



**CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE**

**Câmara Técnica de Qualidade Ambiental e Gestão de Resíduos**

**26 de junho de 2012**

**Proposta de Resolução sobre uso de resíduos industriais indicados  
como matéria-prima para fabricação de produtos fornecedores de  
micronutrientes utilizados como insumo agrícola**

**VALORES ORIENTADORES PARA SOLOS DA  
RESOLUÇÃO CONAMA 420/2009**

**Biól<sup>a</sup> M<sup>cs</sup> MARA MAGALHÃES GAETA LEMOS – CETESB (SP)**



# **Resolução CONAMA 420/2009**

**Estabelece os valores orientadores  
para solo**



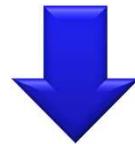
**Critérios numéricos**



**Para orientar a avaliação da qualidade e  
classificar os solos**

# Resolução CONAMA 420/2009

## Classificação dos solos



**Orientar a definição dos  
procedimentos de prevenção e  
controle da qualidade do solo**

# VALORES ORIENTADORES - Resolução CONAMA 420/2009

## VALOR DE REFERÊNCIA DE QUALIDADE

Concentração de determinada substância que define a **qualidade natural** do solo

## VALOR DE PREVENÇÃO

Concentração de determinada substância, capaz de sustentar as **principais funções** do solo

## VALOR DE INTERVENÇÃO

Concentração de determinada substância no solo ou na água subterrânea, acima da qual, existem **riscos potenciais diretos ou indiretos, à saúde humana** considerando cenário de exposição genérico

# AÇÕES EM FUNÇÃO DA CLASSIFICAÇÃO DO SOLO



# Resolução CONAMA 420/2009

## VALORES ORIENTADORES

```
graph TD; A[VALORES ORIENTADORES] --> B[Multifuncionalidade]; A --> C[Perda da multifuncionalidade];
```

### Multifuncionalidade

**PROTEÇÃO DA  
QUALIDADE NATURAL;  
PROTEÇÃO DAS  
PRINCIPAIS FUNÇÕES**

**VRQ e VP**

**Perda da multifuncionalidade  
Risco a Saúde humana**

**GERENCIAMENTO DE ÁREAS  
CONTAMINADAS**

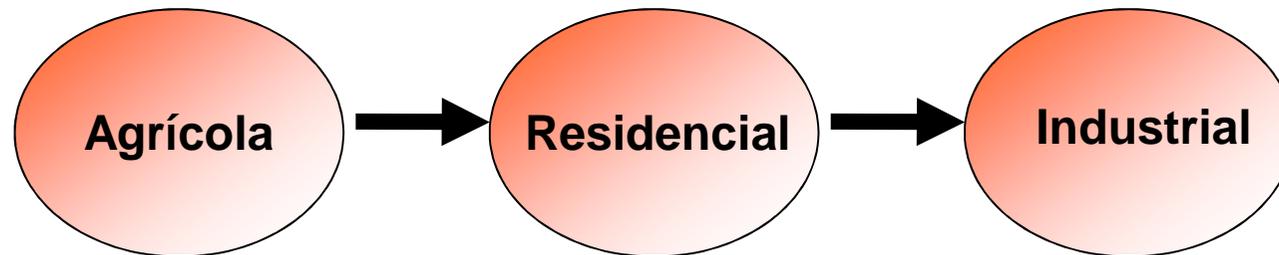
**VI**

# Resolução CONAMA 420/2009

VALOR DE INTERVENÇÃO

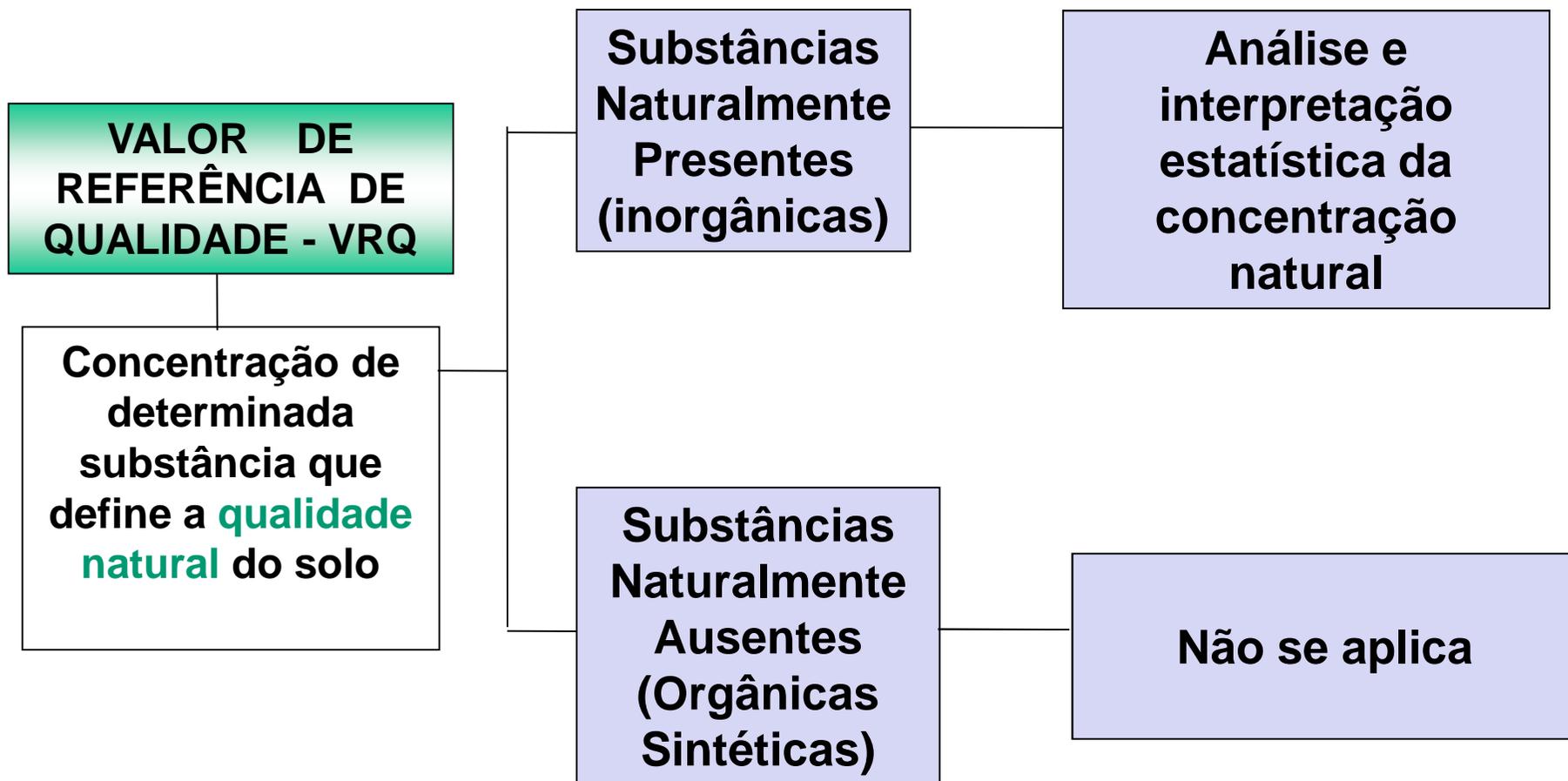
Concentração de determinada substância no solo ou na água subterrânea, acima da qual, existem **riscos potenciais diretos ou indiretos, à saúde humana** considerando cenário de exposição genérico

## Avaliação de risco à **saúde humana** para 3 cenários de uso e ocupação do solo



Cenário genérico: **Conjunto de variáveis** sobre o **meio físico, comportamento humano** associado a um uso e ocupação do solo e sobre as propriedades das substâncias químicas, estabelecidas para avaliar os riscos associados à **exposição aceitável dos indivíduos** para **diversas vias**, em determinado período de tempo.

# VALORES ORIENTADORES - Resolução CONAMA 420/2009

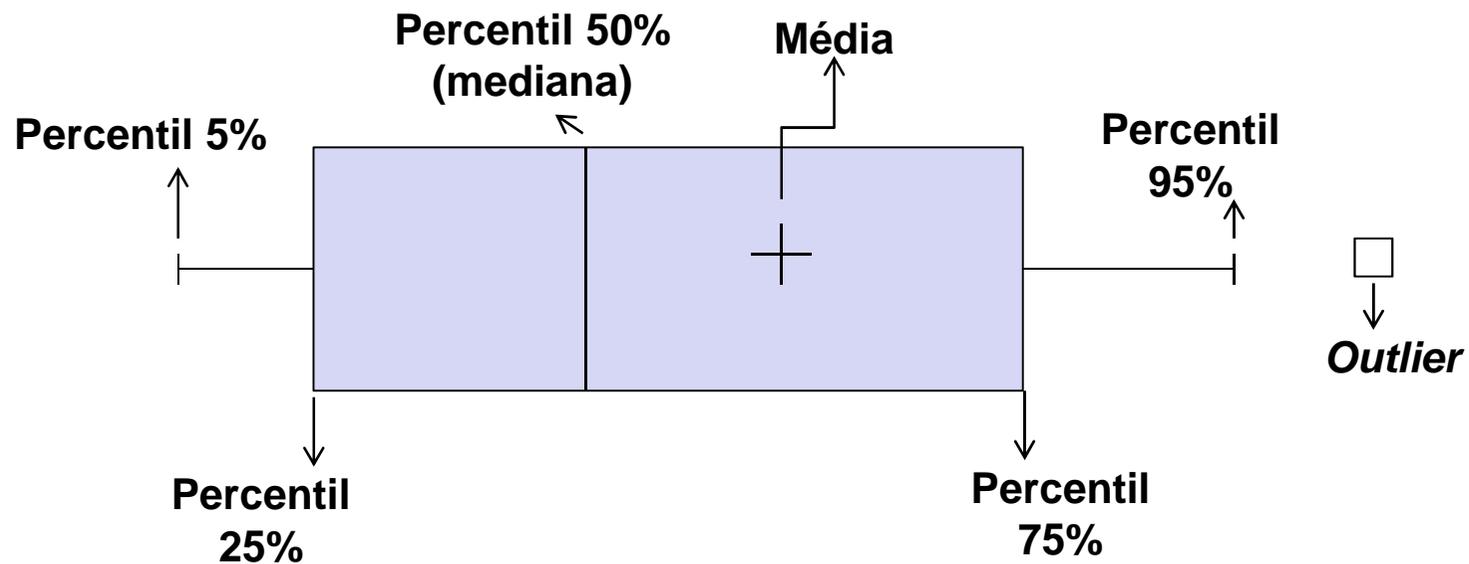


## **Crêterios para sele o dos pontos de coleta**

- ** reas com pouca influência antropog nica**
- **Os principais tipos de solo**
- **Propriedades do solo diferenciadas**
- **Origem dos solos**

## Critério estatístico para estabelecimento

**Percentil 75 ou 90 dos resultados analíticos das amostras de solo**



## VRQ – São Paulo e Minas Gerais

Substância	CAS N°	VRQ Solo (mg kg <sup>-1</sup> de peso seco)	
		São Paulo	Minas Gerais
Antimônio	7440-36-0	<0,5	<0,5
Arsênio	7440-38-2	3,5	8
Bário	7440-39-3	75	93
Boro	7440-42-8	-	11,5
Cádmio	7440-43-9	<0,5	<0,4
Chumbo	7440-92-1	17	19,5
Cobalto	7439-48-4	13	6
Cobre	7440-50-8	35	49
Cromo	7440-47-3	40	75
Mercúrio	7439-97-6	0,05	0,05
Molibdênio	7439-98-7	<4	0,9
Níquel	7440-02-0	13	21,5
Prata	7440-22-4	0,25	<0,45
Selênio	7782-49-2	0,25	0,5
Vanádio	7440-62-2	275	129
Zinco	7440-66-6	60	46,5

# VALOR DE PREVENÇÃO – VP

## PRINCIPAIS FUNÇÕES DO SOLO

### VALOR DE PREVENÇÃO - P

Concentração de determinada substância, capaz de sustentar as **principais funções** do solo

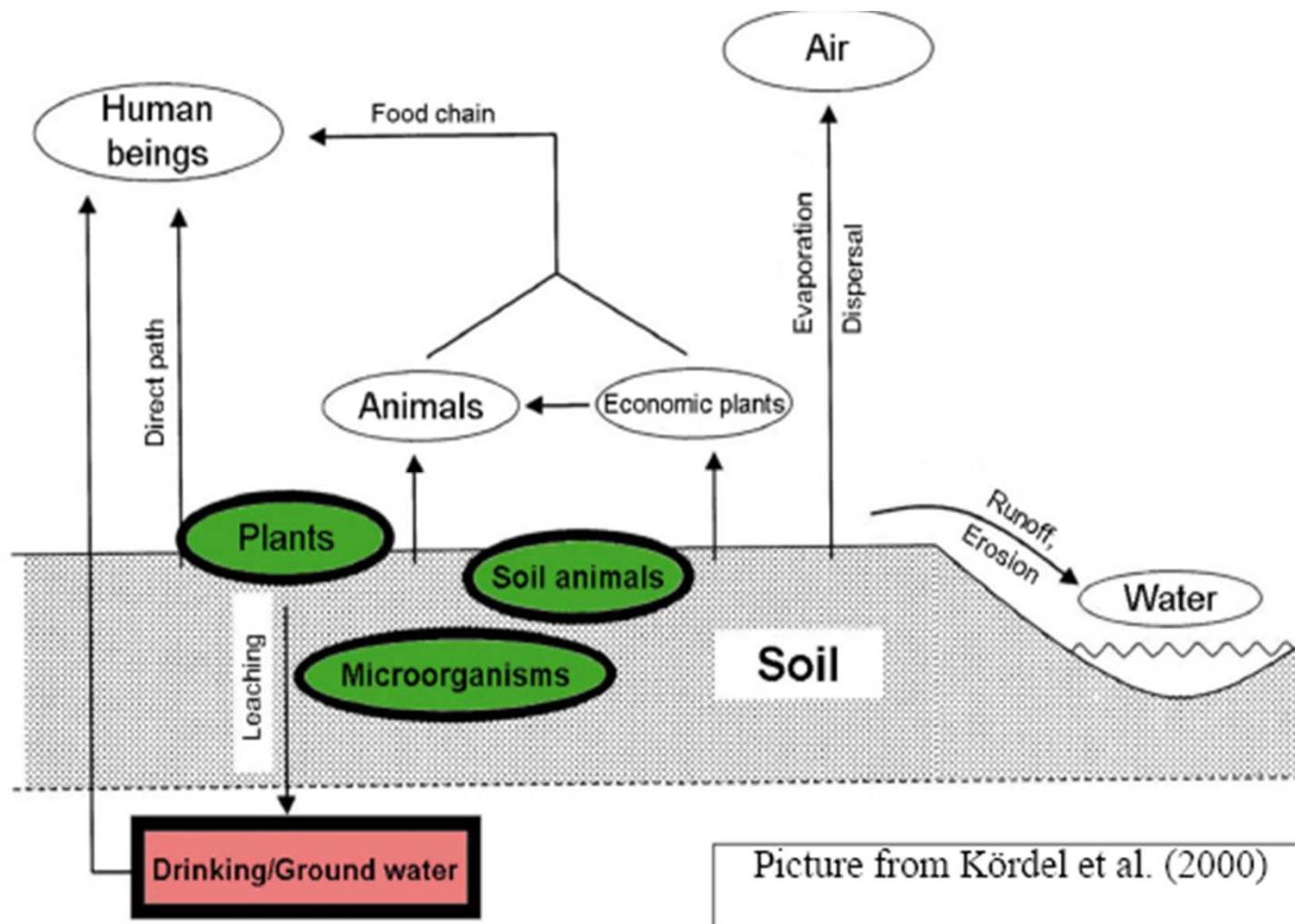
- sustentação da vida e do habitat para pessoas, animais, plantas e organismos do solo;
- manutenção do ciclo da água e dos nutrientes;
- proteção das águas superficiais e subterrânea;
- produção de alimentos;
- agir como filtro natural, tampão e meio de adsorção, degradação e transformação de substâncias químicas e de organismos

# VALOR DE PREVENÇÃO - VP

Estabelecidos com base em ensaios de fitotoxicidade ou em avaliação de risco ecológico

**VALOR DE PREVENÇÃO**

Concentração de determinada substância, capaz de sustentar as principais funções do solo



# Valor de proteção ecológica

## INDICADORES BIOLÓGICOS

Detectam com maior antecedência alterações que ocorrem no solo, em função de seu uso e manejo, do que indicadores químicos e físicos.

## ENSAIOS TOXICOLÓGICOS

Ensaio padronizado realizado com indicadores biológicos, para determinar o modo e as concentrações de substâncias químicas efetivamente tóxicas.



**CRITÉRIO**  
**DERIVAÇÃO COM BASE**  
**EM DADOS**  
**ECOTOXICOLÓGICOS**



## Valores de Prevenção

**São os Valores “*Maximum Permissible Concentration*” (MPCs), derivados pelo Instituto Nacional Holandês de Saúde Pública e Meio Ambiente – RIVM com base em ensaios ecotoxicológicos.**

**FONTE: Verbruggen et. al., 2001 (RIVM report 711701020).**

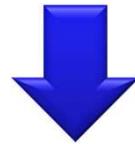
# Valores holandeses MPC para solo – nível de proteção

## JUSTIFICATIVAS

- São valores que integram “*Environmental Quality Standards (EQSs)*” da Holanda;
- Metodologia em desenvolvimento desde 1990;
- Metodologia utilizada na Holanda para todos os compartimentos ambientais;
- Apresentam várias revisões disponíveis na internet - atualmente tem como base os critérios definidos pela Comissão Europeia para dar suporte nos regulamentos e diretivas europeias: *Technical Guidance Document of the European Union (EU/TDG)*
- Conta com uma lista de valores para 163 substâncias

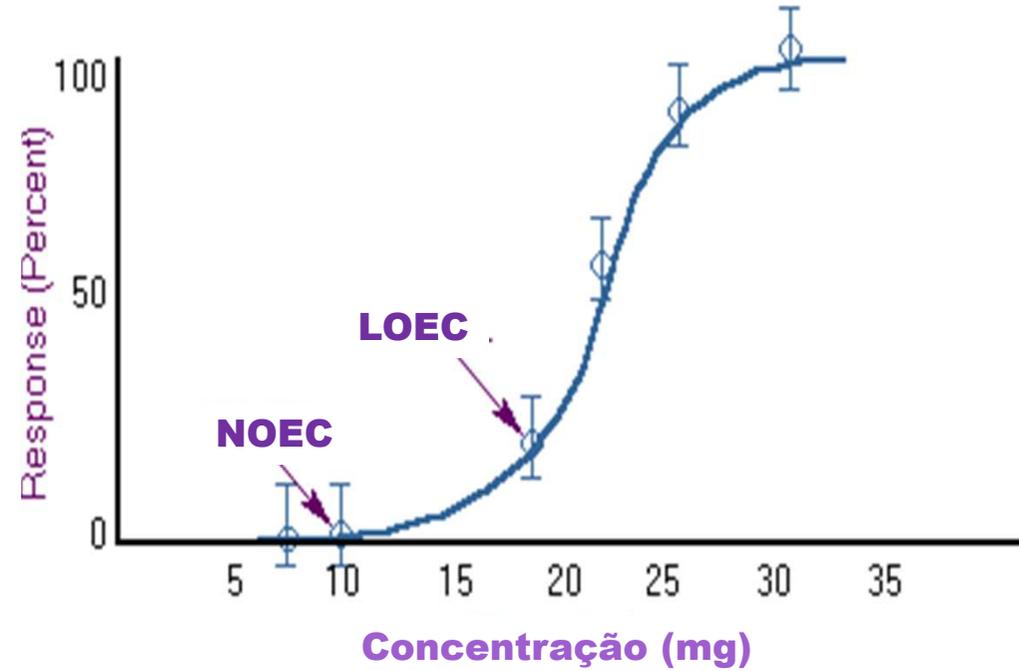
## **Valores holandeses MPC para solo – nível de proteção**

**Valor derivado para a concentração de nenhum efeito observado (NOEC) e um nível de proteção de 95 % das espécies e processos do solo**



**Definida como HC5, podem ocorrer algum efeito adverso para 5% das espécies ou processos do solo (raros efeitos adversos)**

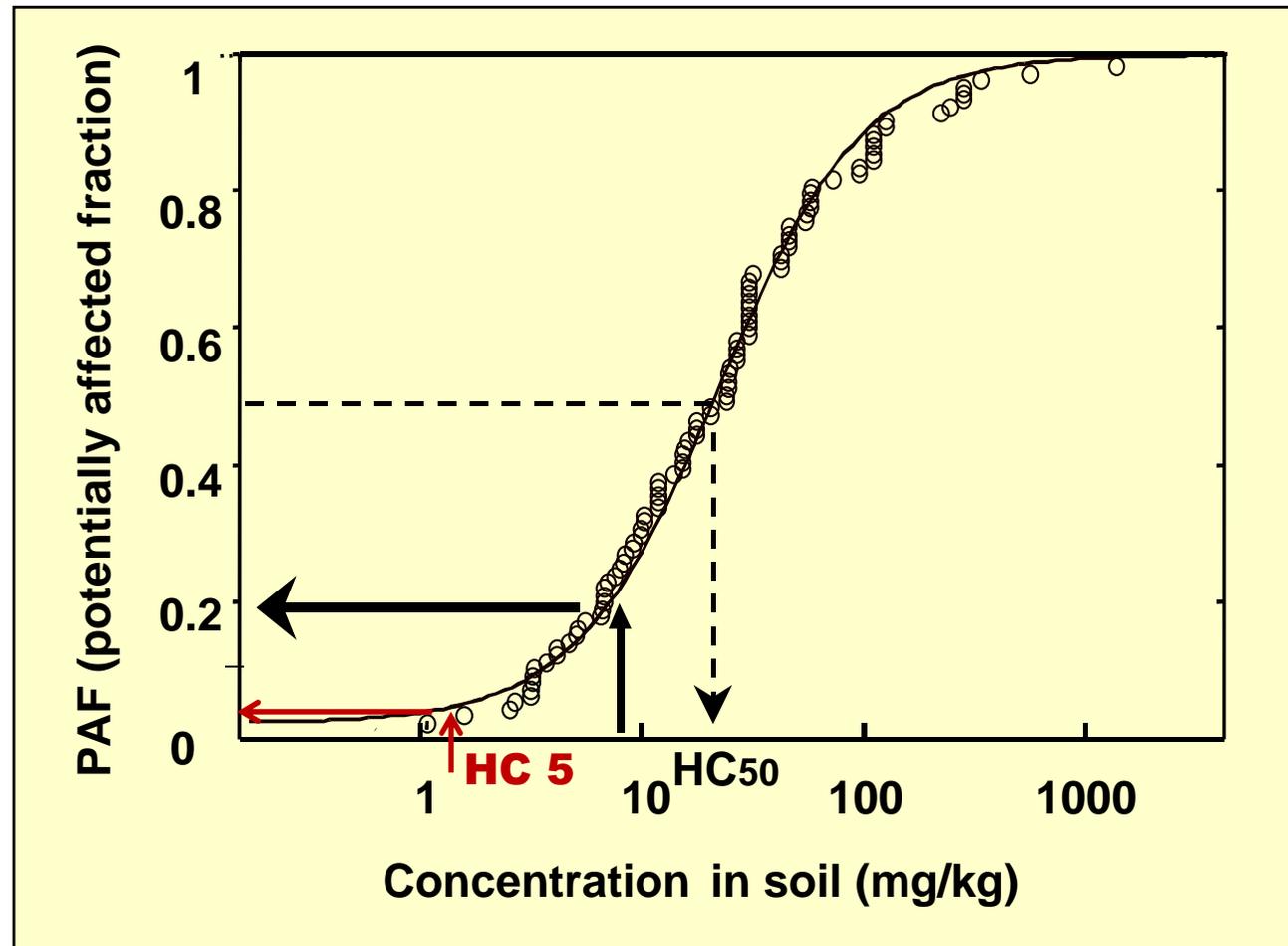
# Resultados dos ensaios toxicológicos



# Nível de proteção

## Critério estatístico para estabelecimento

Percentil 5 (0,05) = HC 5 das concentrações no solo de NOEC



# MPC e MPA - Substâncias Inorgânicas

A concentração de efeito derivada dos ensaios ecotoxicológicos deve ser adicionada ao valor natural.



Premissa do RIVM – Fração biodisponível que causa efeito adverso para concentração natural das substâncias inorgânicas em um solo é ZERO.

Os valores derivados pelo RIVM com base em ensaios ecotoxicológicos são denominados de MPA (*Maximum Permissible Addition*).

$$\text{MPC inorg.} = \text{Concentração basal} + \text{MPA}$$

# VP - Substâncias Inorgânicas

## Crítérios para estabelecimento

- **Menor valor de fitotoxicidade de literatura** valor acima do qual pode-se observar efeitos adversos às espécies vegetais.
- **Utilização do MPA** e metodologia utilizada par cálculo do **MPC** para cádmio e chumbo:

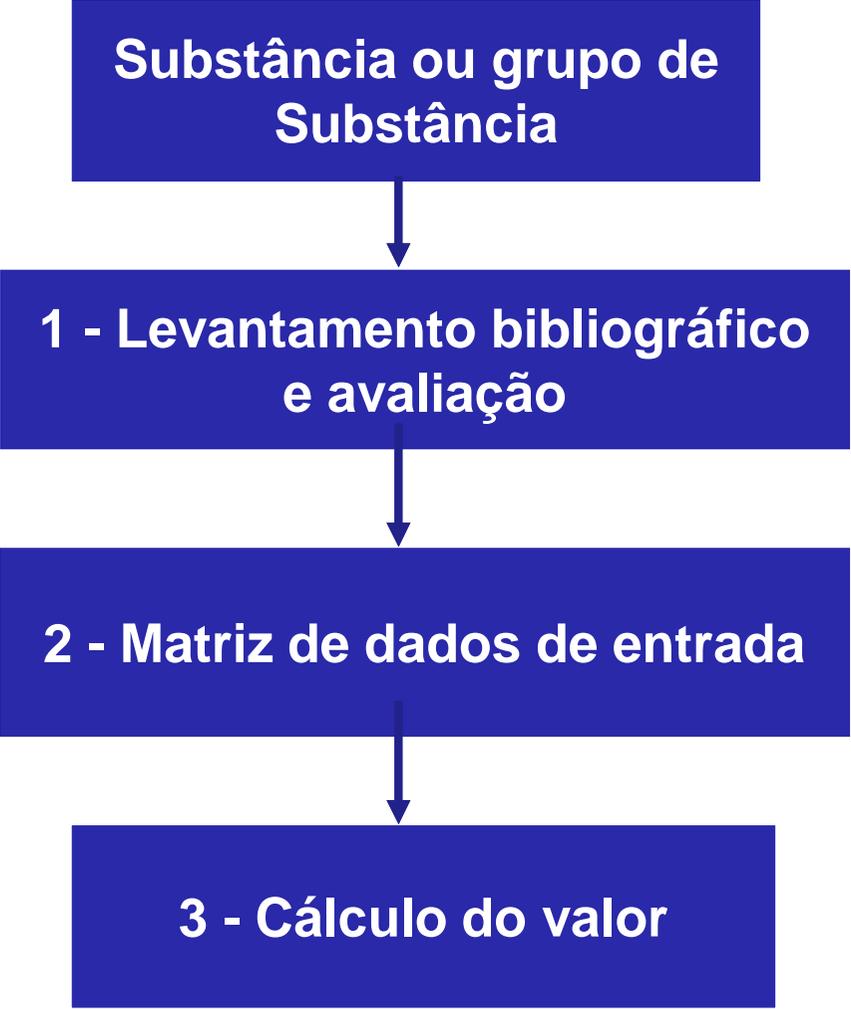
$$VP = VRQ + MPA$$

## Valores MPC/MPA para solo - critérios da derivação

- Ensaio toxicológico **padronizados** com análise de matéria orgânica e/ou porcentagem de argila do solo.
- Ensaio com no mínimo organismos de **4 grupos taxonômicos** ou diferentes processos do solo (microbiológicos e enzimáticos).
- Considera o potencial de algumas substâncias de se **biomagnificar** na cadeia trófica.
- Para substâncias sem dados toxicológicos de ambiente terrestre, são utilizados **dados ecotoxicológicos aquáticos** aplicando-se o método de equilíbrio de partição.
- Correção para solo padrão de 10% de matéria orgânica e 25% de argila.

# Etapas para a derivação dos valores MPC/MPA

**Substância ou grupo de  
Substância**



```
graph TD; A[Substância ou grupo de Substância] --> B[1 - Levantamento bibliográfico e avaliação]; B --> C[2 - Matriz de dados de entrada]; C --> D[3 - Cálculo do valor];
```

**1 - Levantamento bibliográfico  
e avaliação**

**2 - Matriz de dados de entrada**

**3 - Cálculo do valor**

## Etapa 1 – Levantamento de dados

### a) **Ensaio de toxicidade segundo guias da OECD**

**Ensaio que segue um procedimento padronizado por guias estabelecidos por organizações especializadas (similar a ABNT).**

### b) **Ensaio cujos resultados encontram-se publicados em literatura científica internacional**

**Não é necessário o bioensaio ser realizado com organismo autóctone, porque as diferenças entre autóctones e exóticos é menor do que as diferenças proveniente da extrapolação de condições laboratoriais para campo (Rutgers e Den Besten, 2005).**

# Normas ISO

- ISO 11269-1:2012 Soil quality -- Determination of the effects of pollutants on soil flora -- Part 1: Method for the measurement of inhibition of root growth
- ISO 11269-2:2012 Soil quality -- Determination of the effects of pollutants on soil flora -- Part 2: Effects of contaminated soil on the emergence and early growth of higher plants
- ISO 12404:2011 Soil quality -- Guidance on the selection and application of screening methods
- ISO 17512-2:2011 Soil quality -- Avoidance test for determining the quality of soils and effects of chemicals on behaviour -- Part 2: Test with collembolans (*Folsomia candida*)
- ISO 10872:2010 Water quality -- Determination of the toxic effect of sediment and soil samples on growth, fertility and reproduction of *Caenorhabditis elegans* (Nematoda)
- ISO/TS 10832:2009 Soil quality -- Effects of pollutants on mycorrhizal fungi -- Spore germination test
- ISO 17512-1:2008 Soil quality -- Avoidance test for determining the quality of soils and effects of chemicals on behaviour-- Part 1: Test with earthworms (*Eisenia fetida* and *Eisenia andrei*)
- ISO 17616:2008 Soil quality -- Guidance on the choice and evaluation of bioassays for ecotoxicological characterization of soils and soil materials
- ISO 18772:2008 Soil quality -- Guidance on leaching procedures for subsequent chemical and ecotoxicological testing of soils and soil materials
- ISO 15952:2006 Soil quality -- Effects of pollutants on juvenile land snails (Helicidae) -- Determination of the effects on growth by soil contamination
- ISO 23753-1:2005 Soil quality -- Determination of dehydrogenase activity in soils-- Part 1: Method using triphenyltetrazolium chloride (TTC)
- ISO 20963:2005 Soil quality -- Effects of pollutants on insect larvae (*Oxythyrea funesta*) -- Determination of acute toxicity
- ISO 17126:2005 Soil quality -- Determination of the effects of pollutants on soil flora -- Screening test for emergence of lettuce seedlings (*Lactuca sativa* L.)
- ISO 22030:2005 Soil quality -- Biological methods -- Chronic toxicity in higher plants

## Etapa 1 – Levantamento de dados

### c) Substâncias que biomagnificam

- São levantados estudos sobre a sensibilidade em aves e mamíferos e fator de bioacumulação (BCF) em minhocas.



## Etapa 2 – Matriz de dados de entrada

**Matriz de organismos do solo e processos são avaliadas separadamente**

**a) Para organismos terrestres:**

- **Selecionado um dado de entrada por espécie**

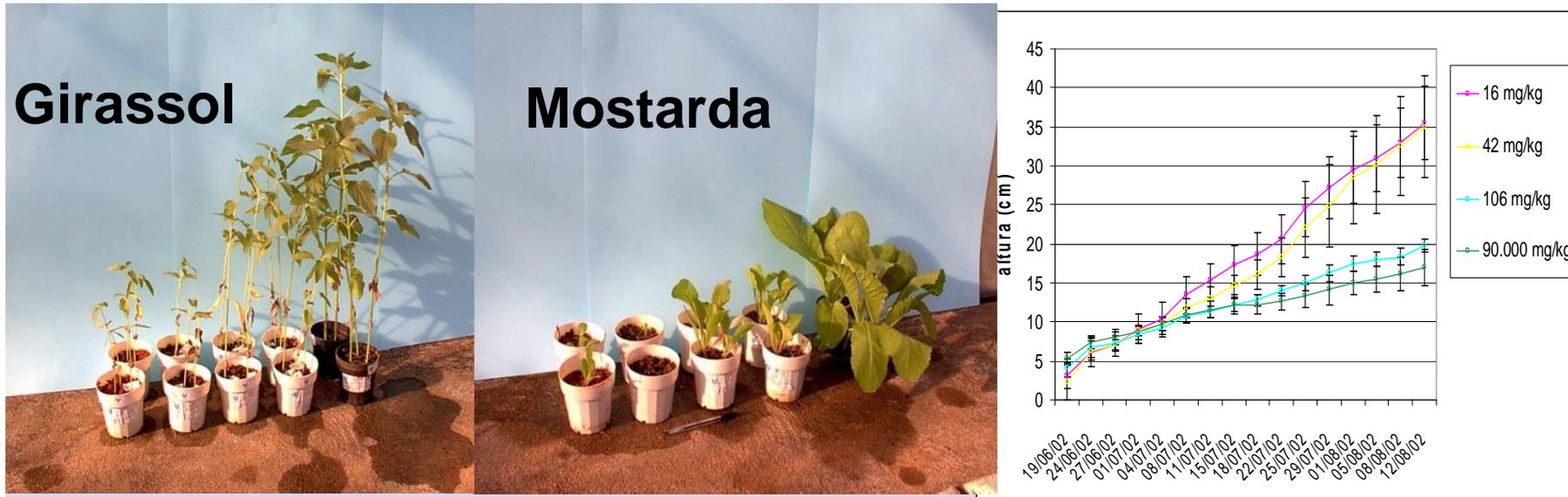
**Média geométrica** – vários resultados para o mesmo efeito.

**Mais restritivo** – vários tipos de efeitos ou vários estágios do ciclo de vida.

**b) Para processos no solo:**

**Mais de um valor para o mesmo efeito** – para tipos de solo diferentes (diferentes tipos de populações microbianas no solo).

# Ensaio fitotóxico crônico - chumbo

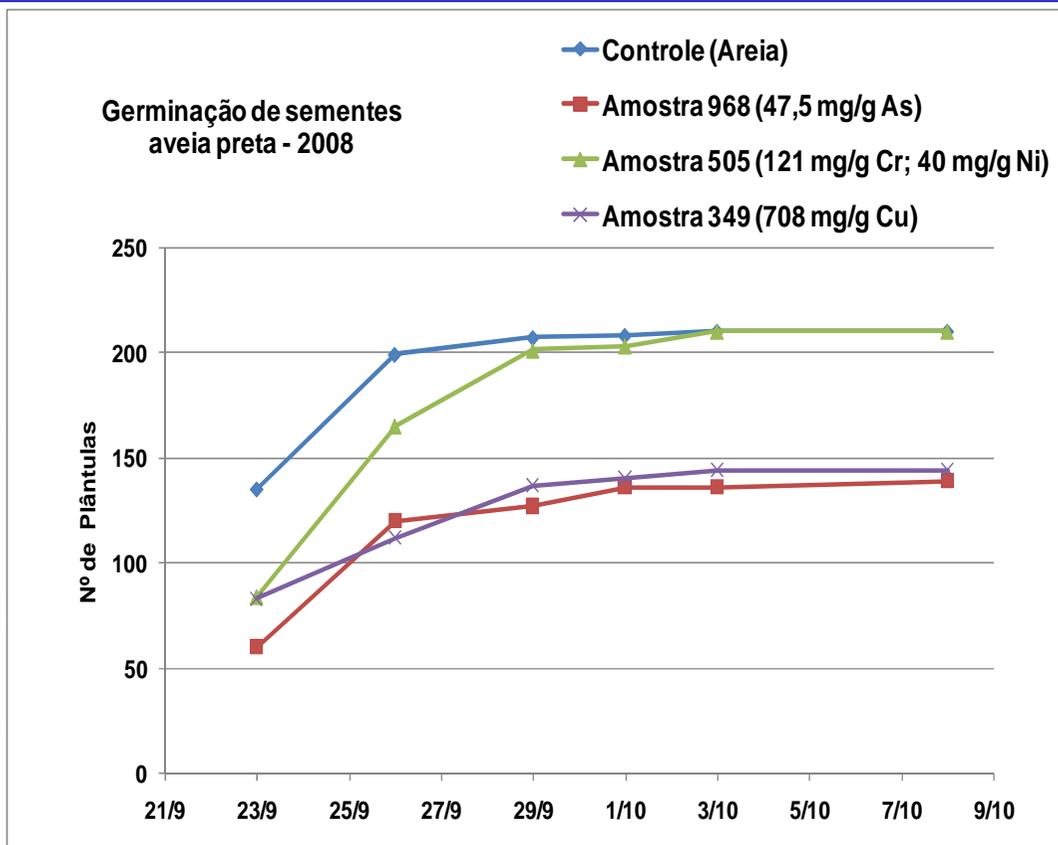


## Resultados :

- sem diferença no crescimento entre 16 e 42 mg kg<sup>-1</sup>
- 106 mg kg<sup>-1</sup> não completou o ciclo de vida

Benavente, A.C.M.B., et al.. Lead effects on mustard and sun flower on contaminated soils.  
*Conference of Remediation of Chlorinated and Recalcitrant Compounds. Battelle, USA - maio, 2004.*

# Ensaio fitotóxico - germinação



## Resultados :

- Houve retardamento da germinação para todos os solos testados
- Inibição de 35% da germinação no período de estudo em 2 amostras



**QUALIDADE DE SOLO E ÁGUA  
SUBTERRÂNEA:**

**DIREITO E DEVER DE TODOS**

**OBRIGADA**