

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...)

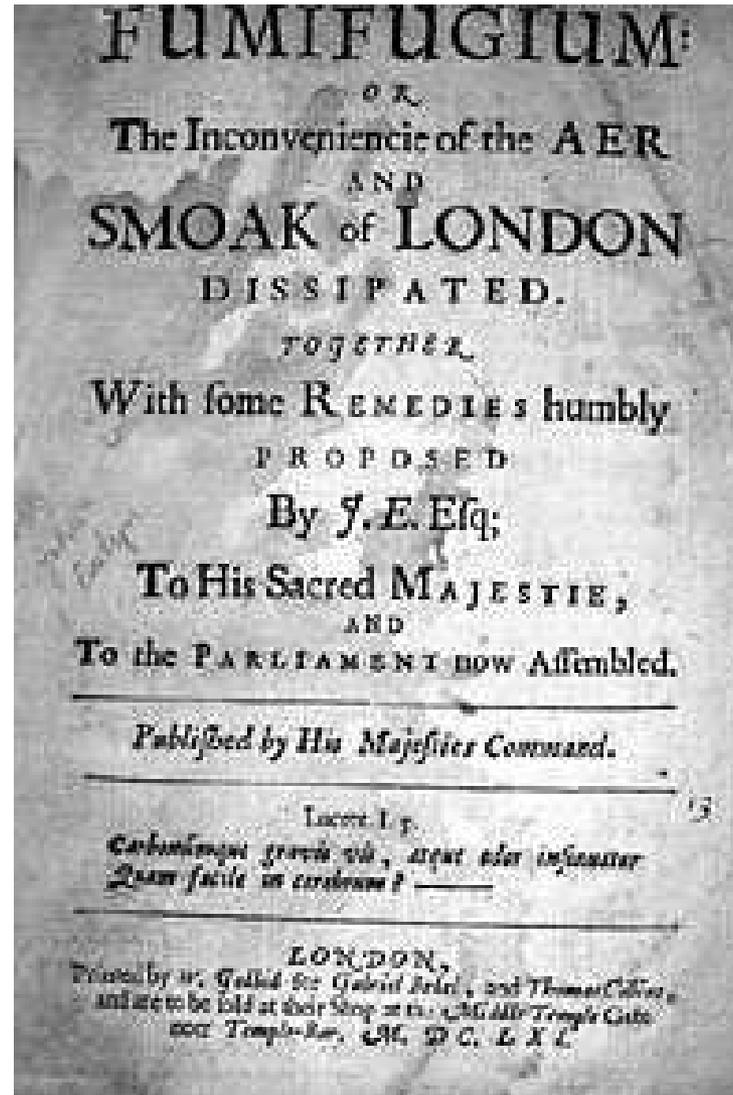
- Origem de hábitos nômades de tribos:
 - 1) busca por variedades de alimentos; caça e extrativismo baixam estoque alimentar;
 - 2) afastarem-se dos dejetos animais, vegetais e do lixo humano que produziam.
- Combustão (sempre foi um problema para a saúde):
 - 1) Inicialmente voltada à cocção de alimentos, 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 AEC) idade do ferro (início ~1200 AEC).

- Seneca, em 61 EC, 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, fez as florestas rarearem 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.

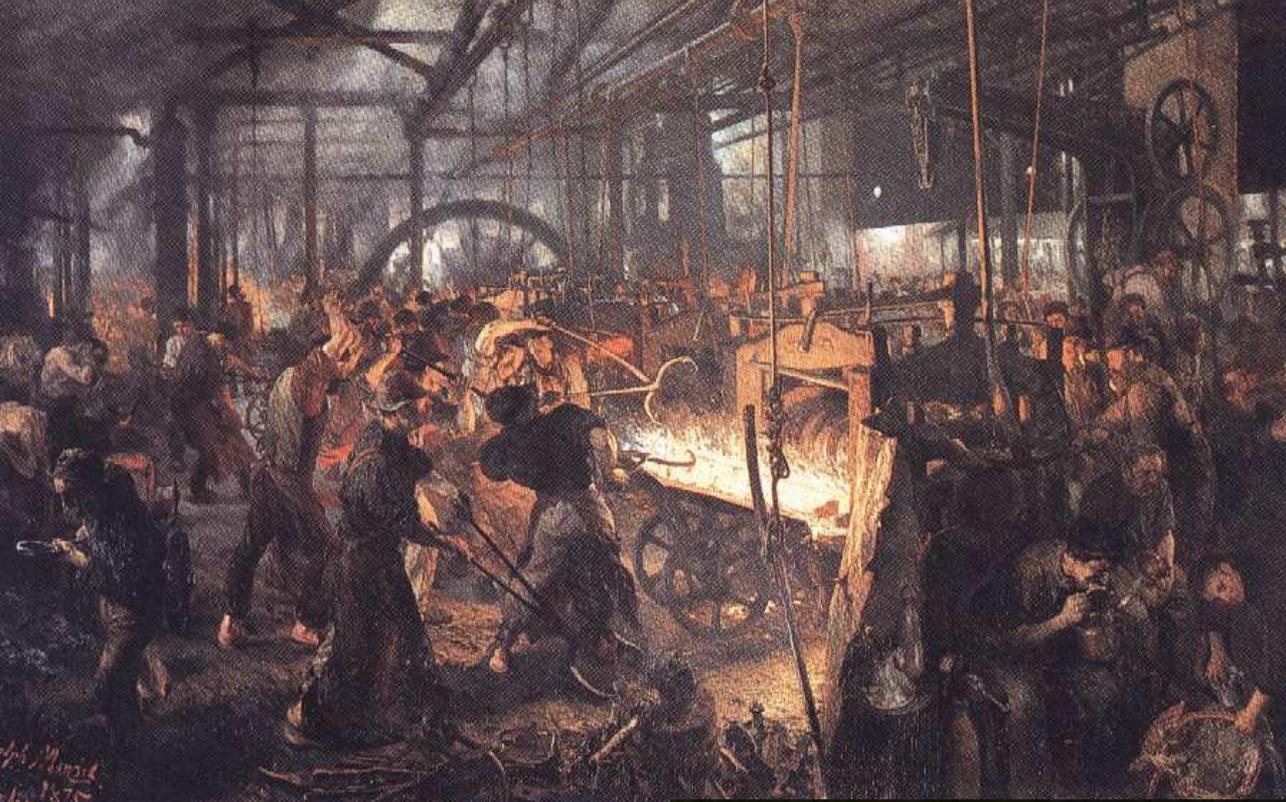
- Inglaterra
- 1273- Eduardo-I proibida a queima de carvão mineral
- 1306 - fez nova proclamação proibindo a queima do carvão.
- Eduardo-II (1307-1327) torturou homem que tinha usado carvão e enchido o ar de cheiro pestilento.
- Elizabeth-I (1558-1603) barrou queima de carvão enquanto parlamento estivesse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

- A Revolução industrial **intensificou a poluição** e a “intuição” correlaciona-a especialmente a doenças respiratórias.

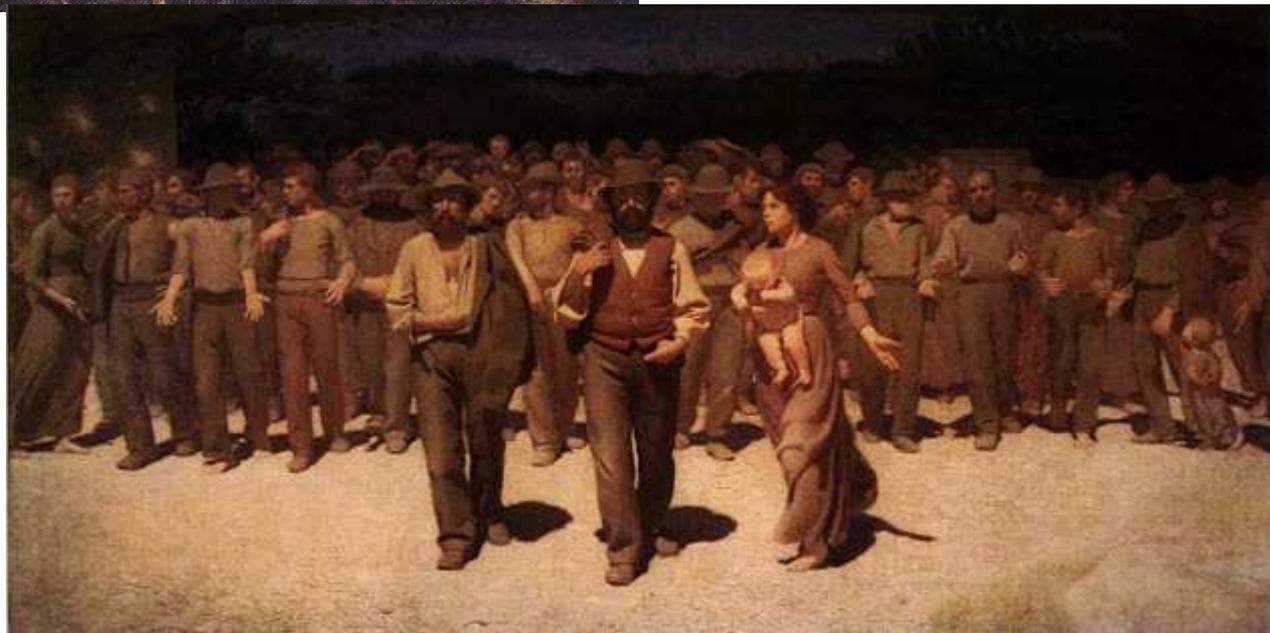


Fundição, de Adolph von Menzel (Alemanha). O ambiente da revolução industrial afetou inclusive alguns artistas que surpreenderam as classes dominantes ao deixarem de retratar apenas temas que a elas interessavam, como o **ambiente insalubre nas fábricas**

reações organizadas dos operários

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 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.
- SO_2 e partículas, têm longa série histórica de medida pela associação com combustíveis fósseis.
- CO , NO_x , Orgânicos Voláteis (VOC), partículas na atmosfera, o smog fotoquímico e o 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.

Problemas que podem ser tratados com análise de informações sobre poluição do ar e 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. Falsa conclusão de fetos com anecefalia devido à poluição em Cubatão)

Usar análises multivariadas envolvendo esses diversos fatores e as informações do sistema de saúde - taxa de internação (ou morbidade) e mortalidade para males específicos.

DISCUTINDO ALGUNS POLUENTES

Partículas no Sistema Respiratório

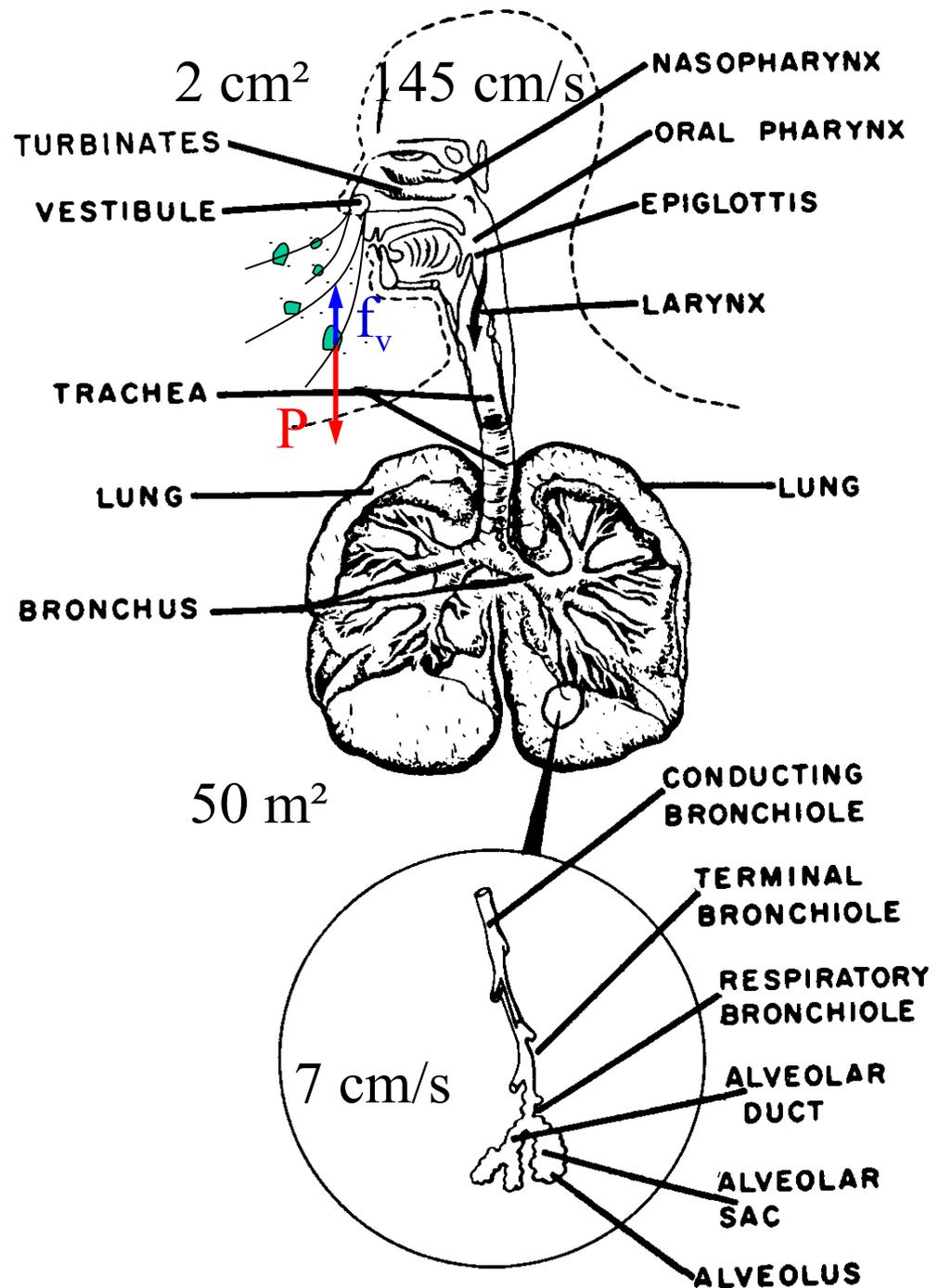
São retidas por impactação, interceptação e difusão molecular (movimento browniano)

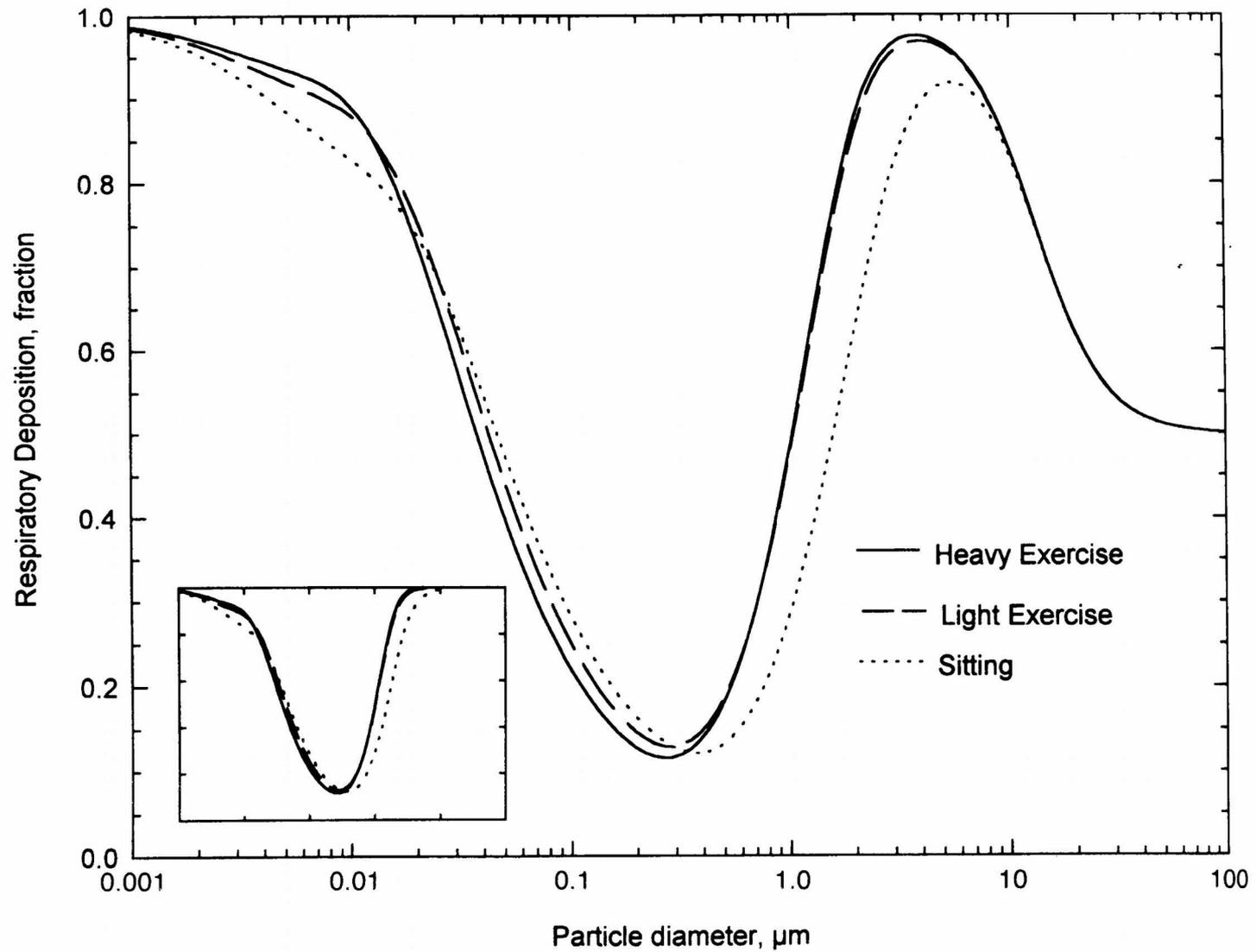
Se $P > f_v$, partícula sedimenta.

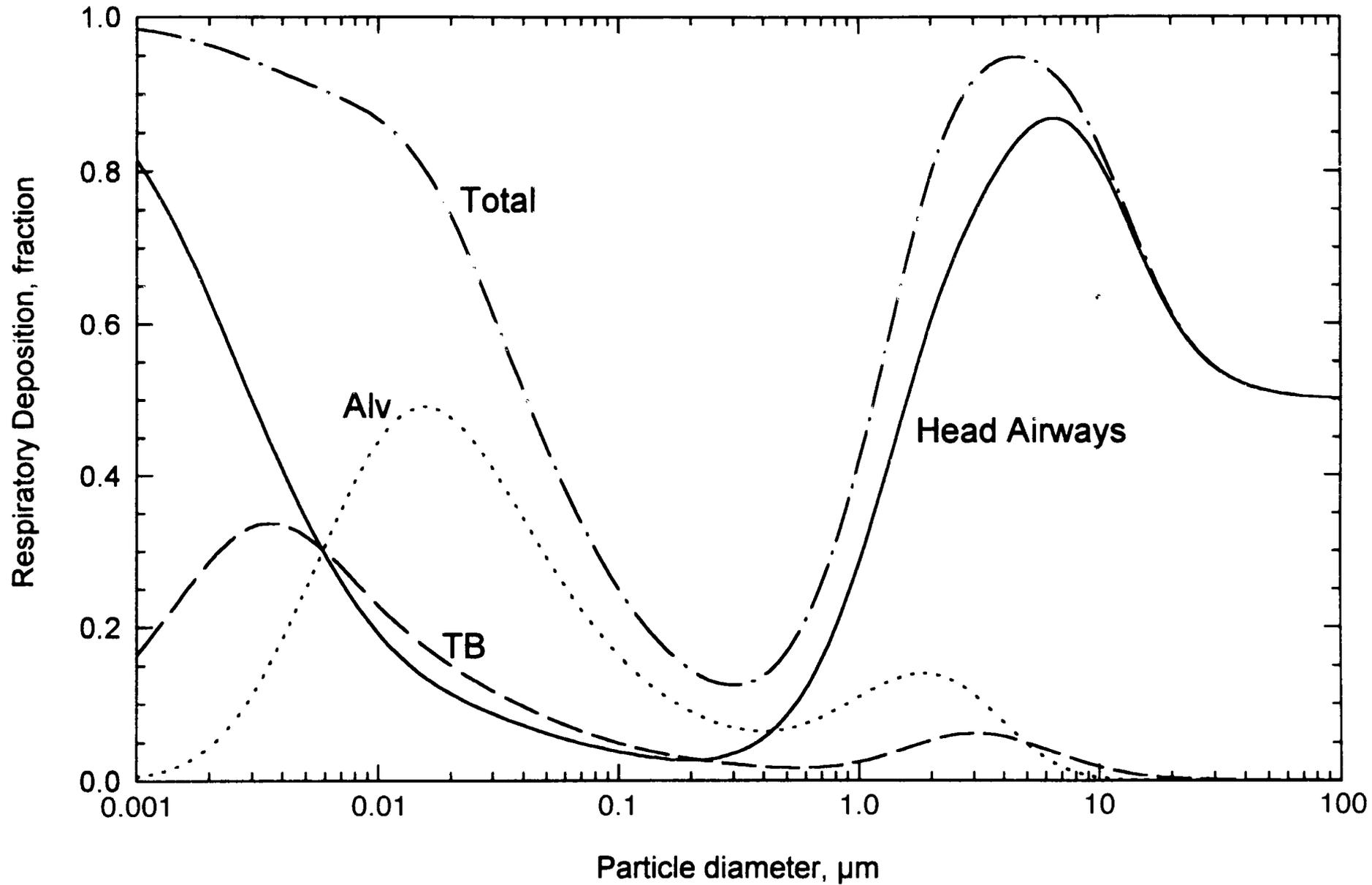
Isso tende a ocorrer quando:

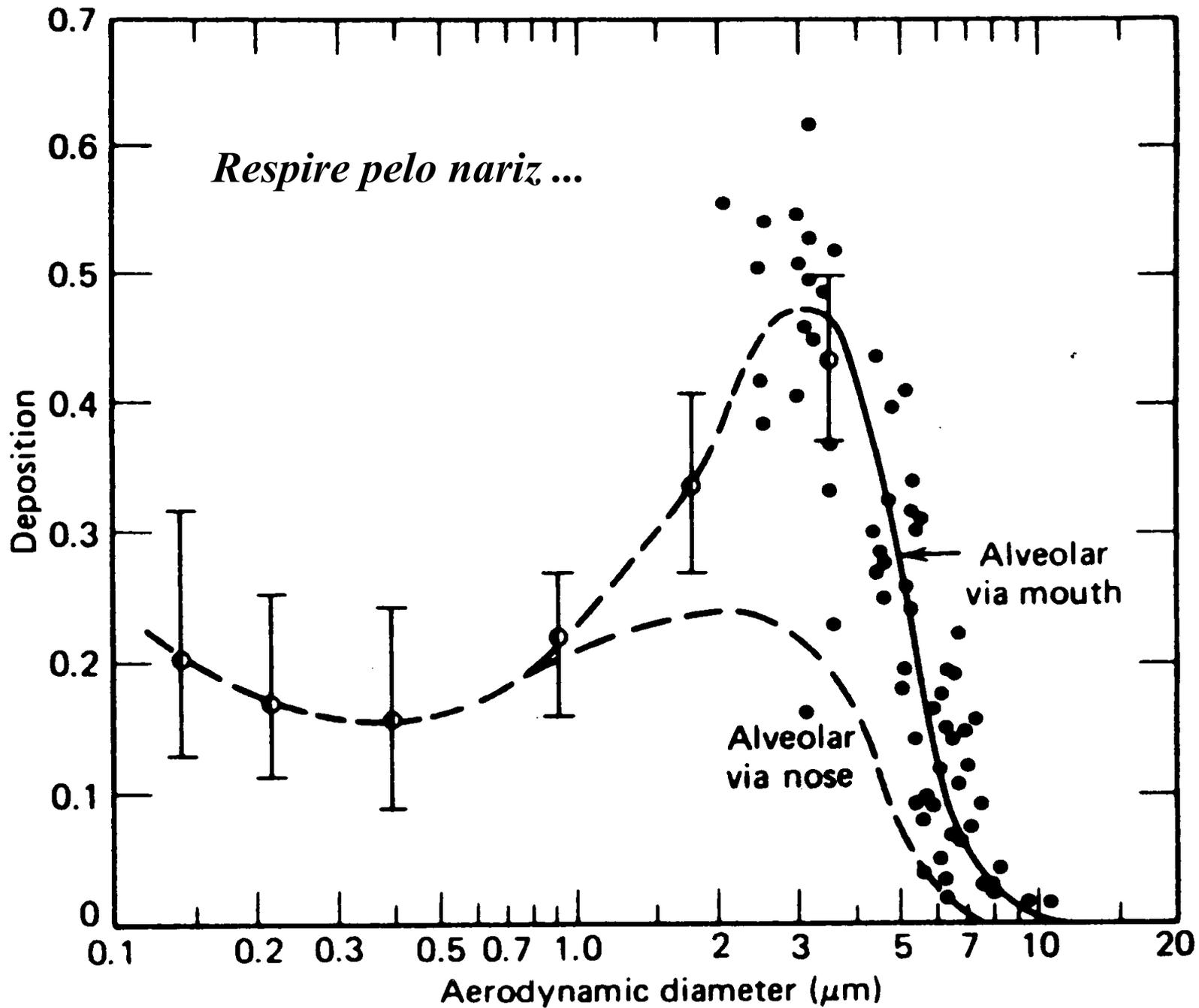
$\phi > 10 \mu\text{m}$ (nariz)

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









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

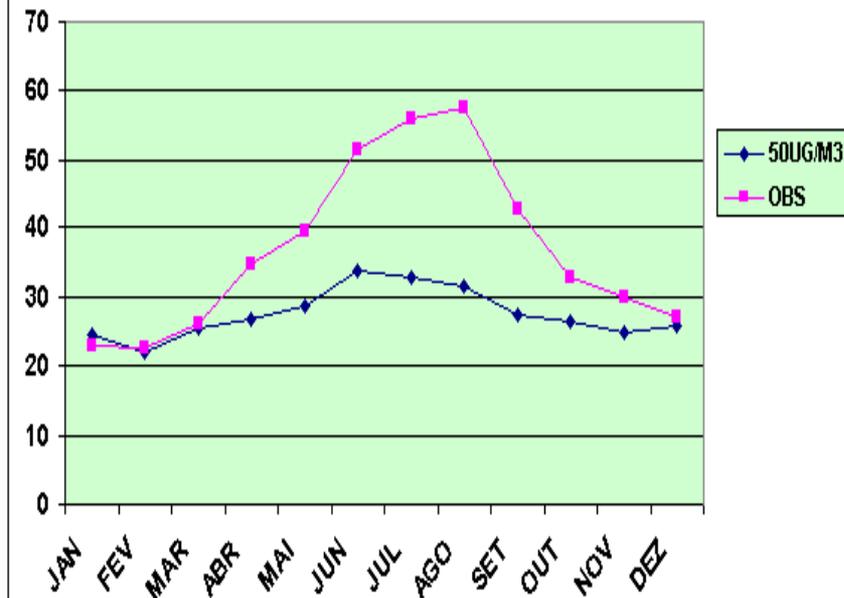


Figura 4-5

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

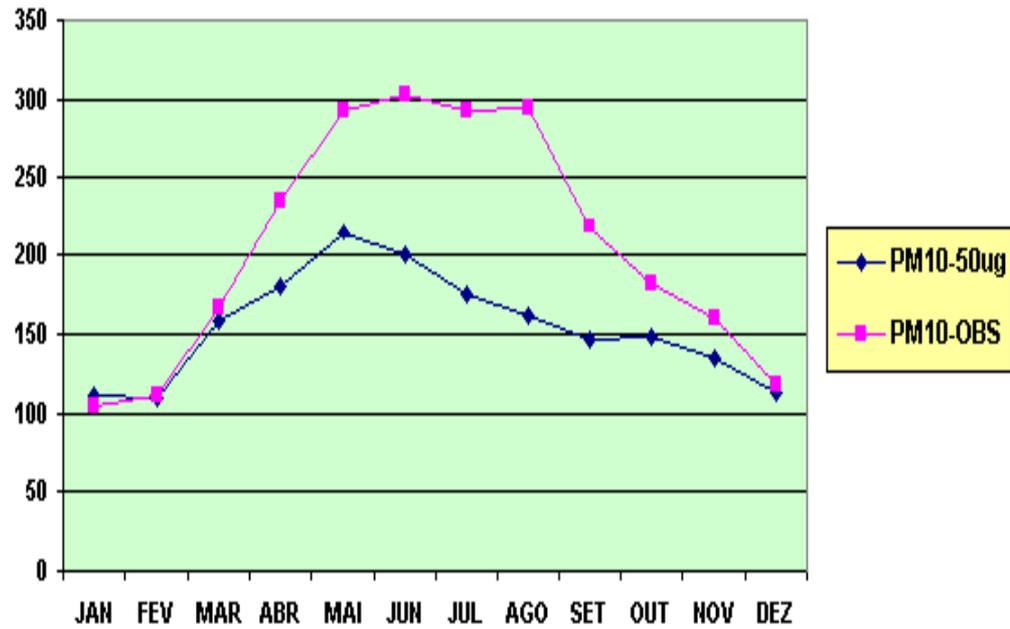


Tabela 1- Concentração média diária anual do material particulado inalável fino, MP2,5, obtido através da amostragem nas Regiões Metropolitanas de São Paulo/SP, Rio de Janeiro/RJ, Belo Horizonte/BH, Curitiba/PR, Porto Alegre/RS e Recife/PE, no período de maio.2007 a agosto.2008, em $\mu\text{g}/\text{m}^3$

| 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 à 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 | |
| TOTAL | | 204.471 | 8.547 | 229.422 | 3.547 | 128.675.216 |

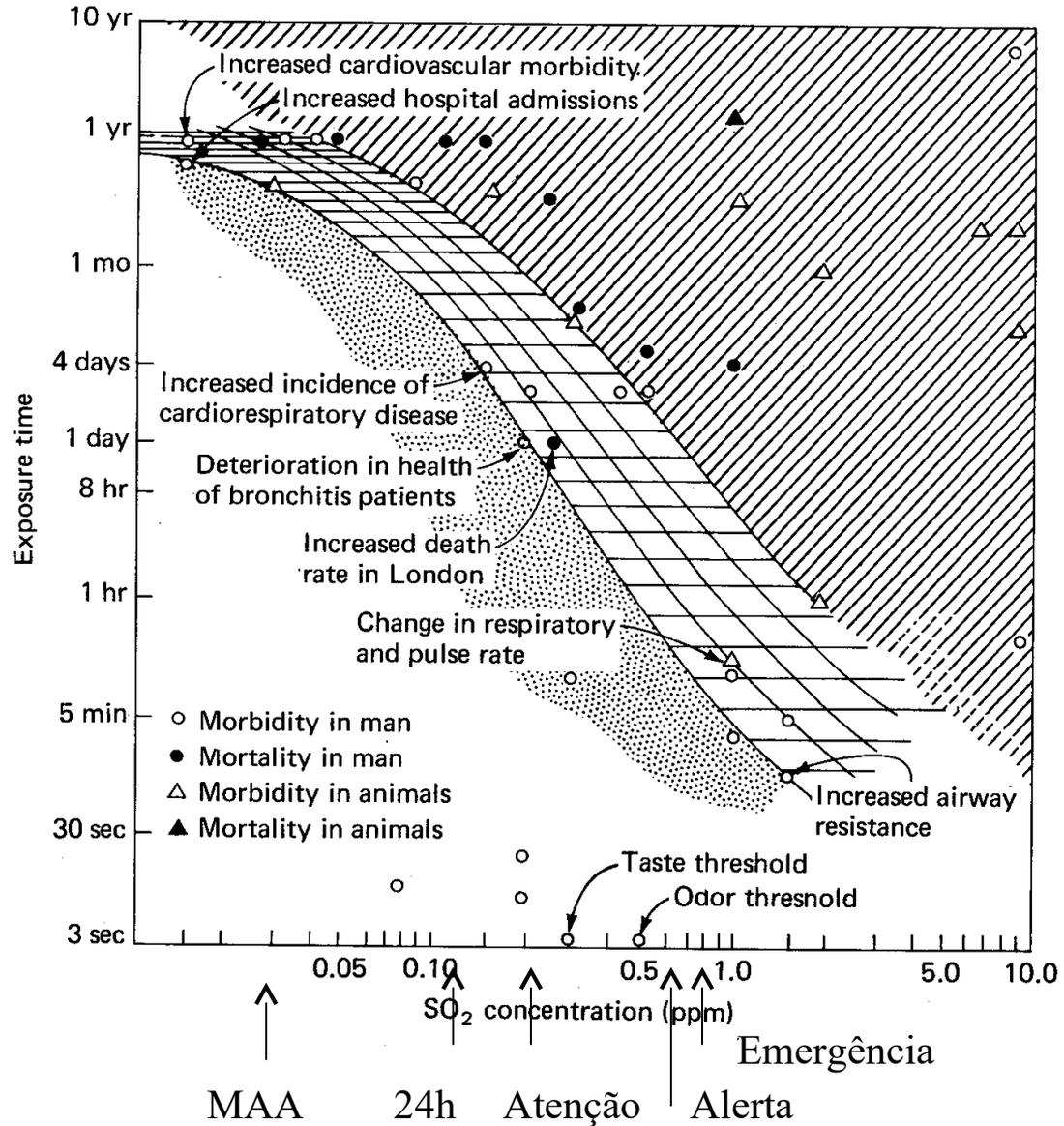
TABELA 9- Número de mortes e média diária de mortes de indivíduos acima de 40 anos, por causas naturais, atribuível á retirada do material particulado MP2,5, emitido por fonte veicular nas Regiões Metropolitanas de São Paulo, Rio de Janeiro, Belo Horizonte e Recife, do ambiente atmosférico

| 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 |

Science, 15/03/2002.

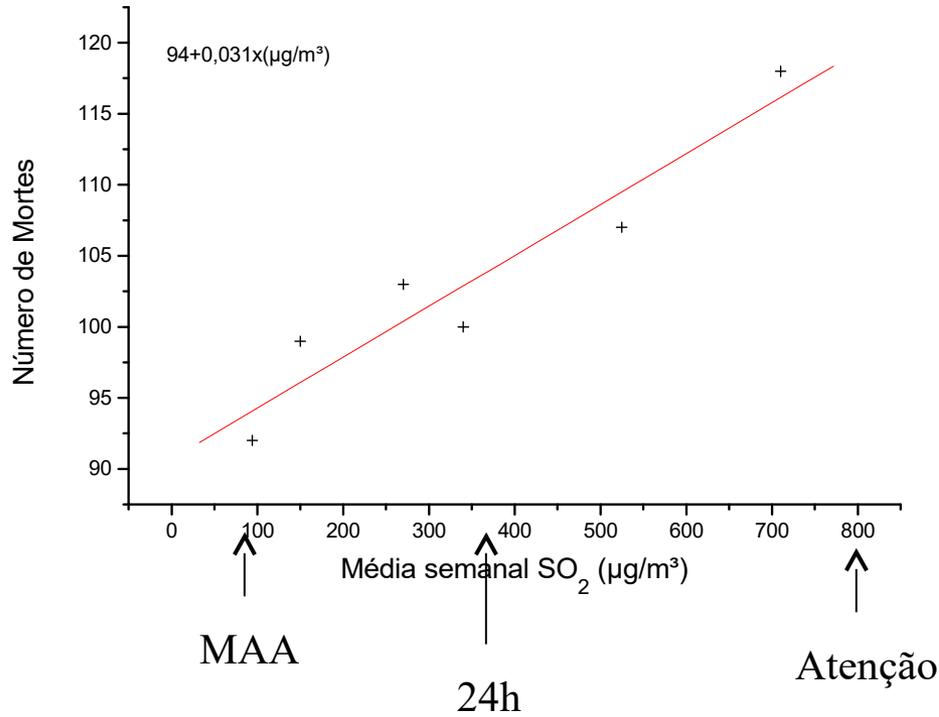
A cada incremento de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ em partículas finas presentes no ar, há um incremento de 6% no risco de morte por doenças cardiopulmonares e 8% para câncer de pulmão.

SO₂

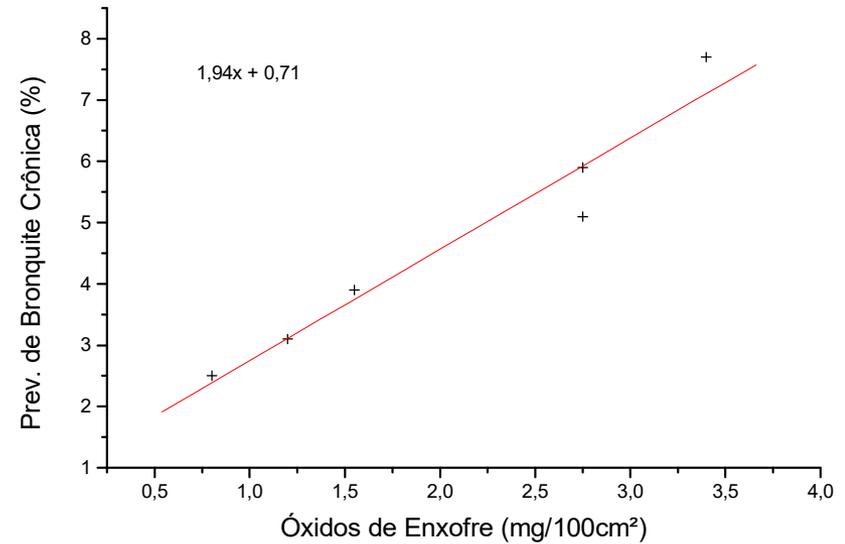


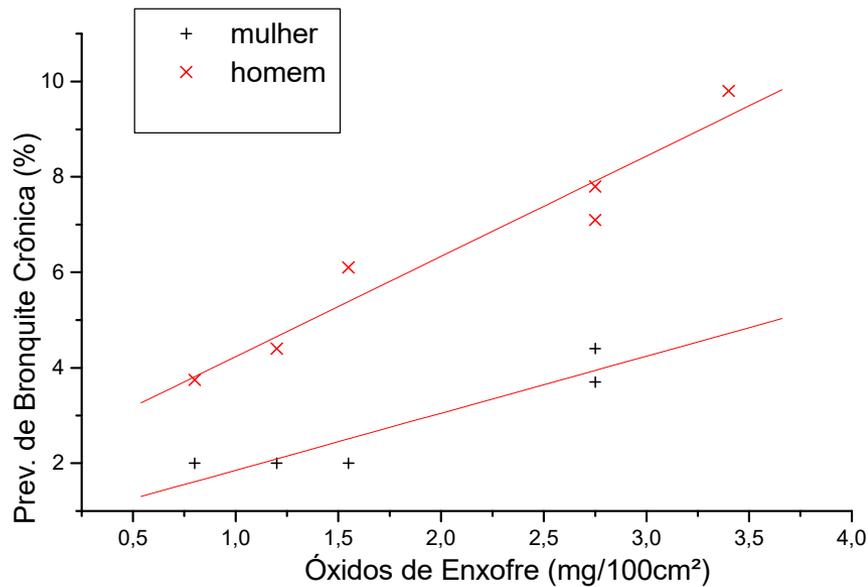
Oslo, Noruega

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

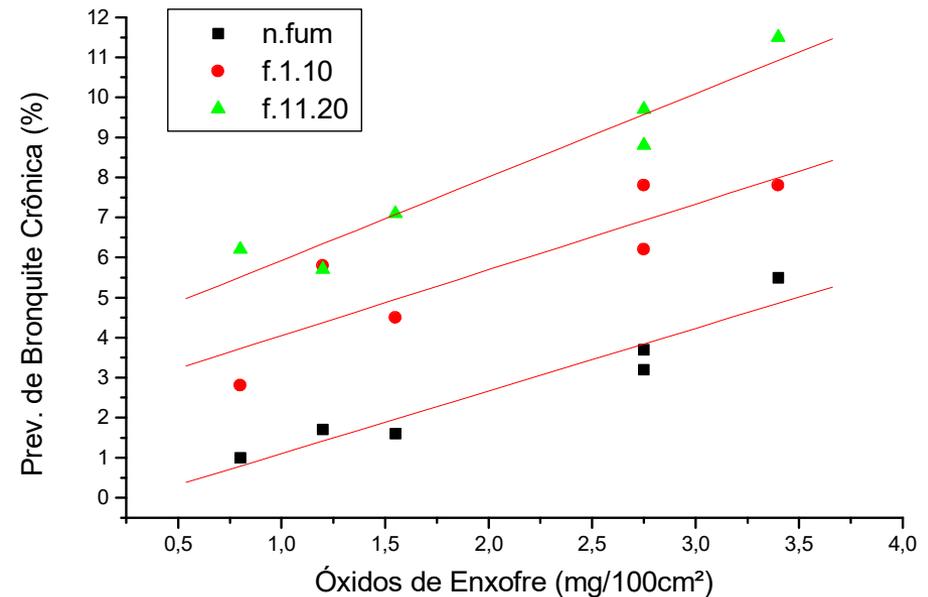


Japão



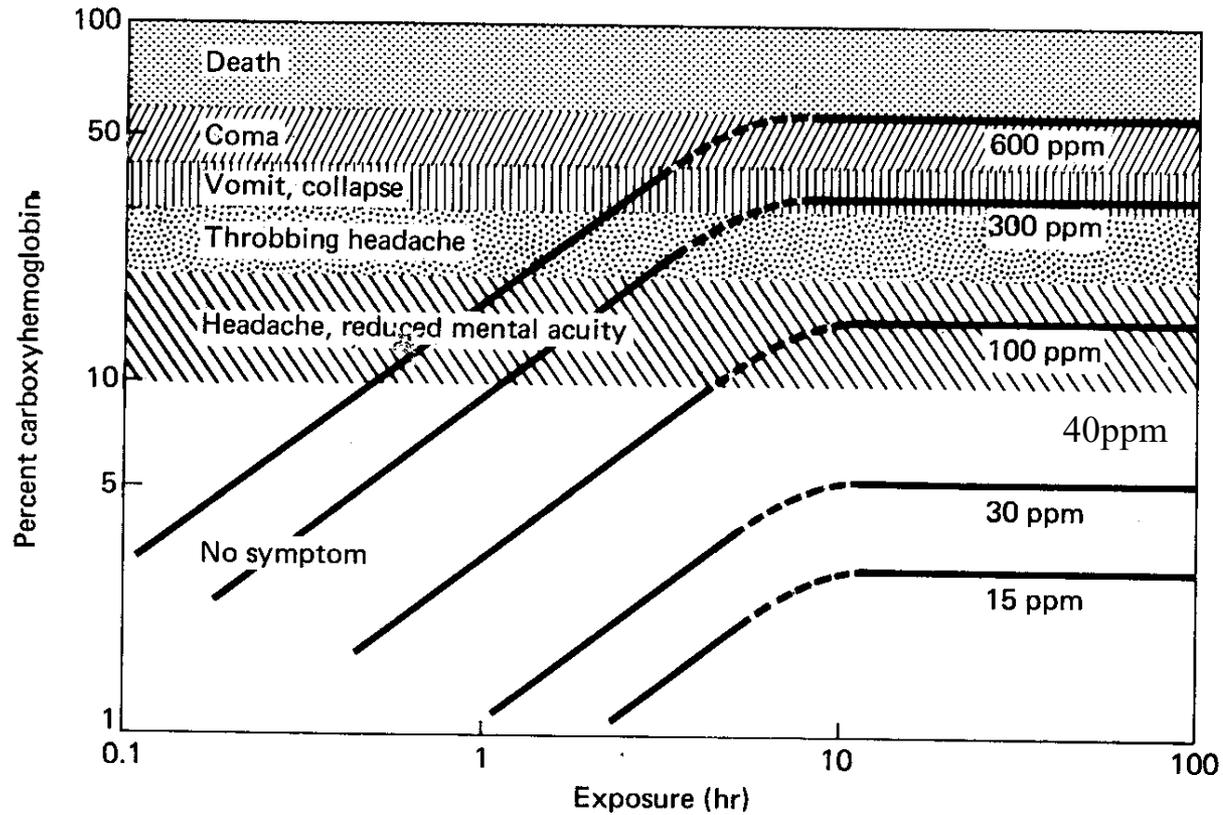


Prevalência de bronquite crônica em diversas cidades japonesas, separando-se os indivíduos não fumantes daqueles que fumam até 10 cigarros/dia e de 11 a 20 cigarros/dia.



Monóxido de Carbono

carboxi hemoglobina no sangue



Emergência/8h

Alerta/8h

Atenção/8h

E s t r u t u r a d o r Í n d i c e d e Q u a l i d a d e A r C E T E S B

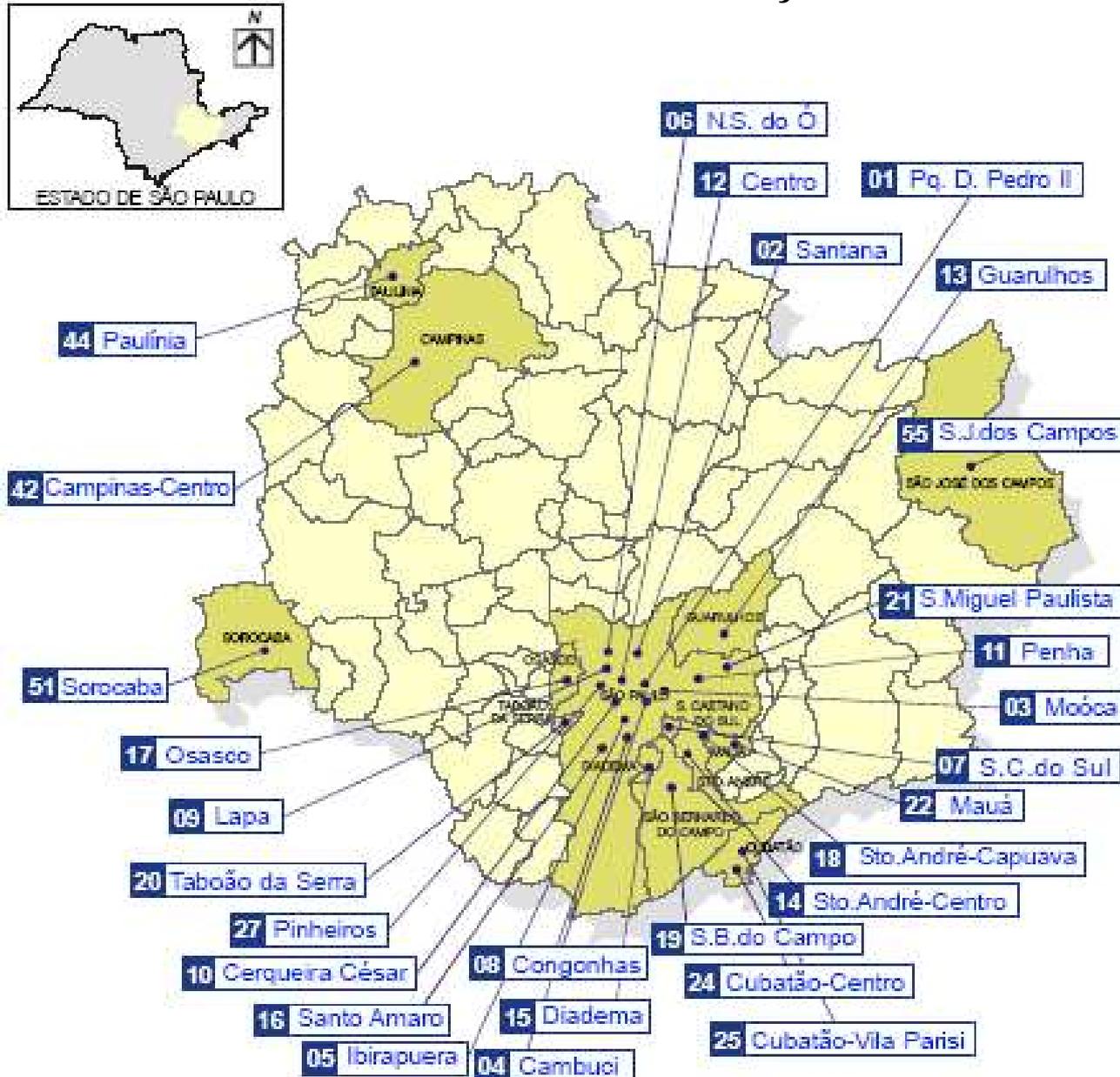
| Qualidade | Índice | MP ₁₀ (µg/m ³) 24h | MP _{2,5} (µg/m ³) 24h | O ₃ (µg/m ³) 8h | CO (ppm) 8h | NO ₂ (µg/m ³) 1h | SO ₂ (µg/m ³) 24h | Fumaça (µg/m ³) 24h | Significado |
|------------------------|---------|--|---|---|----------------|--|---|------------------------------------|--|
| N1 - BOA | 0 - 40 | 0 - 50 | 0 - 25 | 0 - 100 | 0 - 9 | 0 - 200 | 0 - 20 | 0 - 50 | |
| N2 - MODERADA | 41-80 | >50 - 100 | >25 -50 | >100 - 130 | >9 - 11 | >200 - 240 | >20 - 40 | >50 - 100 | Pessoas de grupos sensíveis (crianças, idosos e pessoas com doenças respiratórias e cardíacas) podem apresentar sintomas como tosse seca e cansaço. A população, em geral, não é afetada. |
| N3 - RUIM | 81-120 | >100 - 150 | >50 - 75 | >130 - 160 | >11 - 13 | >240 - 320 | >40 - 365 | >100 - 150 | Toda a população pode apresentar sintomas como tosse seca, cansaço, ardor nos olhos, nariz e garganta. Pessoas de grupos sensíveis (crianças, idosos e pessoas com doenças respiratórias e cardíacas) podem apresentar efeitos mais sérios na saúde. |
| N4 - MUITO RUIM | 121-200 | >150 - 250 | >75 - 125 | >160 - 200 | >13-15 | >320 - 1130 | >365 - 800 | >150 - 250 | Toda a população pode apresentar agravamento dos sintomas como tosse seca, cansaço, ardor nos olhos, nariz e garganta e ainda falta de ar e respiração ofegante. Efeitos ainda mais graves à saúde de grupos sensíveis (crianças, idosos e pessoas com doenças respiratórias e cardíacas). |
| N5 - PÉSSIMA | >200 | > 250 | >125 | > 200 | > 15 | > 1130 | >800 | > 250 | Toda a população pode apresentar sérios riscos de manifestações de doenças respiratórias e cardiovasculares. Aumento de mortes prematuras em pessoas de grupos sensíveis. |

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 (OMS)

Estações Cetesb



Estação Cetesb-Ibirapuera



Estação Cetesb-Saúde Pública/USP

