

# Efeitos da Poluição do Ar Sobre a Saúde

Grupo 6

---

Gabriel Fabiano de Souza   Ivens do Carmo Costa   Victor Gabriel Marino

# **Poluição Atmosférica: Panorama**

---

## **RESOLUÇÃO CONAMA<sup>1</sup> nº 3, de 28 de junho de 1990**

”Entende-se como poluente atmosférico qualquer forma de matéria ou energia com intensidade e em quantidade, concentração, tempo ou características em desacordo com os níveis estabelecidos, e que tornem ou possa tornar o ar:

- I impróprio, nocivo ou ofensivo à saúde;
- II inconveniente ao bem-estar público;
- III danoso aos materiais, à fauna e flora;
- IV prejudicial à segurança, ao uso e gozo da propriedade e às atividades normais da comunidade.”

---

<sup>1</sup>Conselho Nacional do Meio Ambiente

## POLUENTES

### Ambiente Interno

- Tintas e Solventes;
- Combustíveis para cozinha;
- Equipamentos eletrônicos.

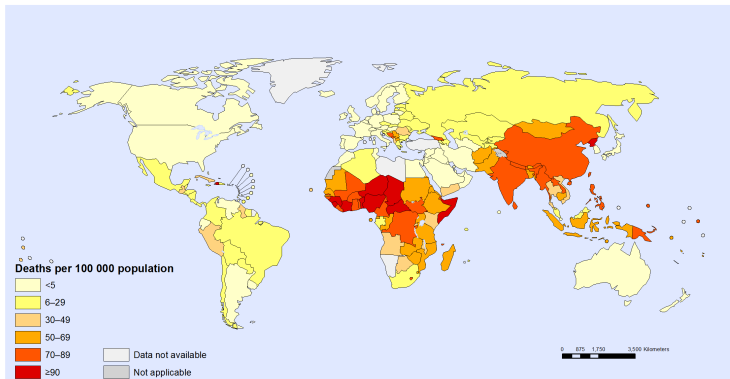
### Ambiente Externo

- Automóveis;
- Indústria;
- Incineração de resíduos;
- Geração de energia.

E qual o risco da exposição à poluentes atmosféricos?

- **Doenças respiratórias:** Asma, bronquite e pneumonia
- **Doenças cardiovasculares:** AVC e infarto
- **Câncer:** Garganta e pulmões

## Deaths attributable to household air pollution, 2016



The boundaries and names shown and the designations used on this map do not imply the expression of any opinion whatsoever on the part of the World Health Organization concerning the legal status of any country, territory, city or area or of its authorities, or concerning the delimitation of its frontiers or boundaries. Dotted and dashed lines on maps represent approximate border lines for which there may not yet be full agreement.

Data Source: World Health Organization  
Map Production: Information Evidence and Research (IER)  
World Health Organization

 **World Health Organization**  
© WHO 2018. All rights reserved.



**3 billion**  
people cook and heat their  
homes using polluting fuels and  
inefficient technologies.

**BREATHELIFE**  
Clean Air. Healthy Future.



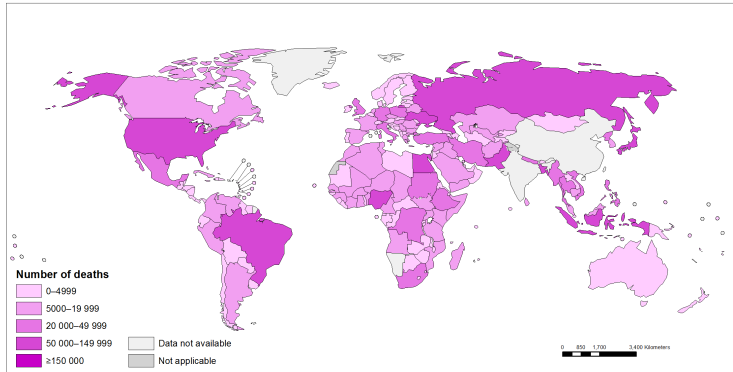
World Health  
Organization



CLIMATE &  
CLEAN AIR  
COALITION

UN  
environment

## Deaths attributable to ambient air pollution, 2016



The boundaries and names shown and the designations used on this map do not imply the expression of any opinion whatsoever on the part of the World Health Organization concerning the legal status of any country, territory, city or area or of its authorities, or concerning the delimitation of its frontiers or boundaries. Dotted and dashed lines on maps represent approximate border lines for which there may not yet be full agreement.

Data Source: World Health Organization  
Map Production: Information Evidence and Research (IER)  
World Health Organization

 World Health Organization  
© WHO 2018. All rights reserved.

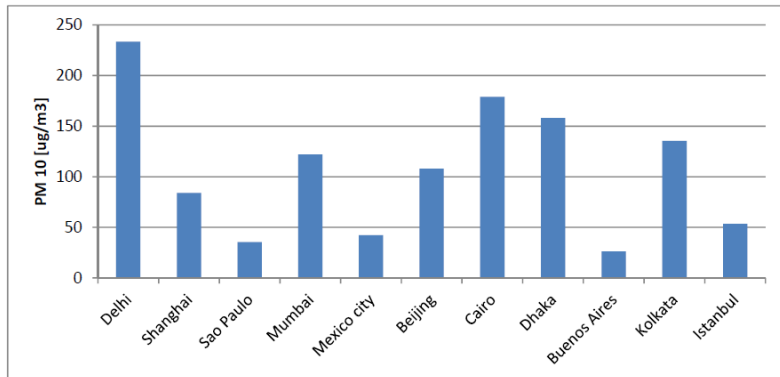
Fonte: Organização Mundial da Saúde.



Segundo estimativas da OMS, cerca de **7 milhões de pessoas** por ano morrem prematuramente devido à poluição do ar.

# Poluição Atmosférica

Níveis de  $PM_{10}$  para mega cidades com mais 14 milhões de habitantes no período de 2011-2015.



Fonte: Organização Mundial da Saúde.

## New Delhi declares public emergency as pollution at year's worst

 REUTERS NOVEMBER 1, 2019



Matéria completa.

## Mortes devido à poluição aumentam 14% em dez anos no Brasil

Ministério da

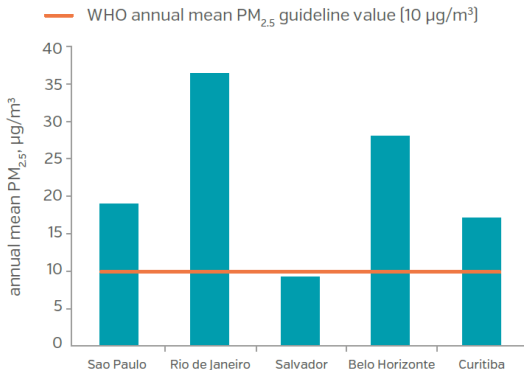
**Saúde**

Quarta, 05 de Junho de 2019,

*Dados do Saúde Brasil 2018, do Ministério da Saúde, avaliou o impacto das Doenças Crônicas não Transmissíveis (DCNT), como câncer de pulmão, em decorrência da poluição do ar*

Matéria completa.

Níveis de  $PM_{2.5}$  para cidades brasileiras no período de 2010-2012.



Fonte: Organização Mundial da Saúde.

# Poluentes

---

# Poluentes - Material Particulado (PM)

Com base em sua penetração no sistema respiratório humano pode ser distinguido como<sup>2</sup>:

## Fração Inalável

Passível de inalação pela boca ou nariz.

## Fração Torácica

Avança além da laringe.

## Fração Extratorácica

Falha em avançar além da laringe.

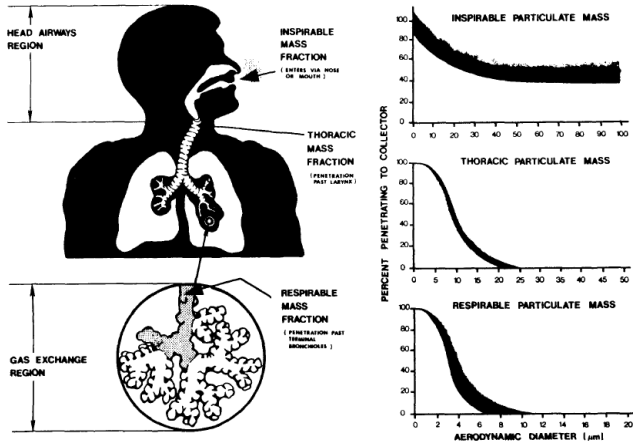
## Fração Respirável

Penetra a região alveolar.

---

<sup>2</sup>Brown et. al 2013

# Poluentes - Material Particulado (PM)



Fonte: Phalen et. al. 1988.



# Poluentes - Material Particulado (PM)

Ou definido com base em seu diâmetro aerodinâmico ( $d$ ):

$PM_{10}$

$$d \leq 10\mu m$$

Indicador da fração torácica.

$PM_{2.5}$

$$d \leq 2.5\mu m$$

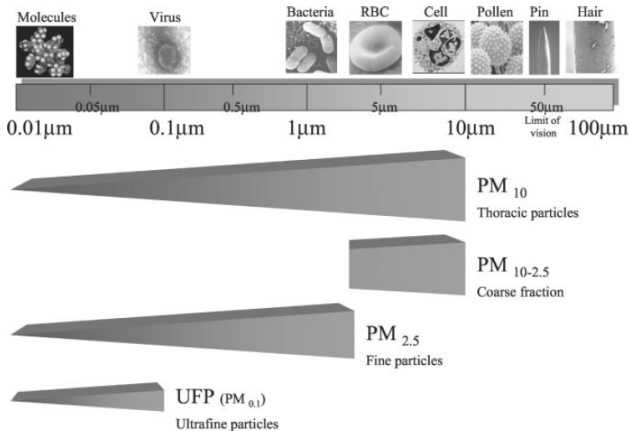
Indicador da fração respirável

**TSP (Partículas Totais em Suspensão)**

$$d \leq 50\mu m.$$

# Poluentes - Material Particulado (PM)

Distribuição de tamanhos dos materiais particulados poluentes.



Fonte: Brook et al. 2004.

## $PM_{10}$

### Fontes

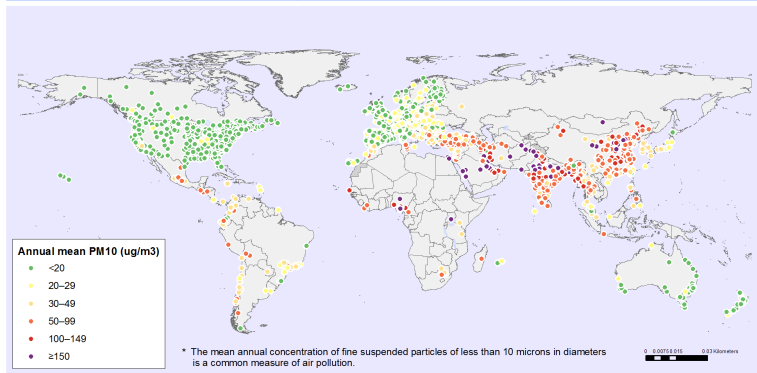
- Suspensão de poeira;
- Agricultura;
- Mineração;
- Atividades vulcânicas.

### Exemplos

- Sal marinho;
- Pólen;
- Mofo;
- Alfalto.

# Poluentes - Material Particulado - $PM_{10}$

Concentration of particulate matter with an aerodynamic diameter of 10  $\mu\text{m}$  or less ( $PM_{10}$ ) in nearly 3000 urban areas\*, 2008–2015



The boundaries and names shown and the designations used on this map do not imply the expression of any opinion whatsoever on the part of the World Health Organization concerning the legal status of any country, territory, city or area or of its authorities, or concerning the delimitation of its frontiers or boundaries. Dotted and dashed lines on maps represent approximate border lines for which there may not yet be full agreement.

Data Source: World Health Organization  
Map Production: Information Evidence and Research (IER)  
World Health Organization



© WHO 2016. All rights reserved.

Fonte: Organização Mundial da Saúde.

## $PM_{2.5}$

### Fontes

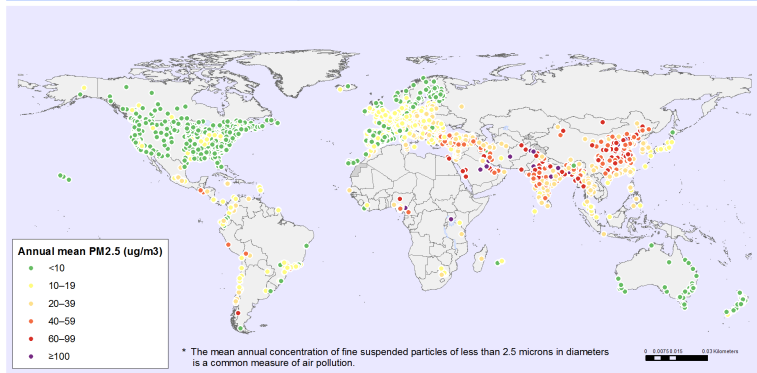
- Processos de combustão;
- Geração de energia;
- Atividades industriais.

### Outros

As partículas finas também podem ser formadas a partir de transformações de  $SO_x$ ,  $NO_x$  e Compostos Orgânicos Voláteis (VOC) na atmosfera.

# Poluentes - Material Particulado - $PM_{2.5}$

Concentration of particulate matter with an aerodynamic diameter of 2.5  $\mu\text{m}$  or less ( $PM_{2.5}$ ) in nearly 3000 urban areas\*, 2008–2015



The boundaries and names shown and the designations used on this map do not imply the expression of any opinion whatsoever on the part of the World Health Organization concerning the legal status of any country, territory, city or area or of its authorities, or concerning the delimitation of its frontiers or boundaries. Dotted and dashed lines on maps represent approximate border lines for which there may not yet be full agreement.

Data Source: World Health Organization  
Map Production: Information Evidence and Research (IER)  
World Health Organization



© WHO 2016. All rights reserved.

Fonte: Organização Mundial da Saúde.

E quais os efeitos biológicos da inalação do PM?<sup>3</sup>

## Pulmão

Inflamações;  
*Stress* oxidativo;  
Reflexos respiratórios alterados;  
Redução da função pulmonar.

## Sangue

Alteração da viscosidade;  
Aumento da coagulabilidade;  
Trombose venosa superficial.

---

<sup>3</sup>Pope and Dockery 2006

## Vasculatura

Aceleração da aterosclerose;  
Vasoconstrição;  
Hipertensão.

## Coração

Isquemia miocárdica;  
Suscetibilidade à disritimia.

## Cérebro

Isquemia cérebro vascular.



# Poluentes - Material Particulado (PM)

Padrões de qualidade do ar definidos a partir das concentrações de PM.

ÓRGÃO	$PM_{2.5}$ ( $\mu g/m^3$ )		$PM_{10}$ ( $\mu g/m^3$ )	
	24h	Anual	24h	Anual
OMS	25	10	50	20
CETESB	60	20	120	40
CONAMA	-	-	150	50

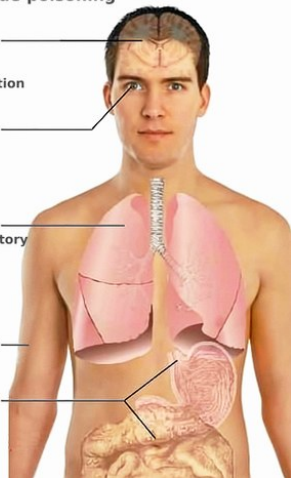
## Fontes

- Combustão incompleta de matéria orgânica devido a falta de oxigênio;
- 60% das fontes são antrópicas;
- Oxidação fotoquímica de compostos orgânicos voláteis (VOC) na atmosfera ou na superfície da água.

# Poluentes - Monóxido de Carbono (CO)

## Symptoms of Carbon monoxide poisoning

- Dizziness
  - Headache
  - Disorientation
  - Impairment of the cerebral function
  - Coma
- Visual disturbances
- Disease of the heart and respiratory
- Muscle weakness
  - Muscle cramps
  - Seizures
- Nausea
- Aggravation of preexisting diseases



## Efeitos na saúde

- Exposições prolongadas de baixa concentração podem causar efeitos tóxicos cumulativos como: insônia, anorexia, Parkinson, isquemia cardíaca e muitos outros;
- Intoxicações agudas podem ser fatais, pois compete com o Oxigênio pela hemoglobina, o que impede o transporte de oxigênio para o corpo.

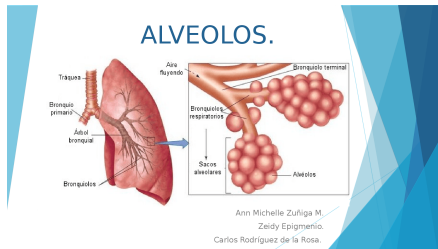
## Fontes

- Transformações microbianas;
- Descargas elétricas;
- Queima de combustíveis fósseis a altas temperaturas;
- Em altas temperaturas, reage com outros compostos na atmosfera, formando ozônio troposférico.

# Poluentes - Óxidos de Nitrogênio ( $NO_x$ )

## Efeitos na saúde

- Irritação e problemas respiratórios;
- Devido sua solubilidade em gordura, provoca edemas pulmonares, penetrando nos alvéolos e podendo causar morte por asfixia.
- Reage com a pele exposta ao ar, provocando lesões celulares e causando ardência nos olhos, nariz e mucosa no geral ( $NO_2$ )



# Poluentes - Ozônio ( $O_3$ )

## Fontes

- Fontes naturais;
- Processos secundários pela oxidação fotoquímica de dióxido de carbono, metano e outros compostos orgânicos voláteis sob intensa radiação solar e altas temperaturas, que causam desequilíbrio na quantidade de ozônio na troposfera. Isso leva ao smog fotoquímico, como visto na China.



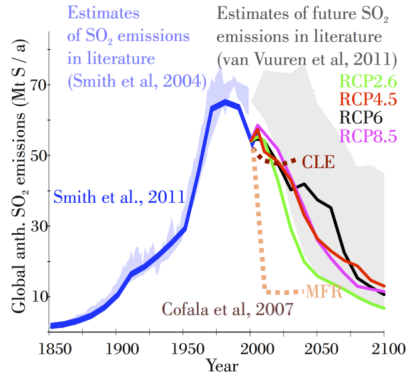
## Efeitos na saúde

- Agravamento de doenças respiratórias como a asma;
- Doenças pulmonares: enfisema, bronquite;
- Doenças cardiovasculares: arteriosclerose;
- Longa exposição causa redução da capacidade pulmonar, desenvolvimento de asma e redução da expectativa de vida;
- Assim como os óxidos de nitrogênio, é solúvel em gordura, provocando edemas pulmonares, uma vez que penetra nos alvéolos.

# Poluentes - Dióxido de Enxofre ( $SO_2$ )

## Fontes

- Queima de combustíveis fósseis contendo enxofre;
- Fontes naturais, como vulcões;
- Pode interagir com compostos na atmosfera para formar material particulado de pequenos tamanhos.





## Efeitos na saúde

- Gás altamente solúvel nas mucosas do trato aéreo superior;
- Provoca irritação e aumento na produção de muco;
- Desconforto na respiração;
- Agravamento de problemas respiratórios e cardiovasculares.

## Fontes

- Em geral na forma de metano (CH<sub>4</sub>)
- Decomposição de lixo orgânico;
- Digestão de animais;
- Reservatório de hidrelétricas;
- Pecuária;
- Metabolismo de certos tipos de bactérias;
- Vulcões de lama;
- Extração de combustíveis minerais;
- Produção e queima de combustíveis fósseis;
- Aquecimento de biomassa anaeróbica.

## Efeitos na saúde

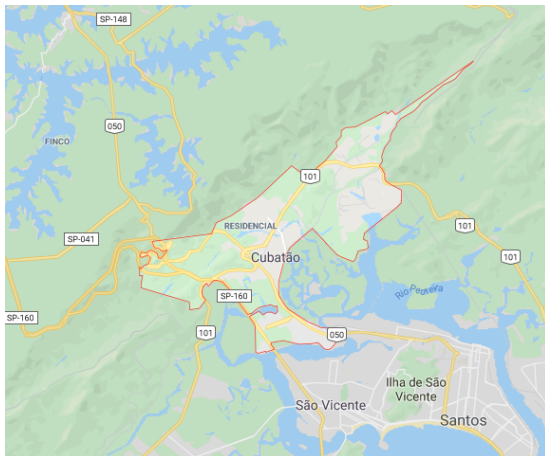
- Asfixia e perda de consciência;
- Parada cardíaca;
- Danos no sistema nervoso central.

## **Estudo de caso**

---

## Estudo de caso - Cubatão

Município de  $142\text{km}^2$ , localizado a  $40\text{km}$  de São Paulo e a  $35\text{km}$  do porto de Santos.



### "Vale da Morte"

- Entre a década de 1970 e 1980 era apontada pela ONU como o município mais poluída do mundo.
- Esses problemas se deram por conta das grandes emissões industriais, que se agravaram ainda mais por conta das condições metrológicas desfavoráveis à dispersão de poluentes e topografia acidentada.
- 1984 - Explosão dos dutos da Petrobrás.

DADOS COMPARATIVOS DE MORBIDADE HOSPITALAR DO MUNICÍPIO  
DE CUBATÃO E DO ESTADO DE SÃO PAULO (BRASIL)

Lys Esther Rocha\*  
Clarice Umbelino de Freitas\*  
Jussara Moraes Nunes Ferreira\*\*  
Cecília Gentil Faria\*\*  
Marisa Fussae Utiyama Kumagai\*\*



## Industrialização

- 23 indústrias.
- Falta de planejamento de condições habitacionais.
- Cerca de 50% da população morava em favelas nas encostas da Serra do Mar.
- Não possuía rede de esgoto.



## Problemas de saúde causados na população

- Boletim CAH-101 do período de julho 83 a junho 84.
- Principais causas de internação na época:
  1. Complicações da Gravidez (23,6%)
  2. Doenças do aparelho respiratório (21,1%)
  3. Transtornos imunitários (10,5%)
  4. Doenças do Aparelho Circulatório (10,3%)
  5. Lesões e envenenamentos (7,6%)

## Atualmente

- São 230 fontes industriais, nas quais emitem anualmente para a atmosfera:
  - $3,7 \times 10^3$  toneladas de *CO*
  - $1,9 \times 10^3$  toneladas de *HC*
  - $6,3 \times 10^3$  toneladas de *NO<sub>x</sub>*
  - $16,4 \times 10^3$  toneladas de *SO<sub>x</sub>*
  - $5,2 \times 10^3$  toneladas de *PM*

### Atualmente

- 77% da área do município é recoberta por vegetação, a região urbana ocupa cerca de 6% ( $10\text{km}^2$ ), a atividade industrial ocupa, aproximadamente, 15% ( $15\text{km}^2$ ) e a população estimada é de 130.705 pessoas.
- Possui três estações de monitoramento da qualidade do ar operadas pela CETESB.
- Estações medem a concentração  $PM_{10}$ ,  $O_3$ ,  $NO_2$  e  $SO_2$ .





# Estudo de caso - Cubatão










Fonte: Nardocci et al. 2013.

## Referências

---

-  ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE, **WHO's Urban Ambient Air Pollution database - Update 2016**. Geneva, 2016.
-  ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE, **Climate and Health Country Profile - 2015 Brazil**. Geneva, 2015.
-  BROWN et. al., **Thoracic and respirable particle definitions for human health risk assessment**. 2013.
-  PHALEN et. al., **Particle Size-Selective Sampling in the Workplace: Rationale and Recommended Techniques**. 1988.

-  BROOK et. al., **Air Pollution and Cardiovascular Disease: A Statement for Healthcare Professionals From the Expert Panel on Population and Prevention Science of the American Heart Association**. 2004.
-  POPE and DOCKERY, **Health Effects of Fine Particulate Air Pollution: Lines that Connect**. 2006.
-  ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE, **Air Quality Guidelines - Global Update (2005)**. Geneva, 2005.
-  CETESB, **Qualidade do Ar no Estado de São Paulo**. São Paulo, 2018.

-  KULSHRESHTHA, **Effects of Air Pollution on Human Health**. Nova Delhi, 2019.
-  MENEZES et. al., **Air Pollution, Climate Change, and Human Health in Brazil**. Belo Horizonte, 2018.
-  PEREIRA e LIMONG, **Epidemiologia de desfechos na saúde humana relacionados à poluição atmosférica no Brasil: uma revisão sistemática**. Rio de Janeiro, 2015.