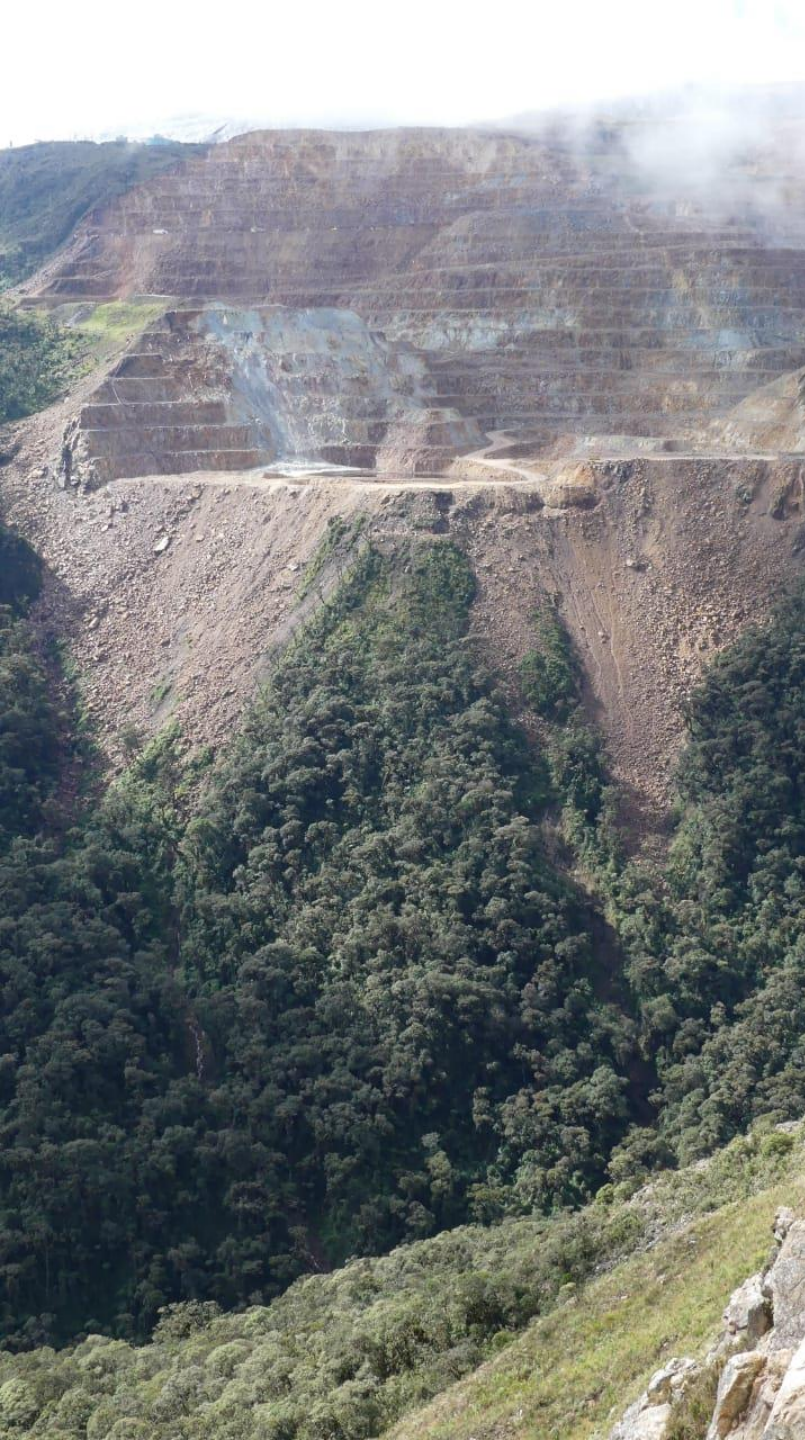




Geociências – Geoquímica ambiental

Erika S. Santos

erikasantos@isa.ulisboa.pt

PHYSICAL WEATHERING



CHEMICAL WEATHERING



Contaminação dos solos Vs Origem natural

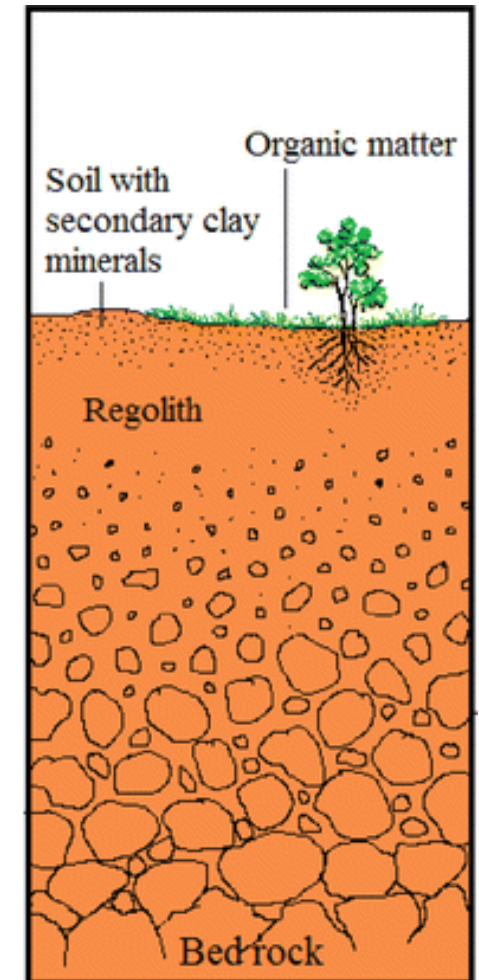
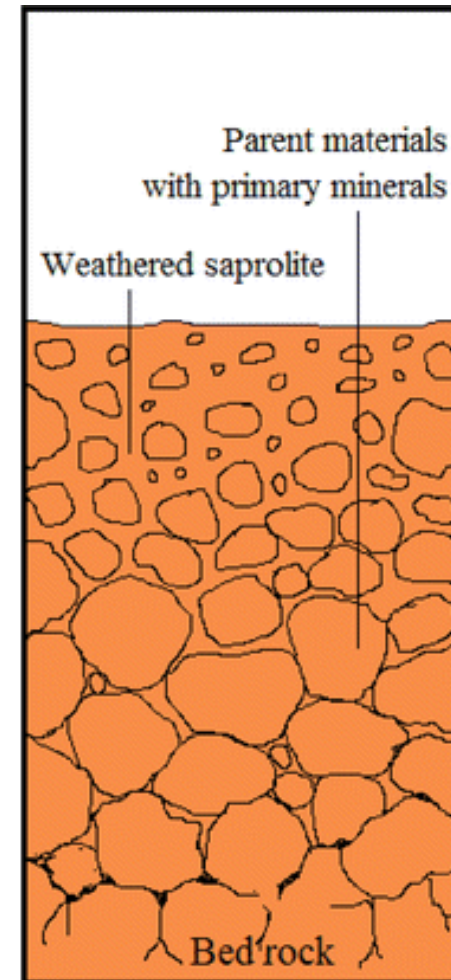
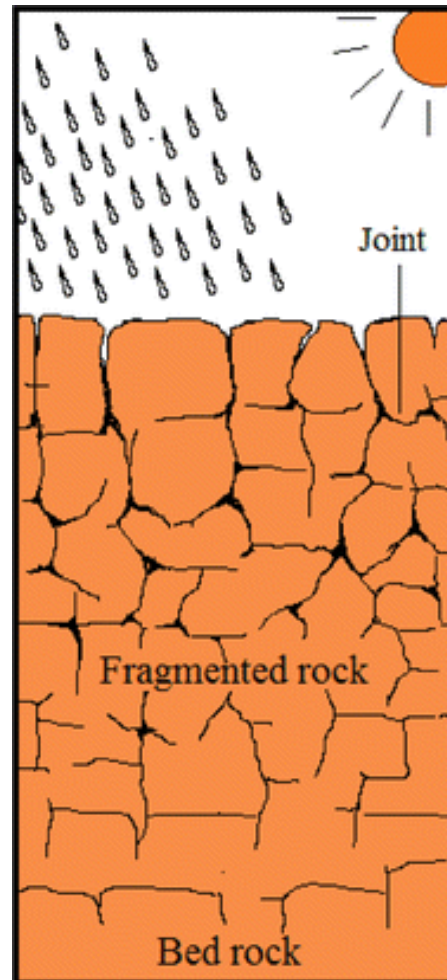
Meteorização de rochas
ricas em U, Ni, As, Cu...



Contaminação??



Fundo geoquímico



Avaliação da qualidade do meio

SOLO

- **Comparação das concentrações totais elementos** com as directrizes ou valores estabelecidos por normas/legislação

Inconvenientes:

- Não existe legislação de solos em todos os países
- Não tem em conta o fundo geoquímico da litologia, clima, tipo de solo
- Não representa o real risco ambiental e de saúde pública

ÁGUAS

- **Comparação das concentrações elementos** com valores estabelecidos por normas/legislação segundo o tipo de uso
- **Inconvenientes?**

Relação entre diferentes

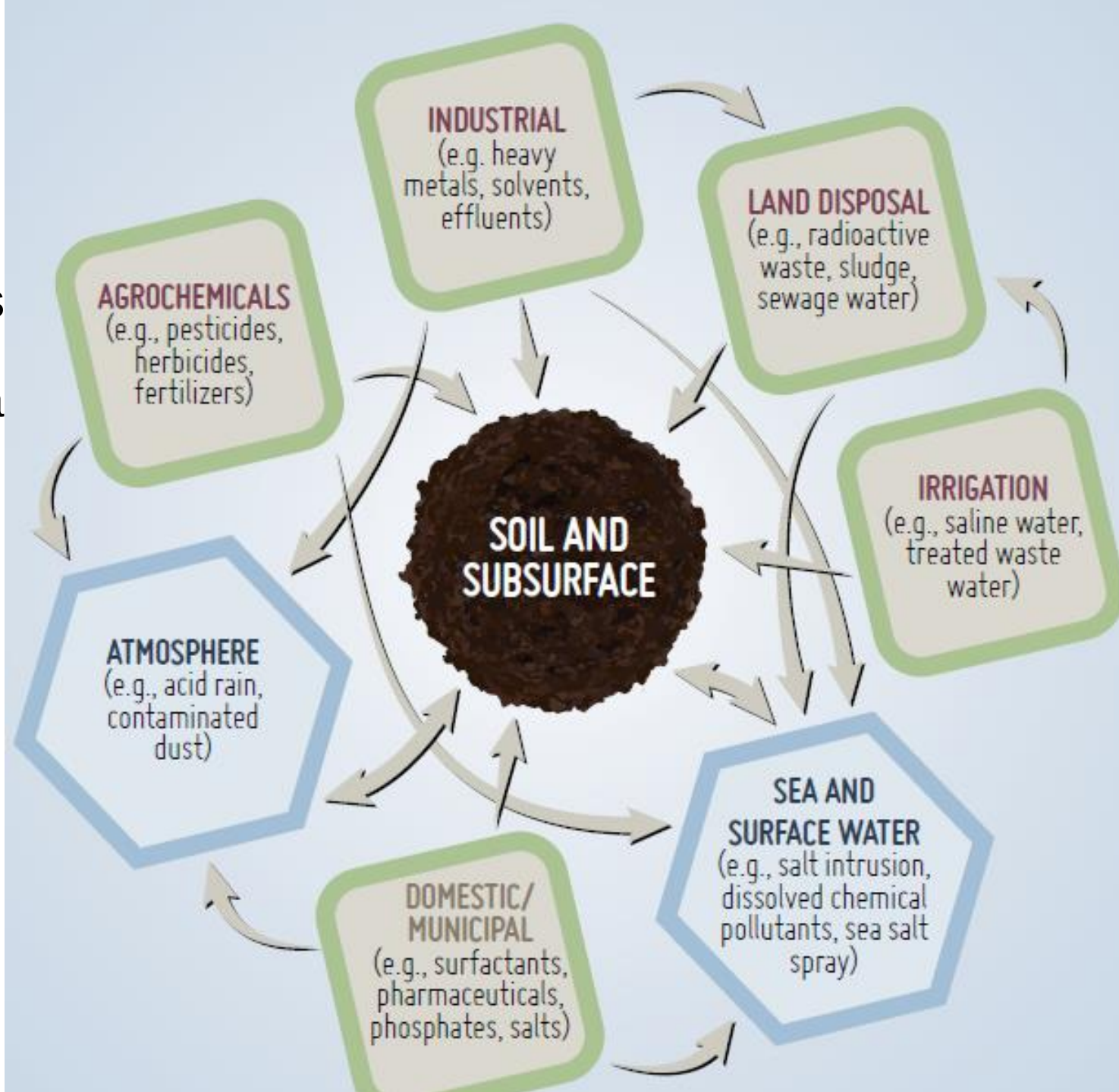
- Elementos → Catiões | Ânions
- Componentes do ecossistema



Solo/Rocha | Água/Drenagem |
Organismos



Bio– Hidro– Geo–Química



Consequências de elevadas concentrações elementares em solução

Efeitos directos

- Diminuição da biodiversidade específica e funcional do ecossistema
- Diminuição da microbiota do solo → alteração dos ciclos biogeoquímicos (MO e nutrientes)
- Desequilíbrio das razões entre nutrientes
- Alteração do pH
- Decréscimo da produtividade
- Diminuição das funções ecossistémicas do solo
- Bioacumulação dos elementos na cadeia trófica
- ...

Efeitos indirectos

- Erosão
- Salinização
- Contaminação das águas
- ...

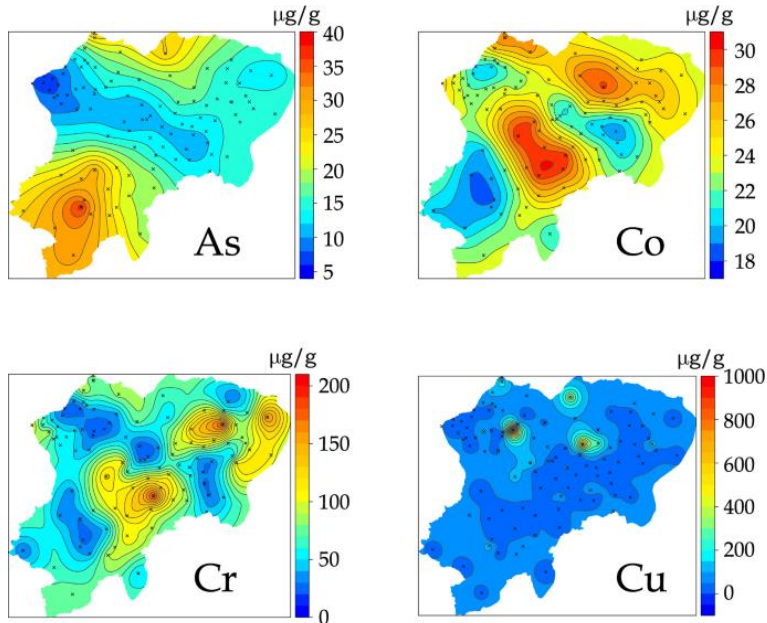
Características gerais

Local

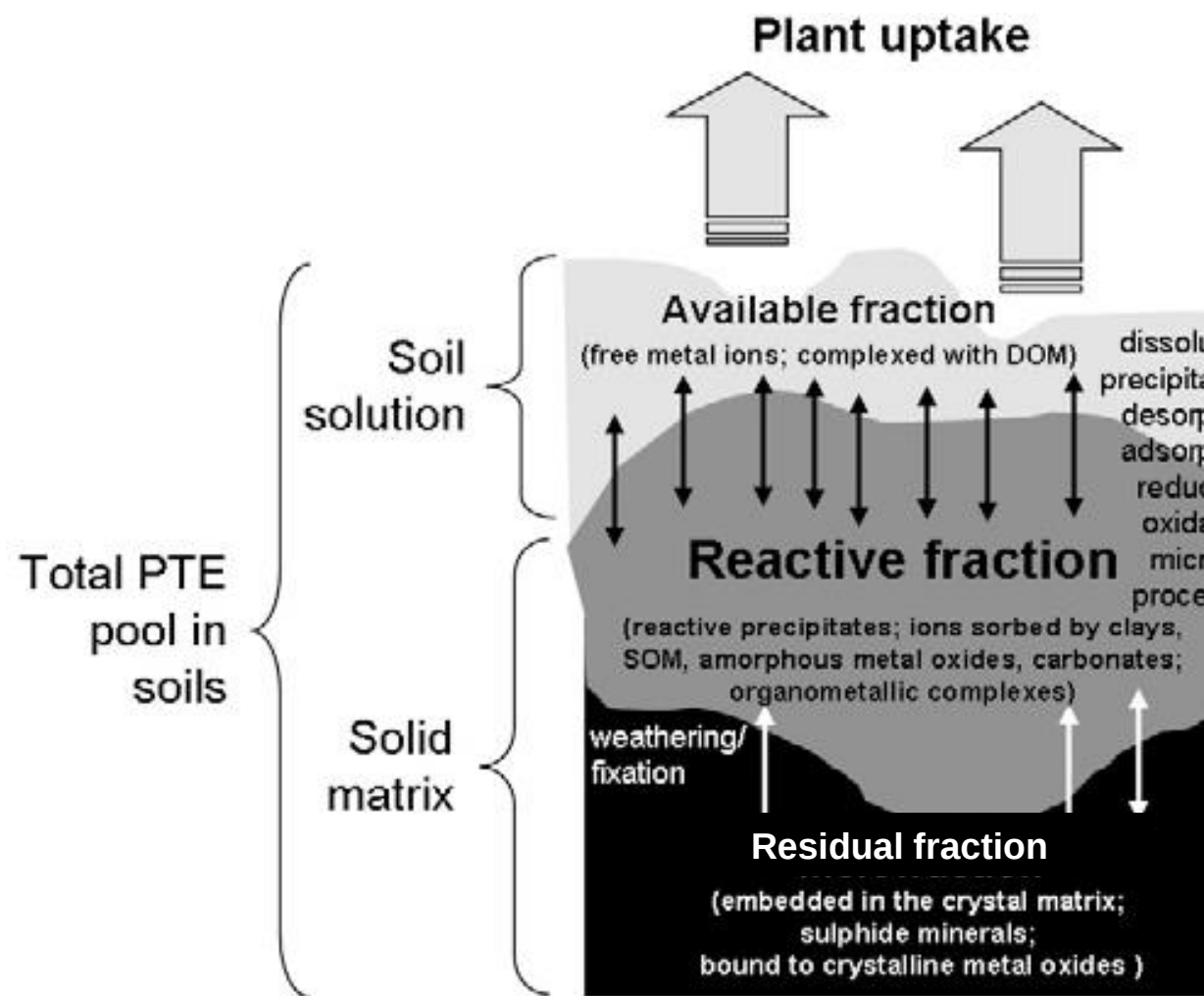
- Existe uma relação directa com a origem
- Áreas envolventes à fonte de contaminação

Difusa

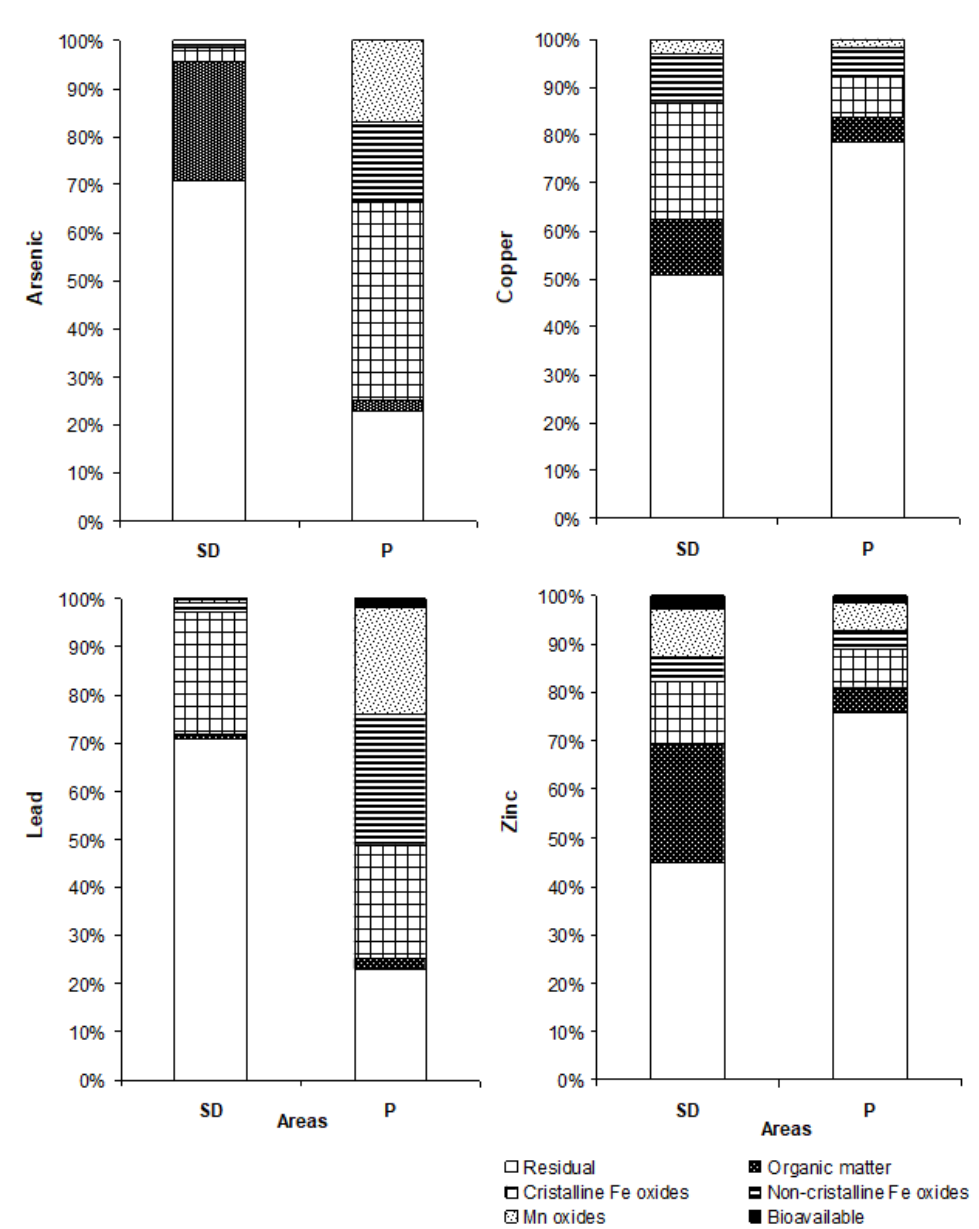
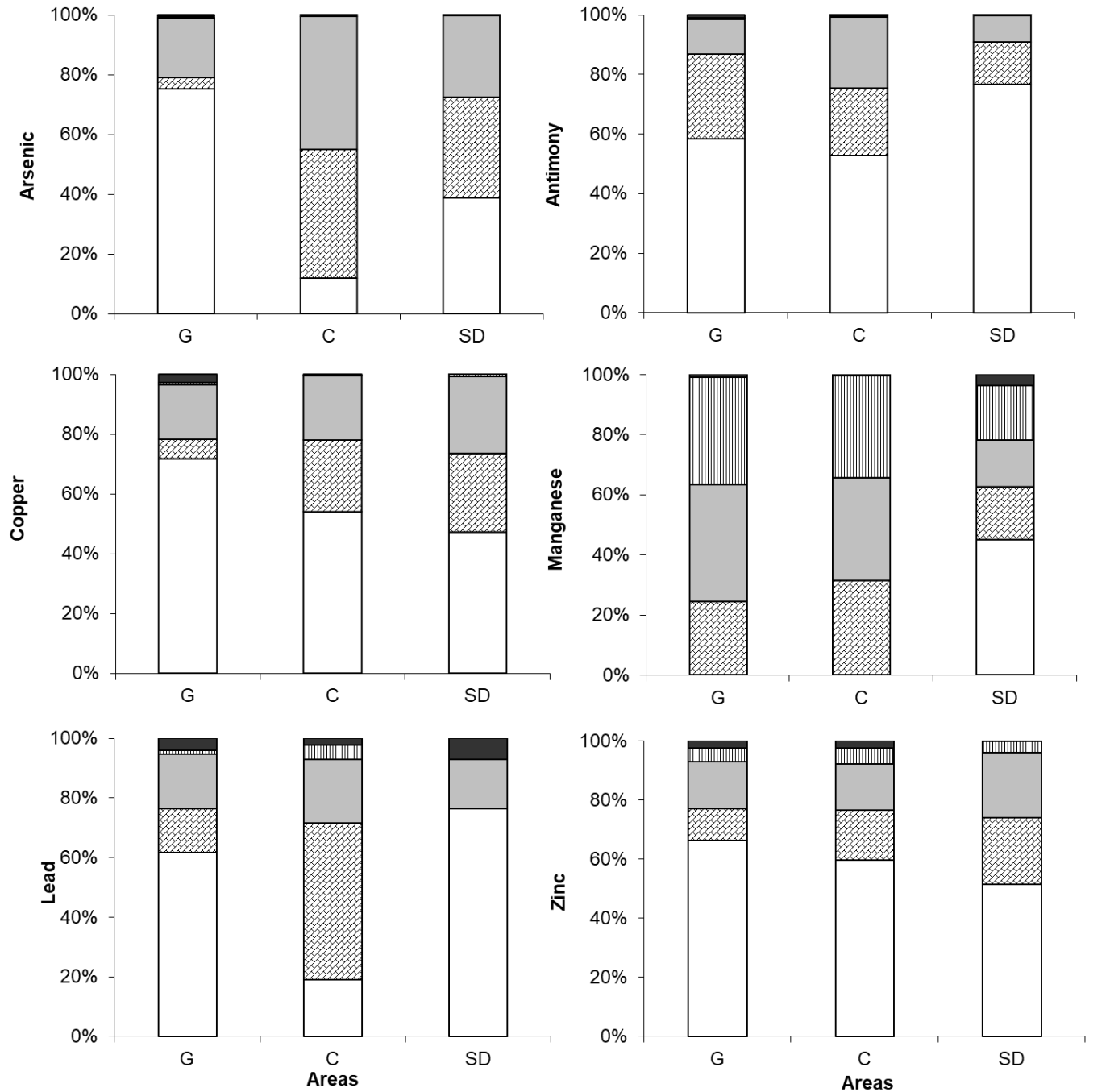
- Origem não definida
- Transporte dos contaminantes (em solução ou particulado)
- Área de influência heterogénea



Dinâmica e disponibilidade dos elementos no solo

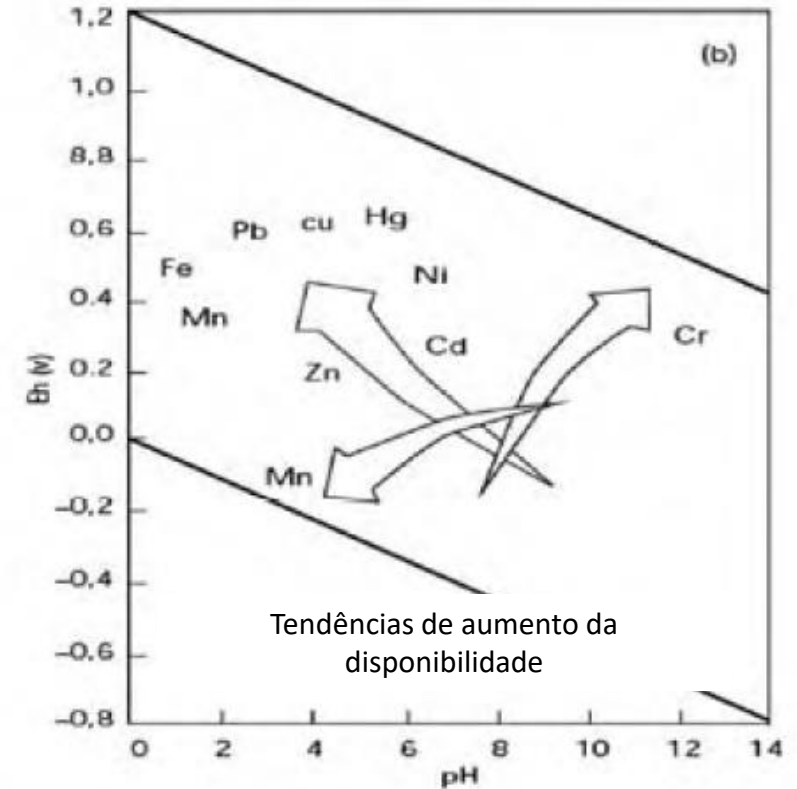
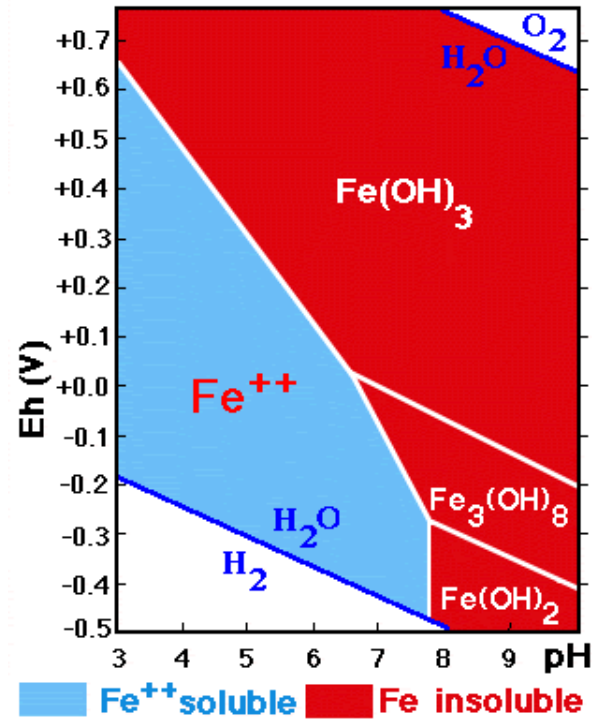
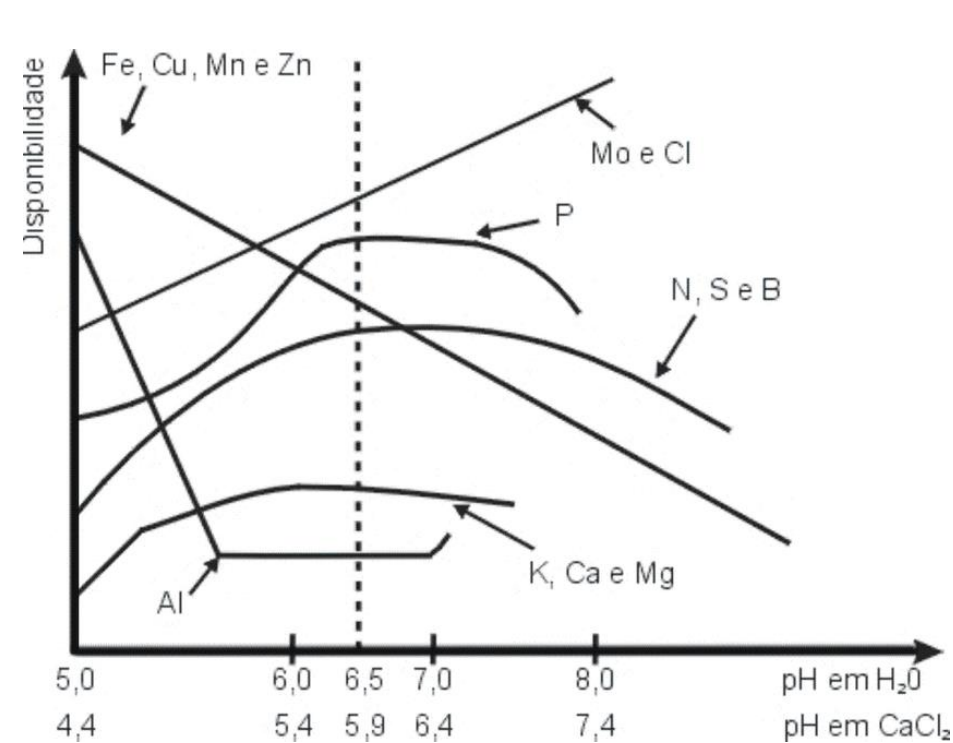


Formas no solo	Disponibilidade relativa
Solução	Facilmente disponível
Ligados ao complexo de troca	Disponível
Complexadas/quelatadas na MO	Apenas depois da decomposição
Incorporados na matriz biológica	
(Co)Precipitadas	Apenas se ocorre alterações química no meio

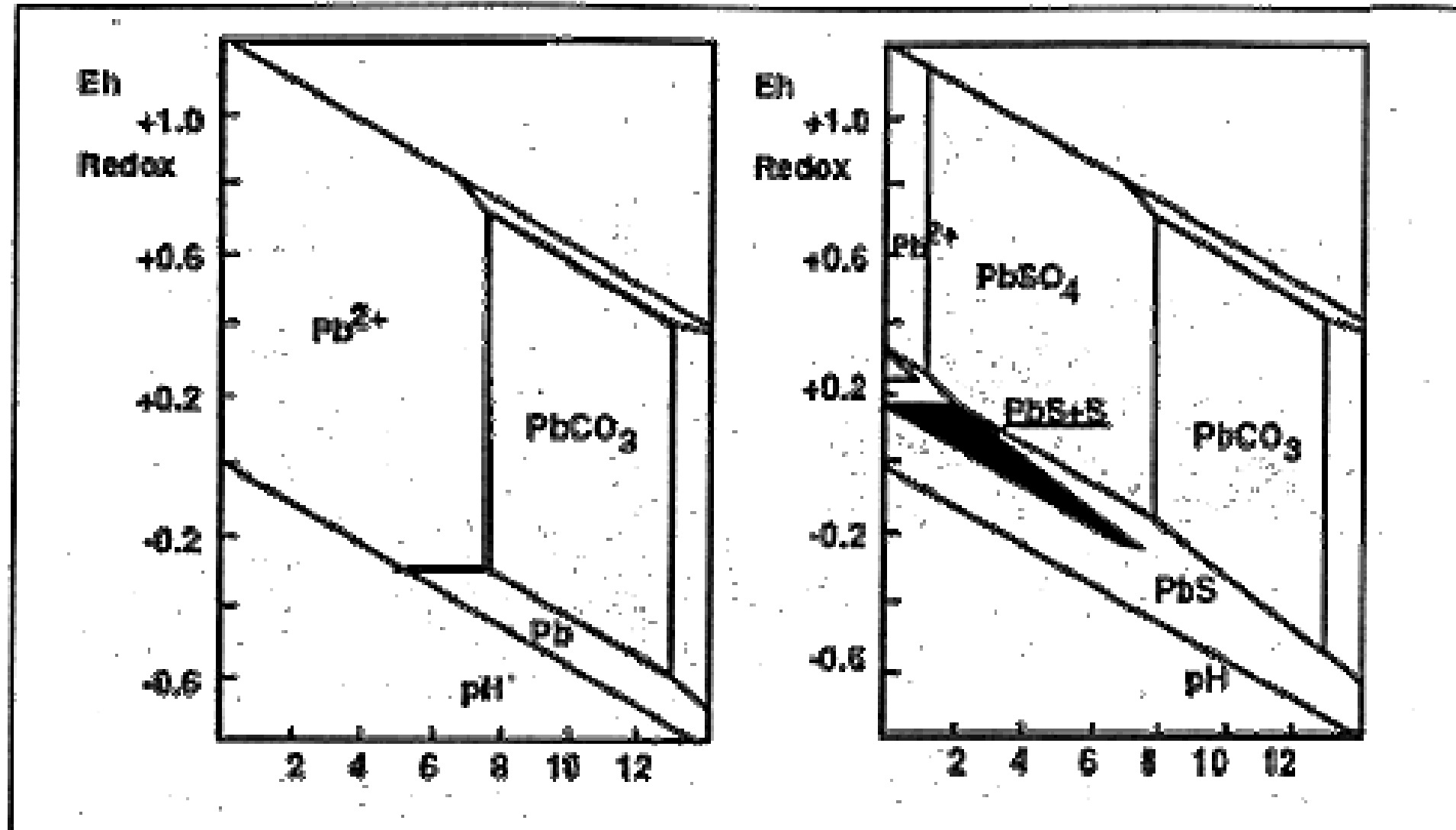


Distribuição dos elementos pelas fases suporte de solos não contaminados (G: Grândola; C: Caldeirão; P: Pomarão) e com contaminação multielemental (SD: mina de São Domingos). (Abreu et al., 2012; Santos et al., 2012)

Factores que afectam disponibilidade



- pH
- Potencial redox
- Concentração e tipo de matéria orgânica
- Concentração e tipo de argilas



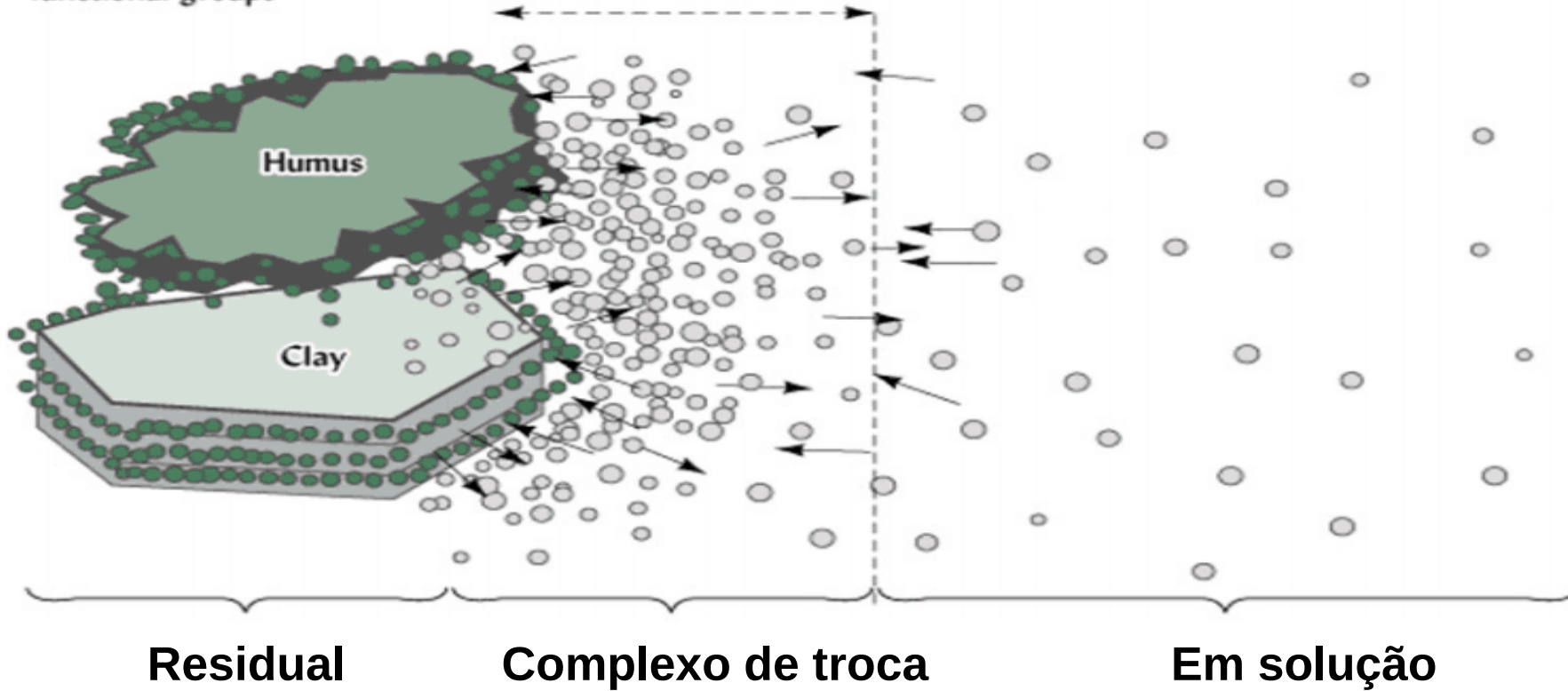
The Eh-pH diagram for lead in a freshwater environment
and for a marine environment.

Wim Salomons, 1993

● = Al and H bound to clay surfaces or humus functional groups

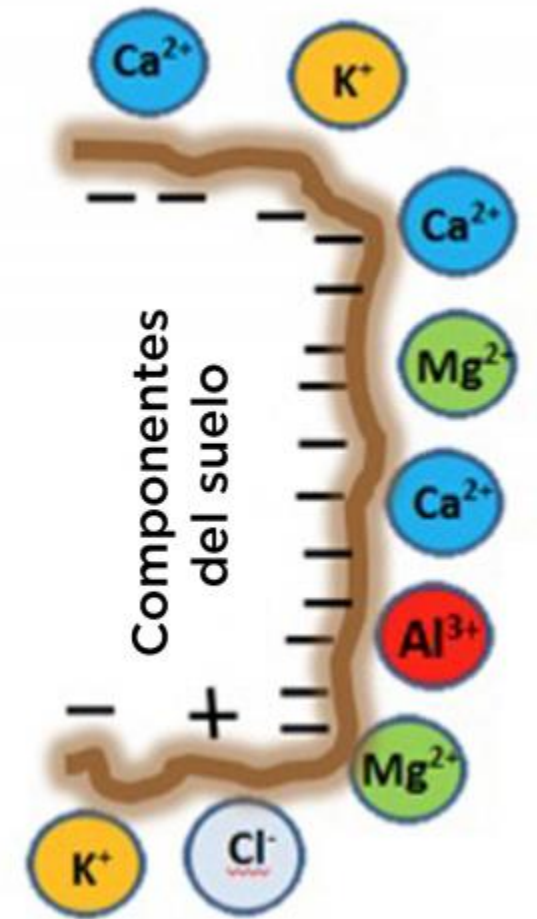
Limit of colloidal attraction

○ = Al^{3+} , $\text{Al}(\text{OH})_x^{y-}$ and H^+ ions



Locais reactivos electricamente carregados situados na superfície das fases sólidas

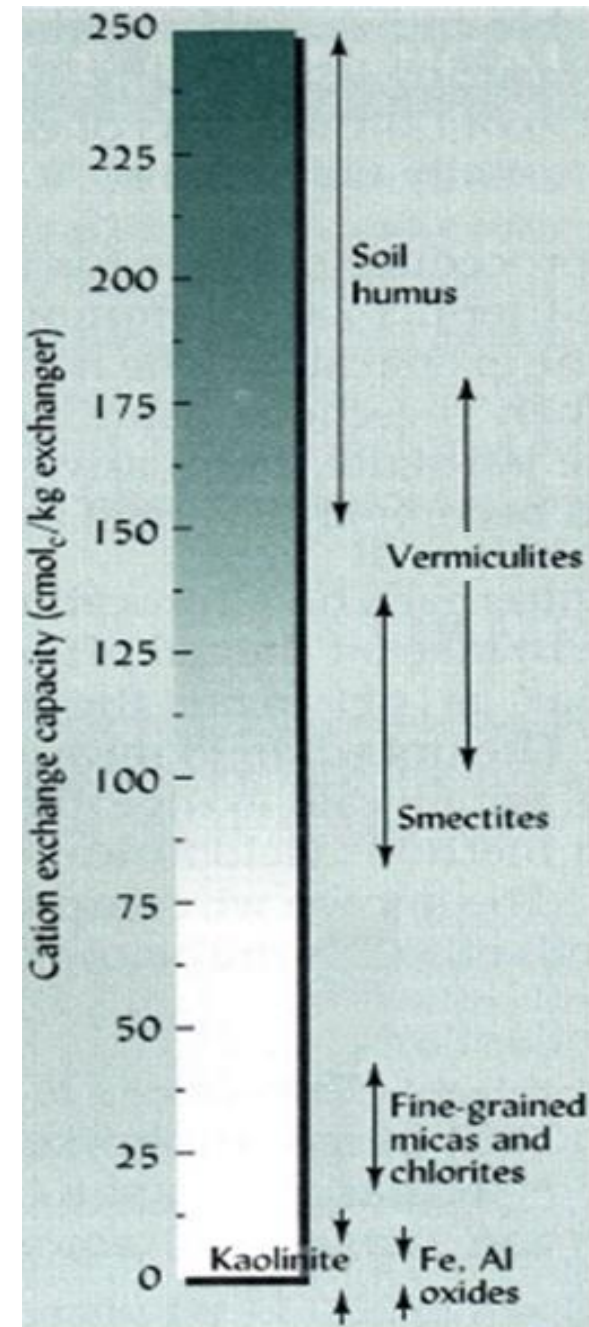
- Locais de carga negativa retêm catiões
- Locais de carga positiva retêm aniões

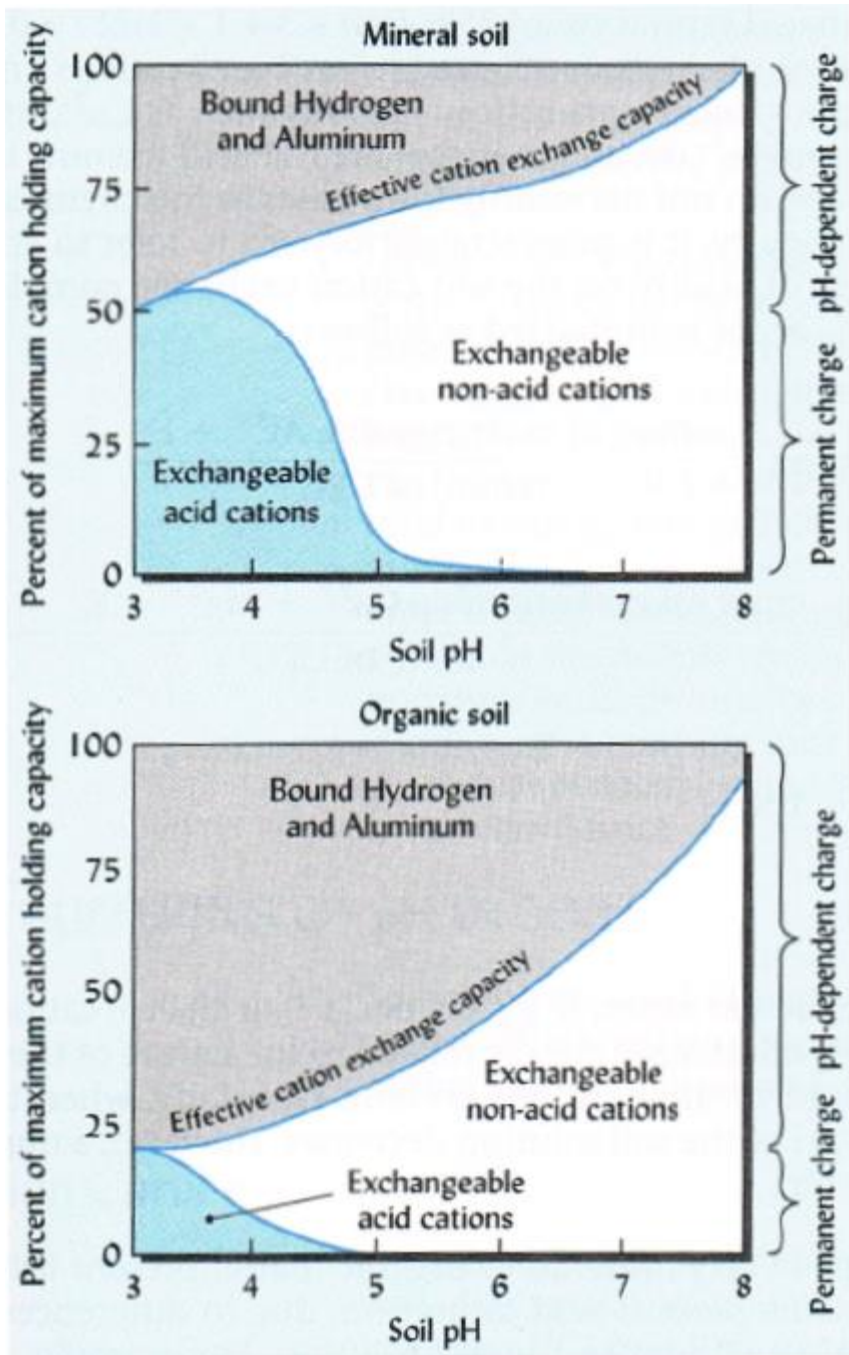


CTC = superfície específica x densidade de carga (-)

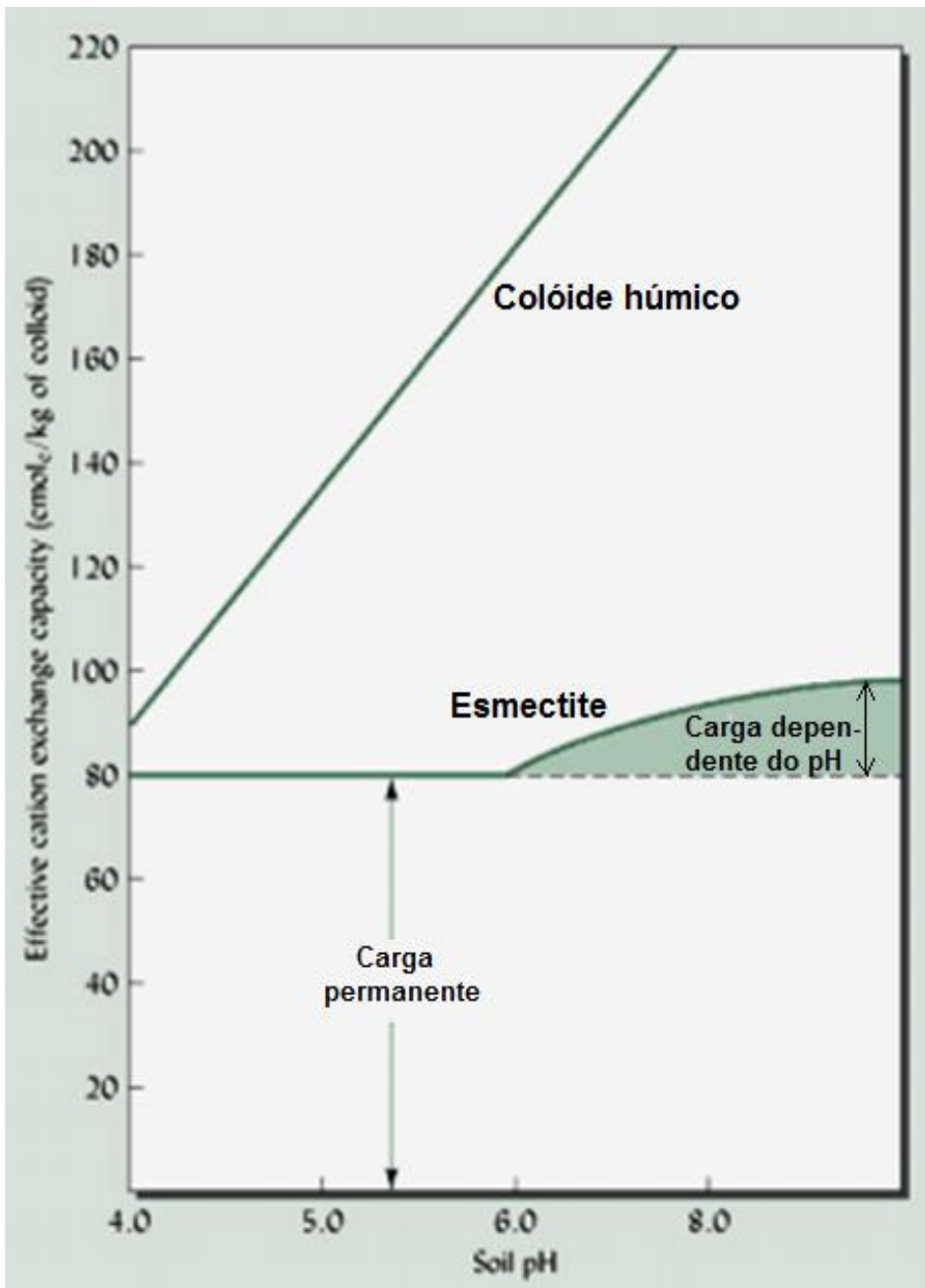
Charge Characteristics of Representative Colloids Showing Comparative Levels of Permanent (Constant) and pH-Dependent Negative Charges as Well as pH-Dependent Positive Charges

Colloid type	Negative charge			Positive charge, cmol _c /kg
	Total at pH 7, cmol _c /kg	Constant, %	pH dependent, %	
Organic	200	10	90	0
Smectite	100	95	5	0
Vermiculite	150	95	5	0
Fine-grained micas	30	80	20	0
Chlorite	30	80	20	0
Kaolinite	8	5	95	2
Gibbsite (Al)	4	0	100	5
Goethite (Fe)	4	0	100	5
Allophane	30	10	90	15

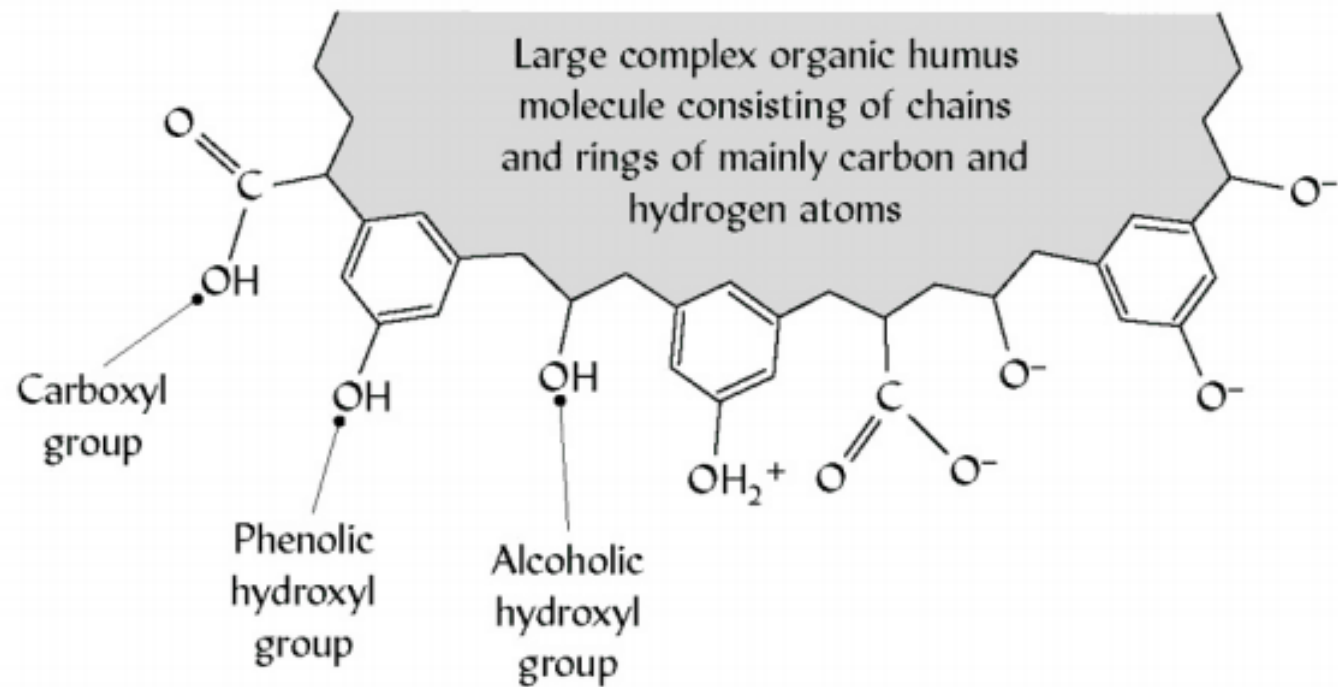




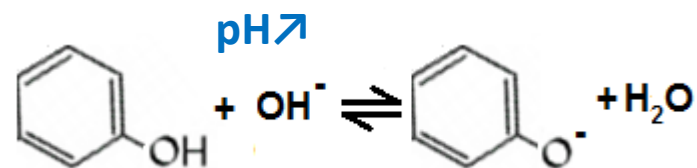
Aumenta com a quantidade de componentes de carga variável



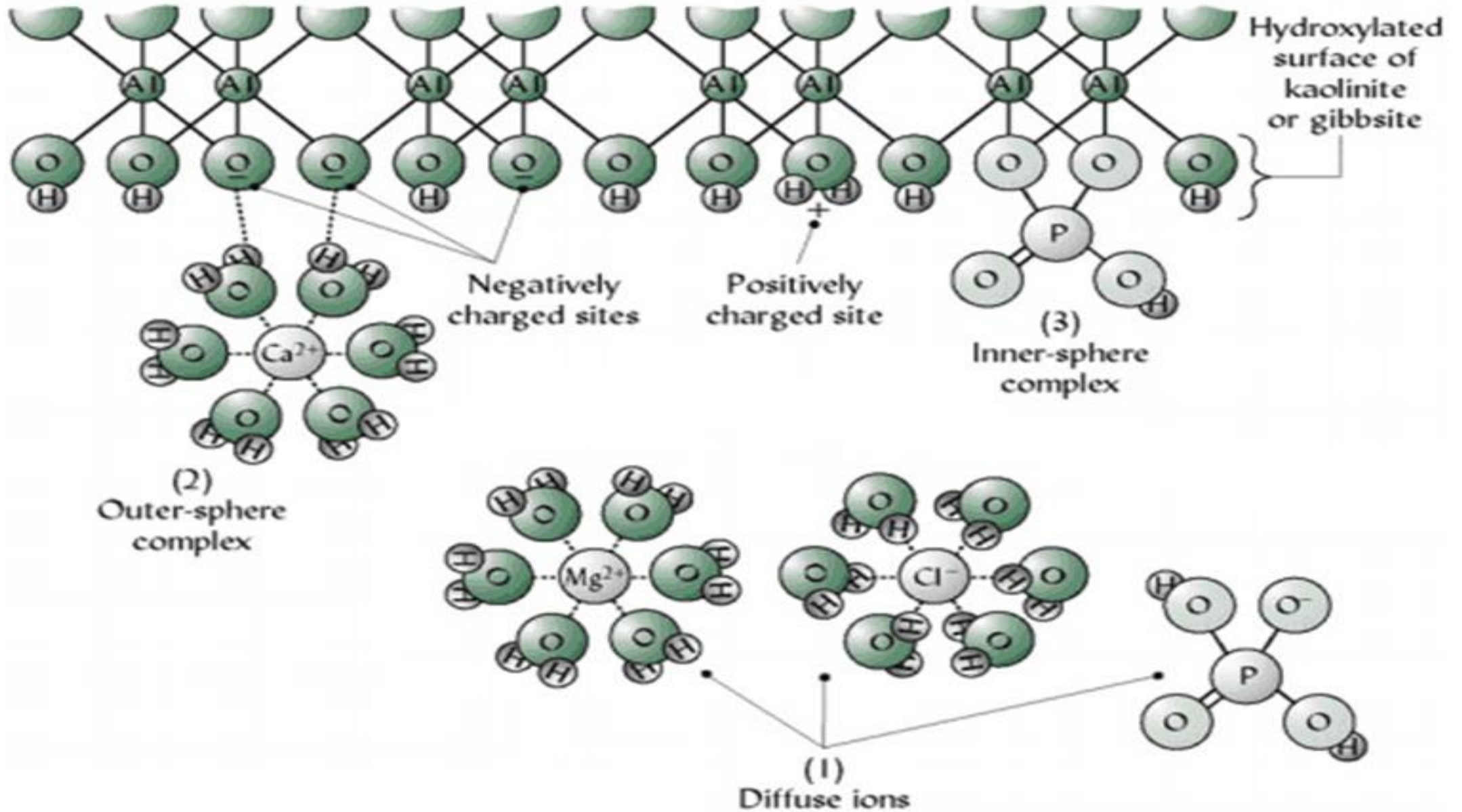
Desprotonização dos grupos OH



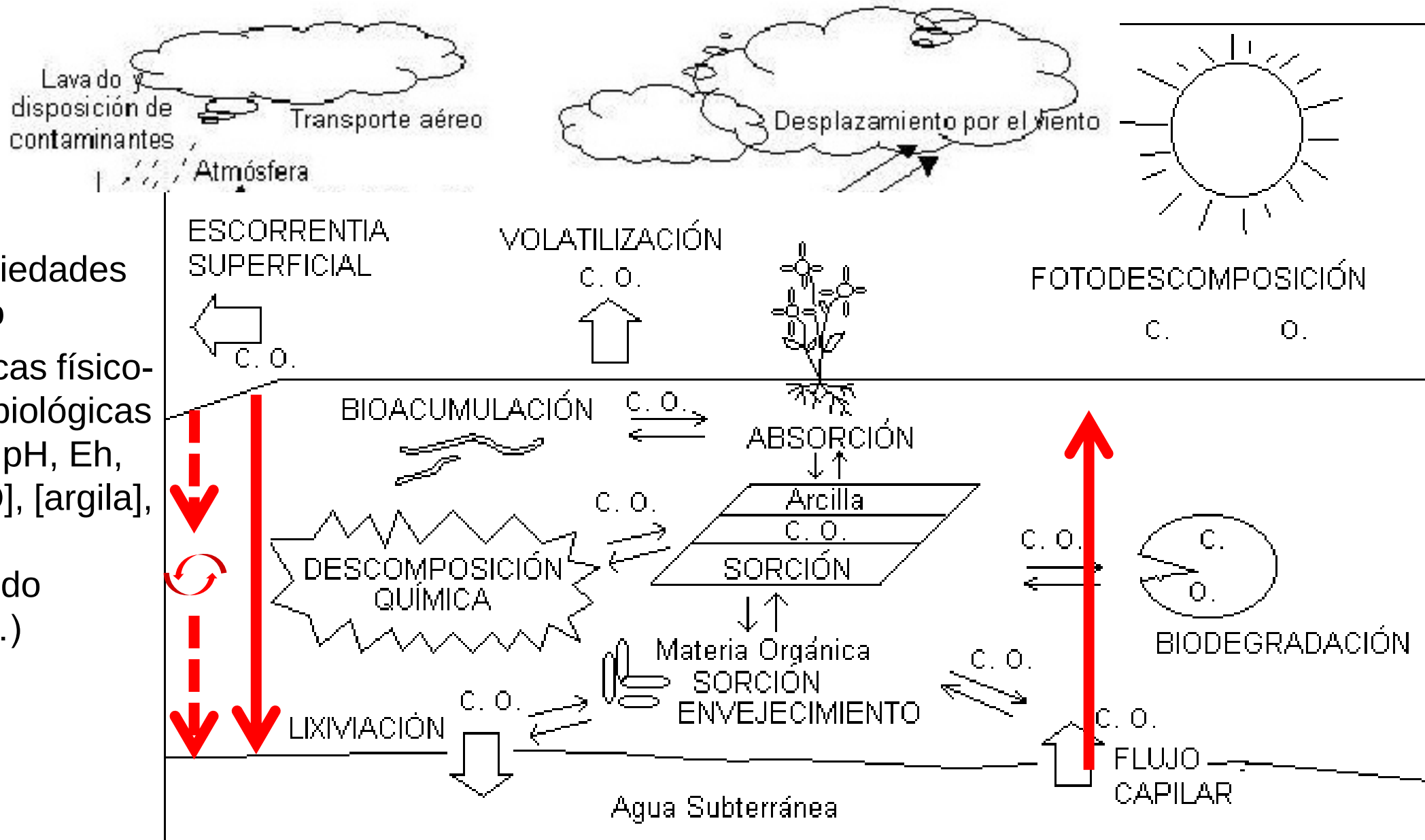
Geração de carga nas substâncias húmicas:



Adsorção dos iões pelos colóides do solo



Dinâmica de dispersão dos elementos



Depende:

- Tipo e propriedades do elemento
- Características físico-químicas e biológicas do solo (ex. pH, Eh, textura, [MO], [argila], CTC, [H₂O], diversidade do microbiota...)

Diversos cenários

Diferente impacto ambiental e socioeconómico

- Características da área
- Características físico-químicas e biológicas
- Reactividade
- Gestão drenagem gerada
- Heterogeneidade na dispersão da contaminação

RECUPERAÇÃO/REHABILITAÇÃO

- Logística
- Duração da actuação
- Envolvimento social
- Participação económica/Financiamento
- Resposta