

# Aerossóis Atmosféricos

Partículas sólidas ou líquidas em  
suspensão em um gás

0,001-100 $\mu\text{m}$

# Importância

- Clara Correlação com Danos à saúde
- Condições Meteorológicas:
  - formação de nuvens
  - espalhamento e absorção de radiação eletromagnética - luz, UV, IV
  - Clima
- Registro das fontes geradoras e de conversões gás-partículas

# Denominações

- **poeira (dust):** partículas sólidas produzidas por processos mecânicos (moagem, peneiramento etc).
- **partícula grossa (coarse particle):** com diâmetro superior a  $2\ \mu\text{m}$
- **partícula fina (fine particle):** com diâmetro menor que  $2\ \mu\text{m}$ .
- **fumos (fume):** partículas sólidas produzidas pela condensação de vapores ou produtos gasosos de combustão; normalmente são menores que  $1\ \mu\text{m}$ .
- **fumaça (smoke):** fumaça visível, resultante de combustão incompleta; as partículas podem ser sólidas ou líquidas e usualmente são menores que  $1\ \mu\text{m}$ .

- **névoa (mist):** partículas líquidas formadas por condensação ou atomização, com tamanhos desde submicron até 20  $\mu\text{m}$ .
- **nevoeiro (fog):** névoa visível.
- **smog (smoke+fog):** produtos de reação fotoquímica, usualmente combinado com vapores de água; as partículas geralmente são menores que 1 ou 2  $\mu\text{m}$ .
- **nuvens (cloud):** um aerossol visível com contornos definidos.

# Diâmetro de Partícula

- **Diâmetro do Volume Equivalente**
  - transforma a partícula em esfera (mesmo volume e densidade).
- **Diâmetro de Stokes**
  - partícula esférica com mesma densidade e velocidade de sedimentação (velocidade limite de queda no ar).
- **Diâmetro Aerodinâmico Médio** (mais explicitamente- diâmetro aerodinâmico equivalente médio)
  - esfera com densidade de  $1 \text{ g/cm}^3$  e mesma velocidade de sedimentação.

# Estimativas de Emissões de partículas na atmosfera (Hinds, 1999) (Tg/ano)

<b>Emissões Naturais</b>	<b>Faixa</b>	<b>Melhor valor</b>
Poeira do Solo	1000-3000	1500
Sal Marinho	1000-10000	1300
Lascas vegetais	26-80	50
Poeira vulcânica	4-10000	30
Incêndios Florestais	3-150	20
Conversão Gás Partícula	100-260	180
Fotoquímico	40-200	60
<b>TOTAL</b>	<b>2200-24000</b>	<b>3100</b>

<b>Emissões Antropogênicas</b>		
Emissão direta	50-160	120
Conversão Gás Partícula	260-460	330
Fotoquímico	5-25	10
<b>TOTAL</b>	<b>320-640</b>	<b>460</b>

# Concentrações típicas para diferentes tipos de localidades (Hinds, 1982/1999)

	<b>Local</b>	<b>(<math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math>)</b>
<b>Fundo</b>		20
<b>Rural</b>		40
<b>Urbano</b>	$<10^5$ Habitantes	86
	$10^5 - 10^6$ Habitantes	104
	$>10^6$ Habitantes	154

# Partículas biológicas (com vida ou passíveis de terem vida) (Hinds, 1982)

	Diâmetro ( $\mu\text{m}$ )	Concentração (número/ $\text{m}^3$ )
Vírus	0,015 - 0,45	-
Bactérias	0,3 - 15	0,5 - 100
Fungos	3 - 100	100 - 10.000
Algas	0,5	10 - 1000
Esporos	6 - 60	0 - 100.000
Pólen	10 - 100	0 - 1000



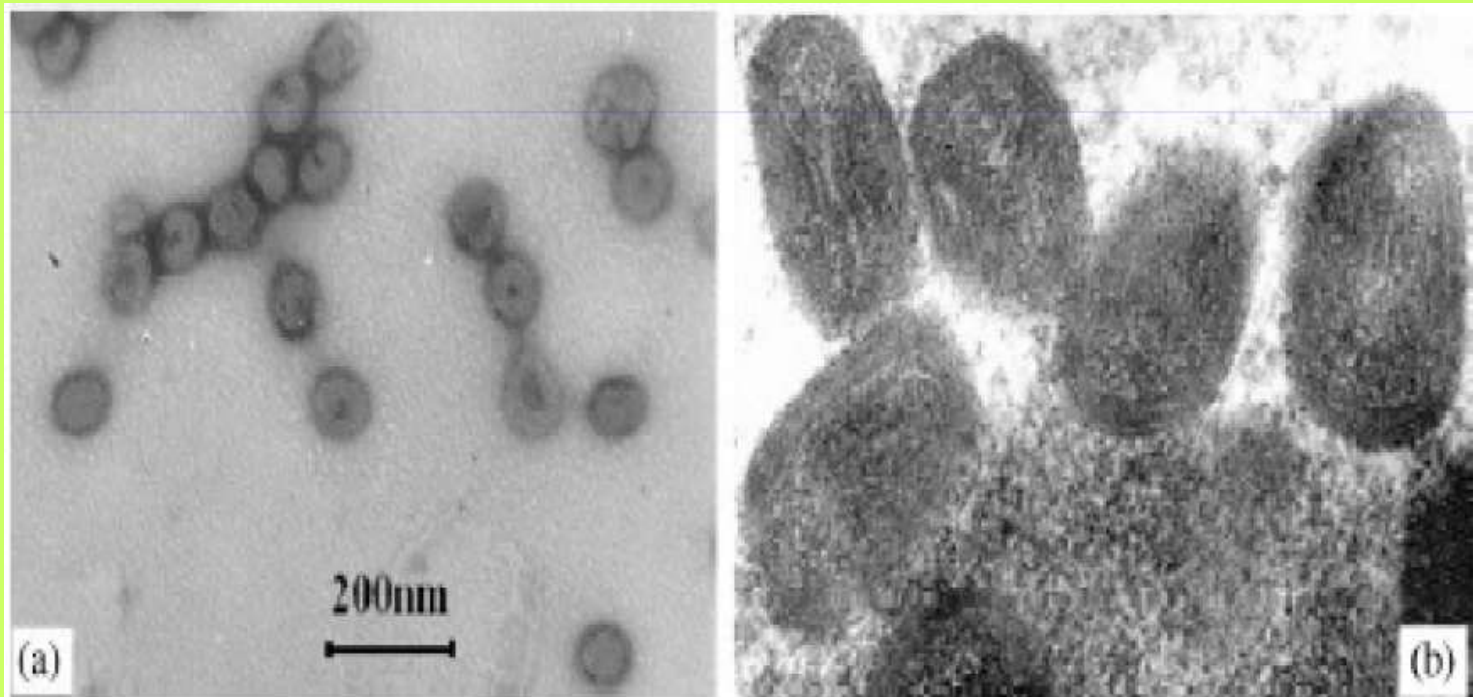
# Bio-aerossóis

(mais amplo)

- Partículas no ar, de origem biológica.
- Bactérias, fungos , pólen, vírus e seus derivados (endotoxinas, micotoxinas) e fragmentos.
- Dejetos particulados ou fragmentos de seres vivos (e.g. Alergênicos de origem animal).

(Grinshpun, AAA/2010)

- Vírus é um pequeno agente infeccioso que pode replicar-se somente dentro de uma célula viva.
- Vírus infectam todos os tipos de organismos.
- Partículas de vírus consistem de material genético (DNA ou RNA), com uma proteção de proteína protegendo estes genes, e em alguns casos um envelope de lipídios. (Grinshpun, AAA/2010)



**Influenza virus**

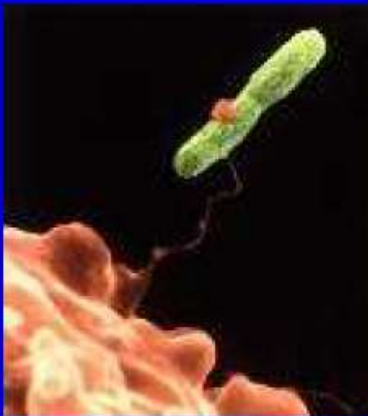
***Vaccinia virus***

Agranovski et al. (2005) *J. Aerosol Sci* **36**:609-617.

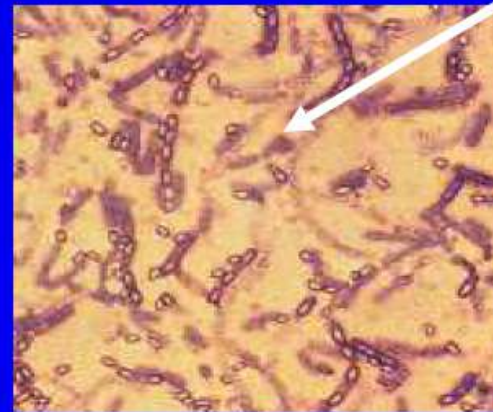
- As bactérias são um grupo grande de micro-organismos unicelulares.
- As formas variam de esféricas a cilindros e espirais.
- Bactérias vivas podem formar colônias.

(Grinshpun, AAA/2010)

*Legionella pneumophila*



*Bacillus anthracis*



Gram-positive,  
spore forming

Provoca uma forma de pneumonia

Carbúnculo



*Penicillium glabrum*

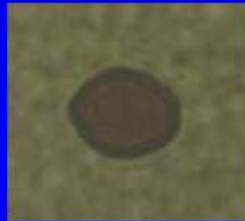
<http://phil.cdc.gov/phil/details.asp>

- Fungos são micro-organismos onipresentes.
- Tipos: levedura, mofo etc .
- Podem ser unicelulares, como a levedura, mas são usualmente pluricelulares, formando longas cadeias de células.
- Disseminam-se pela liberação de esporos.
- Materiais originados de fungos incluem alergênicos, glucóis e micotoxinas. Aerosóis de fungos podem causar reações alérgicas, asma, e outros efeitos à saúde.

(Grinshpun, AAA/2010)



Ascospore



Basidiospore

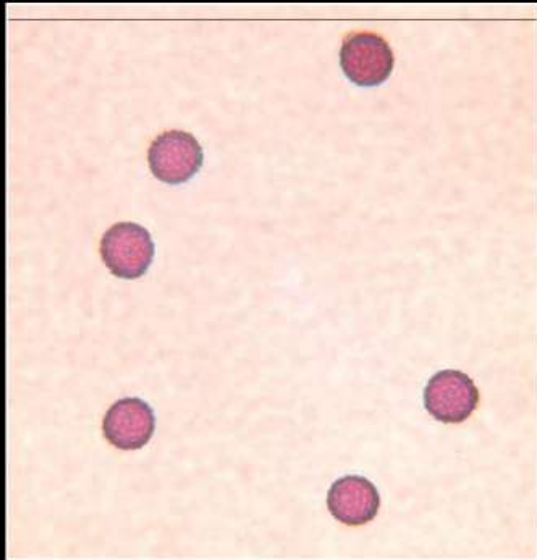


Smut



*Alternaria*

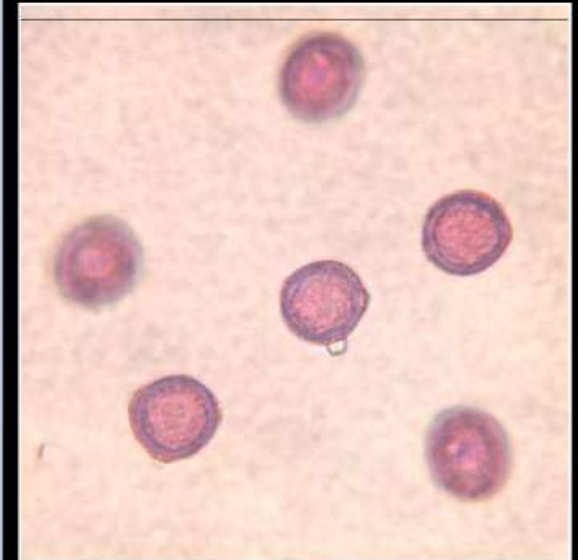
# Polens



**Ambrosia (Ragweed)**



**Pinus (Pine)**



**Ulmus (Elm)**

Courtesy of Tiina Reponen

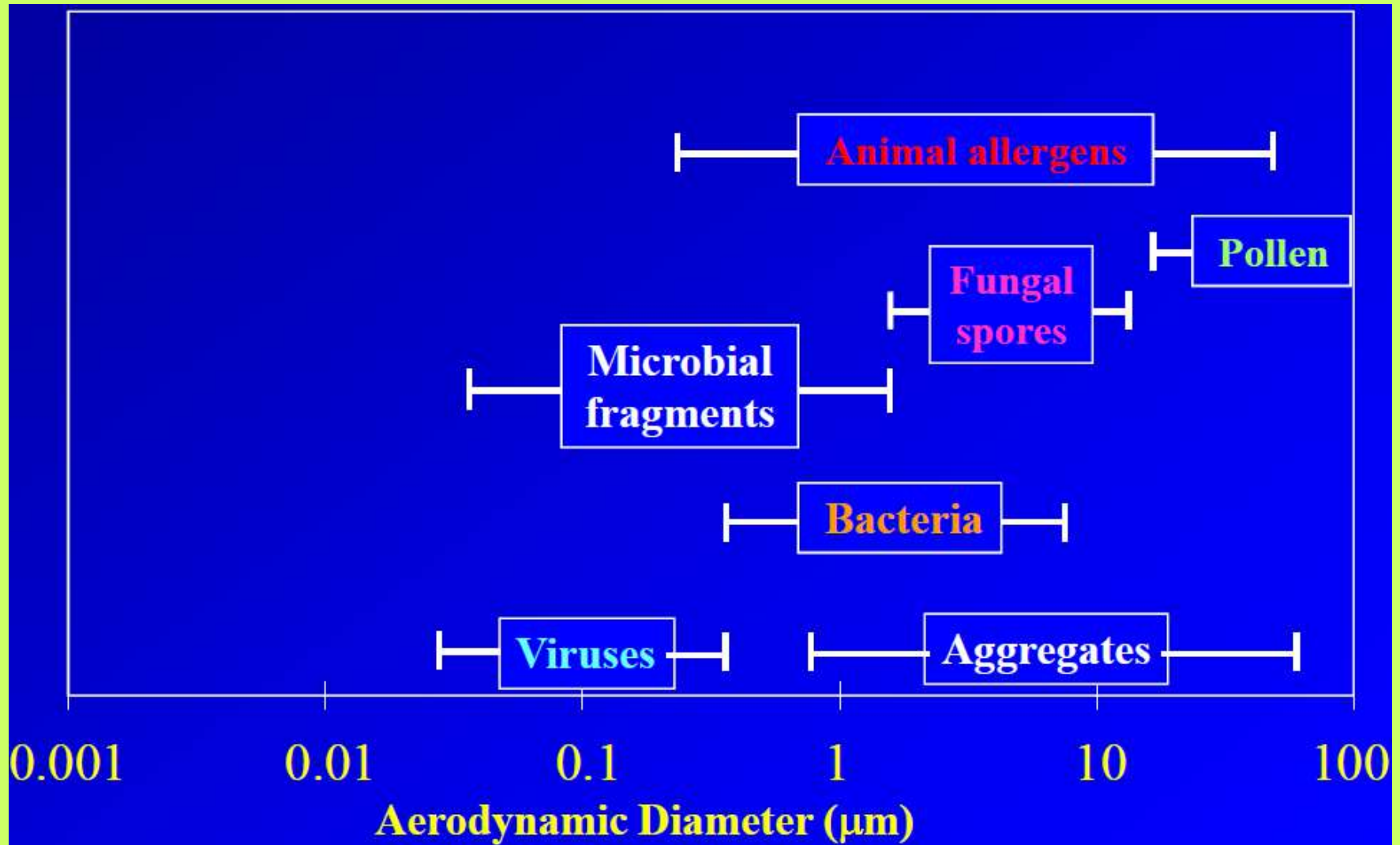


## Alergênicos de Animais (Grenshpun, AAA/2010-cortesia de Tiina Reponen)



# Variação de tamanho para diferentes tipos de partículas de bio-aerossóis

(Grenshpun, AAA/2010)



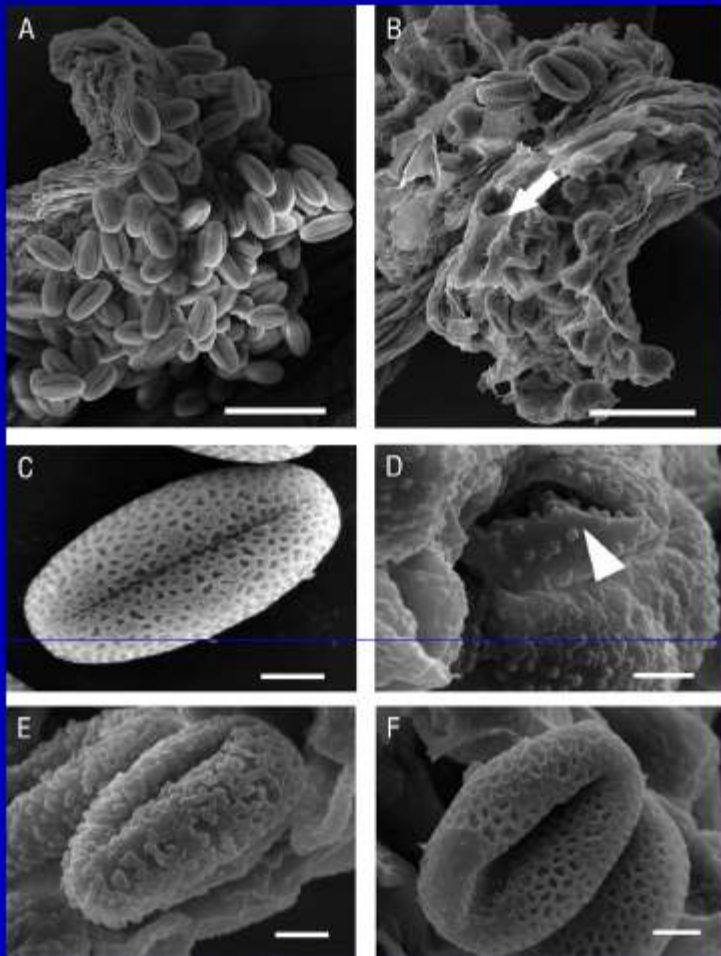
# Aerolização natural de partículas biológicas (Grenshpun, AAA/2010)





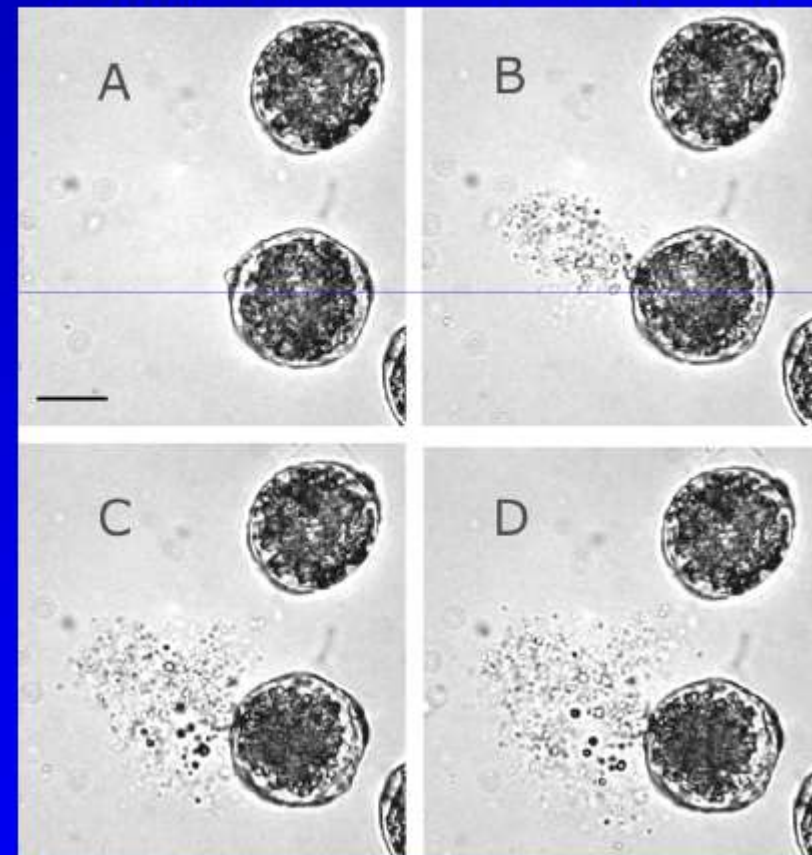
# Pólen e aerolização de alérgênicos

(Grenshpun, AAA/2010)



## Chinese elm pollen rupture in water (documented by Rick Flagan's group at Caltech)

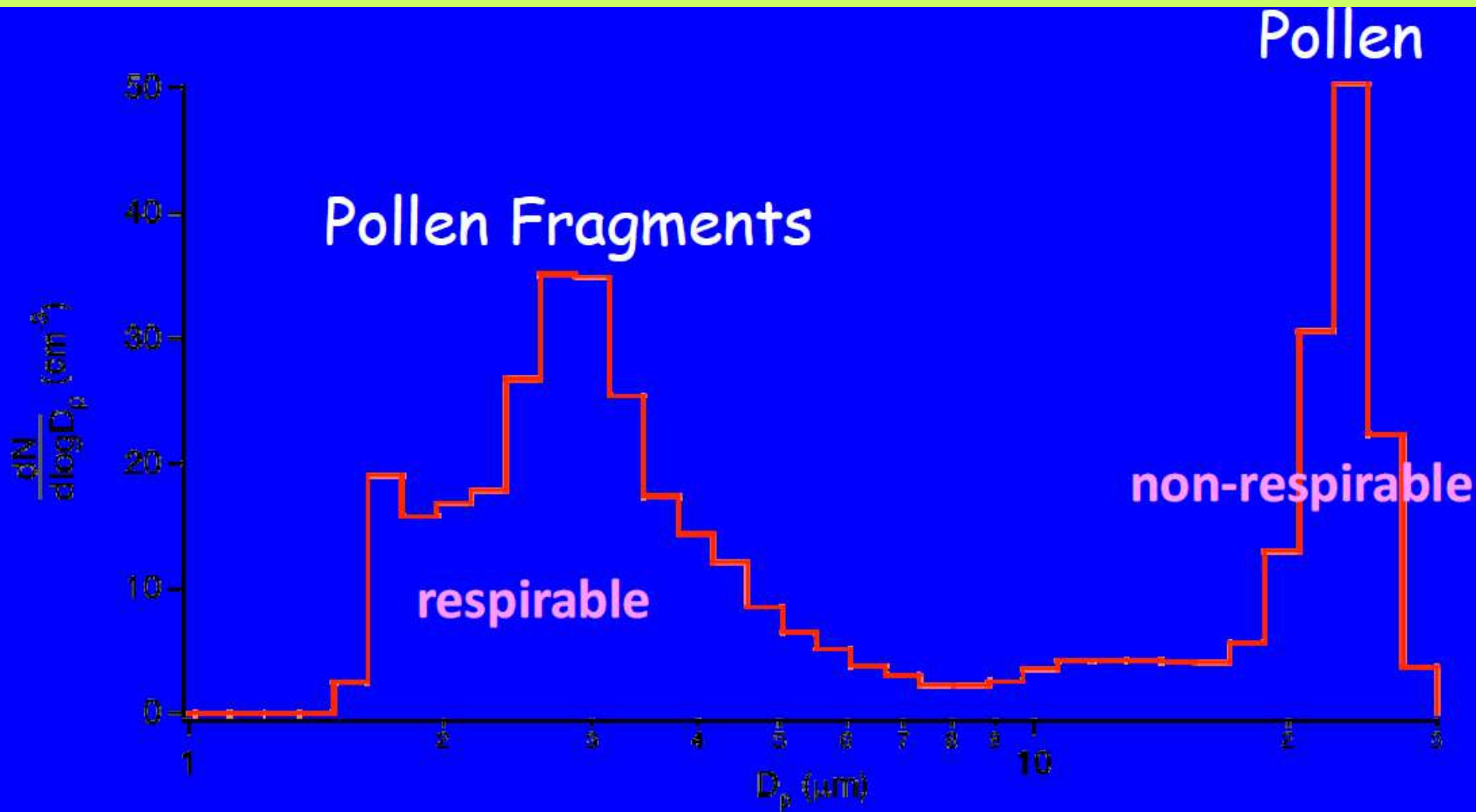
Miguel et al. (2006) *Aerosol Sci. Technol.* 40: 690-696



Guan et al. (2008) *Plant Physiology* 147: 852-863

# Aerossol de fragmentos de Pólen de Elmo chinês

(Grenshpun, AAA/2010)



## **Bioaerossóis em atmosfera ambiente (conclusões e implicações)**

- Materiais celulares e proteínas compõem até 25% do aerossol atmosférico (Jacnicke, Science, 2005)
- Bioaerossóis têm um papel crucial em qualquer cenário climático global e, então, devem ser considerados em modelagens climáticas

(Grenshpun, AAA/2010)

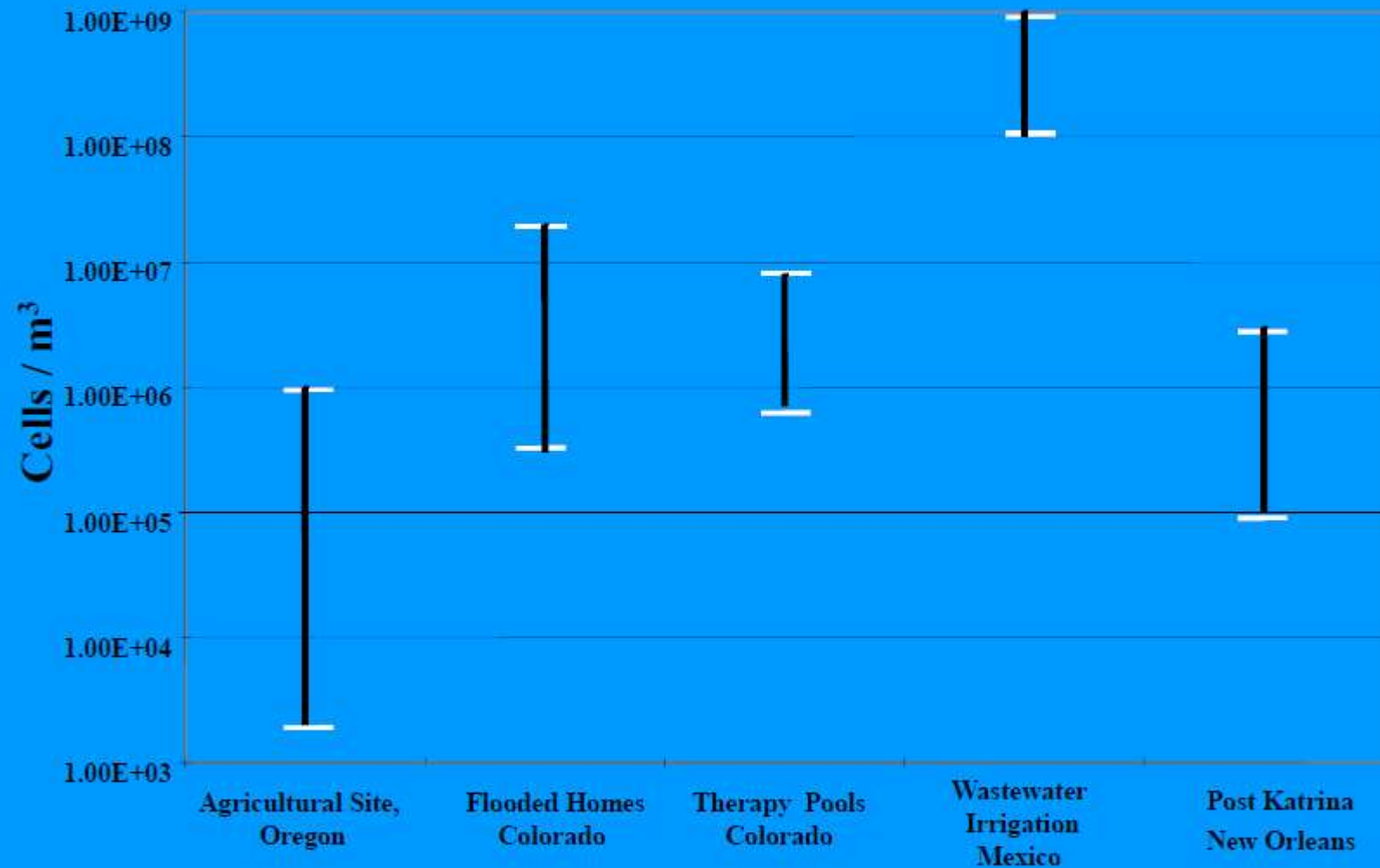
# Bio-aerossóis em ambientes internos

(Grenshpun, AAA/2010)

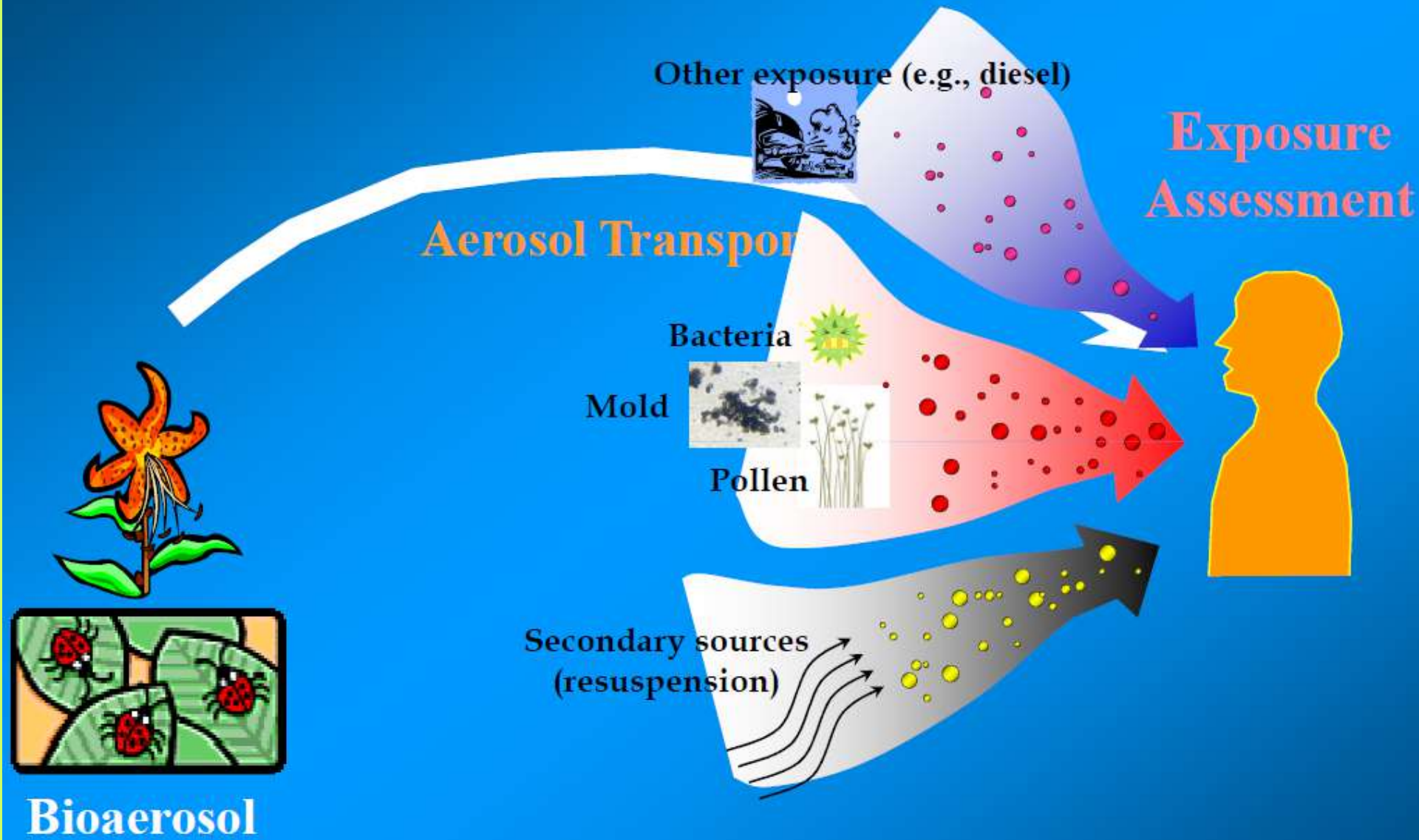


**New Orleans, Post Katrina**

# CONCENTRATIONS OF AIRBORNE MICROORGANISMS IN DIFFERENT ENVIRONMENTS (University of Colorado field studies)



# EXPOSURE PARADIGM AND EXPOSURE ASSESSMENT



# EFEITOS À SAÚDE

- Alergias
- Infecções
- Irritações
- Intoxicação
- Sintomas inespecíficos
- Interação com outros poluentes do ar
- Efeito protetivo de exposições anteriores.

(Grinshpun, AAA/2010)

# ALERGIA: COMPLEXO E DIFÍCIL DE ESTABELEECER DOENSA INFECCIOSA: MAIS FÁCIL SE A DOSE É CONHECIDA



**Variola**

<b>ÍNDICE</b>	<b>DEFINIÇÃO</b>
ID50 (DI)	A dose de infecção capaz de causar uma doença em 50% da população exposta
LD (DL)	A dose letal suficiente para causar morte em 50% da população exposta



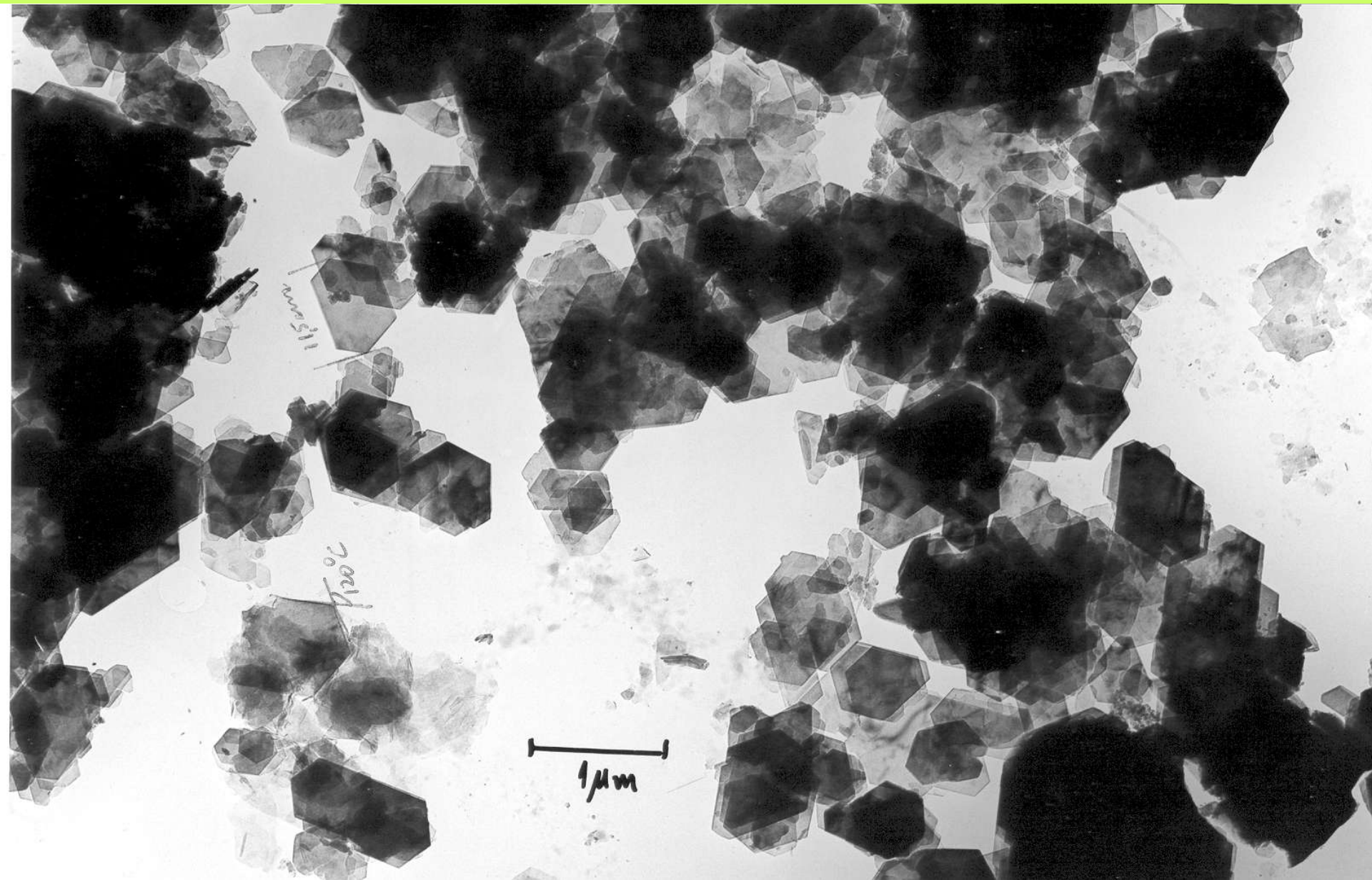
Métodos para eliminar – tratamento térmico, produtos químicos biocidas, irradiação, UV

Um dos interesse é por guerra bacteriológica – como disseminar ataque e como defender-se de ataque.

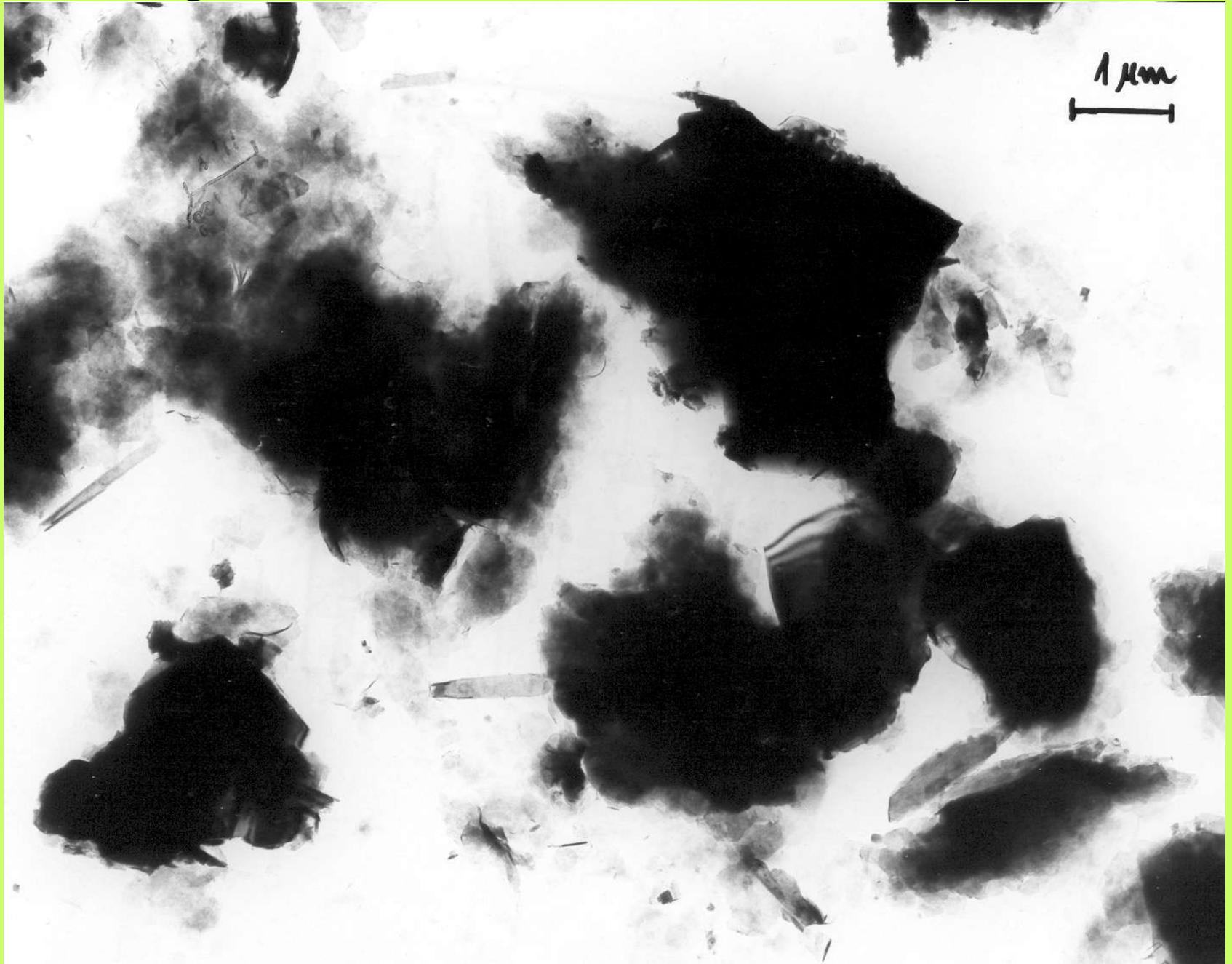
# Outros Aerossóis - Composições Típicas

- Vindas da queima de combustíveis fósseis:  
C e S
- Solo: Al, SI, Ca e Fe

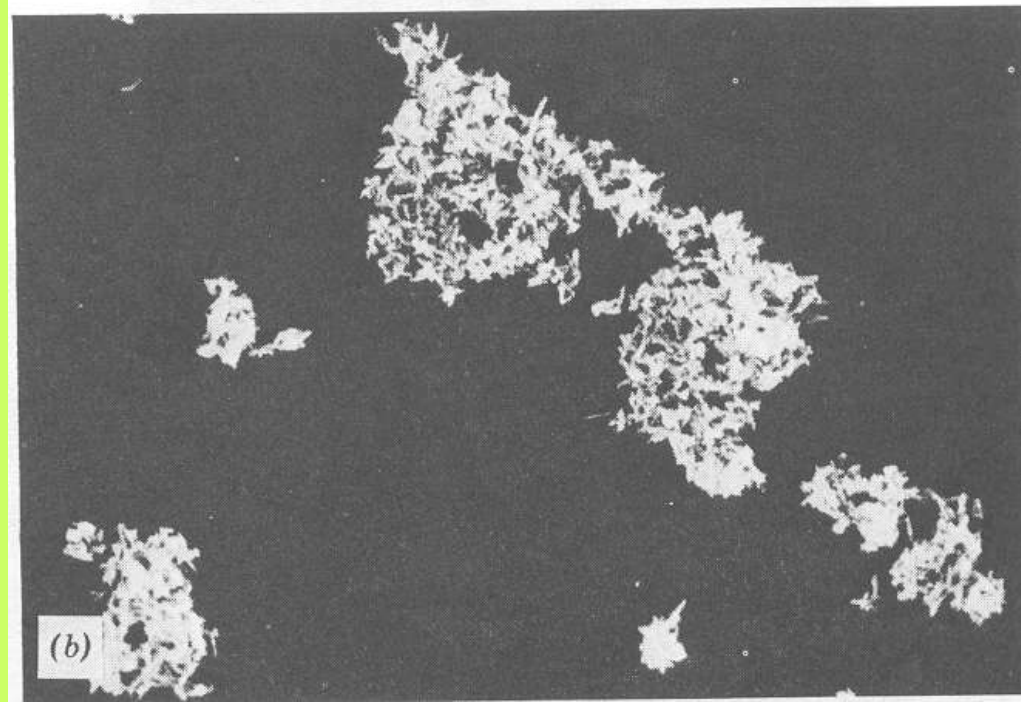
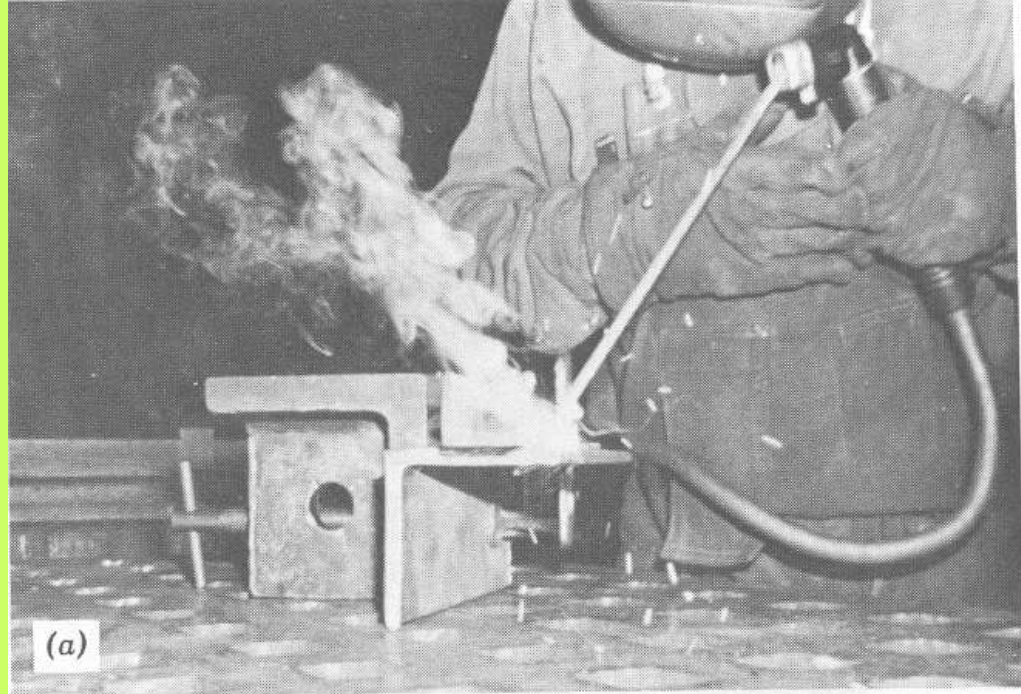
# Argilomineral-Caulinita



# Argilomineral-Montmorillonita e quartzo



# Partículas de Óxido de Ferro



# Particle Diameter, $\mu\text{m}$

