

# Danos da poluição atmosférica à saúde humana

# Visão Histórica

- Hoje temos equipamentos sofisticados que permitem medir a poluição do ar e buscar correlacioná-la com danos à saúde.
- Isso contudo não é trivial
- Mas independentemente de medidas, nosso organismo apresenta reações a componentes que lhe trás danos - órgãos sensoriais, repugnância, incômodo, morbidez etc (lixão, aterro sanitário - não fazem mal...)

- Origem de hábitos nômades de tribos:
  - 1) busca por variedades de alimentos; caça e extrativismo baixam estoque alimentar;
  - 2) afastarem-se dos dejetos animais, vegetais e do lixo humano que produziam.
- Combustão:
  - 1) Inicialmente voltada à cocção de alimentos, aquecimento, iluminação e técnica de preparo da terra para o plantio;
  - 2) Base de processos produtivos como a elaboração de artefatos cerâmicos e na metalurgia. Idade do bronze (~3000 AC) idade do ferro (início ~1200 AC).

- Seneca, em 61 DC, relata sobre a mudança de sua disposição quando se afastava do “ar pesado de Roma e do fedor das chaminés fumacentas, as quais, sendo ativadas, despejavam para fora quaisquer vapores pestilentos e fuligem que tivessem guardado dentro de si...”

- Lenha, palhas e esterco seco representavam a principal fonte de energia térmica.
- crescimento das populações, especialmente a partir do século XIV, as florestas rareavam próximo aos centros urbanos. Por volta de 1700 toda madeira da Inglaterra estava essencialmente cortada
- carvão mineral firmava-se cada vez mais como a única fonte efetiva de energia térmica, gerando conflitos constantes.

- Inglaterra
- 1273- Eduardo-I proibida a queima de carvão mineral
- 1306 - fez nova proclamação proibindo a queima do carvão.
- Eduardo-II (1307-1327) torturou homem que tinha usado carvão e enchido o ar de cheiro pestilento.
- Elizabeth-I (1558-1603) barrou queima de carvão enquanto parlamento estivesse reunido.

- John Evelyn (um dos fundadores da Royal Society), para o Rei Charles II em 1661:



- A repetição das proibições do uso do carvão mostra que eram ineficazes.
- 1698 - construída primeira máquina a vapor
- 1712 - usadas para bombear água de minas
- 1769 - James Watt patenteia sua máquina mais eficiente.
  
- Poluição cresce e a “intuição” correlaciona-a especialmente a doenças respiratórias.



Fundição, de Adolph von Menzel (Alemanha). O ambiente da revolução industrial afetou inclusive alguns artistas que surpreenderam as classes dominantes ao deixarem de retratar apenas temas que a elas interessavam

## Il quarto stato (1901)

Giuseppe Pellizza da Volpedo  
(1868-1907)



- Episódios históricos:

1) Londres: 3500 a 4000 mortes durante o mês de dezembro de 1952 ( $4,46 \times 10^3 \mu\text{g}/\text{m}^3$  de fumaça e  $3,75 \times 10^3 \mu\text{g}/\text{m}^3$  de  $\text{SO}_2$ ).

2) Vale de Meuse, na Bélgica (1931) - aumento de doenças respiratórias, complicações cardiovasculares e um excesso de 60 mortes.

3) Donora, Pensilvânia, 26 e 31 de outubro de 1948: 43% da população foi afetada por altos níveis de poluentes atmosféricos.

- Primeiro poço de petróleo na Pensilvânia-EUA, em 1859. Ultrapassou o uso do carvão por volta de 1962.
- $\text{SO}_2$  e partículas, têm longa série histórica de medida pela associação com combustíveis fósseis.
- $\text{CO}$ ,  $\text{NO}_x$ , Orgânicos Voláteis (VOC), partículas na atmosfera, o smog fotoquímico e o  $\text{O}_3$ , sofreram grande incremento após uso dos combustíveis derivados do petróleo.

# Danos

- Dano físico e “psicológico”. Lixões, fábricas de alimentos, restaurantes etc
- Como separar fatores associados?
  - 1) Poluentes e grandes centros urbanos - stress, fadiga, sedentarismo, condições socio-econômicas, local de moradia, alimentação, disponibilidade de atendimento à saúde etc.
  - 2) Fatores agregados: sexo, fumo, bebida, carga genética, disposição para exercitar-se.

- **Efeito refrigerante “diet”.**
- **Testes laboratoriais**
- Variar apenas um fator fixando os demais (ser humano não pode ser cobaia).
- Testar em animais - seleção da espécie e como transpor dose? Nem sempre efeito é na mesma proporção.
- Mas serve para definir a existência do dano.

## **Usar Informações sobre poluição do ar de dados do sistema de saúde**

- discriminar entre os efeitos dos poluentes e aqueles fatores urbanos, sociais;
- discriminar a ação dos diferentes poluentes e a existência de efeitos sinérgicos entre eles.
- os níveis de concentração dos poluentes são afetados pelas condições climáticas, que por si só podem introduzir condições adversas à saúde como é o caso do período de inverno.

- níveis de poluição não são uniformemente distribuídos.
- processos migratórios podem transportar pessoas com problemas que nada têm a ver com os índices de poluição de uma região (e.g. Cubatão e anecefalia)
- trabalhar com informações do sistema de saúde sobre taxa de internação (ou morbidade) e mortalidade.

# Material Particulado - SP

Figura 4-4

NÚMEROS MÉDIOS MENSAIS DE MORTES EM MAIORES DE 64 ANOS  
ATRIBUÍVEIS ÀS CONCENTRAÇÕES DE MATERIAL PARTICULADO:  
PM10 DE 50 ug/m3 E PM10 OBSERVADO - MUNICÍPIO DE SÃO  
PAULO, 1993 a 1997

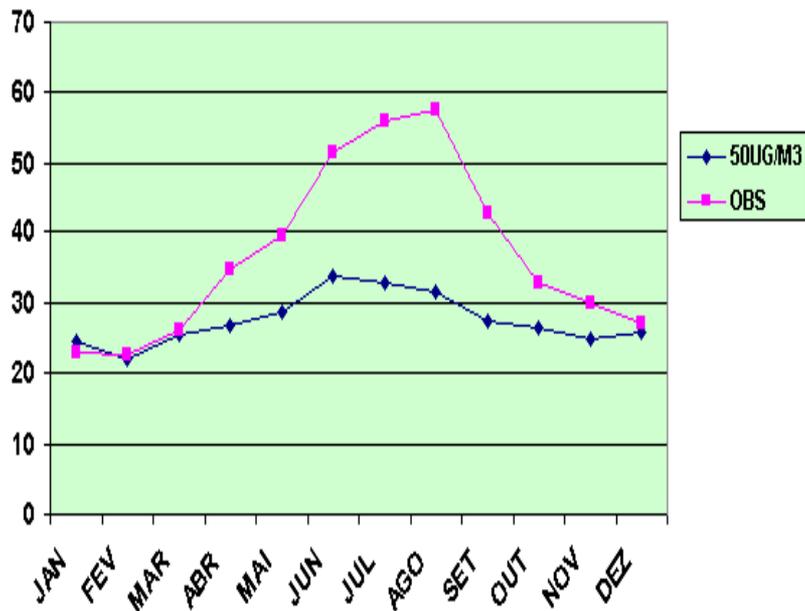
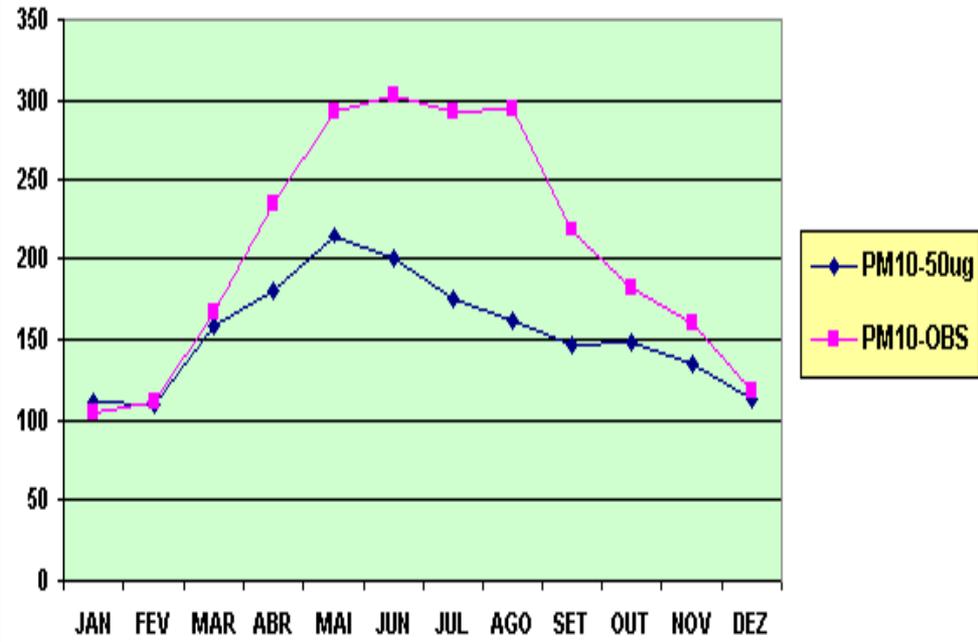


Figura 4-5

NÚMEROS MÉDIOS MENSAIS DE INTERNAÇÕES POR DOENÇAS RESPIRATÓRIAS EM  
MENORES DE 15 ANOS ATRIBUÍVEIS ÀS CONCENTRAÇÕES DE MATERIAL PARTICULADO:  
PM10 DE 50ug/m3 E PM10 OBSERVADO - 1993 A 1997



**Tabela 1-** Concentração média diária anual do material particulado inalável fino, MP2,5, obtido através da amostragem nas Regiões Metropolitanas de São Paulo/SP, Rio de Janeiro/RJ, Belo Horizonte/BH, Curitiba/PR, Porto Alegre/RS e Recife/PE, no período de maio.2007 a agosto.2008, em  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Região Metropolitana	Concentração MP2,5
São Paulo	28,1
Rio de Janeiro	19,0
Belo Horizonte	16,5
Curitiba	16,5
Porto Alegre	16,3
Recife	11,1

**Tabela 3-** Participação, em percentagem de MP2,5, das fontes identificadas nas Regiões Metropolitanas de São Paulo/SP, Rio de Janeiro/RJ, Belo Horizonte/BH, Curitiba/PR, Porto Alegre/RS e Recife/PE, a partir de modelo receptor

Região Metropolitana	Fonte Solo & Fonte Veicular	Fonte Solo	Fonte Veicular		Não identificadas & Outras Fontes
			Leve	Pesado	
São Paulo		13,0	12,0	28,0	47,0
Rio de Janeiro		13,9	11,0	40,2	34,9
Belo Horizonte		44,5	4,1	13,4	38,0
Curitiba	55,1				44,9
Porto Alegre	59,0				41,0
Recife		7,8	8,0	29,0	55,2

**Tabela 5-** Número total de internações hospitalares suportadas pelo SUS – Sistema Único de Saúde, atribuíveis á atual concentração diária média anual de MP2,5 por fontes veiculares nas Regiões Metropolitanas de São Paulo, Rio de Janeiro, Belo Horizonte e Recife e sua correspondente valoração econômica, em R\$

Região Metropolitana	Faixa Etária (em anos)	AIH/Respiratória		AIH/Cardiovascular		Custo RM (R\$)
		Número Casos	Casos Atribuíveis	Número Casos	Casos Atribuíveis	
São Paulo	0 a 4	41.842	2.270			80.753.480
	40 a 59	12.600	356	36.854	669	
	60 a 69	6.981	354	22.868	625	
	Mais de 69	14.739	2.242	29.796	918	
Rio de Janeiro	0 a 4	23.644	1.106			34.869.547
	40 a 59	8.190	200	19.295	303	
	60 a 69	4.206	184	12.410	293	
	Mais de 69	7.480	976	16.956	451	
Belo Horizonte	0 a 4	12.140	166	0	0	6.775.697
	40 a 59	3.647	26	10.604	49	
	60 a 69	2.239	29	5.672	39	
	Mais de 69	4.728	175	7.115	56	
Recife	0 a 4	11.027	215	0	0	6.276.492
	40 a 59	2.535	26	6.820	45	
	60 a 69	1.679	31	4.140	41	
	Mais de 69	3.596	191	5.155	58	
<b>TOTAL</b>		<b>204.471</b>	<b>8.547</b>	<b>229.422</b>	<b>3.547</b>	<b>128.675.216</b>

**TABELA 9-** Número de mortes e média diária de mortes de indivíduos acima de 40 anos, por causas naturais, atribuível á retirada do material particulado MP2,5, emitido por fonte veicular nas Regiões Metropolitanas de São Paulo, Rio de Janeiro, Belo Horizonte e Recife, do ambiente atmosférico

Região Metropolitana	Concentração Excedente PM2,5 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Número de mortes anuais para indivíduos acima 40 anos de idade		Média diária de mortes de indivíduos acima de 40 anos atribuíveis aos veículos
		Total por Causas Naturais	Atribuíveis aos Veículos	
São Paulo	11,2	84.359	3.543	9,7
Rio de Janeiro	9,0	62.762	3.389	9,3
Belo Horizonte	2,9	17.686	389	1,1
Recife	1,1	16.072	113	0,3
Total		213.293	7.434	20,4

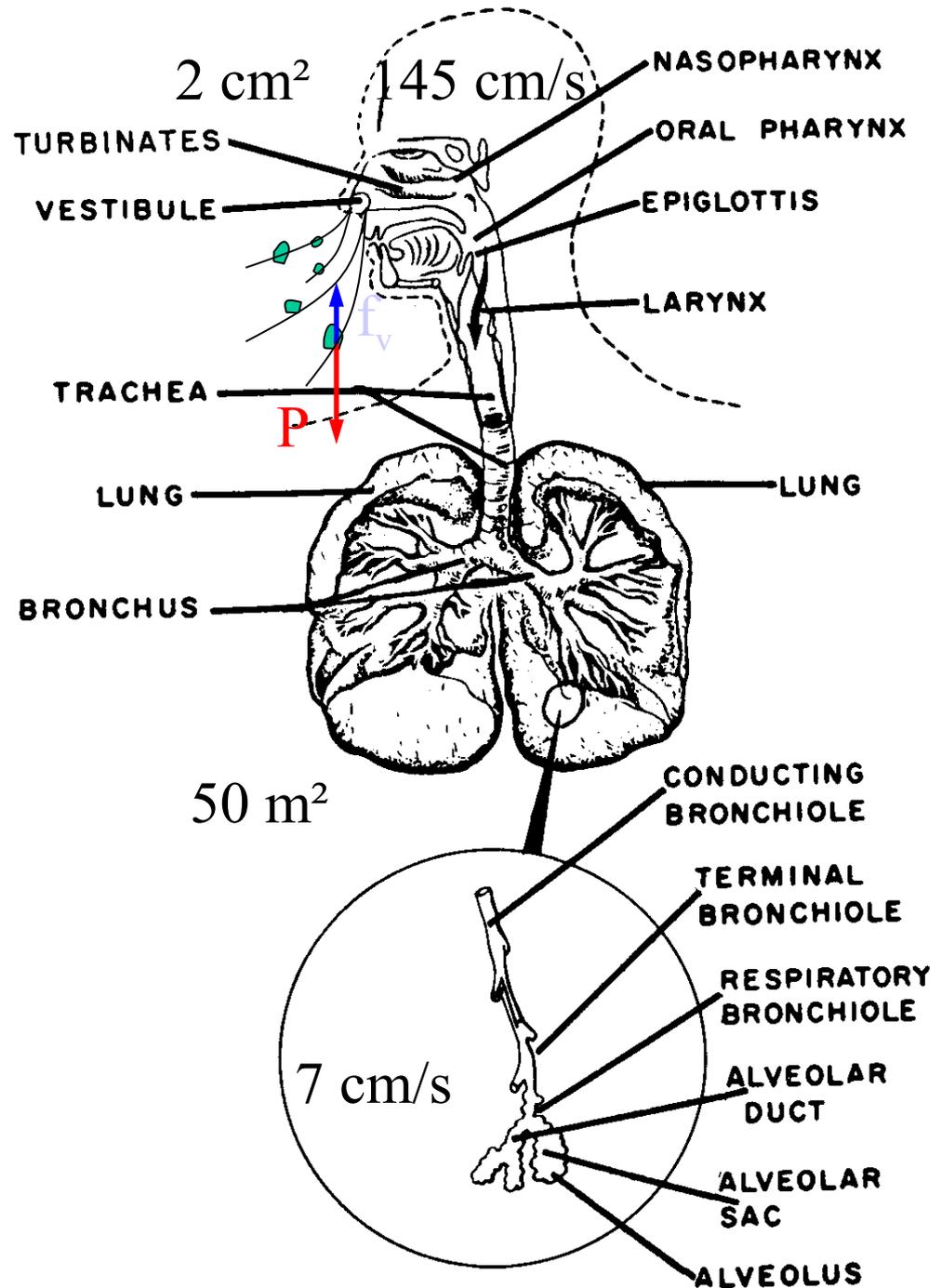
# Sistema Respiratório

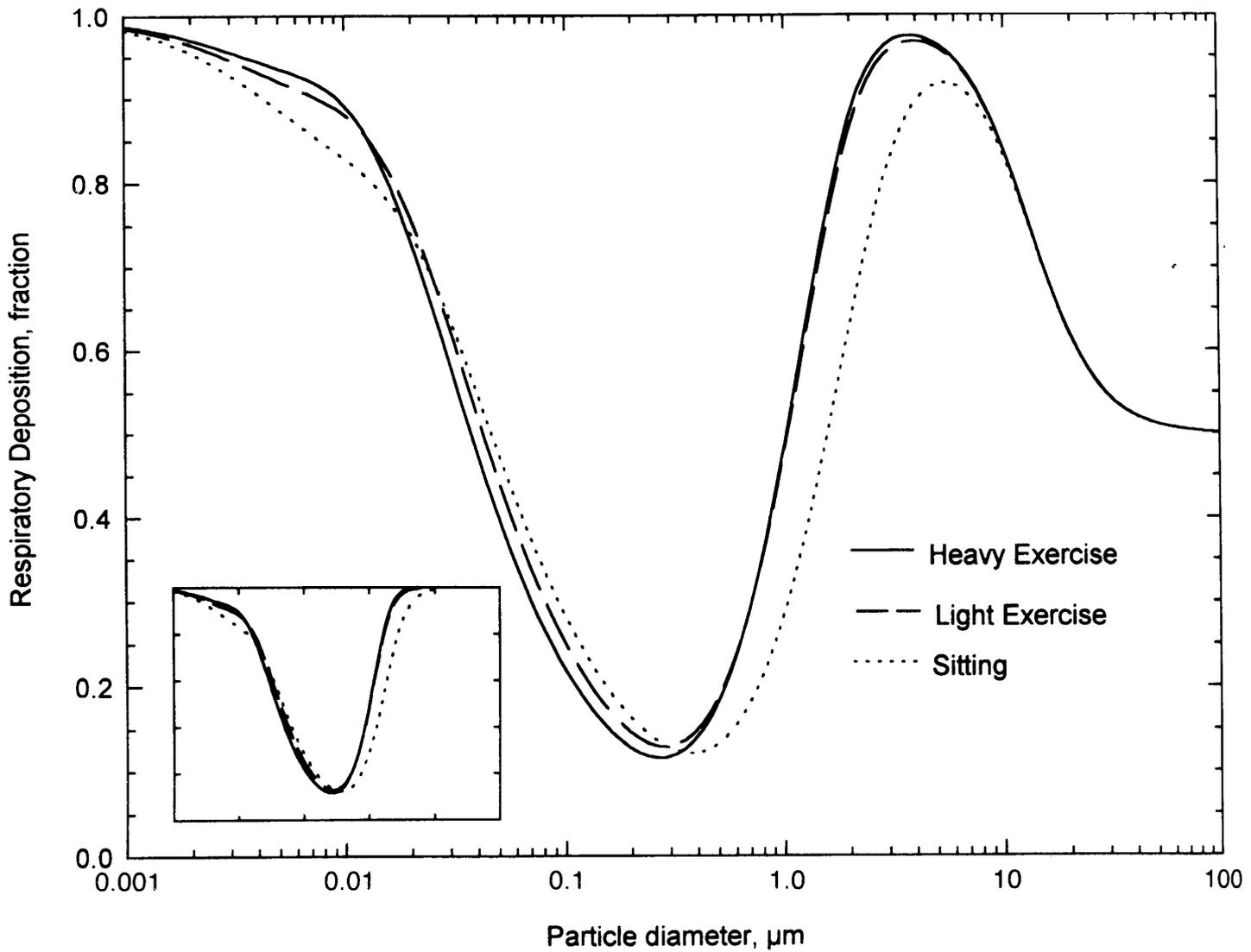
Se  $P > f_v$ , partícula sedimenta.

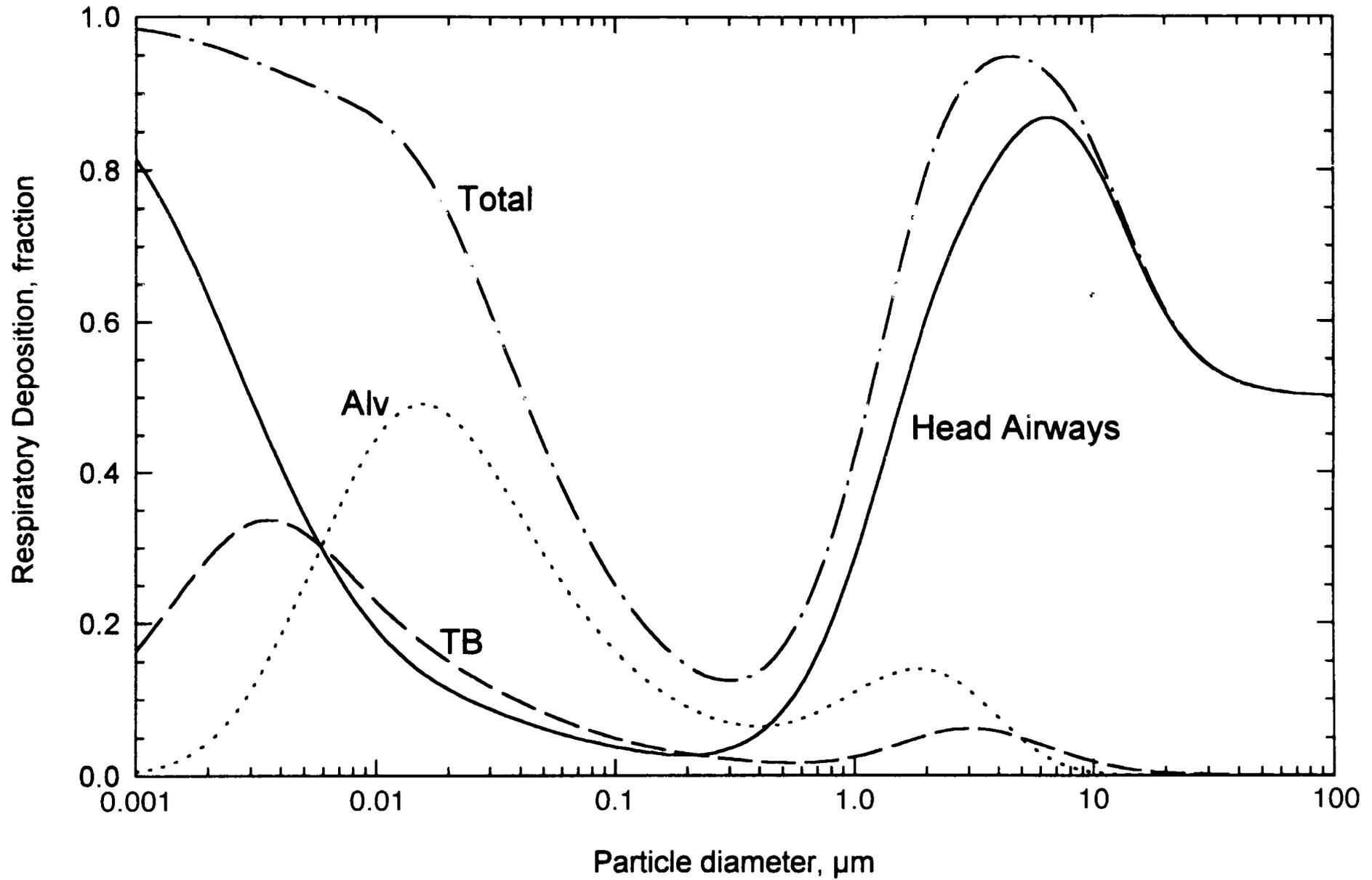
Isso tende a ocorrer quando:

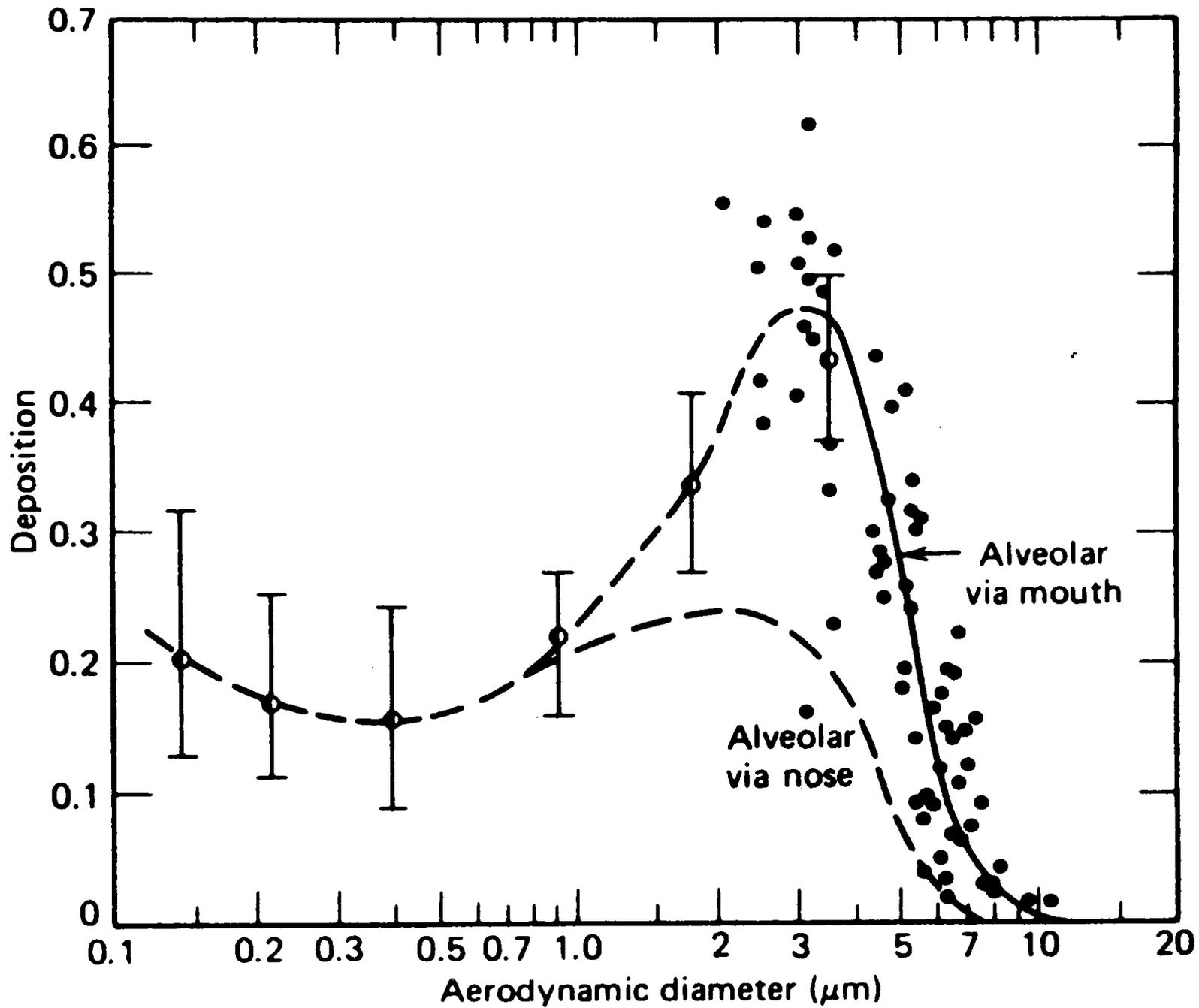
$F > 10 \mu\text{m}$  (nariz)

$F > 15 \mu\text{m}$  (boca)





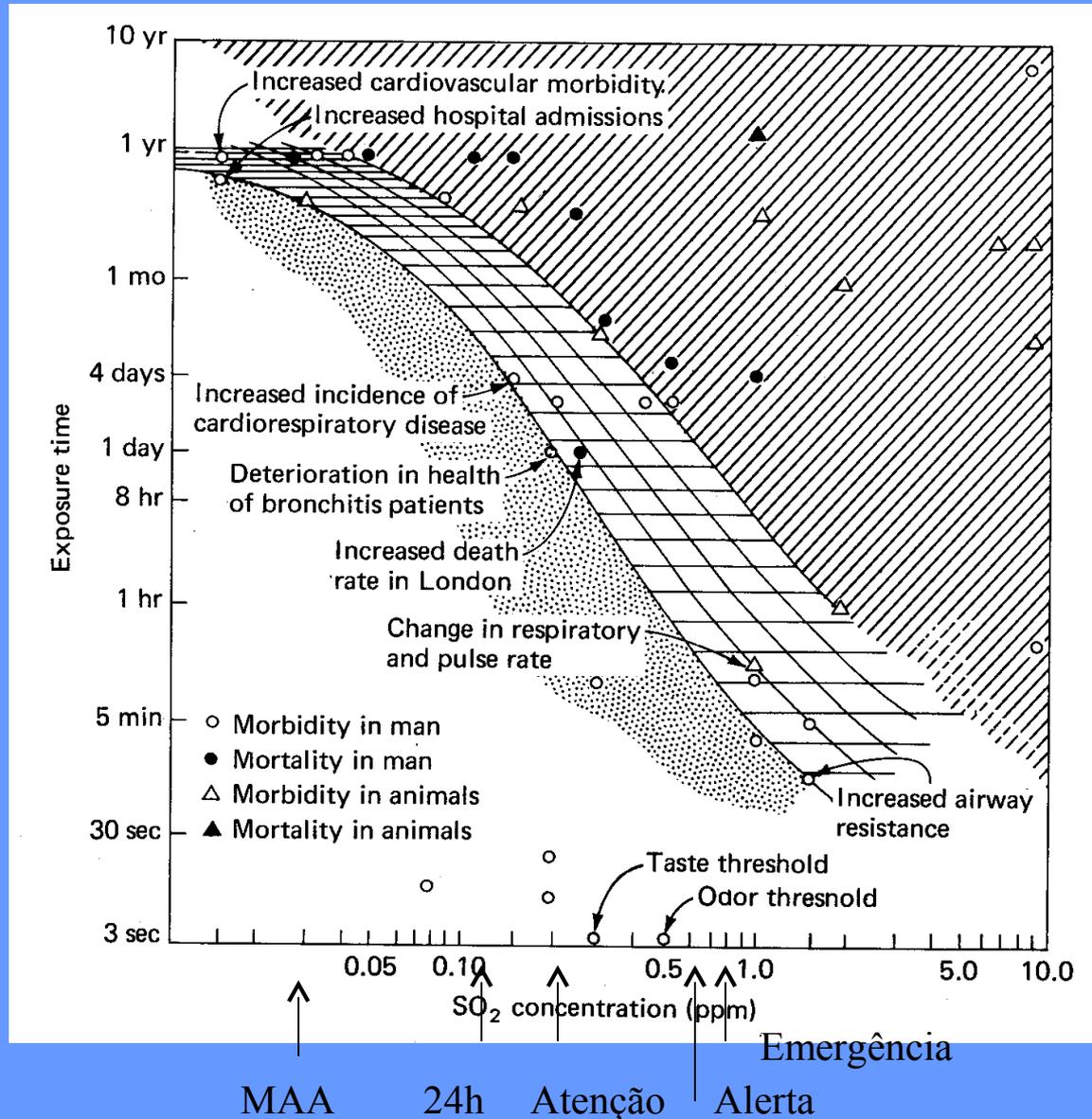


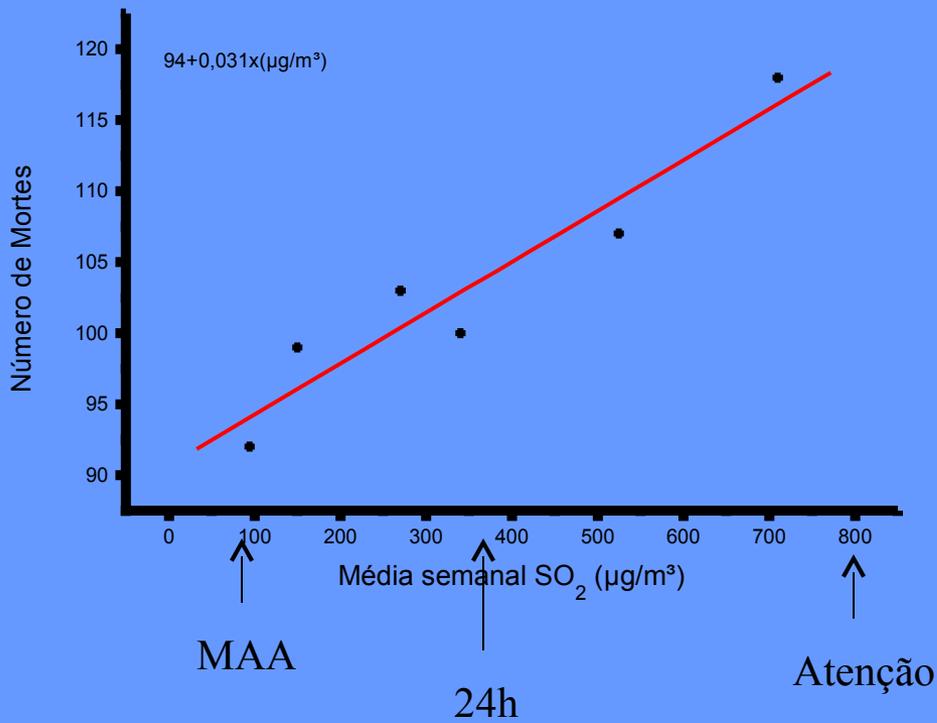


Science, 15/03/2002.

A cada incremento de  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  em partículas finas presentes no ar, há um incremento de 6% no risco de morte por doenças cardiopulmonares e 8% para câncer de pulmão.

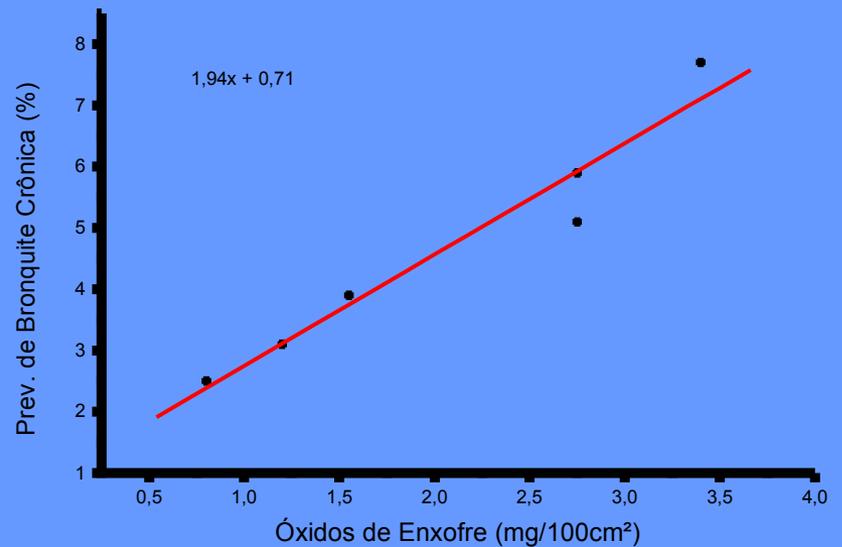
# SO<sub>2</sub>

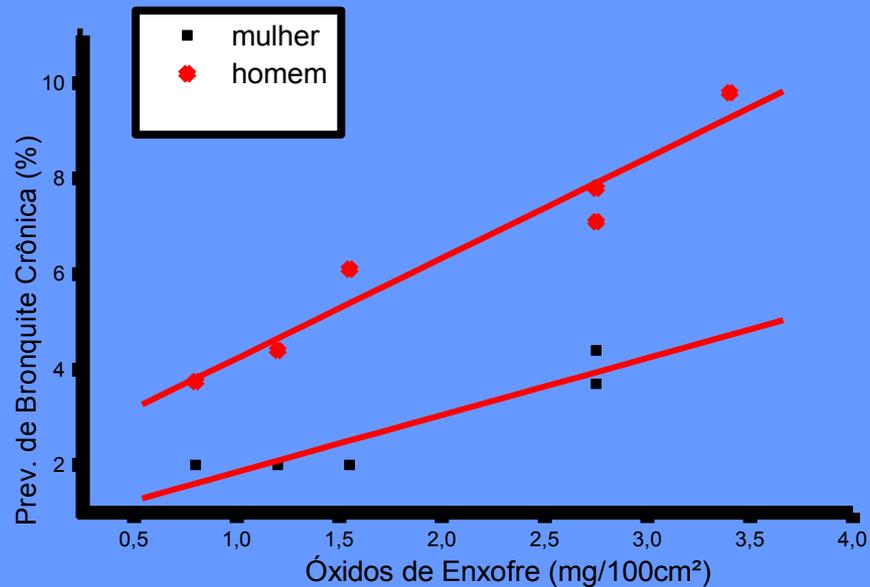




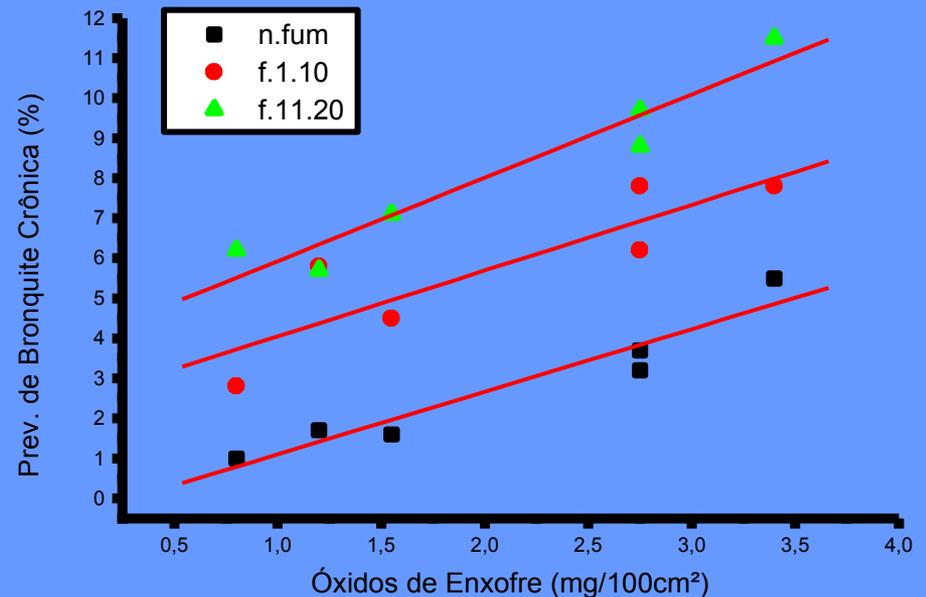
Número de mortes avaliados sobre 156 semanas de inverno em Oslo, Noruega (1958/9 a 1964/5).

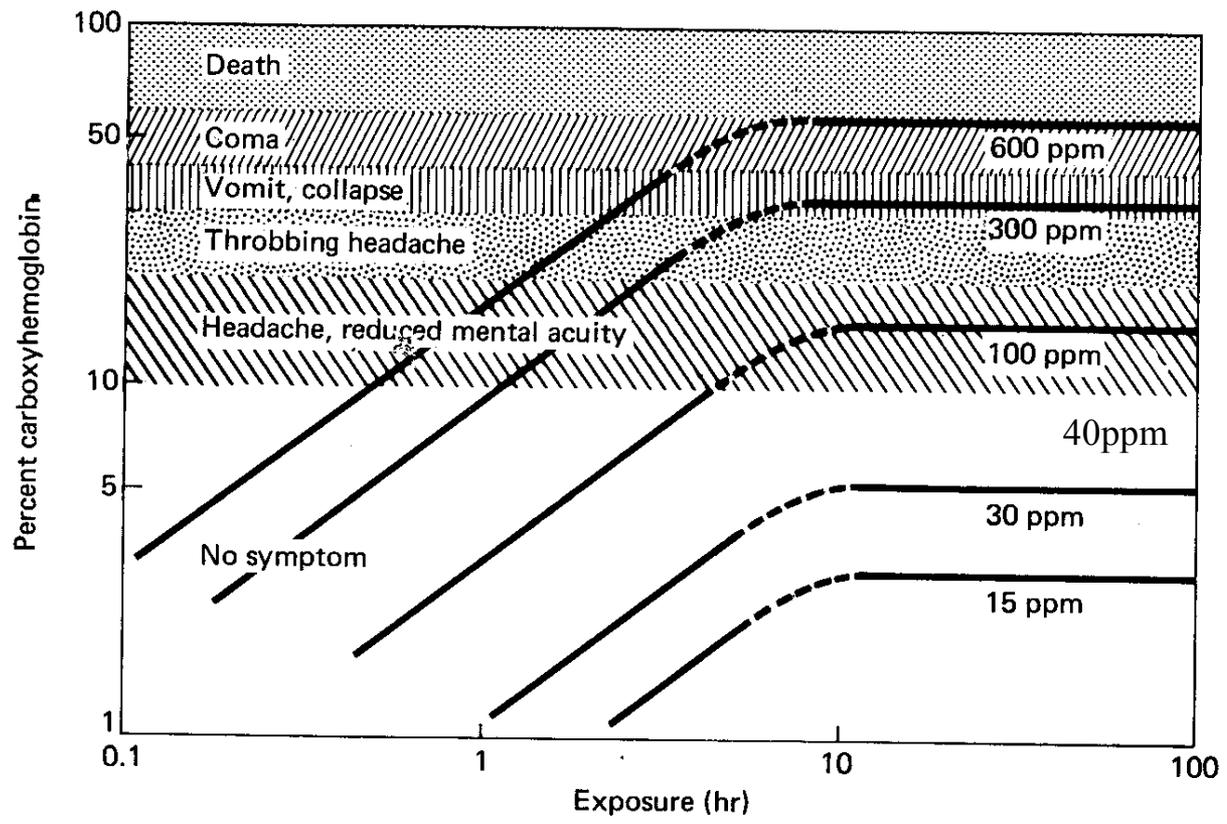
## Japão





Prevalência de bronquite crônica em diversas cidades japonesas, separando-se os indivíduos não fumantes daqueles que fumam até 10 cigarros/dia e de 11 a 20 cigarros/dia.





Emergência/8h

Alerta/8h

Atenção/8h

## ESTRUTURA DO ÍNDICE DE QUALIDADE DO AR USADO PELA CETESB

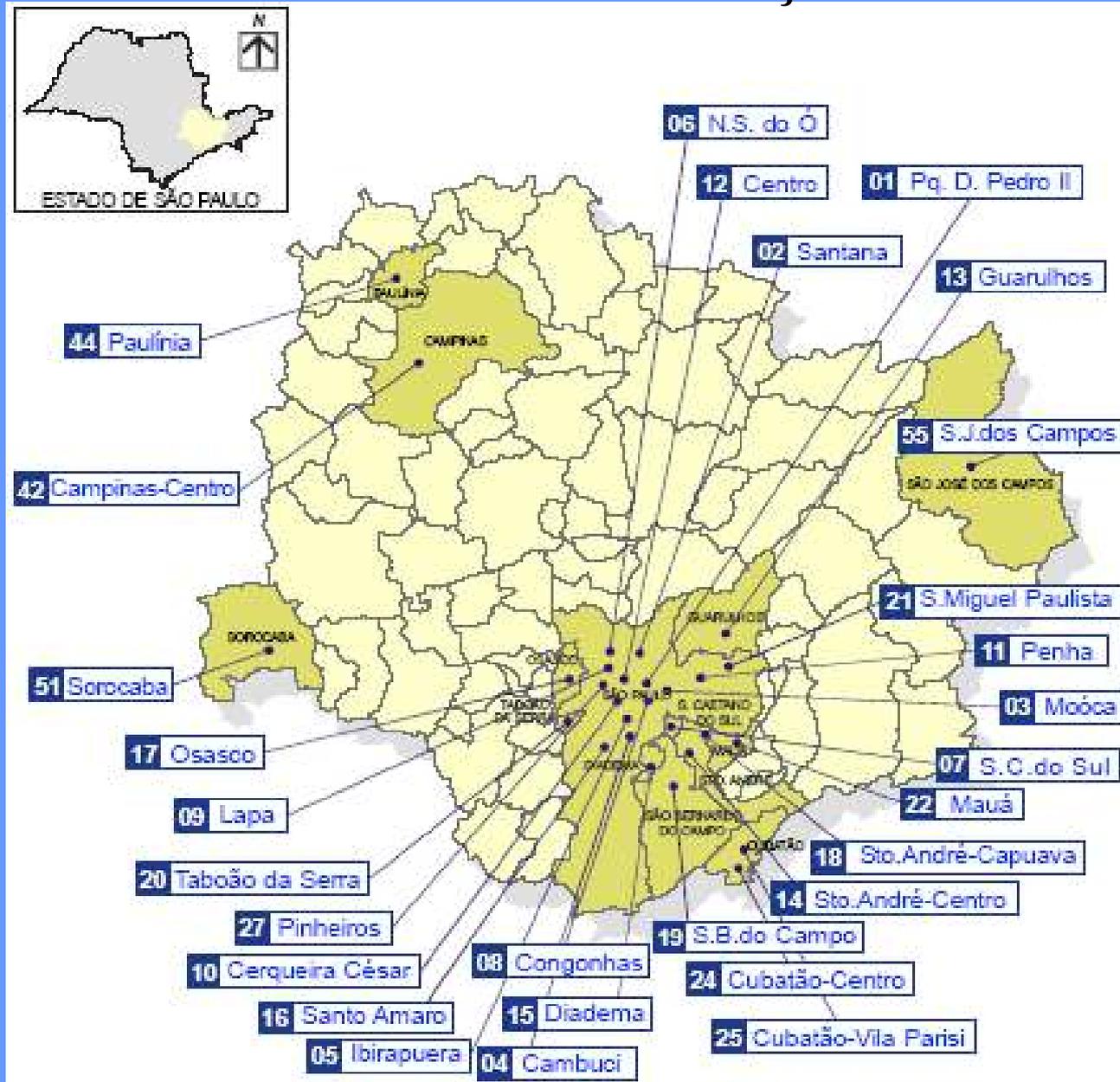
Qualificação/ Índice	Nível de Qualidade do Ar	SO <sub>2</sub> Média 24h µg/m <sup>3</sup>	PTS Média 24h µg/m <sup>3</sup>	Produto da Média de SO <sub>2</sub> XPTS Média 24h (µg/m <sup>3</sup> ) <sup>2</sup>	MP <sub>10</sub> Média 24h µg/m <sup>3</sup>	Fumaça Média 24h µg/m <sup>3</sup>	CO Média 8h ppm	O <sub>3</sub> Média 24h µg/m <sup>3</sup>	NO <sub>2</sub> Média 24h µg/m <sup>3</sup>	Descrição do Efeito Sobre a Saúde
<b>0</b>										
<b>Boa (0 - 50)</b>										
<b>50</b>	<b>50% PQAR</b>	<b>80(a)</b>	<b>80(a)</b>		<b>50(a)</b>	<b>60(a)</b>	<b>4,5</b>	<b>80</b>	<b>100(a)</b>	
<b>Regular (51 - 100)</b>										
<b>100</b>	<b>PQAR</b>	<b>365</b>	<b>240</b>		<b>150</b>	<b>150</b>	<b>9,0</b>	<b>160</b>	<b>320</b>	
<b>Inadequada (101 - 199)</b>										
<b>200</b>	<b>ATENÇÃO</b>	<b>800</b>	<b>375</b>	<b>65.000</b>	<b>250</b>	<b>250</b>	<b>15,0</b>	<b>200</b>	<b>1130</b>	<b>Leve agravamento de sintomas em pessoas suscetíveis, com sintomas de irritação na população sadia.</b>
<b>Má (200 - 299)</b>										
<b>300</b>	<b>ALERTA</b>	<b>1600</b>	<b>625</b>	<b>261.000</b>	<b>420</b>	<b>420</b>	<b>30,0</b>	<b>800</b>	<b>2260</b>	<b>Decréscimo da resistência física e significativo agravamento dos sintomas em pessoas com enfermidades cardiorrespiratórias. Sintomas gerais na população sadia.</b>
<b>Péssima (300 - 399)</b>										
<b>400</b>	<b>EMERGÊNCIA</b>	<b>2100</b>	<b>875</b>	<b>393.000</b>	<b>500</b>	<b>500</b>	<b>40,0</b>	<b>1000</b>	<b>3000</b>	<b>Aparecimento prematuro de certas doenças, além de significativo agravamento de sintomas. Decréscimo da resistência física em pessoas saudáveis</b>
<b>Crítica (&gt; 400)</b>										
<b>500</b>	<b>CRÍTICO</b>	<b>2620</b>	<b>1000</b>	<b>490.000</b>	<b>600</b>	<b>600</b>	<b>50,0</b>	<b>1200</b>	<b>3750</b>	<b>Morte prematura de pessoas doentes e pessoas idosas. Pessoas saudáveis podem acusar sintomas adversos que afetam sua atividade normal.</b>
SO <sub>2</sub> - dióxido de enxofre    CO - monóxido de carbono    PTS - partículas totais em suspensão    O <sub>3</sub> - ozônio    MP <sub>10</sub> - material particulado    NO <sub>2</sub> - dióxido de nitrogênio    (a) - PQAR anual										

# Algumas Doenças Respiratórias

- **Enfisema Pulmonar.** Distensão anormal do pulmão por AR. Os dutos e alvéolos são distendidos, ocorrendo destruição das separações entre alvéolos e dos alvéolos em si. Suas causas e mecanismos de ocorrência não são bem conhecidos. Em geral está associado ao hábito de fumar e à bronquite crônica.
- **Bronquite** - inflamação aguda ou crônica dos tubos bronquiais.
- **Silicose** - fibrose do tecido pulmonar, que perde sua elasticidade. É provocada pela deposição de partículas de sílica no interior do pulmão, que matam os macrófagos que tentam eliminá-la.

A poluição urbana do ar, em grande parte associada às emissões veiculares, mata prematuramente cerca de 1,3 milhão de pessoas em todo o mundo, enquanto acidentes com veículos ceifam a vida de mais 1,3 milhão de pessoas e deixam lesões em outros 20 milhões a 50 milhões

# Estações Cetesb



# Estação Cetesb-Ibirapuera



# Estação Cetesb-Saúde Pública

