

Contaminantes orgânicos e inorgânicos em SOLOS
Elaboração de valores orientadores
(Geral, Alemanha e Europa)

02 de abril de 2007

Thomas Kerl



O que são SOLOS

SOLOS são:

- Produtos de substâncias minerais e orgânicas
- Resultados de fatores ambientais na superfície
- desenvolvidos com tempo
- com água, ar e organismos
- Lugar para plantas

Os 5 fatores que caracterizam o desenvolvimento de um solo

- Matéria original
- Clima
- Topografia
- Biologia
- Tempo

p
c
r
o
t

variáveis independentes

Modelo de *Jenny* (1946)

$$s = f(p, c, r, o, t, \dots)$$

s = propriedades do solo

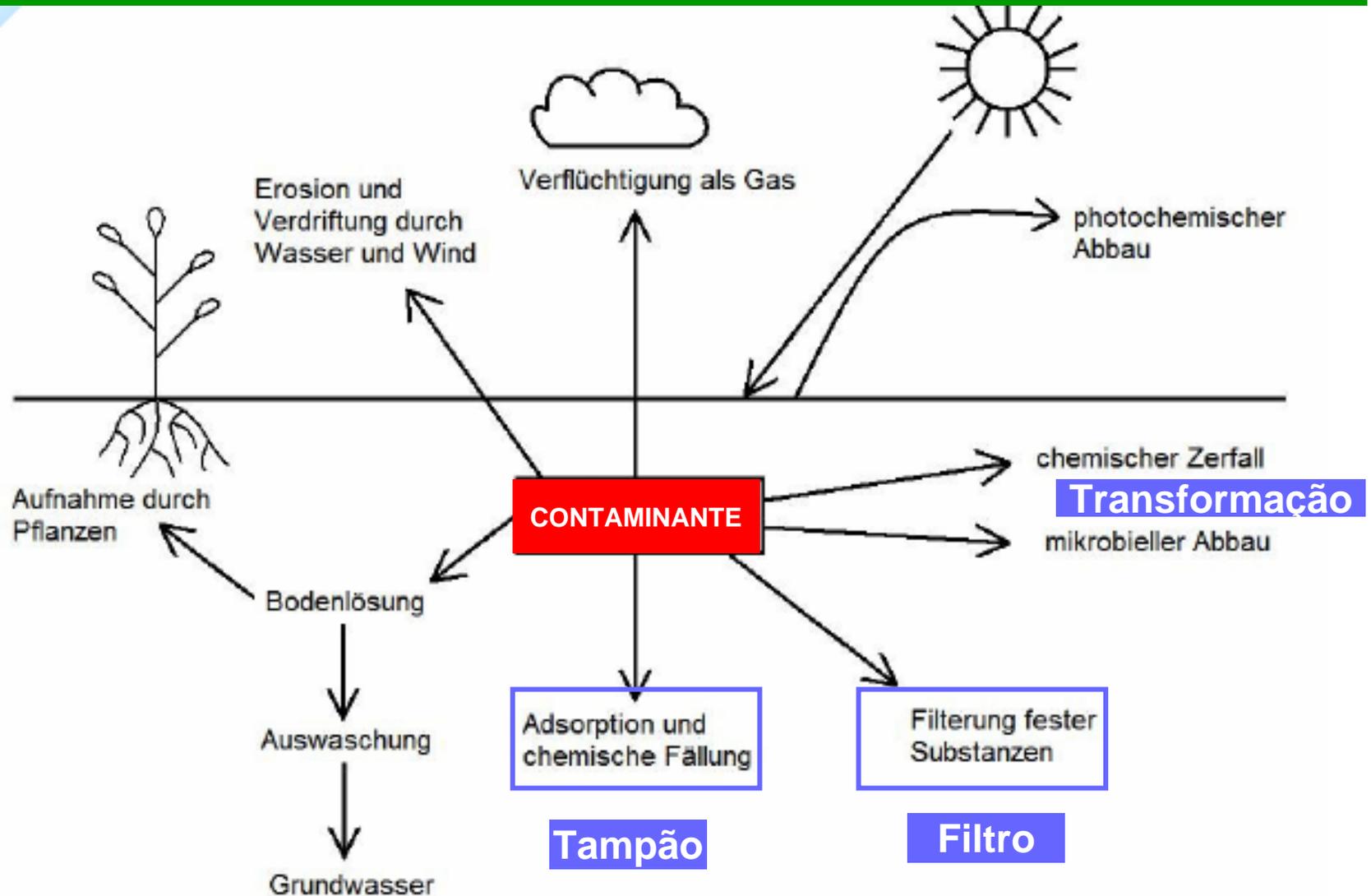
Danificação e destruição de solo por:

- Construções
- Contaminação
- Aterros (de resíduos)
- Degradação (Agricultura)
- Erosão
- Salinização
- Aplicação errada de Agroquímicos

Impactos do solo

- impactos químicos
- impactos biológicos
- impactos físico-mecânicos

Contaminantes no Solo

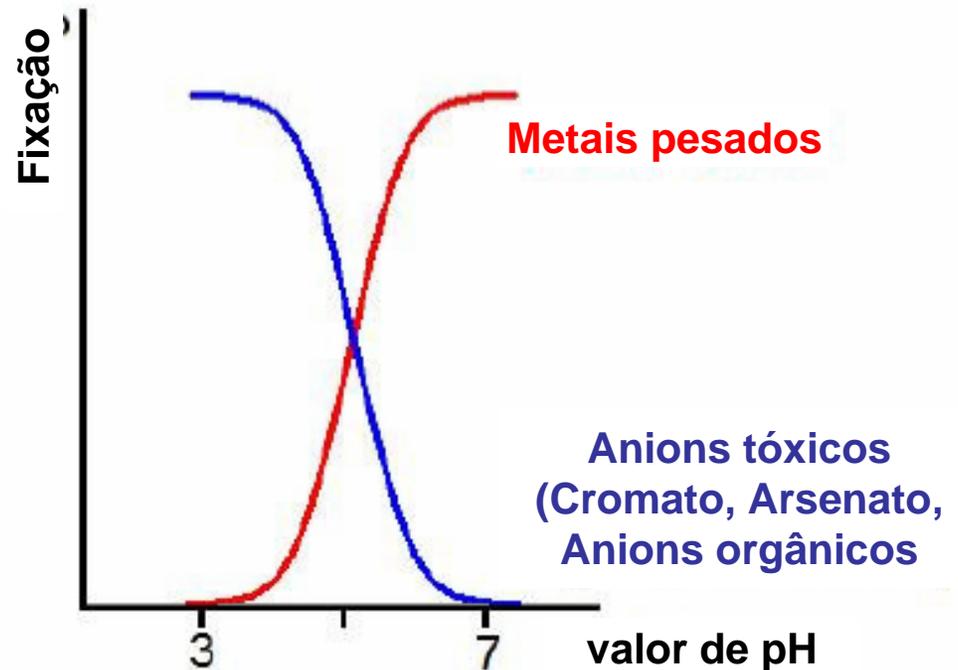


Função de Tampão

- Substâncias húmicas – contaminantes orgânicos, metais pesados
- Minerais de argila – cátions
- Óxidos de Fe, Al, Mn – metais pesados, anions (p. ex. cromatos, arsenatos e anions orgânicos)
- CaCO_3 – Cd^{2+} (troca do Ca com Cd), indireto via pH para todos metais pesados (pH alto – menos metais pesados disponíveis)

Mobilização progressiva de metais diferentes

Elemento	abaixo de pH
Cd	6 – 6,5
Mn	5,5
Ni	5,5
Co	5,5
Zn	5,5
Al	4,5
Cu	4,5
Cr(III)	4,5
Pb	4
Hg	4
Fe(III)	3,5



Função de Filtro

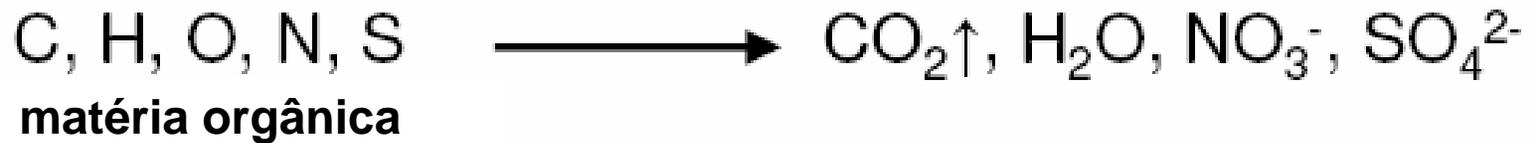
Dependendo da distribuição do tamanho dos poros

	Volume dos poros (%)	Poros g. (%)	Poros m. (%)	Poros f. (%)
Areia	46 ± 10	30 ± 10	7 ± 5	5 ± 3
Silte	47 ± 9	15 ± 10	15 ± 7	15 ± 5
Argila	50 ± 15	8 ± 5	10 ± 5	35 ± 10

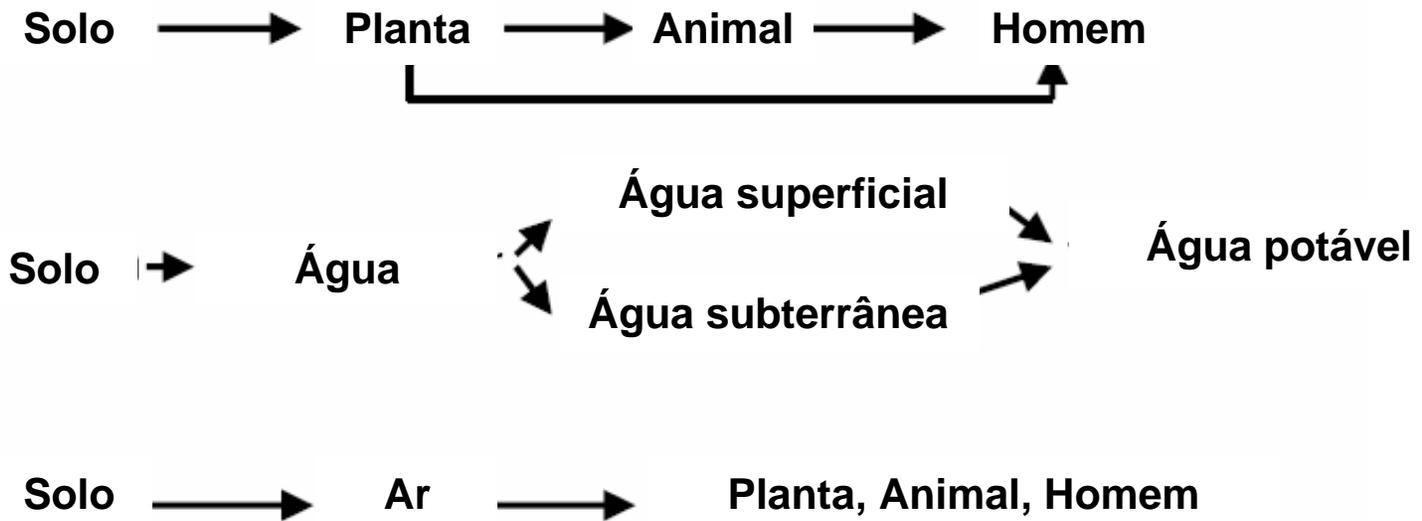
Função de transformação

Modificação (sólido – líquido, líquido - gas)

Descontaminação



Vias de contaminação (“pathways”)



Elementos químicos e os efeitos para os organismos (Sauerbeck 1985)

	necessários		tóxicos	
	Plantas	Animais, Homem	Plantas	Animais, Homem
As	nein	nein	ja	ja
Pb	nein	nein	ja	ja
Cd	nein	nein	ja	ja
Cr	nein	ja	ja	(ja)
Cu	ja	ja	ja	ja
Ni	nein	ja	ja	(ja)
Hg	nein	nein	ja	ja
Zn	ja	ja	ja	(nein)

Básicos toxicológicos

Theophrastus Bombastus von Hohenheim,
vulgo “PARACELSUS” (1493 – 1541):

“DOSIS FACIT VENENUM”

“A DOSE FAZ O VENENO”

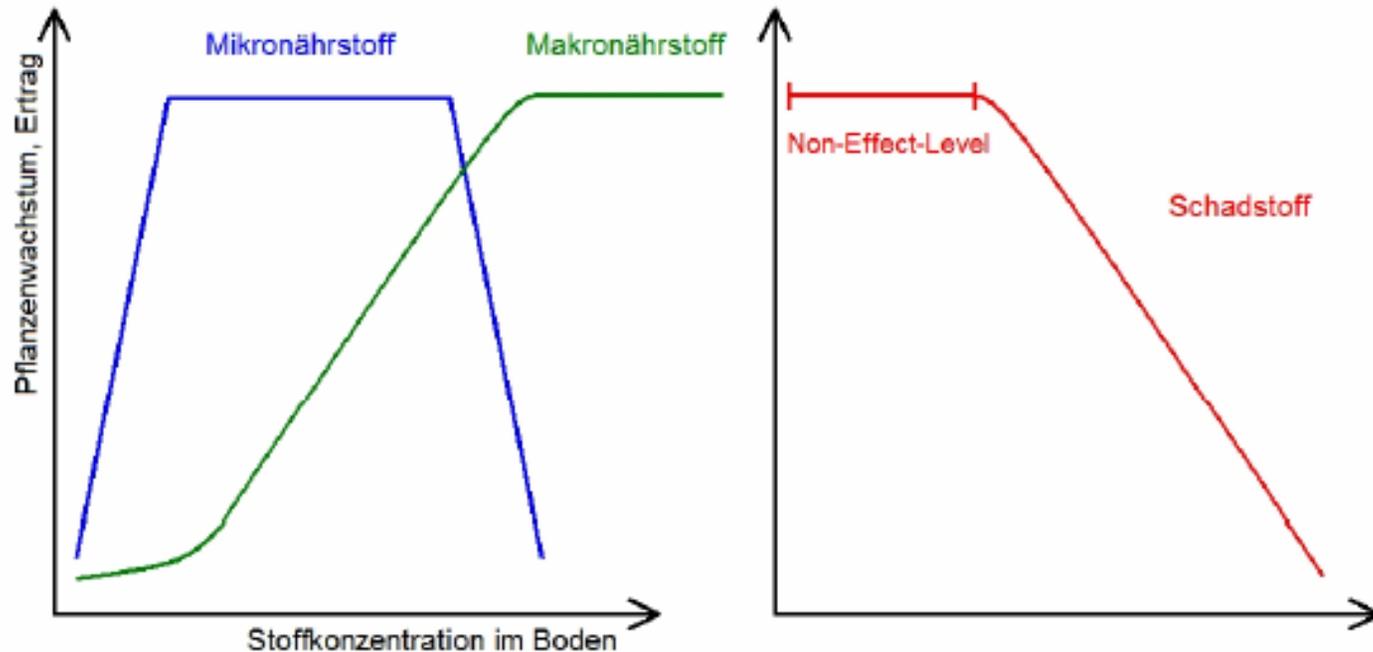
Básicos toxicológicos

$$\text{EFEITO} = \text{DOSE} \times \text{TEMPO} - \text{ELIMINAÇÃO}$$

Toxidez aguda: doses altas em tempo curto –
análise fácil

Toxidez crônica: doses baixas por longo tempo –
análise difícil

Básicos toxicológicos



Micro - nutriente: muito é tóxico

Macro- nutriente: com doses altas não tem risco

Contaminante: efeito tóxico ou no melhor caso não existe efeito

Determinação do impacto de contaminação de solos

- 1) Determinação dos teores químicos totais em solo

importante:

teor total depende da geologia do local

Determinação do impacto de contaminação de solos

Teores de metais pesados de rochas diferentes e solos não impactados (autores diferentes)

	Rochas ultrabasicas (mg/kg)	Granitos (mg/kg)	Argilitos (mg/kg)	Solos (mg/kg)
As	1	1,5	10	1 – 15
Pb	1	32	22	2 – 60
Cd	0,05	0,09	0,13	0,1 – 0,5
Cr	1600	12	90	5 – 100
Cu	10	13	45	2 – 40
Ni	2000	7	70	5 – 50
Hg	0,02	0,03	0,45	0,02 – 0,5
Zn	50	50	95	10 – 80

**Importante não é o teor total,
é a parte mobilizada**

Determinação do impacto de contaminação de solos

- 1) Determinação dos teores químicos totais em solo
- 2) Determinação dos fatores de transferência (Tf) para contaminantes

$$Tf = \frac{\text{Teor total na planta}}{\text{Teor total no solo}}$$

Fatores de transferência (Tf) de metais pesados diferentes (Sauerbeck 1985)

	Tf Solo - Planta	Disponibilidade relativa
Cd	1 – 10	alta
Tl	1 – 10	
Zn	1 – 10	
Cu	0,1 – 1	meia
Ni	0,1 – 1	
As	0,01 – 0,1	baixa
Pb	0,01 – 0,1	
Cr	0,01 – 0,1	
Hg	0,01 – 0,1	

Determinação do impacto de contaminação de solos

- 1) Determinação dos teores químicos totais em solo
- 2) Determinação dos fatores de transferência (T_f) para contaminantes
- 3) **Uso de Bioindicadores**
Plantas indicadoras

Determinação do impacto de contaminação de solos

- 1) Determinação dos teores químicos totais em solo
- 2) Determinação dos fatores de transferência (T_f) para contaminantes
- 3) Uso de Bioindicadores (Plantas indicadoras)
- 4) **Análise de solo**

Determinação de valores orientadores e limitantes

- Valor orientador (“prevenção”):
padrão de prevenção
não é um valor obrigatório
- Valor limitante (“intervenção”)
é um valor obrigatório
não pode passar esse valor



Legislação (Alemanha)

- Bundesbodenschutzgesetz (BBodSchG) – Lei federal para proteção de solo
 - 17.03.1998 – entrou em vigor 01.03.1999
 - Solo como terceiro meio ambiental (ar e água) Proteção e recuperação da função do solo
 - Objetivo: criar a base para a proteção do solo e para a remediação de áreas impactadas

Legislação (Alemanha)

- Bundes-Bodenschutz-und Altlastenverordnung (BBodSchV) – Lei federal para proteção de solo e de áreas impactadas
 - 16.06.1999 – entrou em vigor 17.06.1999
 - Determinação de valores
 - Regulando o uso de materiais em solo
- **LAGA**

Legislação (Alemanha)

- Valores de Solo através do §8 da (BBodSchG):
 - Valor de monitoramento
 - Determinação de valores de monitoramento (acima desse valor, dependendo do uso do solo, será monitorado se existe uma modificação do solo ou da área impactada)
 - Valor de Intervenção
 - Valor de Prevenção

Importante:

Os Valores são determinados através do uso ocupacional do solo (“pathway”)

Legislação (nacional Alemanha)

National:

Richtlinien Bayern (1998)

Richtlinien Baden-Württemberg (1998)

Berliner Liste (1996)

Brandenburger Liste (1993)

Prüfwertliste der Stadtgemeinde Bremen (1993)

Hamburger Liste (1990)

Entwurf hessischer "Orientierungswerte Boden" für die Altlastensanierung (1992)

Sächsisches Abfallwirtschaft- und Bodenschutzgesetz (1999)

Klärschlammverordnung (1992)

Importante:

Brasil é 24 vezes maior que Alemanha

Legislação (Europa)

“Guideline” do parlamento europeu 22.09.2006

- 1) Só conceito “guarda chuva”
- 2) Os estados membros deverão seguir a estratégia da proteção de solo (não obrigatório) – não há valores
- 3) Criação de um instrumento legislativo flexível como guideline com objetivos mas sem detalhamento para atingir esses objetivos
- 4) Elaboração de propostas para caracterização dos diferentes riscos para os solos e determinação de todos os objetivos no nível da comunidade
- 5) <http://ec.europa.eu/comm/environment/soil/index.htm>

Legislação (Europa) - DPSIR

D = driving forces

(quais são as atividades humanas que provocam uma contaminação)

P = Pressure

(quais são os impactos ambientais de diferentes setores)

S = State

(qual é a qualidade do meio ambiente que esta sobre influência)

I = Impact

(quais são os resultados da mudança do meio ambiente)

R = Response

(indicadores que analisam a atividade e a reação da política e da sociedade)

Conclusões – Determinação de valores orientadores e limitantes

- 1) Propriedades do solo (Geologia, Clima, Topografia, Biologia, Tempo) – regional
- 2) Uso ocupacional – industria, playground, etc.
- 3) Critérios toxicológicos
- 4) Valores naturais (“background”) de solos, plantas e águas
- 5) Critérios políticos (p.ex. para agrotóxicos os valores toxicológicos são 10 á 1000 vezes maior que dos valores definidos pelo lei)
- 6) Legislação nacional como “guideline” – definição de regiões com diferentes valores