

A CLIMATIZAÇÃO DE MUSEUS EM TEMPOS DE COVID-19: RECOMENDAÇÕES

SILVIA MIRANDA MEIRA, MUSEU DE ARTE CONTEMPORÂNEA, UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, SÃO PAULO, SÃO PAULO, BRASIL

Doutora em História da Arte no Século XX pela Universidade Paris IV Sorbonne. Conservadora em museus pela École Nationale du Patrimoine, França. Livre docente pela Escola de Comunicação e Artes da Universidade de São Paulo, pesquisadora no Museu de Arte Contemporânea da USP.

E-mail: silmeira@usp.br

BRUNO FEDELI, FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS, SÃO PAULO, SÃO PAULO, BRASIL

Engenheiro mecânico, especialista em climatização de museus e reservas técnicas. Atua como consultor desde 2014.

E-mail: bruno.fedeli@clereserva.com

ANA CAROLINA DELGADO VIEIRA, MUSEU DE ARQUEOLOGIA E ETNOLOGIA, UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, SÃO PAULO, SÃO PAULO, BRASIL

Mestre em História pela Universidade de São Paulo, técnica em Conservação e Restauro de Arte Sacra, especialista em Conservação de Materiais Arqueológicos pelo Instituto Superior de Conservación y Restauración Yachay Wasi, Peru. Responsável pelo Laboratório de Conservação do Museu de Arqueologia e Etnologia da USP.

E-mail: ana.carolina.vieira@usp.br

ARIANE LAVEZZO, MUSEU DE ARTE CONTEMPORÂNEA, UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, SÃO PAULO, SÃO PAULO, BRASIL

Historiadora pela Universidade Federal de Ouro Preto, especialista em conservação e restauro pelo Centro de Conservação e Restauração de Bens Culturais da Escola de Belas Artes, Universidade Federal de Minas Gerais. Atua no Museu de Arte Contemporânea da Universidade de São Paulo. E-mail: alavezzi@usp.br

RECEBIDO

27/07/2020

APROVADO

21/09/2021

DOI:

<http://doi.org/10.11606/issn.1980-4466.v16i32p268-291>

A CLIMATIZAÇÃO DE MUSEUS EM TEMPOS DE COVID-19: RECOMENDAÇÕES

SILVIA MIRANDA MEIRA, BRUNO FEDELI, ANA CAROLINA DELGADO VIEIRA, ARIANE LAVEZZO

RESUMO

O Grupo de Trabalho sobre Climatização de Museus, da Rede USP de Profissionais de Museus e Acervos, buscou entender a realidade da disseminação aérea do vírus SARS-CoV-2, causador da Covid-19, por meio da análise de possíveis ações para interromper a propagação do vírus na circulação de ar, como: limpeza, filtragem, ventilação e desinfecção de equipamentos. O GT apresenta, neste estudo, algumas recomendações a serem implementadas fazendo uso de estratégias de gerenciamento do ar e de ações de manutenção dos equipamentos de ar-condicionado.

PALAVRA-CHAVE

Climatização, Monitoramento ambiental, Covid-19, Museus universitários.

MUSEUM CLIMATE CONTROL IN THE CURRENT COVID-19 PANDEMIC: RECOMENDATIONS

SILVIA MIRANDA MEIRA, BRUNO FEDELI, ANA CAROLINA DELGADO VIEIRA, ARIANE LAVEZZO

ABSTRACT

The Working Group on Museum Climate Control of Rede USP tried to understand the reality of the aerial spread of the SARS-CoV-2 virus, responsible for Covid-19 disease, from the analysis of possible actions to interrupt the spread of the virus in the air circulation such as: cleaning, filtering, ventilation and disinfection of air conditioning equipment. This study presents some recommendations to be implemented using air management strategies and maintenance of air conditioning equipment.

KEYWORDS

Climate control, Environmental monitoring, Covid-19, University museums.

1 INTRODUÇÃO

A pandemia por Covid-19 estimula o desenvolvimento de muitas pesquisas com o objetivo de encontrar soluções que possam minimizar seus efeitos. A partir de noções de cooperação e multidisciplinariedade, o Grupo de Trabalho sobre Climatização de Museus da Rede USP de Profissionais de Museus e Acervos (Universidade de São Paulo), buscou entender o processo de disseminação do vírus SARS-CoV-2, causador da Covid-19, e definir ações integradoras e colaborativas, como recomendações para a prevenção da propagação do vírus na circulação de ar interna em museus, arquivos, bibliotecas e reservas técnicas¹.

Segundo o *Documento de posição da ASHRAE sobre aerossóis infecciosos*², da American Society of Heating, Refrigerating and Air-

¹ Neste artigo, não abordaremos a questão da desinfecção de objetos patrimoniais possivelmente contaminados por coronavírus, mas indicaremos alguns posicionamentos respeitando as boas práticas da conservação preventiva.

² Os documentos de posição da ASHRAE são aprovados pelo Conselho de Administração da entidade e expressam as opiniões da associação sobre um assunto específico. O objetivo desses documentos é fornecer informações de base objetivas e autorizadas a pessoas interessadas em questões da especialidade da ASHRAE, particularmente em áreas em que essas informações serão úteis na elaboração de políticas públicas sólidas. Um objetivo relacionado é também servir como ferramenta educacional que esclarece a posição da ASHRAE para seus membros e profissionais em geral, promovendo as artes e as ciências do HVAC&R. A ASHRAE é uma associação presente em vários países com a missão de desenvolver o mercado de ar-condicionado e refrigeração e promover um mundo mais sustentável. Para isso, a sociedade financia projetos de pesquisa, oferece programas de educação continuada, desenvolve e publica normas técnica e guias.

Conditioning Engineers (ASHRAE), sabe-se que algumas doenças se espalham por aerossóis³ infecciosos. Os patógenos que causam doenças infecciosas são transmitidos de um hospedeiro primário para um secundário por diferentes rotas. Nas doenças infecciosas transmitidas por aerossóis, os sistemas de ar-condicionado podem ter efeito importante durante a transmissão. Baseado na declaração sobre a transmissão aérea do SARS-CoV-2 (ASHRAE, 2020a, p. 3), a transmissão pelo ar é suficientemente provável, o que impõe a necessidade de controle do fluxo de ar. Nesse sentido, estratégias de gerenciamento do ar interno de espaços expositivos e reservas técnicas em museus, bibliotecas e arquivos podem contribuir para reduzir a exposição a aerossóis infecciosos, evitando o contágio de profissionais e frequentadores desses espaços, proporcionando um ambiente mais seguro e apropriado.

Quando ajustados adequadamente, sistemas de distribuição de ar têm potencial de limitar a transmissão de patógenos e, assim, quebrar a cadeia de proliferação do vírus. Embora o nível exato de eficácia da limpeza do ar por meio da ventilação varie de acordo com as condições locais e os patógenos envolvidos, acredita-se que algumas ações podem reduzir o risco de transmissão de doenças infecciosas por aerossóis (ASHRAE, 2020a). Padrões de fluxo de ar no espaço (ASHRAE, 2020a) podem afetar a transmissão do hospedeiro primário para o secundário e, também, afetar a carga biológica de aerossóis infecciosos. A ventilação pode reduzir a concentração de SARS-CoV-2 no ar e, portanto, o risco de transmissão do vírus. Também o Comitê Internacional de Museus (ICOM, 2020) e a Associação Brasileira de Ar-Condicionado, Refrigeração, Ventilação e Aquecimento (ABRAVA, 2020a) já consideram a importância e recomendam o controle regular da ventilação nas áreas de reserva técnica e de exposição de acervos. O fluxo de ar direcional pode criar padrões de circulação de ar, limpo-para-sujo e mover aerossóis infecciosos, para serem capturados ou exauridos. É necessário criar estratégias de ventilação e limpeza do ar.

³ Um aerossol é um sistema de partículas líquidas ou sólidas uniformemente distribuídas por meio de um gás, geralmente o ar.

A renovação de ar é uma ação que garante a qualidade do ar por meio da ventilação e da circulação de um novo ar em ambientes fechados e/ou climatizados. A renovação do ar, segundo o *Guia para melhoria da ventilação*⁴ da Organização Mundial de Saúde (OMS), é uma medida preventiva de saúde pública que possibilita diluir a concentração de poluentes no interior de ambientes fechados e climatizados, estratégia que permite reduzir o risco de propagação e concentração de vírus, fungos, CO² e de fatores que podem provocar agravos à saúde. A recomendação da OMS, ASHRAE e ABRAVA é elevar a taxa de renovação do ar externo diante do crescimento exponencial dos casos de infecção no Brasil e no mundo de coronavírus – Covid-19. É preciso lembrar que o aumento da vazão de ar externo, ou do tempo de operação dos equipamentos de renovação de ar, implica em aumento de consumo de energia e na diminuição da vida útil dos filtros de ar, ampliando também os gastos operacionais com a mão de obra dos técnicos responsáveis pela manutenção. Os sistemas de ar-condicionado ficam em operação 24 horas por dia, sete dias por semana, com ação constante de manter o controle do ambiente museológico, missão básica da conservação dos acervos.

A renovação pelo ar externo é uma ação paralela que deverá ser executada principalmente em ambientes ocupados por indivíduos, com taxa de 27 m³/h por indivíduo. Essa renovação, no entanto, não é tão essencial quando não há presença humana. Para ambientes de visitação pública (OMS, 2021, p. 11), recomenda-se ligar o ventilador de ar externo ou abrir o registro de ar duas horas antes da abertura do Museu e desligar duas horas depois do fechamento⁵. De acordo com o art. 3º da Lei nº 13.589⁶, de 4 de janeiro de 2018, “todos ambientes de uso público e coletivo devem obedecer a parâmetros de qualidade do ar em ambientes climatizados artificialmente”. Para a área de guarda de acervo (reserva técnica e arquivos), o recomendado é que

⁴ *Guia OMS para melhoria da ventilação*. Disponível em: <https://abrvava.com.br/wp-content/uploads/2021/05/Guia-OMS-para-melhoria-da-ventilacao-maio-de-2021.pdf>, Roadmap to improve and ensure good indoor ventilation in the context of COVID-19 ISBN 978-92-4-002128-0 (electronic version) ISBN 978-92-4-002129-7 (print version)

⁵ Disponível em: https://www.crtsp.gov.br/wp-content/uploads/2020/04/ABRIL_2020_IMPACTO-DO-COVID-19-NA-QUALIDADE-DO-AR-INTERIOR_SENAI_Arquivo.pdf

⁶ BRASIL. Lei nº 13.589, de 4 de janeiro de 2018. Dispõe sobre a manutenção de instalações e equipamentos de sistemas de climatização de ambientes. Brasília, 2018. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2015-2018/2018/lei/l13589.htm.

o sistema de ar externo seja ligado duas horas antes do início dos trabalhos internos e desligado duas horas depois da desocupação dos espaços. Se o sistema tiver capacidade de condicionar o ar externo por 24 horas ou se for automatizado, basta programar; caso contrário, serão necessários técnicos para operar o sistema de renovação do ar. Nos dias sem ocupação por pessoas, ou seja, sem trabalho no interior das reservas ou arquivos, é interessante manter o sistema ligado por duas horas pela manhã e duas horas no período da tarde.

A renovação de ar externo promove também a modificação da qualidade do ar interior. Durante a pandemia por Covid-19, muitos museus seguiram a indicação de renovação de ar, mas não conseguiram manter no seu interior a condição de estabilidade climática, o controle de temperatura e a umidade relativa, nem os níveis aceitáveis de poluentes. É fundamental fazer um diagnóstico do ambiente e das possibilidades do sistema de renovação pelo ar externo (OMS, 2021, p. 18) antes de aumentar, sem critério, essa renovação. O sistema de ventilação deverá se adequar à infraestrutura existente dos equipamentos de ar-condicionado (OMS, 2021, p. 3). A renovação do ar externo pode provocar instabilidade climática e até criar ambientes contrários à preservação das obras de arte. A renovação do ar externo deve seguir critérios e levar em consideração a circulação de pessoas e o tipo de ocupação do ambiente. É recomendado tratar de maneira eficiente o ar poluído antes de introduzi-lo ao meio ambiente e considerar o controle climático, a temperatura (quente ou fria) e umidade relativa do ar introduzido (úmido ou seco). Sem capacidade de filtrar adequadamente esse ar externo, partículas poluidoras podem ser depositadas nos acervos.

2 CONSIDERAÇÕES SOBRE OS SISTEMAS DE AR-CONDICIONADO

A transmissão do SARS-CoV-2 pelo ar é suficientemente comprovada. Alterações nas operações prediais, incluindo a operação de sistemas de ar-condicionado, são importantes na prevenção da proliferação do vírus. A ventilação e a filtragem (ASHRAE, 2020a, p. 3), fornecidas pelos sistemas de ar-condicionado, podem reduzir a concentração de SARS-CoV-2 no ar e, portanto, o risco de transmissão por essa via. Nesse sentido, os sistemas de ar-condicionado podem afetar tanto positiva

quanto negativamente a proliferação do vírus, dependendo dos padrões de fluxo de ar no ambiente (ASHRAE, 2020a). Em geral, desabilitar os sistemas de ar-condicionado não é uma medida recomendada para reduzir a transmissão do vírus.

O controle dos índices de temperatura e umidade relativa do ambiente de guarda e exibição de acervos costuma depender do funcionamento do sistema de ar-condicionado, porém, em um sistema inoperante, a estabilidade necessária do ambiente climático para a conservação de obras de arte não é atingida. Estabilizar as condições climáticas de armazenagem e exposição de uma coleção no museu, nos parâmetros exigidos pelas boas práticas de conservação, é fundamental para a manutenção das obras. É necessário, portanto, exercer controle das flutuações dessas variáveis nos ambientes museológicos para garantir a preservação do acervo. Em geral, considera-se adequado que a temperatura seja de 21°C (com margem de variação entre 19°C e 23°C) e a umidade relativa permaneça entre 55% e 65%, contemplando diferentes suportes. A fim de manter a estabilidade nessas condições, um fator relevante para a conservação de acervos é a adequada operação dos equipamentos de ar-condicionado, os quais dependem do gerenciamento de uma equipe especializada de manutenção.

Aliado a esse aspecto, estudos têm comprovado (ASHRAE, 2020a, p. 12) que informações técnicas sobre a temperatura e umidade relativa, quando aplicadas corretamente, podem reduzir o risco de transmissão de doenças infecciosas por aerossóis ou até mesmo influenciar a transmissibilidade de agentes infecciosos. Vale observar que a umidade relativa também pode ser um importante condutor de infecções virais (TAYLOR; TASI, 2018). Muitos imunologistas já esclareceram que, em condições de umidade relativa abaixo de 40%, o sistema imunológico humano é afetado. Esses estudos mostraram também que índices de umidade relativa inferiores a 40% estão associados ao aumento de infecções, pois aerossóis infecciosos emitidos encolhem rapidamente até se tornarem núcleos de gotículas. Esses patógenos adormecidos, ainda mais infecciosos, permanecem suspensos no ar e são capazes de percorrer grandes distâncias. Quando encontram um hospedeiro secundário hidratado, eles se hidratam e são capazes de propagar a infecção.

Dessa forma, o papel do gerenciamento do ar no interior dos espaços museológicos é fundamental para a interrupção das vias de transmissão

de aerossóis. Sistemas de ventilação, filtragem e distribuição do ar têm potencial de intervir na transmissão de vírus. Estratégias de prevenção da proliferação exigem colaboração entre os especialistas em conservação museológica e os especialistas em climatização de ambientes capazes de elencar ações, cuidados e medidas precisas durante a operacionalização dos equipamentos que envolvem a distribuição, circulação e fluxo do ar interno. Interromper a ventilação, a circulação de ar ou o fluxo de ar pode ser possível nos escritórios e ambientes de conforto desabitados, porém, nos ambientes de exposição e de guarda de obra de arte, isso não pode ocorrer, pois é a circulação do ar que garante a adequada climatização dos ambientes onde se localizam os acervos⁷.

Esclarecimentos sobre sistemas de filtragem, tratamento e controle da qualidade do ar, assim como diferentes procedimentos de desinfecção dos equipamentos de ar-condicionado, devem ser considerados como potencial para limitar a transmissão pelo ar e, assim, quebrar a cadeia de proliferação. Diluição e extração de ventilação, pressurização, distribuição e otimização do fluxo do ar são estratégias eficazes para reduzir o risco de disseminação. Os sistemas de ar-condicionado podem afetar a propagação da transmissão do SARS-CoV-2 pelo ar e, portanto, o número de pessoas expostas ao vírus. Os riscos na área de guarda de acervo, em reservas técnicas e arquivos, no entanto, são diferentes dos riscos de contaminação na área de visitação pública.

Existe grande circulação de pessoas nas áreas de visitação pública, expondo o ambiente a constante contaminação. A recomendação da OMS, ASHRAE e ABRAVA nesses espaços, sujeitos a contaminação, é aumentar a taxa de renovação do ar. Nas reservas técnicas com pouca circulação, não é tão necessário elevar essa taxa, porque há pouca circulação de pessoas. Aumentar o ar externo em sistemas mais elaborados pode ser possível, maximizando a rotação dos ventiladores ou abrindo os registros de ar. Os aparelhos mais simples, tipo *split* (expansão direta), podem não ter a infraestrutura necessária para o aumento da vazão do ar externo (ou mesmo

⁷ Conforme orienta o engenheiro Bruno Fedeli, o que pode ser feito é um balanceamento ponderado de ar para eliminar os fluxos de ar turbulentos, garantindo a renovação de ar da sala, segundo estudo japonês disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=i453tQHFnGo> e <https://www.youtube.com/watch?v=vBvFkQizTT4>.

não ter acesso a ar externo), sendo necessário instalar um sistema paralelo de renovação de ar. Muitos *splits* só utilizam a circulação do ar interno, pois não há uma interligação com o ar externo dentro do equipamento. Estes necessitam da instalação de um ventilador com filtro de ar, com abertura e/ou duto que introduza ar externo ao ambiente.

3 DISSEMINAÇÃO AÉREA E CIRCULAÇÃO DE AR

Inicialmente, é importante definir o que é um vírus, já que essas recomendações estão sendo pensadas no momento de uma grande epidemia. Um vírus é um agente infeccioso inerte. Eles não estão vivos nem mortos. O correto é dizer se eles estão ativos ou inativos. Trata-se de um conjunto de material genético (DNA ou RNA envolto em proteínas) que requer uma célula para conseguir se reproduzir. Os vírus não podem se metabolizar sozinho. Vilões no cenário atual, os vírus não estão apenas associados a doenças. Existem muitos vírus com os quais convivemos e é graças a sua existência que conseguimos o equilíbrio biológico que define nossa evolução humana atual. Os coronavírus são uma família de vírus que podem causar severas patologias. O coronavírus relatado pela primeira vez na cidade de Wuhan, na China, em dezembro de 2019, é chamado de SARS-CoV-2. A OMS nomeou a doença desencadeada por ele como Covid-19, nome este que reúne as primeiras letras para *Coronavirus Disease 2019*.

No esquema a seguir, destacamos a forma de transmissão pessoa a pessoa. Um indivíduo infectado pode, mediante secreções (tosse, espirros, lágrimas, respiração, descargas de banheiros etc.), liberar partículas virais em formas de gotículas e aerossóis (BISCHOFF *et al.*, 2013; YAN *et al.*, 2018). Dependendo do seu tamanho, temperatura e umidade, as gotas podem cair por força da gravidade ou, também, secar e formar os aerossóis. As gotículas podem permanecer nas mãos e superfícies e desencadear uma transmissão direta. A maioria das gotículas maiores emitidas pelos hospedeiros é atraída pela gravidade para pousar em superfícies a até aproximadamente dois metros da fonte. Elas são varridas pelo movimento do ar e caem pela gravidade. Gotículas pousam em uma superfície onde secam e ficam desidratadas.

SARS-COV-2 E COVID-19

FIGURA 1

Airborne spread of infectious agents in the indoor environment. Fonte: Wei, Li (2016).

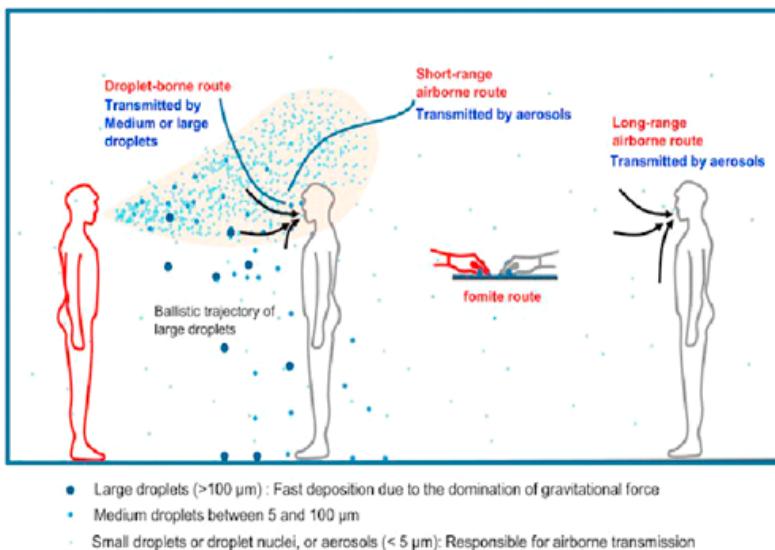
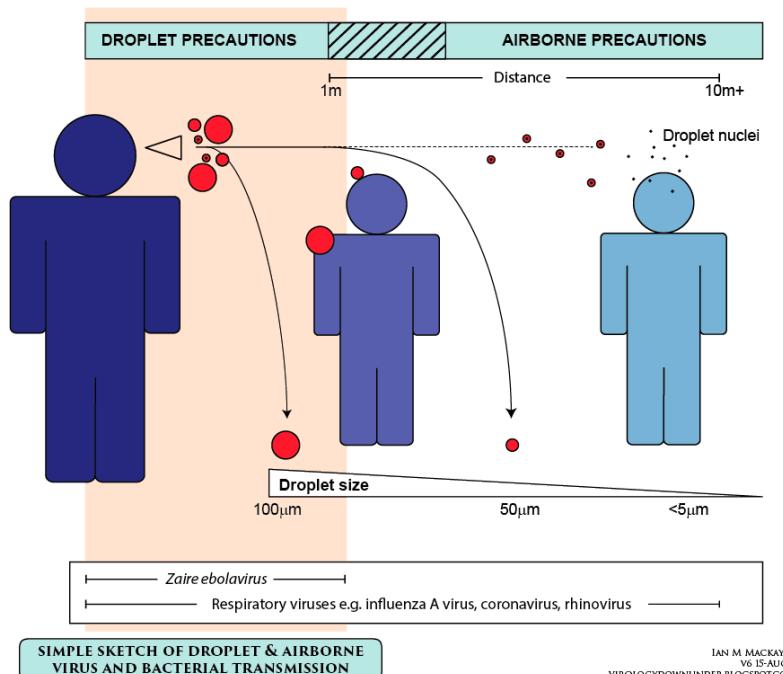


FIGURA 2

HVAC Systems Should Be Checked Before Buildings Reopen, Due to Covid-19. Fonte: Turpin (2020).



A disseminação de aerossóis infecciosos menores, incluindo gotículas resultantes da dessecação, pode ser afetada pelos padrões de fluxo de ar no espaço em geral e pelos padrões de fluxo de ar em torno da fonte em particular. Os pequenos aerossóis ($<10\text{f}\bar{E}\text{m}$) podem permanecer infecciosos

no ar por períodos prolongados, percorrer longas distâncias e infectar hospedeiros que não tiveram contato com o hospedeiro primário. No ambiente dos museus, as gotículas em forma de aerossóis podem se transferir a objetos e superfícies e, em contato com as mucosas, desencadear uma infecção. Os objetos e superfícies, neste caso, seriam os hospedeiros.

Os sistemas de ventilação não conseguem interromper a rápida fixação de grandes gotículas, mas podem agir na transmissão de núcleos de gotículas dos aerossóis infecciosos. O fluxo de ar direcional pode criar padrões de fluxo sujo-para-limpo e mover aerossóis infecciosos para que sejam capturados ou exauridos. Por outro lado, o excesso de fluxo de ar dispersa para mais longe o vírus quando alguém tosse, o que é um problema maior se a pessoa não usa máscara ou não cobre a boca com o braço ao tossir. Nesses casos, os sistemas de ar-condicionado podem operar controlando a distribuição das gotículas infecciosas ou os núcleos de gotículas e, assim, diminuir o risco de transmissão de infecções, se ajustados para interromper a disseminação interna de aerossóis infecciosos por meio do controle do fluxo de ar do ambiente.

Conforme apontado pela ASHRAE (2020a), os sistemas de ar-condicionado podem ter efeito importante, pois interferem na distribuição e na carga biológica de aerossóis infecciosos. A proliferação do vírus se dá pelos padrões de fluxo de ar nos espaços expositivos, nas reservas técnicas e nos escritórios. Estratégias de prevenção de risco de proliferação de vírus como forma de reduzir a transmissão indireta exigem colaboração entre especialistas em climatização de ambientes e devem ser pensadas pela equipe de engenheiros que conhecem o sistema de gerenciamento de ar-condicionado, juntamente com a equipe de conservação (ASHRAE, 2020b). As intervenções devem ser feitas por engenheiros especialistas que entendam amplamente a complexidade dessa operação de distribuição e circulação do ar. O gerenciamento do fluxo do ar interior do sistema de ar-condicionado e o tratamento da qualidade do ar interno podem ajudar na higienização de ambientes e é fundamental para o sucesso dos esforços de prevenção. Sistemas de filtragem e tecnologias de desinfecção dos equipamentos também têm potencial de limitar a transmissão de patógenos pelo ar e, assim, quebrar a cadeia de proliferação.

Outro fator importante é o aumento de ar externo. Muitos edifícios são totalmente ou parcialmente ventilados, podem usar janelas operáveis e contar com aberturas intencionais e não intencionais na envoltória do prédio. O uso de ventilação natural pode criar riscos e benefícios. É necessário garantir a operação de filtragem na renovação desse ar externo quando aumentada a vazão do ar. Não se deve esquecer a capacidade de condicionamento do ar para que não se introduza no ambiente de exposição ou de guarda mais calor e umidade, ou frio e ar seco, além de poluição e até o próprio vírus, que poderá se depositar nos acervos. Caso não exista dispositivo de renovação de ar interno instalado no equipamento, recomenda-se providenciar a adequação e instalação de um sistema. Na impossibilidade de instalação de dispositivo ou sistema para a renovação de ar, é aconselhável a abertura de portas e janelas para garantir maior vazão de ar (ABRAVA, 2020b). Entretanto, para áreas de tratamento de acervo e reservas técnicas, onde não há sistema de ar-condicionado ou possibilidade de renovação de ar através de janelas, o uso de purificadores de ar pode ser um recurso útil. Os purificadores de ar são aparelhos móveis que circulam e higienizam o ar com ozônio, luz IUVG ou pelo aquecimento elétrico dos filamentos de níquel-cromo. Essas unidades móveis são usadas como alternativa para descontaminação quando não se deseja efetuar instalação fixa das tecnologias dentro dos condicionadores de ar.

4 LIMPEZA DO AR

A ventilação com padrões de fluxo de ar, por meio da diluição do ar ambiente, é uma maneira de remover agentes infecciosos, entretanto não se sabe qual é a carga de partículas necessárias para alcançar uma redução mensurável na transmissão de doenças. Sistemas de ventilação podem oferecer proteção contra a exposição ao ar contaminado, e a ventilação pode ser um meio eficaz contra aerossóis que percorrem longas distâncias em curtos intervalos (LI, 2011). A filtragem em sistemas de ar centralizados pode ser um instrumento adequado para reduzir a carga aérea de partículas, diminuindo a circulação de agentes infecciosos de uma área para outra, principalmente quando essas áreas compartilham o mesmo sistema central. Existem consequências evidentes do benefício para a saúde pública de ambientes com filtragem e limpeza de ar, não só em relação a agentes biológicos, mas também quanto a poluentes presentes no ar.

Uma boa estratégia pode ser o aprimoramento da filtragem em espaços de maior risco de contaminação com o uso de filtros de maior alcance, porém filtros de alta eficiência, como HEPA (do inglês *high efficiency particulate arrestance*), que vêm sendo recomendados por muitos profissionais, devem ser considerados apenas em unidades de saúde. Esses filtros envolvem vários aspectos que merecem atenção, como os altos custos e limitações técnicas para instalação em equipamentos que não foram preparados para este uso. Vale observar que a filtragem não elimina todos os riscos de transmissão de partículas pelo ar, pois outros fatores, além da concentração de aerossóis infecciosos, contribuem para a transmissão. Entretanto ela tem papel fundamental na redução dos riscos para a saúde de visitantes e funcionários de ambientes museológicos.

5 DESINFECÇÃO DE AMBIENTES E OBJETOS

A desinfecção de coleções e objetos patrimoniais para reduzir o risco de proliferação do vírus não é recomendada (KARSTEN *et al.*, 2020) devido a possíveis danos provocados por métodos e ações de produtos químicos inadequados. Para esses casos, a quarentena com o isolamento do material potencialmente infectado é a opção indicada.

Antes de abordarmos a questão específica da desinfecção de ambientes, que é o foco de nossa preocupação, é importante termos em mente que diversos pesquisadores ainda estão estudando a questão da estabilidade do SARS-CoV-2. A estimativa de tempo em que o vírus permanece ativo tem sido alterada desde o início da pandemia, tanto em decorrência de novas descobertas como pelo fato de os estudos serem feitos com diferentes cepas de vírus. Além disso, o tempo de atividade do vírus depende também do material em que ele se encontra, portanto, o material de que é feita a superfície de uma obra de arte pode ser fator de impacto na estabilidade do vírus.

A Figura 3 apresenta algumas referências sobre a estabilidade do vírus em superfície de diferentes materiais. A experiência foi desenvolvida durante sete dias, em ambientes fechados, com controle ambiental de temperatura e umidade (21°C a 23°C e 65% UR) e renovação do ar moderada.

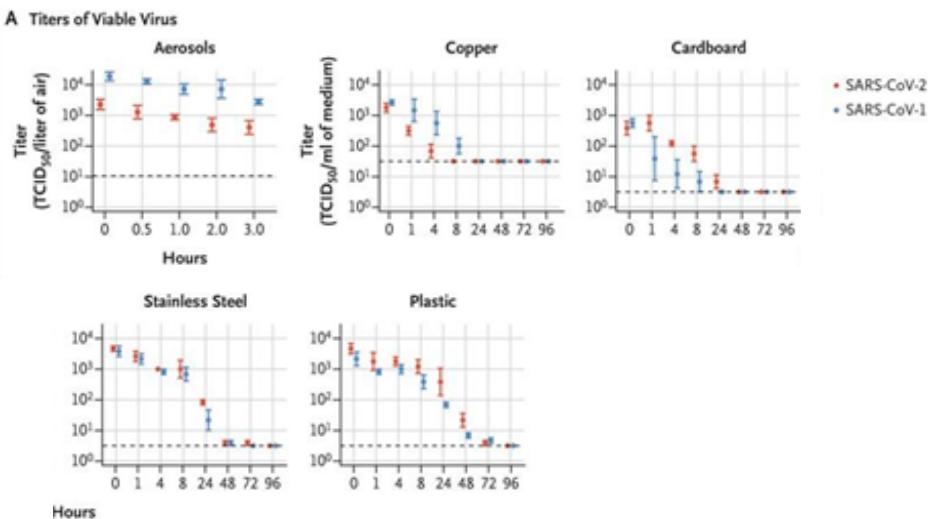
FIGURA 3

Cuánto dura el coronavirus en los objetos? Fonte: The New England Journal of Medicine. Iconos: Freepik.



FIGURA 4

Aerosol and Surface Stability of SARS-CoV-2 as Compared with SARS-CoV-1. Fonte: Nejm (2020).



Estudos sobre a persistência do vírus SARS-CoV e HCoV em diferentes superfícies (KAMPF *et al.* 2020) não se referem especificamente a materiais históricos ou museológicos, pois os dados científicos são resultados válidos de pesquisas no âmbito sanitário. A necessidade de eliminar uma possível infecção pelo coronavírus em objetos históricos e em ambientes de edifícios patrimoniais tem ocasionado o uso indiscriminado de produtos químicos e sistemas de desinfecção que muitas vezes extrapolam o âmbito sanitário, colocando em risco a saúde e conservação do bem cultural.

Não se sabe ao certo a eficácia dos produtos e dos procedimentos de desinfecção, pois dependem da carga viral na superfície contaminada. Sabe-se somente que são capazes de agir no combate ao vírus (VALETIN; FAZIO, 2020). Os objetos museológicos podem sofrer contaminação por SARS-CoV-2 e se tornarem “vetores ativos”, podendo transferir o patógeno de uma pessoa para outra, pelo contato com a superfície contaminada, que passa a ser uma transmissora intermediária (VALETIN; FAZIO, 2020).

Mesmo com o respaldo da OMS, das autoridades sanitárias e da comunidade científica, é necessário refletir sobre como ações de desinfecção podem afetar o patrimônio cultural, levando-se em consideração a importância social, econômica e o valor identitário que ele representa para a sociedade, como manifesta o ICOM (INSTITUTO DEL PATRIMONIO CULTURAL DE ESPAÑA, 2020).

Existem diferentes métodos de esterilização ou descontaminação de ambientes, e todos eles apresentam vantagens e desvantagens. É necessário avaliar os custos e benefícios de cada procedimento antes de se tomar qualquer decisão (INSTITUTO DEL PATRIMONIO CULTURAL DE ESPAÑA, 2020). A escolha do procedimento depende das particularidades do acervo e deve considerar as propriedades químicas e físicas de cada objeto de arte, suporte artístico ou natureza da coleção. Tais decisões também são guiadas por aspectos como disponibilidade de recursos financeiros, recursos humanos e especificidades da instituição e coleção. Estas decisões devem ser criteriosas e levar em consideração possíveis riscos à saúde dos profissionais envolvidos. É preciso considerar ainda que a eficiência de um tratamento para eliminar o SARS-CoV-2 de uma superfície depende do número de doses de aplicação, tempo de exposição ao tratamento, método de aplicação, vulnerabilidade do objeto, ambiente climático no entorno deste objeto, além da exposição à ventilação (VALETIN; FAZIO, 2020).

Os procedimentos envolvem diferentes tecnologias de desinfecção, como a luz de ultravioleta germicida, que consiste no uso de radiação eletromagnética por meio de lâmpadas IUVG de alta intensidade. Elas produzem efeito germicida que reduz a formação de bactérias e fungos, procedimento recomendado pela ASHRAE para uso dentro dos condicionadores de ar (geralmente, de médio e de grande porte, posicionados nas casas de máquinas de equipamentos de ar-condicionado), limpando serpentina e bandeja continuamente. No combate à Covid-19, a utilização de Lâmpadas IUVG é feita dentro dos condicionadores de ar (nas serpentinas das evaporadoras). A ASHRAE tem reforçado a recomendação do uso da tecnologia de lâmpadas IUVG. A radiação UV para descontaminação no condicionador de ar ataca o vírus nas serpentinas do equipamento, sem risco ao acervo. A lâmpada IUVG nas serpentinas é uma tecnologia cara, e não adianta ser instalada se existem problemas de manutenção dos equipamentos, como infiltração

de ar no condicionador (falta de vedação), ausência de troca assídua dos filtros de ar (recomendada a cada 60 dias), e/ou de manutenção básica de limpeza das serpentinas e bandejas (PMOC)⁸. Não é eficiente a colocação de lâmpadas IUVG se não forem respeitadas as normas de manutenção descritas no PMOC, pois o custo econômico das lâmpadas é elevado.

Existem dois tipos de radiação ultravioleta⁹ com poder germicida: a radiação de comprimento de onda de 254 nm e a radiação de 185 nm. A radiação UV de 254 nm é eficiente no controle de micro-organismos por alterar seu DNA, impedindo sua multiplicação/proliferação¹⁰. A radiação de 185 nm, por sua vez, produz ozônio (O^3) a partir de oxigênio (O^2), que pode atuar como desinfetante. Outras aplicações de ozônio são desodorização e branqueamento. Tanto o ozônio¹¹ quanto a radiação de 254 nm e de 185 nm são eficientes no controle de vírus e bactérias. Um dos inconvenientes da radiação ultravioleta para essa finalidade é que não é permitido aplicá-la na presença de pessoas ou bens culturais. Esse tipo de radiação pode alterar propriedades químicas e físicas de materiais, principalmente os orgânicos, produzindo oxidação e enrijecimento. Em seres humanos, é capaz de causar alterações dermatológicas, oftalmológicas e cancerígenas caso não sejam utilizadas as proteções recomendadas. A tecnologia de ionização radiante catalítica (IRC) é um tratamento ativo do ar que libera peróxido de hidrogênio (H^2O^2) em forma gasosa, o que pode colocar em risco a integridade de acervos, sendo, portanto, desaconselhado para museus, arquivos e reservas técnicas.

Para eleger um procedimento, recomenda-se (INSTITUTO DEL PATRIMONIO CULTURAL DE ESPAÑA, 2020) uma análise prévia de

⁸ Plano de Manutenção, Operação e Controle – ABNT NBR 13971 – Sistema de refrigeração, condicionamento de ar, ventilação e aquecimento.

⁹ Aplicáveis ao tratamento de ar.

¹⁰ One study assessed ultraviolet disinfection of SARS virus in suspension and demonstrated loss of virulence after one hour exposure at 260 nm and more than 90 mW/cm². (KARSTEN et al., 2020)

¹¹ O ozônio é um dos mais potentes oxidantes conhecidos e, como o cloro, reage com a matéria orgânica transformando-a em CO₂ e água. O ozônio reage também com substâncias perigosas e poluentes quebrando suas moléculas. Usos tradicionais do ozônio são produção de água ultrapura, tratamento de água de piscina, água potável, redução de carbono orgânico total (COT), controle de compostos orgânicos voláteis (VOCs), desinfecção e desodoração de dutos de ar-condicionado, desinfecção de frutas e sementes, desinfecção de matérias-primas, branqueamentos, descoloração, controle de emissão de corantes na água, controle de gases/odores, além da tradicional desinfecção de micro-organismos.

casos concretos já comprovados. É fundamental conhecer a composição do produto a ser utilizado na desinfecção, assim como a natureza do bem patrimonial que se pretende limpar, analisando previamente a compatibilidade entre ambas. Na dúvida com relação ao procedimento, de limpeza ou desinfecção, é melhor não realizar nenhum tratamento específico, evitando, assim, danos irreversíveis ao patrimônio.

6 RECOMENDAÇÕES BÁSICAS

Listamos a seguir um levantamento dos protocolos baseados na legislação brasileira e nas normas e orientações técnicas de entidades nacionais e internacionais, tais como ABNT, ASHRAE, Abrava e Rehva. Também foram utilizadas como base recomendações propostas pelo Icom e Canadian Conservation Institute (CCI)¹².

- Manter atualizado o PMOC do ar-condicionado. Garantir que todo o sistema de climatização esteja limpo e higienizado, principalmente bandejas, sifões, serpentinas, ventiladores e dutos de distribuição de ar. Atenção às bandejas e serpentinas: eliminar a água acumulada nesses locais para evitar o crescimento de microrganismos.
- Realizar manutenção preventiva geral uma ou duas semanas antes do reinício das atividades (ação para museus que não possuem equipe de manutenção periódica – instituições que a possuam devem estar em dia com as atividades de manutenção e revisar/reforçar a manutenção preventiva duas semanas antes).
- A fonte de ar externo deve estar em local limpo, contribuindo para que o ar introduzido pelo ar-condicionado não esteja poluído ou contaminado (TURPIN, 2020).
- Garantir operação e filtragem da renovação de ar externo. Se possível, aumentar vazão de ar, com atenção à capacidade de condicionamento e de filtragem para que não se alterem os parâmetros

¹² Disponíveis em: <https://www.ashrae.org/technical-resources/resources>, <https://abrava.com.br/abrava-protocolos-para-uso-dos-equipamentos-e-sistemas-de-ar-condicionado-no-pos-quarentena-pos-quarentena/>, <https://www.rehva.eu/>, <https://icom.museum/en/news/recommendations-for-the-conservation-of-museum-collections/>, <https://www.canada.ca/en/conservation-institute/services/conservation-preservation-publications/canadian-conservation-institute-notes/caring-heritage-collections-covid19.html>

de controle ambiental estabelecidos para conservação de objetos de patrimônio cultural.

- Caso não exista dispositivo de renovação de ar interno instalado, é necessário providenciá-lo. Se não for possível, deve-se manter o(s) equipamento(s) de ar-condicionado em modo ventilação e abrir portas e janelas para garantir ventilação natural. Ambientes que não dispõem de portas e janelas para permitir ventilação natural¹³ não devem ser ocupados por usuários.
- Reduzir a vazão de ar de trabalho dos condicionadores de ar para evitar fluxos de ar turbulentos, sempre verificando se os índices de temperatura e umidade relativa, exigidos pelos padrões da conservação, estão sendo atendidos.
- Manter atualizadas as análises da qualidade do ar interno, no mínimo semestralmente, e fazer as correções dos desvios identificados nos laudos, conforme Resolução 09 da Anvisa. Recomendamos monitorar constantemente a qualidade do ar.
- Executar análise microbiológica (físico-química) do ar (RE-9).
- Executar análise das condições internas dos dutos (NBR15848, análise gravimétrica de sujidade).
- Limpar os equipamentos utilizando produtos químicos, conforme a orientação da Nota Técnica 34/2020 da Anvisa e Renabrava 8 – Uso de Produtos Químicos em Sistemas de AVAC-R (www.abrava.com.br).
- Executar limpeza e higienização interna dos dutos.
- Executar limpeza e higienização das bocas de ar.
- Aumentar a frequência de limpeza interna dos condicionadores de ar.
- Garantir a vedação dos condicionadores de ar, fechando aberturas indevidas e passagens de infraestrutura com silicone neutro, de maneira a garantir que não ocorra *bypass* de ar – quando o ar entra no condicionador sem passar pela serpentina e pelo filtro de ar (e é insuflado no ambiente sem ser condicionado e filtrado) –, ação que favorece a melhora do condicionamento.

¹³ Neste cenário, a disponibilização de ventiladores móveis pode ser uma útil tentativa para auxiliar a renovação do ar do ambiente de modo mecânico.

- Verificar a existência e a correta execução do sifão de água condensada nos condicionadores, evitando o retorno de ar pela tubulação de dreno e o excesso de água nas bandejas. Esta ação também favorece a melhora do condicionamento, lembrando que a água do condensador é uma água “suja”.
- Garantir a vedação das casas de máquinas e do envelope do sistema para que o ar externo entre somente pela renovação de ar ou, eventualmente, pela porta. O ideal é ter antecâmaras, o que também favorece a melhora do condicionamento.
- Verificar o balanceamento de ar dos elementos difusores de insuflamento e retorno, para garantir que o ar seja trocado por igual no ambiente e que gotículas eventualmente contaminadas fiquem no ar o menor tempo possível. Esta ação também favorece a melhora do condicionamento.
- Manter o asseio e a limpeza, restringir o acesso de pessoas e não armazenar objetos nos ambientes das salas de máquinas.
- Limpar e verificar periodicamente o estado dos filtros de ar e trocá-los antes do término da vida útil determinada pelo fabricante.
- Aumentar a frequência de troca de filtros de ar e remover os filtros descartáveis somente por meio de sacos plásticos. Não retirar os filtros do ar-condicionado da embalagem antes de sua efetiva aplicação.
- Descartar os filtros de forma apropriada, utilizando sacos plásticos fechados hermeticamente.
- A norma para Museus é G₃+F8 (Classe mínima de filtragem NBR16401-3), mas poderia ser evoluída para G₄+F9. É necessária a verificação técnica da capacidade dos condicionadores de ar.
- Não recomendamos o uso de filtros absolutos (Hepa) por terem custos elevados e limitações técnicas dos equipamentos não preparados inicialmente para este uso.
- A exaustão dos sanitários deve operar 24 horas por dia. Se não tiverem exaustão, suas janelas devem ser mantidas abertas.
- A umidade do ambiente de conforto deve estar entre 60% e 80% – em ambientes mais úmidos, as partículas acabam absorvendo água e caindo no chão, não permanecendo suspensas por muito tempo no ar.

- Para as áreas de exposição e guarda de objetos de patrimônio cultural, os níveis de umidade devem manter o especificado pelo departamento de conservação.
- Reforçar o uso de equipamentos de proteção individual (EPIs), como óculos, luvas descartáveis, máscaras para respiração, vestimentas de mangas, calças compridas e sapatos fechados, durante as atividades de operação e manutenção;
- O uso de novas tecnologias deve ser considerado, desde que sua eficácia e a segurança aos usuários sejam comprovadas. Como exemplo, o uso de irradiação germicida ultravioleta (IUVG) na serpentina e na bandeja de água condensada do equipamento de ar-condicionado pode ser utilizado para evitar a criação de biofilme (mofo).
- Manter os sistemas em operação por mais tempo, se possível, 24 horas por dia, sete dias por semana, para melhorar a qualidade do ar interno.

7 CONCLUSÃO

Compartilhamos aqui algumas recomendações, orientações e normas pesquisadas pelo Grupo de Trabalho sobre Climatização de Museus, dentro da Rede USP de Profissionais de Museus e Acervos. A proposta principal deste artigo é contribuir com conhecimento, aprimoramento e eficiência das atividades relativas à climatização em instituições museológicas durante a pandemia de Covid-19.

O levantamento e a análise de protocolos foram realizados de março a junho de 2020, e este estudo é o resultado de um seminário interno que gerou o *Documento unificado: recomendações de procedimentos durante a pandemia da Covid-19*¹⁴, discutido e criado pelos profissionais da Rede USP de Profissionais de Museus e Acervos. Neste artigo, buscamos aprofundar alguns aspectos que englobam a climatização em museus.

Ressaltamos que cada instituição deve levar em consideração suas próprias especificidades no momento de estabelecer protocolos e práticas a serem seguidos.

¹⁴ Documento disponível em: <https://www.revistas.usp.br/cpc/article/view/173004/162401>. Acesso em: 4 jul. 2021.

Há muitos materiais de referência disponíveis, e é imprescindível que cada coleção leve em consideração a multiplicidade dessas informações, em termos de recursos disponíveis, natureza da coleção e infraestrutura do edifício patrimonial e das reservas técnicas.

REFERÊNCIAS

ALIABADI, A. A.; ROGAK, S. N.; BARTLETT, K. H.; GREEN, S. I. Preventing airborne disease transmission: Review of methods for ventilation design in health care facilities. *Advances in Preventive Medicine*. Article ID 12406. DOI: 10.4061/2011/124064. 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE REFRIGERAÇÃO, AR CONDICIONADO, VENTILAÇÃO E AQUECIMENTO - ABRAVA .*ABRAVA cria o canal de comunicação Coronavírus Covid-19 para informação e esclarecimento de dúvidas para usuários e consumidores*. 2020a. Disponível em: <https://abrava.com.br/normalizacoes/canal-abrava-covid-19/>. Acesso em: 23 nov.2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE REFRIGERAÇÃO, AR CONDICIONADO, VENTILAÇÃO E AQUECIMENTO - ABRAVA . *Covid-19: o que é pior, um lugar com janela aberta ou com ar-condicionado ?* Disponível em : <https://abrava.com.br/covid-19-o-que-e-pior-um-lugar-com-janela-aberta-ou-com-ar-condicionado-blog-do-uol-entrevista-com-eng-leonardo-cozac/>. Acesso em: 23 nov.2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE REFRIGERAÇÃO, AR CONDICIONADO, VENTILAÇÃO E AQUECIMENTO - ABRAVA . *Guia da Organização Mundial da Saúde para melhoria da ventilação*. Maio 2021. Disponível em: <https://abrava.com.br/wp-content/uploads/2021/05/Guia-OMS-para-melhoria-da-ventilacao-maio-de-2021.pdf>. Acesso em: 23 nov.2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE REFRIGERAÇÃO, AR CONDICIONADO, VENTILAÇÃO E AQUECIMENTO - ABRAVA. *Protocolos para uso dos equipamentos e sistemas de ar-condicionado pós-quarentena*, 2020b. Disponível em: <https://abrava.com.br/abrava-protocolos-para-uso-dos-equipamentos-e-sistemas-de-ar-condicionado-no-pos-quarentena-pos-quarentena/>. Acesso em: 23 nov.2021.

BISCHOFF, W. E.; SWETT, K.; LENG, I.; PETERS, T. R. Exposure to influenza virus aerosols during routine patient care. *Journal of Infectious Diseases*, v. 207, n. 7, p. 1037–46, 2013. DOI:10.1093/infdis/jis773. 2013.

BURNS, P. B.; ROHRICH, R. J.; CHUNG, K. C. Levels of evidence and their role in evidence-based medicine. *Plast Reconstr Surg*, v. 128, n. 1, p. 305–10, 2011.

INSTITUTO DEL PATRIMONIO CULTURAL DE ESPAÑA. *Recomendaciones sobre procedimientos de desinfección en bienes culturales con motivo de la crisis por COVID 19*. Madrid: Ministerio de Cultura y Deporte Madrid. 2020.

INTERNATIONAL COUNCIL OF MUSEUMS - ICOM. *Recomendações do ICOM Brasil em relação à Covid-19*. 2020. Disponível em: www.icom.org.br/wp-content/uploads/2020/04/recomendacoes_conservacao_15_abril_final-1.pdf. Acesso em: 23 nov.2021.

KAMPF, G.; TODT, D.; PFAENDER, S.; STEINMANN, E. Persistence of coronaviruses on inanimate surfaces and their inactivation with biocidal agents. *Journal of Hospital Infection*, v.104, p. 246-251,2020. Disponível em: [https://www.journalofhospitalinfection.com/article/S0195-6701\(20\)30046-3/pdf](https://www.journalofhospitalinfection.com/article/S0195-6701(20)30046-3/pdf). Acesso em: 23 nov.2021.

KARSTEN, J.; KEPKIEWICZ, J.; LAMBERT, S.; MAITLAND, C.; STRANG T. *Caring for Heritage Collections during the CoViD-19 Pandemic*. Canadian Conservation Institute, 2020. Disponível em: <https://www.canada.ca/en/conservation-Institute/services/conservation-preservation-publications/canadian-conservation-institute-notes/caring-heritage-collections-covid19.html>. Acesso em: 23 nov.2021.

LI, Y. The secret behind the mask (Editorial.) *Indoor Air*, v.21, n.2, p.89–91, 2011.

NEJM. Aerosol and Surface Stability of SARS-CoV-2 as Compared with SARS-CoV-1. *New England Journal Medicine*, 16 april 2020. Disponível em: <https://www.nejm.org/doi/full/10.1056/NEJMc2004973>. Acesso em: 23 nov.2021.

TAYLOR, S.; TASI, M. Low indoor-air humidity in an assisted living facility is correlated with increased patient illness and cognitive decline. *Proceedings, Indoor Air*, 2018744, p.1–8, 2018.

THE AMERICAN SOCIETY OF HEATING, REFRIGERATING AND AIR-CONDITIONING ENGINEERS - ASHRAE. ANSI/ASHRAE/ASHE Standard 170-2017, Ventilation of Health Care Facilities. Atlanta: ASHRAE. 2017a.

THE AMERICAN SOCIETY OF HEATING, REFRIGERATING AND AIR-CONDITIONING ENGINEERS - ASHRAE. ANSI/ASHRAE Standard 52.2-2017, Method of Testing General Ventilation Air-Cleaning Devices for Removal Efficiency by Particle Size. Atlanta: ASHRAE. 2017b.

THE AMERICAN SOCIETY OF HEATING, REFRIGERATING AND AIR-CONDITIONING ENGINEERS - ASHRAE. Doenças Infecciosas transmitidas pelo Ar. Documento de posição da ASHRAE sobre aerossóis infecciosos. Traduzido sob licença da ASHRAE. 14 de abril de 2020. Atlanta: ASHRAE. 2020a. Disponível em: www.ashrae.org/file%20library/about/position%20/documents/ashrae-position-document-on-infectious-aerosols---portuguese.pdf. Acesso em: 23 nov.2021.

THE AMERICAN SOCIETY OF HEATING, REFRIGERATING AND AIR-CONDITIONING ENGINEERS - ASHRAE. Filtration and Air-Cleaning. Position Document of ASHRAE. Atlanta: ASHRAE. 2018. Disponível em: www.ashrae.org/file%20library/about/position%20/documents/filtration-andair-cleaning-pd.pdf. Acesso em: 23 nov.2021.

THE AMERICAN SOCIETY OF HEATING, REFRIGERATING AND AIR-CONDITIONING ENGINEERS - ASHRAE. Indoor Air Quality Guide: Best Practices for Design, Construction and Commissioning. Atlanta: ASHRAE. 2009.

THE AMERICAN SOCIETY OF HEATING, REFRIGERATING AND AIR-CONDITIONING ENGINEERS - ASHRAE. Pandemic COVID-19 and Airborne Transmission Atlanta: ASHRAE. 2020b. Disponível em: www.ashrae.org/file%20library/technical%20resources/covid-19/eiband-airbornertransmission.pdf. Acesso em: 23 nov.2021.

TURPIN, Joanna R. HVAC Systems should be checked before buildings reopen, due to COVID-19. *The News*, May 4, 2020. Disponível em: <https://www.achrnews.com/articles/143102-hvac-systems-should-be-checked-before-buildings-reopen-due-to-covid-19>. Acesso em: 23 nov.2021.

VALENTIN, Nieves; FAZIO, Alejandra. *Análisis de la incidencia del SARS-CoV-2 en bienes culturales*. Sistemas de desinfección. Fundamentos y estrategias de control, version revisada, 2020. Disponível em: [ps://www.ge-iic.com/2020/06/17/analisis-de-la-incidencia-del-sars-cov-2-en-bienes-culturales-sistemas-de-desinfeccion-fundamentos-y-estrategias-de-control/](http://www.ge-iic.com/2020/06/17/analisis-de-la-incidencia-del-sars-cov-2-en-bienes-culturales-sistemas-de-desinfeccion-fundamentos-y-estrategias-de-control/). Acesso em: 23 nov.2021.

WEI, Jianjian; LI Yuguo. Airborne spread of infectious agents in the indoor environment. *American Journal of Infection Control*, n. 44, p. 5102-5108, 2016. Disponível em: [https://www.ajicjournal.org/article/S0196-6553\(16\)30531-4/pdf](https://www.ajicjournal.org/article/S0196-6553(16)30531-4/pdf). Acesso em: 23 nov.2021.

YAN, J.; GRANTHAM, M.; PANTELIC, J.; MESQUITA, P.J.B. de; ALBERT, B.; LIU, F.; EHRMAN, S.; MILTON, D.K.; EMIT Consortium. Infectious virus in exhaled breath of symptomatic seasonal influenza cases from a college community. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, v. 115, n.5, p. 1081–86, 2018. DOI: 10.1073/pnas.1716561115. 2018.

