



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

## **QUALIDADE DO AR INTERIOR NO BRASIL DURANTE O PERÍODO DA PANDEMIA DE SARS-COV-2**

### **PAPER 64**

#### **RESUMO**

A qualidade do ar interior no Brasil durante o período da pandemia de SARS-CoV-2. Neste artigo são apresentados dados relevantes para a compreensão da qualidade do ar interior no Brasil em um período anterior e referente à pandemia de SARS-COV-2. O objetivo deste estudo foi analisar a qualidade do ar interior no Brasil antes e durante a pandemia de COVID-19, contribuindo com dados para o desenvolvimento e aprimoramento de políticas públicas de qualidade do ar interior e saúde no Brasil. Foram avaliadas a qualidade do ar interno de 196.569 ambientes internos distribuídos em 26 estados do território brasileiro. Os procedimentos de amostragem e análise foram realizados entre 2018 e 2021. Os resultados obtidos indicam um aumento de resultados não conformes para fungos viáveis e uma diminuição dos resultados não conformes para a concentração de dióxido de carbono durante o período mais severo da pandemia. Sugerimos que esses resultados possam contribuir com as recomendações da OMS para abertura de janelas e portas que melhorem a taxa de ventilação em ambientes fechados.

**Palavras-chave:** qualidade do ar interior, fungos, material particulado, dióxido de carbono, pandemia

#### **ABSTRACT**

The indoor air quality in Brazil during the SARS-CoV-2 pandemic period. In this paper are present relevant data to the understanding of indoor air quality in Brazil in a previous period and referring to the SARS-COV-2 pandemic. The objective of this study was to analyze the indoor air quality in Brazil before and during the COVID-19 pandemic, contributing with data to development and improvement of public policies on indoor air quality and health in Brazil. Were evaluated the indoor air quality of 196,569 indoor environments distributed in 26 provinces of Brazilian territory. Sampling and analysis procedures were carried out between 2018 and 2021. Results obtained indicate an increase of non-conforming to viable fungi and a decrease of non-conformity results to carbon dioxide concentration during the most severe period of the pandemic. We suggest that these results could contribute with the WHO recommendations to open the windows and doors that improvement of the ventilation rate in indoors environments.

**Keywords:** indoor air quality, fungi, particulate matter, carbon dioxide, pandemic

## **1 INTRODUÇÃO**

A Organização Mundial da Saúde (OMS) declarou o surto de COVID-19 uma pandemia e uma emergência global de saúde pública. O patógeno é altamente infeccioso, identificado como um novo coronavírus (SARS-CoV-2). Liu *et al* (2021) propõem que o SARS-CoV-2 pode ter o potencial de ser transmitido por aerossóis. Compreender as rotas de transmissão do SARS-CoV-2 é fundamental para melhorar as práticas de segurança para o público e conter a disseminação do SARS-CoV-2 de maneira eficaz.

Os níveis de poluentes internos são normalmente duas vezes maiores, e as pessoas gastam de 80 a 90% de suas vidas em edifícios cada vez mais herméticos. Mais de 5 milhões de pessoas morrem todos os anos prematuramente de doenças atribuíveis à má qualidade do ar interior (Gonzalez *et al*, 2021). Assim, ter uma boa qualidade do ar interior (IAQ) parece ser essencial, uma vez que a exposição a alguns componentes do ar interior tem influência direta na saúde humana (HEI, 2020).

Um estudo recente demonstra que a qualidade do ar melhorou durante a pandemia de coronavírus devido à imposição de bloqueios sociais (Agarwal *et al* 2021). A associação entre material particulado (PM<sub>2,5</sub>) e casos de COVID-19, internações e óbitos foi demonstrada em vários estudos. Em todo o mundo há um interesse crescente em investigar e monitorar a qualidade do ar de ambientes internos. No início deste ano, o Parlamento Europeu havia solicitado um estudo sobre poluição do ar e COVID-19, no qual a poluição do ar interior também era um tema recorrente (Eurovent, 2021).

A sociedade brasileira nunca discutiu tanto a qualidade do ar interior como hoje, especialmente devido à nova pandemia de COVID-19. Apesar das lacunas na legislação de qualidade do ar interior, o governo brasileiro foi corajoso ao adotar amostragem de rotina com o objetivo de melhorar a qualidade do ar interior. A regulamentação mais importante do IAQ é a Resolução 09 (Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA, 2003).

De acordo com a Resolução 09 Norma toda edificação deve realizar em periodicidade semestral análise IAQ – referente a área de ar condicionado para edificação com capacidade técnica acima de 60.000 BTU – para medir a concentração de fungos viáveis, relação fungos viáveis interior/externo, dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) e material particulado (PM<sub>10</sub>), bem como temperatura, umidade relativa e velocidade do ar. Pode não ser o modelo ideal tecnicamente, mas resultou em muitos benefícios para a sociedade.

O objetivo principal do estudo é apresentar dados relevantes para o entendimento sobre a *qualidade do ar interior no Brasil durante o período de pandemia do SARS-CoV-2*, de acordo com os parâmetros e critérios de aceitação estabelecidos na Resolução 09 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA.

## **2 MATERIAIS/MÉTODOS**

Neste estudo foram apresentados os resultados obtidos a partir de 196.569 análises de ar interno realizadas em edifícios comerciais, escritórios, hospitais, shoppings e indústrias, agências bancárias, aeroportos e lojas de departamentos distribuídas em 26 estados do território brasileiro, coletadas entre 01 de dezembro de 2018 e 31 de dezembro de 2021. Neste artigo serão discutidos os resultados obtidos para concentração de fungos viáveis, material particulado (PM<sub>10</sub>) e dióxido de carbono no ar interno.

Amostras de fungos viáveis foram coletadas na zona respirável de 1,5 metros de altura do piso, utilizando bomba de vácuo com vazão amostral de 28,3 L/min, impactor Andersen 1 estágio e placa de Petri com meio de cultura Sabouraud Dextrose Agar. Após coletadas as amostras foram imediatamente enviadas ao Laboratório de Microbiologia para análise (tempo de incubação: 7 dias; temperatura: 25 °C).

As amostras para medir a concentração de material particulado (PM<sub>10</sub>) no ar foram analisadas utilizando o equipamento Light Scattering Airborne Particle Counters, com vazão amostral de 2,83 L/min. As análises de dióxido de carbono foram realizadas usando detector eletroquímico (medidas *em tempo real*). O tempo de amostragem para coleta de fungos viáveis e análises de dióxido de carbono e material particulado (PM<sub>10</sub>) foi de 5 minutos. Todos os equipamentos e sensores utilizados nos procedimentos de medição foram calibrados em laboratório acreditado pela ABNT ISO/IEC 17025:2017.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

As Tabelas 1 a 3 apresentam os resultados médios obtidos para análise de QAI realizada em edifícios escritórios, hospitais, shopping e indústria, agências bancárias, aeroportos e lojas de departamentos distribuídos em 26 províncias do território brasileiro (período de 2018/12 a 2020/12) .

Tabela 1 - Resultados médios anuais obtidos para a concentração de fungos viáveis no ar interior

<b>Ano</b>	<b>Média Anual ± Desvio Padrão (UFC/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Número de amostras ( n )</b>	<b>Resultados de não conformidade</b>	<b>Resultados de Conformidade</b>
2018-2019	260 ± 326	63.316	4.378 (7%)	58.938 (93%)
2020	355 ± 410	61.928	7.795 (13%)	54.133 (87%)
2021	309 ± 384	67.190	6.261 (9%)	60.929 (91%)
<i>Critérios de Aceitação*</i>			<i>&gt; 750 UFC/m<sup>3</sup></i>	<i>&lt; 751 UFC/m<sup>3</sup></i>

Fonte: Elaborado pelos autores \*Critérios de aceitação segundo Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), 2003

Tabela 2 - Resultados médios anuais obtidos para a concentração de dióxido de carbono no ar interior

<b>Ano</b>	<b>Média Anual ± Desvio Padrão (ppm)</b>	<b>Número de amostras ( n )</b>	<b>Resultados de não conformidade</b>	<b>Resultados de Conformidade</b>
2018-2019	777 ± 330	67.375	6.418 (10%)	60.957 (90%)
2020	694 ± 228	61.847	2.256 (4%)	59.591 (96%)
2021	704 ± 226	67.347	2.988 (4%)	64.359 (96%)
<i>Critérios de Aceitação*</i>			> 1000 ppm	< 1001 ppm

Fonte: Elaborado pelos autores \*Critérios de aceitação segundo Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), 2003

Tabela 3 - Resultados médios anuais obtidos para a concentração de material particulado (PM<sub>10</sub>) no ar interno

<b>Ano</b>	<b>Média Anual ± Desvio Padrão (µg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Número de amostras ( n )</b>	<b>Resultados de não conformidade</b>	<b>Resultados de Conformidade</b>
2018-2019	26 ± 28	67.314	573 (< 1%)	66.741 (> 99%)
2020	39 ± 26	61.695	183 (< 1%)	61.512 (> 99%)
2021	41 ± 34	67.275	404 (< 1%)	66.871 (> 99%)
<i>Critérios de Aceitação*</i>			> 80 µg/m <sup>3</sup>	< 81 µg/m <sup>3</sup>

Fonte: Elaborado pelos autores \*Critérios de aceitação segundo Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), 2003

De acordo com os resultados apresentados na Tabela 1 (média anual para concentração de fungos viáveis), observamos que o número de resultados de não conformidade foi menor em 2019 (7%), aumentou em 2020 para 13% (período de pandemia) e diminuiu em 2021 a 9% (período pós-pandemia).

Os autores acreditam que esses resultados podem ter sido influenciados pelas recomendações da OMS, como abrir as janelas e portas para melhorar a taxa de ventilação em ambientes internos, pois o ar externo é um importante fator contribuinte para a contaminação fúngica interna.

Fungos viáveis são onipresentes no ar e, com a abertura de janelas e portas, o ar externo pode entrar sem tratamento em ambientes internos. Além disso, com a abertura de portas e janelas, os sistemas de ar condicionado HVAC foram desativados durante o período de pandemia. Os autores acreditam

que esse fato contribuiu para aumentar a umidade relativa do ar interno e externo, favorecendo a proliferação de fungos.

De acordo com os resultados apresentados na Tabela 2 (média anual para concentração de gás carbônico) observou-se que o percentual de resultados não conformes diminuiu em 2020 e 2021 (4%) quando comparado com os resultados obtidos até 2019 (10%). Esses resultados estão correlacionados com a recomendação da OMS quanto à abertura de portas e janelas.

Com o aumento da taxa de ventilação, a concentração de dióxido de carbono diminuiu em ambientes internos e, conseqüentemente, reduzindo o número percentual de resultados não conformes. Outra hipótese para explicar os resultados obtidos está relacionada à baixa ocupação dos prédios durante o período de pandemia, devido ao trabalho remoto, adotado por muitas empresas como protocolos de prevenção ao COVID-19, onde seus funcionários trabalhavam de casa.

Os resultados médios anuais obtidos para a concentração de material particulado (PM<sub>10</sub>) no ar interior apresentam uma percentagem de resultados não conformes estável (não aumenta nem diminui durante o período de pandemia). Os resultados são apresentados na Tabela 3. A hipótese para a obtenção de um número tão baixo de resultados não conformes (< 1%) é o fato de que os critérios de aceitação estabelecidos pela legislação nacional no Brasil são muito altos. Dessa forma, nenhuma medida tomada para prevenir o COVID-19 foi significativa para diminuir ou aumentar o percentual de resultados de não conformidade para material particulado (PM<sub>10</sub>) no ar interno.

## 5 CONCLUSÕES

A crescente preocupação com a propagação do vírus em espaços confinados promoveu sequencialmente a necessidade de melhorar a qualidade do ar interior. A correlação entre os poluentes atmosféricos e o contágio da COVID-19 urge uma atualização do índice de qualidade do ar e das regulamentações.

Empregar medidas preventivas para mitigar a poluição do ar pode resolver problemas relacionados à taxa de exposição, assim como o coronavírus é transmitido pelo ar. Este estudo preliminar destaca a necessidade da comunidade científica falar sobre a qualidade do ar interior. Três fatores principais devem afetar a qualidade do ar interno: ar externo (sem tratamento), ambiente interno (materiais de construção, móveis, dutos, objetos decorativos etc.) e/ou atividades internas (pessoas, processo de fabricação, atividades de limpeza etc.).

A recomendação de abrir portas e janelas durante o período de pandemia da COVID-19 pode ter aberto nossas casas e prédios a contaminantes normalmente removidos pela filtração do ar, como fungos viáveis e material particulado. As medidas e protocolos adotados para reduzir doenças e

pandemias não podem desconsiderar outros fatores importantes que também afetam a qualidade do ar interior. Este estudo apresenta uma análise preliminar de como a abertura de portas e janelas pode afetar a qualidade do ar interior em edifícios, escritórios, hospitais, shoppings, indústrias, agências bancárias, aeroportos e lojas de departamentos distribuídos em 26 províncias do território brasileiro.

Novo estudo será desenvolvido correlacionando a concentração de fungos viáveis e material particulado no ar interno/externo visando entender como a abertura de portas e janelas pode afetar a qualidade do ar interno.

### AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Laboratório de Engenharia Ambiental Conforlab (Brasil) pelo apoio financeiro e análises laboratoriais.

### REFERÊNCIAS

Agarwal N, *et al*. Melhoria da qualidade do ar interno na pandemia de COVID-19: revisão. **Sustentar Cidades Soc.** 2021 ;70:102942 . doi:10.1016/j.scs.2021.102942.

BRASIL, 2003. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Resolução 09 de 16 de janeiro de 2003 [https://www.saude.mg.gov.br/images/documentos/RES\\_RE\\_09.pdf](https://www.saude.mg.gov.br/images/documentos/RES_RE_09.pdf) (2003).

Eurovent. Qualidade do ar em edifícios no radar dos legisladores europeus O Parlamento Europeu acolhe uma petição da indústria de longa data para regular a qualidade do ar interior. **Eurovent AISBL / IVZW / INPA** Associação Europeia da Indústria EU Trans. Reg.: 89424237848-89. 2021.

González, J. *et al*. Uma revisão do estado da arte sobre a poluição do ar interior e estratégias para o controle da poluição do ar interior, **Chemosphere**. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2020.128376>.

Health Effects Institute (HEI). Estado do Ar Global 2020; Relatório especial; **Health Effects Institute**: Boston, MA, EUA, 2020.

Liu, Y., Ning, Z., Chen, Y. *et al*. Análise aerodinâmica do SARS-CoV-2 em dois hospitais de Wuhan. **Nature** 582, 557–560 (2020). <https://doi.org/10.1038/s41586-020-2271-3>.

Organização Mundial da Saúde (OMS), 2019. Relatório da OMS da Missão Conjunta OMS-China sobre Doença de Coronavírus 2019 (COVID-19) <https://www.who.int/docs/default-source/coronaviruse/who-china-joint-mission-on-covid-19-final-report.pdf> (2020) .