



ECOTOXICOLOGIA
Faculdade de Ciências,
UNIVERSIDADE de LISBOA
2015/2016
Isabel Caçador
(micacador@fc.ul.pt)

Os organismos vivos interferem com o seu próprio meio, alterando a disponibilidade dos poluentes.

Deste modo, são os organismos vivos que melhor registam os efeitos dos poluentes e que apontam os efeitos sinérgicos e antagonísticos dos poluentes nos organismos.

A monitorização feita através da utilização de plantas é ainda retrospectiva e de baixo custo.

O uso das plantas como indicadores da qualidade do ambiente é muito antigo. No Neolítico as plantas eram usadas como indicadoras da fertilidade dos campos. Contudo, foi apenas no século XX e a partir da década de 80 que o termo bioindicador se tornou de uso corrente nos países de expressão não-inglesa. Segundo o dicionário de Oxford, devemos distinguir "bioindicador" e "biomonitor".

Conhecimentos fundamentais:

Interacção química dos metais no ambiente ou especiação química

Mobilidade e adsorção dos metais no solo

Mecanismo de tomada e bioacumulação

Mecanismos que controlam a disponibilidade e a tomada dos metais pelas plantas

Biomonitorização

Bioindicação consiste no uso de um organismo (ou de uma parte de um organismo, ou de um grupo de organismos) para obter informações sobre a qualidade do seu ambiente (ou de uma parte dele). Os organismos capazes de dar informação sobre a qualidade do seu ambiente (ou de uma parte dele) são "bioindicadores".

Biomonitorização consiste na observação contínua de uma área com a ajuda de organismos bioindicadores, os quais neste caso devem ser considerados de "biomonitores". Normalmente estes estudos conduzem a resultados de natureza semi-quantitativa.

BIOMONITOR(S) BIOMONITORING BIOLOGICAL MONITORING

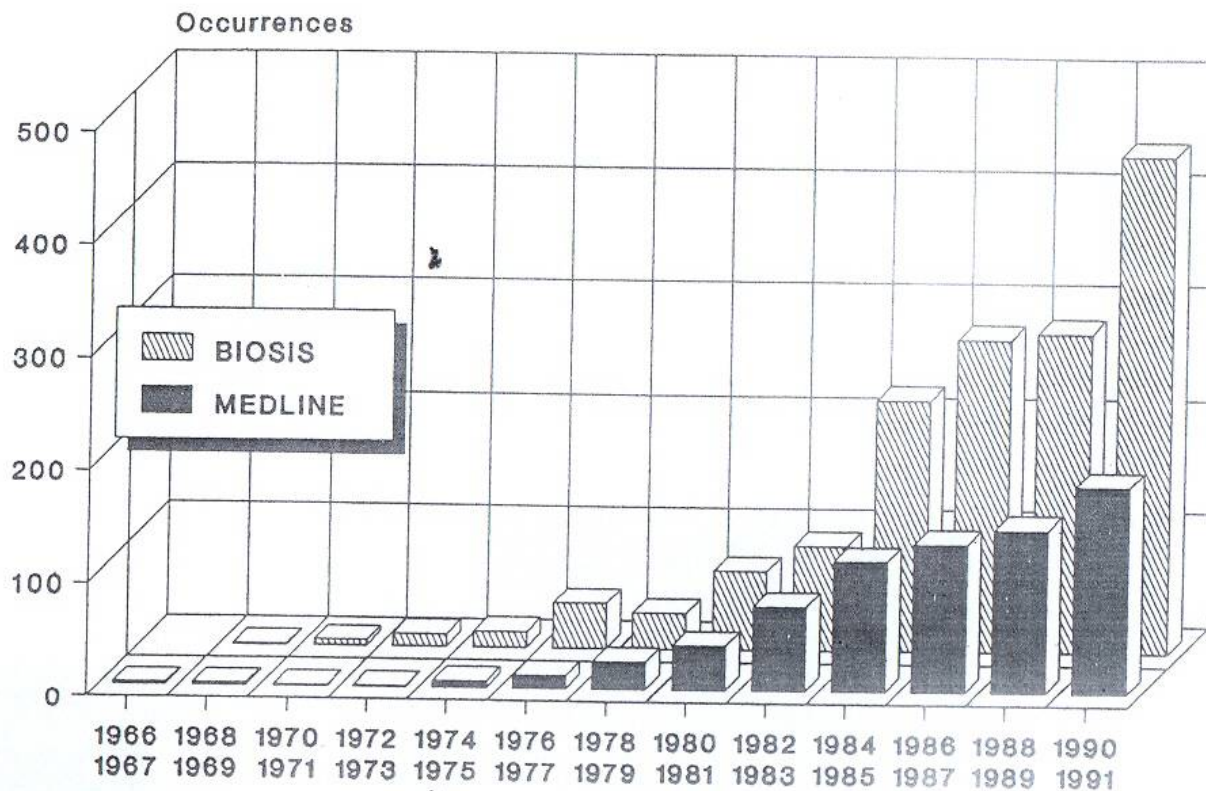


Fig. 1. Records of the terms biomonitor(s), biomonitoring and biological monitoring in the data banks MEDLINE and BIOSIS.

Biomarcadores, definidos como: Uma variação induzida xenobioticamente nos componentes ou processos celulares ou bioquímicos, estruturais ou funcionais mensuráveis num sistema biológico ou numa amostra, são dois conceitos fundamentais cada vez mais importantes na avaliação ecotoxicológica moderna.

Muitos cientistas consideram os biomarcadores meramente como respostas a nível molecular, bioquímico ou fisiológico. Outros numa perspectiva mais alargada, consideram a acumulação de químicos nos tecidos dos organismos vivos, e respostas que ocorrem a nível individual, da população, da comunidade ou do ecossistema.

Em resumo...

Bioindicação é o uso de um organismo para obter informação sobre a qualidade do ambiente (fotografia)

Biomonitorização é a observação continuada de uma área com a ajuda de biomonitores (filme). Normalmente conduz a uma observação semi-quantitativa dos resultados

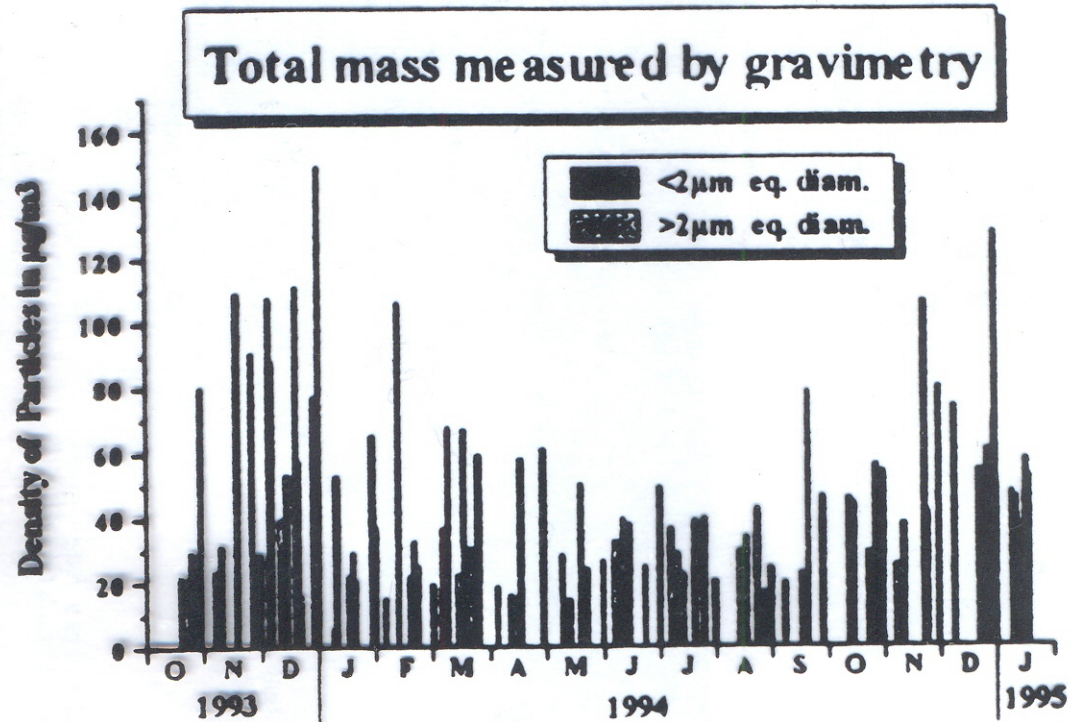
A **biomonitorização** de acordo com a forma como os poluentes entram no ambiente e subsequentemente afectam os organismos pode ocorrer a diferentes níveis de organização:

- 1) a medida de resíduos químicos nos tecidos dos organismos vivos;
- 2) os efeitos que possam causar nas células, tecidos e organismos (incluindo efeitos genéticos);
- 3) os efeitos a níveis superiores de organização, tais como populações e comunidades.

Vários tipos de registos: Através de aparelhos, animais, plantas, gelo, sedimentos e turfeiras

Monitorização Instrumental

Fig. 1 Total mass of particles, determined by gravimetry, for the collected filters



Tab. 3. Comparison of Instrumental and Biological Monitoring (Especially by Plants)

Criteria	instrumental monitoring	biological monitoring
interception included		+
retrospective		+*
low costs		+
great availability		+
no servicing		+*
independent of power source		+
not attracting vandalism		+*
biological relevance		+
synergistic (antagonistic) effects included		+
time-dependent effects	+	*
response independent of other factors (e.g. climate, other pollutants)	+	
standardization	+	*
reproducibility	+	
exact readings	+	
specific reaction	+	
differentiation between airborne and soilborne substances	+	*
+ better than the system compared		
* Advantage or disadvantage of biological systems only in case of passive monitoring		

Comparação entre a monitorização Biológica e Instrumental

A utilização de plantas

Retrospectiva

Baixo custo

Grande disponibilidade

Não atrai vandalismo

Relevância biológica

Sinergismos/antagonismos

A utilização de instrumentos

Respostas independentes de outros factores (clima, outros poluentes)

Standardização

Leituras exactas

Reações específicas

Diferenciação entre a origem dos poluentes (atmosférica, terrestre)

Tab. 4. Comparison of Plants and Animals as Accumulative Monitors of Heavy Metal Pollution in Terrestrial Ecosystems

Criteria	plants	animals
Ecosystem input and fluxes monitorable	x	
site-related results	x	
easy to sample	x	
standardized exposure methods*	x	
genetic uniformity*	x	
area-related results		x
comparability to man		x

x = advantage

* = only relevant for active monitoring

Comparação entre animais e plantas como bioindicadores

As plantas são melhores bioindicadoras que os animais, porque funcionam como "sinks"

São imóveis

Existem mais conhecimentos relacionados com as plantas

Existem mais métodos standardizados

Existe uniformidade genética

Por outro lado os animais em consequência de serem móveis dão informações úteis sobre a área em que se movem

Líquenes, bons indicadores da qualidade do ar, especialmente sensíveis ao SO₂

Boa capacidade para acumular metais pesados

Larga distribuição geográfica

Crescimento lento, disponíveis ao longo do ano

Ausência de variações sazonais

Existência de muitos conhecimentos nesta área

Existência de métodos "standardizados"

Monitorização activa e passiva

Contudo,

Crescimento em estufa é difícil

Desconhecimento da idade do talo

Musgos

Monitorização activa e passiva de metais

Musgos e líquenes, muitas vezes tratado em conjunto, existindo factores de calibração entre eles

Larga distribuição geográfica

Ausência de variações sazonais de disponibilidade e morfologia

Sensibilidade de SO_2

Vida curta, de modo geral, aproximadamente 3 anos

Por vezes diferenciam-se períodos de 1 a 2 anos

Elevada taxa de acumulação

Ocorrem por vezes nos "desertos liquénicos" das áreas industriais

Facilidade de cultivo em estufa

Plantas superiores

Folhas retêm metais pesados e ligam-se à cutícula

Folhas pilosas e rugosas acumulam mais metais

Existem variações

Concentrações mais elevadas no final da época de crescimento

Transpiração é um factor determinante no transporte dos metais das raízes para as folhas

Folhas de sombra e de sol

Anatomia e peso relativo-importante quando se comparam diferentes folhas

As raízes, indicam o metal presente no solo, no entanto exploram vários horizontes

Registo através das concentrações de crescimento

Vantagens

A sua fisiologia, ecologia e morfologia são bem conhecidas

Determinação fácil (identificação)

Uniformidade genética, fácil de obter

Crescimento e reprodução fácil em estufa

Importantes receptores de metal nas florestas

Distribuição antropogénica nas regiões temperadas, tropicais e subtropicais

A maior parte é relativamente resistente a poluentes

Análise retrospectiva através dos anéis de crescimento

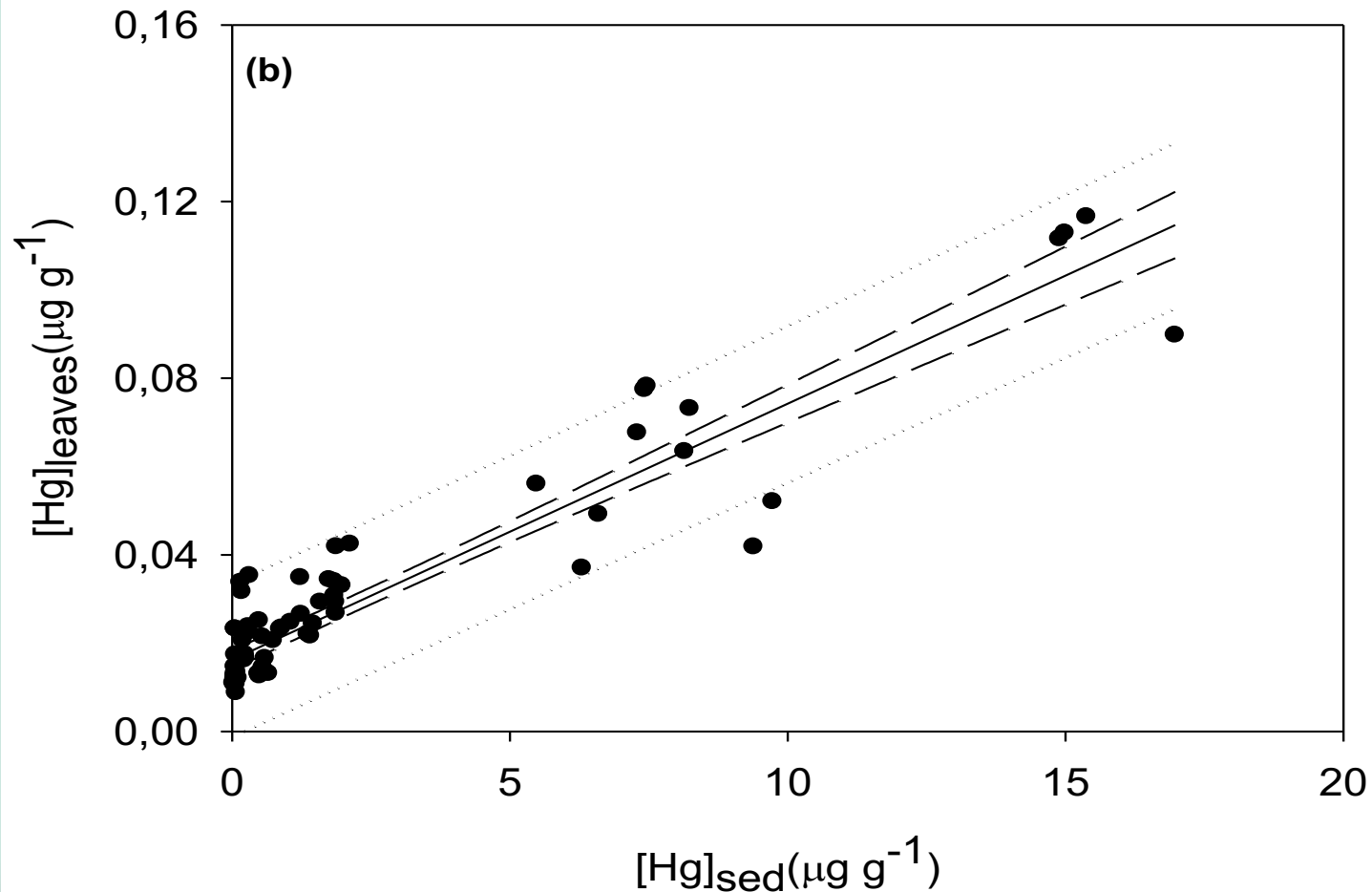
Existencia de métodos standardizados

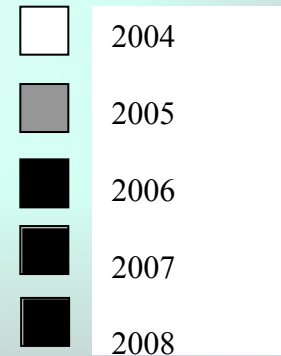
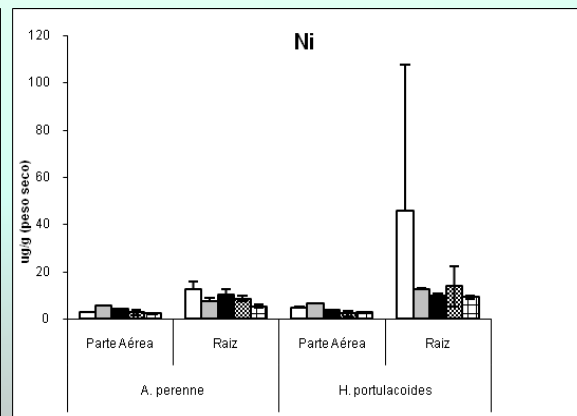
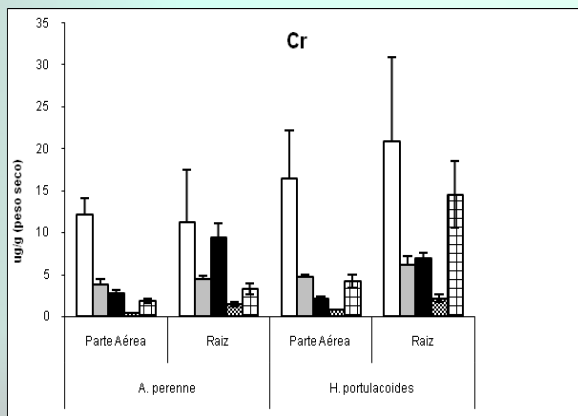
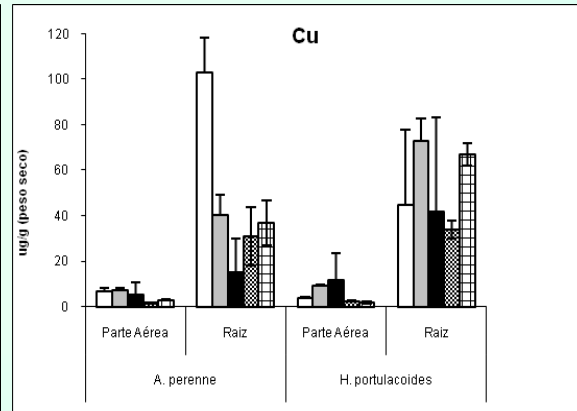
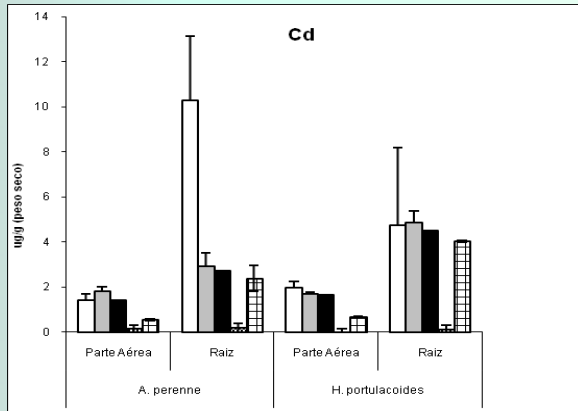
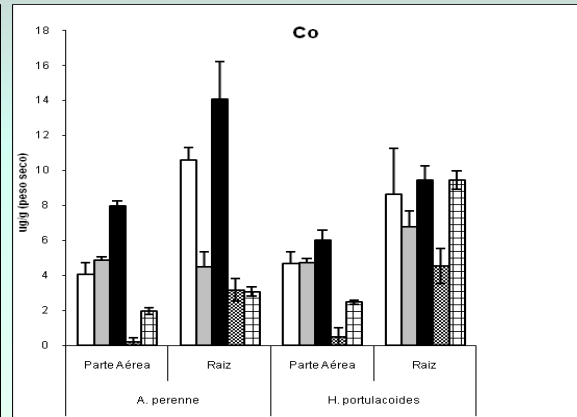
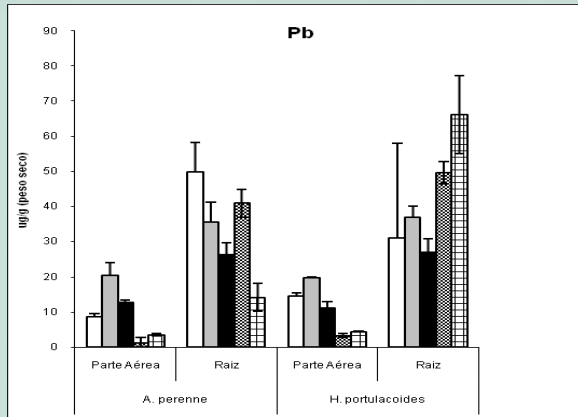
Muitas são utilizadas na alimentação humana

Parâmetros utilizados:

1. Ausência ou presença de certas espécies ou comunidades
2. Aspecto fisiológico-taxa de crescimento ou descoloração
3. Concentrações acumuladas

Correlação entre as concentrações de Hg nas folhas de *Halimione portulacoides* e nos sedimentos

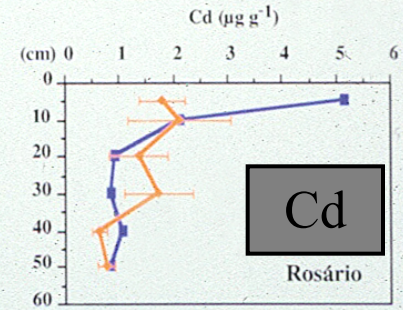
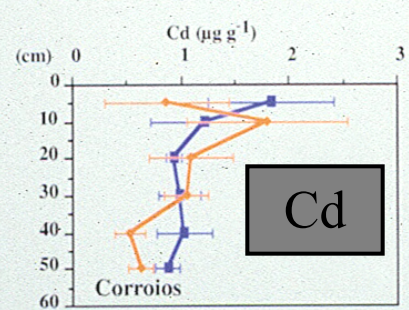
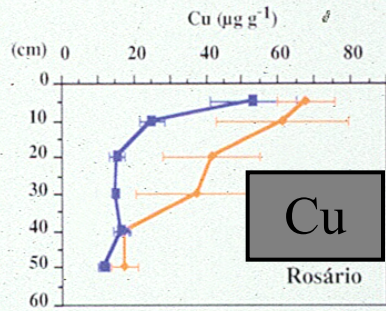
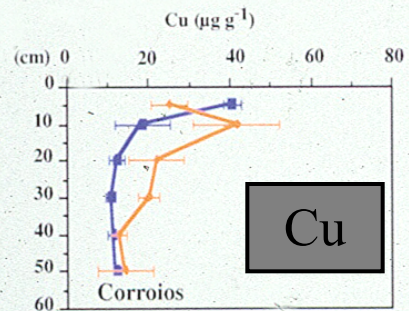
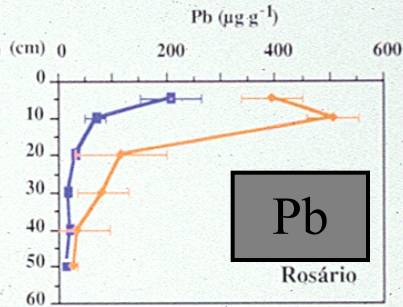
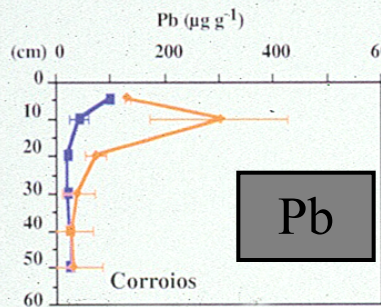
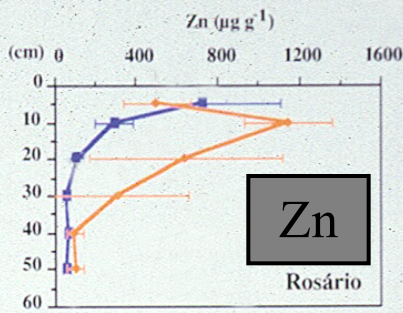
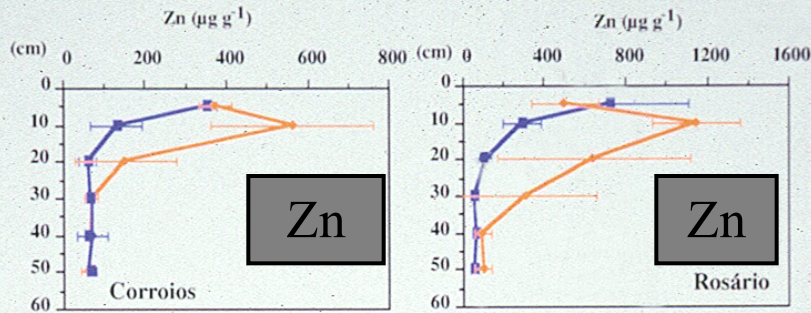




Corroios

Rosário

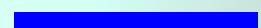
Metais pesados nos sedimentos dos sapais de Corroios e Rosário



planta

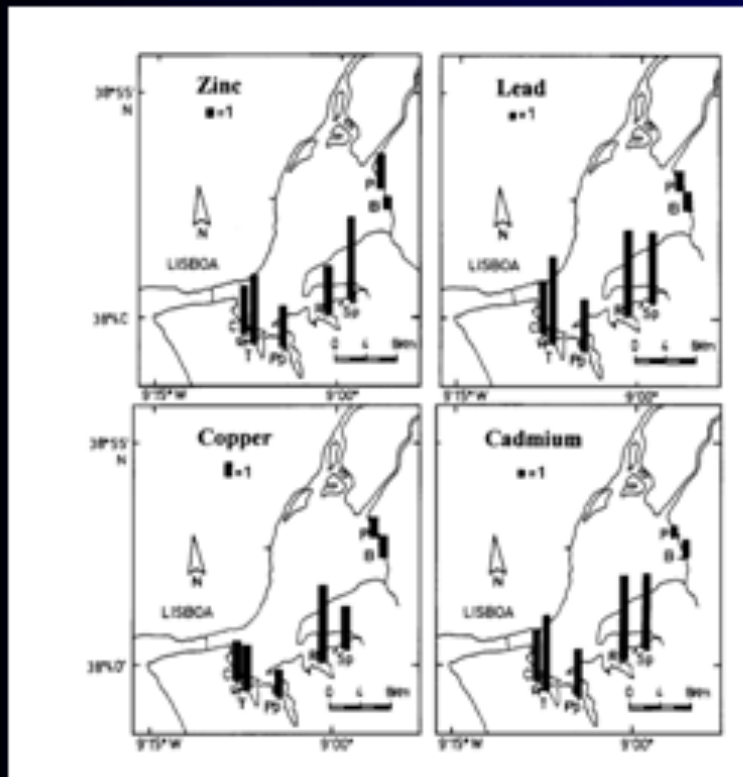


sedimento



Registo local da poluição metálica

Factores de Enriquecimento para o Zn, Pb, Cu e Cd nos sapais do estuário do Tejo



$$A=C/B$$

A factor de enriquecimento
B concentração "de base"
C concentração no sedimento

Caçador et al, 2001

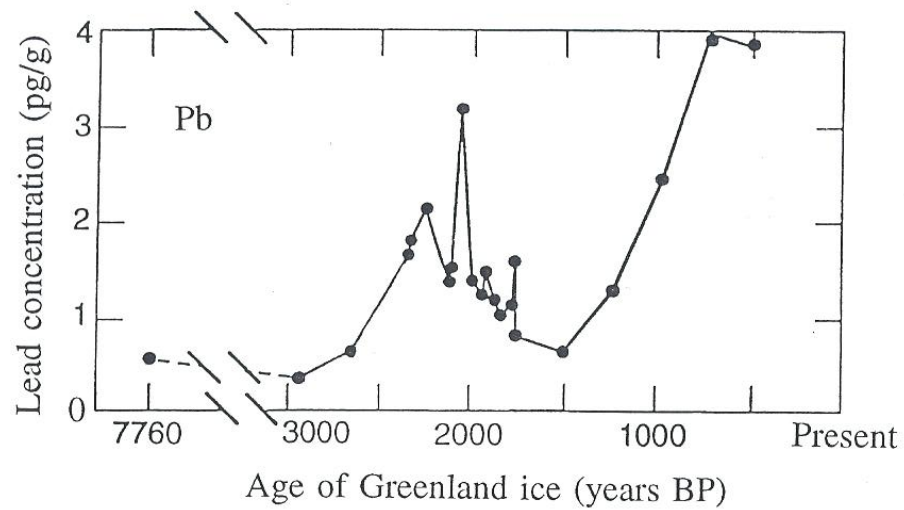


Fig. 1. Summit, central Greenland : changes in lead concentrations in ice from 3000 to 500 years before present (BP). Also represented is a data point for ice ~ 7760 years old which shows the pre-lead production natural concentration for interglacial conditions (early Holocene). From ref 5.

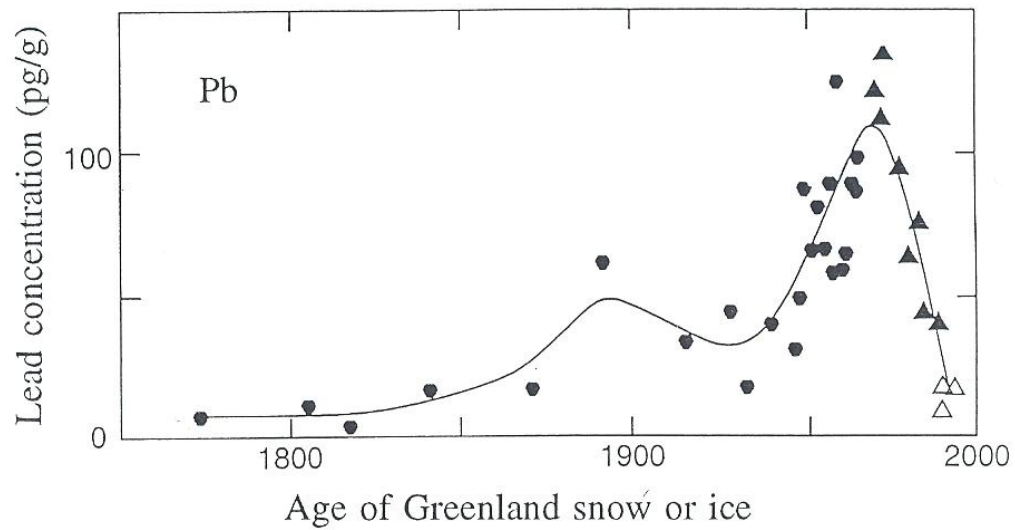


Fig. 2. Summit, central Greenland : changes in lead concentrations in ice and snow from the 1770s to present. From ref 3.

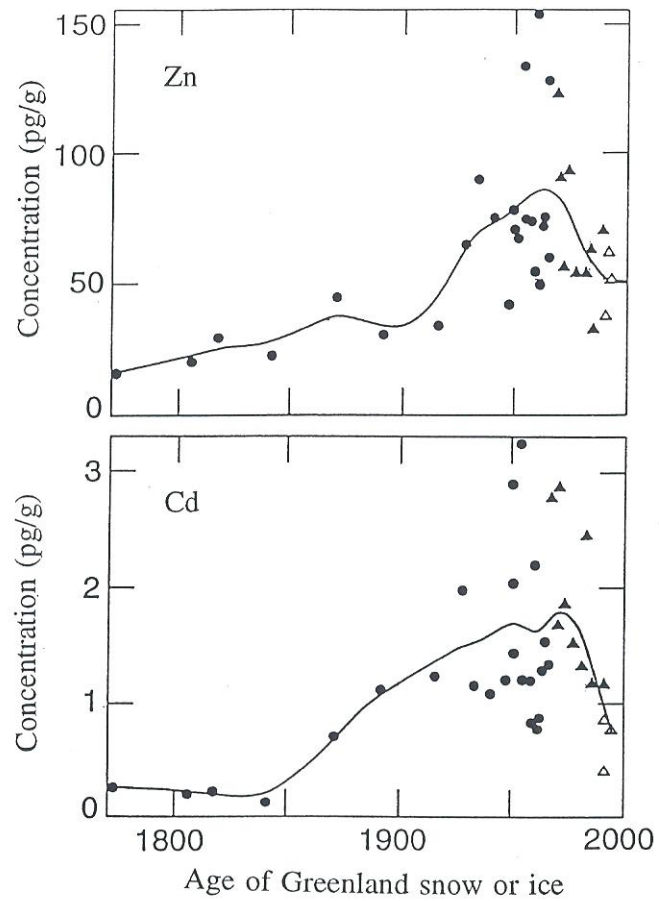


Fig. 3. Summit, central Greenland : changes in zinc and cadmium concentrations in ice and snow of the 1770s to present. From ref 3.