporte de um fluxo de ar específico do ambiente tratado ou para dentro dele, geralmente por meio de dutos. Ao longo dos dutos, pode-se incluir dispositivos conhecidos como dispositivos de tratamento de ar, com a finalidade de tratar o ar (por exemplo, limpar, aquecer, resfriar, umidificar ou desumidificar etc.) (2).

Taxa de entrega de ar limpo (CADR) (m^3/h): Normalmente usada em relação a dispositivos portáteis de purificação de ar.

Ventilação cruzada: A ventilação cruzada ocorre onde há aberturas de ventilação em ambos os lados de um ambiente. O ar flui de um lado da edificação/sala e sai do outro lado, por uma janela ou porta, por exemplo. A ventilação cruzada é geralmente conduzida pelo vento (4).

Fan coil (serpentina): Componente de um sistema de AVAC que inclui um ventilador e uma serpentina

de aquecimento ou resfriamento, usado para distribuir o ar aquecido ou resfriado. Quando a unidade não inclui um componente de ventilação, a ventilação na sala deve ser tratada paralelamente.

Filtro: Dispositivo de remoção de material particulado de um fluido ou gás (2).

Taxa de fluxo, ventilação: Volume da taxa de fluxo (m^3/h) (ACH) (l/s) em que o ar de ventilação é fornecido ou removido de uma sala ou edificação através do sistema de ventilação ou infiltração através do envelope de construção (2).

Trocador de calor: Dispositivo no qual o calor é transferido entre dois meios que não entram em contato (2).

Trocador de calor, placa ar-ar: Trocador de calor projetado para transferir energia térmica de uma corrente de ar para outra sem partes móveis. As superfícies de troca de calor têm a forma de placas. Esse trocador pode ter uma construção de fluxo paralelo, fluxo cruzado ou contrafluxo ou uma combinação destas (2).

Trocador de calor, giratório: Dispositivo que incorpora um cilindro giratório ou rotor com a finalidade de transferir energia de uma corrente de ar para a outra. Ele incorpora material de troca de calor, um mecanismo de condução, um invólucro ou estrutura e inclui todas as vedações que são fornecidas para retardar o desvio e vazamento de ar de uma corrente de ar para a outra (2).

Trocador de calor, tubo duplo: Trocador de calor projetado para transferir energia térmica de uma corrente de ar para a outra sem partes móveis. As superfícies de troca de calor têm a forma de tubos. Esse trocador pode ter uma construção de fluxo paralelo, fluxo cruzado ou contrafluxo ou uma combinação destas (2).

Recuperação de calor: Calor utilizado a partir de um sistema de aquecimento e que de outra forma seria desperdiçado (2).

Alta eficiência na retenção de partículas (HEPA): Classes de filtro de ar HEPA H10 a H14, de acordo com a norma EN 779 (2). As instalações que optam pela utilização de filtros HEPA devem seguir as instruções do fabricante, incluindo quanto aos procedimentos recomendados de limpeza e manutenção para filtros HEPA. Caso contrário, purificadores de ar portáteis com filtros HEPA podem dar uma

falsa sensação de segurança, pois seu desempenho diminui devido à carga contida pelo filtro (3).

Valor mínimo de eficiência (MERV): Valor mínimo de eficiência para faixas específicas de tamanho de partícula durante o teste (2).

Diferença de pressão: Diferença entre as pressões medidas em dois pontos ou níveis de fluidos ou gases (2).

Pressão, negativa: Condição que existe quando menos ar é fornecido a um ambiente do que é exaustado dele. Nesse caso, a pressão do ar dentro desse ambiente é menor do que a das áreas vizinhas. Sob essa condição, caso haja uma abertura, o ar fluirá das áreas vizinhas para o ambiente negativamente pressurizado (2).

Pressão, positiva: Condição que existe quando mais ar é fornecido a um ambiente do que é exaustado dele. Nesse caso, a pressão do ar dentro desse ambiente é maior do que a das áreas vizinhas. Sob esta condição, caso haja uma abertura, o ar fluirá do ambiente positivamente pressurizado para fora, para as áreas vizinhas (2).

Ventilação unilateral: A ventilação unilateral depende da(s) abertura(s) unilaterais, em um dos lados do recinto ventilado. É possível obter trocas impulsivas pelo empuxo do ar através de uma única abertura caso a abertura seja razoavelmente grande em sua dimensão vertical (4).

Controle da fonte: Estratégia preventiva para reduzir os níveis de contaminantes suspensos no ar através da remoção do material ou atividade geradores dos poluentes (2) ou através da remoção da fonte do poluente por meio de estratégias de exaustão localizada.

Sistema Split: Sistema de dois componentes para aquecimento e resfriamento ou apenas para resfriamento. A unidade de condensação é instalada do lado de fora e a unidade de tratamento de ar é instalada do lado de dentro. As linhas de refrigeração e fiação fazem a conexão das duas unidades (2). Geralmente, esse sistema não inclui um componente de ventilação e recircula o ar-condicionado.

Efeito chaminé: Diferença de pressão causada pelas diferenças na densidade do ar interno e externo devido às forças de empuxo internas/externas (2).

Ventilação: Ventilação é o processo de fornecimento de ar externo e de retirada do ar interno de um

ambiente, com a finalidade de controlar os níveis de contaminantes do ar, potencialmente acompanhados de umidade e/ou temperatura, quer por meios naturais ou mecânicos (5).

Ventilação, mecânica: Processo ativo de fornecimento ou remoção de ar de um ambiente fechado por componentes motorizados de circulação de ar (2).

Ventilação natural: A ventilação resulta apenas das forças naturais, como a pressão do vento ou diferen-

ças na densidade do ar, através de portas, janelas ou outras aberturas intencionais nas edificações (2).

Sistema de ventilação: Uma combinação de aparelhos projetados para fornecer ar externo aos ambientes internos e/ou exaustar o ar interno poluído (2).

Exaustor eólico: Turbina eólica localizada em um telhado para melhorar a exaustão de ar de uma edificação.

Sumário Executivo

Contexto

O risco de contrair COVID-19 é maior em ambientes com aglomerações e com ventilação inadequada, onde pessoas infectadas passam longos períodos juntas e muito próximas. Estes são os ambientes onde o vírus parece se disseminar com maior eficiência, por gotículas respiratórias ou aerossóis, tornando as precauções, portanto, ainda mais importantes.

A compreensão e controle da ventilação das edificações pode melhorar a qualidade do ar que respiramos e reduzir o risco de problemas de saúde em ambientes fechados, inclusive melhorando a prevenção contra o vírus que causa a propagação da COVID-19 nesses ambientes.

Métodos

Este roteiro foi desenvolvido após uma revisão abrangente da literatura disponível e de uma avaliação dos documentos de orientação disponíveis das principais e mais renomadas autoridades internacionais em ventilação de edificações. As evidências e orientações disponíveis foram consultadas, reunidas e avaliadas quanto a quaisquer discrepâncias por especialistas internacionais membros do Painel Consultivo de Especialistas no

Controle de Engenharia e Meio Ambiente (ECAP) da Organização Mundial da Saúde (OMS) para a COVID-19. O processo de desenvolvimento do roteiro incluiu duas sessões de consulta a especialistas por meio de reuniões virtuais e duas rodadas de apresentações por escrito, visando reunir contribuições técnicas e assegurar a construção de um consenso para a adaptação das recomendações. Esse processo considerou as metas de prevenção e controle de infecções (PCI), as implicações de recursos, valores e preferências, a ética e as lacunas de pesquisa no escopo do desenvolvimento do roteiro.

Resultados

Tal processo resultou em um roteiro sobre como melhorar a ventilação em ambientes fechados. O roteiro divide-se em três ambientes – ambientes de assistência à saúde, ambientes não residenciais e ambientes residenciais – e considera os diferentes sistemas de ventilação (mecânicos ou naturais). O roteiro destina-se aos gestores de instituições de saúde, gestores de edificações e, também, aos membros do público em geral que prestam cuidados em domicílio ou em ambientes de quarentena domiciliar.

1 Introdução

O conhecimento sobre a transmissão do vírus SARS-CoV-2 está em permanente evolução, à medida em que novas evidências se acumulam. De acordo com as evidências disponíveis, o SARS-CoV-2 se transmite principalmente entre pessoas, quando uma pessoa infectada está em contato próximo com outra. A transmissibilidade do vírus depende da quantidade de vírus viável espalhado e excretado por alguém, o tipo de contato que essa pessoa tem com outros, o ambiente e as medidas de PCI em vigor. O vírus pode se espalhar através da boca ou nariz de uma pessoa infectada em pequenas partículas líquidas quando a pessoa tosse, espirra, canta, respira pesadamente ou fala. Essas partículas líquidas têm tamanhos diferentes, variando de 'gotículas respiratórias' maiores a 'aerossóis' menores. O contato próximo (geralmente de menos de 1 metro) pode resultar na inalação ou inoculação do vírus pela boca, nariz ou olhos (6-11).

A transmissão por aerossóis pode ocorrer em situações específicas, nas quais são realizados procedimentos que geram aerossóis. A comunidade científica vem pesquisando ativamente se o vírus SARS-CoV-2 também pode ser propagado por aerossóis mesmo na ausência de procedimentos geradores de aerossóis (PGA) (12, 13). Até o momento, a amostragem do ar em contextos clínicos em que não foram realizados PGAs encontrou RNA do vírus em alguns estudos, mas não em outros. A presença de RNA viral não é análoga à presença de vírus com replicação e infecção (viáveis), que poderia ser transmissível e capaz de iniciar uma infecção invasiva. Um número limitado de estudos isolou o SARS-CoV-2 em amostras de ar nas áreas ao redor de pacientes portadores de COVID-19 (15, 16). Fora das instalações médicas, além da transmissão por gotículas e fômites, a transmissão por aerossóis pode ocorrer em ambientes e circunstâncias específicos, principalmente em ambientes fechados, superlotados e em ambientes inadequadamente ventilados, onde pessoas infectadas passam longos períodos com outras (10). Faz-se necessária a pesquisa de alta qualidade para abordar as lacunas de conhecimento relacionadas aos modos de transmissão, à dose infecciosa e aos ambientes nos quais a transmissão possa ser amplificada. Atualmente, há estudos em andamento para entender melhor as condições em que a transmissão por aerossóis ou eventos de superespalhamento podem ocorrer.

1.1 Saúde pública e medidas sociais

A OMS publicou várias recomendações para medidas (17-21) que visam evitar a propagação da COVID-19, dentre as quais consta a garantia de uma boa ventilação em ambientes fechados, inclusive em instituições ou unidades de saúde, ambientes públicos e áreas residenciais. Um sistema bem projetado, mantido e operado pode reduzir o risco de propagação da COVID-19 em ambientes fechados, diluindo a concentração de aerossóis potencialmente infecciosos por meio da ventilação com ar externo e da recirculação de ar filtrado e desinfetado. O uso adequado da ventilação natural pode fornecer os mesmos benefícios. A decisão de usar ventilação mecânica ou natural deve basear-se nas necessidades, disponibilidade de recursos e nos custos dos sistemas visando fornecer o melhor controle para neutralizar os riscos.

Este documento acompanha as recomendações publicadas e mencionadas acima. Ele detalha e incrementa as ações recomendadas que visam a ventilação, conforme o listado nos documentos anteriormente mencionados, e fornece uma ferramenta operacional para a melhoria da ventilação de ambientes fechados aos gestores de instituições e unidades de saúde, gestores de imóveis (inclusive aqueles utilizados por instituições de longa permanência, prédios não residenciais e residenciais) e ao público em geral que oferece cuidados domiciliares e de quarentena doméstica. Essa ferramenta visa auxiliar o controle ambiental e de engenharia durante a pandemia de COVID-19 e em ações posteriores. Não se trata de documento prescritivo e nem exaustivo e deve adaptar-se aos marcos regulatórios nacionais e aos contextos sociais, culturais e econômicos locais. O roteiro não se destina a substituir outras orientações e planos, mas sim a complementá-los, ajudando os gestores de edificações a garantir que as principais considerações sejam abordadas.

1.2 Escopo do documento

A transmissão do SARS-CoV-2 é particularmente eficaz em ambientes fechados superlotados e confinados, onde há pouca ou nenhuma ventilação (22). Portanto, garantir uma ventilação adequada pode reduzir o risco de infecção por COVID-19 (23). Este roteiro visa definir as principais questões que os usuários devem considerar na avaliação da ventilação de ambientes fechados e as principais etapas necessárias para atingir os níveis de ventilação recomendados ou simplesmente melhorar a qualidade do ar interno (QAI) de forma a reduzir o risco

de propagação da COVID-19. Ele também inclui recomendações sobre como avaliar e medir os diferentes parâmetros, especificamente nos ambientes dedicados aos serviços de saúde, ambientes não residenciais e residenciais. O roteiro foi pensado como um documento técnico para ajudar os usuários a analisar os sistemas de AVAC de suas edificações a fim de implementar, se necessário, as diferentes estratégias propostas para melhorar a capacidade do AVAC visando mitigar e reduzir o risco de transmissão da COVID-19.

Observação: A ventilação de ambientes fechados faz parte de um pacote abrangente de medidas de prevenção e controle que podem limitar a propagação de certas doenças respiratórias virais, incluindo a COVID-19. No entanto, a ventilação por si só, mesmo quando corretamente implementada, é insuficiente para fornecer um nível adequado de proteção. O uso correto de máscaras, a higienização das mãos, o distanciamento físico, a etiqueta respiratória, a testagem, o rastreamento de contatos, a quarentena, o isolamento e outras medidas de PCI são críticas para prevenir a transmissão do SARS-CoV-2.

O roteiro oferece orientação para os gestores das instituições e unidades de saúde, gestores de imóveis (inclusive aqueles utilizados por instituições de longa permanência, prédios não residenciais e residenciais) e para o público em geral no que tange aos cuidados domiciliares e à quarentena domiciliar quando necessários.

2 Metodologia

Os métodos usados para o desenvolvimento do roteiro incluíram duas etapas. Em primeiro lugar, foi realizada uma revisão rápida dos escopos referentes à ventilação de edificações e à transmissão de SARS-CoV-2. Uma pesquisa (consulte o Anexo 1 para a estratégia de pesquisa) do banco de dados da OMS sobre a COVID-19 e das coleções de revisões rápidas sobre a COVID-19 já existentes até 2 de dezembro de 2020 identificou 1.174 citações, 99 das quais foram revisadas em sua íntegra, revisando-se o texto completo. Seis artigos preencheram os critérios de inclusão gerais sobre sistemas de ventilação e transmissão do SARS-CoV-2 (três artigos revisados por pares e três artigos pré-impresos – consulte o Anexo 1 para maiores detalhes). Dos estudos revisados por pares, um foi um estudo de validação de um ambiente de isolamento criado modificando-se um sistema de AVAC em um hospital na Pensilvânia, nos Estados Unidos da América. Um segundo estudo avaliou a transmissão entre pacien-

tes e profissionais de saúde (PS) em salas de isolamento com pressão negativa em Daegu, República da Coreia. O terceiro estudo foi uma investigação de um surto em um restaurante de Guangzhou, China, que contava com um sistema de ar-condicionado. Dos estudos pré-impresão incluídos, dois foram estudos de transmissão de SARS-CoV-2 no navio de cruzeiro Diamond Princess. Um terceiro estudo pré-impresão avaliou o papel dos sistemas de AVAC na transmissão em um centro médico acadêmico no Oregon, nos Estados Unidos da América.

Além disso, realizou-se uma revisão e adaptação de todas as orientações técnicas relevantes publicadas pelas principais associações e federações internacionais e regionais de aquecimento, refrigeração e ar-condicionado globalmente reconhecidas, notadamente as da Sociedade Norte-Americana de Engenheiros de Aquecimento, Refrigeração e Ar-Condicionado (ASHRAE) e da Federação Europeia das Associações de Aquecimento, Ventilação e ar-condicionado (REHVA), e uma revisão e adaptação da orientação disponível sobre sistemas AVAC no contexto da COVID-19 publicada pelos Centros para o Controle e Prevenção de Doenças dos Estados Unidos e pelo Centro de Prevenção e Controle de Doenças Europeu. Os links para os documentos técnicos e diretrizes considerados estão disponíveis no Anexo 2.

As principais conclusões dos estudos identificados e das recomendações relevantes das orientações existentes foram obtidas e compiladas. Discrepâncias nas conclusões e recomendações obtidas foram então analisadas em consulta com especialistas nacionais e internacionais membros do ECAP para a COVID-19.

O ECAP é um painel consultivo ad-hoc que apoia a Preparação, Prontidão e Resposta da OMS a Emergências de Saúde Mundiais e à COVID-19 e inclui, entre outros, membros da Rede Global de Prevenção e Controle de Infecções, engenheiros e arquitetos de redes profissionais relevantes de engenharia e arquitetura, organizações e instituições especializadas em ambientes de assistência à saúde, especialistas técnicos de ministérios da saúde e instituições semelhantes (veja em Agradecimentos); e equipe e consultores da OMS de diferentes departamentos, incluindo os departamentos de Meio Ambiente, Mudança Climática e Saúde, Prevenção e Controle de Infecções e Apoio Operacional e Logística.

O processo de desenvolvimento do roteiro incluiu duas sessões de consulta a especialistas, por meio

de reuniões virtuais, visando reunir contribuições técnicas e a construção de um consenso para a adaptação das recomendações levando em consideração os objetivos de PCI, as implicações de recursos, os valores e preferências, a ética e lacunas de pesquisa. Além das reuniões virtuais, duas rodadas de contribuições por escrito dos colaboradores foram usadas para finalizar o roteiro.

Todos os autores que contribuíram para este documento e membros dos painéis de revisão externo e interno assinaram declarações de isenção de conflito de interesses. Nenhum conflito de interesses foi declarado.

3 Informações-chave

A ventilação é a introdução intencional de ar limpo em um ambiente enquanto o ar viciado é removido. A ventilação traz o ar externo para dentro de um prédio ou sala e o distribui dentro da edificação ou sala. Se as condições externas locais assim o exigirem, por exemplo, altas concentrações de material particulado (MP), o tratamento da área externa pode ser necessário antes da introdução desse ar na edificação.

O objetivo geral da ventilação em edificações é garantir que o ar no edifício seja saudável para a respiração. Atualmente este objetivo é alcançado principalmente através da diluição de poluentes originários da edificação com ar limpo e fornecendo uma taxa de fluxo de ar que faça a troca desse ar a uma determinada taxa, removendo assim os poluentes. A ventilação também é usada para o controle de odores, o controle de contenção e muitas vezes é combinada ao controle climático (temperatura e umidade relativa).

A ventilação do edifício é composta por três elementos básicos:

- a taxa de ventilação (m^3/hr , l/s ou ACH) – o volume de ar externo que é fornecido ao ambiente;
- a direção do fluxo de ar – a direção geral do fluxo de ar em um edifício e nos ambientes, que deve fluir de zonas limpas para zonas sujas; e
- a distribuição de ar ou padrão de fluxo de ar – o ar externo deve ser fornecido a cada parte do ambiente de forma eficaz e eficiente e os poluentes aerotransportados gerados em cada parte do ambiente também devem ser removidos de forma eficaz e eficiente.

Três métodos que podem ser usados para ventilar uma edificação: ventilação natural, mecânica e hí-

brida (modo misto). Este roteiro considera apenas a ventilação mecânica e natural, uma vez que todas as questões e estratégias principais aqui descritas também podem ser adotadas para a ventilação híbrida.

4 Ambientes

Para que um sistema de ventilação seja de máxima utilidade e forneça a maior diluição geral de contaminantes do ar em todo o ambiente, sistemas mecânicos e naturais podem ser usados independentemente de suas configurações. No entanto, cada configuração tem requisitos específicos de ventilação definidos por órgãos reguladores nacionais e internacionais e diferem de acordo com os objetivos de ventilação. Por exemplo, os sistemas de ventilação em unidades médicas funcionam como um ambiente e controle de engenharia que se foca na prevenção de infecções (24) enquanto, nas edificações residenciais, os sistemas objetivam, principalmente, criar um ambiente fechado termicamente confortável com uma qualidade aceitável de ar interno (25).

O roteiro concentra-se em três configurações diferentes de acordo com os objetivos específicos de PCI. Cada uma das configurações está descrita abaixo para facilitar a compreensão e o conhecimento das estratégias de implementação em todos os contextos.

4.1 Ambientes de assistência à saúde

A ventilação adequada em todas as áreas de atendimento ao paciente desempenha um papel fundamental que ajuda a prevenir e reduzir infecções. No entanto, este documento visa, especificamente, estruturas para a COVID-19, tais como centros de tratamento de COVID-19 e enfermarias, incluindo quarentena, instalações comunitárias e instituições de longa permanência para idosos. Alguns fatores de risco, como a presença de casos confirmados e suspeitos, a proximidade necessária para o fornecimento de cuidados médicos, a potencial realização de PGA e o fluxo de visitantes tornam esses ambientes especialmente vulneráveis. Pelas razões acima, juntamente com outras medidas de PCI descritas em suas orientações específicas, esses ambientes exigem requisitos de ventilação estritos visando criar um ambiente de trabalho seguro e reduzir o risco de infecções associadas aos cuidados de saúde entre profissionais de saúde, pacientes e visitantes.

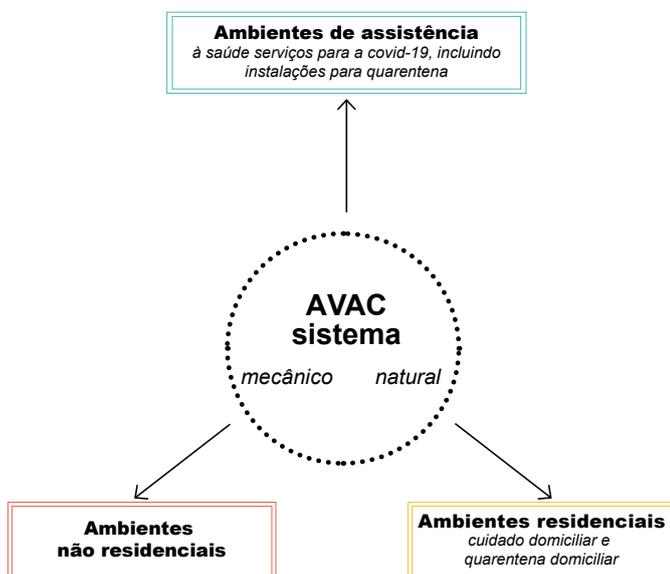
4.2 Ambientes não residenciais

No que tange a este documento, “ambiente não residencial” refere-se a ambientes fechados públicos e

privados caracterizados por uma taxa de ocupação heterogênea que inclui pessoas que não pertencem ao mesmo domicílio, como locais de trabalho (26), escolas (19) e universidades, edifícios do segmento de hotelaria (27) e ambientes religiosos e comerciais. A carga de poluição do ar ou aerossol infeccioso potencialmente liberada em uma edificação depende das atividades realizadas em seu interior, do número de ocupantes e do uso ou não de máscaras pelos seus ocupantes.

Requisitos nacionais, regionais ou internacionais estão disponíveis para cada ambiente e vários documentos de orientação provisória foram desenvolvidos.

No entanto, a fim de fortalecer as medidas propostas de PCI, simplificar a avaliação de risco de COVID-19 e facilitar a implementação das contramedidas correspondentes, propõe-se uma taxa de ventilação mínima por pessoa. Este valor, diretamente ligado à ocupação do ambiente, permitirá a avaliação e melhoria da ventilação e, caso isso não seja possível, o ajuste da ocupação máxima do edifício. Observe que as edificações reaproveitadas para instalações comunitárias e de quarentena estão incluídas no capítulo “4.1 Ambientes de assistência à saúde”.



4.3 Ambientes residenciais

No contexto do atual surto de COVID-19, a OMS recomenda a identificação rápida de casos de COVID-19 e seu isolamento e manejo em uma instalação médica ou em um ambiente alternativo, como o domicílio. Além disso, em muitos contextos, os serviços de saúde são prestados no nível da comunidade e em casa por agentes comunitários de saúde, provedores de cuidados de medicina tradicional, assistentes sociais ou uma variedade de pro-

vedores de serviços de saúde formais e informais baseados na comunidade. Orientações específicas para o atendimento domiciliar seguro (20) e quarentena doméstica (28) já estão disponíveis e fornecem recomendações sobre medidas de PCI, incluindo como avaliar um ambiente para uma área de isolamento em potencial em ambientes residenciais. Este roteiro visa fortalecer o uso da ventilação como uma medida de controle ambiental e de engenharia para reduzir o risco de transmissão de COVID-19 entre membros do domicílio sempre que uma pessoa estiver sob cuidados domiciliares ou quarentena domiciliar e deve ser considerada como parte complementar das orientações de PCI já existentes.

5 Considerações importantes

5.1 Doenças transmitidas por vetores

As doenças transmitidas por vetores são doenças humanas causadas por parasitas, vírus e bactérias que são transmitidos por vetores; o vetor mais comum sendo o mosquito, vetor da malária, dengue e febre amarela. Outros vetores voadores também contribuem para doenças humanas, tais como a tripanossomíase humana africana e a leishmaniose.

Todos os anos, mais de 700.000 mortes resultam dessas doenças. A carga dessas doenças é maior nas áreas tropicais e subtropicais e elas afetam desproporcionalmente as populações mais pobres. (29).

Uma das medidas mais utilizadas, acessíveis e sustentáveis para prevenir e reduzir a incidência de algumas doenças transmitidas por vetores é a instalação de telas contra mosquitos nas janelas, portas e outros pontos de entrada. Infelizmente, a simples proteção contra mosquitos nas janelas, com telas, pode reduzir significativamente a taxa de ventilação natural e isso deve ser levado em consideração ao calcular as trocas de ar. Pelas razões acima, especialmente onde as doenças transmitidas por vetores são endêmicas, é essencial considerar o fortalecimento das atividades de controle de vetores e, ao mesmo tempo, melhorar a ventilação de ambientes fechados.

5.2 Poluição externa do ar

A poluição do ar externo é um importante problema ambiental de saúde que afeta todos os países. Estima-se que a poluição do ar ambiente (externo) tanto nas cidades como nas áreas rurais cause cerca de 4 milhões (30) de mortes prematuras por ano em todo o mundo. Pessoas que vivem em países de

baixa e média renda sofrem de forma desproporcional o fardo da poluição externa do ar.

Evitar a poluição do ar ficando em ambientes fechado pode ser benéfico, mas o efeito depende muito do nível de riscos em ambientes fechados (por exemplo, poluição do ar interno e doméstico, presença de pessoas doentes). Além disso, há incertezas quanto à redução da exposição das populações e os benefícios dos ambientes fechados para a saúde, eles não são claros ou podem ser revertidos, dependendo de várias circunstâncias, e os benefícios e danos potenciais dependem dos fatores locais específicos. Conforme o demonstrado em um relatório recente, a eficácia dos filtros de ar portáteis para ambientes fechados (ou purificadores de ar portáteis para ambientes fechados) em situações do mundo real (ou seja, em ambientes não laboratoriais ou ocupacionais) mostrou que eles são eficientes na redução da concentração de material particulado (MP2,5) em ambientes fechados, com redução de 40 a 82%, mas isso teve poucos efeitos de melhoria na saúde (31) (principalmente para adultos saudáveis). No entanto, seria prematuro recomendar o uso de filtros de ar portáteis como uma medida de saúde pública para se proteger da poluição do ar por muitos motivos. Assim, o uso de filtros de ar portáteis em ambientes fechados pode ser proposto para pessoas com doenças preexistentes, como doença pulmonar obstrutiva crônica, insuficiência cardíaca ou transplantes de pulmão, que devem ficar em casa e proteger-se da exposição à poluição do ar. No entanto, dada a atual pandemia de COVID-19, a filtragem e recirculação do ar interno devem ser cuidadosamente consideradas, levando-se em consideração as medidas de mitigação para a COVID-19. Se for o caso, considere os níveis de poluição externa do ar ao mesmo tempo em que avalia e melhora a ventilação de ambientes fechados usando ventilação natural e filtragem do ar externo. Por exemplo, em áreas que estão constantemente expostas a altos níveis de poluição externa do ar ou às vezes/episódios de poluição do ar (externo), a filtragem do ar pode ser mais adequada do que o aumento das taxas de ventilação.

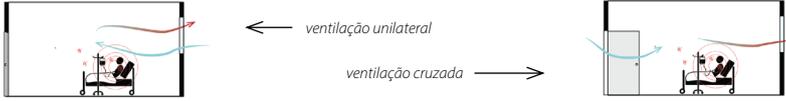
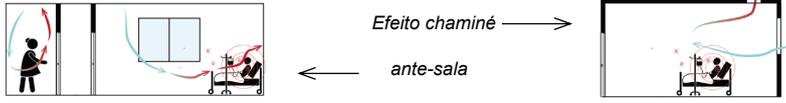
6 Como usar este roteiro

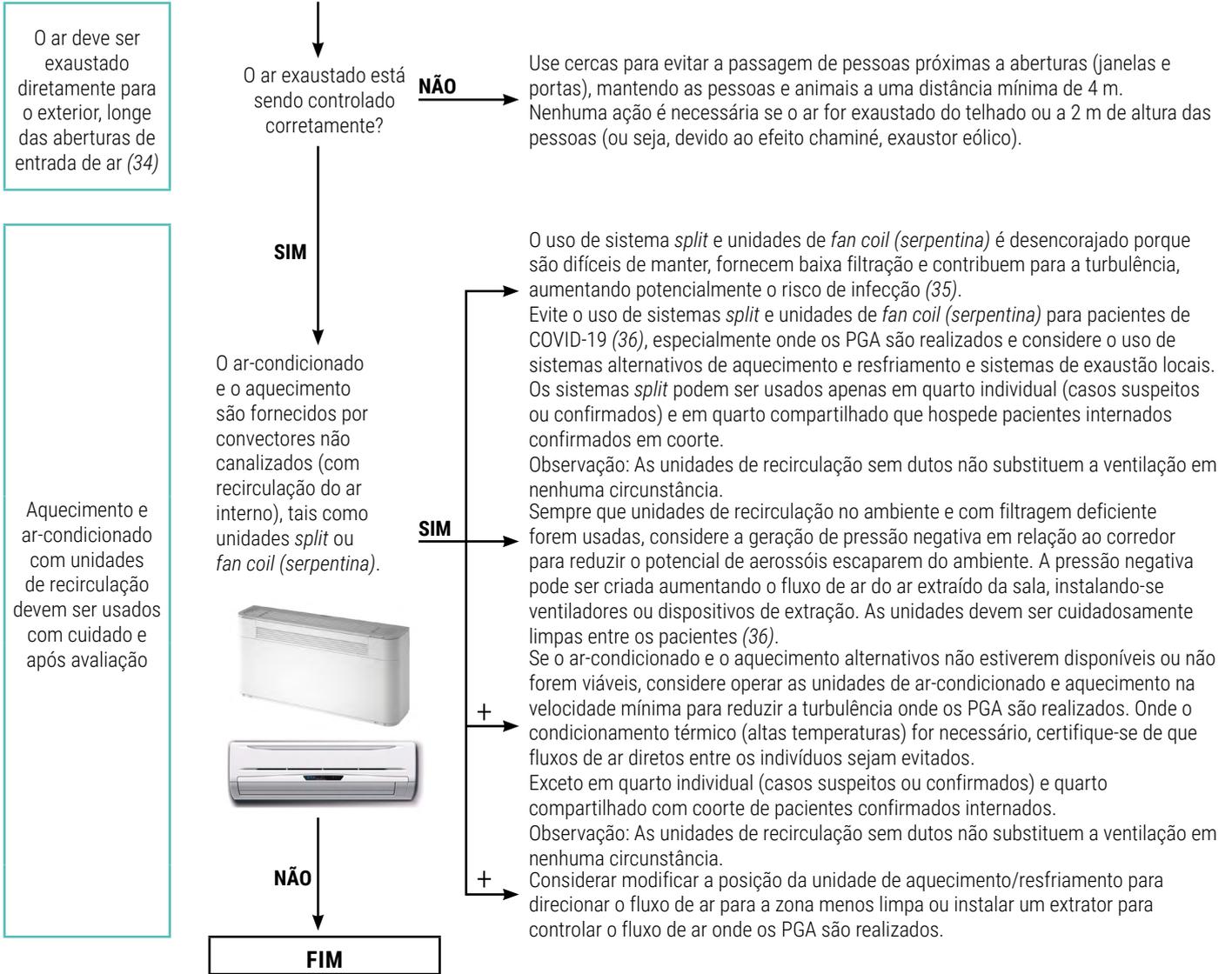
Proprietários e gestores de edificações devem considerar a avaliação de seus sistemas na edificação buscando verificar se estão operando de forma adequada (de acordo com o projeto ou estratégias operacionais atuais), se podem ser alterados para se alinhar com as estratégias de mitigação de AVAC e visando identificar deficiências que devam ser reparadas. Várias recomendações devem ser consideradas em consulta com profissionais de AVAC.

O roteiro finalizado está dividido em três ambientes: assistência de saúde, ambientes não residenciais e residenciais, tais como casas de família ou domicílios particulares. Para cada categoria há uma estratificação adicional de acordo com o sistema de ventilação – ventilação mecânica ou ventilação natural. Depois de identificar o ambiente correto e o sistema de ventilação, o leitor deve começar pelo topo, começando com a coluna do meio denominada “passo – questões-chave”. Do lado esquerdo constam os requisitos mínimos e padrões propostos para cada questão-chave, enquanto do lado direito constam as diferentes estratégias para melhorar a questão específica. As estratégias estão listadas em ordem de preferência da mais eficaz para a menos eficaz, ou seja, caso mais de uma estratégia possa ser implementada, a primeira, a que está no topo da lista, deverá ser a preferencial. Porém, vale ressaltar que não foram considerados nem o custo, nem o tempo necessário para a sua implantação. Como regra geral, as estratégias no topo da lista, embora sejam as mais eficazes, podem ser as mais caras e levar mais tempo para serem implementadas. Ao implementar o roteiro, os proprietários e gestores das edificações devem considerar, entre outros fatores, as condições climáticas e a poluição externa do ar. Em alguns casos específicos, é preferível implementar duas ou mais estratégias simultaneamente. Esses casos estão marcados com um símbolo de mais (+) entre as estratégias a serem combinadas.

6.1 Ambientes de assistência à saúde, incluindo instalações para quarentena

VENTILAÇÃO NATURAL

REQUISITOS MÍNIMOS	PASSOS - QUESTÕES-CHAVE	ESTRATÉGIAS
<p>Requisitos mínimos de taxa de ventilação (32):</p> <ul style="list-style-type: none"> • 160 L/s/paciente ou 12 ACH onde PGA são realizados • 60 L/s/paciente ou 6 ACH outro 	<p>A taxa de ventilação atende os requisitos mínimos da OMS? Para estimar a taxa de ventilação, consulte o ponto 2.</p>	<p>Avalie os locais de abertura e as superfícies de abertura considerando novas aberturas em potencial (aumentar/alterar as dimensões da janela ou porta). Considere viabilizar a ventilação cruzada em vez da ventilação unilateral. Observação: A ventilação cruzada não deve ser implementada nos seguintes casos específicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • dentro de sala ou ala para casos suspeitos de COVID-19 onde PGA possam ocorrer e quando o ar de exaustão não for controlado de forma adequada; • quando o fluxo de ar estiver passando de uma área menos limpa para uma área limpa.  <p>Se o sistema não permitir o aumento da ventilação ao mínimo recomendado por pessoa, considere reduzir a ocupação máxima da sala para atender ao padrão de L/s/paciente. Se nenhuma outra estratégia (de curto prazo) puder ser adotada, considere o uso de um purificador de ar independente com filtros HEPA. Preste atenção à direção do fluxo de ar (das áreas limpas para as menos limpas) ao posicioná-lo. O purificador de ar deve ser posicionado em áreas usadas pelas pessoas e perto delas, para fornecer o máximo de tratamento possível para a(s) fonte(s) de infecção. Os purificadores de ar independentes devem ser operados continuamente e a capacidade de purificação de ar deve pelo menos cobrir a lacuna entre o requisito mínimo e a taxa de ventilação medida – compare a taxa de entrega de ar limpo do dispositivo (CADR) (m³/h) com a taxa de ventilação da sala. Observação: Considere que os purificadores de ar independentes não substituem a ventilação em nenhuma circunstância.</p> 
<p>A direção do fluxo de ar deve ser da área limpa para a menos limpa (32)</p>	<p>O fluxo de ar passa de uma área limpa para uma área menos limpa? Para avaliar o fluxo de ar consulte o ponto 3.</p>	<p>Considere modificar a distribuição funcional relativa ao direcionamento dos fluxos de ar para minimizar a exposição dos PS, ou seja, mudar as áreas do paciente e da equipe para obter pressão negativa natural (ou seja, devido ao efeito chaminé) perto das salas de atendimento, se uma direção clara do fluxo de ar for identificada.</p>  <p>Instalação de exaustores de ar de parede ou janela ou de exaustores eólicos (33).</p> <p>O uso de um ventilador de coluna colocado próximo a uma janela aberta pode permitir a ventilação. Um ventilador de coluna voltado para a janela (isto é, voltado para fora) serve para puxar o ar do ambiente e exaustá-lo para fora; um ventilador voltado para o interior da sala (isto é, voltado para dentro) serve para puxar o ar externo e empurrá-lo para dentro da sala. A orientação do ventilador de coluna deve ser escolhida de acordo com a direção de fluxo de ar desejada. A edificação funciona para permitir/melhorar o efeito chaminé ou outras estratégias de ventilação natural.</p>  <p>Em salas onde são realizados PGA: acrescente antessalas para ter um controle estrito da direção do fluxo de ar. As portas duplas nas antessalas não devem ser abertas ao mesmo tempo para separar claramente o ar entre a sala de atendimento e o corredor (área limpa). Observação: Na maioria dos casos, essa estratégia não pode ser combinada com a ventilação cruzada, portanto, a taxa mínima de ventilação deve ser atingida com outras estratégias. Uma solução econômica é o uso de uma porta de plástico com zíper como uma divisória para criar uma antessala.</p>



VENTILAÇÃO MECÂNICA

REQUISITOS MÍNIMOS

Requisitos mínimos de taxa de ventilação (32):

- 160 L/s/paciente ou 12 ACH onde PGA são realizados
- 60 L/s/paciente ou 6 ACH outro

A direção do fluxo de ar deve ser da área limpa para a menos limpa (32)

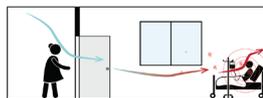
O ar deve ser exaustado diretamente para o exterior, longe das aberturas de entrada de ar (34)

PASSOS - QUESTÕES-CHAVE

A taxa de ventilação atende os requisitos mínimos da OMS? Para estimar a taxa de ventilação, consulte o ponto 1.

SIM

O fluxo de ar passa de uma área limpa para uma área menos limpa? Para avaliar o fluxo de ar consulte o ponto 3.



SIM

O ar exaustado está sendo controlado corretamente?

SIM

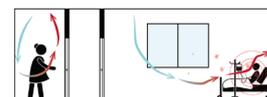
ESTRATÉGIAS

NÃO

Em consulta com um profissional de AVAC, avalie a possibilidade de aumentar a taxa de ventilação de acordo com as capacidades do sistema. Desative os controles de ventilação sob demanda que reduzam o fornecimento de ar com base na temperatura ou ocupação (concentração de CO₂). Se a taxa de ventilação não puder ser aumentada mecanicamente, considere maximizar a ventilação usando ventilação natural através da abertura de janelas (37) (veja a seção de ventilação natural para mais estratégias). Se o sistema não permitir o aumento da ventilação para o requisito mínimo recomendado por pessoa, considere reduzir a ocupação máxima da sala para atender ao padrão de L/s/paciente. Se nenhuma outra estratégia (de curto prazo) puder ser adotada, considere o uso de um purificador de ar independente com filtros HEPA. Preste atenção à direção do fluxo de ar (das áreas limpas para as menos limpas) ao posicioná-lo. O purificador de ar deve ser posicionado em áreas usadas pelas pessoas e perto delas, para fornecer o máximo de tratamento possível para a(s) fonte(s) de infecção. Os purificadores de ar independentes devem ser operados continuamente. A capacidade do purificador de ar deve pelo menos cobrir a lacuna entre o requisito mínimo e a taxa de ventilação medida – compare a taxa de entrega de ar limpo do dispositivo (CADR) (m³/h) com a taxa de ventilação da sala. Observação: Considere que o ar recirculado filtrado não substitui a ventilação em nenhuma circunstância.

NÃO

Considere modificar a distribuição funcional relativa ao direcionamento dos fluxos de ar para minimizar a exposição dos PS, ou seja, mudar as áreas do paciente e da equipe para obter pressão negativa natural (ou seja, devido ao efeito chaminé) perto das salas de atendimento, se uma direção clara do fluxo de ar for identificada. Em consulta com um profissional de AVAC, avalie a possibilidade de modificar a direção do fluxo de ar, ou seja, modificar a localização dos dispositivos de fornecimento e exaustão (retorno) de ar. Em salas onde são realizados PGA: acrescente antessalas para ter um controle mais estrito da direção do fluxo de ar. As portas nas antessalas não devem ser abertas ao mesmo tempo para separar claramente o ar entre a sala de atendimento e o corredor (área limpa). Uma solução econômica é o uso de uma porta de plástico com zíper como uma divisória para criar uma antessala.



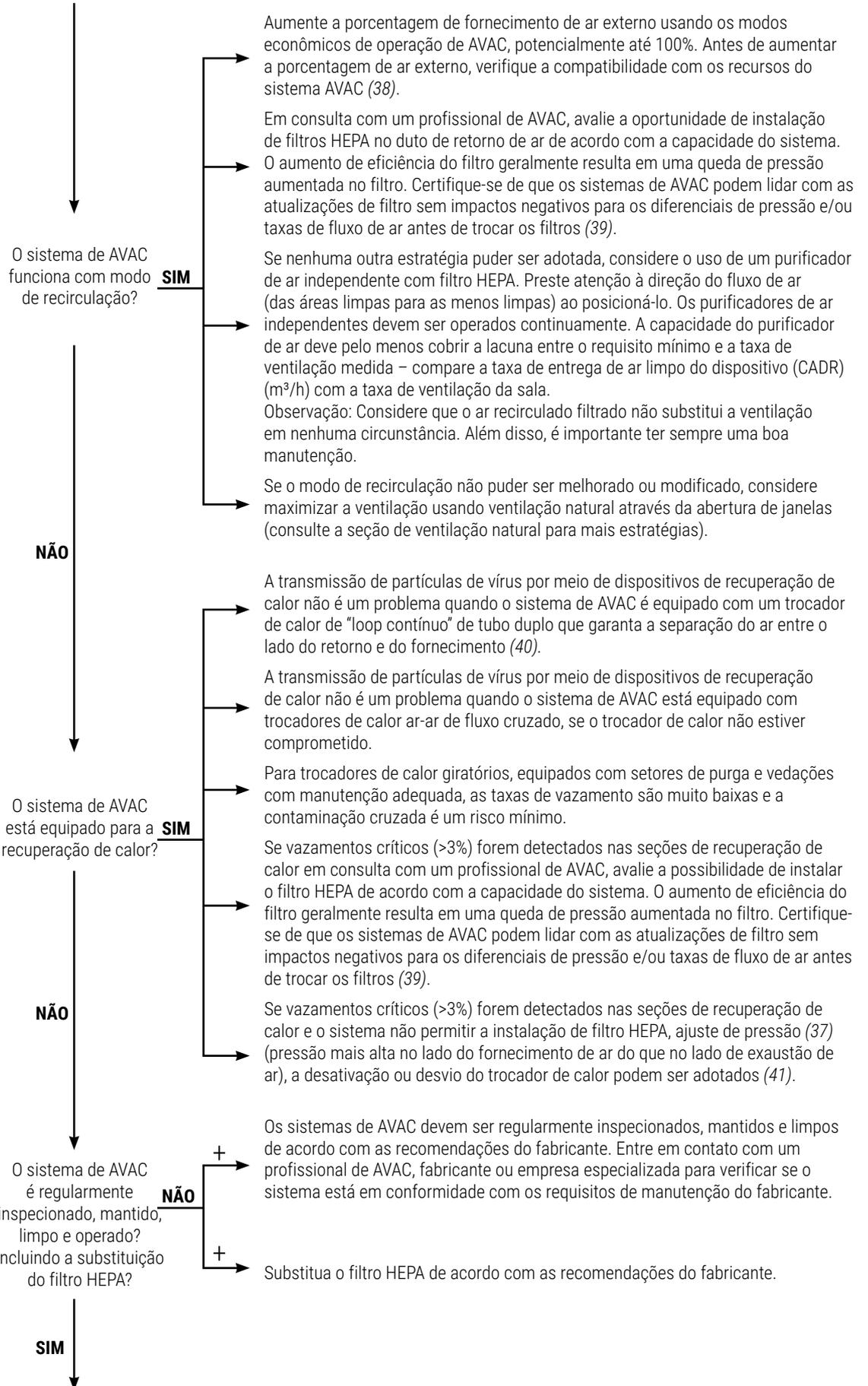
NÃO

Considere cercar a área próxima à saída de exaustão, mantendo as pessoas ou animais a uma distância de pelo menos 4 m. A entrada de ar deve ser de pelo menos 2m se a saída de ar estiver acima e 4m se a saída de ar estiver abaixo (EN 16798-4) da exaustão. Se cercar a área não for viável, em consulta com um profissional de AVAC, avalie a possibilidade de instalar filtros HEPA de acordo com a capacidade do sistema.

A recirculação de ar deve ser avaliada cuidadosamente

Verifique a unidade de recuperação de calor

O sistema de AVAC deve ser operado continuamente quando as pessoas estão no prédio e deve ser regularmente inspecionado, mantido e limpo



Aquecimento e ar-condicionado com unidades de recirculação devem ser usados com cuidado e após avaliação.



O uso de sistema *split* e unidades de *fan coil (serpentina)* é desencorajado porque são difíceis de manter, fornecem baixa filtração e contribuem para a turbulência, aumentando potencialmente o risco de infecção (35).

Evite o uso de sistemas *split* e unidades de *fan coil (serpentina)* para pacientes de COVID-19 (36), especialmente onde os PGA são realizados e considere o uso de sistemas alternativos de aquecimento e resfriamento.

Os sistemas *split* podem ser usados apenas em quarto individual (casos suspeitos ou confirmados) e em quarto compartilhado que hospeda pacientes internados confirmados em coorte.

Observação: As unidades de recirculação sem dutos (nível de quarto) não substituem a ventilação em nenhuma circunstância.

Sempre que unidades de recirculação no ambiente e com filtragem deficiente forem usadas, considere a geração de pressão negativa em relação ao corredor para reduzir o potencial de aerossóis escaparem do ambiente. A pressão negativa pode ser criada aumentando o fluxo de ar do ar extraído da sala, instalando-se ventiladores de extração ou dispositivos similares. As unidades devem ser cuidadosamente limpas entre os pacientes (36).

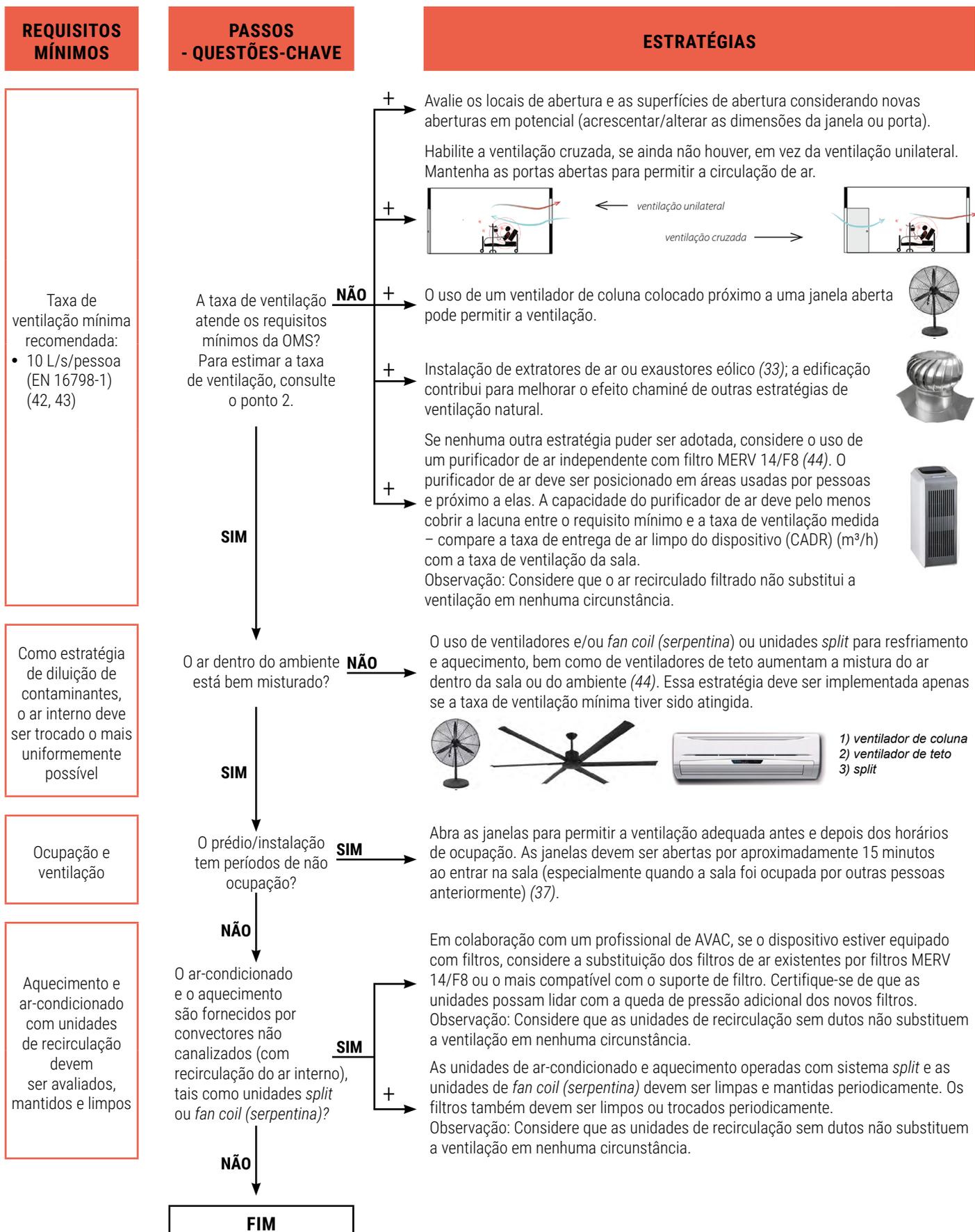
Se sistemas de ar-condicionado e aquecimento alternativos não estiverem disponíveis ou não forem viáveis, considere operar as unidades de ar-condicionado e aquecimento na velocidade mínima permitida para reduzir a turbulência onde os PGA são realizados. Se o condicionamento térmico (altas temperaturas) for necessário, certifique-se, pelo menos, de que fluxos de ar diretos entre os indivíduos sejam evitados.

Exceto em quarto individual (casos suspeitos ou confirmados) e quarto compartilhado com coorte de pacientes confirmados internados. Observação: As unidades de recirculação sem dutos não substituem a ventilação em nenhuma circunstância.

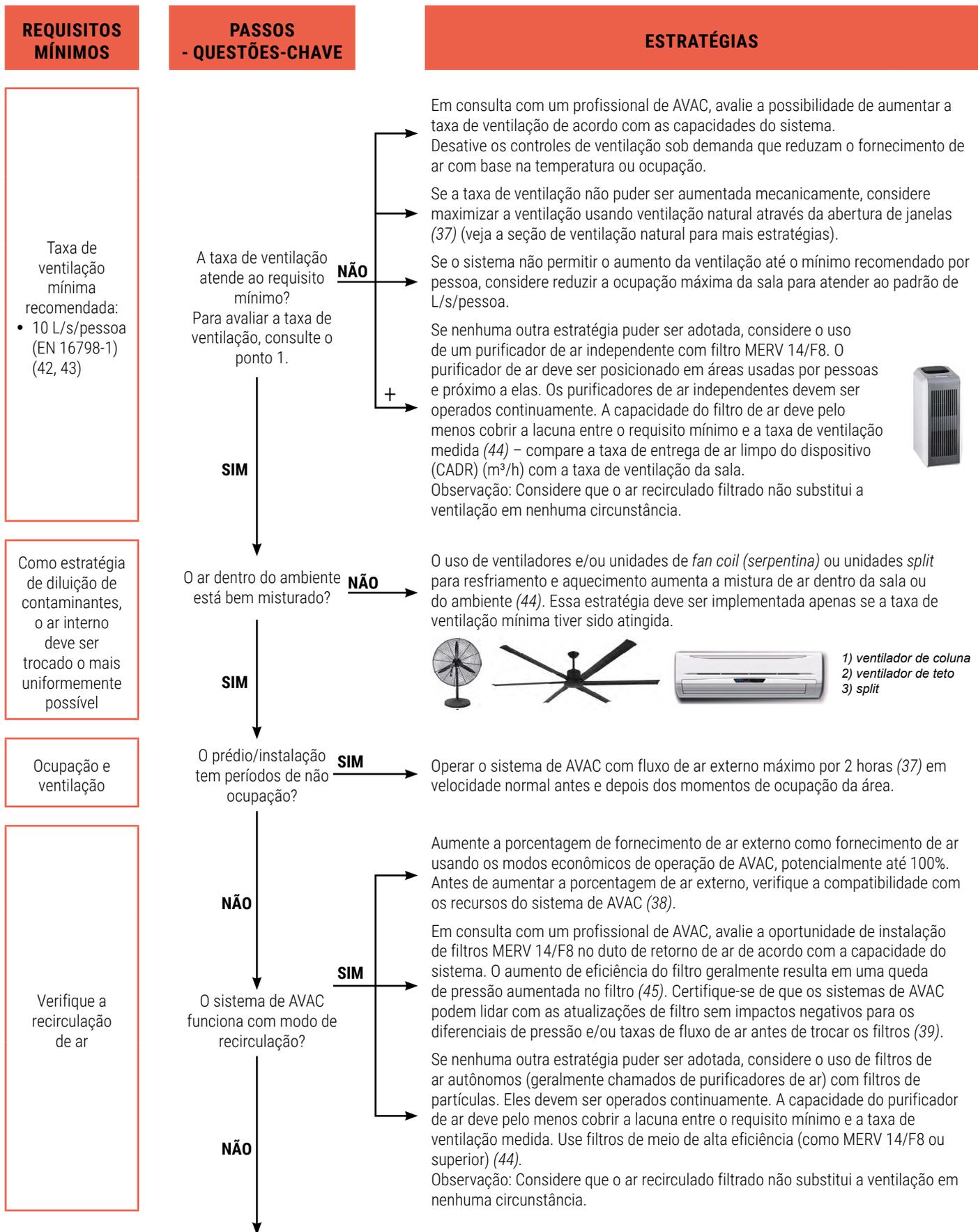
Considere modificar a posição da unidade de aquecimento/resfriamento para direcionar o fluxo de ar para a zona menos limpa ou instalar um extrator para controlar o fluxo de ar onde os PGA são realizados.

6.2 Ambientes não residenciais

VENTILAÇÃO NATURAL



VENTILAÇÃO MECÂNICA

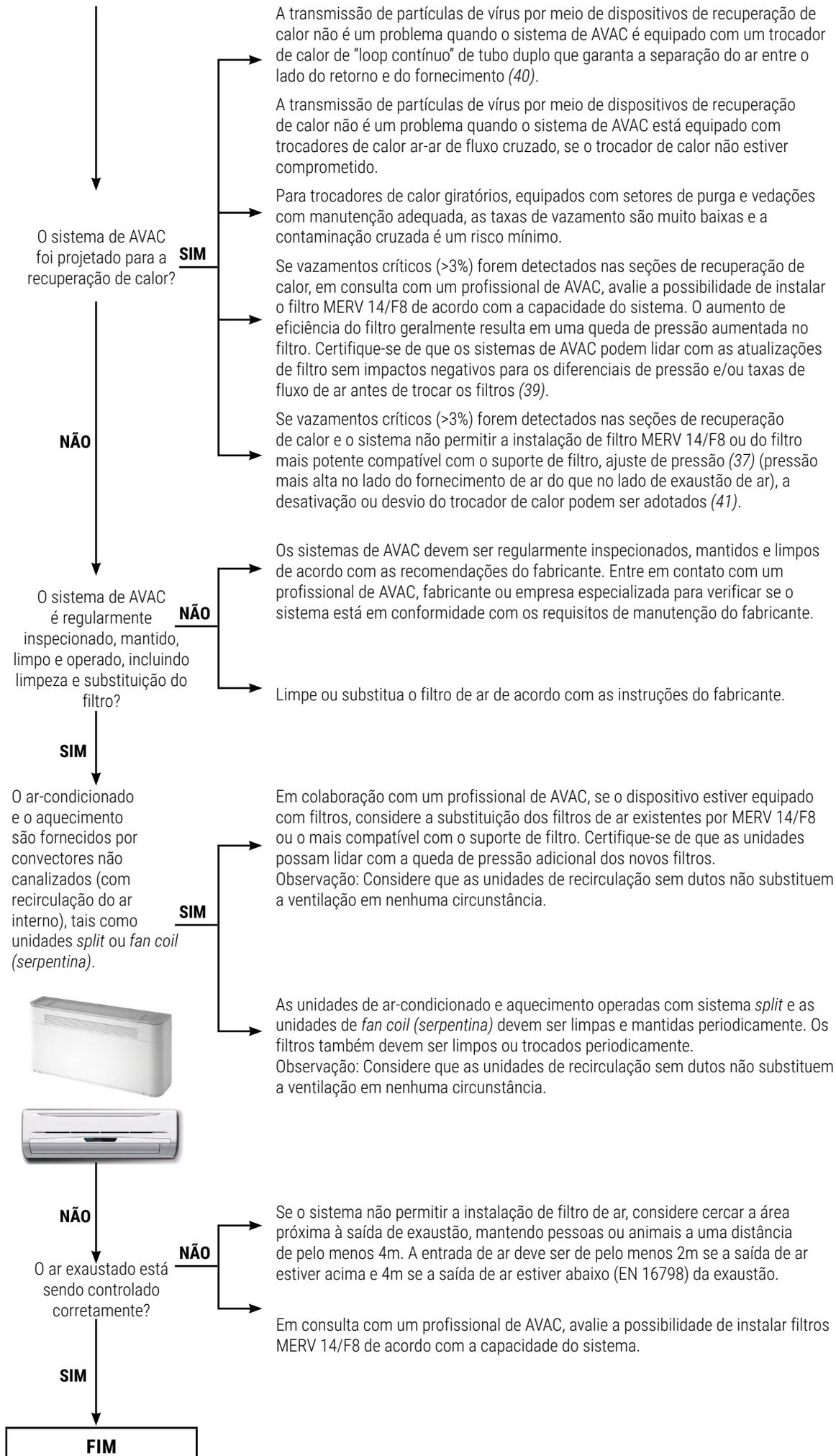


Verifique a unidade de recuperação de calor

O sistema de AVAC deve ser operado continuamente quando as pessoas estão no prédio e deve ser regularmente inspecionado, mantido e limpo

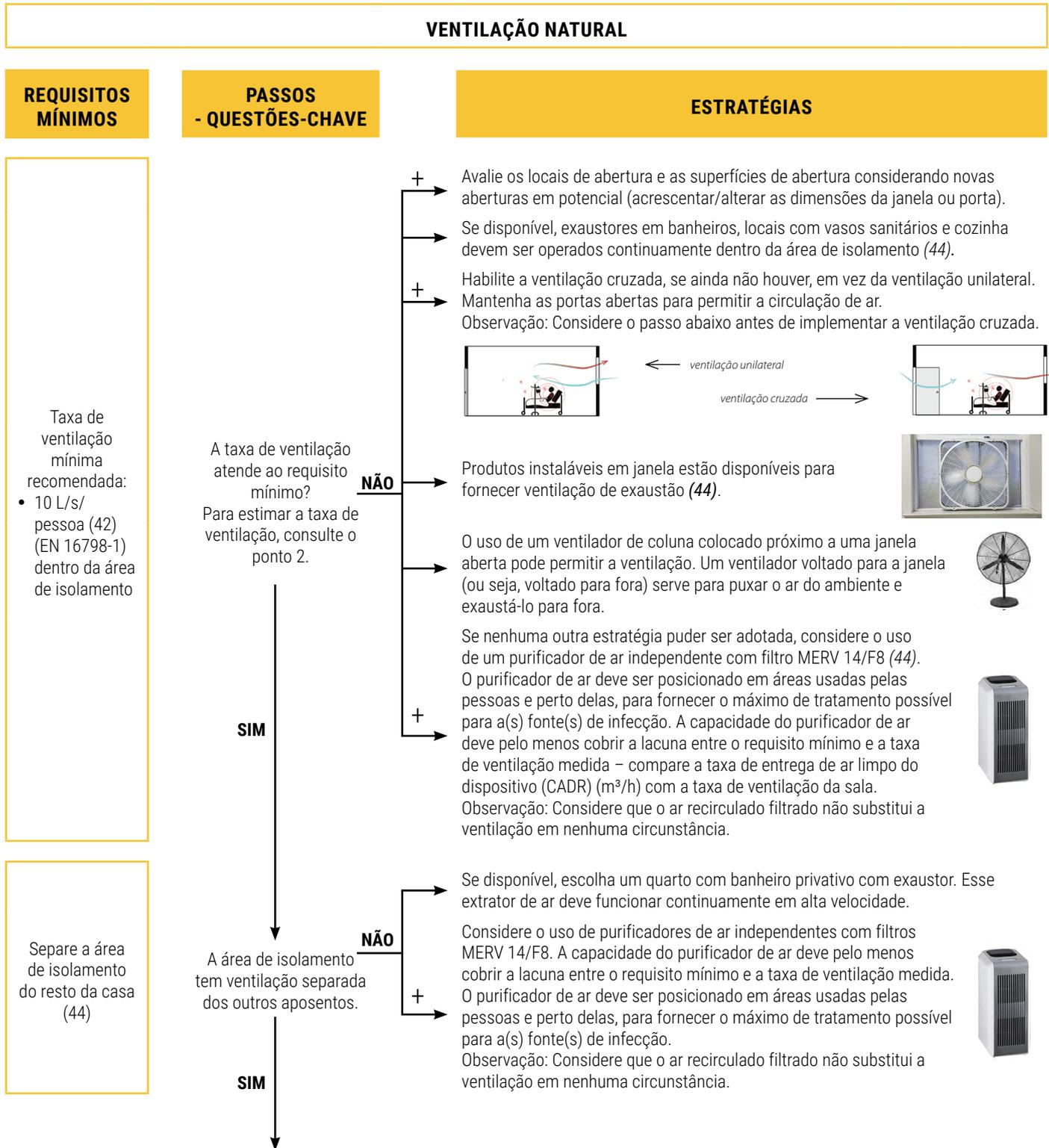
Aquecimento e ar condicionado com unidades de recirculação devem ser avaliados, mantidos e limpos

O ar deve ser exaustado diretamente para o exterior, longe das aberturas de entrada de ar, de pessoas e animais (34)



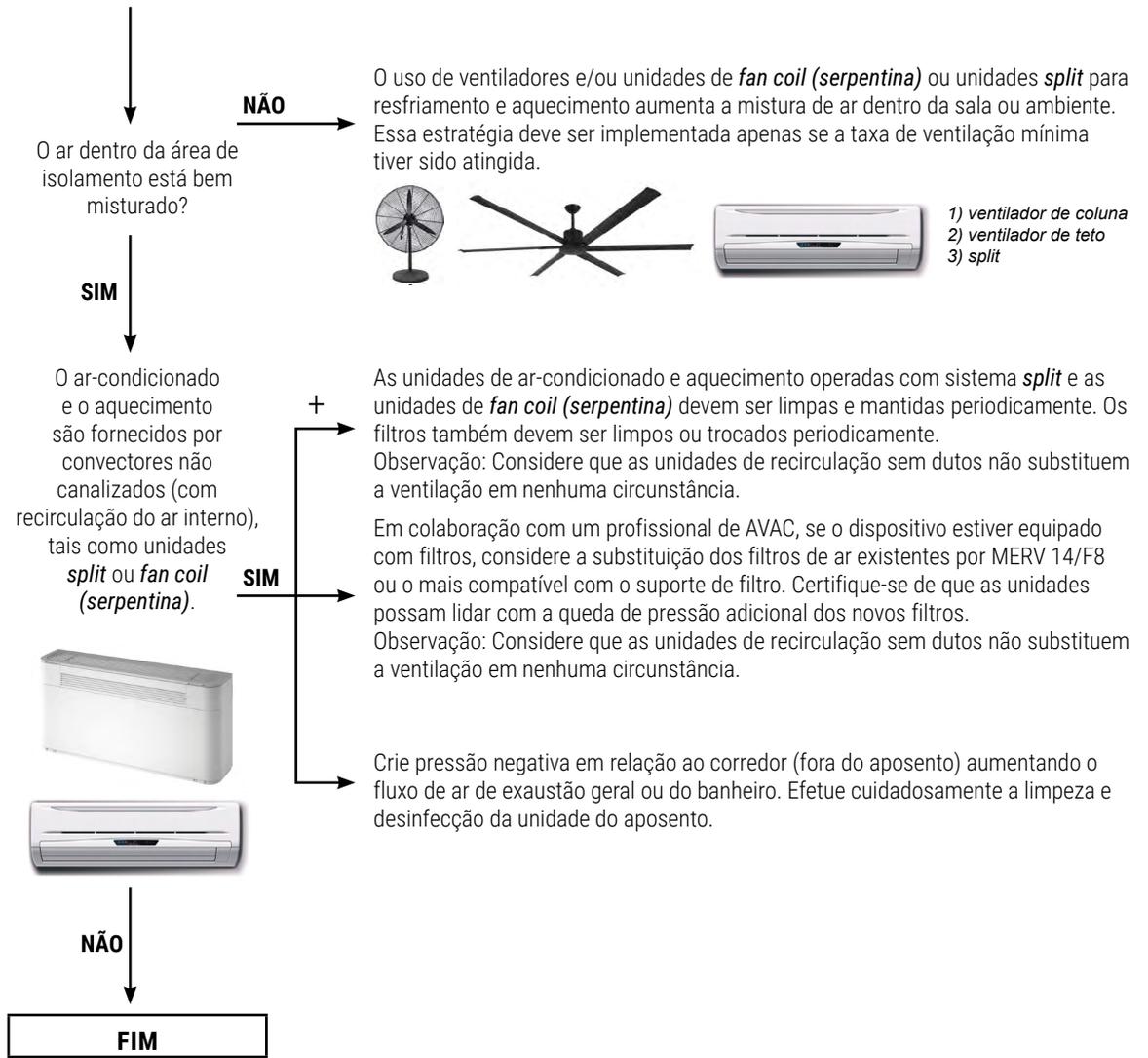
6.3 Ambientes residenciais, incluindo domicílios e autoquarentena domiciliar

Esta seção se refere especificamente à área de isolamento, ambiente ou cômodo previamente identificado para atendimento domiciliar ou autoquarentena de acordo com as orientações disponíveis. As recomendações propostas partem do pressuposto de que a casa e a área de isolamento identificadas podem ser consideradas ambientes separados. Portanto, as seguintes estratégias não devem ser consideradas para toda a área residencial, mas apenas para o ambiente de isolamento. Observação: instituições de longa permanência para idosos não estão incluídas.



Como estratégia de diluição de contaminantes, o ar interno (dentro da área de isolamento) deve ser trocado tão uniformemente quanto possível.

Aquecimento e ar condicionado com unidades de recirculação devem ser avaliados, mantidos e limpos



VENTILAÇÃO MECÂNICA

REQUISITOS MÍNIMOS

Taxa de ventilação mínima recomendada:

- 10 L/s/pessoa (42) (EN 16798-1) dentro da área de isolamento

Separe a área de isolamento do resto da casa (44)

Como estratégia de diluição de contaminantes, o ar interno (dentro da área de isolamento) deve ser trocado tão uniformemente quanto possível.

PASSOS - QUESTÕES-CHAVE

A taxa de ventilação atende ao requisito mínimo? Para avaliar a taxa de ventilação, consulte o ponto 1.

SIM

A área de isolamento tem ventilação separada dos outros aposentos.

SIM

O ar dentro do ambiente está bem misturado?

SIM

ESTRATÉGIAS

NÃO

- + Se a taxa de ventilação não puder ser aumentada mecanicamente, considere maximizar a ventilação usando ventilação natural através da abertura de janelas (37) (veja a seção de ventilação natural para mais estratégias).
- + Os sistemas de ventilação forçada devem ser executados tanto quanto possível, por exemplo usando as configurações de "VENTILADOR LIGADO" (44).
- + Em consulta com um profissional de AVAC, avalie a possibilidade de aumentar a taxa de ventilação de acordo com as capacidades do sistema.
- + Desative os controles de ventilação sob demanda que reduzam o fornecimento de ar com base na temperatura ou ocupação.
- + Se nenhuma outra estratégia puder ser adotada, considere o uso de um purificador de ar independente com filtro MERV 14/F8 (44). O purificador de ar deve ser posicionado em áreas usadas pelas pessoas e perto delas, para fornecer o máximo de tratamento possível para a(s) fonte(s) de infecção. A capacidade do purificador de ar deve pelo menos cobrir a lacuna entre o requisito mínimo e a taxa de ventilação medida – compare a taxa de entrega de ar limpo do dispositivo (CADR) (m³/h) com a taxa de ventilação da sala. Observação: Considere que o ar recirculado filtrado não substitui a ventilação em nenhuma circunstância.



NÃO

- + Se houver um sistema de ventilação forçada que misture o ar entre a residência e o ambiente de isolamento, as grades de retorno ou de fornecimento dentro da área de isolamento devem ser vedadas (44). Portanto, a área de isolamento deve trocar o modo de ventilação para natural (consulte a seção de ventilação natural para mais estratégias).
- + Aquecedores ou condicionadores de ar portáteis podem ser usados no ambiente de isolamento (44) em vez de aquecimento e resfriamento com base no ar fornecido pelo sistema central de AVAC. Limpe e desinfete o dispositivo quando o isolamento terminar.
- + Considere o uso de purificadores de ar independentes (geralmente chamados de purificadores de ar) com filtros de partículas. Eles devem ser operados continuamente. Use filtros de meio de alta eficiência (como MERV 14/F8 ou superior) (44). Observação: Considere que o ar recirculado filtrado não substitui a ventilação em nenhuma circunstância.



NÃO

O uso de ventiladores e/ou unidades de *fan coil* (*serpentina*) ou unidades *split* para resfriamento e aquecimento aumenta a mistura de ar dentro da sala ou ambiente. Essa estratégia deve ser implementada apenas se a taxa de ventilação mínima tiver sido atingida.

Observação: A mistura do ar deve ser melhorada dentro das áreas, mas considerando a área de isolamento e o resto da casa separadamente.

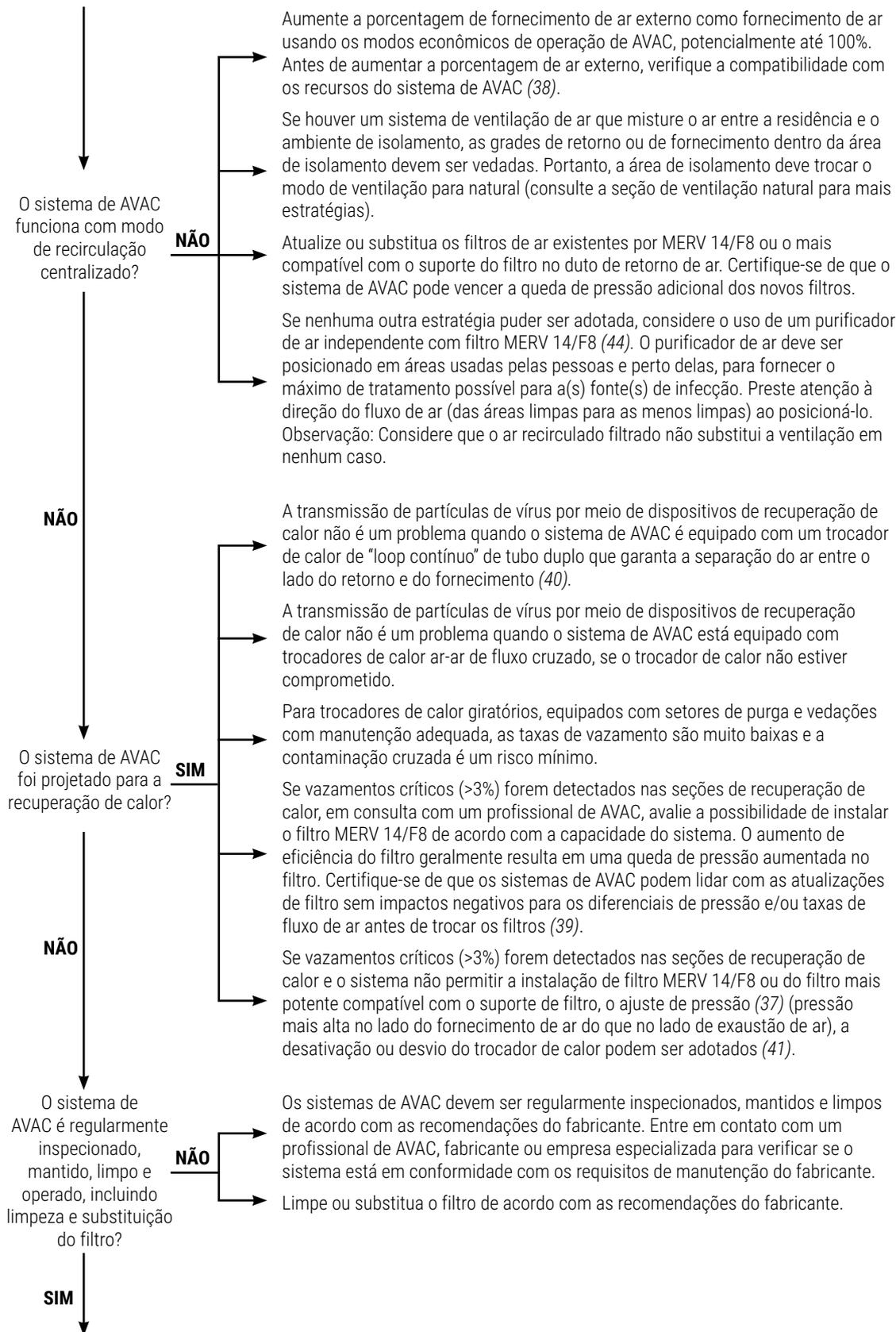


- 1) ventilador de coluna
- 2) ventilador de teto
- 3) split

Verifique a recirculação de ar

Verifique a unidade de recuperação de calor

O sistema de AVAC deve ser regularmente inspecionado, mantido, limpo e operado continuamente



Aquecimento e ar condicionado com unidades de recirculação devem ser avaliados, mantidos e limpos

O ar-condicionado e o aquecimento são fornecidos por convectores não canalizados (com recirculação do ar interno), tais como unidades *split* ou *fan coil* (*serpentina*).



NÃO

FIM

SIM

+

As unidades de ar-condicionado e aquecimento operadas com sistema *split* e as unidades de *fan coil* (*serpentina*) devem ser limpas e mantidas periodicamente. Os filtros também devem ser limpos ou trocados periodicamente.

Observação: Considere que as unidades de recirculação sem dutos não substituem a ventilação em nenhuma circunstância.

Em colaboração com um profissional de AVAC, se o dispositivo estiver equipado com filtros, considere a substituição dos filtros de ar existentes por MERV 14/F8 ou o mais compatível com o suporte de filtro. Certifique-se de que as unidades possam lidar com a queda de pressão adicional dos novos filtros.

Observação: Considere que as unidades de recirculação sem dutos não substituem a ventilação em nenhuma circunstância.

Crie pressão negativa em relação ao corredor (fora do aposento) aumentando o fluxo de ar de exaustão geral ou do banheiro. Efetue cuidadosamente a limpeza e desinfecção das unidades dos aposentos.

7 Avaliando a ventilação

A taxa de ventilação e a direção do fluxo de ar são elementos-chave a serem analisados e avaliados antes de realizar qualquer ação no sistema de ventilação. Essa primeira avaliação fornecerá a linha de base e permitirá ao usuário compreender melhor a lacuna entre a funcionalidade do sistema de ventilação e os requisitos propostos. Uma segunda avaliação deve ser realizada uma vez que as estratégias de melhoria tenham sido implementadas. A comparação da segunda avaliação com a linha de base inicial fornecerá uma visão geral da eficácia das estratégias de melhoria implementadas e uma compreensão clara da nova taxa e fluxo de ventilação.

Os sistemas de ventilação mecânica e natural exigem métodos diferentes para a avaliação da taxa de fluxo de ar da ventilação.

Ponto 1) Taxa mínima de ventilação - sistema de ventilação mecânica. Como avaliar?

Cada sistema de ventilação mecânica é projetado para taxas de fluxo de ar específicas. Consulte o manual técnico para verificar a capacidade do sistema.

Ponto 2) Taxa mínima de ventilação – sistema de ventilação natural. Como estimar?

Como regra geral, a taxa de ventilação natural impulsionada pelo vento através de uma sala pode ser calculada da seguinte forma (20):

- Taxa de ventilação [L/s] = $k \times \text{velocidade do vento [m/s]} \times \text{menor área de abertura [m}^2\text{]} \times 1000$ [L/m³] $k = 0,05$ no caso de ventilação unilateral
- $k = 0,65$ no caso de ventilação cruzada no caso de tela mosquiteira instalada = taxa de ventilação $\times 0,5$
- velocidade do vento: a velocidade do vento refere-se ao valor na altura do edifício em um local suficientemente longe do edifício sem quaisquer obstruções (por exemplo, em um aeroporto) (32)

Ponto 3) Direção do fluxo de ar. Como avaliar?

A direção do fluxo de ar é geralmente avaliada por meio de um marcador de gás. No entanto, outras soluções econômicas podem ser usadas, como bastões de incenso ou outros geradores de fumaça – um teste de fumaça pode ser usado para demonstrar a direção do fluxo de ar.

Anexo 1: Estratégia de pesquisa e estudos incluídos

Estratégia de pesquisa

Conceito	Estratégia de pesquisa	Resultados (2 de dezembro de 2020)
Ventilação, filtração	AVAC OU "Ar-Condicionado" OU "ar forçado" OU "fluxo de ar" ~ 3 OU (fechado E (ambiente* OU área*)) OU "ventilação forçada" OU janela* OU ventiladores OU (ar E (recirculação OU recirculado OU canalizado OU duto OU dutos OU filtro* OU purif* OU limpador*)) OU "troca de ar" ~ 5 OU HEPA OU mh :("Microbiologia do ar" OU "Ventilação" OU "Filtros de ar" OU "Ar-Condicionado" OU "Filtração" OU "Poluição do Ar, Interno" OU "Aquecimento" OU "Circulação do Ar" OU "Poluentes do Ar") OU MERV	1.174

Estudos incluídos

Autor	Título	Publicação e data	Principais conclusões
LITERATURA PUBLICADA			
SL Miller, et al.	Implementing a negative pressure isolation space within a skilled nursing facility to control SARS-CoV-2 transmission	Am J Infect Control 2 de outubro de 2020	Estudo de validação de um ambiente de isolamento em uma clínica de enfermagem especializada na Pensilvânia, EUA. Objetivo: minimizar a transmissão de doenças entre residentes e funcionários. O ambiente de isolamento foi criado modificando um sistema de AVAC existente; foi realizada a dinâmica de fluidos computacional e modelagem baseada em partículas Lagrangianas para testar a contenção e possível transmissão. Não houve transmissão entre residentes isolados no ambiente, nem qualquer transmissão para funcionários ou outros residentes.
SY Lee, et al.	Crucial role of temporary airborne infection isolation rooms in an intensive care unit: containing the COVID-19 outbreak in South Korea	Crit Care 18 de maio de 2020	Em um hospital acadêmico em Daegu, na República da Coreia, foram montadas salas de isolamento temporário para infecções transmitidas pelo ar (AAIRs). Um amortecedor de controle do volume de ar foi usado para manter um gradiente de pressão negativa entre os AAIRs preexistentes e a antessala (- 5,0 Pa) em um nível abaixo da pressão negativa padrão (- 2,5 Pa) recomendado para essas instalações. A zona comum de isolamento com pressão negativa foi equipada com cinco máquinas portáteis de ar negativo que geraram pressão negativa (- 5,0 Pa) em comparação com a antessala. O fluxo de ar nas salas de isolamento atingiu de 15 a 20 trocas de ar por hora. Durante um período de 4 semanas, 7 pacientes foram tratados: 6 pacientes necessitaram de ventilação mecânica, 2 pacientes foram tratados com oxigenação por membrana extracorpórea e terapia de substituição renal contínua foi fornecida a 1 paciente. A equipe de tratamento para a COVID-19 incluía 5 médicos e 40 enfermeiras. Todos os profissionais de saúde da UTI recém-reformada foram testados para a COVID-19 após as primeiras 2 semanas de serviço; nenhum teste foi positivo.
J Lu, et al.	COVID-19 Outbreak Associated with Air Conditioning in Restaurant, Guangzhou, China, 2020	Emerg Infect Dis 2 de abril de 2020	Investigação epidemiológica em Guangzhou, China. De 26 de janeiro a 10 de fevereiro de 2020, ocorreu um surto de COVID-19 em um restaurante climatizado, envolvendo 3 grupos/ clusters familiares. A partir de um exame das rotas potenciais de transmissão, os autores concluíram que a causa mais provável do surto foi a transmissão por gotículas induzida por ventilação com ar-condicionado.

LITERATURA PRÉ-IMPRESSA

<p>Xu P, et al.</p>	<p>Transmission routes of Covid-19 virus in the Diamond Princess Cruise ship</p>	<p>medRxiv 14 de abril de 2020</p>	<p>Estudo do navio de cruzeiro Diamond Princess. Coletou o número diário de 197 casos sintomáticos e dos 146 casos de passageiros em duas categorias (aqueles que ficaram e os que não ficaram na mesma cabine). As infecções começaram em 28 de janeiro e terminaram em 6 de fevereiro para os passageiros, exceto por aqueles que permaneceram na mesma cabine com o(s) indivíduo(s) infectado(s). Nenhum outro caso confirmado foi identificado entre os passageiros desembarcados na RAE de Hong Kong, China, exceto por um passageiro de 80 anos. Nenhum caso confirmado foi relatado em três outras escalas entre 27 e 31 de janeiro associado a passageiros desembarcados ou visitantes do navio. No entanto, dois taxistas de Okinawa tornaram-se casos confirmados em associação com o transporte de passageiros do navio. A infecção entre passageiros após 6 de fevereiro foi limitada aos que permaneceram na mesma cabine com um passageiro infectado. As infecções entre membros da tripulação atingiram o pico em 7 de fevereiro, sugerindo uma transmissão significativa entre os membros da tripulação após a quarentena em 5 de fevereiro. Os autores concluíram que o sistema de ar-condicionado central não desempenhou um papel na transmissão e que a transmissão parece ter ocorrido por contato próximo e fômites.</p>
<p>O Almilaji e PW Thomas</p>	<p>Air recirculation role in the infection with COVID-19, lessons learned from Diamond Princess cruise ship</p>	<p>medRxiv 9 de julho de 2020</p>	<p>Estudo do navio de cruzeiro Diamond Princess. Análise de dados de contagem publicados em 21 de fevereiro de 2020 e coletados pela clínica de bordo do navio. Usando apenas dados de contagem de passageiros do primeiro conjunto de dados preparado contendo 115 casos sintomáticos com datas de início dos sintomas durante o período de quarentena de 6 a 17 de fevereiro, a análise mostrou que 20% ocorreram em cabines com um caso anterior e 80% ocorreram em cabines sem um caso anterior. Os resultados mostraram que a taxa de infecção sintomática com início de sintomas registrados em cabines com casos previamente confirmados não foi significativamente maior do que em cabines sem casos previamente confirmados durante todo o período de quarentena. Nenhuma evidência foi encontrada para concluir que a SIRR nas cabines com casos previamente confirmados não era significativamente maior do que nas cabines sem casos previamente confirmados na data e após o período médio de quarentena.</p>
<p>PF Horve, et al.</p>	<p>Identification of SARS-CoV-2 RNA in Healthcare Heating, Ventilation, and Air Conditioning Units</p>	<p>medRxiv 28 de junho de 2020</p>	<p>Objetivo: avaliar o papel potencial dos sistemas de AVAC na transmissão viral pelo ar, determinando a presença do vírus em unidades de tratamento de ar em um ambiente onde pacientes com COVID-19 foram tratados (Oregon, EUA). A presença de RNA do SARS-CoV-2 foi detectada em 14/56 (25%) das amostras retiradas de nove locais diferentes em várias unidades de tratamento de ar. Embora as amostras não tenham sido avaliadas quanto à infecciosidade viral, a presença de RNA viral em unidades de tratamento de ar aumenta a possibilidade de que as partículas virais possam entrar e viajar dentro do sistema de tratamento de ar de um hospital, a partir do ar de retorno da sala, passando pelos filtros MERV 15 de alta eficiência e chegando ao ar fornecido nos dutos. Não houve determinação de qualquer evento de transmissão conhecido em associação com essas amostras; no entanto, as descobertas podem sugerir o potencial dos sistemas de AVAC em facilitar a transmissão por contaminação ambiental, através de volumes de ar compartilhados com locais afastados das áreas onde residam pessoas infectadas.</p>

Anexo 2: Orientação técnica relevante

Desenvolvedor da orientação	Referência	Hyperlink
ASHRAE	Padrão ANSI/ASHRAE ASHE 170-2017 Ventilação das instituições/unidades de saúde. 2017.	https://www.ashrae.org/technical-resources/standards-and-guidelines/standards-addenda/ansi-ashrae-ash-standard-170-2017-ventilation-of-health-care-facilities
ASHRAE	HVAC design manual for hospitals and clinics (second edition). 2013.	https://www.ashrae.org/technical-resources/bookstore/hvac-design-manual-for-hospitals-and-clinics
ASHRAE	Handbook HVAC fundamentals. 2017.	https://www.ashrae.org/technical-resources/ashrae-handbook
ASHRAE	Technical resources for health care settings [Recursos técnicos para ambientes de cuidados de saúde].	https://www.ashrae.org/technical-resources/healthcare
ASHRAE	Technical resources for reopening of schools and universities [Recursos técnicos para a reabertura de escolas e universidades].	https://www.ashrae.org/technical-resources/reopening-of-schools-and-universities
ASHRAE	Technical resources for multifamily building owners/managers [Recursos técnicos para proprietários/gestores de edifícios multifamiliares].	https://www.ashrae.org/technical-resources/multifamily-buildings
ASHRAE	Technical resources for residential settings [Recursos técnicos para ambientes residenciais].	https://www.ashrae.org/technical-resources/residential
ASHRAE	Technical resources for commercial settings [Recursos técnicos para ambientes comerciais]	https://www.ashrae.org/technical-resources/commercial
ASHRAE	Filtration/Disinfection [Purificação/Desinfecção]	https://www.ashrae.org/technical-resources/filtration-disinfection
Centros para o Controle e Prevenção de Doenças dos EUA	COVID-19 employer information for office buildings [COVID-19 informações para o empregador em edifícios comerciais de escritórios]. 4 de janeiro de 2021	https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/community/office-buildings.html
Centro Europeu de Prevenção e Controle de Doenças.	Heating, ventilation and air-conditioning systems in the context of COVID-19 [Sistemas de aquecimento, ventilação e ar-condicionado no contexto da COVID-19]. 2020.	https://www.ecdc.europa.eu/en/publications-data/heating-ventilation-air-conditioning-systems-covid-19
REHVA	COVID-19 guidance document [Documento de orientação para a COVID-19]. 3 de agosto de 2020	https://www.rehva.eu/fileadmin/user_upload/REHVA_COVID-19_guidance_document_V3_03082020.pdf
OMS	SARI treatment centers: interim guidance, 28 March 2020 [Centros de tratamento da SRAG: orientação provisória] 28 de março de 2020	https://www.who.int/publications/i/item/10665-331603
OMS	Natural Ventilation for Infection Control in Health- Care Settings: guidance 2009 [Ventilação natural para o controle de infecções em ambientes de saúde: orientação 2009]	https://www.who.int/water_sanitation_health/publications/natural_ventilation/en/
OMS	Considerations for quarantine of contacts of COVID-19 cases: interim guidance [Considerações para quarentena dos contatos de casos de COVID-19. Orientação provisória], 19 de agosto de 2020	https://www.who.int/publications/i/item/considerations-for-quarantine-of-individuals-in-the-context-of-containment-for-coronavirus-disease-(covid-19)
OMS	Home care for patients with COVID-19 presenting with mild symptoms and management of their contacts: interim guidance [Atendimento domiciliar para pacientes com suspeita ou confirmação de COVID-19 e gerenciamento de seus contatos. Orientação provisória], 17 de março de 2020	https://apps.who.int/iris/handle/10665/331473

OMS	Infection prevention and control during health care when COVID-19 is suspected: interim guidance [Prevenção e controle de infecção na atenção à saúde quando houver suspeita de COVID-19: orientação provisória], 19 de março de 2020	https://www.who.int/publications/i/item/10665-331495
OMS	Aide-memoire: infection prevention and control (IPC) principles and procedures for COVID-19 vaccination activities [Aide-memoire: princípios e procedimentos de prevenção e controle de infecções (PCI) para atividades de vacinação contra a COVID-19], 15 de janeiro de 2021	https://apps.who.int/iris/handle/10665/338715
OMS	COVID-19 management in hotels and other entities of the accommodation sector: interim guidance [Gestão da COVID-19 em hotéis e outros estabelecimentos do setor de hospedagem. Orientação provisória], 25 de agosto de 2020.	https://apps.who.int/iris/handle/10665/333992
OMS	Considerations for school-related public health measures in the context of COVID-19. [Considerações para medidas de saúde pública relacionadas a escolas no contexto da COVID-19]. Annex to Considerations in adjusting public health and social measures in the context of COVID-19. [Anexo às Considerações sobre o ajuste de medidas de saúde pública e sociais no contexto da COVID-19], 14 de setembro de 2020.	https://www.who.int/publications/i/item/considerations-for-school-related-public-health-measures-in-the-context-of-covid-19
OMS	Rational use of personal protective equipment for COVID-19 and considerations during severe shortages: interim guidance, 23 December 2020. [Uso racional de equipamentos de proteção individual para doença do coronavírus (COVID-19) e considerações durante desabastecimentos graves: Orientação provisória, 23 de dezembro de 2020]	https://apps.who.int/iris/handle/10665/338033
OMS	Laboratory biosafety guidance related to coronavirus disease (COVID-19). [Orientações de biossegurança laboratorial relativas à doença do coronavírus (COVID-19)], 28 de janeiro de 2021.	https://apps.who.int/iris/handle/10665/339056
OMS	Prevention, identification and management of health worker infection in the context of COVID-19: interim guidance, 30 October 2020. [Prevenção, identificação e manejo de infecção em profissionais de saúde no contexto da COVID-19. Orientação provisória, 30 de outubro de 2020]	https://apps.who.int/iris/handle/10665/336265
OMS	Water, sanitation, hygiene, and waste management for SARS-CoV-2, the virus that causes COVID-19: interim guidance, 29 July 2020. [Água, saneamento, higiene e gestão de resíduos para o SARS-CoV-2, o vírus da COVID-19: orientação provisória, 29 de julho de 2020].	https://apps.who.int/iris/handle/10665/333560
OMS	Infection prevention and control guidance for long-term care facilities in the context of COVID-19: interim guidance, 8 January 2021. [Orientações sobre prevenção e controle de infecção para instituições de longa permanência no contexto da COVID-19. Orientação provisória, 8 de janeiro de 2021].	https://apps.who.int/iris/handle/10665/338481
OMS	Mask use in the context of COVID-19: interim guidance, 1 December 2020. [O uso de máscaras no contexto da COVID-19. Orientação provisória. 1 de dezembro de 2020]	https://apps.who.int/iris/handle/10665/337199
OMS	Transmission of SARS-CoV-2: implications for infection prevention precautions: scientific brief, 09 July 2020. [Transmissão do SARS-CoV 2: implicações para as precauções de prevenção de infecções: resumo científico. 9 de julho de 2020]	https://apps.who.int/iris/handle/10665/333114

Observação: Links acessados em 12 de fevereiro de 2021.

Anexo 3: Categorias de filtros de ar

Eficiência quanto ao tamanho médio de partícula do composto % em faixa de tamanho μm (Norma ASHRAE 52.2-2012)			ASHRAE Norma (52,2-2012)	Norma Europeia (EN 779-2012 EN 1882:2009)	
Faixa E1	Faixa E2	Faixa E3	Valor mínimo de eficiência	Classe de filtro	Eficiência em MPPS
0,3 a 1,0 μm	1.0 a 3.0 μm	3.0 a 10.0 μm	MERV	-	%
50% \leq E1	85% \leq E2	90% \leq E3	MERV13	F7	
75% \leq E1	90% \leq E2	95% \leq E3	MERV14	F8	
85% \leq E1	90% \leq E2	95% \leq E3	MERV15	F9	
95% \leq E1	95% \leq E2	95% \leq E3	MERV16	E10	<85
				E11	<95
				E12	<99.5
				HEPA – H13	<99.95
				HEPA – H14	<99.995

Referências

1. OMS. Severe acute respiratory infections treatment centre: interim guidance 28 March 2020. [Centro de tratamento de infecções respiratórias agudas graves: orientação provisória 28 de março de 2020]. Genebra: Organização Mundial da Saúde; 2020 (<https://www.who.int/publications/i/item/severe-acute-respiratory-infections-treatment-centre>, acessado em 12 de fevereiro de 2021).
2. REHVA. Definitions of terms and abbreviations commonly used in REHVA publications and in HVAC practises. [Definições de termos e abreviações comumente usados em publicações REHVA e em práticas de AVAC]. Bruxelas: Federação Europeia das Associações de Aquecimento, Ventilação e Ar-Condicionado; 2012
3. OMS. Infection prevention and control during health care when COVID-19 is suspected: interim guidance, 19 March 2020. [Prevenção e controle de infecção na atenção à saúde quando houver suspeita de COVID-19: orientação provisória, 19 de março de 2020]. Genebra: Organização Mundial da Saúde; 2020 (<https://apps.who.int/iris/rest/bitstreams/1272420/retrieve>, acessado em 12 de fevereiro de 2021).
4. CIBSE. Natural ventilation in non-domestic buildings. [CIBSE. Ventilação natural em edifícios não residenciais]. Londres: Chartered Institution of Building Services Engineers; 2005.
5. ASHRAE. Interpretação IC 62.2-2016-1 da norma ANSI/ASHRAE 62.2-2016. Ventilation and Acceptable Indoor Air Quality in Residential Buildings. [Ventilação e qualidade aceitável do ar interno em edifícios residenciais]. 2016-2018. American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers; 2017.
6. Y Shen, Li C, Dong H, Wang Z, Martinez L, Sun Z, et al. Community outbreak investigation of SARS-CoV-2 transmission among bus riders in Eastern China. *JAMA Intern Med.* 2020;180(12):1665-1671. doi: 10.1001/jamainternmed.2020.5225.
7. Chan FKW, Yuan S, Kok KH, To KKW, Chu H, Yang J, et al. A familial cluster of pneumonia associated with the 2019 novel coronavirus indicating person-to-person transmission: a study of a family cluster. *Lancet.* 2020;395(10223):514-523 ([https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)30154-9](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)30154-9), accessed 12 February 2021).
8. Huang C, Wang Y, Li X, Ren L, Zhao J, Hu Y, et al. Clinical features of patients infected with 2019 novel coronavirus in Wuhan, China. *Lancet.* 2020;395(10223):497-506.
9. Burke RM, Midgley CM, Dratch A, Fenstersheib M, Haupt T, Holshue M, et al. Active monitoring of persons exposed to patients with confirmed COVID-19 – United States, January-February 2020. *MMWR.* 2020;69(9):245-246. doi: 10.15585/mmwr.mm6909e1.
10. OMS. Transmission of SARS-CoV-2: implications for infection prevention precautions. [Transmissão do SARS-CoV 2: implicações para as precauções de prevenção de infecções]. Genebra: Organização Mundial da Saúde; 2020.
11. OMS. Coronavirus disease 2019 (COVID-19): situation report, 73. [Doença causada por coronavírus 2019 (COVID-19): relatório de situação, 73] Genebra: Organização Mundial da Saúde; 2020.
12. Wei J, Li Y. Airborne spread of infectious agents in the indoor environment. *Am J Infect Control.* 2016;44(9):S102-8.
13. McCarthy, JE, McCarthy MT, Dumas BA. Long range versus short range aerial transmission of SARS-CoV-2. 2020. arXiv: 2008.03558 [[q-bio.OT](https://arxiv.org/abs/2008.03558)].
14. Lednicky JA, Lauzardo M, Fan ZH, Jutla A, Tilly TB, Gangwar M, et al. Viable SARS-CoV-2 in the air of a hospital room with COVID-19 patients. *Int J Infect Dis.* 2020;100:476-482. doi: 10.1016/j.ijid.2020.09.025.
15. Lednicky JA, Lauzardo M, Fan ZH, Jutla A, Tilly TB, Gangwar M, et al. Viable SARS-CoV-2 in the air of a hospital room with COVID-19 patients. *medRxiv.* 2020. doi: 10.1101/2020.08.03.20167395.
16. Ring N, Jepson R, Ritchie K. Methods of synthesizing qualitative research studies for health technology assessment. *Int J Technol Assess Health Care.* 2011;27(4):384-390. doi: 10.1017/S0266462311000389.

17. OMS. Mask use in the context of COVID-19. [Uso de máscara no contexto da COVID-19.] Genebra: Organização Mundial da Saúde; 2020 ([https://www.who.int/publications-detail/advice-on-the-use-of-masks-in-the-community-during-home-care-and-in-healthcare-settings-in-the-context-of-the-novel-coronavirus-\(2019-ncov\)-outbreak](https://www.who.int/publications-detail/advice-on-the-use-of-masks-in-the-community-during-home-care-and-in-healthcare-settings-in-the-context-of-the-novel-coronavirus-(2019-ncov)-outbreak), acessado em 12 de fevereiro de 2021).
18. OMS. Rational use of personal protective equipment for coronavirus disease 2019 (COVID-19) and considerations during severe shortages. [Uso racional de equipamentos de proteção individual para doença do coronavírus (COVID-19) e considerações durante desabastecimentos graves]. Genebra: Organização Mundial da Saúde; 2020 (<https://apps.who.int/iris/handle/10665/331695>, acessado em 12 de fevereiro de 2021).
19. OMS. Considerations for school-related public health measures in the context of COVID-19. [Considerações para medidas de saúde pública relacionadas a escolas no contexto da COVID-19]. Genebra: Organização Mundial da Saúde; 2020 (<https://www.who.int/publications/i/item/considerations-for-school-related-public-health-measures-in-the-context-of-covid-19>, acessado em 12 de fevereiro de 2021).
20. OMS. Home care for patients with suspected or confirmed COVID-19 and management of their contacts. [Atendimento domiciliar para pacientes com suspeita ou confirmação de COVID-19 e gerenciamento de seus contatos]. Genebra: Organização Mundial da Saúde; 2020 ([https://www.who.int/publications-detail/home-care-for-patients-with-suspected-novel-coronavirus-\(ncov\)-infection-presenting-with-mild-symptoms-and-management-of-contacts](https://www.who.int/publications-detail/home-care-for-patients-with-suspected-novel-coronavirus-(ncov)-infection-presenting-with-mild-symptoms-and-management-of-contacts), acessado em 12 de fevereiro de 2021).
21. OMS. Cleaning and disinfection of environmental surfaces in the context of COVID-19: interim guidance. [Limpeza e desinfecção de superfícies do ambiente no contexto da COVID-19. Orientação provisória]. Genebra: Organização Mundial da Saúde; 2020.
22. ECDC. Heating, ventilation and air-conditioning systems in the context of COVID-19 [Sistemas de aquecimento, ventilação e Ar-Condicionado no contexto da COVID-19]. Estocolmo: Centro Europeu de Prevenção e Controle de Doenças; 2020
23. Dai H, Zhao B. Association of the infection probability of COVID-19 with ventilation rates in confined spaces. *Build Simul.* 2020;13(6):1321-1327. doi: 10.1007/s12273-020-0703-5.
24. Nembhard MD, Burton DJ, Cohen JM. Ventilation use in nonmedical settings during COVID-19: cleaning protocol, maintenance, and recommendations. *Toxicol Ind Health.* 2020;36(9):644-653. doi: 10.1177/0748233720967528.
25. Lai D, Qi Y, Liu J, Dai X, Zhao L, Wei S. Ventilation behavior in residential buildings with mechanical ventilation systems across different climate zones in China. *Build Environ.* 2018;143:679-690. doi: 10.1016/j.buildenv.2018.08.006.
26. OMS. Considerations for public health and social measures in the workplace in the context of COVID-19. [Considerações sobre saúde pública e medidas sociais no local de trabalho no contexto da COVID-19.]. Genebra: Organização Mundial da Saúde; 2020.
27. OMS. COVID-19 management in hotels and other entities of the accommodation sector: interim guidance [Gestão da COVID-19 em hotéis e outros estabelecimentos do setor de hospedagem]. Genebra: Organização Mundial da Saúde; 2020 (<https://apps.who.int/iris/handle/10665/333992>, acessado em 12 de fevereiro de 2021).
28. OMS. Considerations for quarantine of contacts of COVID-19 cases. [Considerações para quarentena dos contatos de casos de COVID-19. Orientação provisória]. Genebra: Organização Mundial da Saúde; 2020 ([https://www.who.int/publications/i/item/considerations-for-quarantine-of-individuals-in-the-context-of-containment-for-coronavirus-disease-\(covid-19\)](https://www.who.int/publications/i/item/considerations-for-quarantine-of-individuals-in-the-context-of-containment-for-coronavirus-disease-(covid-19)), acessado em 12 de fevereiro de 2021).
29. OMS. Vector-borne diseases. [Doenças transmitidas por vetores]. Genebra: Organização Mundial da Saúde; 2020 (<https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/vector-borne-diseases>, acessado em 12 de fevereiro de 2021).
30. OMS. Ambient (outdoor) air pollution. [Poluição do ar ambiente (externo)]. Genebra: Organização Mundial da Saúde; 2018 ([https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health](https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health), acessado em 12 de fevereiro de 2021).

31. OMS. Personal interventions and risk communication on air pollution. [Intervenções pessoais e riscos de comunicação pela poluição do ar]. Genebra: Organização Mundial da Saúde; 2020.
32. Atkinson J, Chartier Y, Pessoa-Silva CL, Jensen P, Li Y. Natural ventilation for infection control in health-care settings: WHO guidelines. [Atkinson J, Chartier Y, Pessoa-Silva CL, Jensen P, Li Y. Ventilação natural para controle de infecção em ambientes de cuidados de saúde: diretrizes da OMS.] Genebra: Organização Mundial da Saúde; 2009.
33. MSF. Environmental measures to prevent TB transmission in resource-limited settings having a high TB-HIV burden. Médecins Sans Frontières; 2011.
34. CDC. Guidelines for preventing the transmission of tuberculosis in health-care settings, with special focus on HIV-related issues. Atlanta (GA): Centers for Disease Control and Prevention; 1990 (<https://www.cdc.gov/mmwr/preview/mmwrhtml/00001897.htm>, accessed 12 February 2021).
35. ASHRAE. HVAC design manual for hospitals and clinics (second edition). American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers; 2003.
36. ASHRAE. Technical resources for health care settings. American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers; 2020.
37. REHVA. REHVA COVID-19 guidance document. 3 de agosto de 2020 Federation of European Heating, Ventilation and Air Conditioning Associations; 2020.
38. CDC. COVID-19 employer information for office buildings. Atlanta (GA): Centers for Disease Prevention and Control; 2021.
39. ASHRAE. Filtration/Disinfection. American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers; 2020.
40. Pi CH, Chang YS, Kang BH. An experimental study on air leakage and performance characteristics of a desiccant rotor. International Institute of Refrigeration; 2011.
41. AICARR. Protocollo per la riduzione del rischio da diffusione del SARS-CoV2-19 mediante gli impianti di climatizzazione e ventilazione in ambienti sanitari. 2020:1-4.
42. ASHRAE. Handbook HVAC fundamentals. American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers; 2017.
43. REHVA. REHVA COVID-19 guidance document.version 4. 17 November 2020. Federation of European Heating, Ventilation and Air Conditioning Associations; 2020.44 ASHRAE. Technical resources for residential settings. American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers; 2020.
44. ASHRAE. Technical resources for commercial settings. American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers; 2020.

