

ECOTOXICOLOGIA

Isabel Caçador

Faculdade de Ciências

Universidade de Lisboa

2018/2019

EFEITOS DOS CONTAMINANTES NOS ORGANISMOS E NOS ECOSISTEMAS

Mecanismos de Tolerância

Os efeitos dos poluentes são numerosos e variados, estendendo-se desde os toxicológicos aos económicos, duas categorias que não estão necessariamente separadas.

Bens materiais, seres vivos e ecossistemas podem ser indiscriminadamente molestados pelos efeitos de poluentes, por vezes de forma óbvia, outras de um modo mais subtil.

Os efeitos dos poluentes melhor estudados são os que afectam directamente o Homem e as restantes espécies animais. É bem conhecida a vulnerabilidade dos tecidos cutâneos ao ataque de certas substâncias ácidas, detergentes e todos os solventes desengordurantes, dioxinas e dibenzofuranos entre outros.

Casos de redução no êxito reprodutor de determinadas espécies de aves devidos a poluentes são sobejamente conhecidos.

No entanto, as plantas e os ecossistemas são igualmente vulneráveis aos efeitos da poluição. O desaparecimento de grande parte da Floresta Negra do centro da Europa, atribui-se às emissões de SO_2 e chuvas ácidas, resultantes da queima de combustíveis fósseis nas fábricas da Europa Central. A toxicidade do cobre, zinco, chumbo e cádmio nas plantas superiores é bem conhecida.

Plantas crescendo em solos enriquecidos em cobre, apresentam uma redução do conteúdo clorofilino e apresentam uma queda prematura das folhas. Além da fotossíntese, o cobre inibe ainda a respiração. A nível da raiz a toxicidade do cobre manifesta-se por inibição do crescimento ou pelo aparecimento de danos na membrana celular, com consequente perda de nutrientes para o meio, afectando a actividade de várias enzimas e outros processos metabólicos fundamentais.

Os efeitos da poluição também se fazem sentir ao nível dos ecossistemas. Um efeito comum consiste na alteração da estrutura dos ecossistemas.

O desaparecimento das espécies mais sensíveis e por vezes o aparecimento de espécies resistentes, leva à alteração nas comunidades vegetais e animais; causando alterações na estrutura e função dos ecossistemas.

Tolerância

De acordo com a sua afinidade para os diferentes ligandos que se encontram nas moléculas orgânicas, os metais têm sido incluídos em diferentes categorias

Classe A, formam complexos estáveis com ligandos contendo O_2

Classe B, Formam complexos mais estáveis com ligandos contendo S e N e

Borderline, que apresentam características comuns à Classe A e B

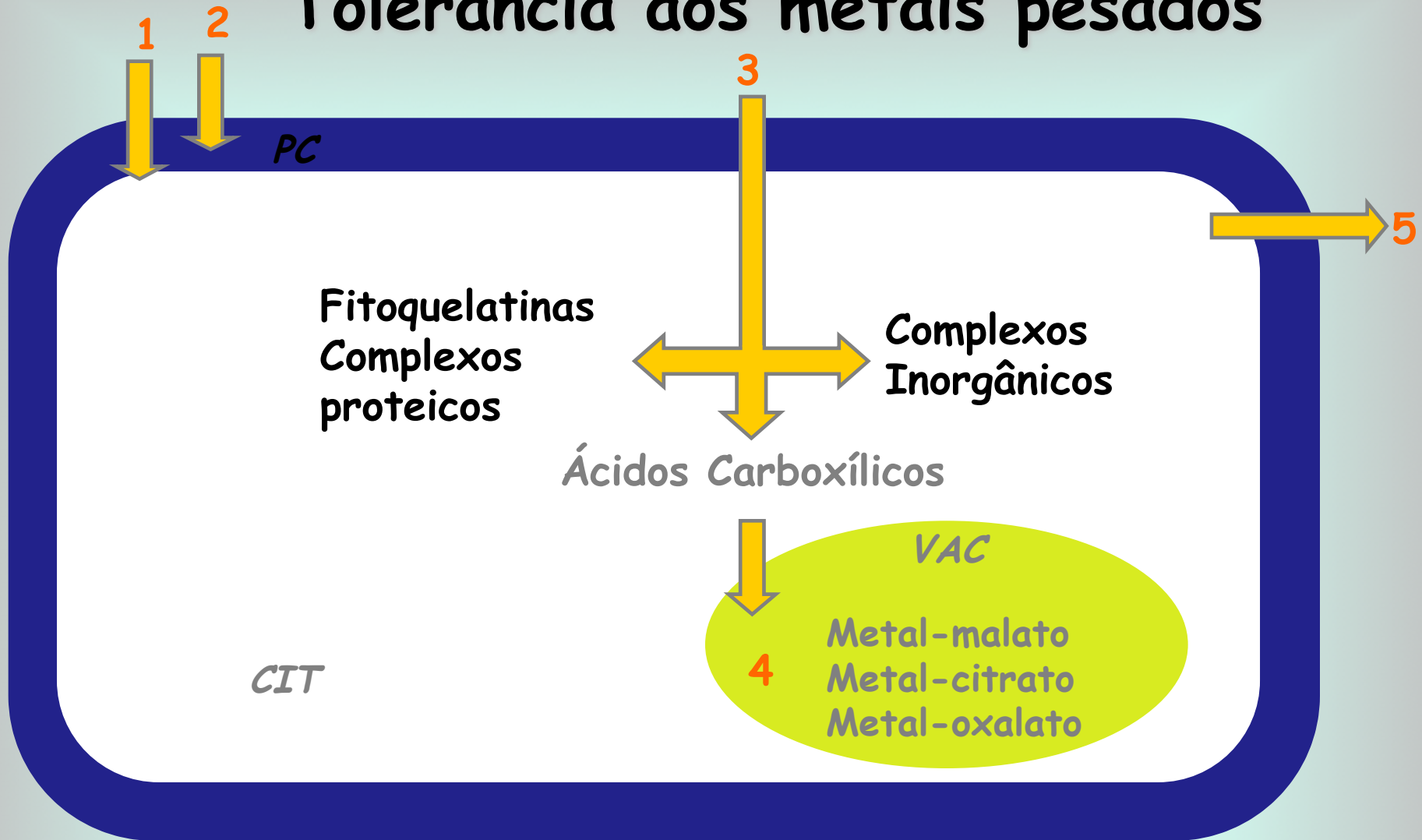
Muitas moléculas sintetizadas pelas plantas contêm 1 ou mais destes ligandos. É provável que a interação com moléculas orgânicas críticas, estejam relacionadas com os mecanismos de Tolerância

O fenómeno de adaptação de plantas a solos enriquecidos com metais pesados está extensamente documentado.

Uma flora especial coloniza as proximidades de zonas industriais e mineiras e entre estas plantas são mesmo referidos alguns ecotipos com resistência específica a metais pesados.

Existem dois mecanismos através dos quais as plantas conseguem combater os níveis tóxicos de metais: Exclusão ou resistência, definida como o mecanismo que previne a tomada do metal e Tolerância, definida como um mecanismo em que ocorre a tomada do metal e a sua exclusão de locais sensíveis, através da produção de enzimas resistentes e/ou por alteração do metabolismo celular.

Tolerância aos metais pesados



- 1 - Imobilização do metal por ligação aos componentes da parede celular
- 2 - Alterações na permeabilidade da membrana plasmática
- 3 - Imobilização em fitoquelantes no citoplasma
- 4 - Compartimentação nos vacúolos
- 5 - Excreção

Muitas plantas alteram o seu metabolismo de modo a poderem crescer e reproduzirem-se em solos ricos em metais pesados, ou seja desenvolvem resistência

A resistência parece ser uma característica quantitativa, relacionada com a concentração de metal no solo, que está disponível para a planta

A tolerância implica a tomada e a capacidade de tolerar concentrações elevadas de metais pesados

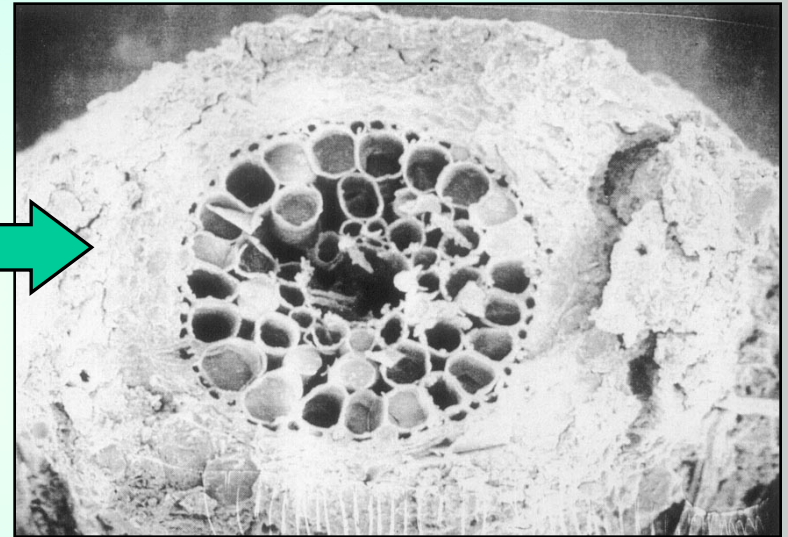
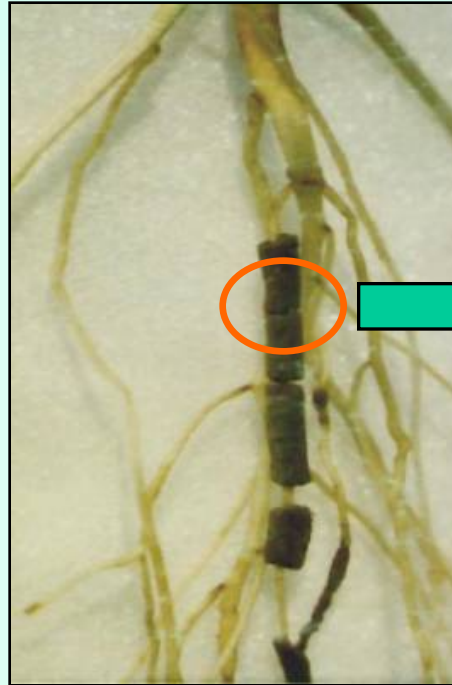
A tolerância é específica de um dado metal e apenas aos metais que ocorrem em excesso na natureza. Por vezes a tolerância é maior do que um metal ocorre como consequência dos níveis desses metais existentes no solo

A resistência nas plantas superiores é principalmente baseada na tolerância a qual implica a tomada do metal e a capacidade da planta "tolerar" o excesso de metal no seu interior.

Essa capacidade parece ser devida a vários mecanismos complexos, como a exclusão ou diminuição da tomada do metal.

Tais processos podem ocorrer através da alteração da permeabilidade da membrana plasmática, ou de um aumento de exsudação de substâncias quelantes.

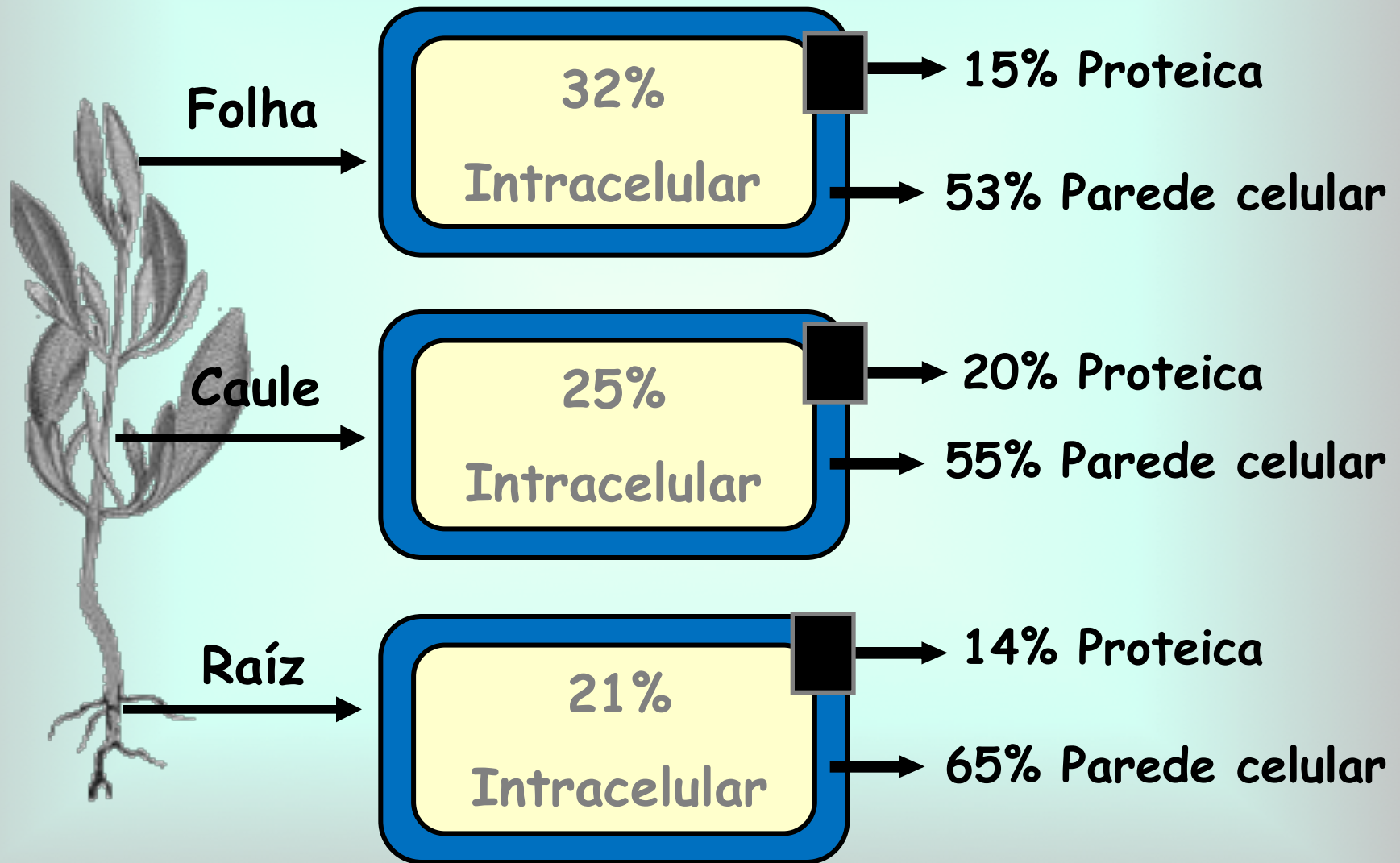
Rizoconcreções



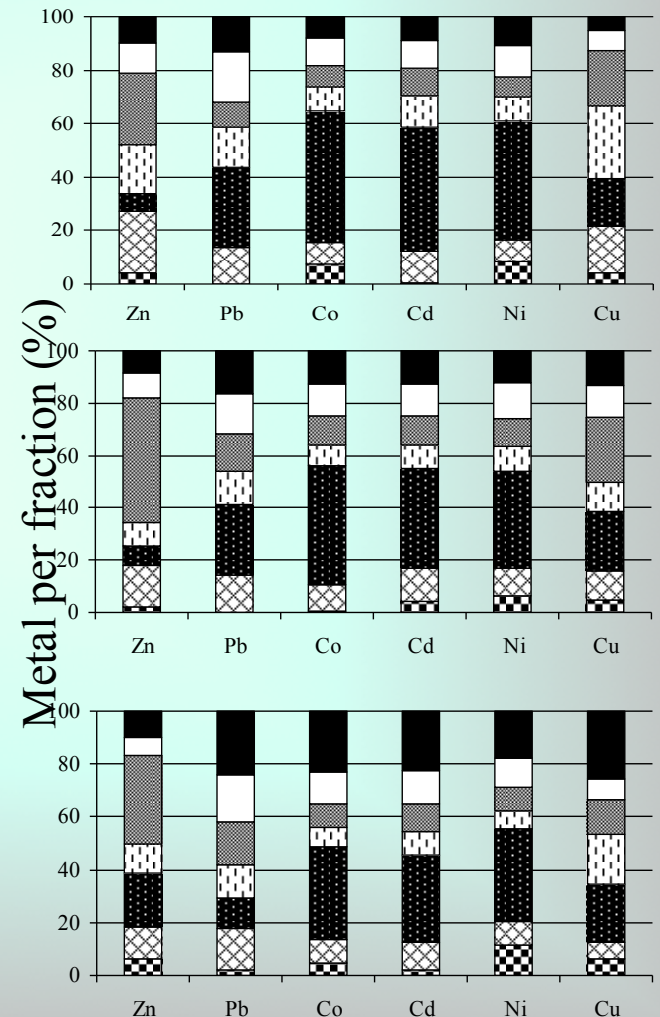
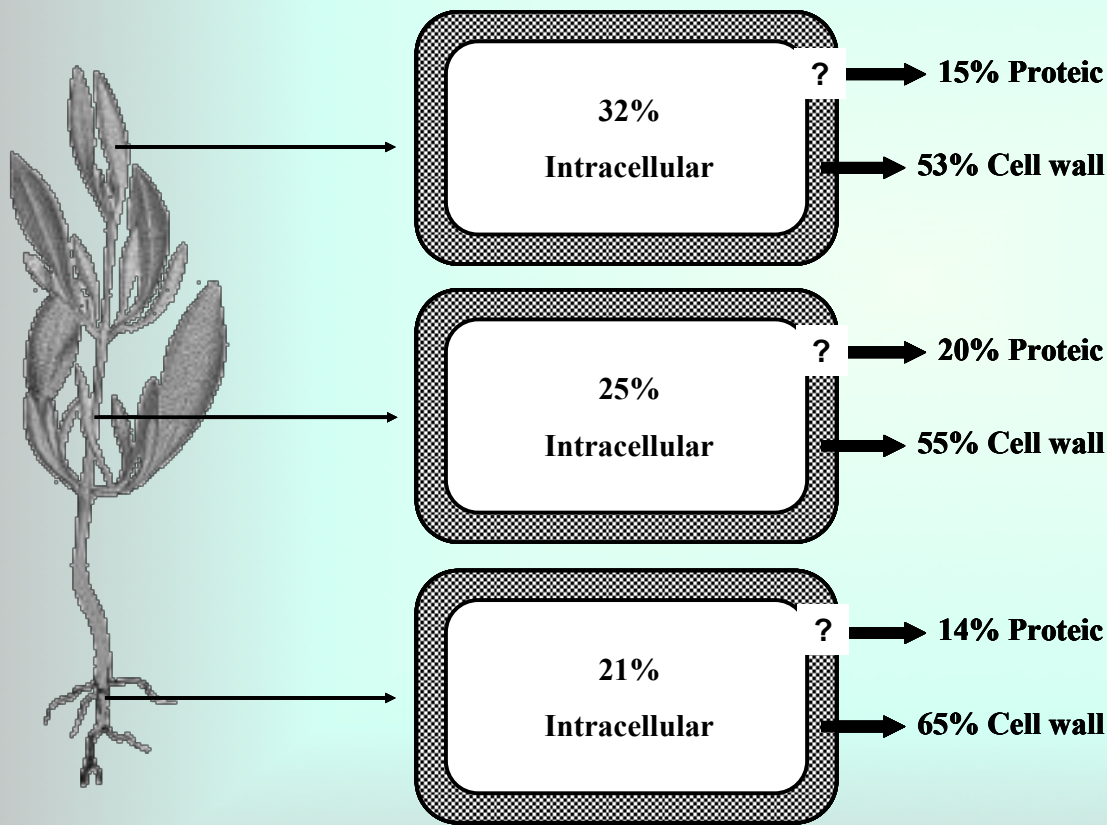
Rizoconcreção com vestígios vegetais



Tolerância aos metais pesados



Distribution et compartimentation des métaux dans les feuilles, les tiges et les racines de *Halimione portulacoides*



Outros autores referem a existência de alterações da capacidade de ligação dos metais às paredes celulares e a sua compartimentação.

Ainda estudos de investigação de mecanismos de resistência têm referido a produção de compostos de baixo peso molecular, com capacidades complexantes, os fitoquelantes. Estes teriam a função de complexar o metal no vacúolo.

As respostas induzidas pelos tóxicos podem ocorrer a diferentes níveis de organização biológica, variando o tempo de resposta de acordo com o nível de organização.

Para doses subletais as respostas a nível molecular e bioquímico podem ocorrer, por exemplo em poucos minutos ou em algumas horas, enquanto que as respostas a nível fisiológico, levam mais algum tempo, ocorrendo dentro de algumas horas, ou alguns dias, sendo necessários meses ou mesmo anos para que os sintomas se manifestem a nível do crescimento, reprodução e letalidade.

Evidências de efeitos significativos e danos a nível da população, da comunidade e da alteração da função do ecossistema podem não ser evidentes durante anos ou décadas.

Do ponto de vista ecotóxicológico torna-se de maior importância a previsão de respostas a níveis de organização mais elevados, por exemplo, população, comunidade e ecossistema a partir de respostas observadas a baixos níveis de organização, isto é moleculares, bioquímicas, fisiológicas, comportamentais e das respostas dos próprios indivíduos.

A ecotoxicologia e o problema dos testes

Vulgarmente a toxicidade avalia-se através de testes

Agudos ou letais /letalidade a curto prazo

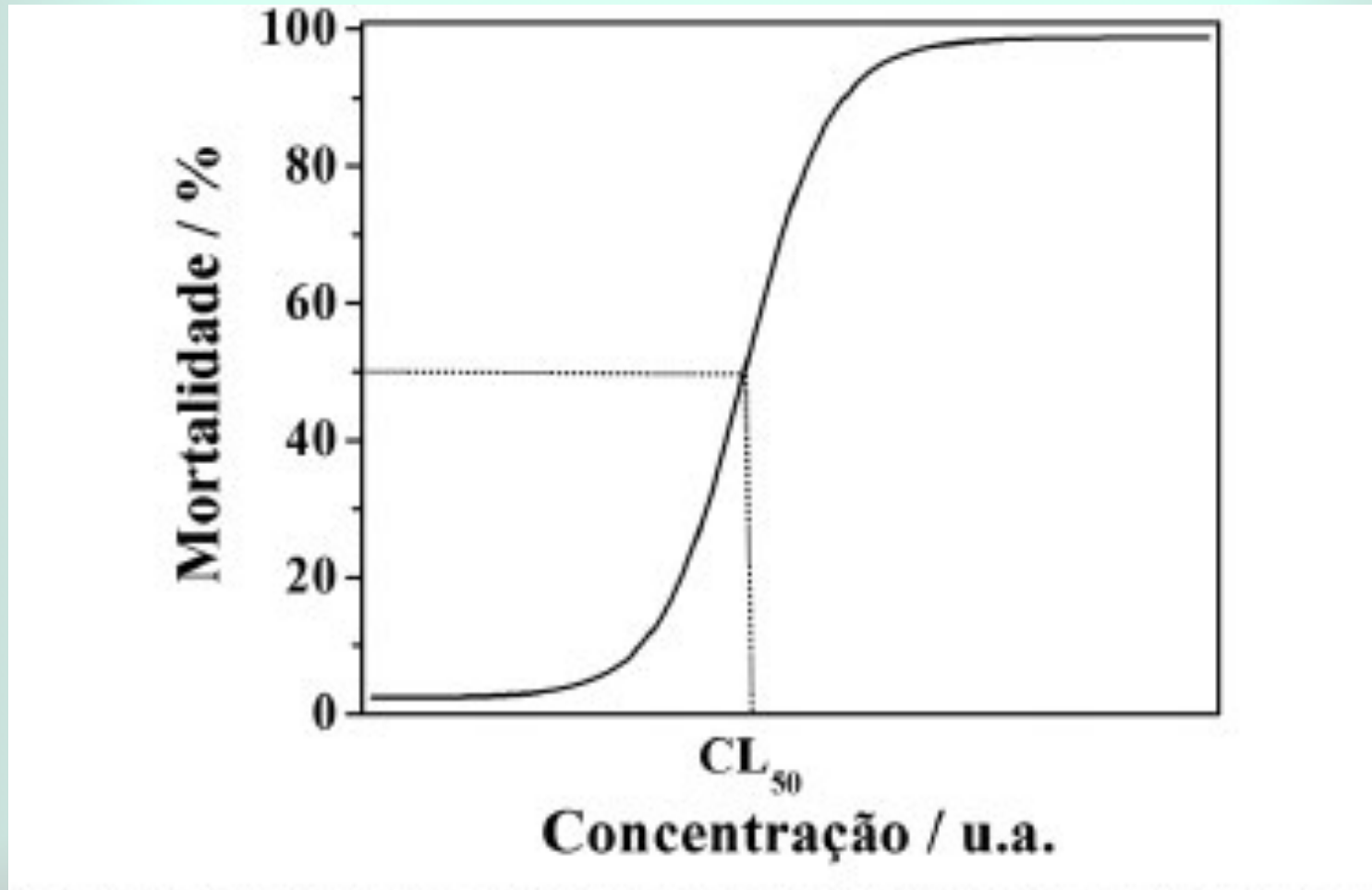
Crónicos /letalidade a longo prazo



EFEITO



Curva dose-resposta obtida em testes de toxicidade



VALORES ORIENTADORES DE METAIS PESADOS

Para Qualidade de Solos (CETESB, 2001)			Presentes em LEs (CONAMA, 2006)
Poluentes	Referência de qualidade (mg/kg)	Prevenção (mg/kg)	Limite crítico em base seca (mg/kg)
Cobre (Cu)	35	60	1500
Chumbo (Pb)	17	72	300
Mercúrio (Hg)	0,05	0,5	17
Zinco (Zn)	60	300	2800

Fonte: Adaptado de CETESB (2001) e CONAMA (2006).

Vulgarmente mede-se a letalidade a curto prazo para avaliar a toxicidade

48 LD 50, 48 LC 50 ou 98 LC50, pode ainda determinar-se o EC

As unidades utilizadas mg/kg ou l ou moles/kg ou l,

Tendo estas últimas uma base química mais uniforme

MLD ~ LD1, dose mínima que mata pelo menos 1 indivíduo

MDNF - dose máxima nunca letal

MDAF - dose mínima sempre letal

Pt- Log de base 10 da concentração

Ex. $0,001\text{mol kg}^{-1} = 10^{-3}$

PT=3

2014/2015