

AGM5823 – Tópicos
Química atmosférica

Material particulado (aerossol atmosférico)

Profa. Adalgiza Fornaro
adalgiza.fornaro@iag.usp.br

São Paulo, novembro de 2023

Aerossóis atmosféricos são suspensões de partículas sólidas e/ou líquidas (excluindo gotas de nuvem) no ar que tem **velocidade terminal desprezível** (Atmospheric Science – An Introduction Survey, J.M. Wallace e P.V. Hobbs).

Material particulado (poeira)

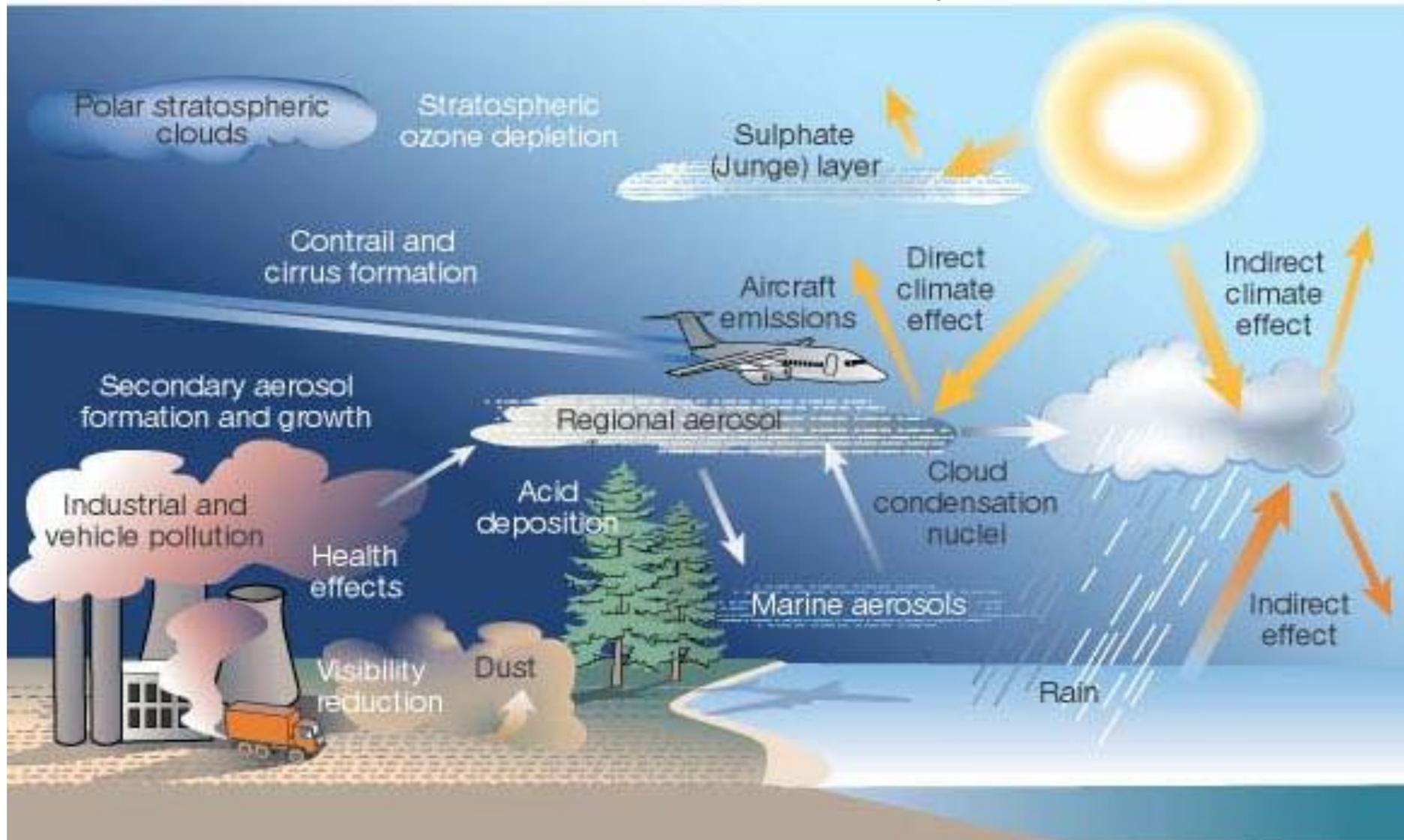
- Distribuição de tamanho
- Massa
- Número de partículas
- Composição química

Obelisco – Ibirapuera – São Paulo efeito do MP na visibilidade



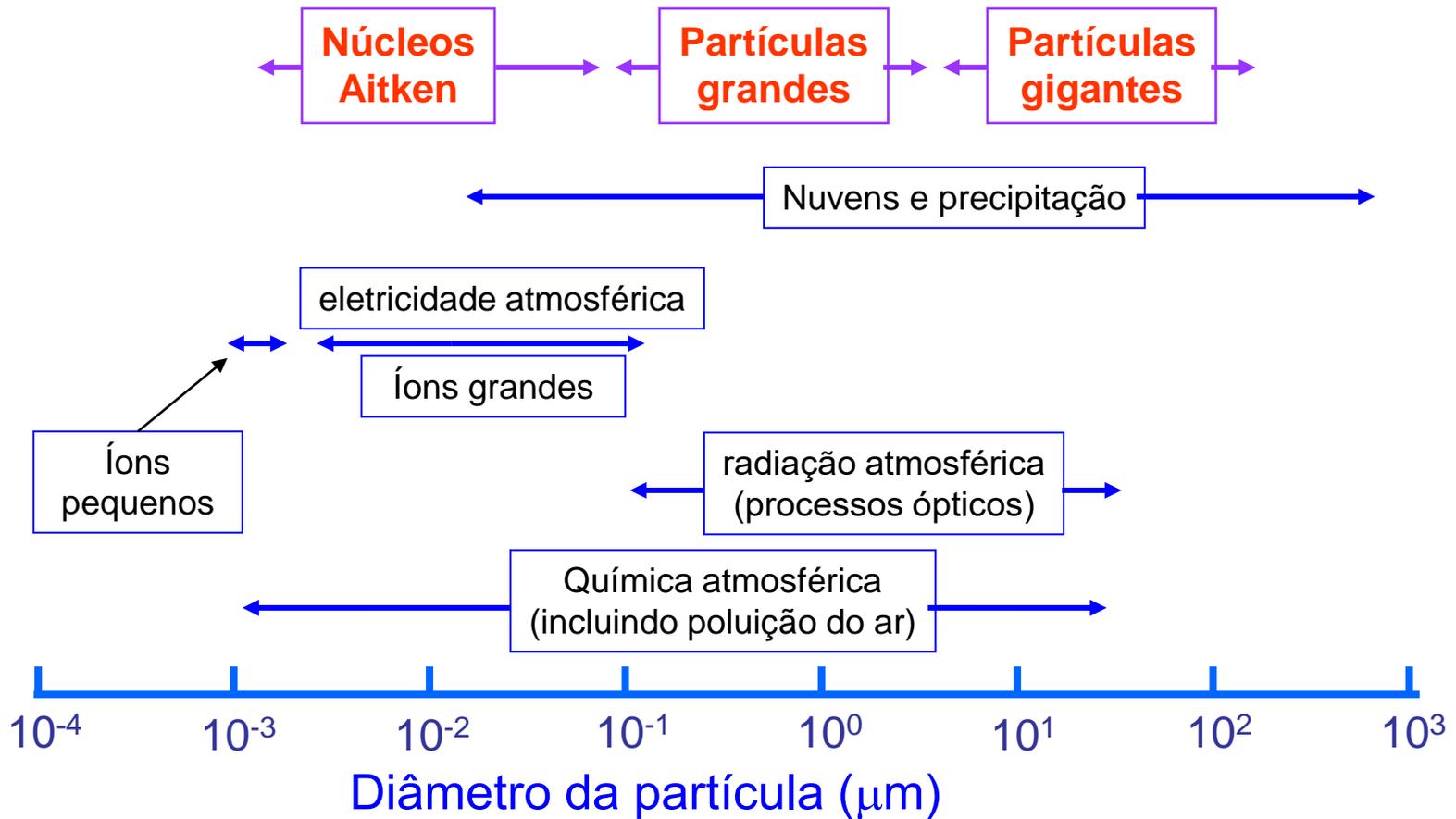
24 de junho de 2005
<http://www.uol.com.br>

Aerosol atmosférico: visão ampla



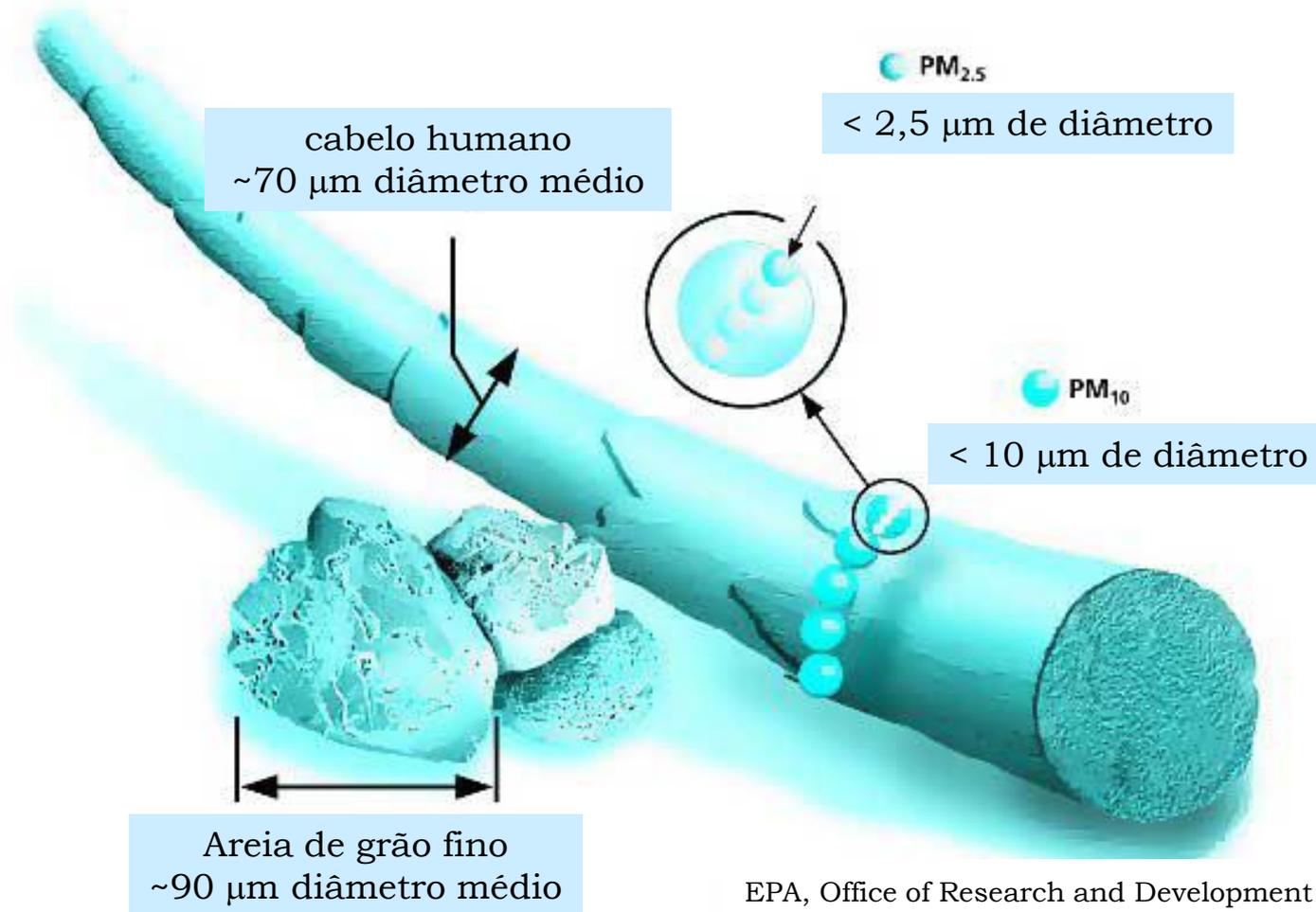
Definições:

- Aerossol é uma suspensão na fase gasosa de partículas sólidas ou líquidas.
- Aerossóis atmosféricos é o material constituído de pequenas partículas sólidas ou líquidas em suspensão no ar.
- Bioaerossol: aerossol de origem biológica.
(Exemplos: vírus, bactéria, fungos, esporos ,e pólen)
- O tamanho do aerossol, em geral, é medido em unidades de micrometros (μm):
 - $1 \mu\text{m} = 10^{-6} \text{ m}$
 - $1 \mu\text{m} = 10^4 \text{ angstrom } (\text{\AA})$
 - partículas finas ($<2 \mu\text{m}$) vs partículas grossas ($>2 \mu\text{m}$) (obs.: ou $<1 \mu\text{m}$)
 - partículas ultrafinas, $\text{MP}_{0,1}$ (diâmetro $<0,1 \mu\text{m} = 100\text{nm}$)
 - Material particulado inalável, MP_{10} (diâmetro $<10 \mu\text{m}$)
 - $\text{MP}_{2,5}$ (material particulado com diâmetro menor do que $2,5 \mu\text{m}$).

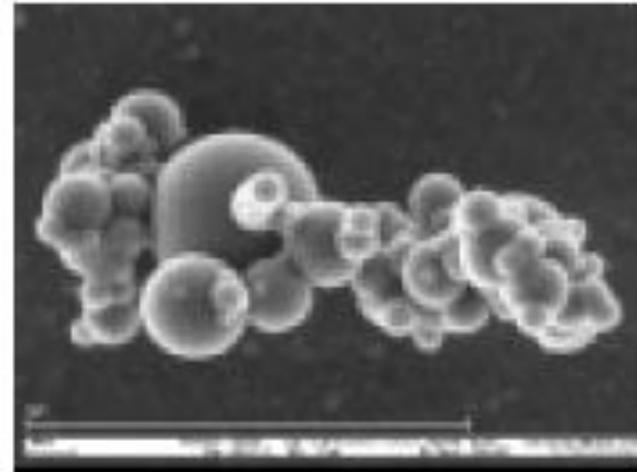
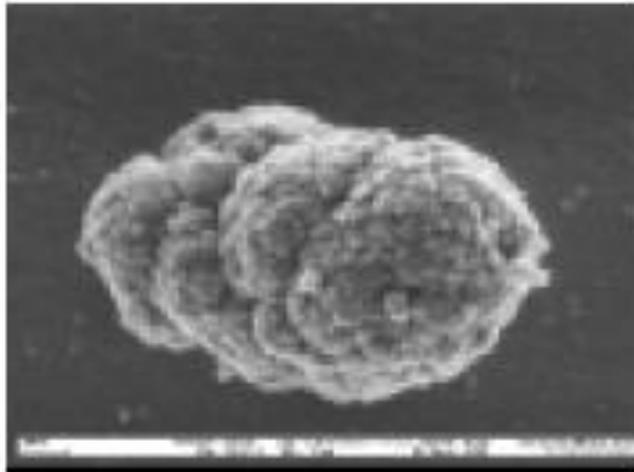
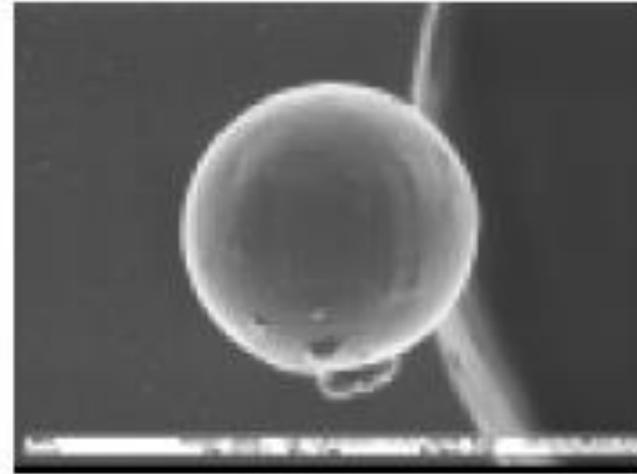
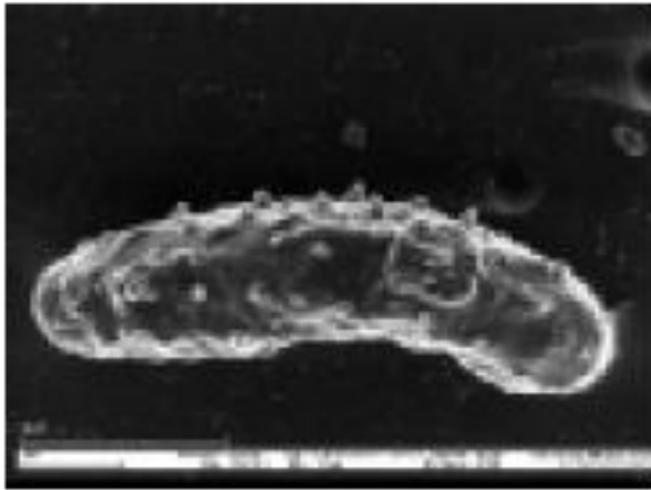


Classificação e comparação por tamanho das partículas atmosféricas

Comparação dos diâmetros de um fio de cabelo humano e areia com $PM_{2,5}$ e PM_{10}



EPA, Office of Research and Development



Source: <http://www.mpch-mainz.mpg.de/~kosmo/>

Exemplos de imagens de partículas atmosféricas

Tamanho da partícula: diâmetro aerodinâmico

- Partículas atmosféricas são geralmente consideradas como tendo um raio ou diâmetro, ou seja, idealizadas como partículas esféricas.
- Na realidade, muitas partículas atmosféricas têm formas irregulares, portanto raios e diâmetros geométricos podem não ser significativos.
- Na prática, o tamanho das partículas de forma irregular é expresso em termos de algum tipo de diâmetro equivalente ou efetivo que dependem de propriedade físicas, em vez de propriedade geométrica.
- Diâmetro aerodinâmico é o mais usado para “diâmetro equivalente ou efetivo”.
 - É definido como o diâmetro de uma esfera de densidade unitária (1 g/cm³) que tem a mesma velocidade terminal de queda no ar como a partícula em consideração.

$$D_a = D_g k \sqrt{\frac{\rho_p}{\rho_0}}$$

D_a : aerodynamic Diameter

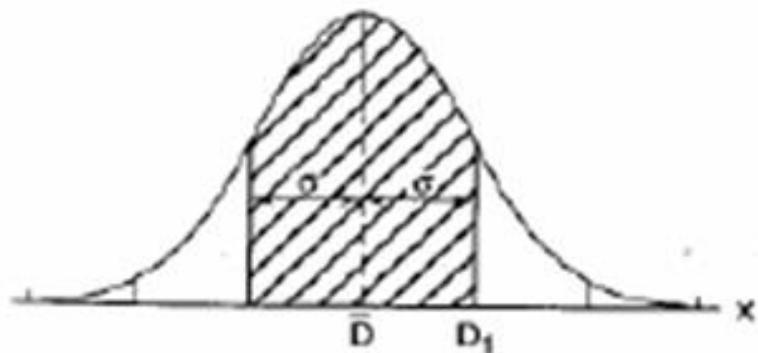
D_g : geometric diameter

k : shape factor, 1.0 in the case of a sphere

ρ_p : the density of the particle

ρ_0 : the reference density (1 g/cm³)

Descrição matemática de uma distribuição log-normal de partículas



Desvio padrão para uma distribuição normal, sendo que a área riscada representa 68% do total da área sob a curva.

$$\frac{dN}{d \ln D} = \frac{N_T}{\sqrt{2\pi} \ln \sigma_g} \exp \left[-\frac{(\ln D - \ln \bar{D}_{gN})^2}{2(\ln \sigma_g)^2} \right],$$

The geometric number mean diameter, \bar{D}_{gN} , is related to the arithmetic mean of $\ln(\text{diameter})$:

$$\ln \bar{D}_{gN} = \frac{\sum n_j \ln d_j}{N_T}$$

Here n_j is the number of particles in a group whose diameters are centered around d_j . Thus $\ln \bar{D}_{gN}$ is really a weighted value of $\ln d$, where the weighting is by the number of particles in that size interval.

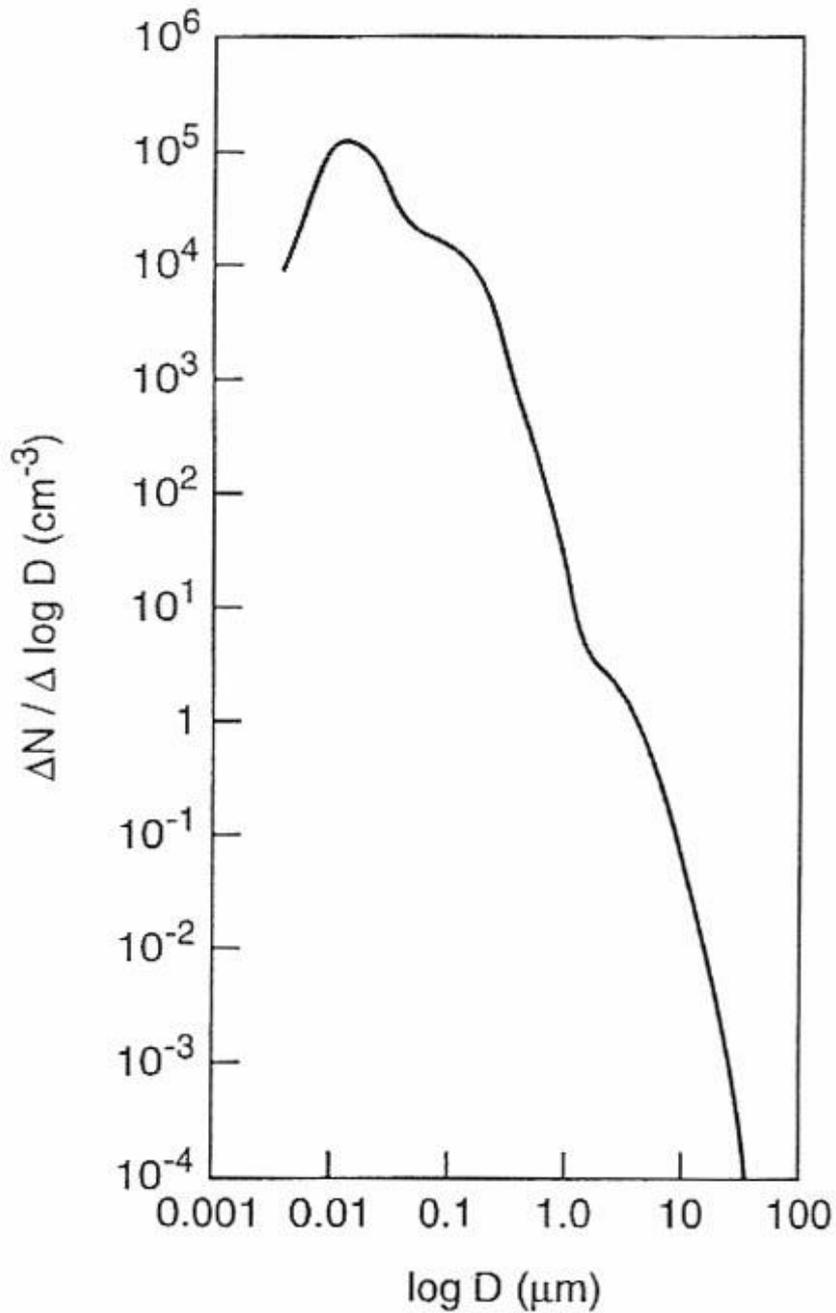
$$\ln \bar{D}_{gM} = \frac{\sum m_j \ln d_j}{M_T}$$

$$\ln \bar{D}_{gM} = \frac{(\pi\rho/6)\sum(n_j d_j^3) \ln d_j}{(\pi\rho/6)\sum n_j d_j^3} = \frac{\sum n_j d_j^3 \ln d_j}{\sum n_j d_j^3}$$

m_j is the mass of particles in group j having representative diameter d_j and M_T is the total mass in the sample, $M_T = \sum m_j$

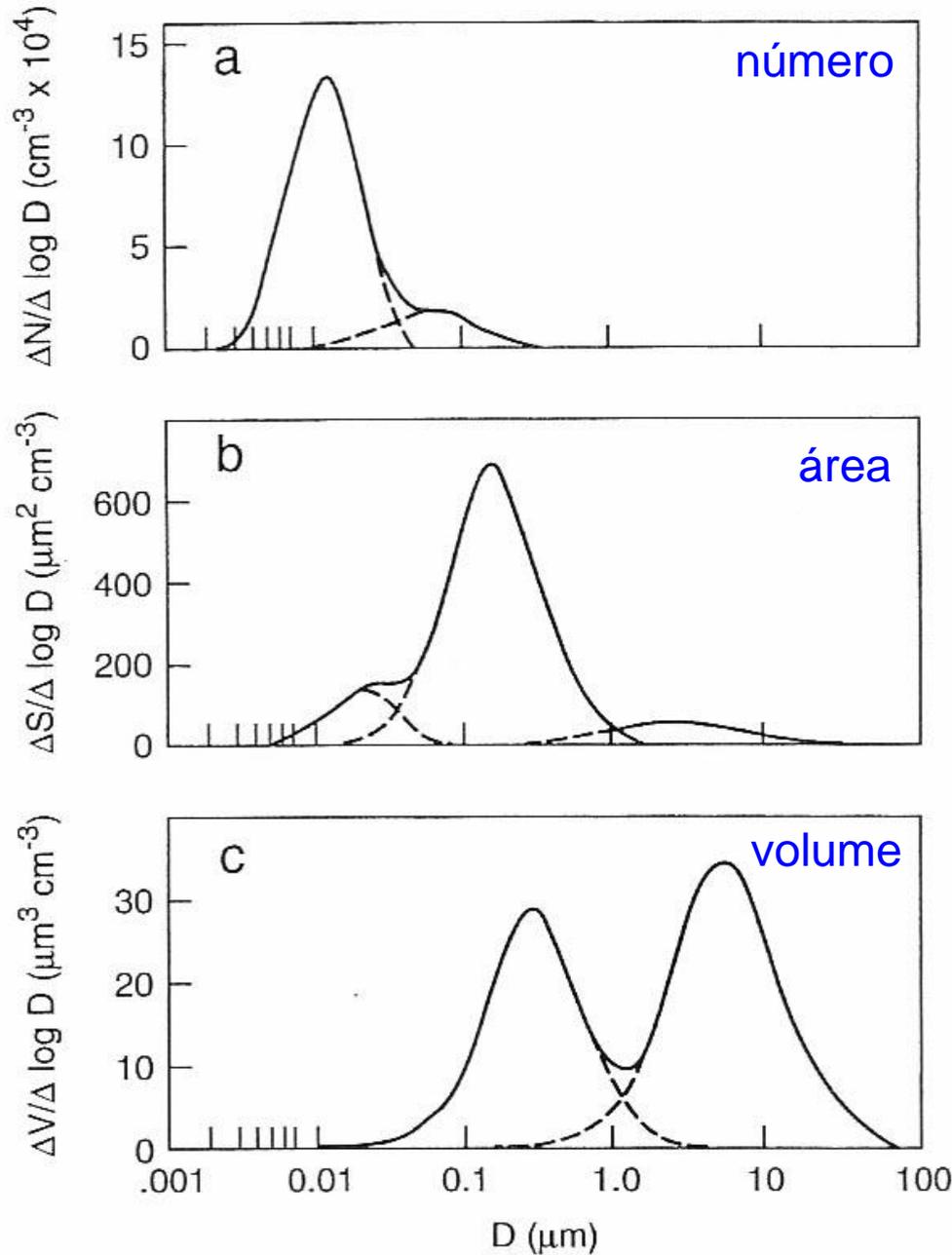
Modas de tamanho das partículas atmosféricas

- as curvas observadas de distribuição de tamanho do aerossol atmosférico indicam ser uma combinação de distribuições múltiplas diferentes → modas múltiplas
- Moda dos núcleos de Aitken: 0.01-0.08 μm
- Moda acumulação: 0.08-2 μm
- Moda grossa : 2-10 μm



Distribuição de número ($\Delta N / \Delta \log D$) versus diâmetro ($\log D$) para um modelo de aerossol urbano típico.

Distribuição de número, área e volume para um modelo de aerossol urbano típico.



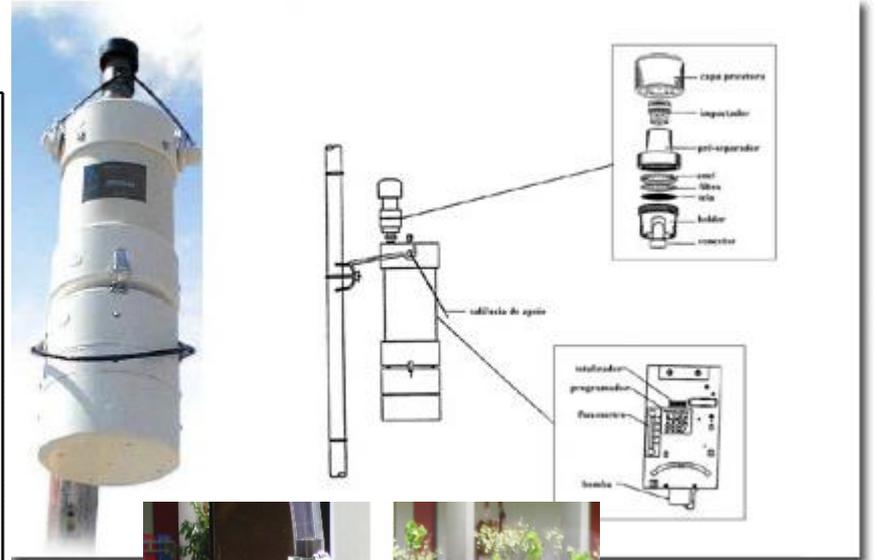
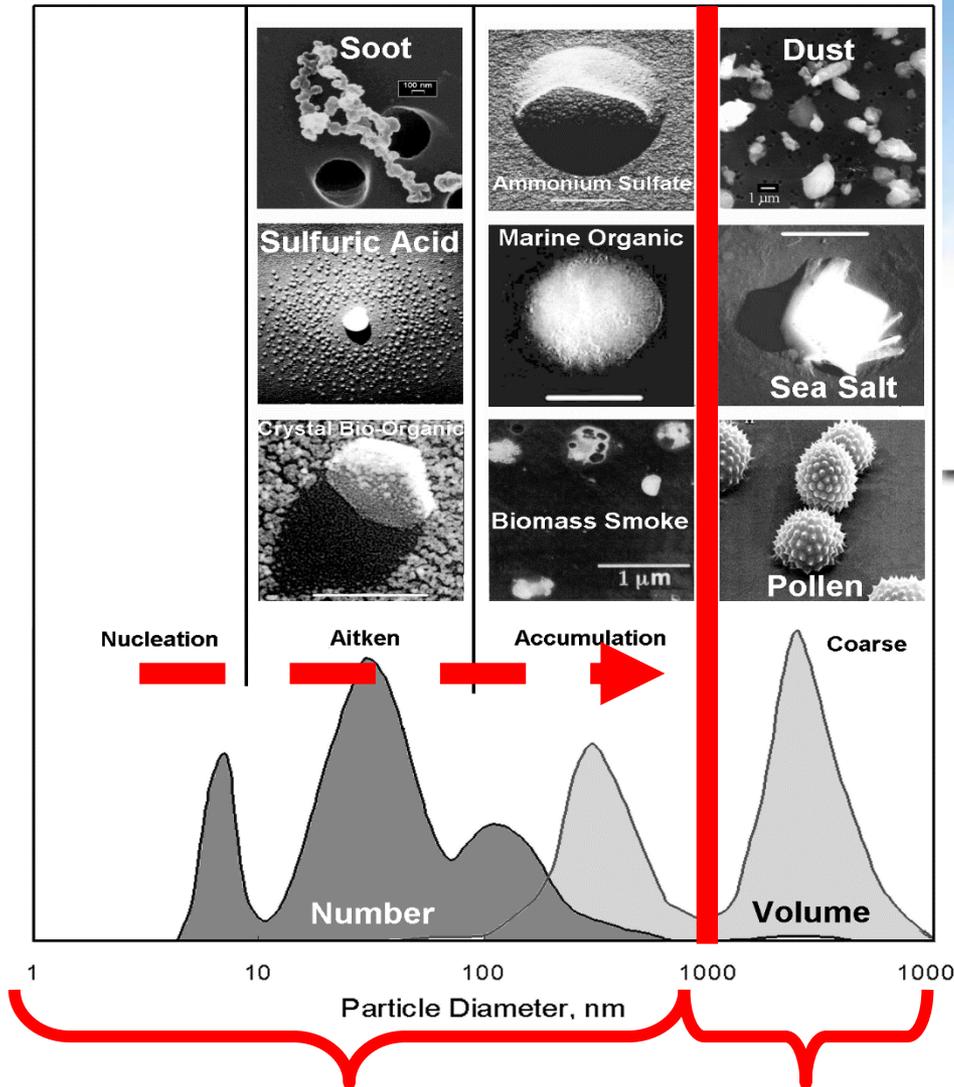
A área sob a curva resulta no **número total de partículas** na faixa de tamanho.

A área sob a curva resulta na **área superficial total de partículas** na faixa de tamanho.

A área sob a curva resulta no **volume total de partículas** na faixa de tamanho.

As distribuições de área e volume são importantes para reações de gases na superfície ou mesmo reações dentro da partícula.

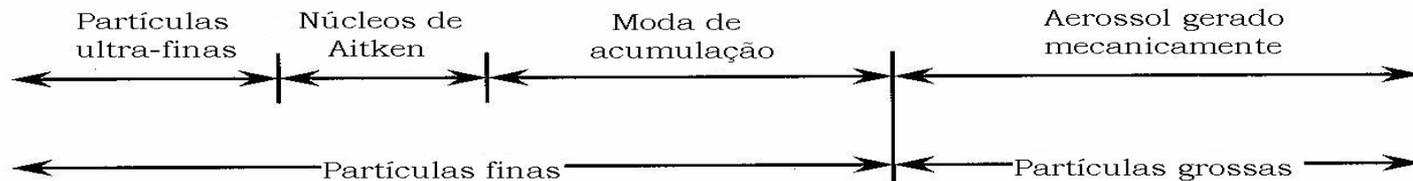
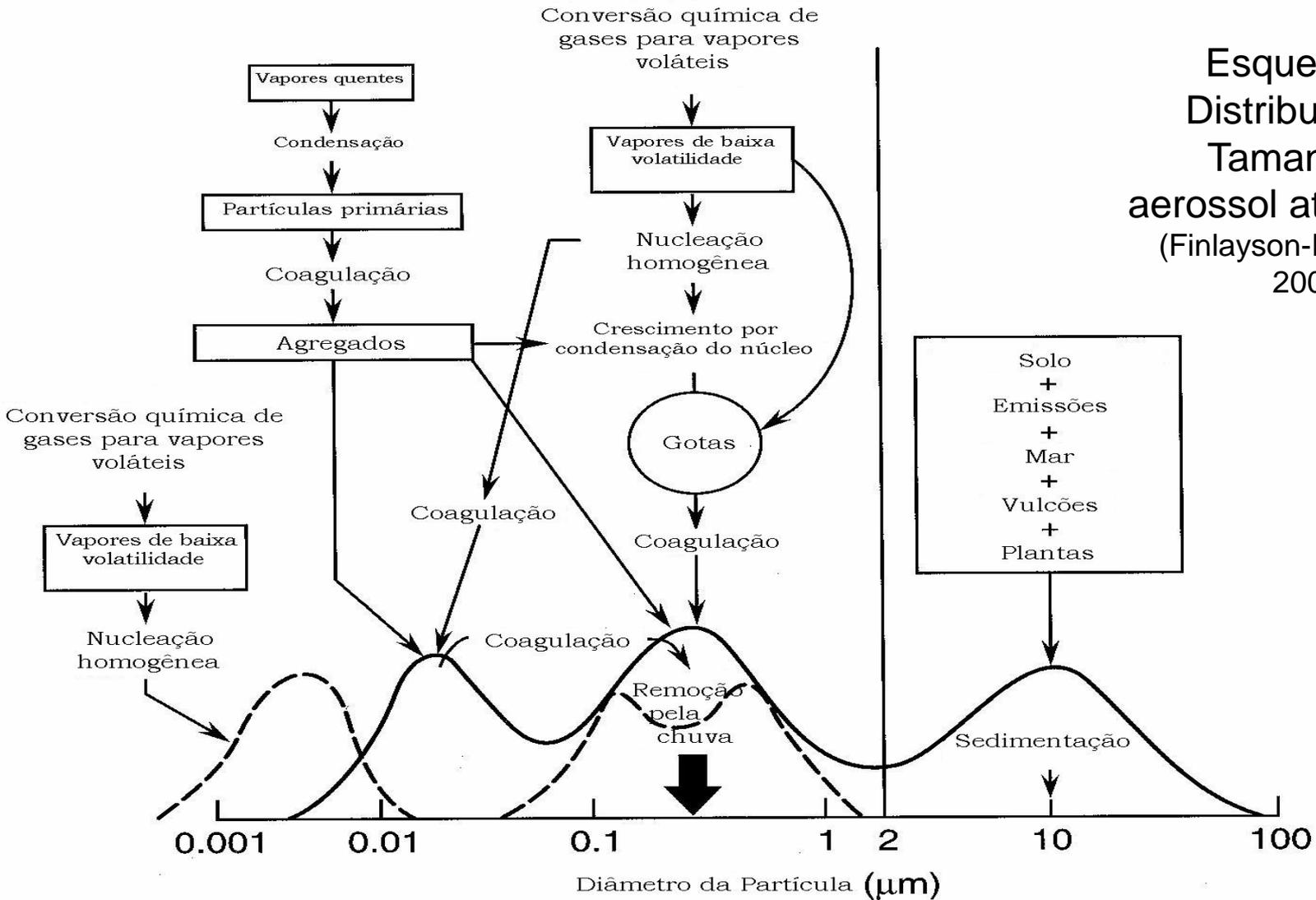
MATERIAL PARTICULADO



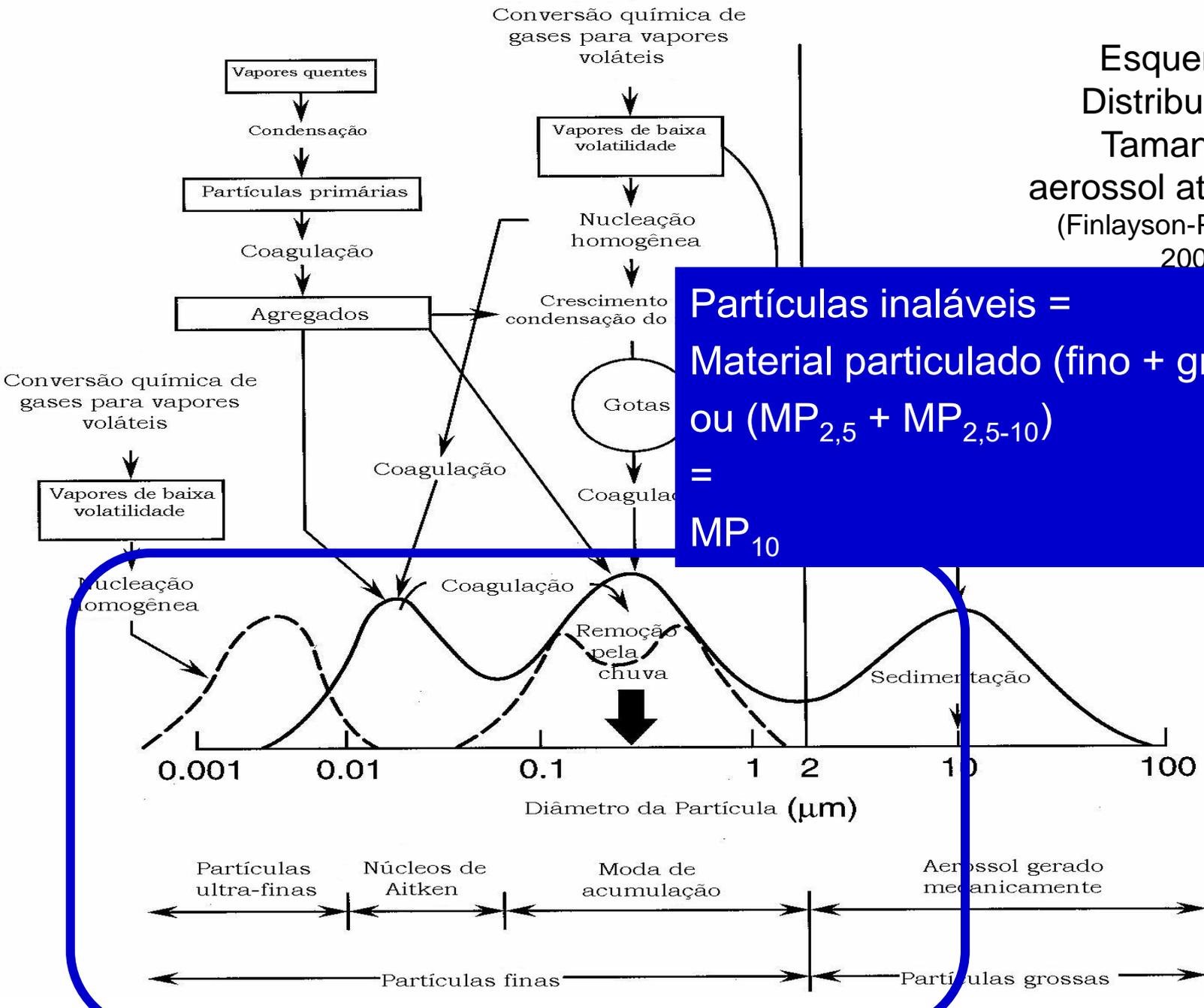
Partículas Finas

Partículas Grossas

Esquema da Distribuição de Tamanho do aerossol atmosférico.
(Finlayson-Pitts e Pitts, 2000).

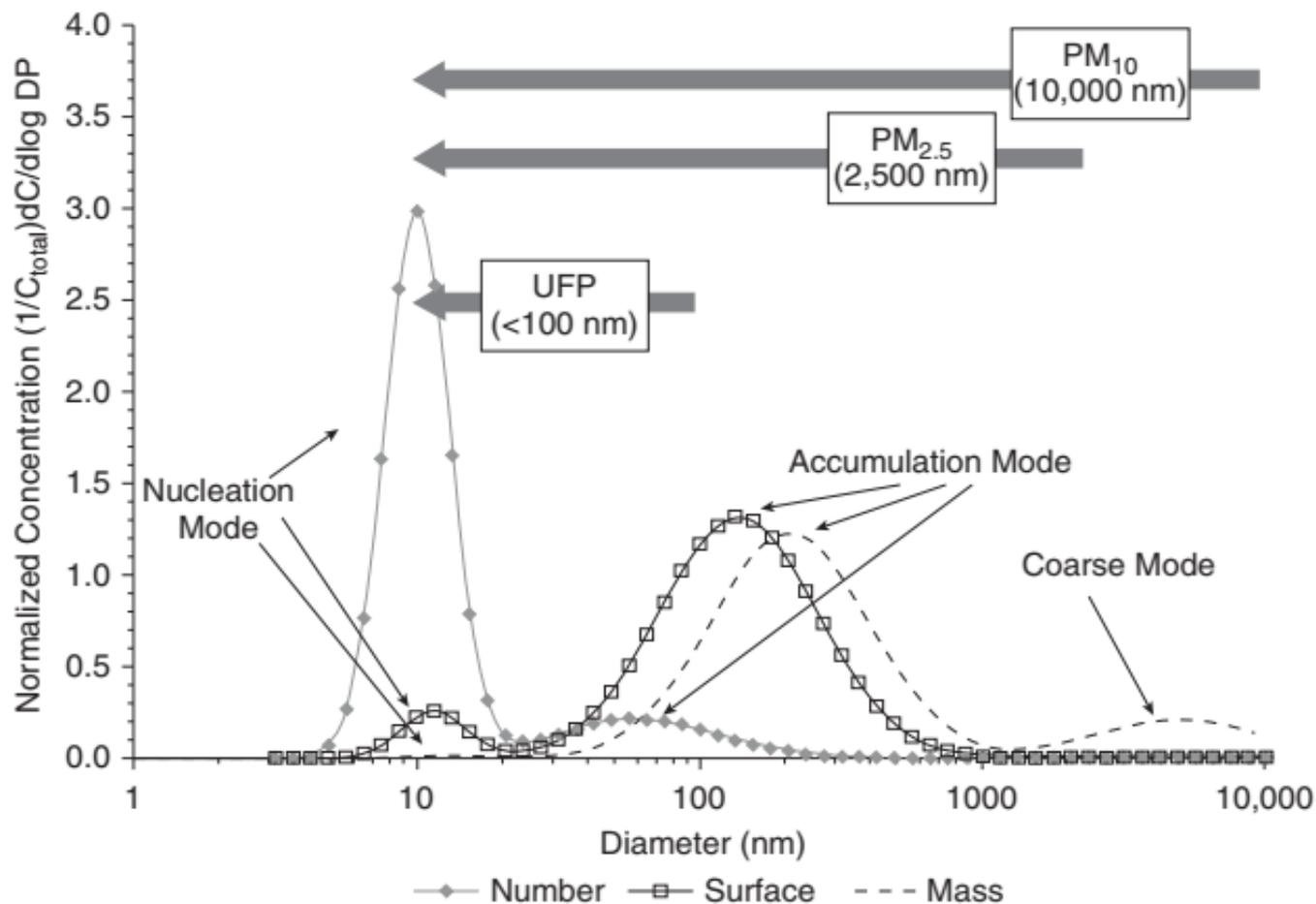


Esquema da Distribuição de Tamanho do aerossol atmosférico. (Finlayson-Pitts e Pitts, 2000).



Partículas inaláveis =
 Material particulado (fino + grosso)
 ou (MP_{2,5} + MP_{2,5-10})
 =
 MP₁₀

Does Particle Size Matter? (O tamanho das partículas é importante?)



Distribuições de tamanho de partícula normalizadas do aerossol de estradas. D_p representa o diâmetro das partículas; $(1 / C_{total}) dC / d\log D_p$ representa a função logarítmica de distribuição de concentração de partículas ponderada por número, volume (superfície) e massa. Aqui, C é a concentração (número, superfície ou massa) em uma faixa de tamanho específica e C_{total} é a concentração total somada em todos os tamanhos.

AEROSSÓIS e VISIBILIDADE: MP₁₀ em BEIJING 2008

WHO Guideline: 50 µg/m³
averaged over 24 hrs



8 µg/m³
12 July

26 µg/m³
15 July

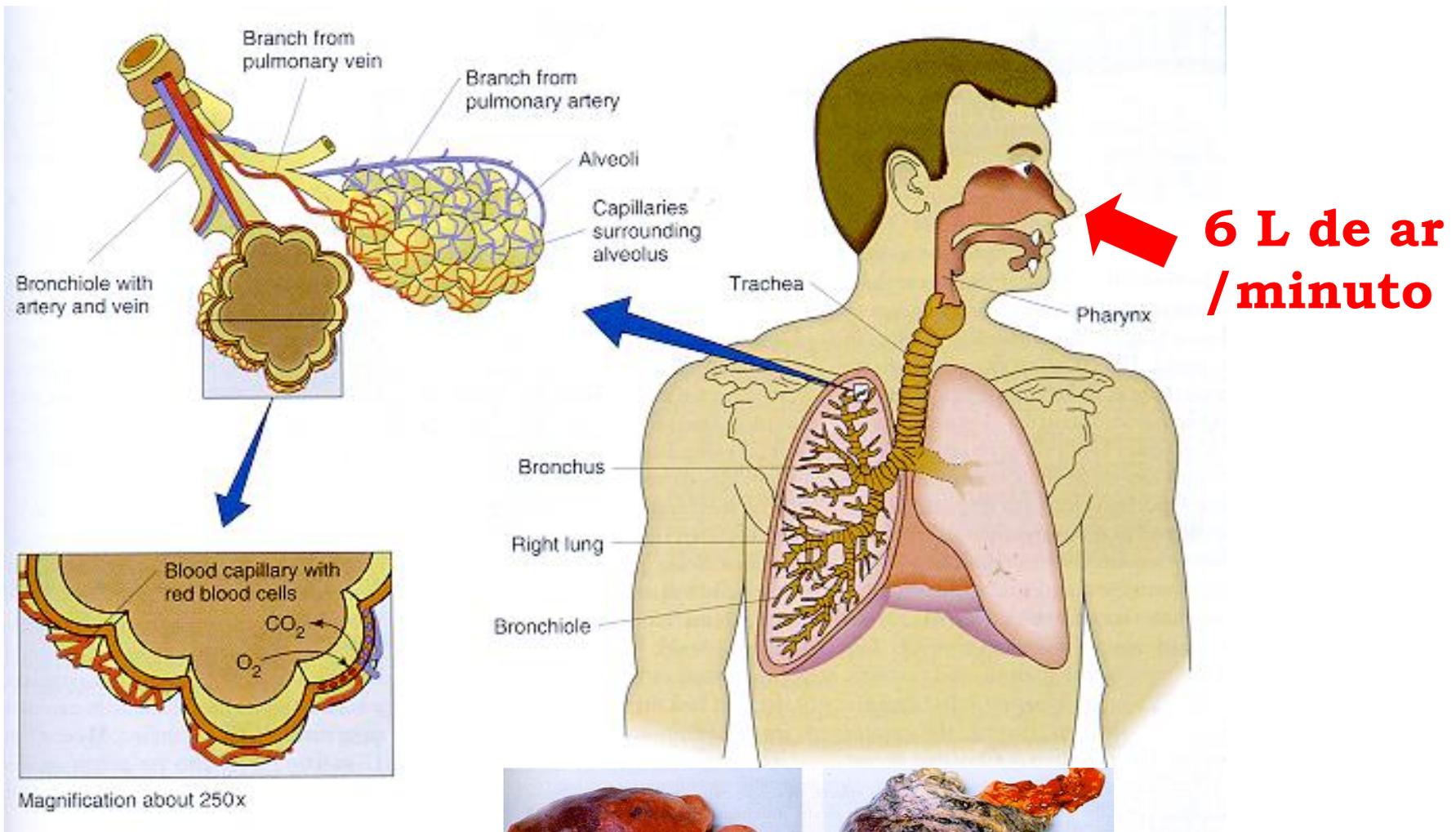
32 µg/m³
20 July

104 µg/m³
5 August

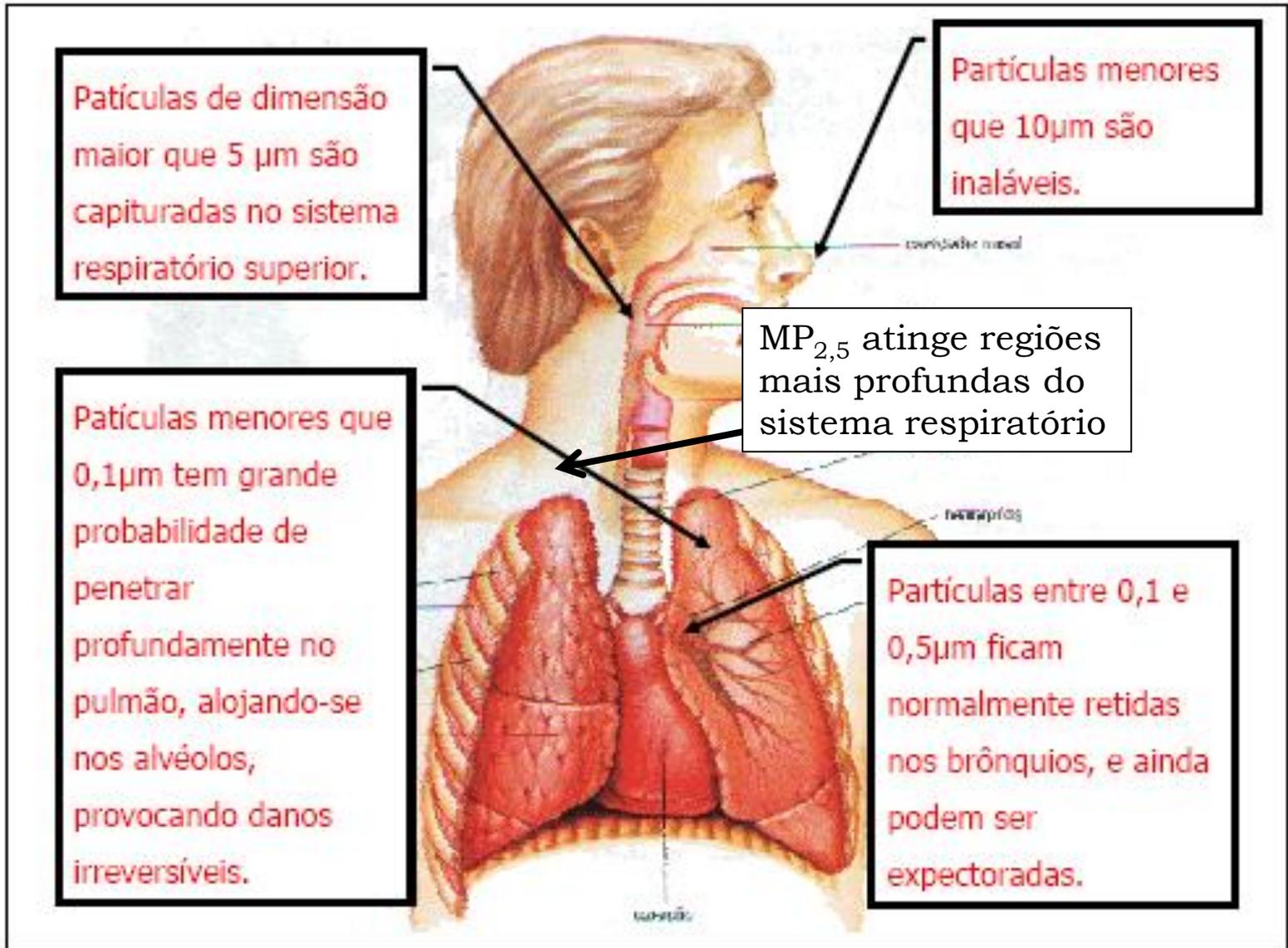
191 µg/m³
7 August

278 µg/m³
10 August

Efeitos da poluição do ar: saúde



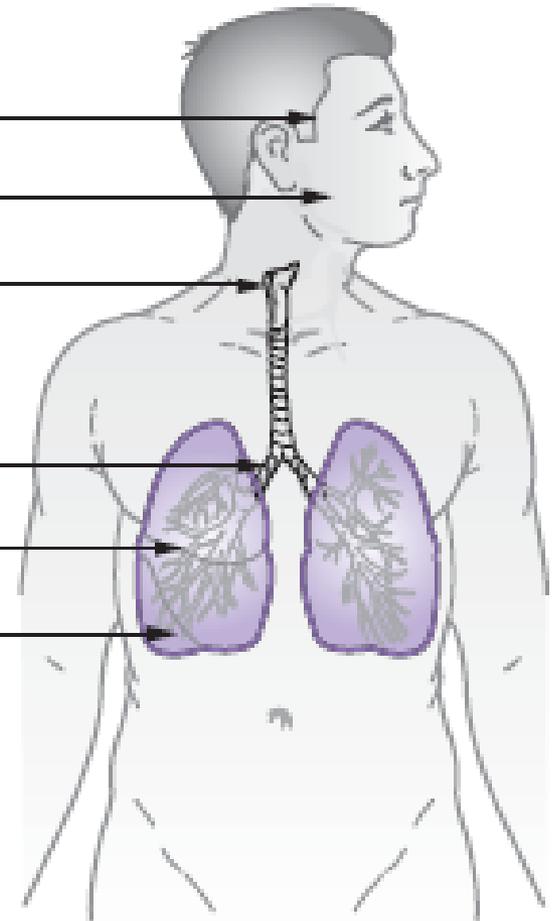
Efeito na saúde



Particle Size (mm) Effect

9.2 to 30
5.5 to 9.2
3.3 to 5.5
2.0 to 3.3
1.0 to 2.0
0.1 to 1.0

Visible Pollution
Lodges in nose/throat
Main breathing passages
Small breathing passages
Bronchi
Air sacs



Source: Judith Chow, Desert Research Institute, USA. Chow, J.C. (1995).

Note: Particle size measured in micro meters (μm).

Efeitos das partículas na saúde

Compostos perigosos em partículas

Benzeno, PAHs, metais, compostos de enxofre

Metais

Lesão pulmonar, bronquioconstrição, aumento de infecção

MP₁₀

Asma, doença pulmonar obstrutiva crónica, aumento da mortalidade, maior hospitalização e consultas de saúde por doenças respiratórias e cardiovasculares. Pode não haver um limiar baixo para problemas relacionados com a saúde devido MP₁₀.

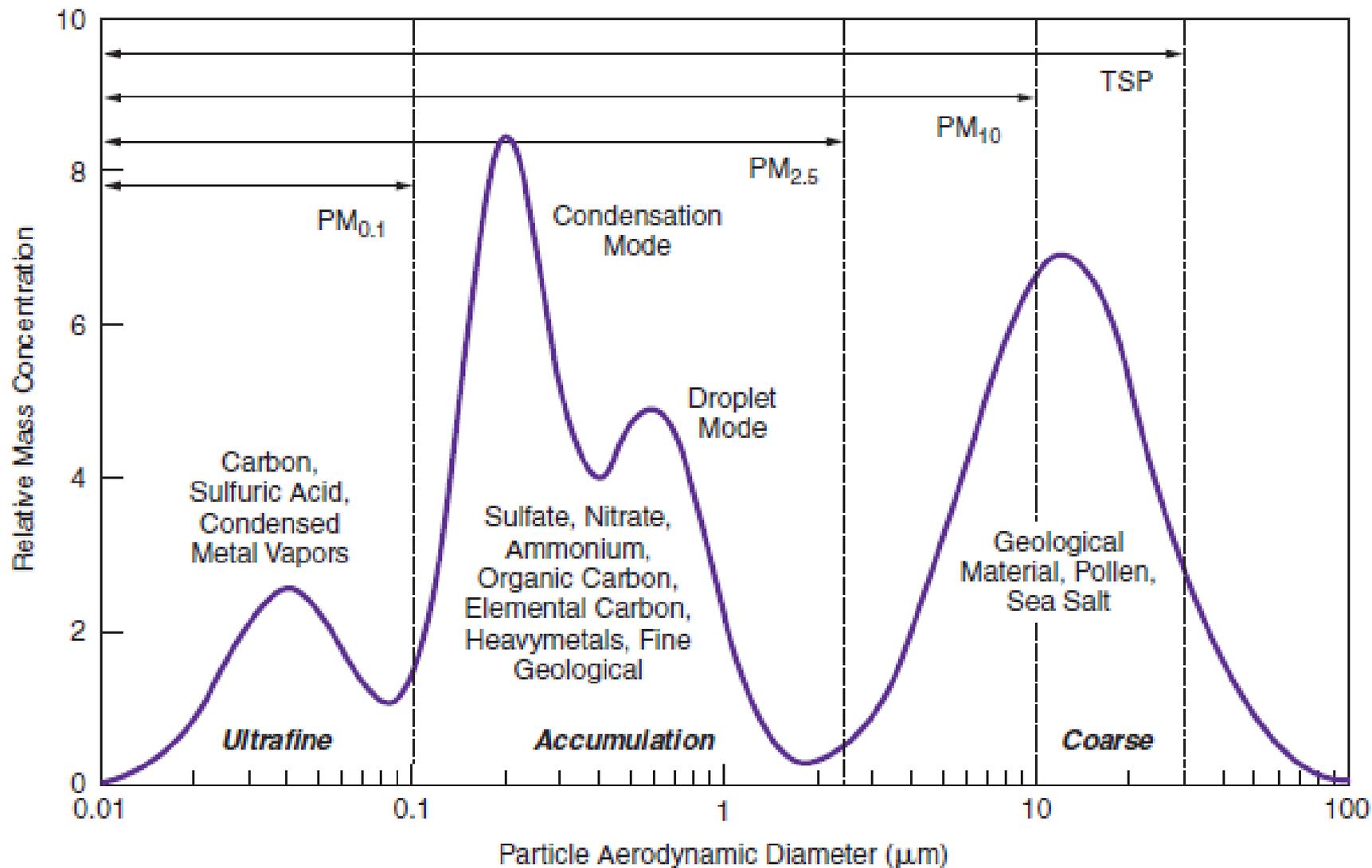
MP_{2,5}

Mais doenças respiratórias e morte prematura do que para partículas maiores. A exposição prolongada em cidades pode reduzir a vida em dois anos.

Mortalidade total por poluição do ar (devida principalmente a partículas)

2,5-3 milhões de mortes/ano em todo o mundo devido à poluição atmosférica;

1,6 milhões devido à queima interna de biomassa e carvão.



Fontes de partículas de diferentes modas:

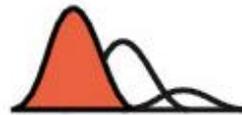
- (1) As partículas grossas são geralmente produzidas por processos mecânicos como a moagem, o vento ou erosão
- (2) Partículas na faixa de acumulação tipicamente surgem do crescimento de partículas da moda dos núcleos de condensação de vapores de baixa volatilidade e de coagulação das partículas menores na faixa de núcleos.
- (3) Dois picos no modo de acumulação são resultado de diferentes processos atmosféricos agindo sobre as partículas menores: modo de condensação e modo de gotículas.
- (4) As partículas de modo Aitken surgem à temperatura ambiente, da conversão de gás de partículas (nucleação) e processos de combustão.

Classificação por modas (distribuição de número por tamanho) das espécies mais abundantes no aerossol e solubilidade.

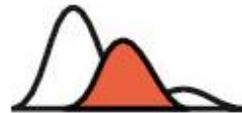


Nucleação

Aitken



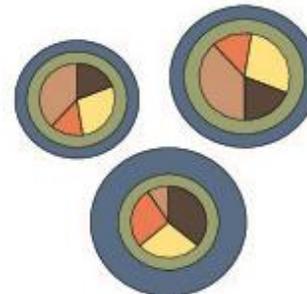
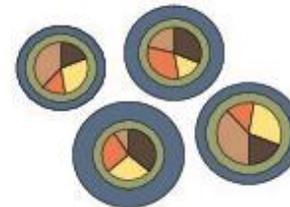
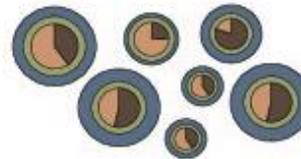
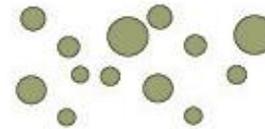
Acumulação



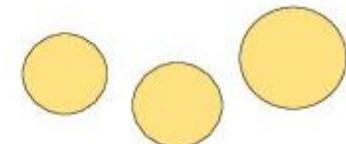
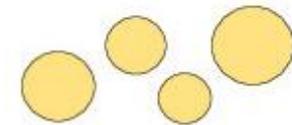
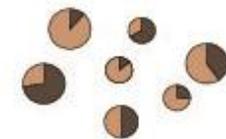
Moda grossa



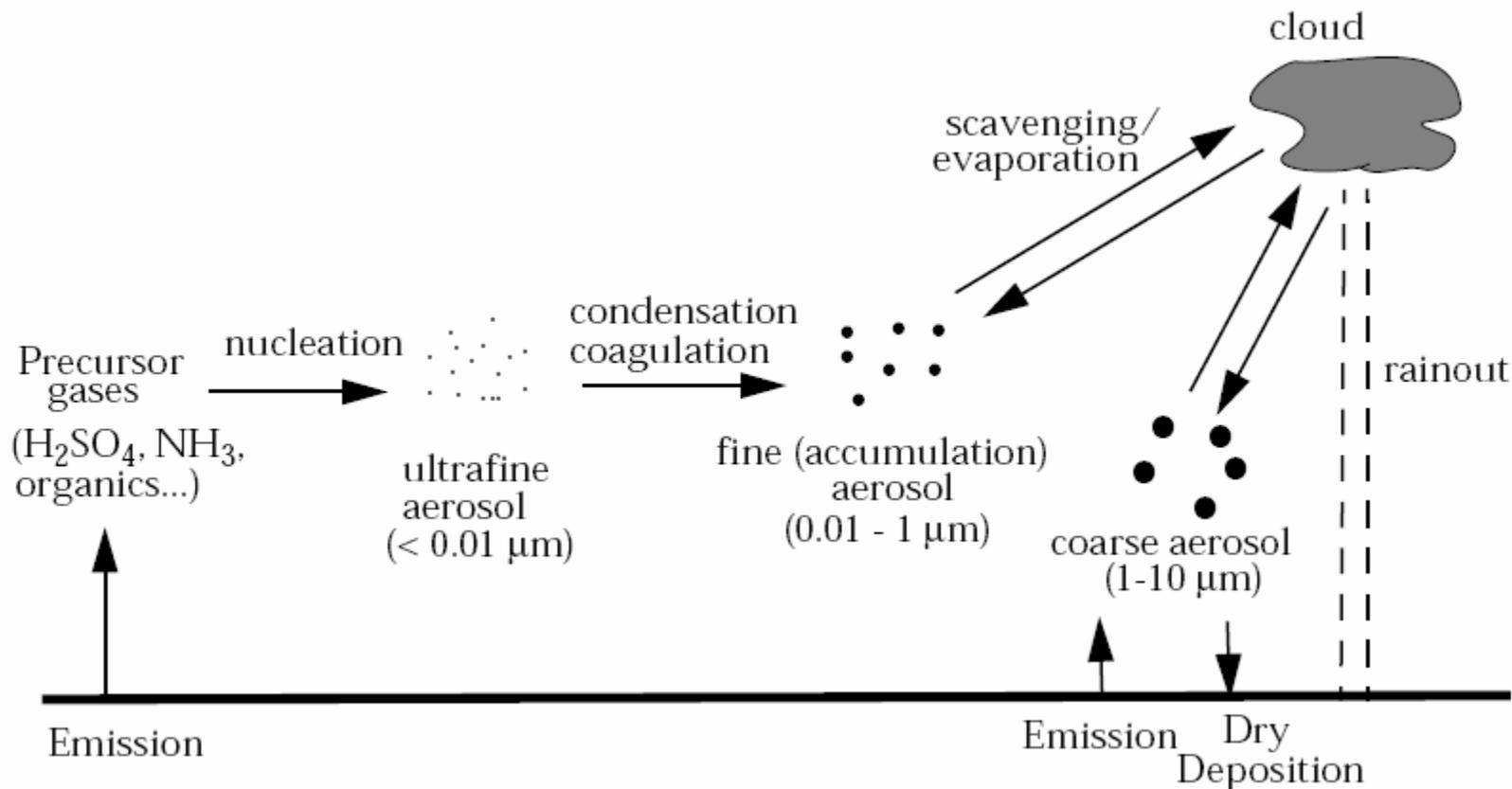
Mistura interna / solúvel



insolúvel

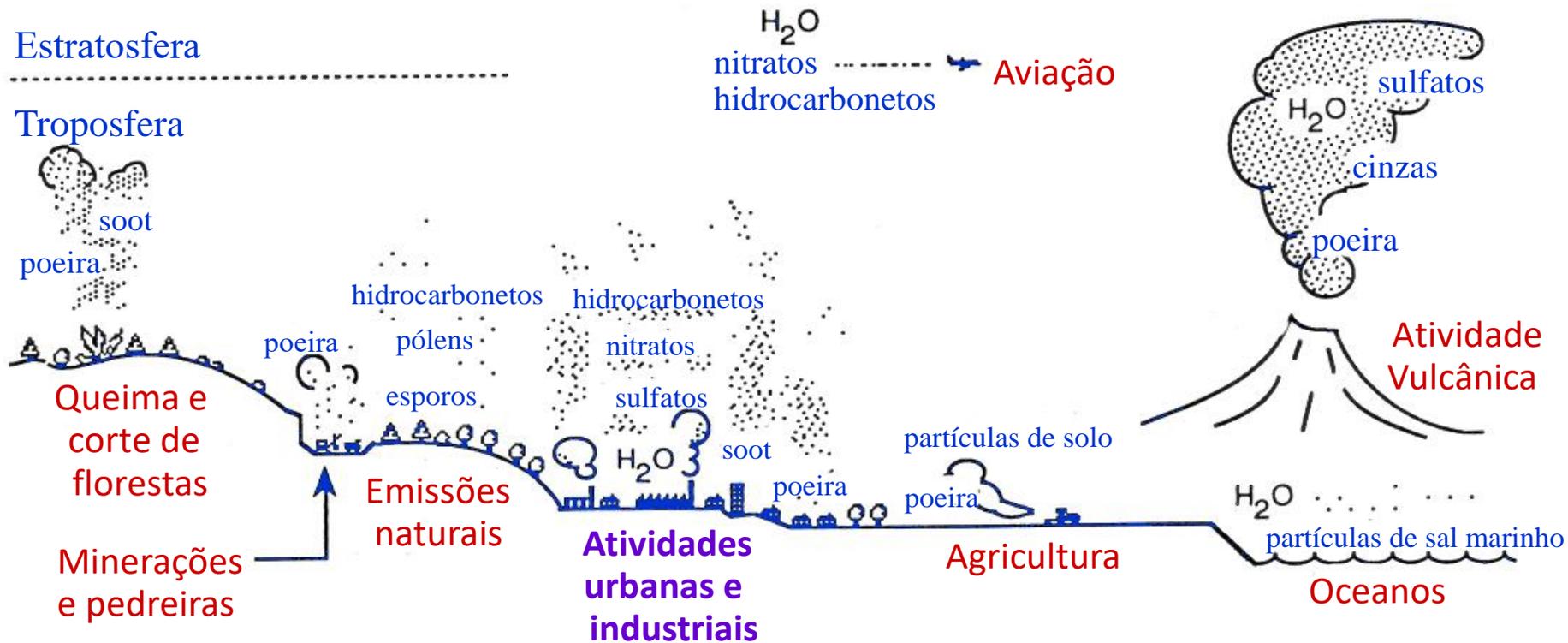


Processos de formação, crescimento e remoção de aerossol atmosférico

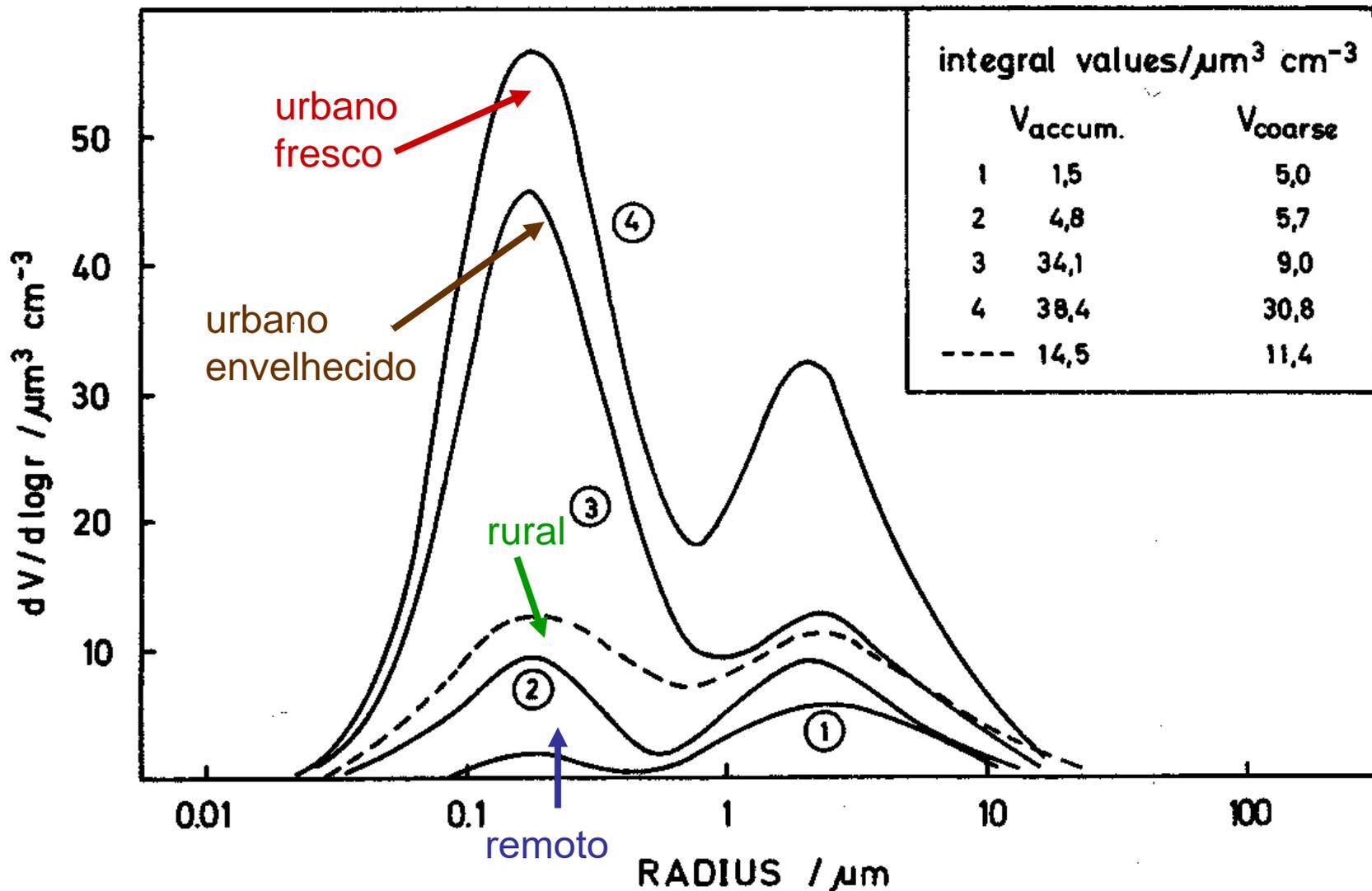


Nucleação
Condensação / coagulação
Limpeza / evaporação
Sedimentação
Desintegração mecânica

Fontes de gases e partículas



Distribuição de tamanho de partículas representativo de diferentes regiões



Principais fontes de material particulado

Pulverizador (spray) de mar

Poeira do solo

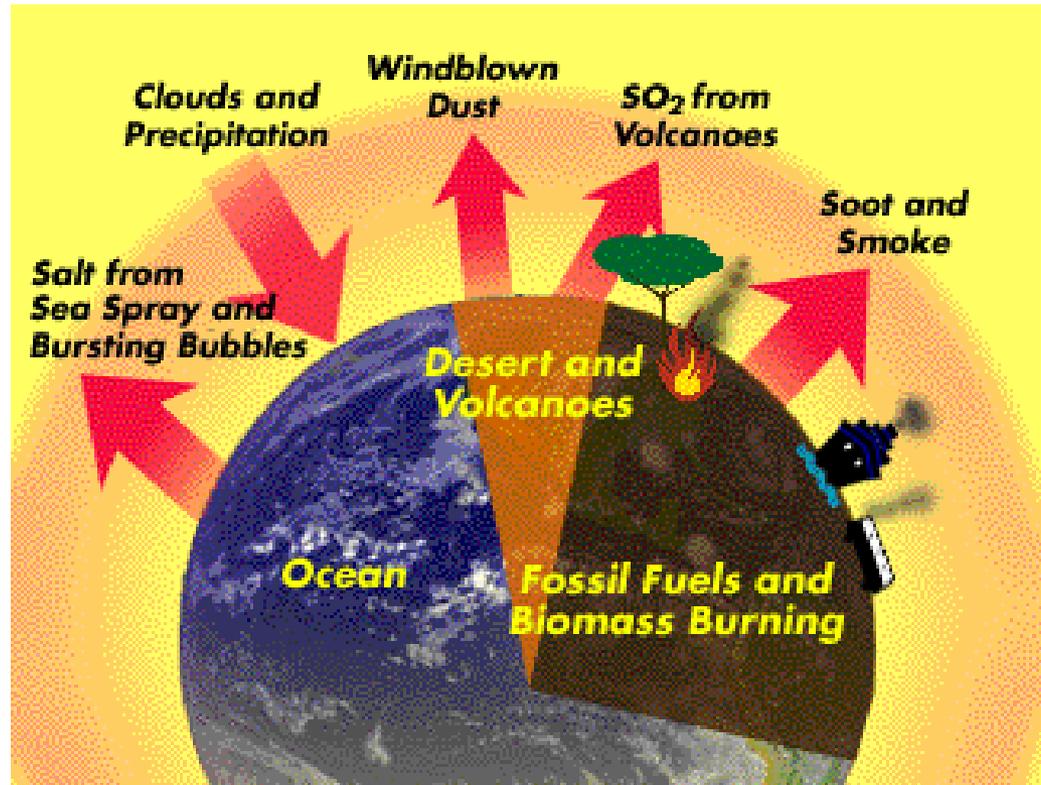
Vulcões / desertos

Queima de biomassa

Queima de combustíveis fósseis

Industrial

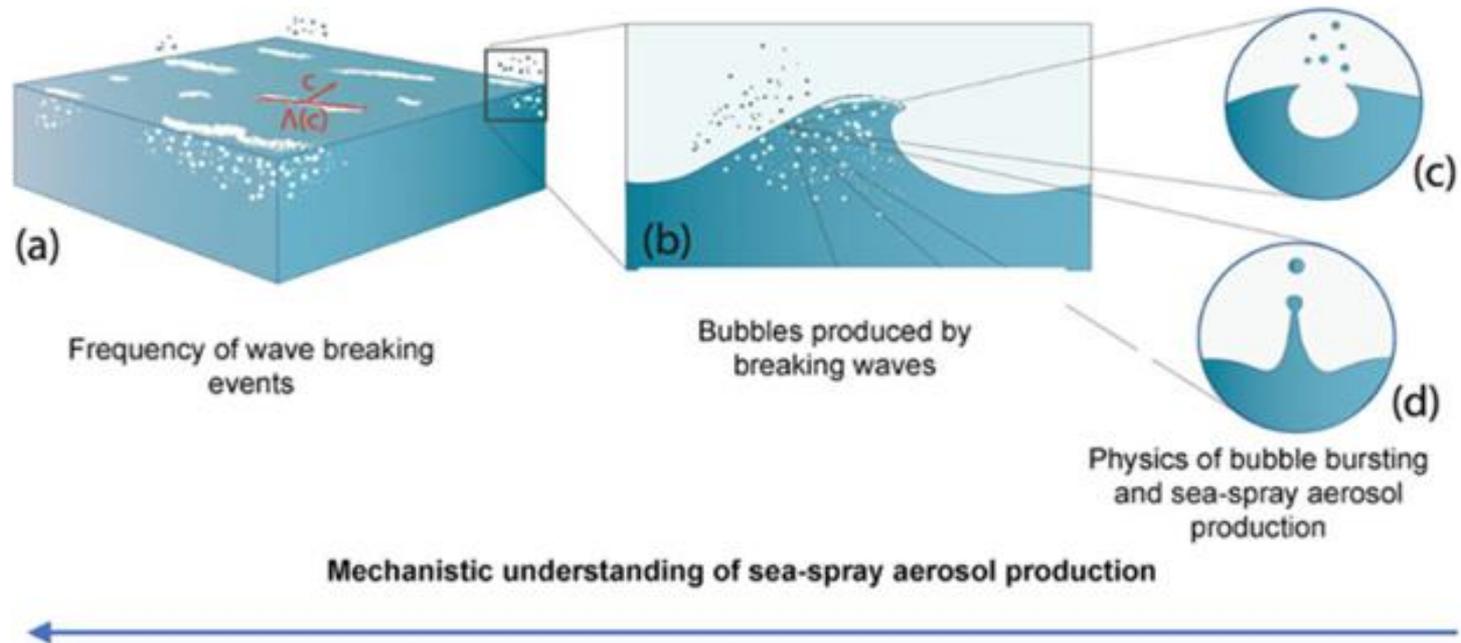
Diversos



Aerossol secundário????

- Inorgânico (sais de nitrato e sulfato de amônio)
- Orgânico (emissões biogênicas e antrópicas de COVs seguido de reações fotoquímicas)

Representação esquemática de processos de geração de spray-marinho. Crédito: NOAA GFDL



Emissão de spray marítimo

Forma-se quando ventos e ondas forçam bolhas de ar a estourar na superfície do mar

Contém composição de água do mar



Gotas de espuma

Gotas maiores que a água do mar se formam quando os ventos arrancam as cristas das ondas.

Acidificação por pulverização marítima

Redução de cloreto em gotas de spray marinho à medida que ácido sulfúrico ou ácido nítrico entra nas gotas.

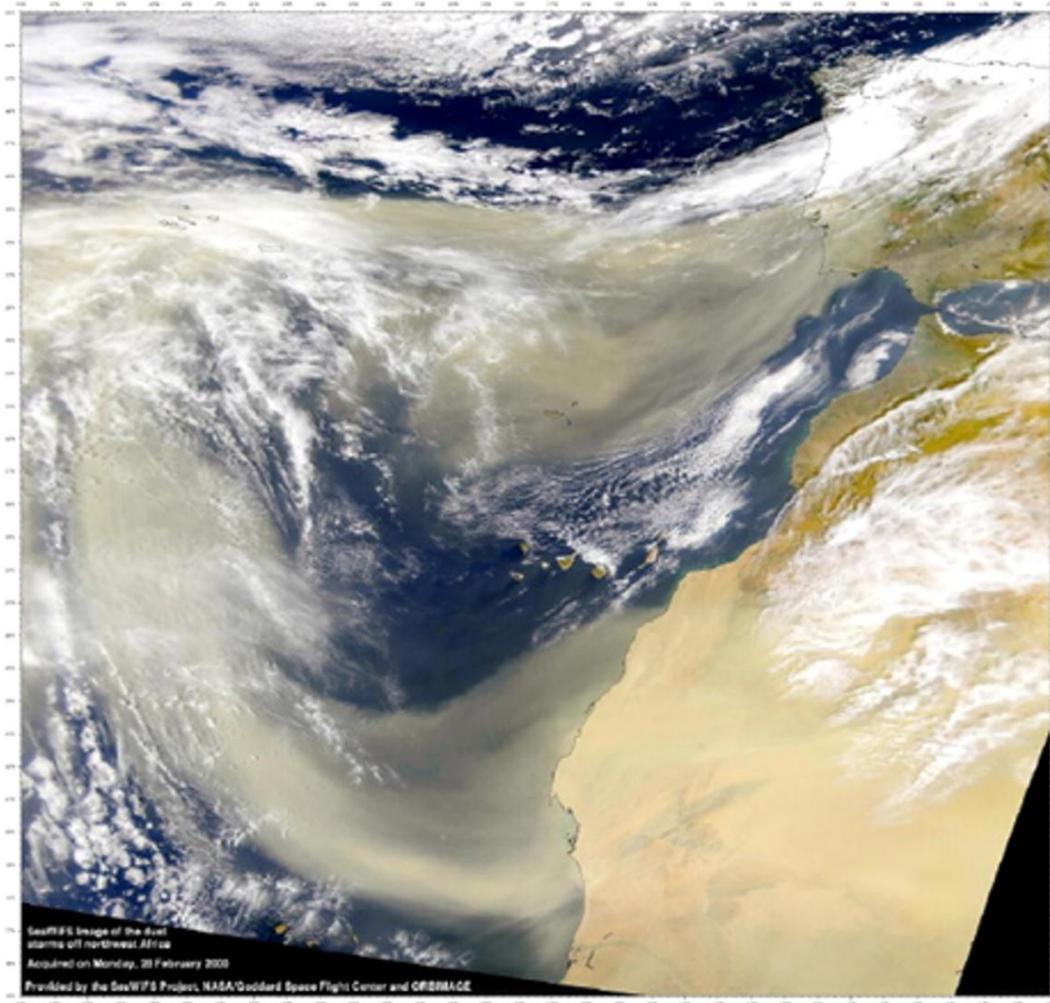
Desidratação

Perda de água quando a gota evapora em ar com baixa umidade relativa.

Constituintes da água do mar

Constituinte	% (massa)
água	96,78
Sódio	1,05
Cloreto	1,88
Magnésio	0,125
Enxofre	0,0876
Calcio	0,0398
Potássio	0,0386
Carbono	0,0027

Tempestade de poeira vinda da África (28 de fevereiro de 2000)



NASA/Goddard Space Flight Center and ORBIMAGE

Emissão de poeira do solo

Solo

Matéria mineral e orgânica natural e não consolidada que se encontra acima da rocha na superfície da Terra. Origina-se da quebra de rochas e da decomposição de plantas e animais mortos.

Rochas

Sedimentar: cobre 75 por cento da superfície da Terra e forma-se por deposição e cimentação de carbonatos, sulfatos, cloretos e fragmentos de conchas. Exemplo: giz.

Ígnea: Forma-se pelo resfriamento do magma. Exemplo: Granito.

Metamórfico: Transformação forma por estrutura de rochas existentes devido a altas temperaturas e pressões. Exemplo: mármore.

Decomposição das rochas no solo

Intemperismo físico

Desintegração de rochas e minerais por processos que não envolvem reações químicas. Exemplos: quando a tensão é aplicada a uma rocha. As tensões surgem devido à alta pressão sob o solo ou quando as rochas congelam/descongelam ou quando soluções salinas entram em fissuras e causam desintegração/fratura.

Intemperismo químico

Desintegração de rochas e minerais por reação química. Exemplo: Dissolução de gesso em água:



Sulfato de cálcio
dihidratado (gesso)

Íon
cálcio

Íon
sulfato

Água
líquida

Tipos de minerais na poeira do solo

Quartzo - $\text{SiO}_2(\text{s})$ - límpido, incolor, resistente ao intemperismo químico

Feldspatos - 50% das rochas da superfície da Terra

Feldspato potássico - $\text{KAlSi}_3\text{O}_8(\text{s})$

Feldspato plagioclásio - $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8\text{-CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8(\text{s})$

Hematita - $\text{Fe}_2\text{O}_3(\text{s})$ - marrom avermelhado

Calcita - $\text{CaCO}_3(\text{s})$ - encontrada em calcário

Dolomita - $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2(\text{s})$

Gesso - $\text{CaSO}_4\cdot 2\text{H}_2\text{O}(\text{s})$ - incolor a branco

Argilas - minerais macios, compactos e odoríferos resultantes do intemperismo

Caulinita - $\text{Al}_4\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_8(\text{s})$

Ilite

Esmectite

Vermiculita

Clorito

Matéria orgânica - lixo vegetal ou tecido animal quebrado por bactérias

Tempo para as partículas caírem 1 km

Diam. (μm)	Tempo de queda de 1 km
0,02	228 anos
0,1	36 anos
1,0	328 dias
10	3,6 dias
100	1,1 horas
1000	4 minutos
5000	1,8 minutos

Apenas partículas menores que 10 μm atingem a atmosfera global

Emissão Vulcânica

Mais de 500 vulcões ativos

Magma contém 1-4 por cento de gás em massa.

O vapor de água representa 50-80 por cento da massa do gás

Alguns outros constituintes:

$\text{CO}_2(\text{g})$

$\text{SO}_2(\text{g})$

$\text{OCS}(\text{g})$

$\text{N}_2(\text{g})$

$\text{CO}(\text{g})$

$\text{H}_2(\text{g})$

$\text{S}_2(\text{g})$

$\text{HCl}(\text{g})$

$\text{Cl}_2(\text{g})$

$\text{F}_2(\text{g})$

Partículas

Os mais abundantes são os minerais de silicato.

Faixa de tamanho de $< 0,1$ a $100 \mu\text{m}$



Sarychev, Kuril Islands (Junho, 2009)

NASA Johnson Space Center

Emissão de queima de biomassa

Queima de florestas perenes, florestas caducifólias, bosques, pastagens, áreas agrícolas para limpar terras, estimular o crescimento da grama, gerenciar o crescimento da floresta ou satisfazer um ritual.

Constituintes gasosos:

CO(g)	CO ₂ (g)
CH ₄ (g)	NO _x (g)
VOCNM	SO ₂ (g)



Constituintes de partículas

Cinzas, fibras vegetais, poeira do solo, matéria orgânica, fuligem (carbono negro mais matéria orgânica)

Composição de fuligem

Altas temperaturas → alta proporção de BC:OM na fuligem

Combustíveis fósseis

Carvão

Rocha sedimentar carbonácea combustível marrom a preta formada pela compactação de material vegetal parcialmente decomposto.

Estágios da metamorfose do carvão

Turfa (não consolidada, marrom-preta)

Carvão de turfa (consolidado, marrom-preto)

Carvão linhito (marrom-preto)

Carvão betuminoso (macio) (marrom escuro a preto)

Carvão antracito (duro) (preto)

Petróleo

Líquido natural de hidrocarboneto gorduroso, viscoso e combustível que se forma a partir da decomposição em escala geológica de plantas e animais.

Emissão de queima de combustíveis fósseis

Gases

$\text{NO}_x(\text{g})$, $\text{VOCNM}(\text{g})$, $\text{CO}(\text{g})$, $\text{CO}_2(\text{g})$, $\text{CH}_4(\text{g})$, $\text{SO}_2(\text{g})$

Partículas

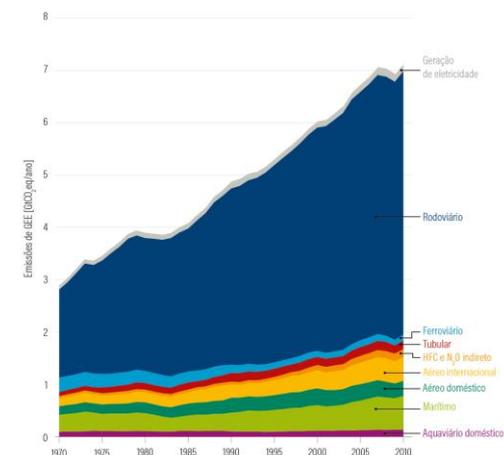
fuligem (BC+OM), OM apenas, SO_4^{2-} , metais, cinzas volantes

Cinzas volantes

Contém: O, Si, Al, Fe, Ca, Mg.



De onde vêm as emissões do transporte?



Emissão Industrial

Fonte	metais em cinzas volantes
Fundições	Fe, Cd, Zn
Usinas termelétricas a óleo	V, Ni, Fe
Usinas termelétricas a carvão	Fe, Zn, Pb, V, Mn, Cr, Cu, Ni, As, Co, Cd, Sb, Hg
Incineração de resíduos municipais	Zn, Fe, Hg, Pb, Sn, As, Cd, Co, Cu, Mn, Ni, Sb
Fornos siderúrgicos	Fe, Zn, Cr, Cu, Mn, Ni, Pb

Diferenças entre material particulado:

	fino (MP _{2,5})	grosso (MP _{2,5-10})
Caminho de formação	reação química, nucleação, condensação, coagulação de nevoeiro/nuvem	Perturbação mecânica, suspensão de poeira
Composição	SO ₄ ²⁻ , NO ₃ ⁻ , NH ₄ ⁺ , H ⁺ , carbono elementar, moléculas orgânicas, água, metais (Pb, Cd, Cu, Ni, Zn, Mn, etc)	Poeira suspensa, cinzas de carvão e óleo, óxidos de elementos da crosta (Si, Al, Ti, Fe), CaCO ₃ , NaCl, pólen, mofo, esporos, restos de animais e vegetais
Fontes	Combustão (carvão, óleo, gasolina, diesel, madeira); conversão gás-partícula de NO _x , SO ₂ e COVs, fundição, moinhos (farinhas)	Ressuspensão de poeira de solo (industrial, agricultura, mineração, estradas de terra), de fontes biológicas, construção / demolição, spray marinho
Tempo de vida (atmosfera)	Dias a semanas	Minutos a dias
Distância percorrida	Entre 100 e 1000 km	Geralmente < 10 km

Material particulado (MP)

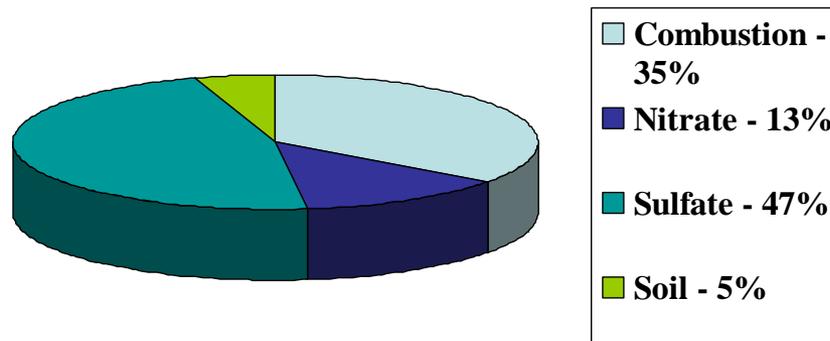
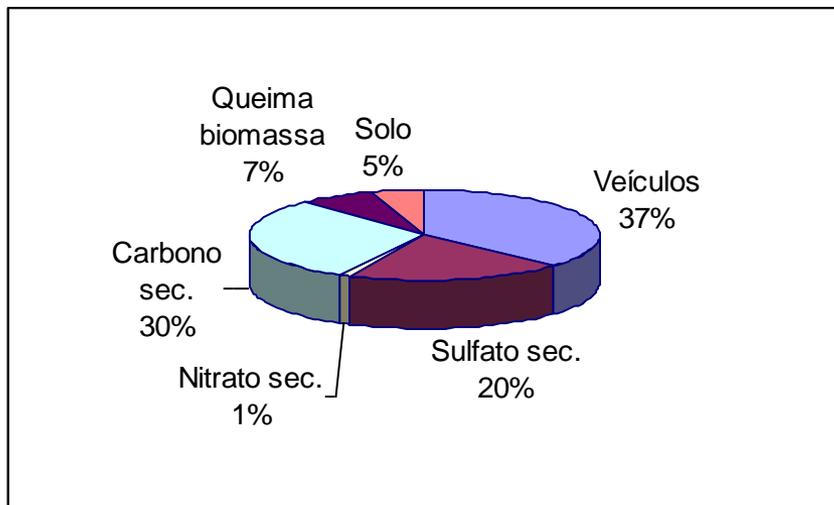
Inalável – MP_{2,5-10}

Fino – MP_{2,5}

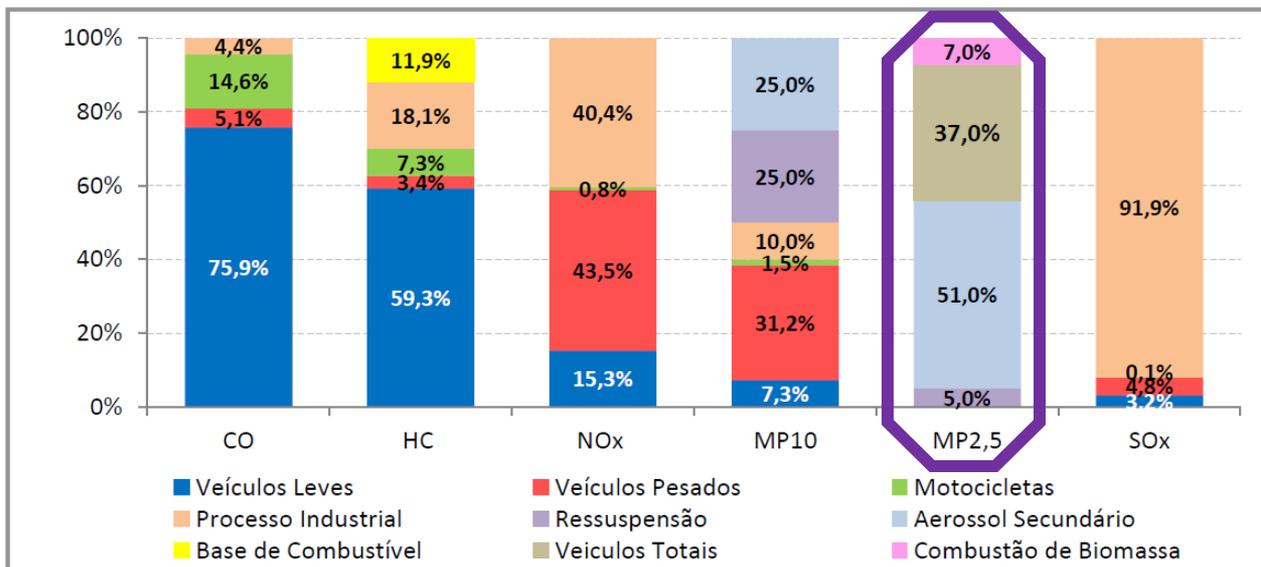
Composição química

Composição média do Material Particulado inalável- São Paulo

Composição do Material Particulado Fino na parte leste dos EUA.



Emissões relativas por tipo de fonte – RMSP (CETESB, 2023)

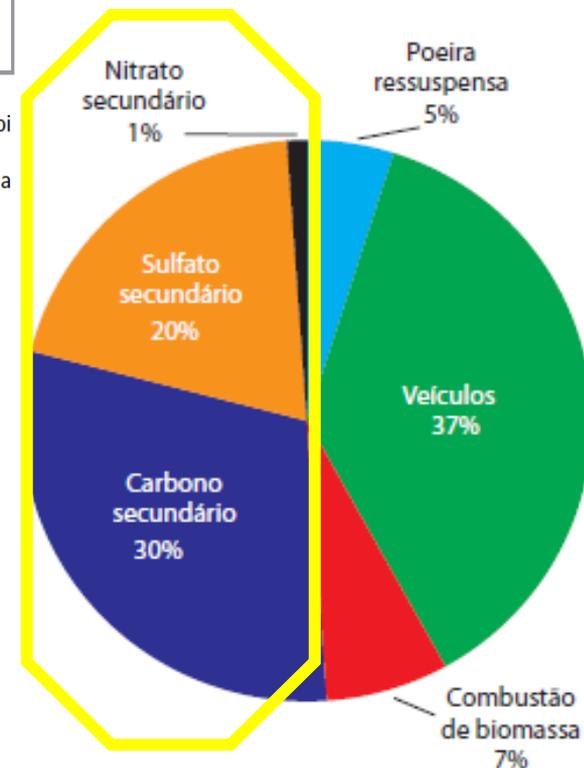


Fonte: CETESB (2023)

Nota 1: MP₁₀ - Contribuição conforme estudo de modelo receptor para partículas inaláveis (CETESB, 2002). A contribuição dos veículos (40%) foi rateada entre todos os veículos de acordo com os dados de emissão disponíveis (Tabela 4.5).

Nota 2: MP_{2,5} - Contribuição conforme estudo de modelo receptor para partículas inaláveis finas realizado em Cerqueira César em 1996/1997, sendo a contribuição dos veículos apresentada de forma global (CETESB, 2002).

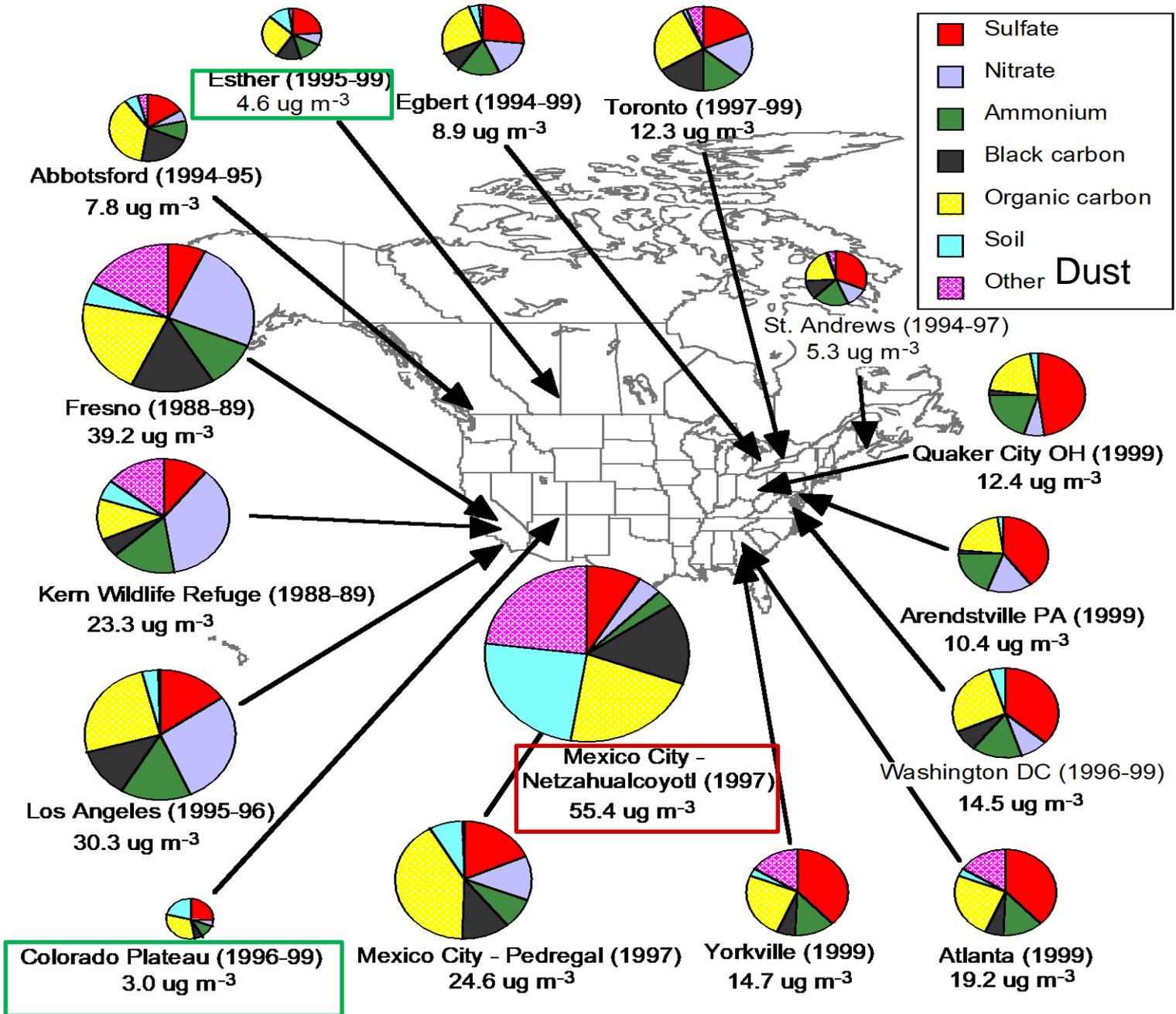
Nota 3: As emissões de HC provenientes do abastecimento dos veículos nos postos de combustível foram incorporadas nos veículos leves.

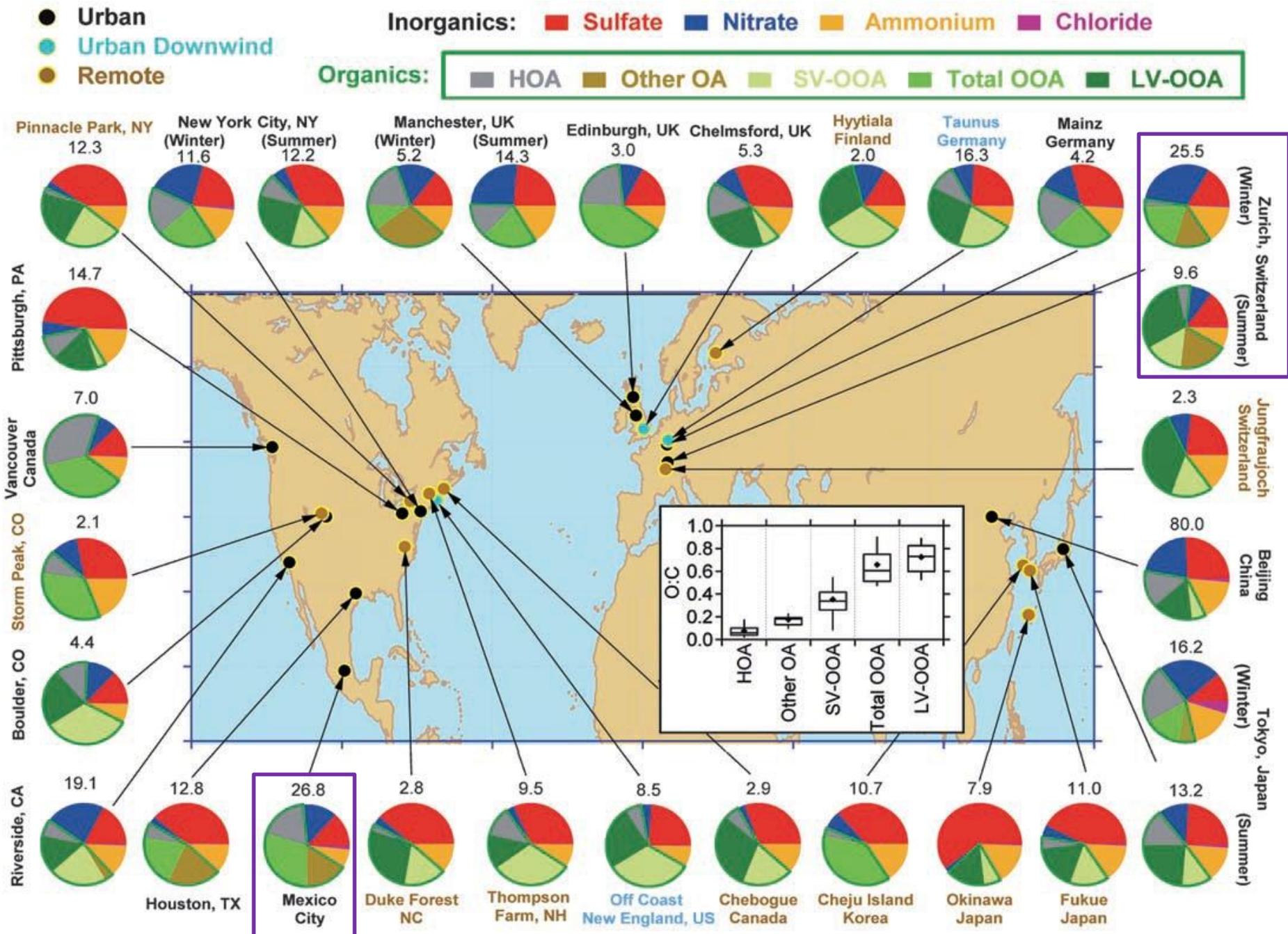


~51%
Aerossol secundário

Material particulado fino (MP_{2,5}),
distribuição de fontes para a RMSP
(CESTESB, 2009)

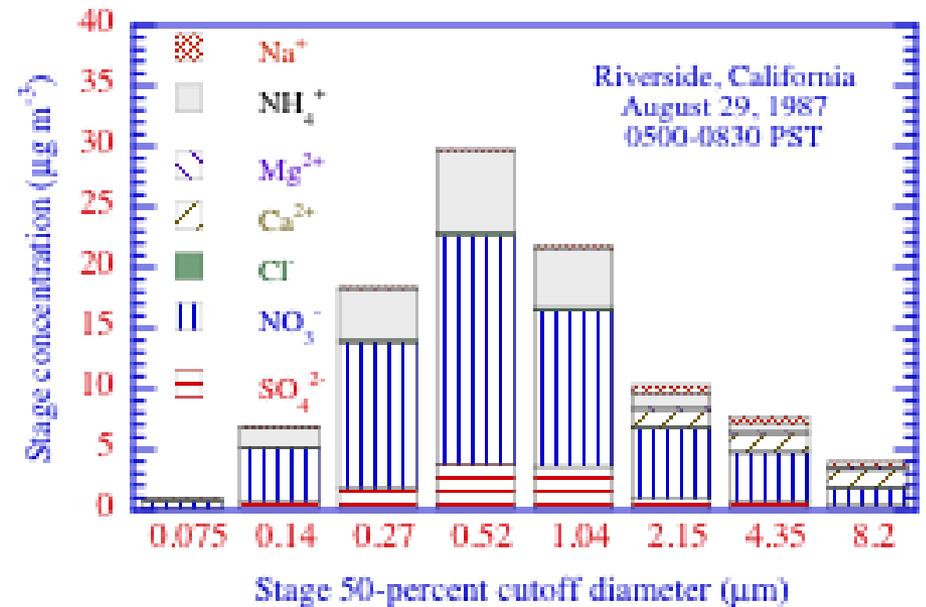
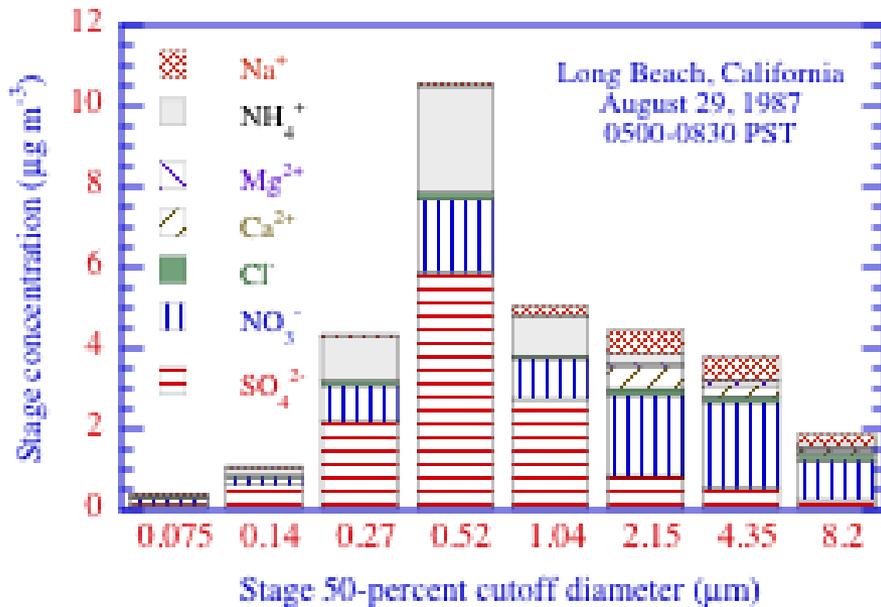
COMPOSIÇÃO QUÍMICA DE MP_{2,5} (NARSTO PM ASSESSMENT)





J. L. Jimenez, *et al*, Evolution of Organic Aerosols in the Atmosphere, *Science* 326, 1525 (2009)

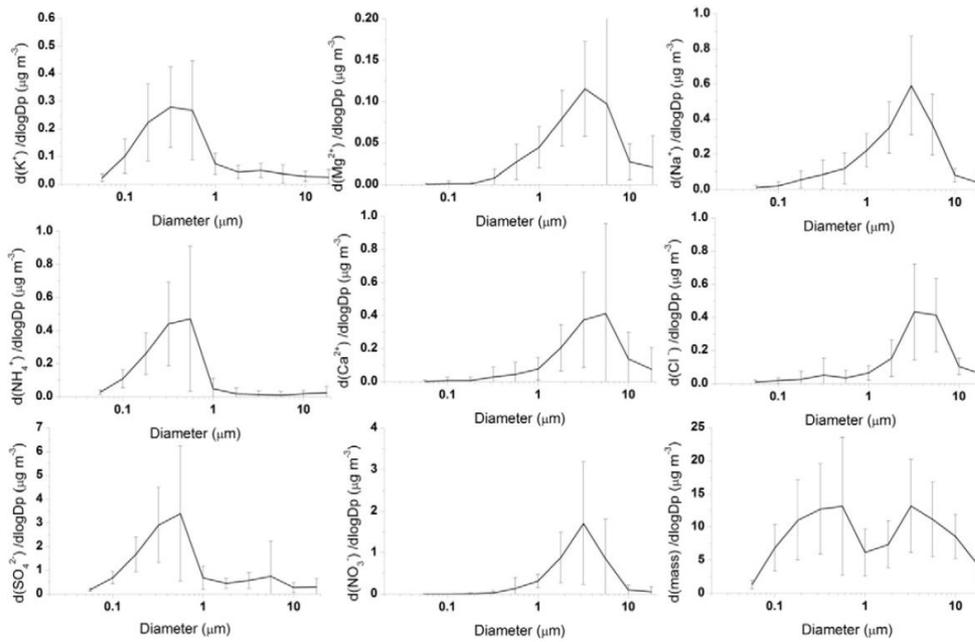
Composição de partículas de aerossol vs tamanho



Atenção para as escalas no eixo Y e a importância relativa de nitrato e sulfato entre esses dois locais na Califórnia.

Composição de partículas de aerossol vs tamanho

Distribuições resolvidas por tamanho da massa de material particulado e concentrações médias de íons na megacidade de São Paulo, 08/08 – 05/09/2012.

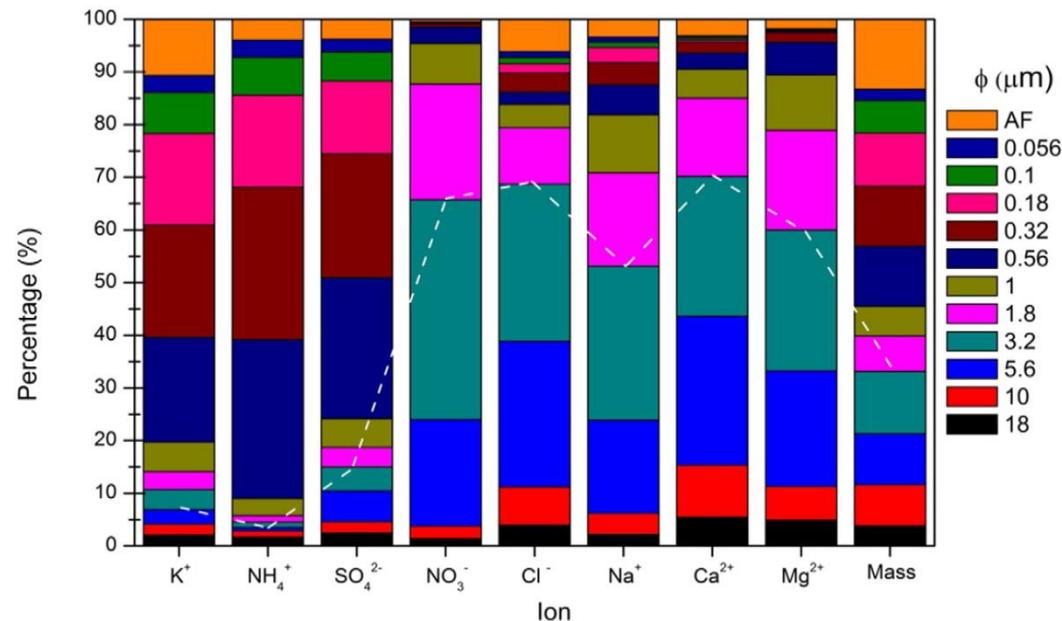


D ₅₀ (μm)	Size bin interval (μm)	Mass (μg m ⁻³)
18	10–18	1.07 ± 0.45
10	5.6–10	2.16 ± 0.84
5.60	3.2–5.6	2.71 ± 1.36
3.20	1.8–3.2	3.29 ± 1.76
1.80	1.0–1.8	1.88 ± 0.90
1.00	0.56–1.0	1.56 ± 0.89
0.56	0.32–0.56	3.19 ± 2.53
0.32	0.18–0.32	3.17 ± 1.69
0.18	0.10–0.18	2.81 ± 1.54
0.10	0.056–0.10	1.72 ± 0.89
0.056	0.020–0.056	0.59 ± 0.28
< 0.020	< 0.020	3.71 ± 2.92

MP₁₀ = 26,8 μg m⁻³

Distribuições de massa de material particulado e íons resolvidas por tamanho relativo na megacidade de São Paulo, 08/08 – 05/09/2012.

A linha tracejada branca representa o limite entre as modas fino e grosso.



Exercício

•Na figura a seguir estão apresentados os gráficos de distribuição de número, distribuição de volume e composição química em função do tamanho das partículas atmosféricas representativas de diferentes regiões e condições de qualidade do ar. Descreva estas diferenças observadas entre as regiões (A, B, C e D). Proponha qual região característica representa cada uma destas áreas estudadas. Lembrar que os números no alto de cada gráfico representam o total do número de partículas (1^a. Coluna), total do volume de partículas (2^a. Coluna) e concentração total – massa por volume (3^a e 4^a. Colunas)

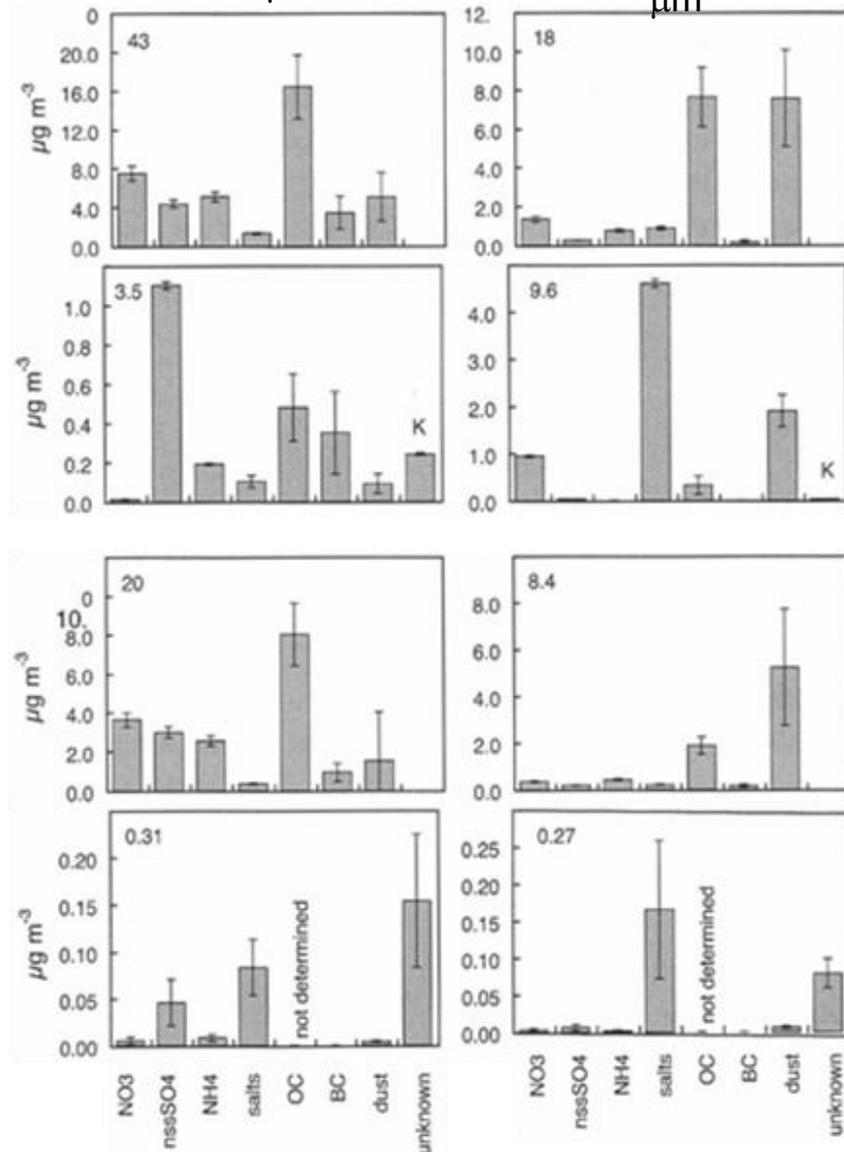
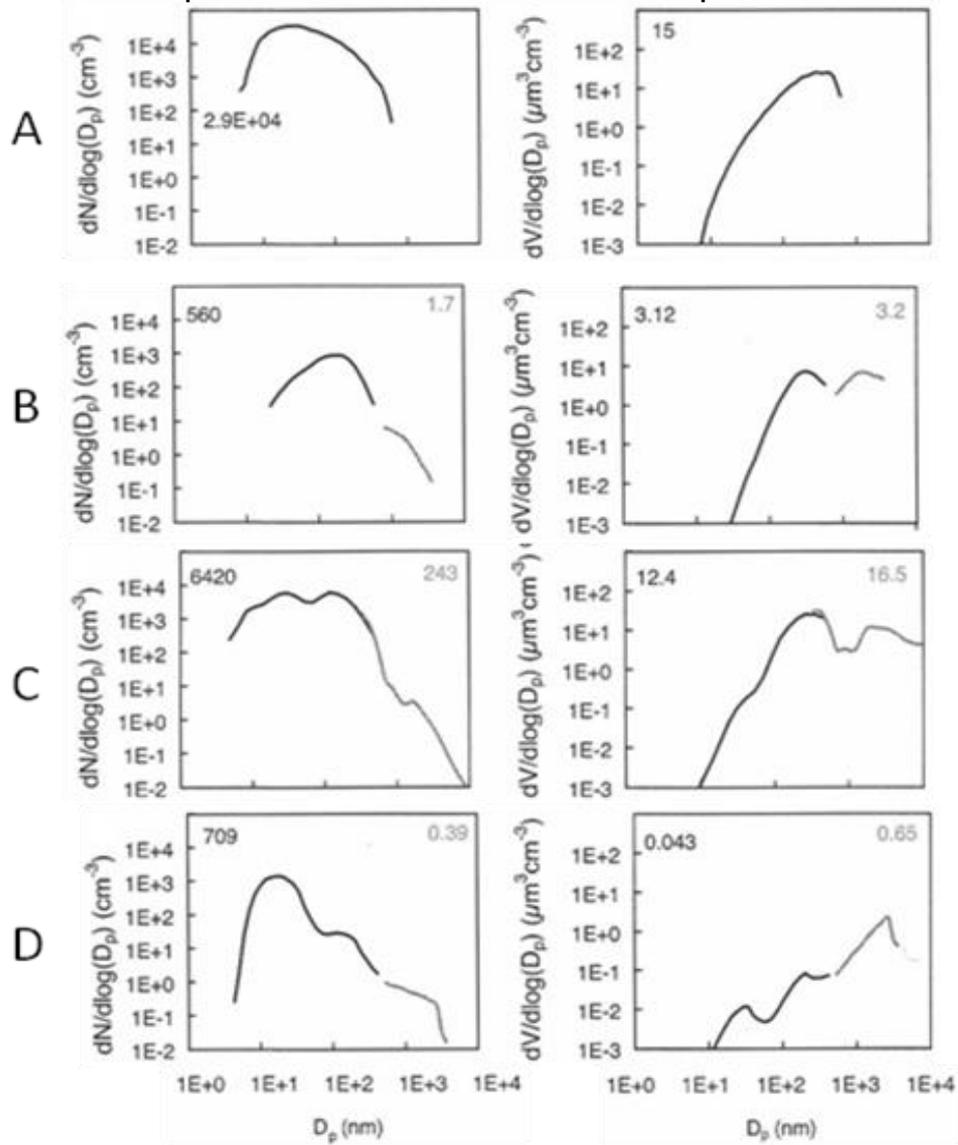
(Fonte: Brasseur, Prinn, Pszenny, Atmospheric Chemistry in a Changing World, 2003, Springer).

Distribuição de número por tamanho das partículas

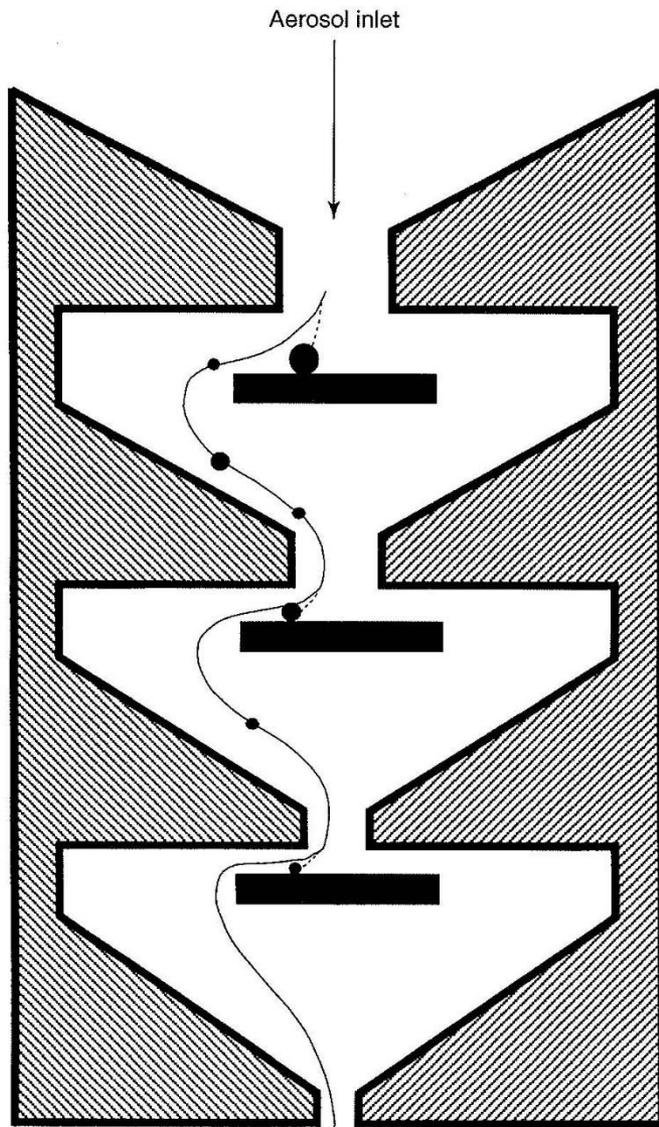
Distribuição de volume por tamanho das partículas

Composição química sub- μm

Composição química super- μm



Amostragem: impactador em cascata (MOUDI)

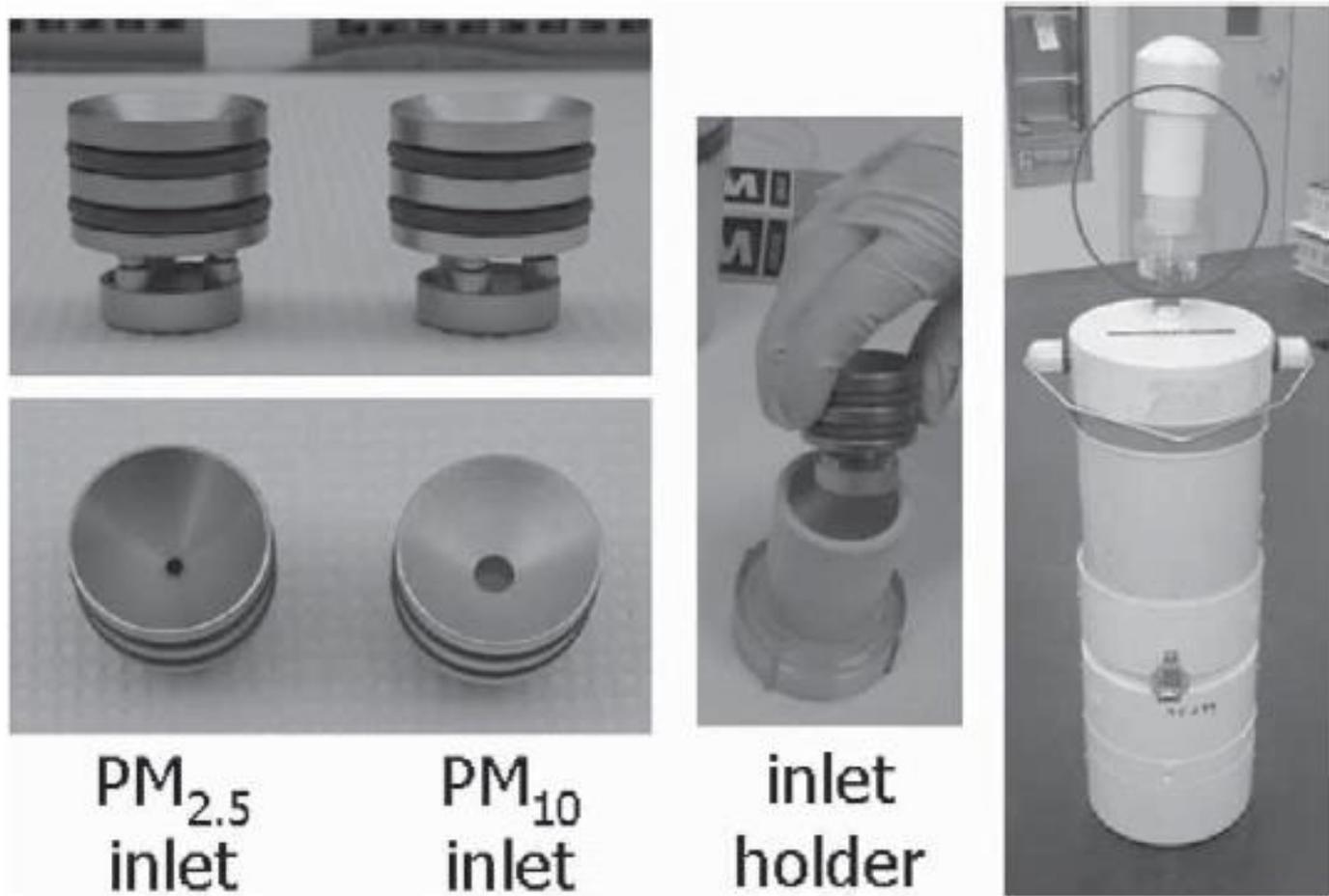


Metodologia de amostragem Aerossóis atmosféricos

Amostradores: Coletor de Particulados Fino e Grosso e Impactador em Cascata



Estágio	Diâmetro de corte (μm)
<i>inlet</i>	18
1A	10
2A	5,60
3A	3,20
4A	1,80
5A	1,00
6A	0,56
7A	0,32
8A	0,18
9A	0,10
10A	0,056
After filter	< 0,056



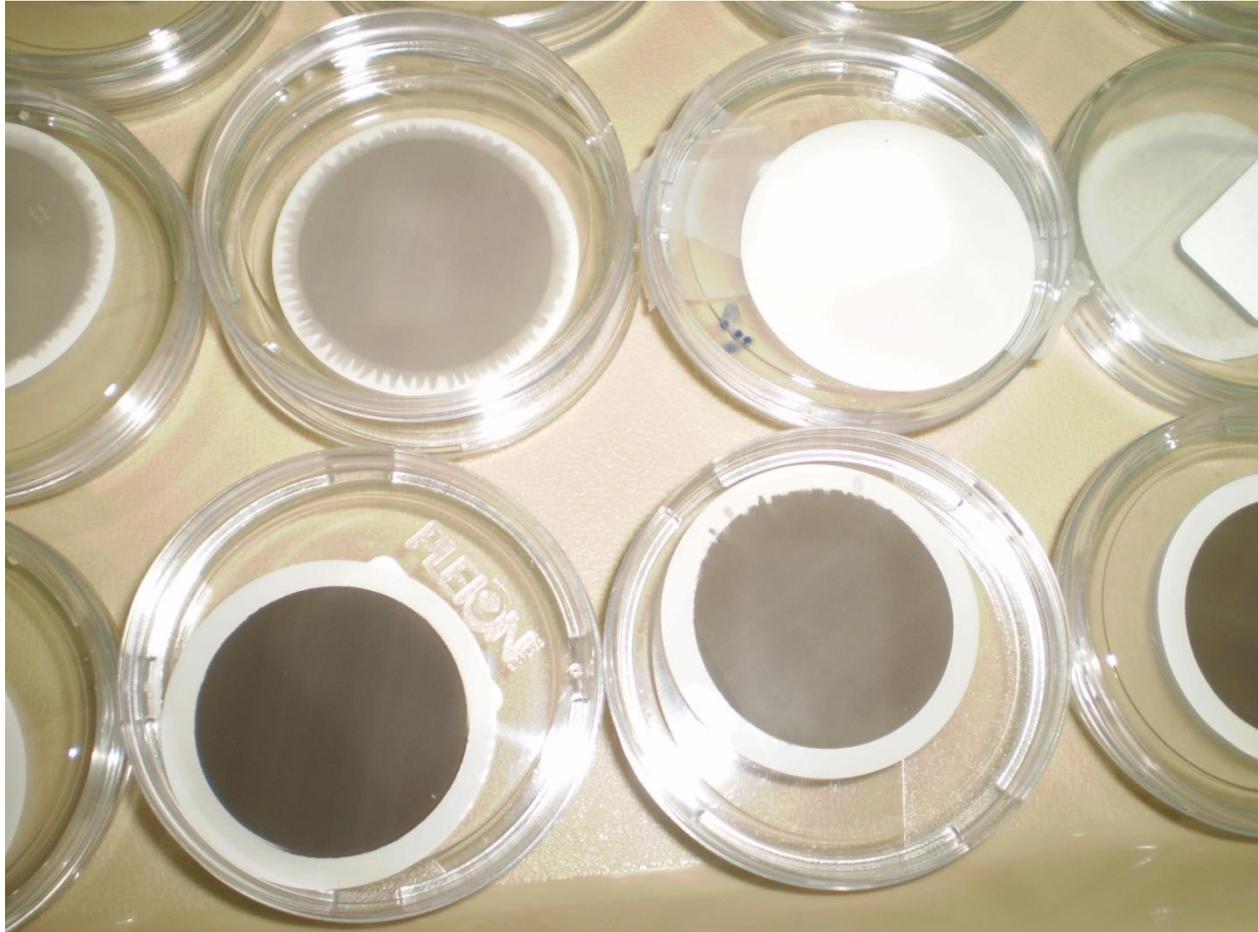
Source: Watson and Chow (2003).

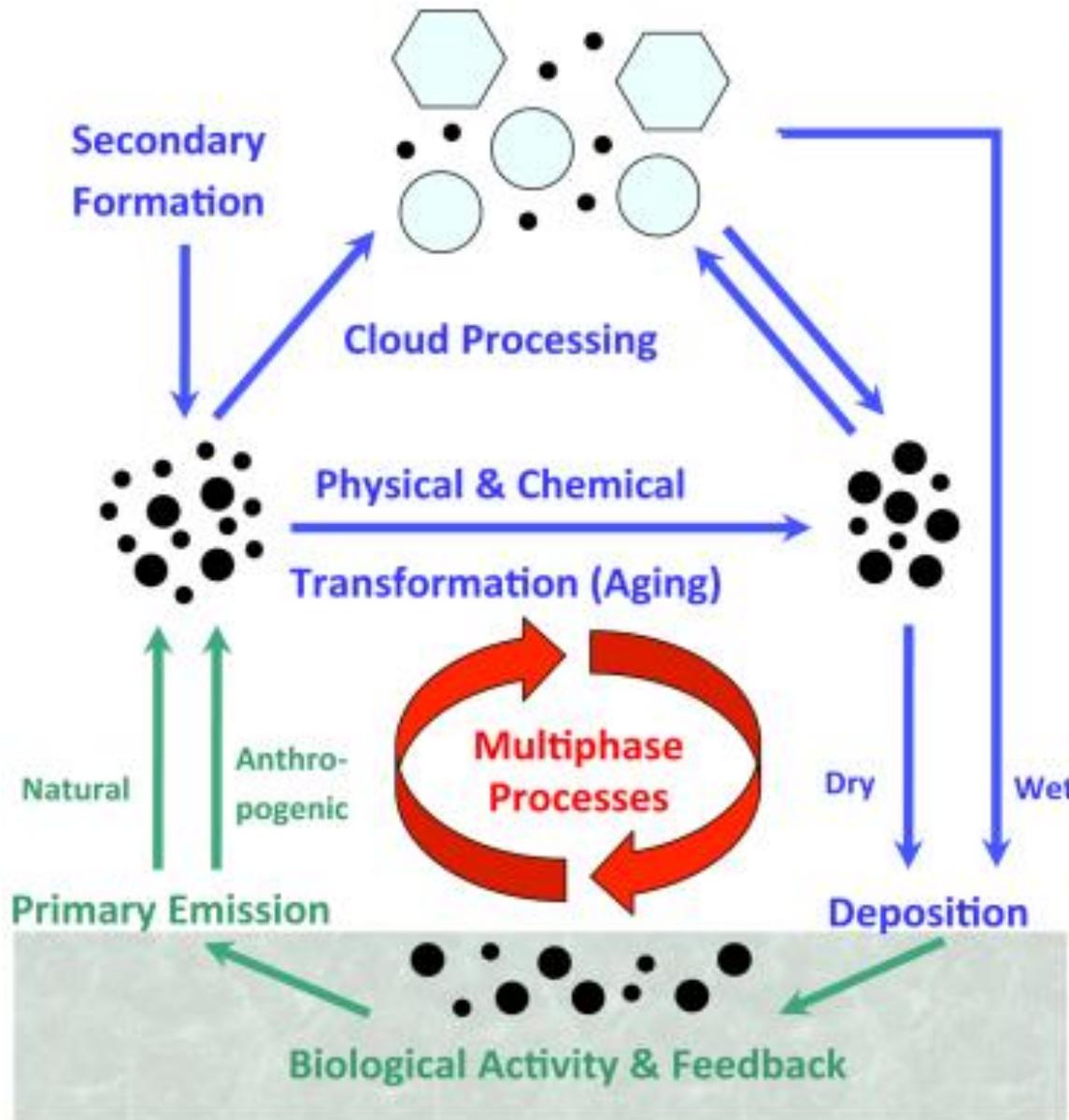


Filtros de policarbonato, antes da amostragem, deixados para climatização em sala apropriada
T ~ 22 °C
UR ~ 45%



Amostragens diárias (24h) a partir de maio de 2007





Atmosphere & Climate

- aerosols & gases
- clouds & precipitation
- radiation & dynamics

Mechanistic understanding, quantitative prediction & human influence ?

- reproduction & spread of organisms & biomes
- human, animal & plant diseases

Biosphere & Public Health

Troca atmosfera-biosfera e processamento heterogêneo de partículas e gases atmosféricos (U. Pöschl and M. Shiraiwa, Multiphase Chemistry at the Atmosphere–Biosphere Interface Influencing Climate and Public Health in the Anthropocene, Chem. Rev., 115, 4440–4475, 2015)

Bibliografia:

Judith C. Chow, Measurement Methods to Determine Compliance with Ambient Air Quality Standards for Suspended Particles, Journal of the Air & Waste Management Association, 45:5, 320-382, 1995.

Peter H. McMurry, A review of atmospheric aerosol measurements, Atmospheric Environment, 34, 1959-1999, 2000.

C. Baird. "Química Ambiental", 2a.ed., Bookman, Porto Alegre, 2002.

Brasseur, G.P., Orlando, J.J., Tyndall, G.S., Atmospheric Chemistry and Global Change, Oxford University Press, New York, 1999.

J.H. Seinfeld e S. N. Pandis, "Atmospheric Chemistry and Physics: from air pollution to climate change", John Wiley & Sons, New York, 1998.

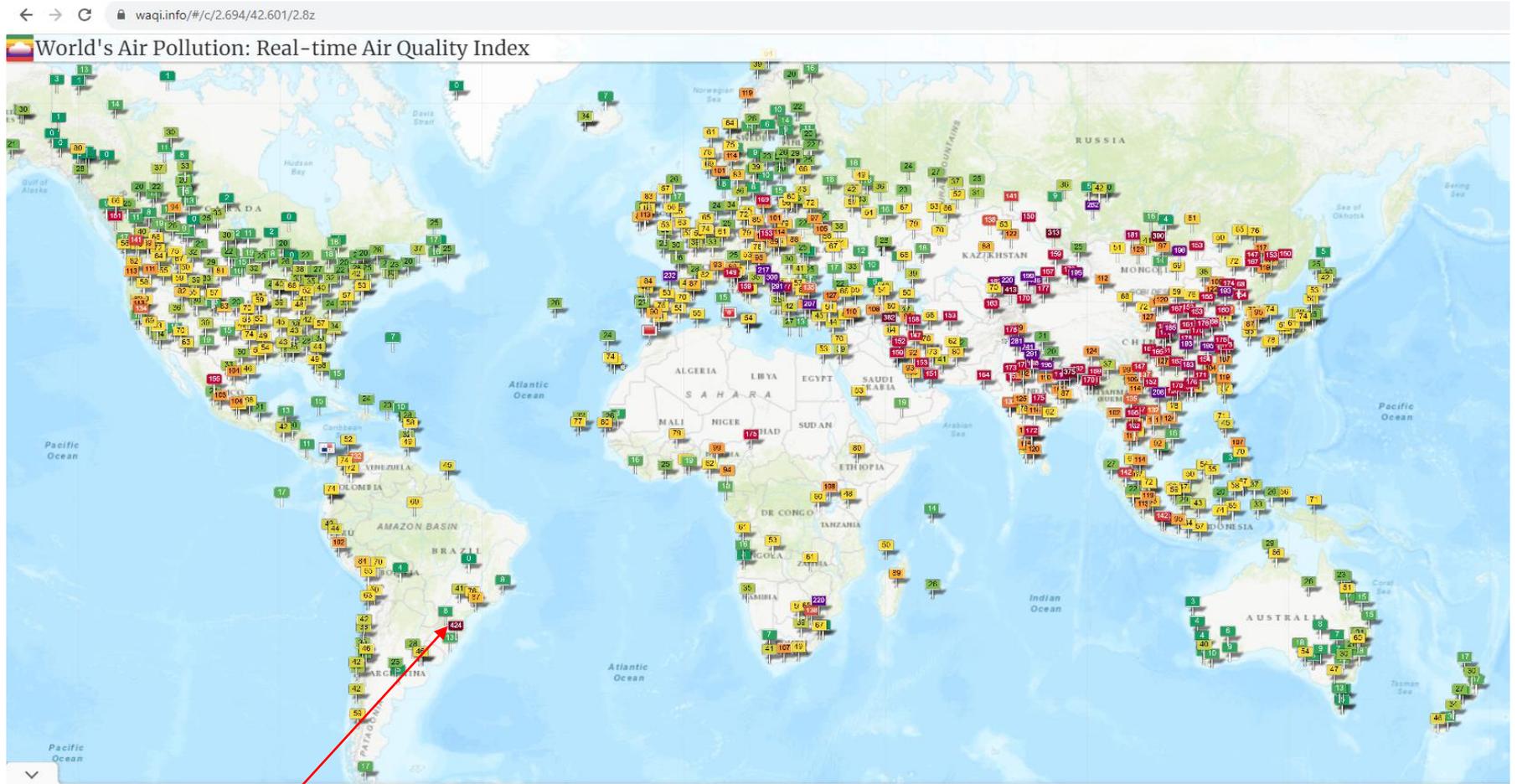
<http://www.abema.org.br/> (Associação Brasileira de Entidades Estaduais de Meio Ambiente)

<http://www.cetesb.sp.gov.br/>

<http://www.epa.gov/air/>



World's Air Pollution: Real-time Air Quality Index

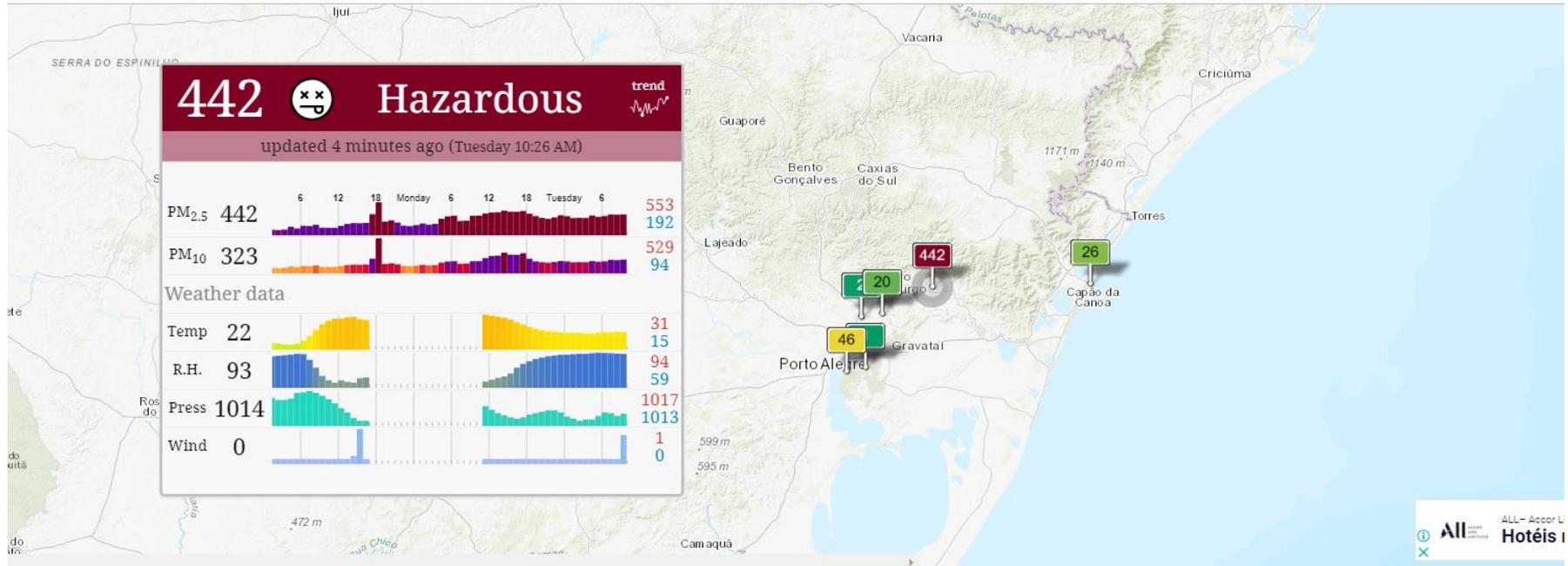


Próximo slide

<https://waqi.info/#/c/2.694/42.601/2.8z>

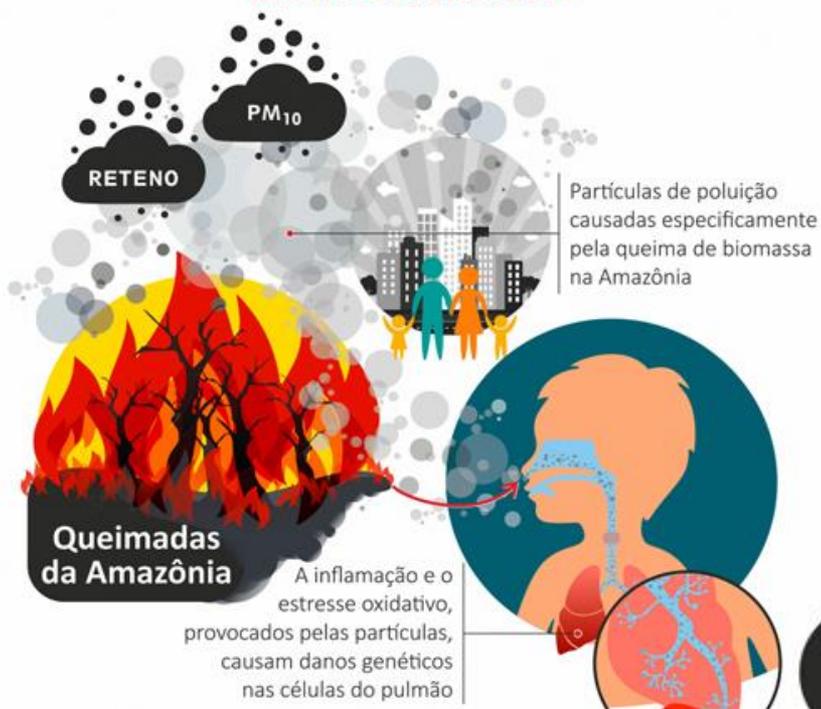
Rua Haroldo Candemil Valim, Taquara, Brazil Air Pollution_{BR}

Real-time Air Quality Index (AQI)



Located Santa Rosa, Taquara, Região Geográfica Imediata de Taquara - Parobé - Igrejinha, Metropolitan Region of Porto Alegre, Região Geográfica Intermediária de Porto Alegre, Rio Grande do Sul, South Region, 95600-000, Brazil.

O IMPACTO DAS QUEIMADAS NA AMAZÔNIA EM NOSSA SAÚDE



<https://portal.fiocruz.br/noticia/especial-clima-e-saude-aborda-o-tema-queimadas>



Fonte: "Biomass burning in the Amazon region causes DNA damage and cell death in human lung cells"- revista Nature Scientific Reports-www.nature.com/articles/s41598-017-11024-3

Infográfico: Vera Lucia Fernandes de Pinho | Ascom | Icict | Fiocruz

<https://queimadas.dgi.inpe.br/queimadas/portal/outros-produtos/paineis-de-monitoramento-da-ocorrencia-de-focos-de-fogo-ativo/home>

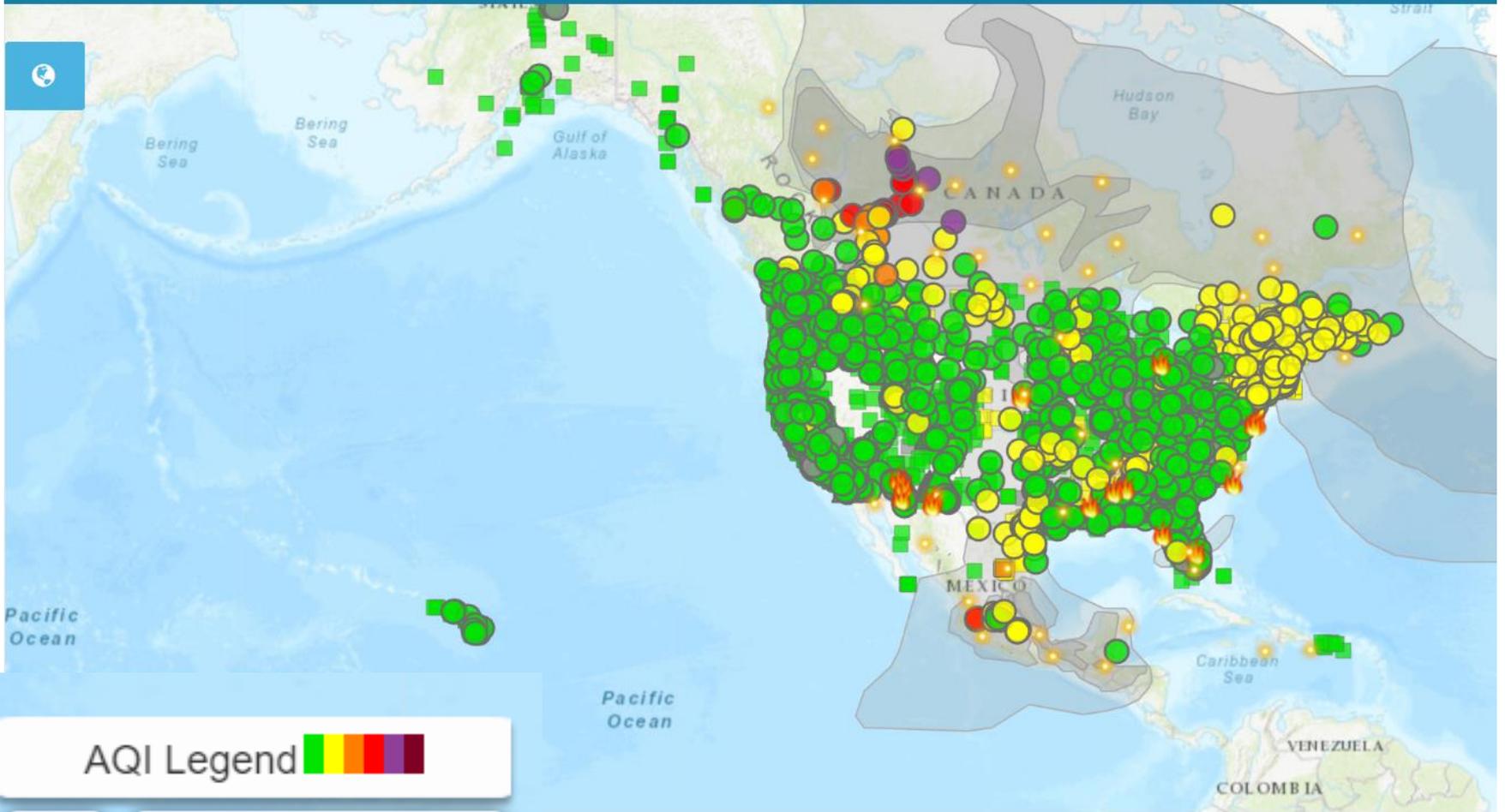
<https://www.hrw.org/pt/report/2020/08/26/376135>

<https://www.wwf.org.br/?87060/Queimadas-no-Amazonas-batem-recorde-na-primeira-quinzena-de-outubro>

<https://metsul.com/mapa-mostra-emissoes-recordes-por-queimadas-na-amazonia/>



Fire and Smoke Map v3.1



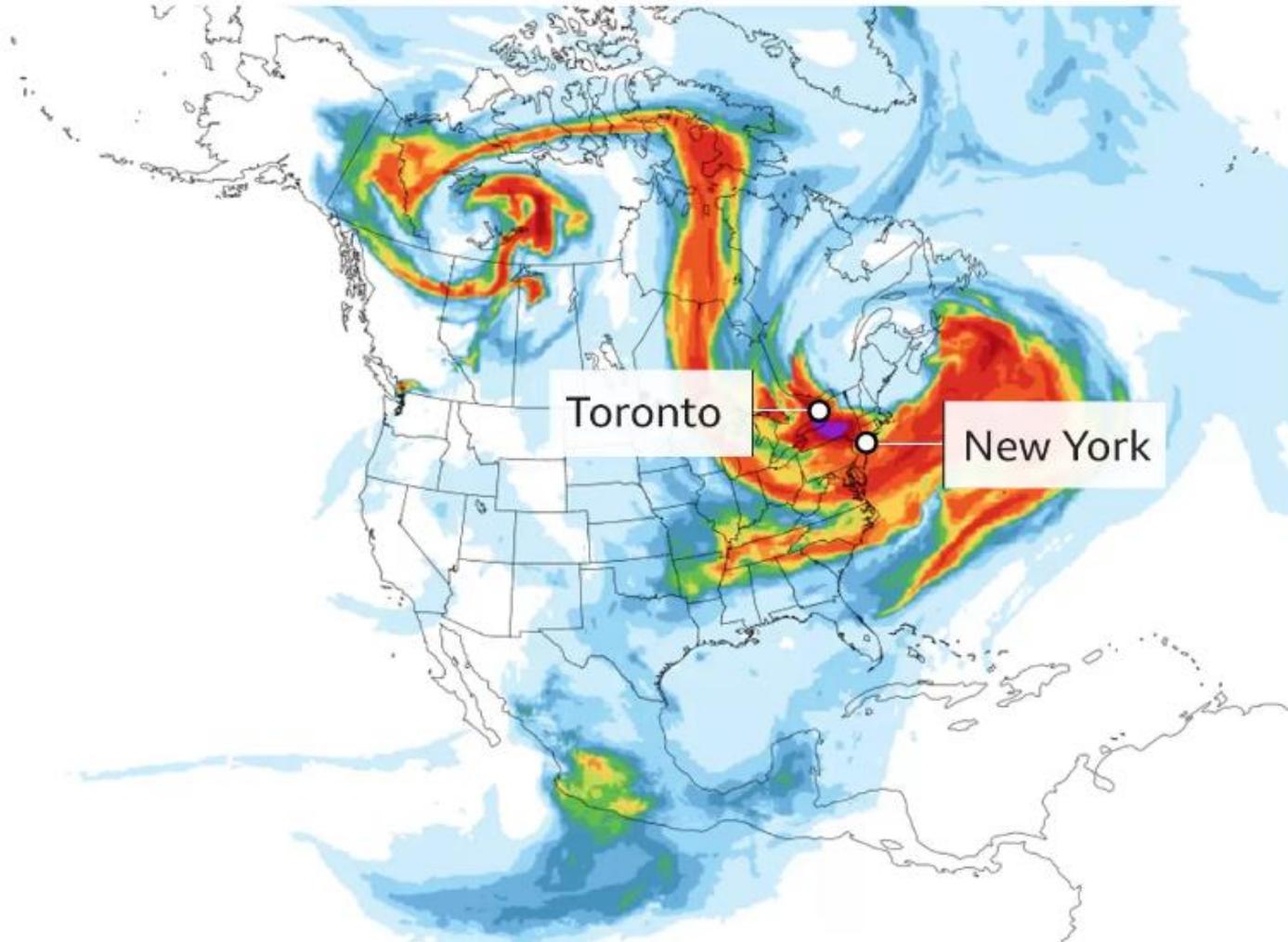
AQI Legend



Refreshed At
Jun-12-2023 7:33 PM

Data from NOAA on Wednesday 7 June 2023

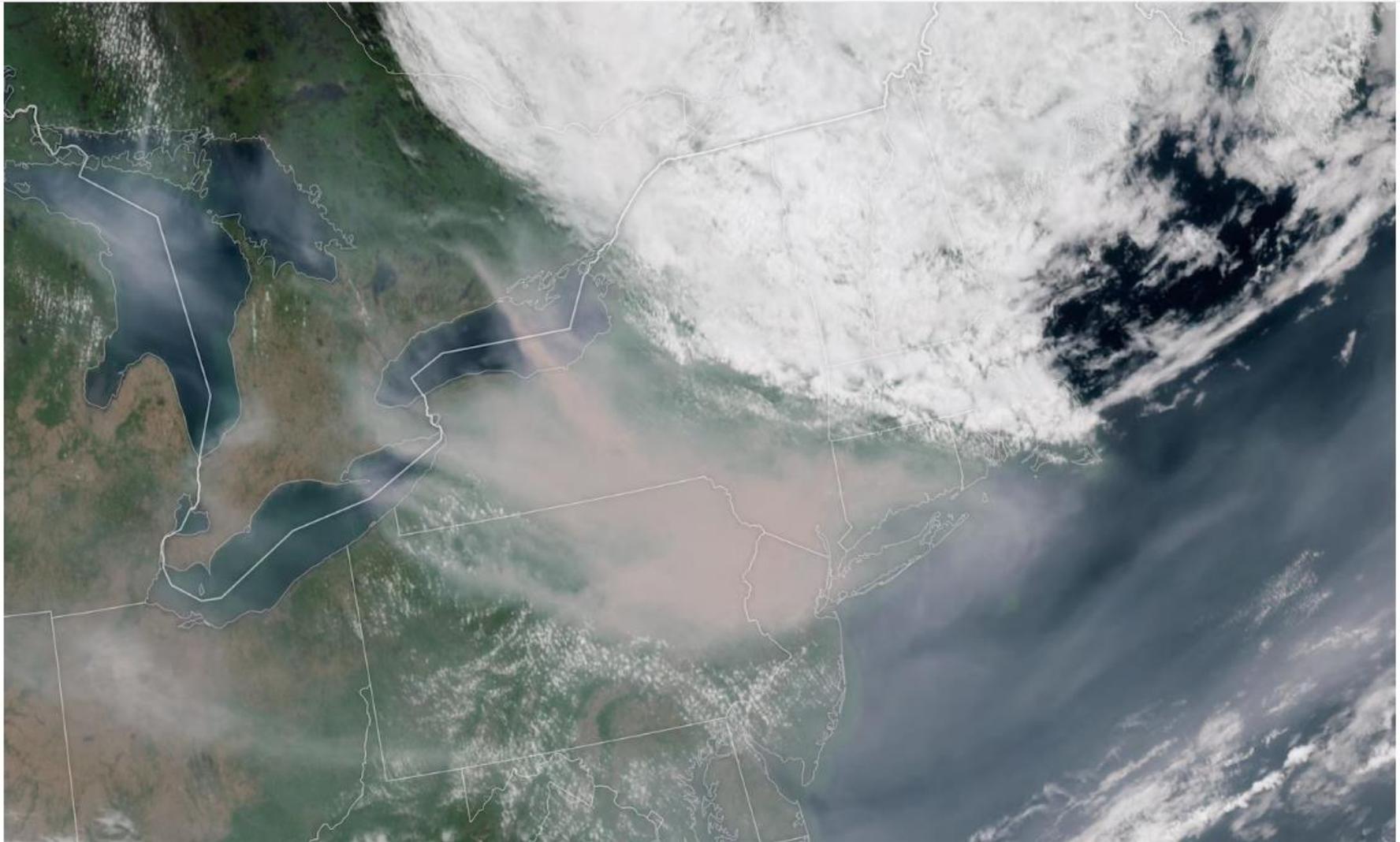
Level of smoke in the atmosphere, micrograms per cubic metre



<https://www.bbc.com/news/world-us-canada-65828469>

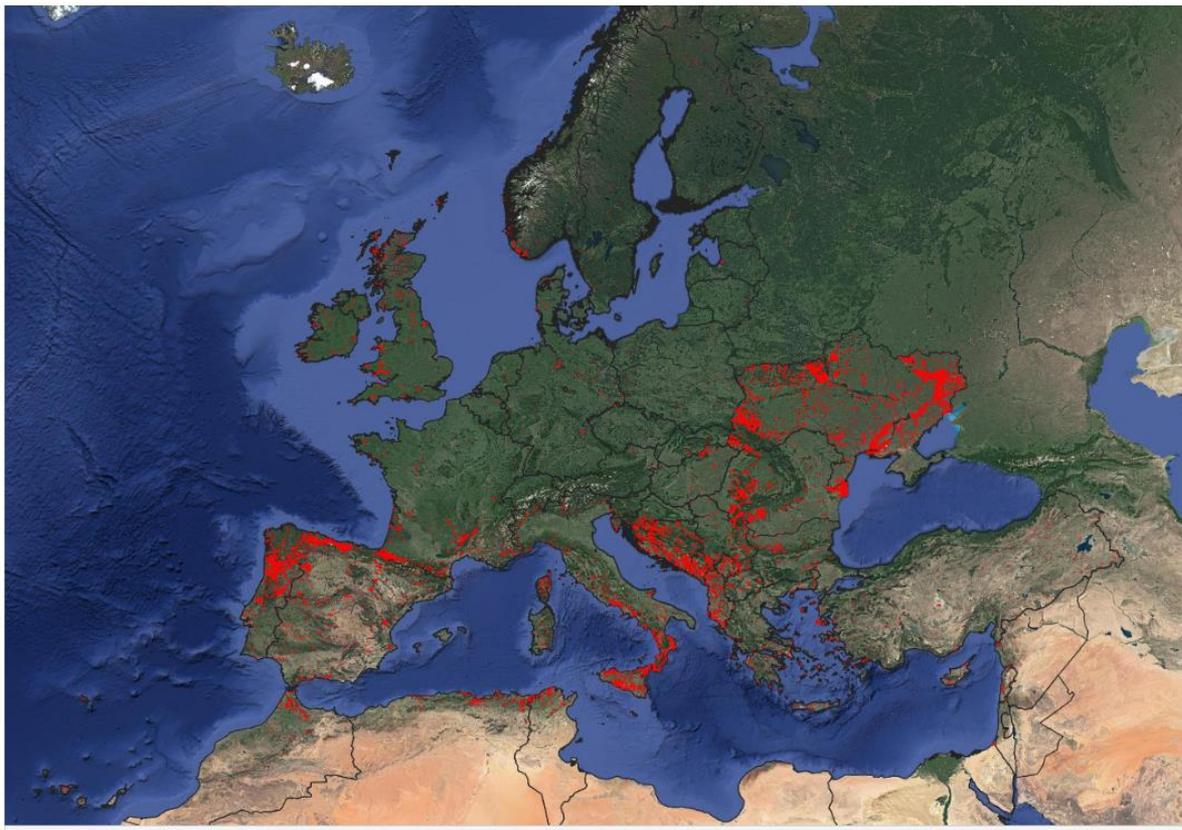
<https://www.washingtonpost.com/weather/2023/06/08/canada-wildfire-smoke-satellite-images/>

The Washington Post
Democracy Dies in Darkness



This NASA Earth Observatory satellite image taken on Wednesday shows smoke sweeping into New York and Pennsylvania. (NASA Earth Observatory/AFP/Getty Images)

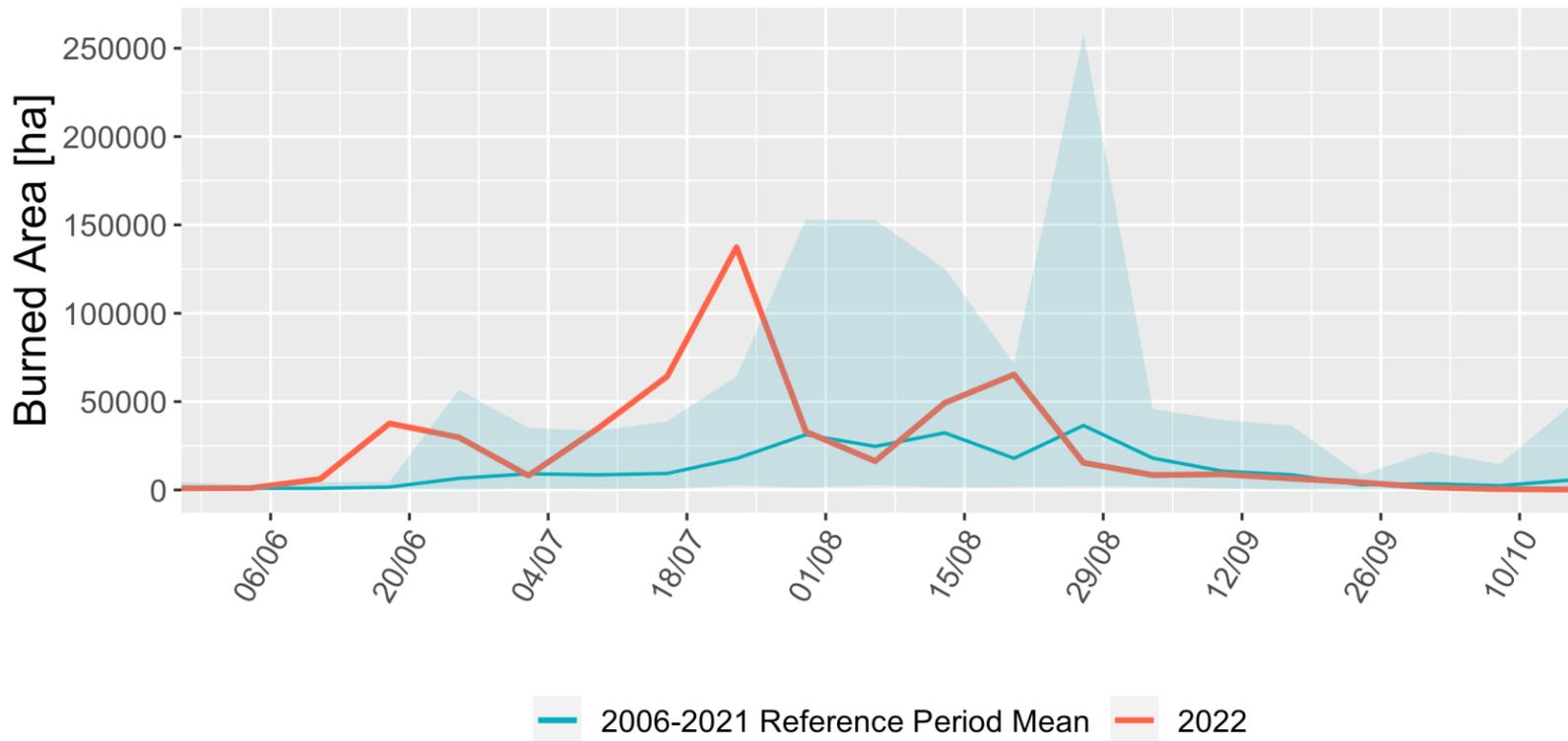
https://joint-research-centre.ec.europa.eu/jrc-news-and-updates/eu-2022-wildfire-season-was-second-worst-record-2023-05-02_en



2022 was the second-worst wildfire season in the European Union since 2000 when the Copernicus' European Forest Fire Information System (EFFIS) records began.

The total burnt surface in these protected areas in 2022 reached 365 308 ha, the highest amount mapped in the last ten years.

<https://www.eumetsat.int/summer-2022-exceptional-wildfire-season-europe>



Weekly burnt area in the EU countries in summer 2022 (red) compared to the long term average from 2006 to 2021 (blue). Data comes from blending of Sentinel-2, VIIRS and MODIS observations. Source: EFFIS.