

# COVID-19

## Impactos na Qualidade do Ar de Interiores



# COVID-19

## Impactos na Qualidade do Ar de Interiores

1. Introdução
2. Agentes Infecciosos
3. Sociedade Humana
4. Padrões para Material Particulado
5. Ciclo de Contaminação
6. Limpeza – Desinfecção – Sanitização – Esterilização
7. Como Melhorar a Qualidade do Ar
8. Trens do Metrô SP
9. Ações Efetivas
10. Referências Bibliográficas



# 1. Introdução

Entre os contaminantes microbiológicos, tais como bactérias, fungos, leveduras, ácaros são potenciais agentes patogênicos para infecções e alergias. Na maioria das vezes a exposição a estes agentes estão relacionados com um sistema de ventilação mal desenhado e de manutenção deficiente que são fatores propícios para a proliferação destes poluentes microbiológicos.

Para a infecção causada por vírus, que ocorre majoritariamente por contato, através de partículas infectantes exaladas por pessoas contaminadas, que se depositam sobre as superfícies, porém, ainda que menorizado, pois não há comprovação científica, também existe o risco de transmissão por partículas em suspensão. O vírus necessita de um hospedeiro para se multiplicar.

Frente a atual situação, os sistemas de ar condicionado são sempre lembrados, onde este trabalho visa trazer algumas informações aos técnicos e engenheiros sobre as diversas ações que podem ser adotadas, visando colaborar para minimizar os impactos da atual crise sanitária mundial.

## 2. Agentes Infecciosos

**Bactérias** - Seres unicelulares, depois dos vírus, são as criaturas mais simples que existem, medindo entre 0,5 e cinco milésimos de milímetro. Primeira forma de vida a surgir na Terra, há 3 bilhões de anos. A grande maioria dos tipos de bactéria, não é nociva.

**Bacilos** - Esse é o nome dado às bactérias em forma de bastão. Os bacilos ficaram mais famosos por causarem doenças como a tuberculose, conhecido como Bacilo de Koch. Há poucos anos, o *Bacillus anthracis*, que transmite a letal infecção antraz, ganhou notoriedade como arma bacteriológica na mão de terroristas.

**Protozoários** - São unicelulares como as bactérias, mas possuem (assim como as células de plantas e animais) organelas, que ajudam a processar nutrientes e gerar energia, como minúsculos pulmões, estômagos e outros órgãos. Existem protozoários visíveis, de até 2 milímetros. Outros são mil vezes menores. O maior assassino entre micro-organismos é um protozoário: o *Plasmodium falciparum*. Ele causa a malária, que infecta 200 milhões de pessoas por ano, com algo em torno de 500 mil mortes.

## 2. Agentes Infecciosos

**Fungos** - A variedade é enorme. Alguns fungos, como os cogumelos, são bem desenvolvidos, mas os que interessam aqui são unicelulares e contêm organelas, como os protozoários. Entre os mais chegados ao ser humano está o *Candida albicans*, que causa micoses. Já o *Penicillium roqueforti* serve para fabricar queijos como gorgonzola e, claro, roquefort. Com outro fungo do gênero *Penicillium*, o *notatum*, faz-se a penicilina, um os antibióticos que mais salvam vidas.

**Vírus** - é um organismo biológico com grande capacidade de multiplicação, desde que esteja em uma estrutura celular de um hospedeiro. Os vírus são seres que não possuem células, alguns cientistas chamam de partícula infectante, por não possuírem metabolismo próprio.

### 3. Sociedade Humana

#### Caminho Lógico

- Educação
- Aspecto cultural
- Consenso científico

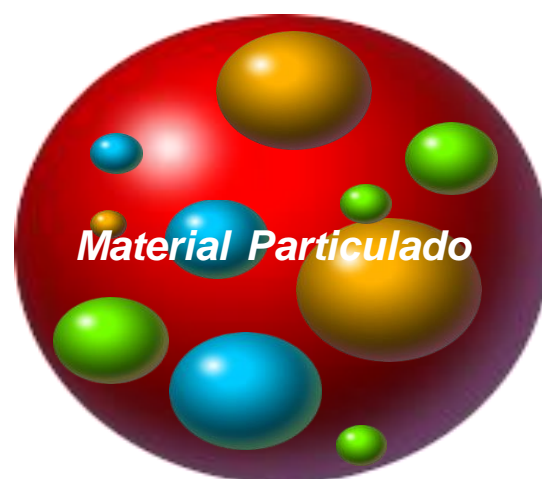
*Sobrevivência*

*Caminho alternativo*

- Leis
- Normas Técnicas

## 4. Padrões para Material Particulado

Item	Tempo Padrão	Brasil	Korea	EUA	Japão	EU	Canadá	Austrália	WHO
PM10 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	1 hour				200				
	24 hours	150	100	150	100	50	50		50
	year	50	50			40		50	20
PM2.5 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	24 hours		50	35	35		30	25	25
	year		25	15	15	25		8	10



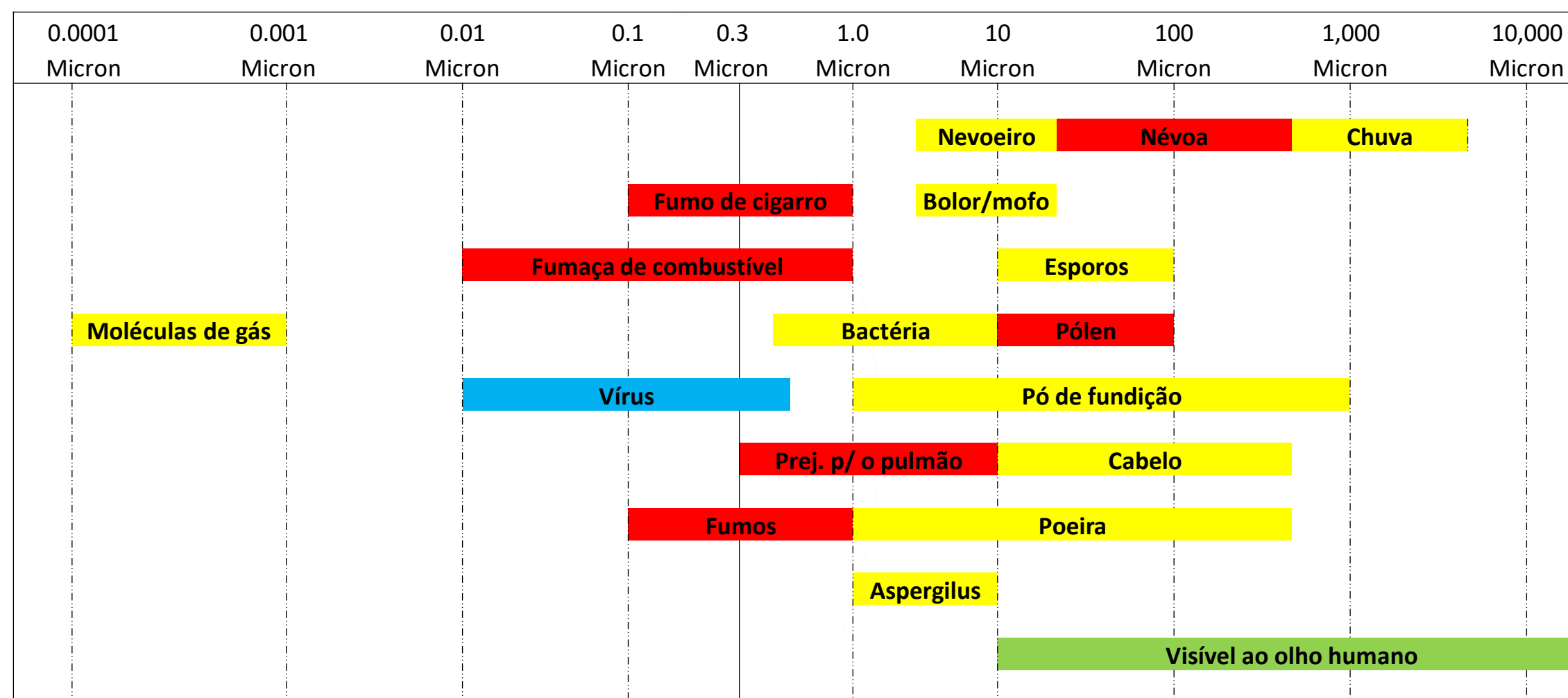
### Importância do MP2.5

- Alto risco
- Efeito direto no ser humano
- Alto percentual no MP

### Regulamentação

- MP10 → MP2.5

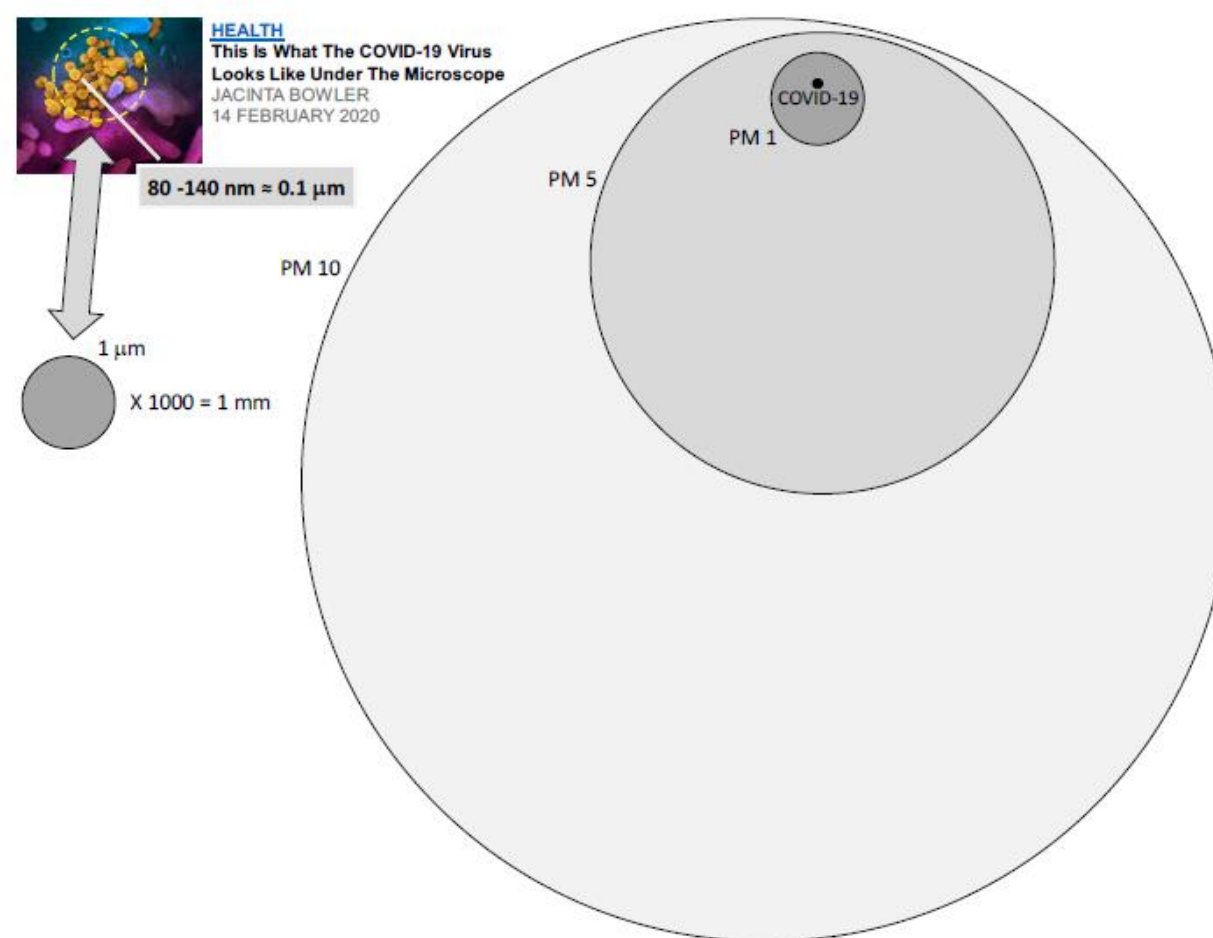
# Gráfico do Tamanho das Partículas



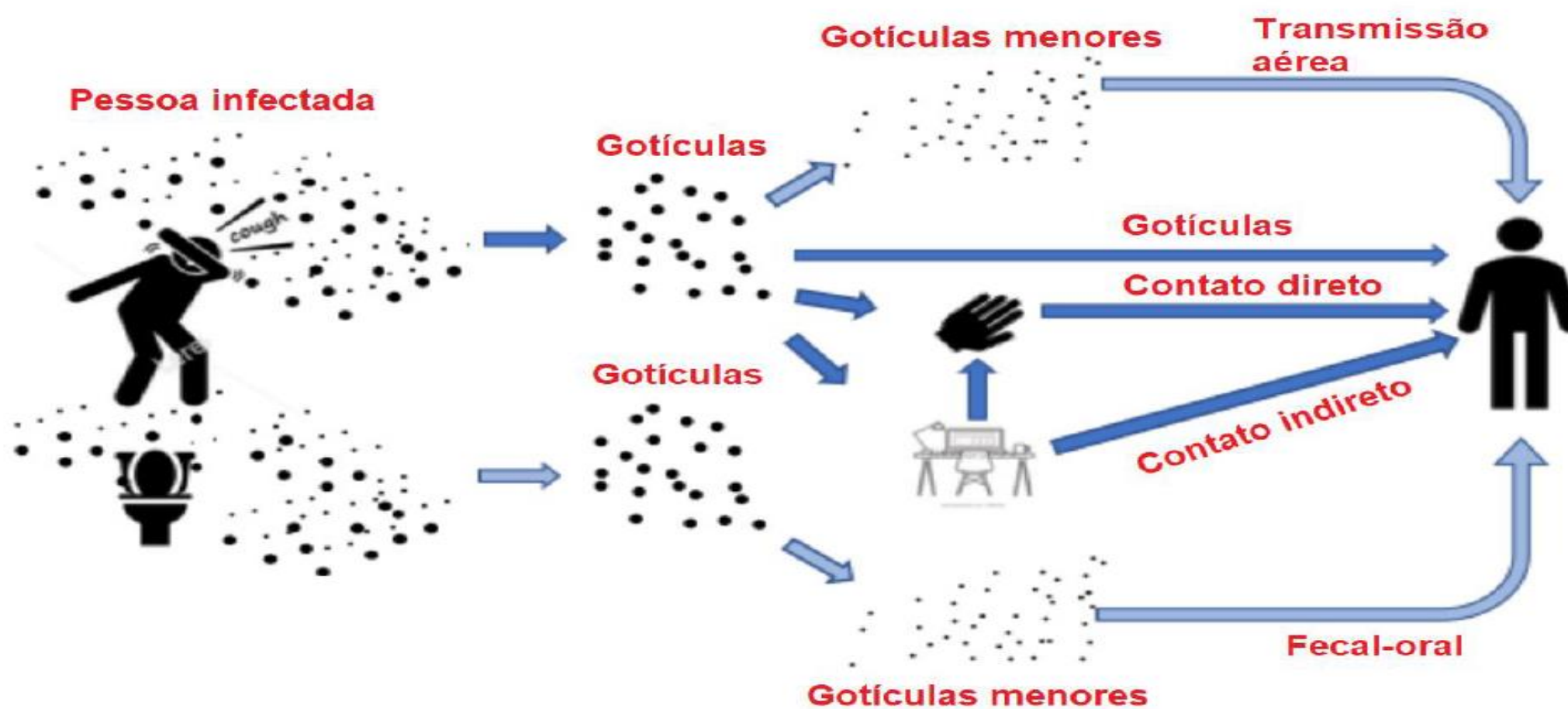
Fonte: <http://www.abatement.com/images/airduct/particlesize.gif> (12/07/11)



# Comparação das dimensões do COVID-19 com algumas classes de material particulado

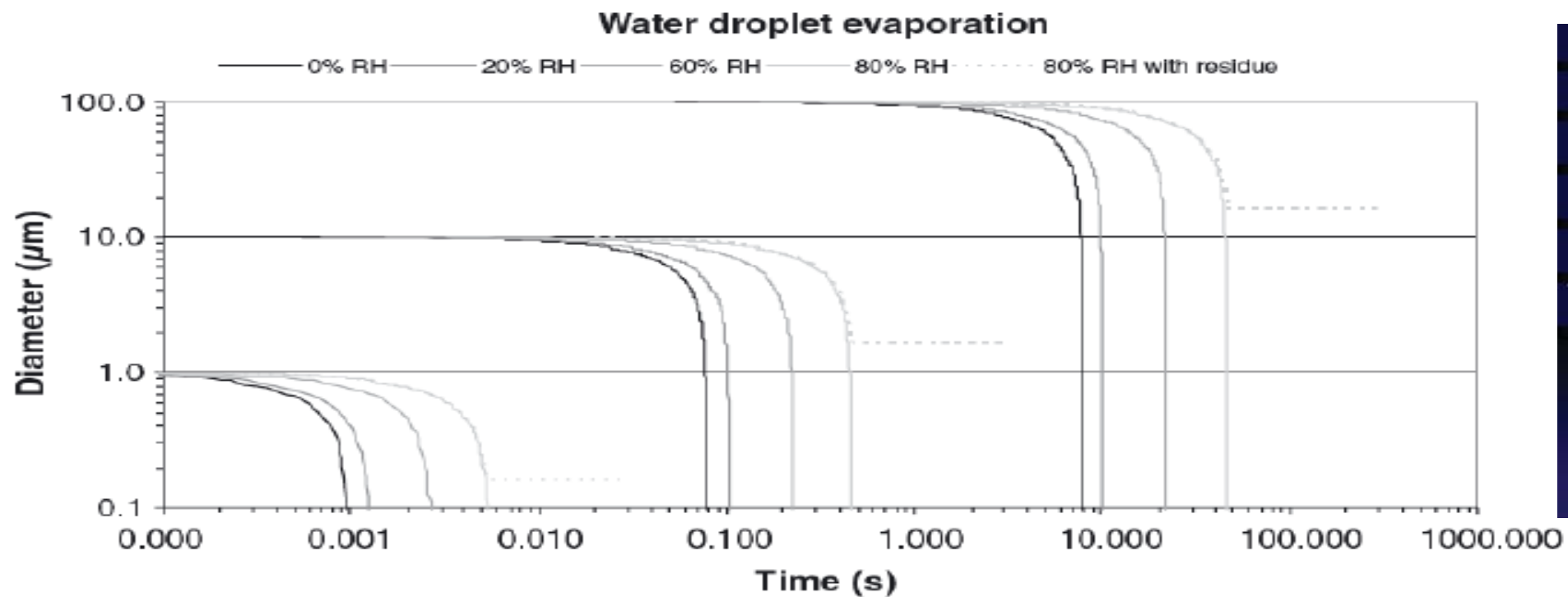


## 5. Ciclo de Contaminação

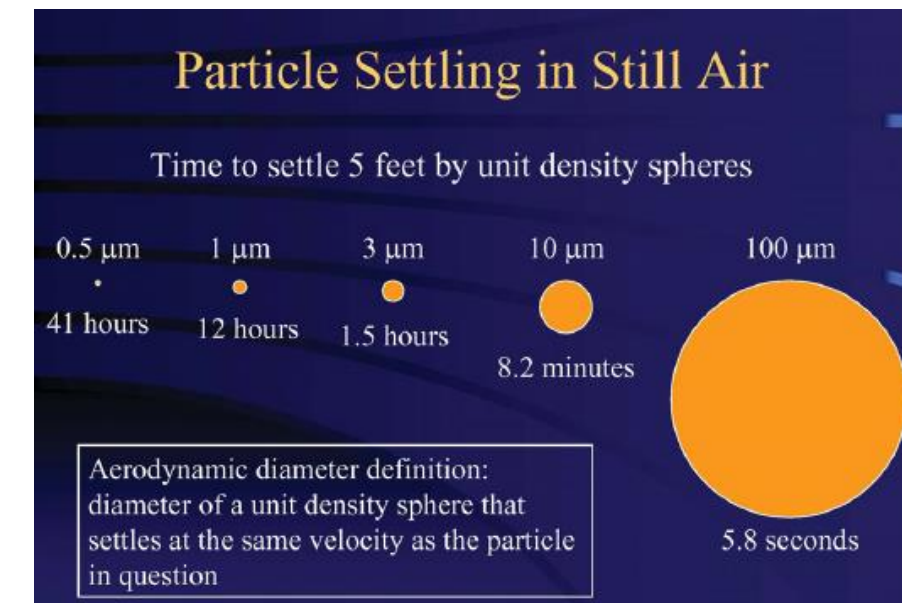


Fonte – REHVA COVID-19 guidance document

# Tempos de evaporação em função da sua dimensão e da umidade relativa do ar



Fonte: Morawska (2006)



Fonte: ASHRAE (2020)

## 6. Limpeza – Desinfecção – Higienização Sanitização - Esterilização

- **Limpar** - é a remoção da sujeira de superfícies, a aplicação de produtos químicos no processo convencional de limpeza, com esfregação e enxágue, há uma redução de até 60% de microbiologia.
- **Desinfetar** - consiste no uso e na aplicação de um desinfetante de uso geral, produto que busca eliminar das superfícies 99,99% dos germes, bactérias e vírus, assim como o **Sars-CoV-2**, causa do **Covid-19**, reduzindo-os a níveis não patogênicos.
- **Higienizar** - corresponde ao processo que envolve a limpeza seguida da desinfecção.
- **Sanitizar** - é mais apropriada à indústria alimentícia e prevê o uso de sanitizantes específicos, que eliminam níveis de componentes microbiológicos. Esse processo não se aplicaria ao dia a dia, pois obedece a regras diferentes da desinfecção.
- **Esterilizar** - é a eliminação total de microrganismos, inclusive seus esporos, por meio de processos físicos ou químicos bastante agressivos e restritos. É um processo utilizado em situações em que é necessária a máxima segurança, como em salas cirúrgicas de hospitais ou em locais de biossegurança.

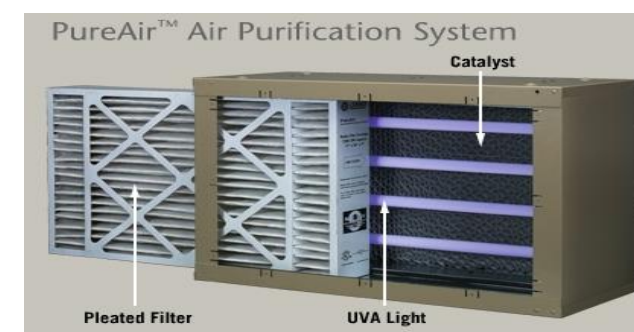
## 7. Como Melhorar a Qualidade do Ar

- Filtragem



- Filtragem Eletrostática

- Filtragem + UV



Como "SUGAR" os contaminantes das superfícies fixas???

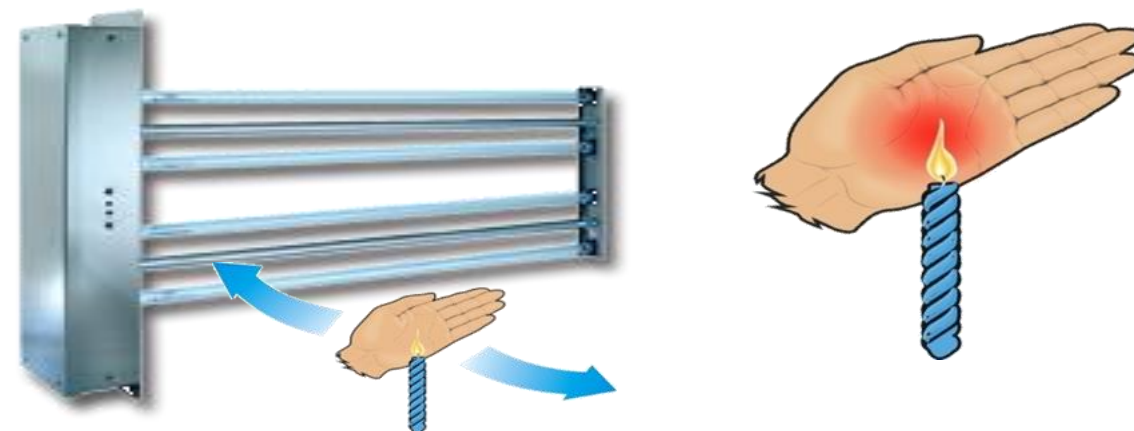


## 7. Como Melhorar a Qualidade do Ar

- Ionização



- Luz UV Germicida PASSIVA



- Tecnologia de Ozônio

O ozônio reduz odores e COV's incluindo mofo, bactéria & vírus.

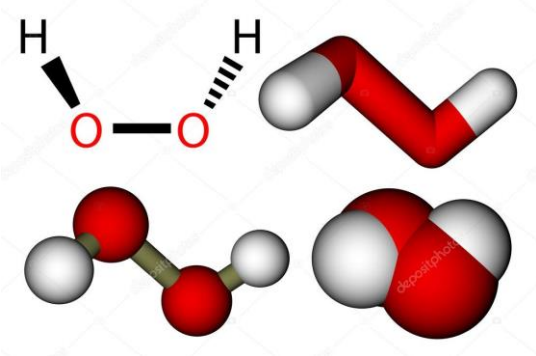
**OMS**- Organização Mundial de Saúde recomenda níveis ao redor de 0,5 ppm

**EPA** –Environmental Protect Association- Entre 0,1 e 0,9 ppm

O Ozônio deve ser usado somente para descontaminação e redução de odores em ambientes desocupados

$$1\text{ppm} = 2\text{mg}/\text{m}^3$$

## 7. Como Melhorar a Qualidade do Ar



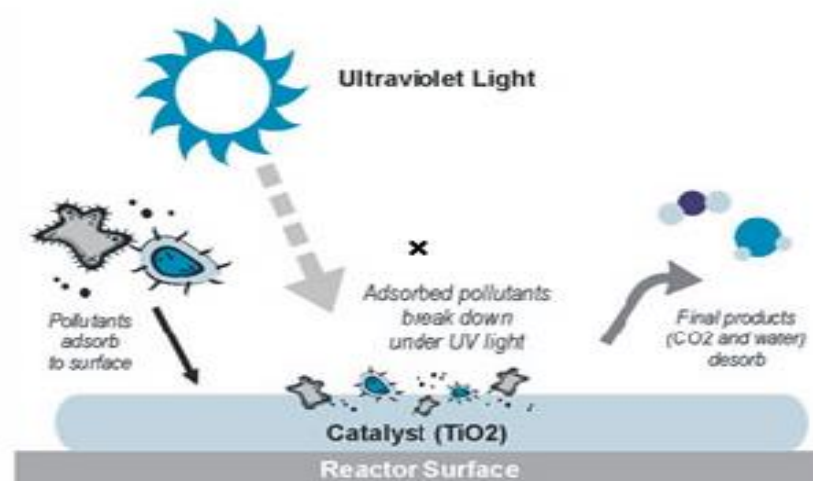
$\text{H}_2\text{O}_2$  - Peróxido de Hidrogênio por ser altamente oxidante ele atua na degradação aminoácidos, presente na formação da camada proteica dos microrganismos

- Vaporizado – Altamente tóxico
- Pulverizado – Solução Aquosa
- Esterilização por Plasma de  $\text{H}_2\text{O}_2$
- Água oxigenada com concentração de 3 a 9%

$$1\text{ppm} = 1,4\text{mg}/\text{m}^3$$

## 7. Como Melhorar a Qualidade do Ar

- Fotocatálise – PCO (Oxidação Foto-Catalítica)
  - Agência Aero-Espacial Americana NASA investiu significativamente na tecnologia na década de 90 para melhoria da QAI da Estação Espacial e Veículos Espaciais
  - Usada pelo governo Japonês para melhoria da Qualidade do Ar Exterior
  - Atualmente já se utiliza para melhoria da qualidade do ar interior

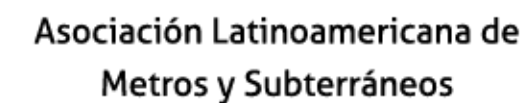




## 8. Trens do Metrô de São Paulo

- Duas células modulares geradoras de ozônio, com capacidade de gerar, na presença de oxigênio, 9,0 gramas de ozônio por hora conforme fluxo.
- Concentrador de oxigênio, dotado de separador de água automático com capacidade de gerar 5,0 l/min de oxigênio com pureza de 94% a temperatura de 22°C.







Resultados Analíticos						
Físico-Químicos						
Análise	Resultado	NBR 15848	LQ	Incerteza	Referência	Data Análise
Material Particulado	< 0,10 g/m²	≤ 7,5 g/m²	0,10	-	ABNT NBR 15848:2010	13/04/2020
Especificações						
NBR 15848: ABNT NBR 15848:2010						
Interpretações						
De acordo com a norma ABNT NBR 15848:2010, não há a necessidade de limpeza para o local da amostragem quanto a concentração de material particulado.						



## 8. Trens do Metrô de São Paulo

Caracterização da Amostragem (Plano de amostragem)	Nº da Amostra	Ar ambiente	Ar externo	Relação I/E	Gêneros Fúngicos Isolados	Situação Atual
		(UFC/m³)	(UFC/m³)	Ar ambiente/Ar externo		
		≤ 750	-	(limite ≤ 1,5)		
Carro G174 	5425 /17	107	234	0,5	<i>Cladosporium sp.</i> ; <i>Penicillium sp.</i> ; <i>Aspergillus sp.</i>	Dentro dos Parâmetros
Carro G173 	5426 /17	57	234	0,2	<i>Cladosporium sp.</i>	Dentro dos Parâmetros

## 9. Ações Efetivas

### TRENS

- 👉 Limpeza dos dutos de ar do saguão
- 👉 Análise gravimétrica após a limpeza mecânica
- 👉 Aplicação de ozônio
- 👉 Análise microbiológica, conforme RE 09. Realizada uma amostra por frota
- 👉 Limpeza e higienização das superfícies expostas (GOP)

### PRÉDIOS ADMINISTRATIVOS E SPLITS

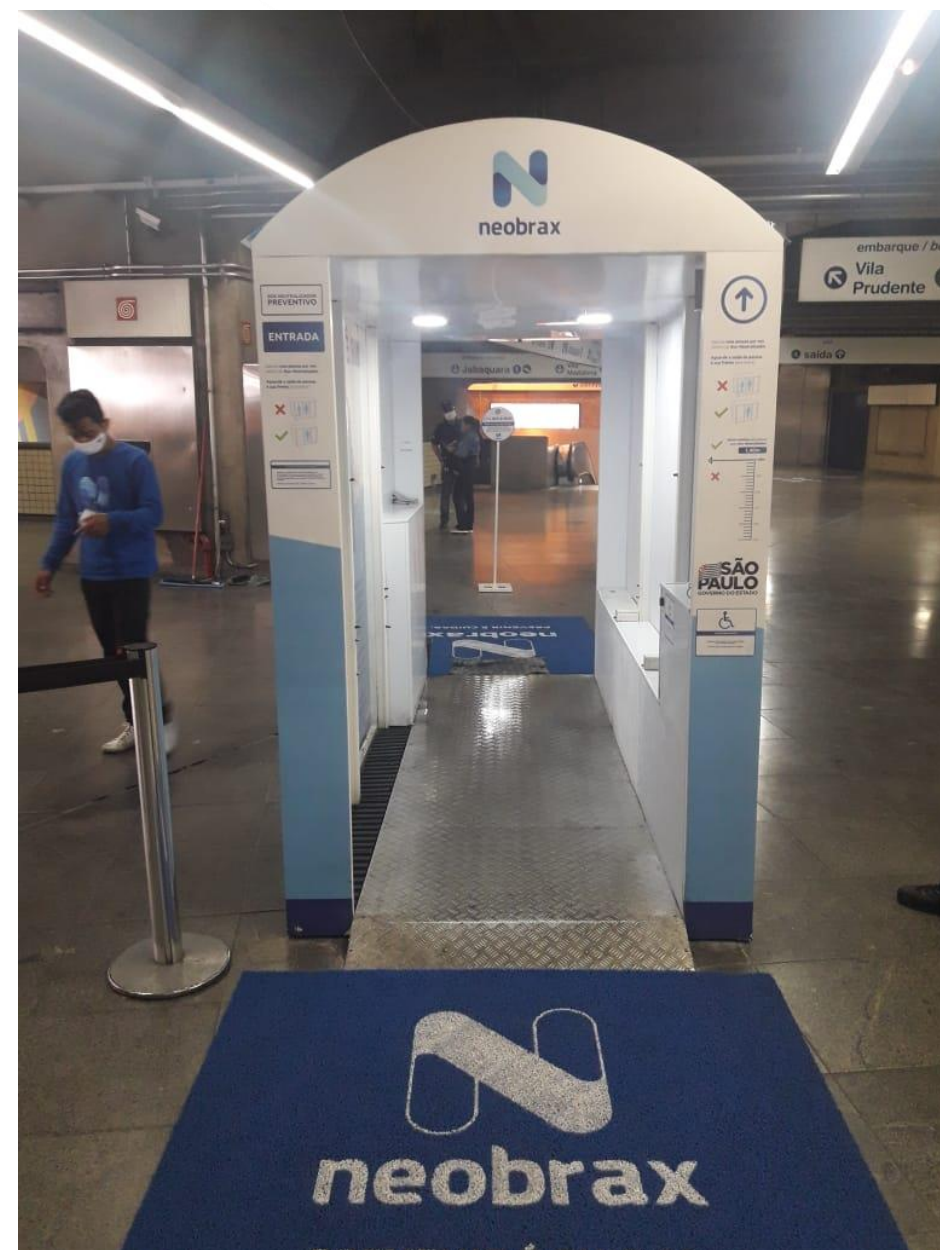
- 👉 Abertura de portas e janelas nos prédios administrativos
- 👉 Aplicação do PMOC (Plano de Manutenção, Operação e Controle)
- 👉 Temperatura de insuflamento fixado em 26°C
- 👉 Limpeza e Higienização
- 👉 Análise da qualidade do ar conforme RE 09

### ESATAÇÕES

- 👉 Limpeza e Higienização
- 👉 Postos de Higienização – Chamamento Público

## 9. Ações Efetivas

Consiste em um túnel de passagem, onde é pulverizado um produto sanitizante de baixa toxicidade, tem por função eliminar a permanência de microrganismos sobre a superfície das roupas



## 10. Referências Bibliográficas

- [ABNT] Associação Brasileira de Normas Técnicas. ABNT NBR 16401. Instalações de ar-condicionado - Sistemas centrais e unitários – Parte 3: Qualidade do Ar Interior
- [ASHRAE] Position Document on Airborne Infectious Diseases, Approved by the Board of Directors, January 19, 2014. Reaffirmed y the Technology Council, February 5, 2020
- [CCOHS] Canadian Centre for Occupational Health and Safety. Indoor Air Quality. <<http://www.ccohs.ca/>> [Setembro 2008]
- [REVAH] REHVA COVID-19 guidance document (updates will follow as necessary), Federation of European Heating, Ventilation and Air Conditioning Associations, Bruxelas, 2020. Disponível em: <[https://www.rehva.eu/fileadmin/user\\_upload/REHVA\\_covid\\_guidance\\_document\\_2020-03-17\\_final2.pdf](https://www.rehva.eu/fileadmin/user_upload/REHVA_covid_guidance_document_2020-03-17_final2.pdf)>. Acesso em: 24 mar. 2020.
- [MS] Ministério da Saúde - Agência Nacional de Vigilância Sanitária - Ministério da Saúde. Padrões Referenciais de Qualidade do Ar Interior em Ambientes Climatizados Artificialmente de Uso Público e Coletivo. 2003; Resolução nº 9.
- [MS] Ministério da Saúde - Agência Nacional de Vigilância Sanitária - Ministério da Saúde. Recomendações e alertas sobre procedimentos de desinfecção em locais públicos realizados durante a pandemia da COVID-19. Nota Técnica Nº 34/2020/SEI/COSAN/GHCOS/DIRE3/ANVISA



## 10.Referências Bibliográficas

- Da Silva, MG - Uma análise sobre os modos de transmissão da COVID-19 à luz dos conceitos de Qualidade do Ar Interior (2020)
- Fujii, R K; Oyola, P; Pereira, J C R; Nedel, A S; Cacavallo, R C - Air pollution levels in two São Paulo subway stations Highway and Urban Environment (2007) 12: 181-190, January 01, 2007.
- Morawska, L. (2006) Droplet fate in indoor environments, or can we prevent the spread of infection? Indoor Air 2006; 16: 335–347  
doi:10.1111/j.1600-0668.2006.00432.x



# Qual o Nosso Futuro?

Alamy

Asociación Latinoamericana de  
Metros y Subterráneos



Fonte: UFJF – Depto de Parasitologia, Microbiologia e Imunologia - Controle da população microbiana



Fonte: [http://www.artshopping.com.br/lojavirtual/images/cartoon\\_respirando\\_arvore.gif](http://www.artshopping.com.br/lojavirtual/images/cartoon_respirando_arvore.gif)

**FIM**

[rfujii@metrosp.com.br](mailto:rfujii@metrosp.com.br)

Wathsapp +55 11 99961 3947



**Centro  
Mario  
Molina**

Investigación & desarrollo

Conclusiones