

# TOXICOLOGIA AMBIENTAL

## AULA - 03

LÉONARD D. KANDA

# ECOTOXICOLOGIA



*Oikos* → casa



*toxikos* → "venenos"

"A caracterização, compreensão, prognóstico e prevenção de efeitos deletérios de produtos químicos antropogênicos no meio ambiente, incluindo populações, comunidade, e ecossistema"



# CONTAMINANTE X POLUENTE

Presença de uma substância onde não deveria estar ou em concentrações acima das concentrações usual.

Um contaminante que causa efeitos prejudicial num determinado ambiente.

Todo poluente é um contaminante, mas nem todo contaminante é poluente

# POLUENTES MAIS COMUNS

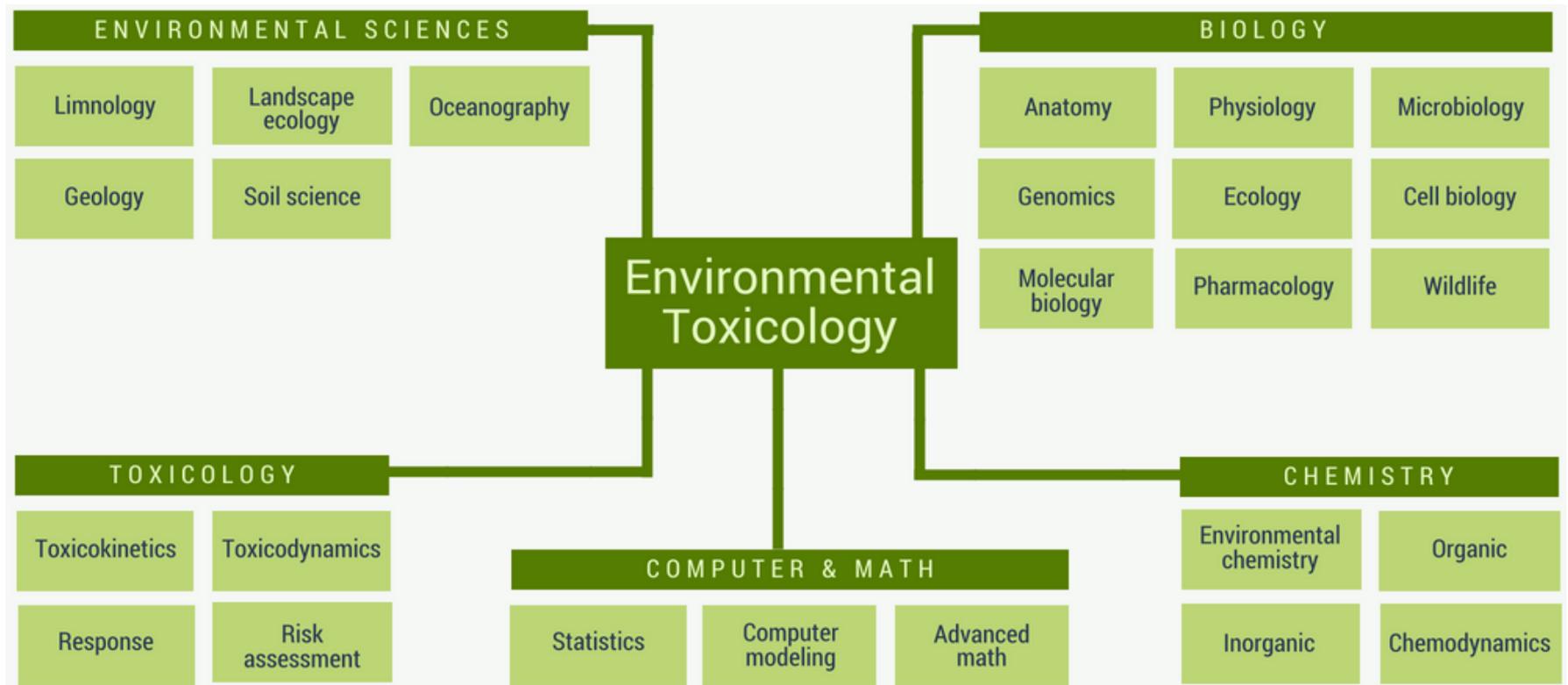


Agrotóxicos (herbicidas, insecticidas, fungicidas), ions inorganicos (metais), solventes orgânicos, produtos farmacêuticos, substâncias radioativas.

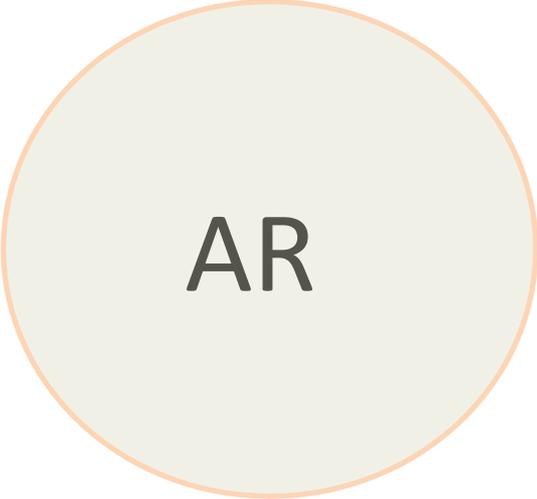


# ECOTOXICOLOGIA

## ➤ CIÊNCIA MULTIDISCIPLINAR...



# POLUIÇÃO DO MEIO AMBIENTE



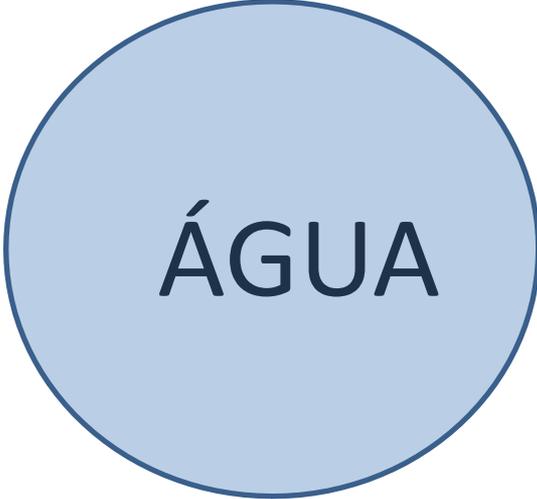
AR

O aumento da poluição está relacionado com emancipação e modernização urbana



SOLO

Muito facilmente contaminada, com o processo de remoção de poluente muito difícil  
Geralmente associado com poluição industrial  
Pode ser um reservatório de poluentes



ÁGUA

Constitui:  
~ 2/3 do peso corporal  
~ 2/3 da superfície terrestre (3% água doce)  
2% congelado  
1% disponível para o uso

# POLUENTES DO AR

“Contaminantes de ambientes internos ou externos de natureza química, física ou biológica que modificam as características naturais do atmosfera.”

# POLUENTES DO AR

## Principais poluentes:

- Ozônio ( $O_3$ )
- Óxidos de nitrogênio ( $NO_x$ )
- Dióxido de enxofre ( $SO_2$ )
- Material particulado (MP 10; MP 2,5)
- Monóxido de carbono (CO)
- Chumbo (Pb)
- Compostos orgânicos voláteis (VOCs)
- Asbestos

## ▪ Fonte:

- Produtos de combustão
- Material de construção
- Material de limpeza
- Outros

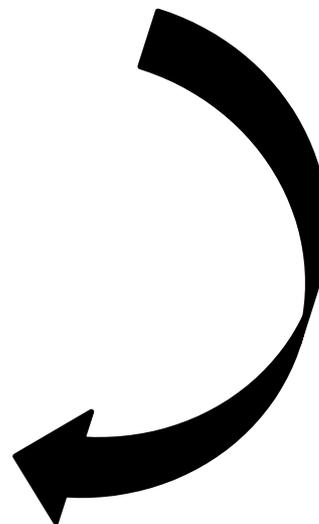
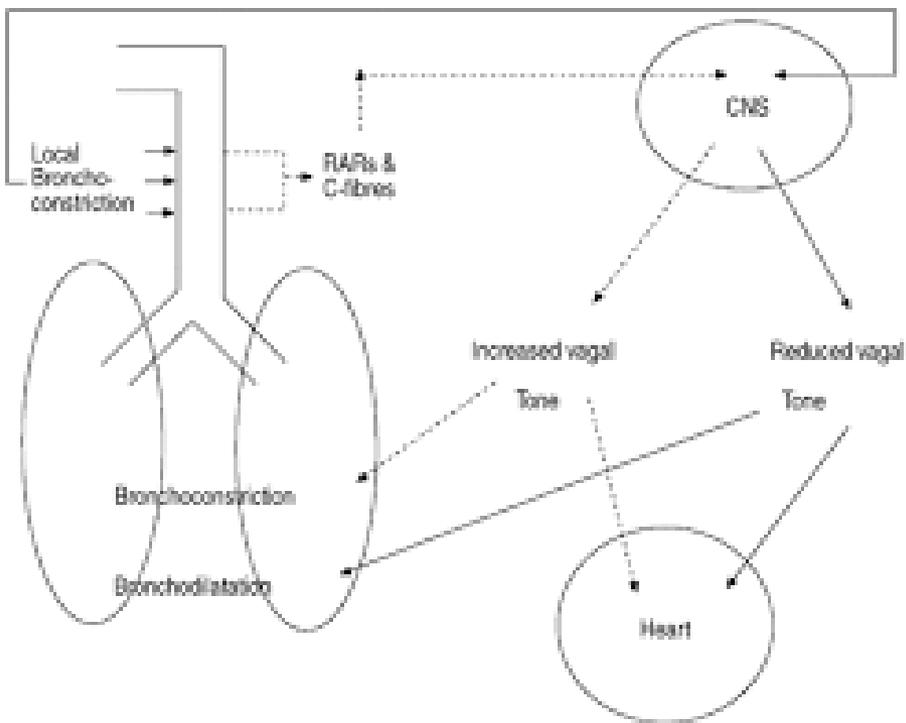
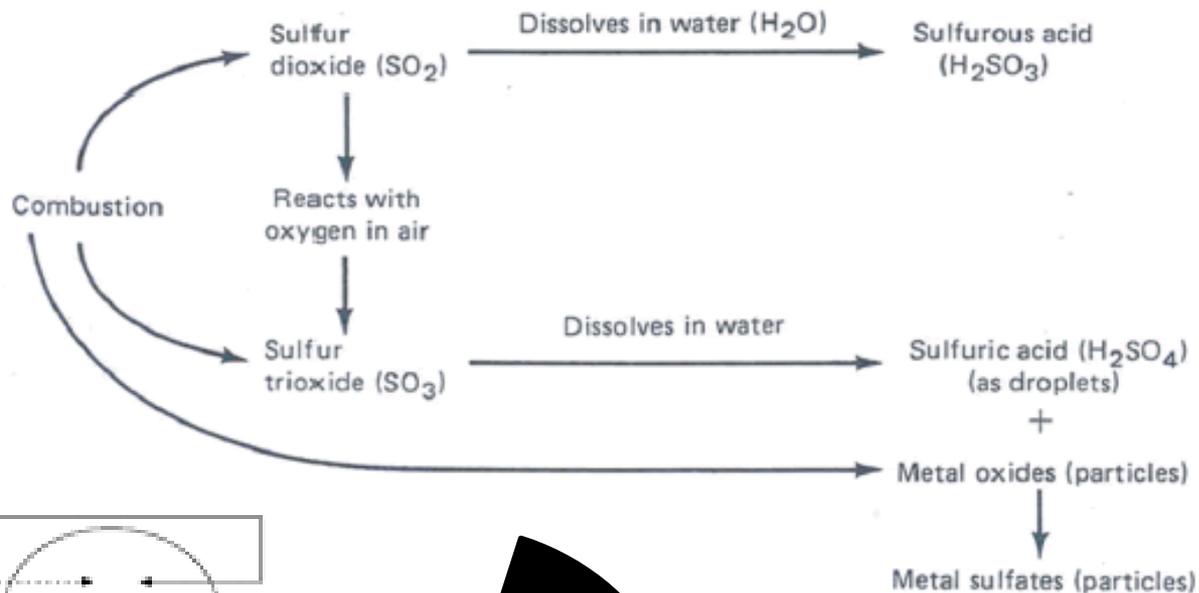
## Exposição:

**Inalação/Absorção cutânea**

# ***The london smog (December 1952)***

[https://www.youtube.com/watch?  
v=xajjmbJrfEM](https://www.youtube.com/watch?v=xajjmbJrfEM)

# Dióxido de enxofre – SO<sub>2</sub>



**SP: 28; RJ: 17  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ; BH:  
15; CB: 14; PA: 13  $\mu\text{g}/\text{m}^3$**

## Vehicle emissions and PM<sub>2.5</sub> mass concentration in Brazilian cities

Maria de Fatima Andrade · Regina Maura de Miranda · Adalgiza Fornasiero  
Americo Kerr · Beatriz Oyama · Paulo Afonso de Andre · Paulo Saldiva

## EVIDENCE BASED PUBLIC HEALTH POLICY AND PRACTICE

## Air pollution from biomass burning and asthma hospital admissions in a sugar cane plantation area in Brazil

Marcos Abdo Arbex, Lourdes Conceição Martins, Regiani Carvalho de Oliveira, Luiz Alberto Amador Pereira, Flávio Ferlin Arbex, José Eduardo Delfini Cançado, Paulo Hilário Nascimento Saldiva, Alféio Luís Ferreira Braga

↑ **Internação por doença respiratória**

*J Epidemiol Community Health* 2007;61:395–400. doi: 10.1136/jech.2005.044743

↑ **genotoxicidade em crianças expostos**

## RESEARCH ARTICLE

## Micronucleus frequency in children exposed to biomass burning in the Brazilian region: a control case study

Herbert Ary Sisenando<sup>1,5\*</sup>, Silvia Regina Batistuzzo de Medeiros<sup>2</sup>, Paulo Roberto de Souza Hacon<sup>1</sup>

## ASSISTED REPRODUCTION

**OR = 5,05 em abortos prematuro com MP >56,72  $\mu\text{g}/\text{m}^3$**

## Impact of short-term preconceptional exposure to particulate air pollution on treatment outcome in couples undergoing in vitro fertilization and embryo transfer (IVF/ET)

Paulo Marcelo Perin · Mariangela Maluf · Carlos Eduardo Czeresnia · Daniela Aparecida Nicolosi Foltran Januário · Paulo Hilário Nascimento Saldiva



Article

## Small-Scale Variations in Urban Air Quality Are Significantly Associated with Premature Births: A Case Study in São Paulo, Brazil

↑ **partos prematuros (NO2 e O3)**

Open Access

Research



## Follow-up of the air pollution and the human male-to-female ratio analysis in São Paulo, Brazil: a times series study

↑ **MP10 = nascimento sexo feminino???**

Simone Georges El Khouli Miraglia,<sup>1</sup> Mariana Matera Ferraz,<sup>1</sup> Luis Fernando Amato-Lourenço,<sup>2</sup> Fernando Rodrigues-Silva,<sup>2</sup> Paulo Hilário Nascimento Saldiva<sup>2</sup>

# QUALIDADE DO AR

<https://www.youtube.com/watch?v=hfrKPNJ1NgM>

**Exercício:** Compare as diretrizes para avaliação da qualidade do ar nos diferentes esferas abaixo e faça uma avaliação crítica

**São Paulo** -> Decreto Estadual 59.113/2013

**Brasil** -> Resolução CONAMA 491/2018

**EUA** -> National Ambient Air Quality Standards  
(<https://www.epa.gov/criteria-air-pollutants/naaqs-table>)

**Europa** -> European Air Quality Standards  
(<https://ec.europa.eu/environment/air/quality/standards.htm>)

**Mundo (OMS)** -> Update of WHO air quality guidelines  
([https://www.who.int/en/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health](https://www.who.int/en/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health))

# POLUENTES DO SOLO

“Qualquer adição ou alteração ao solo que a torne nociva para plantas ou animais, incluindo os humanos.”

“A poluição está associada principalmente às atividades industriais.”

# POLUIENTES DO SOLO

## Principais poluentes:

- Chumbo (Pb)
- Pesticidas
- Lixos radioativos
- Gás Randon (Natural)

## Exposição:

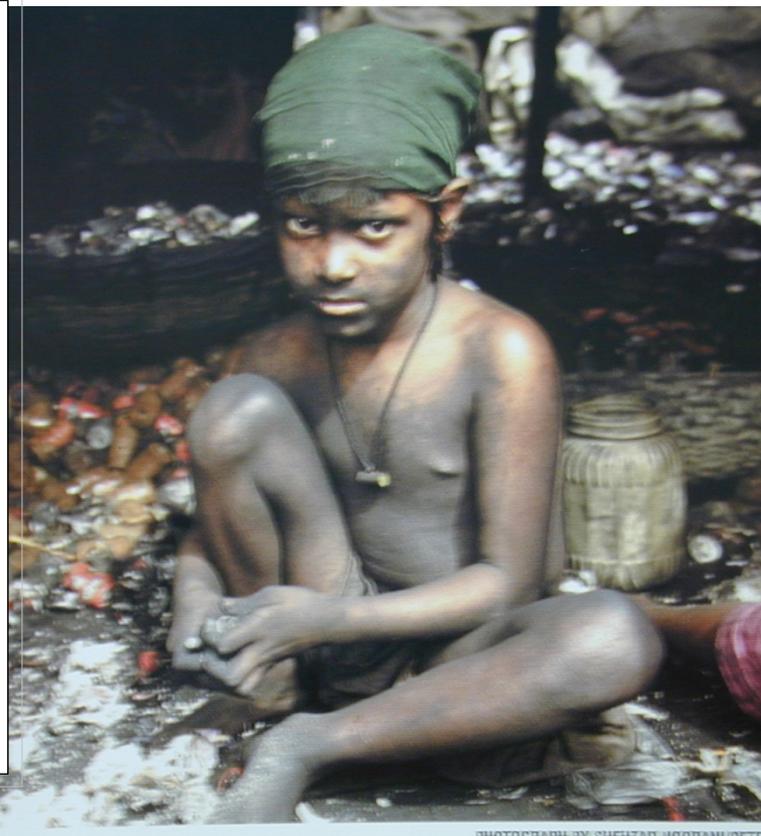
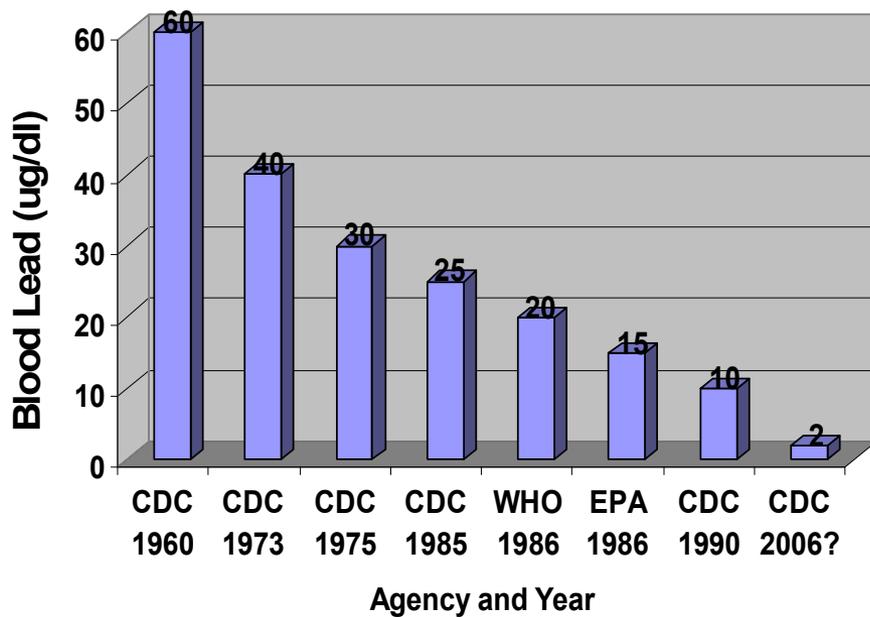
**Ingestão / Inalação / Absorção cutânea**

## ▪ Fonte:

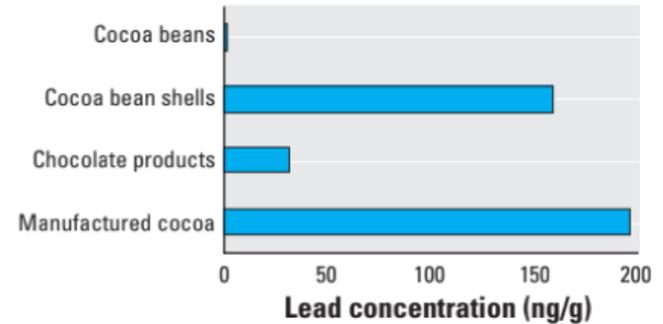
- Derramamento de óleo
- Usinas de fundição
- Mineração
- Vazamentos de tanques
- Aterros e lixos radioativos

# Chumbo em crianças (CDC action)

Acceptable Childhood Blood Lead Levels



# Aplicações/uso de Chumbo



#StopLeadPoisoning

**SPOT & SHARE PRODUCTS CONTAINING LEAD**



A variedade de aplicação x facilidade de obtenção = Maior distribuição

# Mineradora é condenada a pagar R\$ 40 milhões por danos ambientais e à saúde, em Adrianópolis

Segundo sentença, a empresa descartou resíduos de mineração no Rio da Ribeira de Iguape e abandonou produtos tóxicos céu aberto.

Procuradoria Regional da República da 1ª Região

MPF nas redes sociais



[Institucional](#) | [Atuação](#) | [Estagie conosco](#) | [Assentos no TRF](#) | [Plantão](#) | [Atos e publicações](#) | [Transparência](#) | [Sala de imprensa](#)

Notícias

Atendimento a jornalistas

MEIO AMBIENTE

31 DE JANEIRO DE 2019 ÀS 18H3

## Justiça mantém condenação de mineradora por contaminação de chumbo em Santo Amaro (BA)



# Mecanismo de toxicidade do Pb

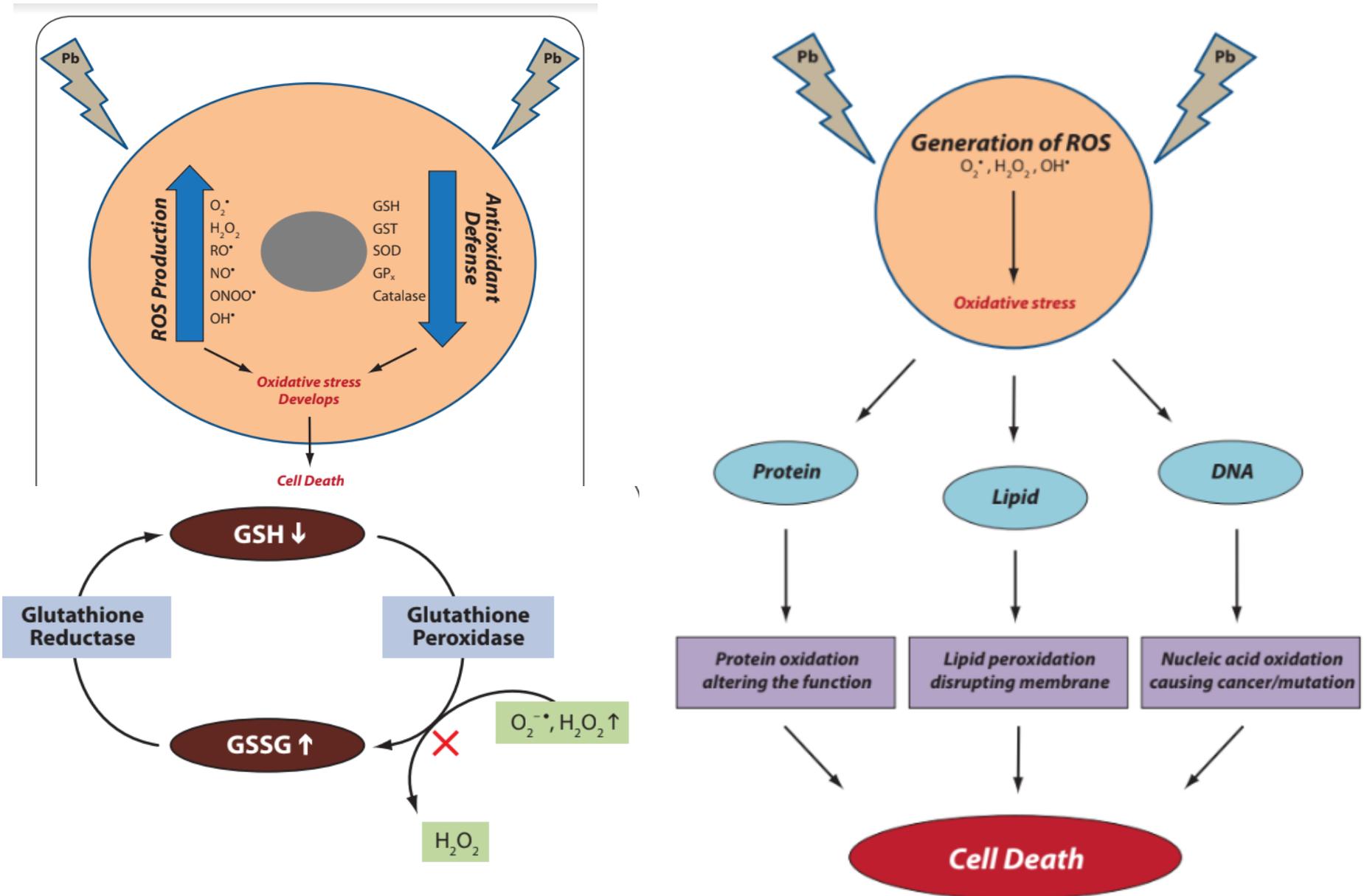


Figure 2. Effect of lead on GSH metabolism.

# Mecanismo de toxicidade do Pb

**Table 1.** Types of lead poisoning.

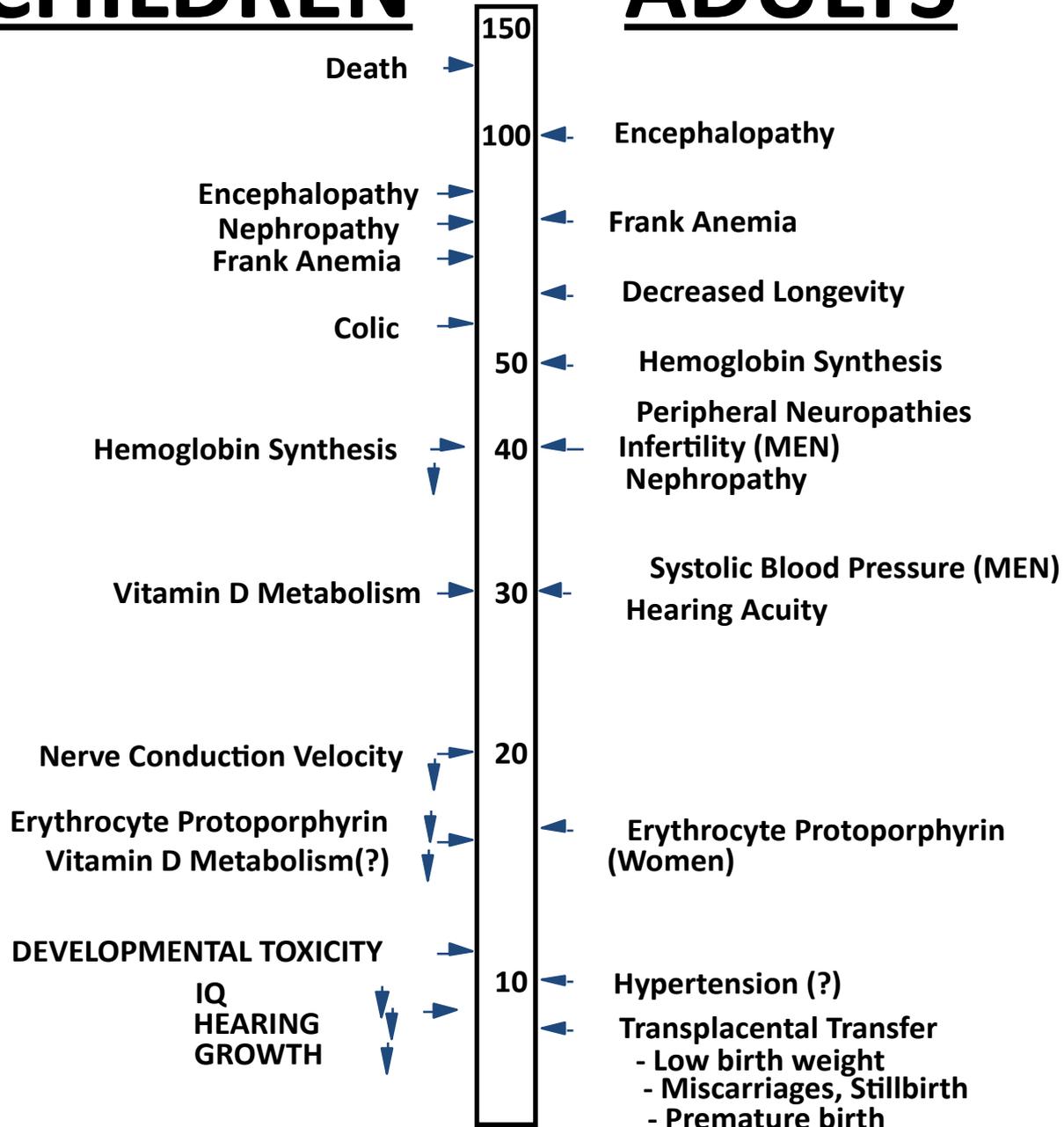
	<b>Exposure</b>	<b>Lead levels (<math>\mu\text{g}/\text{dl}</math>)</b>	<b>Clinical symptoms</b>
<b>Acute poisoning</b>	Intense exposure of short duration	100–120	Muscle pain, fatigue, abdominal pain, headache, vomiting, seizures and coma
<b>Chronic poisoning</b>	Repeated low-level exposure over a prolonged period	40–60	Persistent vomiting, encephalopathy, lethargy, delirium, convulsions and coma

Flora et al. Interdiscip Toxicol. 2012 Jun; 5(2): 47–58.

# CHILDREN

Blood Lead  
(ug Pb/dl)

# ADULTS



↑ **[Pb] em 62% das amostras  
do que preconizada por  
FAO/WHO**

Article

## Toxic Metals (Pb and Cd) and Their Respective Antagonists (Ca and Zn) in Infant Formulas and Milk Marketed in Brasilia, Brazil



International Journal of  
Environmental Research  
and Public Health

**Redução de QI com  
aumento de Pb-B**

Article

## Environmental Co-Exposure to Lead and Intellectual Deficit in School-Aged Children

José A. Menezes-Filho <sup>1,\*</sup>, Chrissie F. Carvalho <sup>2</sup>, Juliana L. Cecília F. S. Araújo <sup>3</sup>, Nathália R. dos Santos <sup>1</sup>, Cássio S. Lima <sup>2</sup>, Breno L. de S. Marques <sup>2</sup>, Ana Laura S. Anjos <sup>1</sup>, Homegnon A. I Alline Philibert <sup>4</sup> and Donna Mergler <sup>4</sup>

Almeida Lopes et al. *Environmental Health* (2017) 16:27  
DOI 10.1186/s12940-017-0233-5

### RESEARCH

## Association between blood lead pressure: a population-based study of Brazilian adults

Ana Carolina Bertin de Almeida Lopes <sup>1</sup>, El Airton da Cunha Martins Jr. <sup>4</sup>, Alissana Este Arthur Eumann Mesas <sup>1,7</sup> and Monica Maria Bastos Paoliello <sup>1,8\*</sup>

Research

**Aumento de 10 x [Pb] = OR  
5,06 para Glaucoma**

## Bone Lead Levels and Risk of Incident Primary Open-Angle Glaucoma: The VA Normative Aging Study

Weiye Wang, <sup>1</sup> Sayoko Moroi, <sup>2</sup> Kelly Bakulski, <sup>1</sup> Bhramar Mukherjee, <sup>3</sup> Marc G. Weisskopf, <sup>4</sup> Debra Schaumberg, <sup>5,6,7</sup> David Sparrow, <sup>8,9</sup> Pantel S. Vokonas, <sup>8,9</sup> Howard Hu, <sup>10,11</sup> and Sung Kyun Park <sup>1,11</sup>

**[Pb] Alto vs. baixo**

**Associação das [Pb] 8-10  
µg/dL com o  
desenvolvimento cognitivo**

OPEN ACCESS Freely available online



## Impact of Low Blood Lead Concentrations on IQ and School Performance in Chinese Children

Jianghong Liu <sup>1\*</sup>, Linda Li <sup>1</sup>, Yingjie Wang <sup>1</sup>, Chonghui Yan <sup>2</sup>, Xianchen Liu <sup>3,4</sup>

<sup>1</sup> University of Pennsylvania, School of Nursing and School of Medicine, Philadelphia, Pennsylvania, United States of America, <sup>2</sup> Xinhua Hospital, MOE-Shanghai Key Laboratory of Children's Environmental Health, Shanghai Jiaotong University School of Medicine, Shanghai, China, <sup>3</sup> Indiana University, School of Medicine, Indianapolis, Indiana, United States of America, <sup>4</sup> Shandong University, School of Public Health, Jinan, China

Full article 508-conformant HTML version of this article  
is available at <https://doi.org/10.1289/EHP3442>.

# QUALIDADE DO SOLO



A FIT foi elaborada com informações básicas sobre a substância química e os efeitos à saúde humana na exposição ambiental. Vários fatores influenciam os possíveis danos à saúde e a gravidade dos efeitos, como a via, dose e duração da exposição, a presença de outras substâncias e as características do indivíduo.

## Chumbo e seus compostos

**CETESB**

Padrões e valores orientadores			
Meio	Concentração	Comentário	Referência
Ar	0,5 µg/m <sup>3</sup>	Valor orientador – MGA	WHO, 2000
Ar	0,5 µg/m <sup>3</sup> *	Padrão de Qualidade do Ar adotado no Estado de São Paulo - MAA	Decreto Estadual nº 59113 de 23/04/2013
Solo	72 mg/kg** 180 mg/kg** 300 mg/kg** 900 mg/kg**	Valor de Prevenção VI cenário agrícola-APMax VI cenário residencial VI cenário industrial	CONAMA 420/2009
Solo	72 mg/kg** 150 mg/kg** 240 mg/kg** 4400 mg/kg** 17 mg/kg**	Valor de Prevenção VI cenário agrícola VI cenário residencial VI cenário industrial VRQ	Valores orientadores para solo e água subterrânea do Estado de São Paulo- CETESB- DD 256/2016/E

**Brasil**(Alimentos) <http://>

[bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2013/rdc0042\\_29\\_08\\_2013.html](http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2013/rdc0042_29_08_2013.html)

# POLUENTES DA ÁGUA

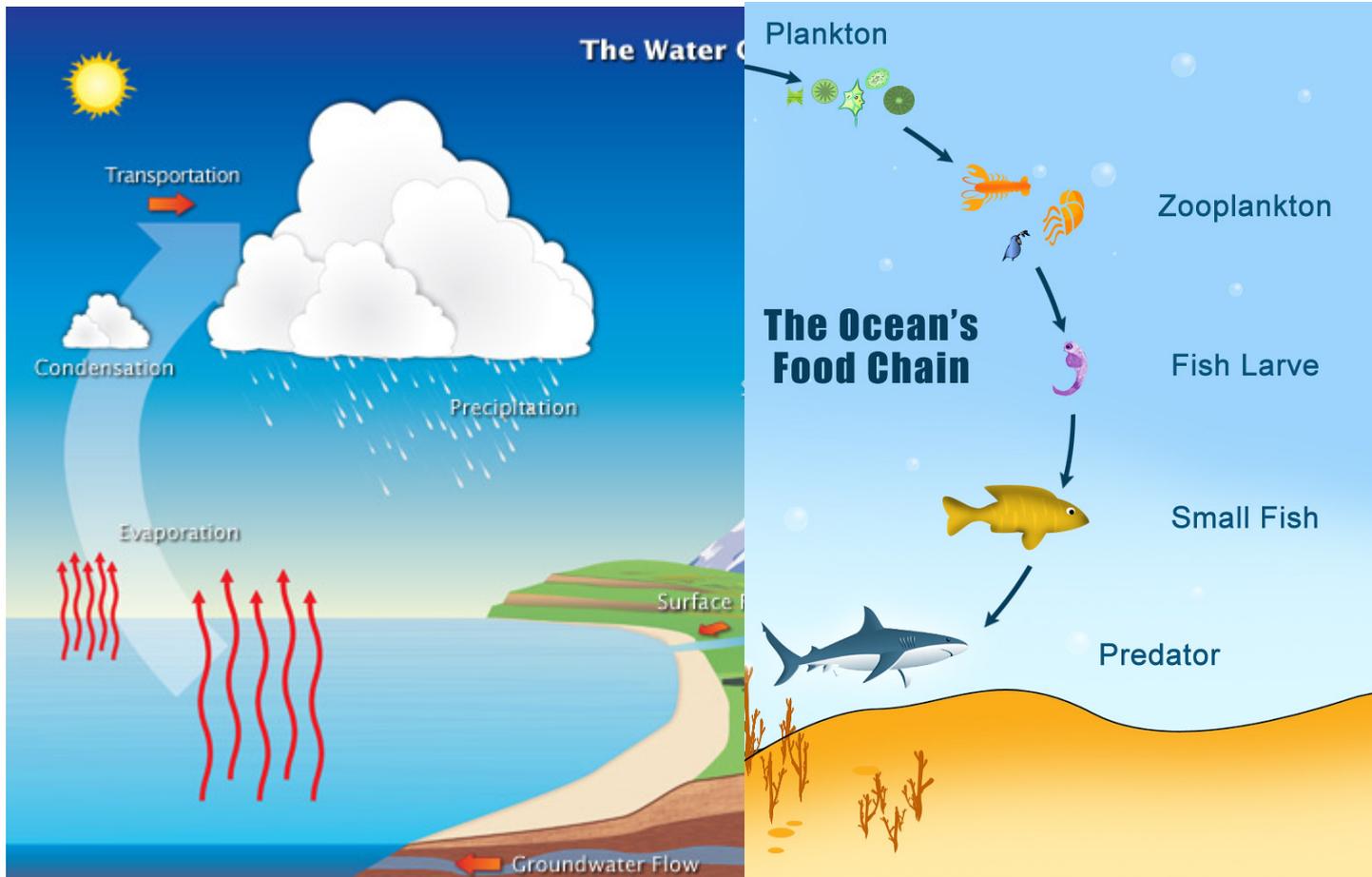
“Poluentes adicionados à água por humanos com potencial de causar efeitos indesejáveis à saúde humana ou à vida selvagem.”

“WHO estima cerca de 1.9 bilhão de pessoas ligadas ao suprimento de água contaminada com fezes”



# POLUIENTES DA ÁGUA

## O CÍCLO DA ÁGUA



**Cadeia trófica**

# POLUENTES DA ÁGUA

## Principais poluentes:

- Mercúrio (Hg)
- PCBs
- Compostos orgânicos voláteis
- Desreguladores hormonais
- Patógenos
- Fármacos

## ▪ Fonte:

- Deposição atmosférica
- Agricultura
- Modificação hidrológicas
- Mineração
- Resíduos/lixos domiciliar

## Exposição:

**Ingestão / Absorção cutânea /  
Inalação**

# POLUENTES DA ÁGUA

## Conceitos:

- **Distribuição** = “local” onde se encontra, se distribui o poluente (ambiente ou no organismo)
- **Bioacumulação**: passagem da substância do meio para um organismo (“absorção”) ex. oral, respiratória, dermica → constante

Kow= partição octanol/água → quando maior=maior acúmulo.

# POLUIENTES DA ÁGUA

## **Conceitos:**

- Bioacumulação direta (**Bioconcentração**)
- Bioacumulação indireta pela cadeia alimentar (nível trófico) → **Biomagnificação**
- **Biotransformação** (fase I e II): Muito importante → pode gerar produtos mais tóxicos ou menos tóxicos

# POLUIENTES DA ÁGUA

## **Resposta fisiológica aos poluentes:**

- **Sensor biológicos**

Ex. Microevoluções observadas em gerações

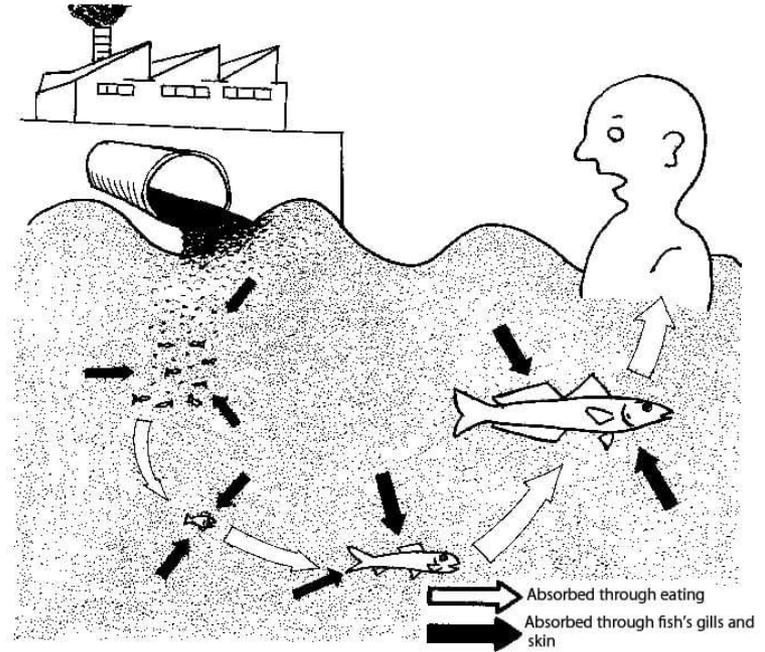
- **Resposta preferencial**

Ex: Indução de síntese de metalotioninas e fitoquelatinas

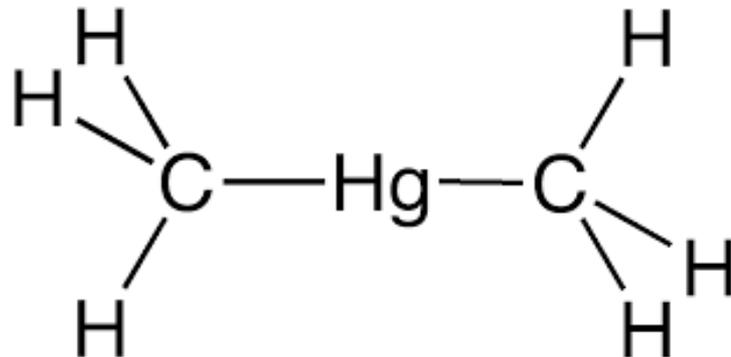
- **Fatores intrínsecos**

- Do organismo (suscetibilidade)
- Do ambiente (pH, salinidade, dureza)

# ***O desastre de Minamata – 1950s***

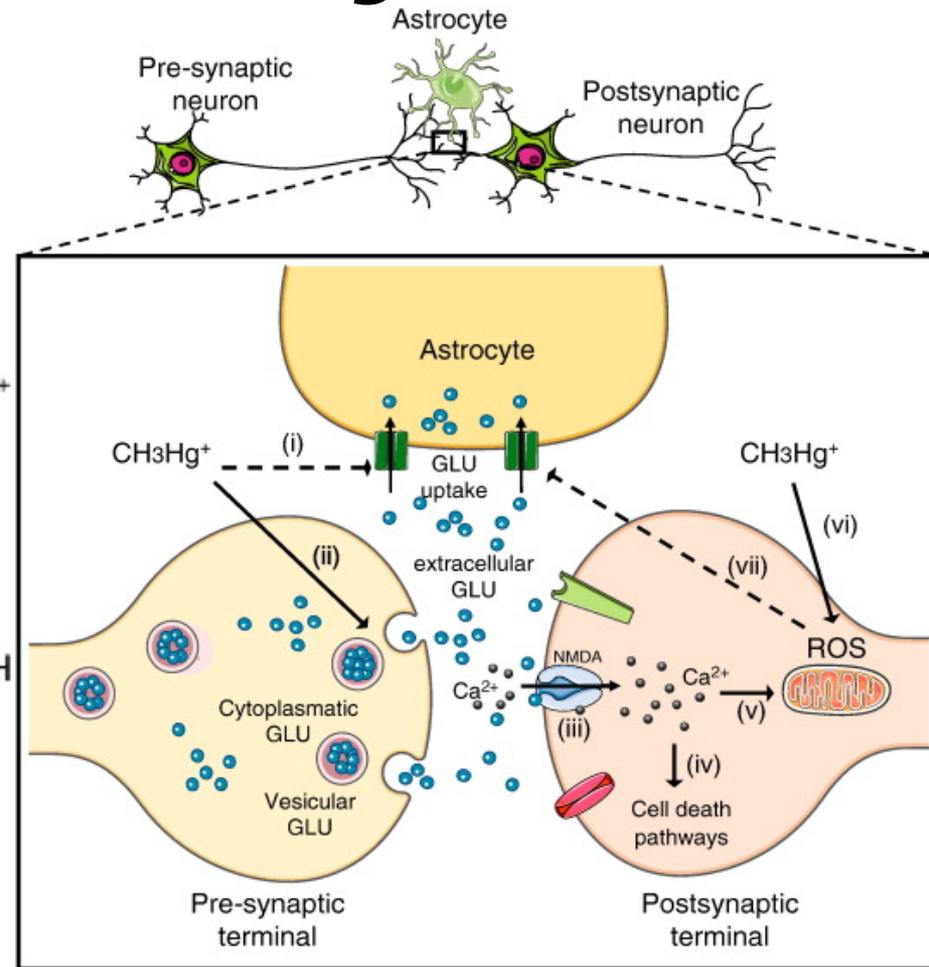
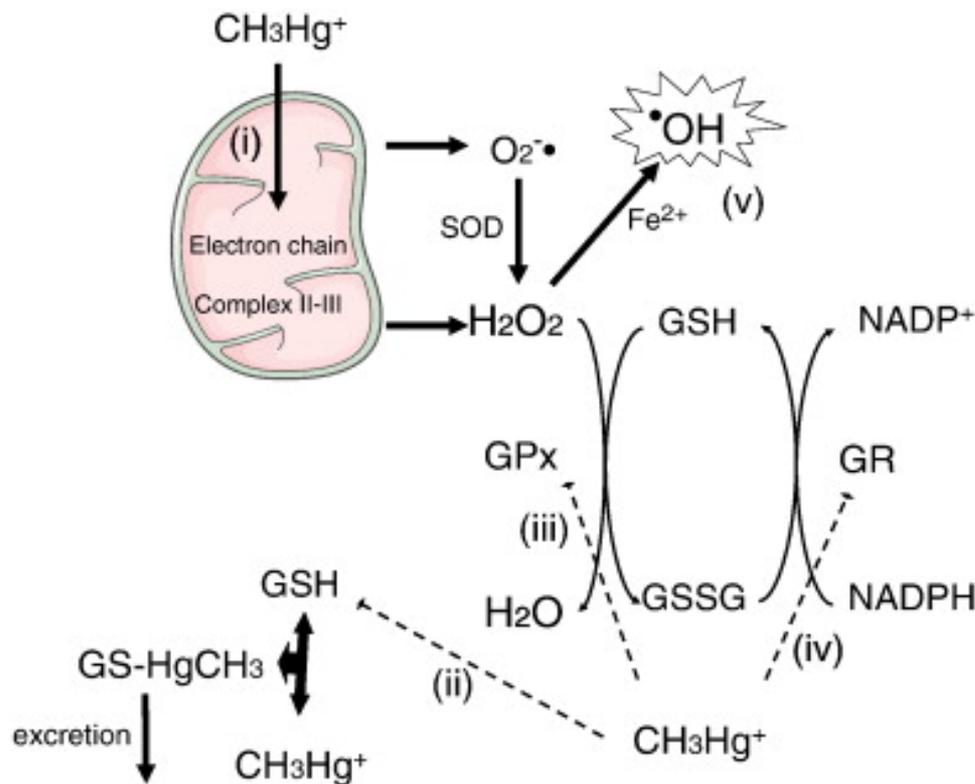


## ***Resíduo industrial***



# ***O desastre de Minamata – 1950s***

## ***Mecanismo de toxicidade de MeHg***



# QUALIDADE DA ÁGUA

## Brasil

RESOLUÇÃO CONAMA no 396, de 3 de abril de 2008  
Publicada no DOU nº 66, de 7 de abril de 2008, Seção 1,  
páginas 64-68

## WHO

Guidelines for drinking-water quality, 4th edition,  
incorporating the 1st addendum

[https://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/publications/drinking-water-quality-guidelines-4-including-1st-addendum/en/](https://www.who.int/water_sanitation_health/publications/drinking-water-quality-guidelines-4-including-1st-addendum/en/)

# REFERÊNCIAS

Seizi Oga. Fundamentos de Toxicologia. 3Ed. Atheneu Editora, 2008.

<https://www.asmalldoseoftoxicology.org/download-in-english>

[https](https://www.who.int/water_sanitation_health/publications/drinking-water-quality-guidelines-4-including-1st-addendum/en)

[://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/publications/drinking-water-quality-guidelines-4-including-1st-addendum/en](https://www.who.int/water_sanitation_health/publications/drinking-water-quality-guidelines-4-including-1st-addendum/en)

/

<https://toxtutor.nlm.nih.gov/>

<https://www.epa.gov/criteria-air-pollutants/naaqs-table>

<https://ec.europa.eu/environment/air/quality/standards.htm>

[https](https://www.who.int/en/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(out-door)-air-quality-and-health)

[://www.who.int/en/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(out-door\)-air-quality-and-health](https://www.who.int/en/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(out-door)-air-quality-and-health)

)

[http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2013/rdc0042\\_29\\_08\\_2013.html](http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2013/rdc0042_29_08_2013.html)