

Ecologia dos sapais:

Aplicações práticas em programas de monitorização



Temas

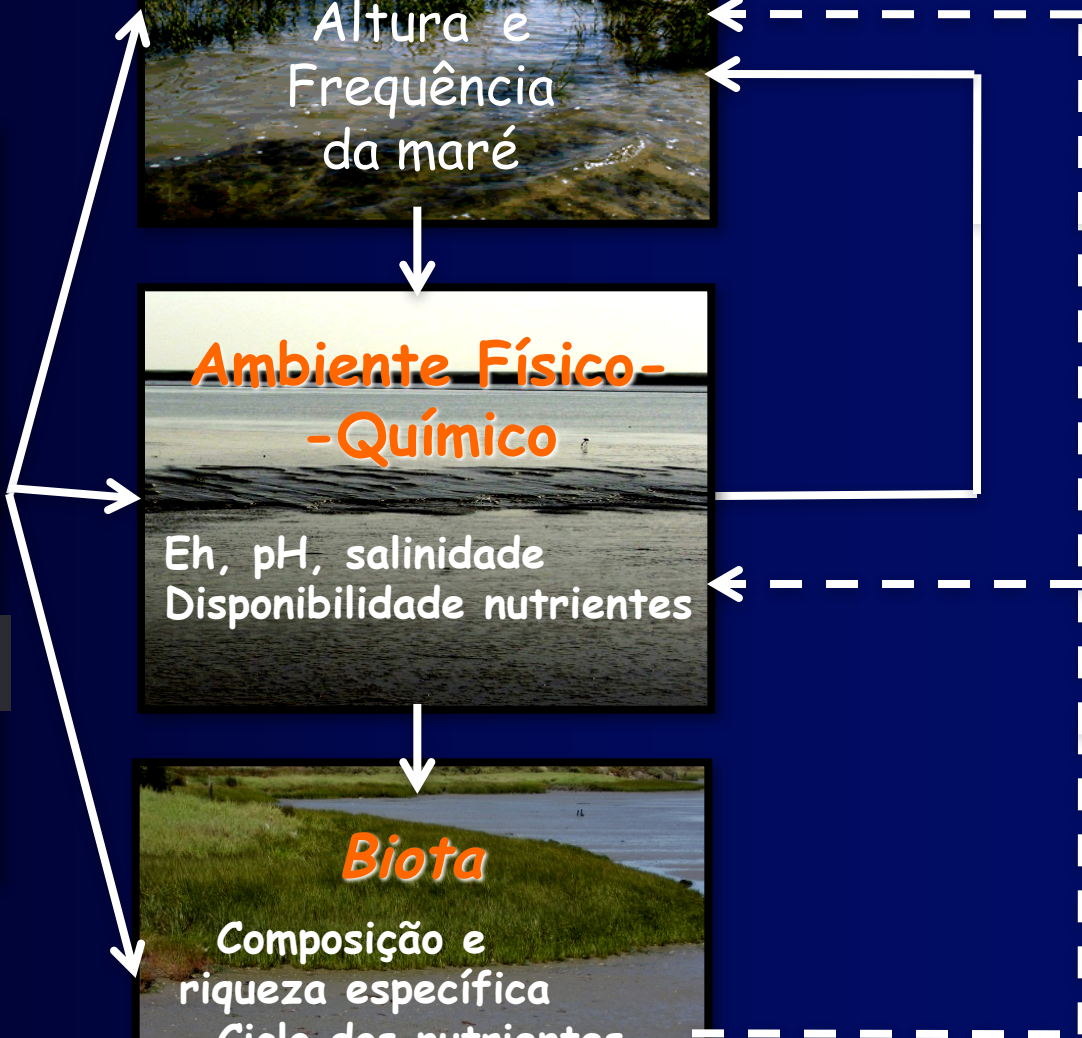
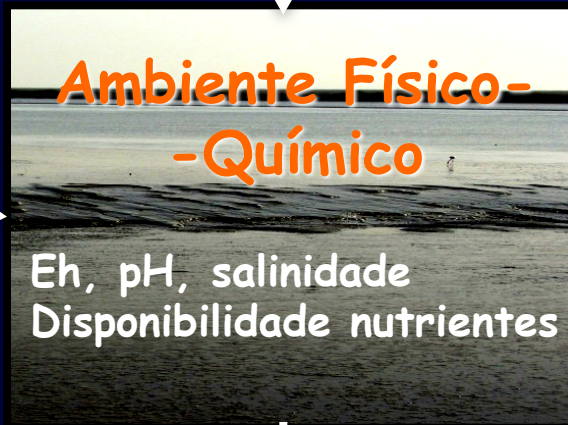
- 1. Caracterização dos sapais*
- 2. Fitoestabilização de poluentes*
- 3. As plantas e as funções dos sapais*
- 4. Factores condicionantes da presença das plantas*

O que é um sapal?

Os sapais caracterizam-se por:

- *Possuírem solos provenientes de sedimentos aluviais e estuarinos transportados pelas marés;*
- *Serem colonizados por plantas vasculares, herbáceas ou arbustivas (vegetação halófitas);*
- *Serem inundados regularmente pelas águas de maré, de salinidade variável.*

Factores determinantes



Como se formam os sapais?

Colonização



Competição



O Sapaal



As plantas de sapal



Spartina maritima



Salicornia sp.
Aster tripolium



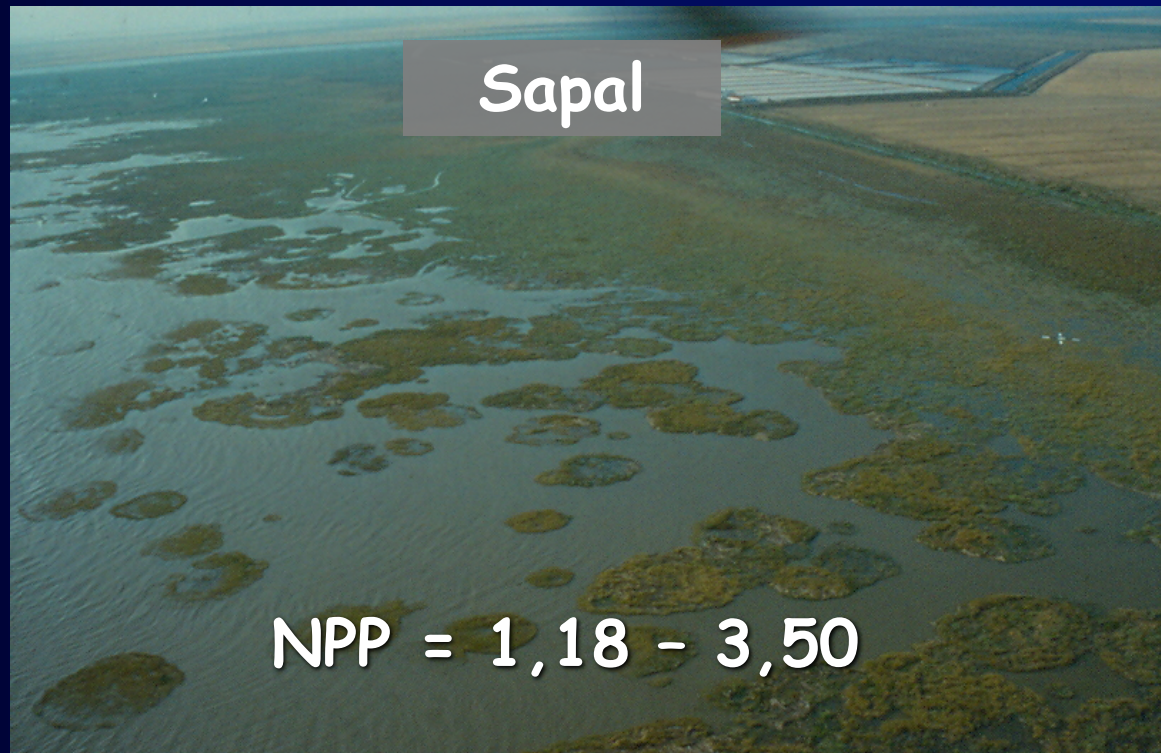
Sarcocornia fruticosa



Halimione portulacoides

Produtividade primária líquida (NPP - net primary production)

kg peso seco / m² / ano

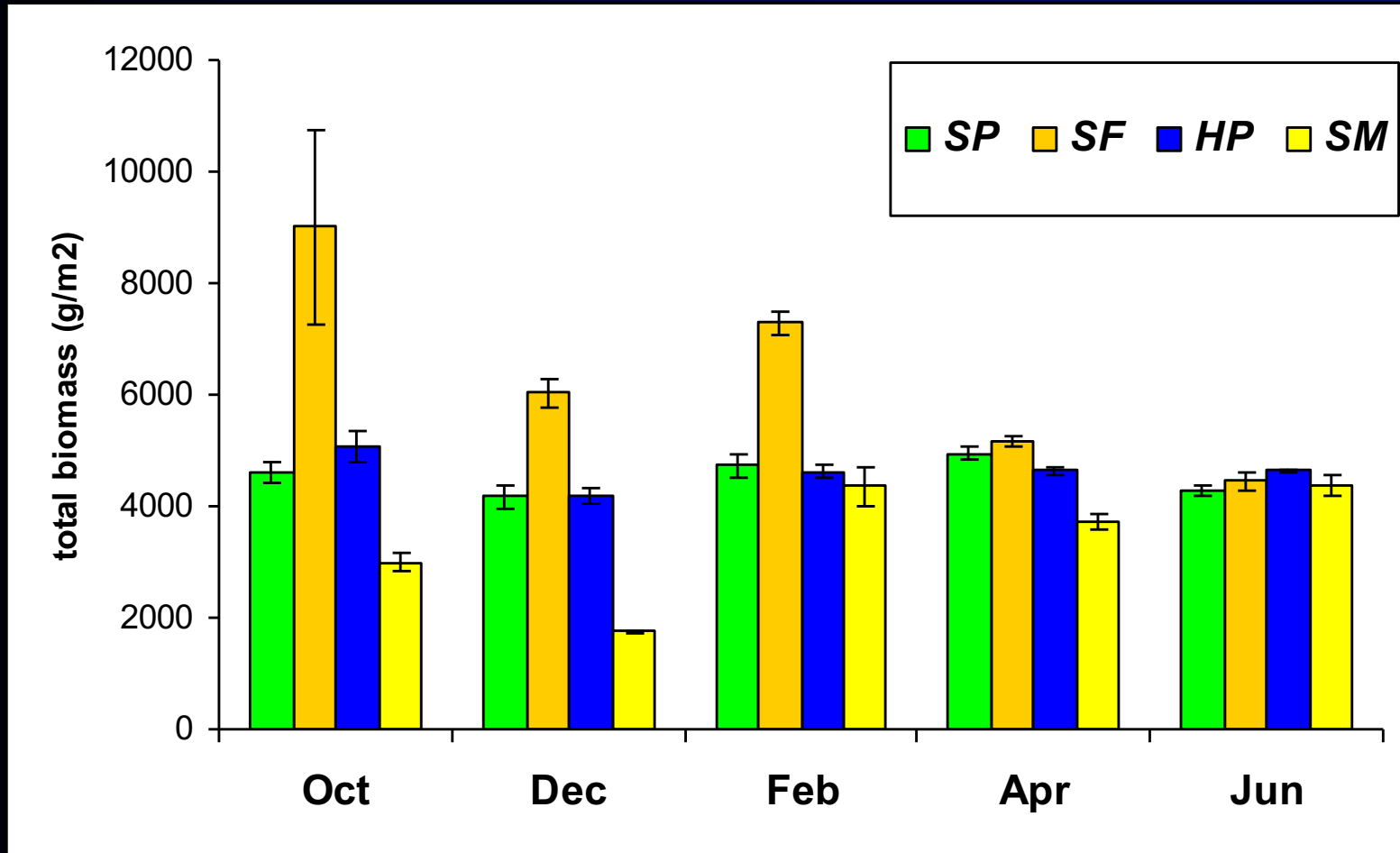


Roy, 2001

Pomeroy, 2000

Biomassa Total de diferentes espécies de Sapal

Sarcocornia perennis (SP), *S. fruticosa* (SF), *Halimione portulacoides* (HP) e *Spartina maritima* (SM)

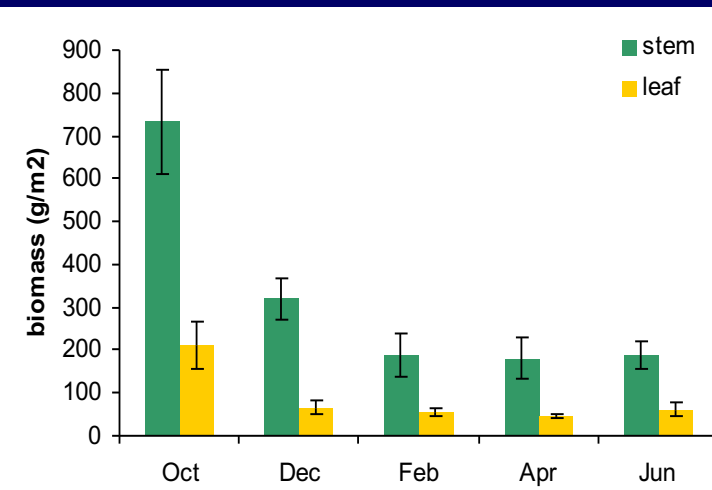
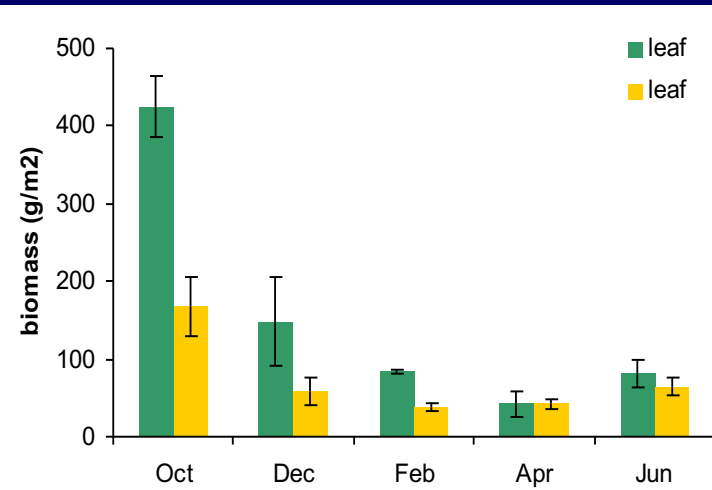


Distribuição da biomassa

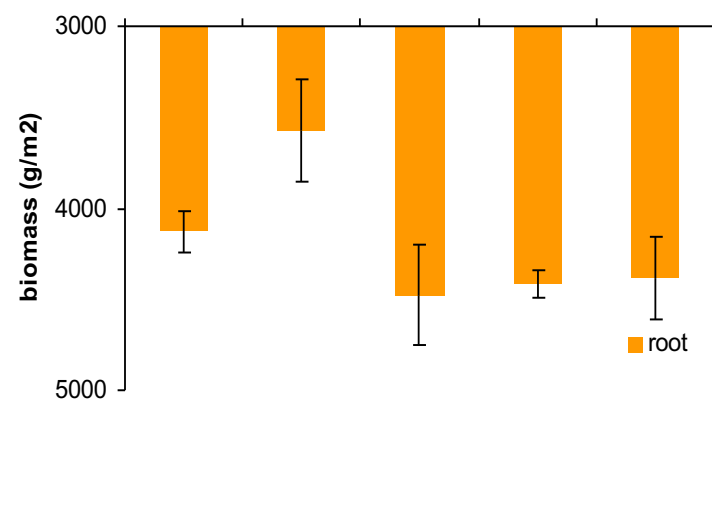
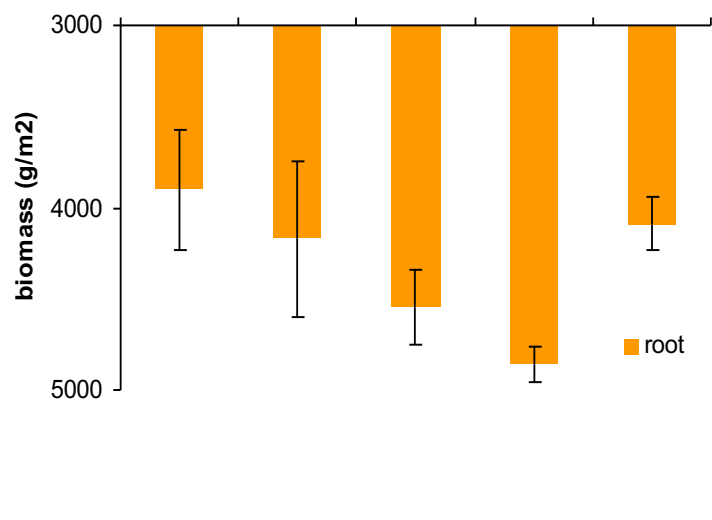
Spartina maritima

Halimione portulacoides

Parte aérea

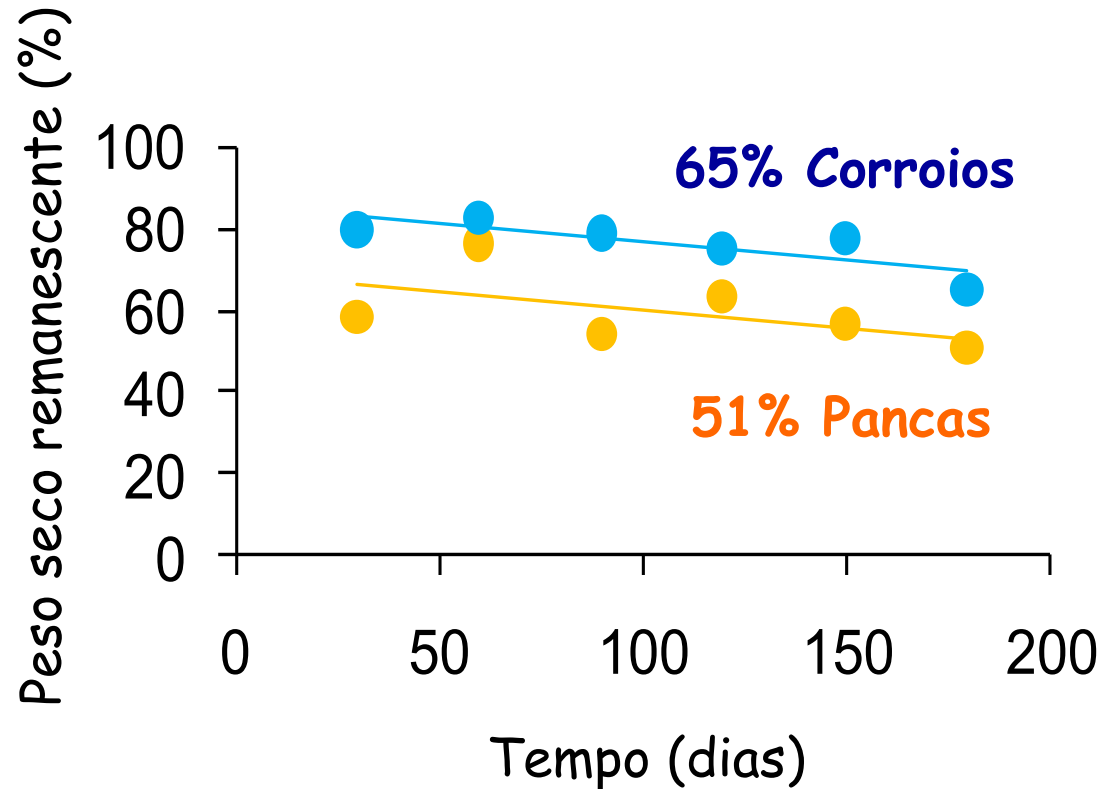


Raízes



Biomassa-Taxa de decomposição de *Spartina maritima* nos sapais do Tejo

Pancas		Corroios	
t (d)	k (d ⁻¹)	t (d)	k (d ⁻¹)
31	0.0179	22	0.0076
59	0.0045	43	0.0032
87	0.0068	71	0.0027
118	0.0038	99	0.0024
150	0.0038	134	0.0017
180	0.0038	183	0.0024



Retenção de carbono

Oceano

0 - 75 m $630 \times 10^{15} \text{g}$

> 75 m $38\ 000 \times 10^{15} \text{g}$



Ecossistemas Terrestres

Total = $1400 \times 10^{15} \text{g}$

Florestas
Tropicais
 $450 \times 10^{15} \text{g}$

Zonas Húmidas
(455 - 700)
 $\times 10^{15} \text{g}$

Adaptações das plantas de sapal

Factores de Stress

- ✓ Salinidade
- ✓ Encharcamento
- ✓ Metais Pesados

Resistência ao sal

Regulação

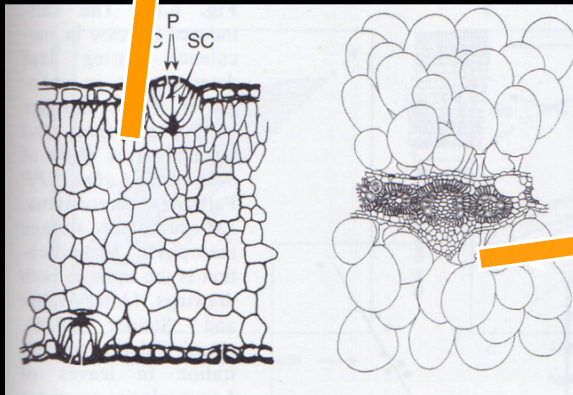
Tolerância

Exclusão

Eliminação

Diluição

Compartimentação
no protoplasto



glândula

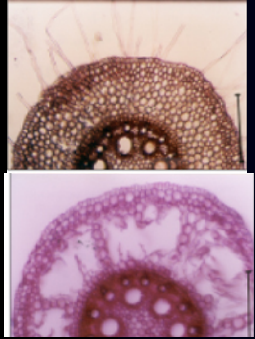
tricoma

Resistência ao encharcamento

Estruturais

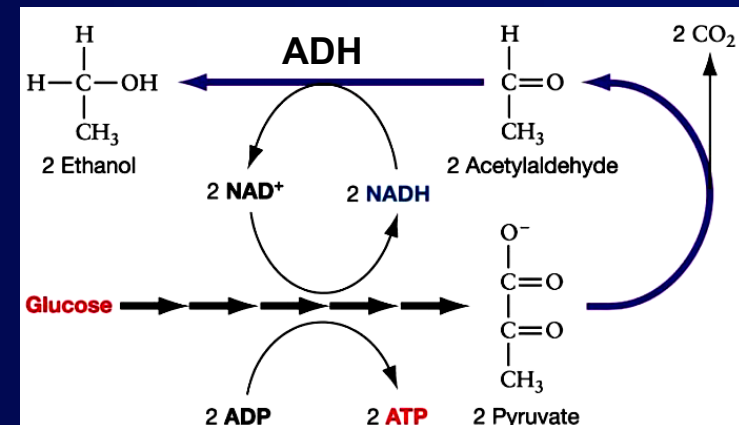
Fisiológicas

aerênquima



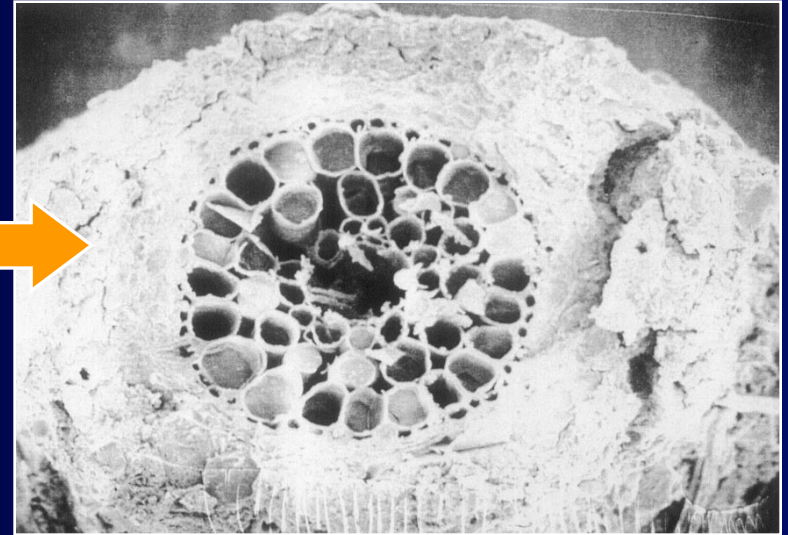
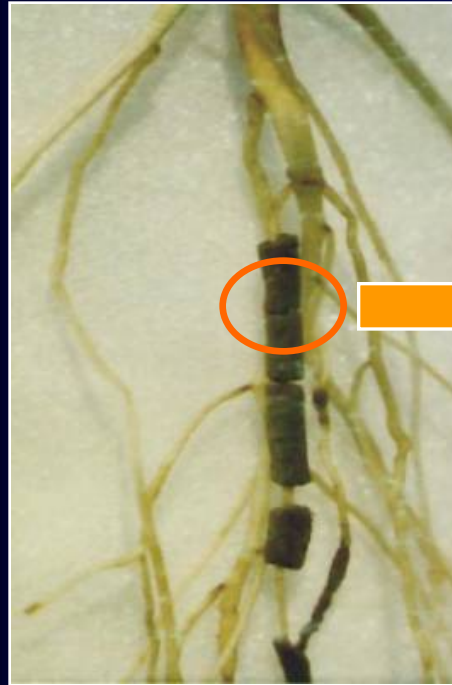
Fluxo de pressão

Produção de Metabólitos



Efeitos secundários

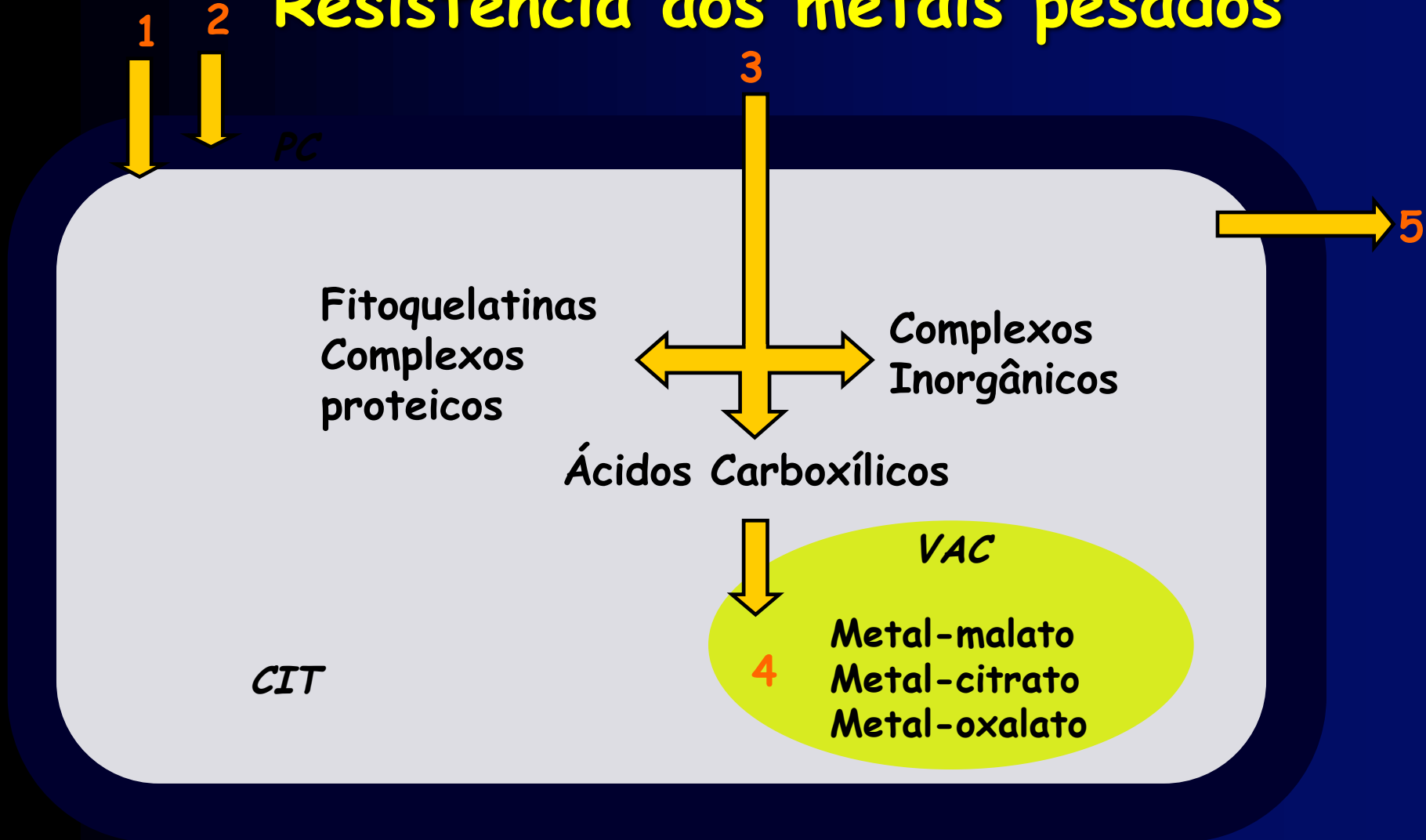
Rizoconcreções



Rizoconcreção com vestígios vegetais

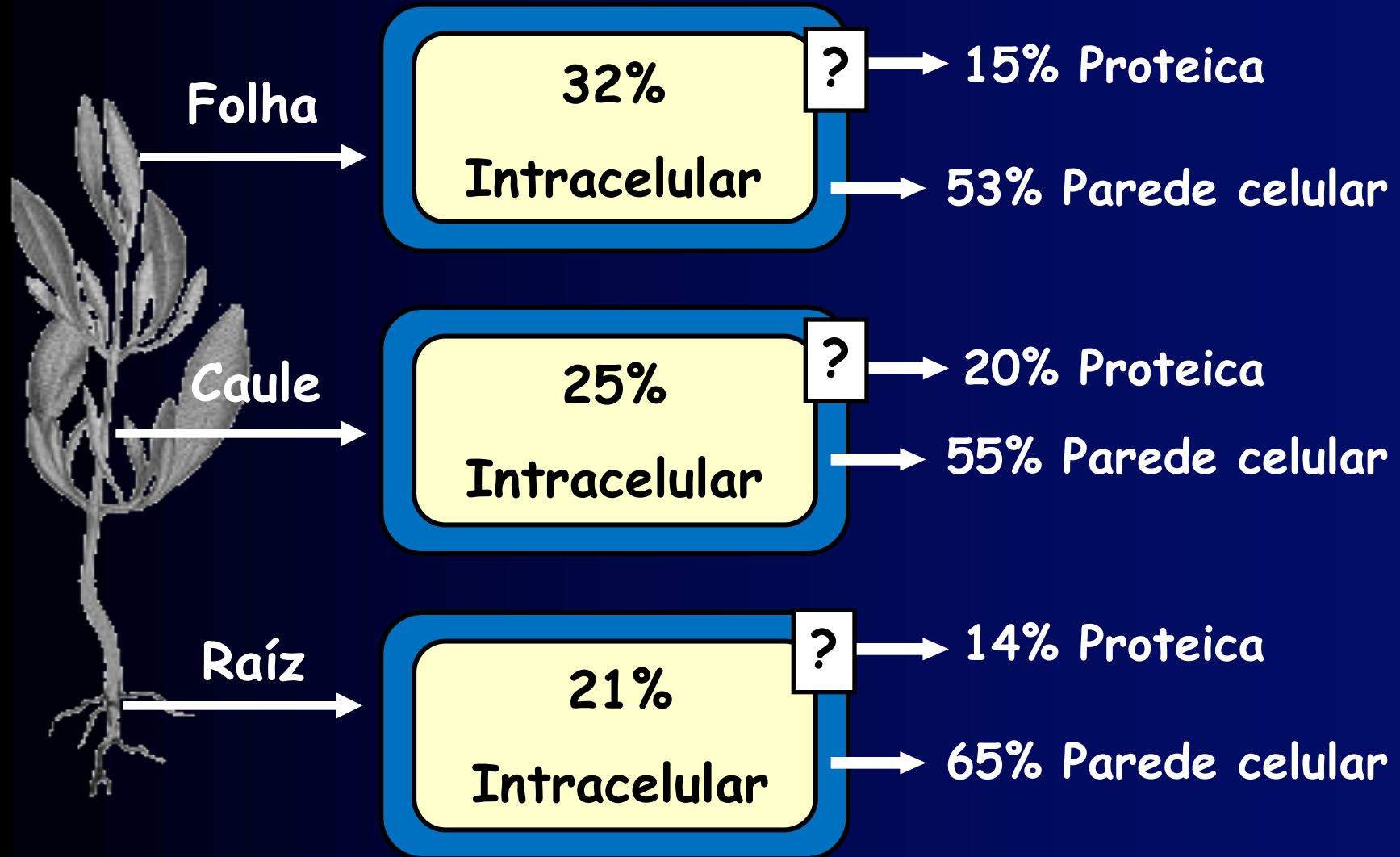


Resistência aos metais pesados



- 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

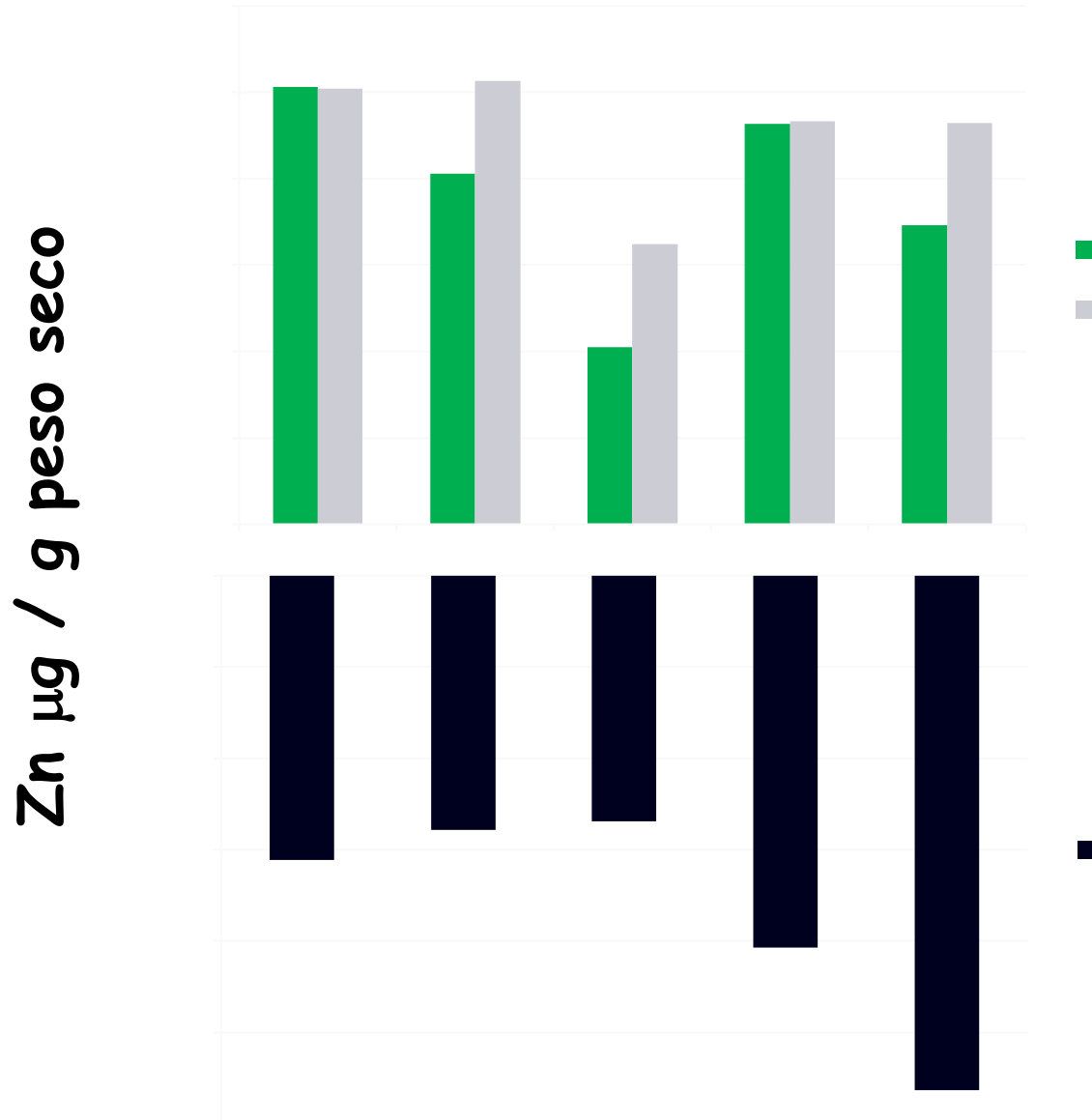
Resistência aos metais pesados



Retenção de metais pesados nos sapais

Localização	Cd (ppm)	Cr (ppm)	Cu (ppm)	Ni (ppm)	Pb (ppm)	Zn (ppm)
Eastern Scheldt, Holanda	0,4 - 2	109	6 - 58	49	97 - 104	39 - 257
Western Scheldt, Holanda	1,5 - 8,5	268	63 - 155	49 - 62	120 - 210	370 - 715
Baía de James, Canadá	1,4	16	13	24	23	38
Rio Pó, Itália	1,4		58	53	72	187
Connecticut, US			114		152	168
Illawarra, Austrália	1,1	69	80		282	2163
Califórnia, US		1070	138	542	96	299
Texas, US		29	7	8		14
Baía de Narrangansett, US	0,8	155	190	28	140	250
Estuário de Tamisa, UK	0,6	27	20	23	49	72
Salcott, UK	0,13	53	21	33	22	100
Estuário do Tejo, PT	1,4 - 5,9	25 - 37	43 - 79	1 - 25	146 - 363	316 - 1151

Distribuição de Zn em *Halimione portulacoides*



Corroios

Rosário

Metais pesados nos sedimentos dos sapais de Corroios e Rosário

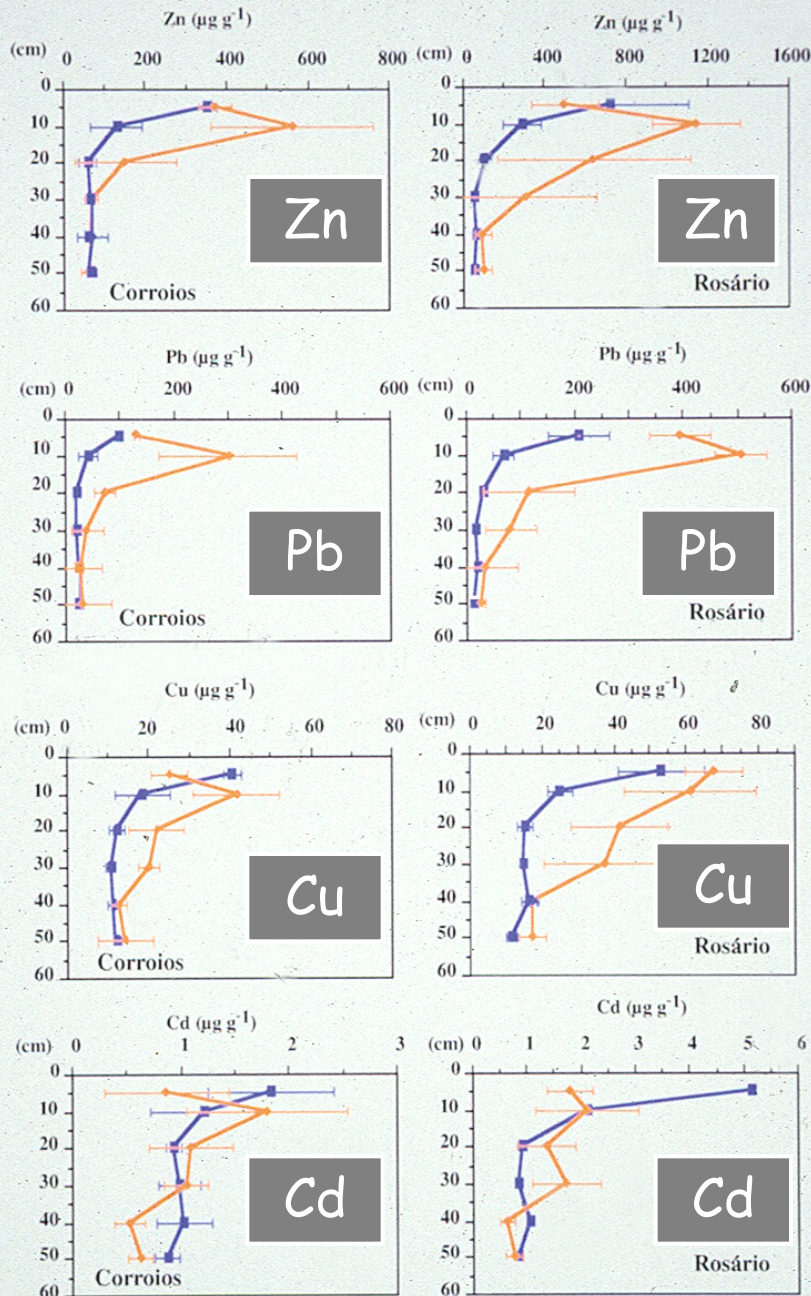
planta



sedimento



Caçador et al., 1996



Factores que influenciam a mobilidade e a disponibilidade dos metais

- Granulometria
- Teor de matéria orgânica
- Eh (potencial redox)
- pH
- Salinidade
- Presença de organismos



Teor de matéria orgânica e concentração de metal

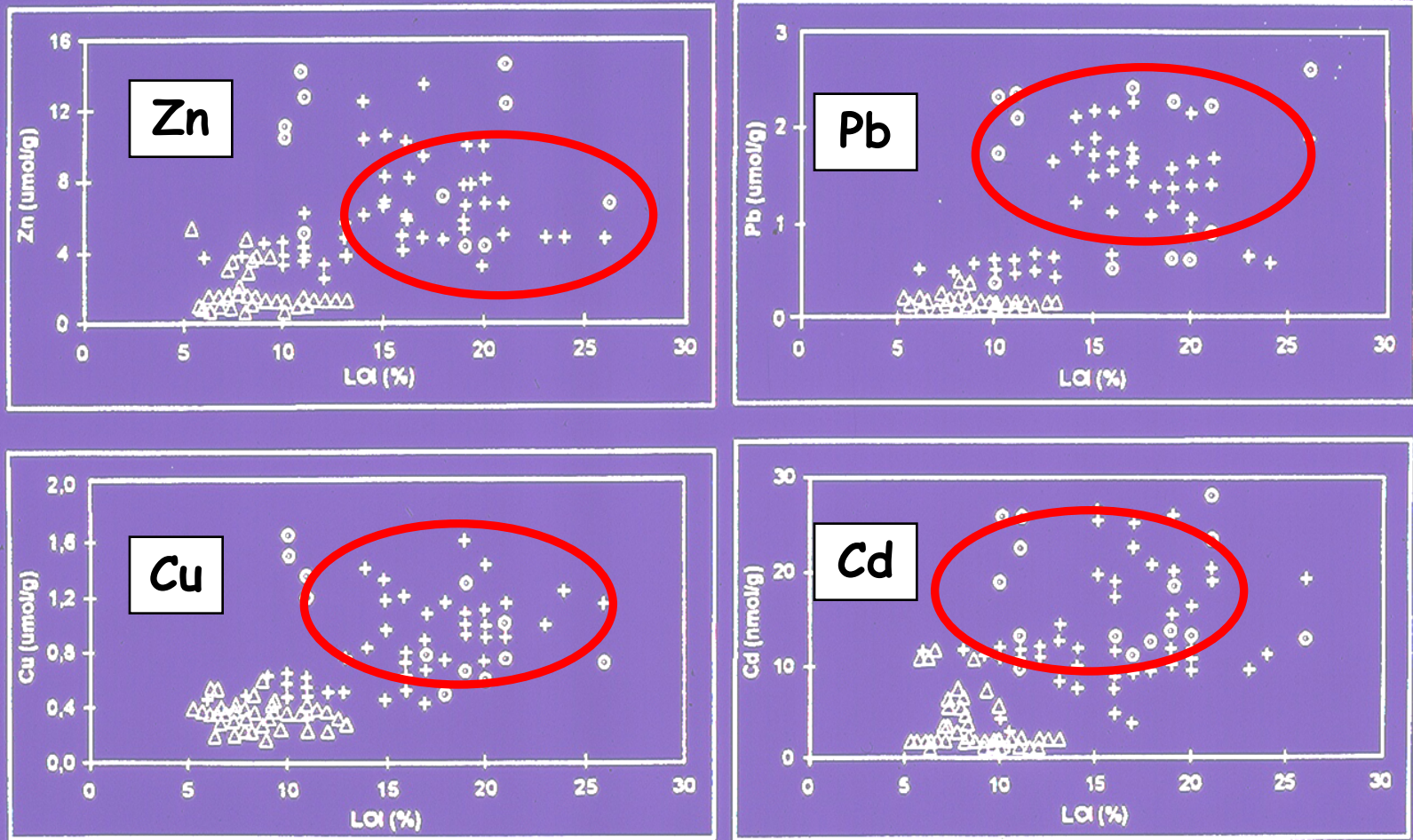
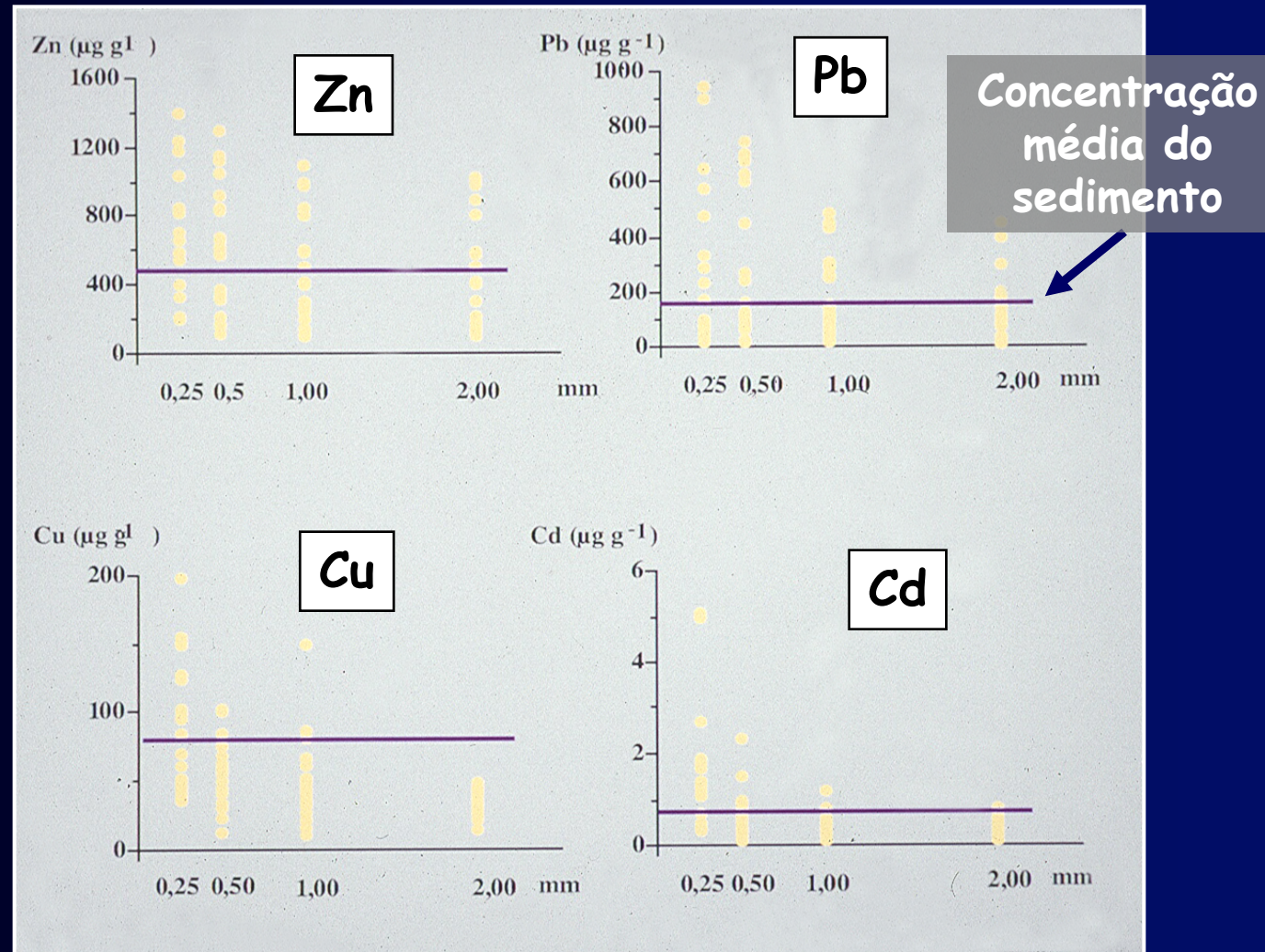


Fig. 2. Relationships between the concentrations of Zn, Pb, Cu ($\mu\text{mol g}^{-1}$) and LOI (%) in sediments from three layers: 0-5 cm (+), sub-superficial 5-15 cm (⊙) and 45-55 cm (Δ) of the Tagus salt marshes.

Metais pesados em rizocancreções

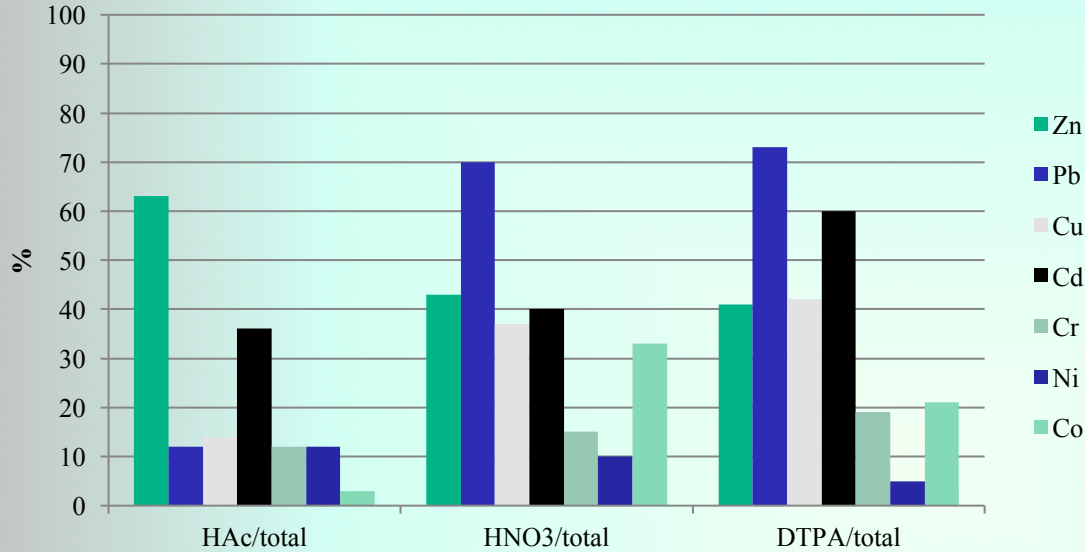


Aster tripolium



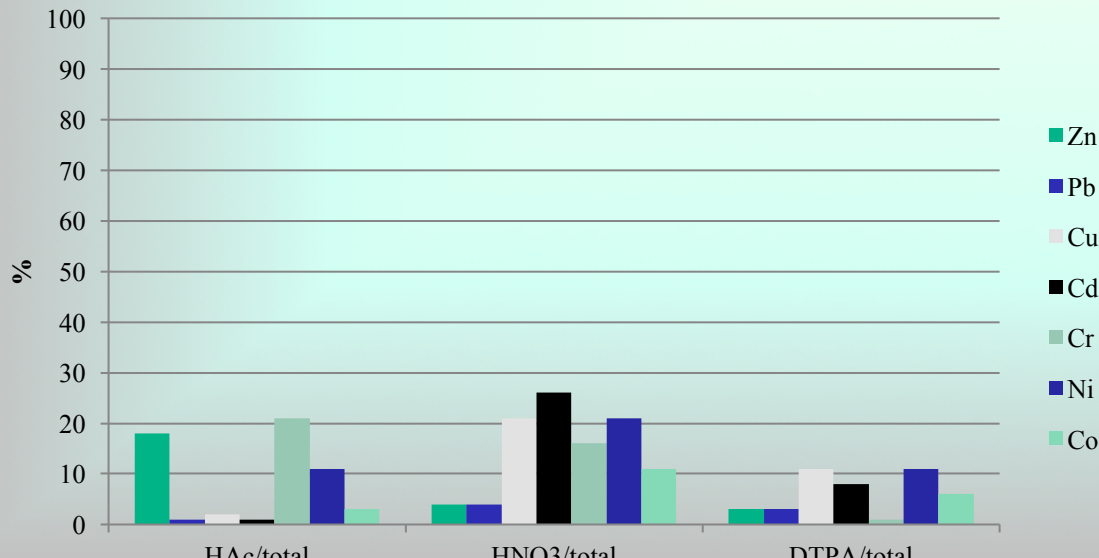
Efeito das plantas na disponibilidade dos metais (Zn, Pb, Cu, Cd, Cr, Ni e Co)

Sedimento sem vegetação



Sapal de Corroios

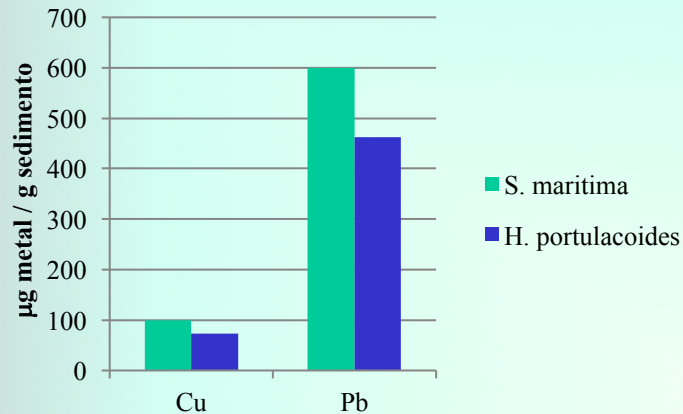
Sedimento com vegetação



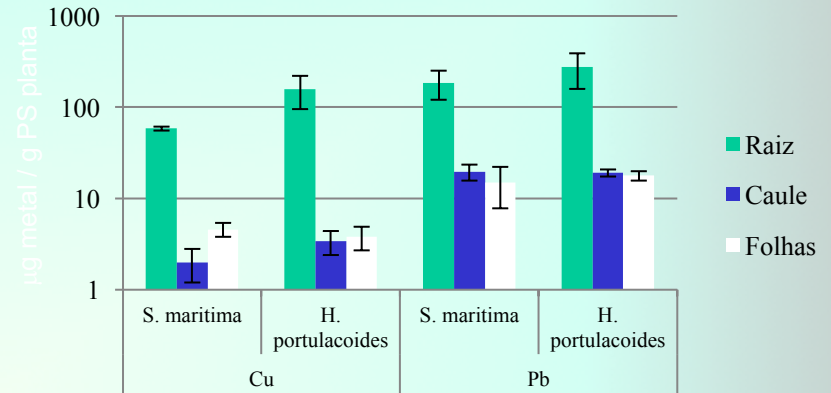
Caçador & Vale, 1999

Capacidade fitoestabilizadora dos sapais

Sedimento

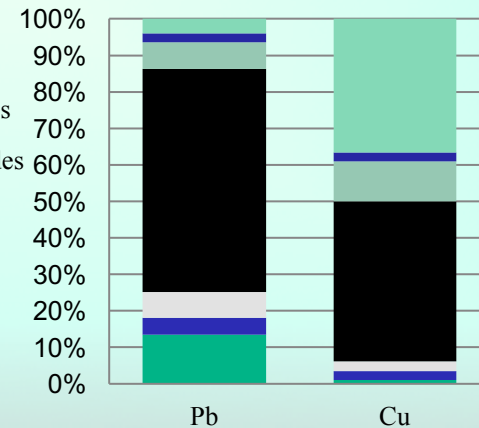
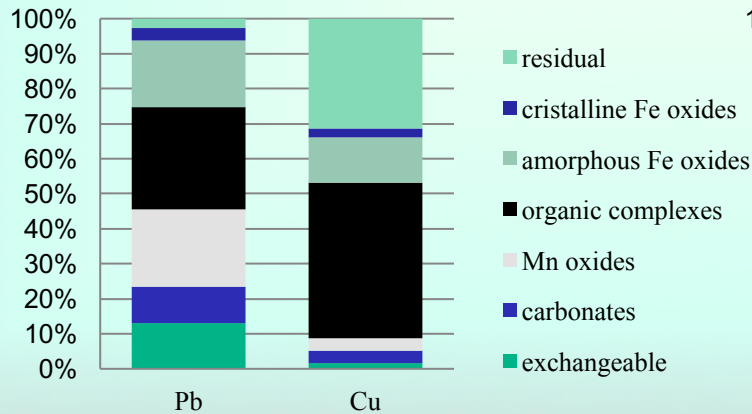


Plantas



Halimione portulacoides

Especiação



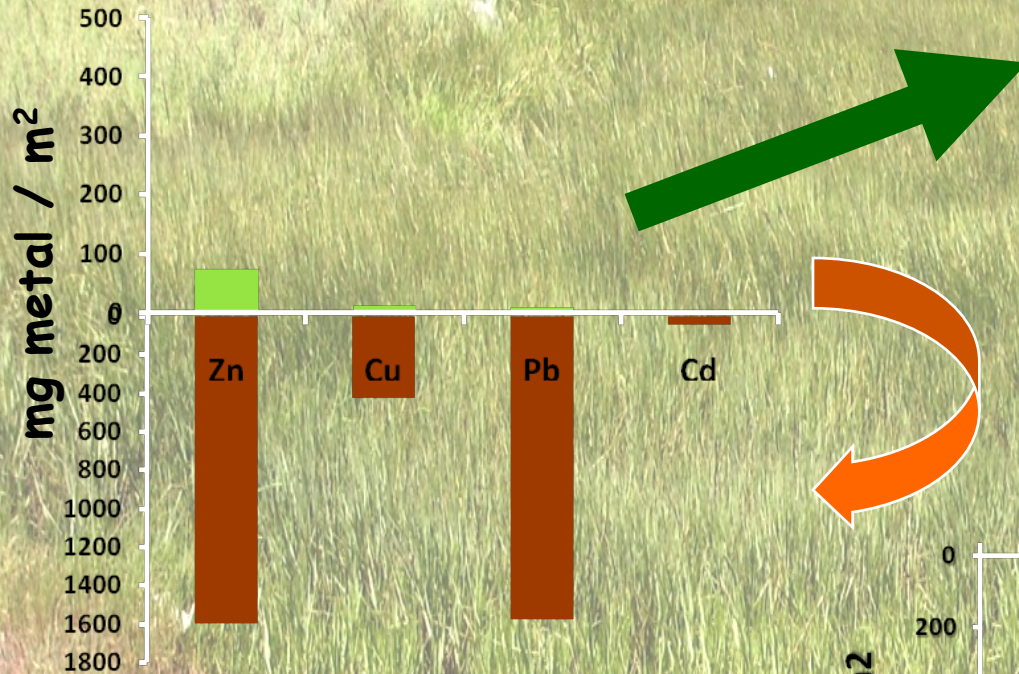
Spartina maritima

Importância da decomposição na retenção dos metais

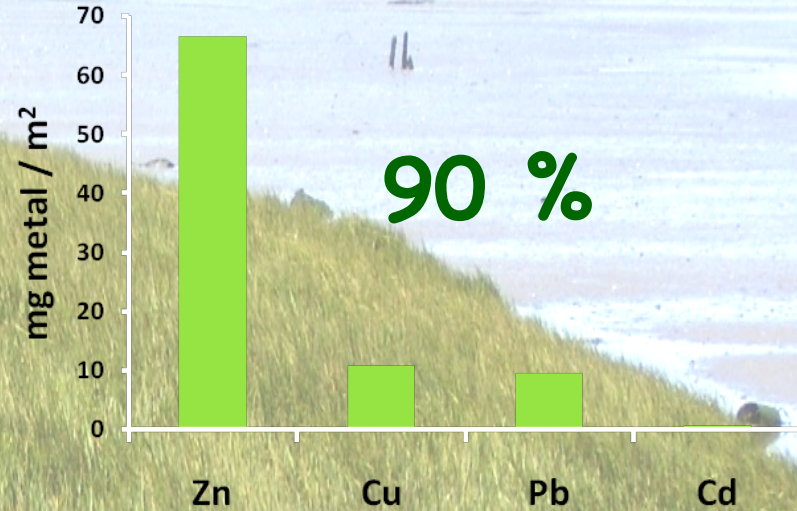


Dinâmica dos metais em *Spartina maritima*

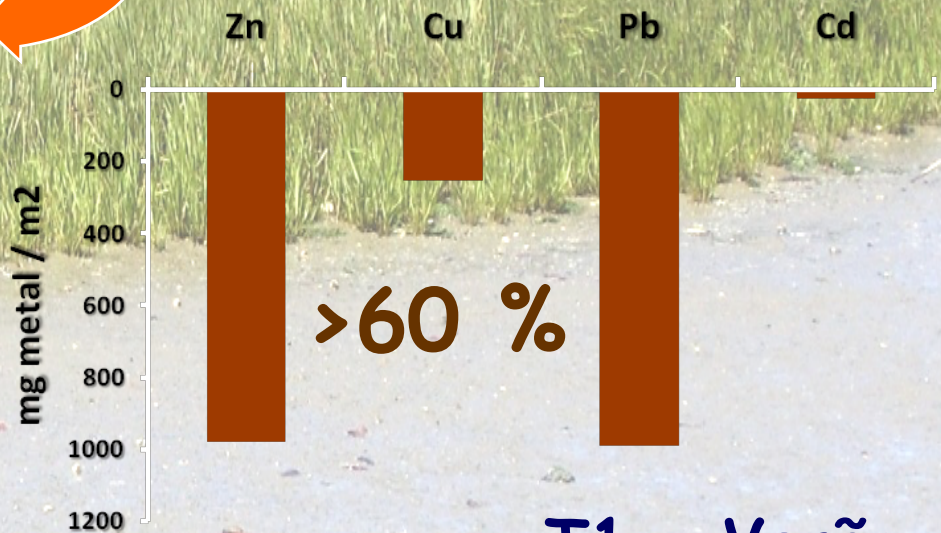
Biomassa exportada



T0 - Outono



Biomassa retida



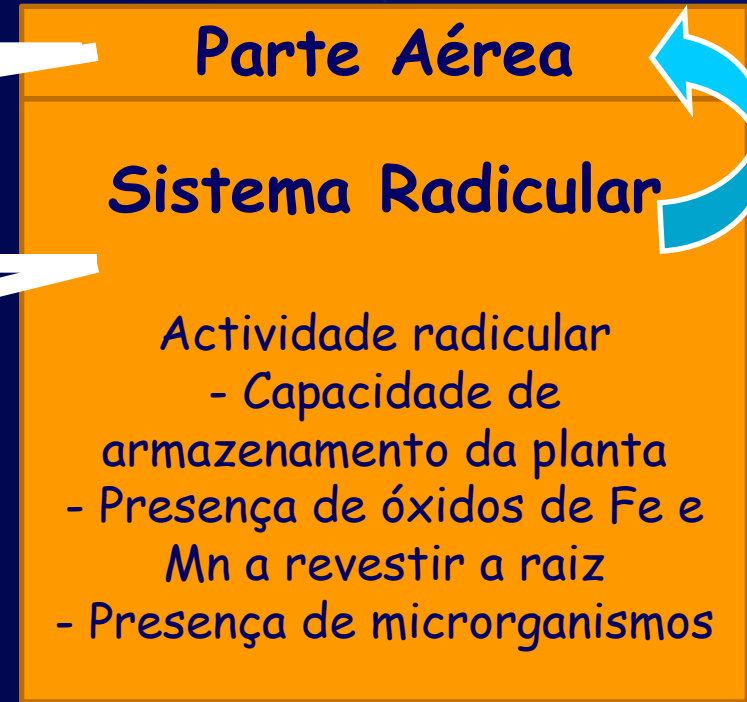
T1 - Verão

Os sapais e a qualidade das águas costeiras e de transição



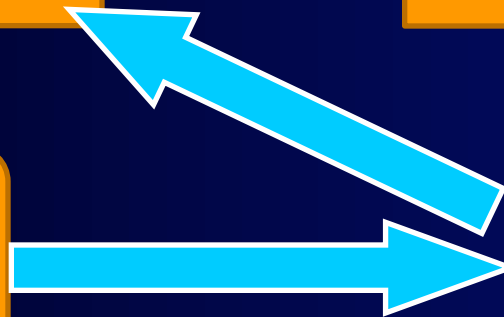
-Variação Sazonal
- Micro-topografia

-Espécies
- Variação Genética

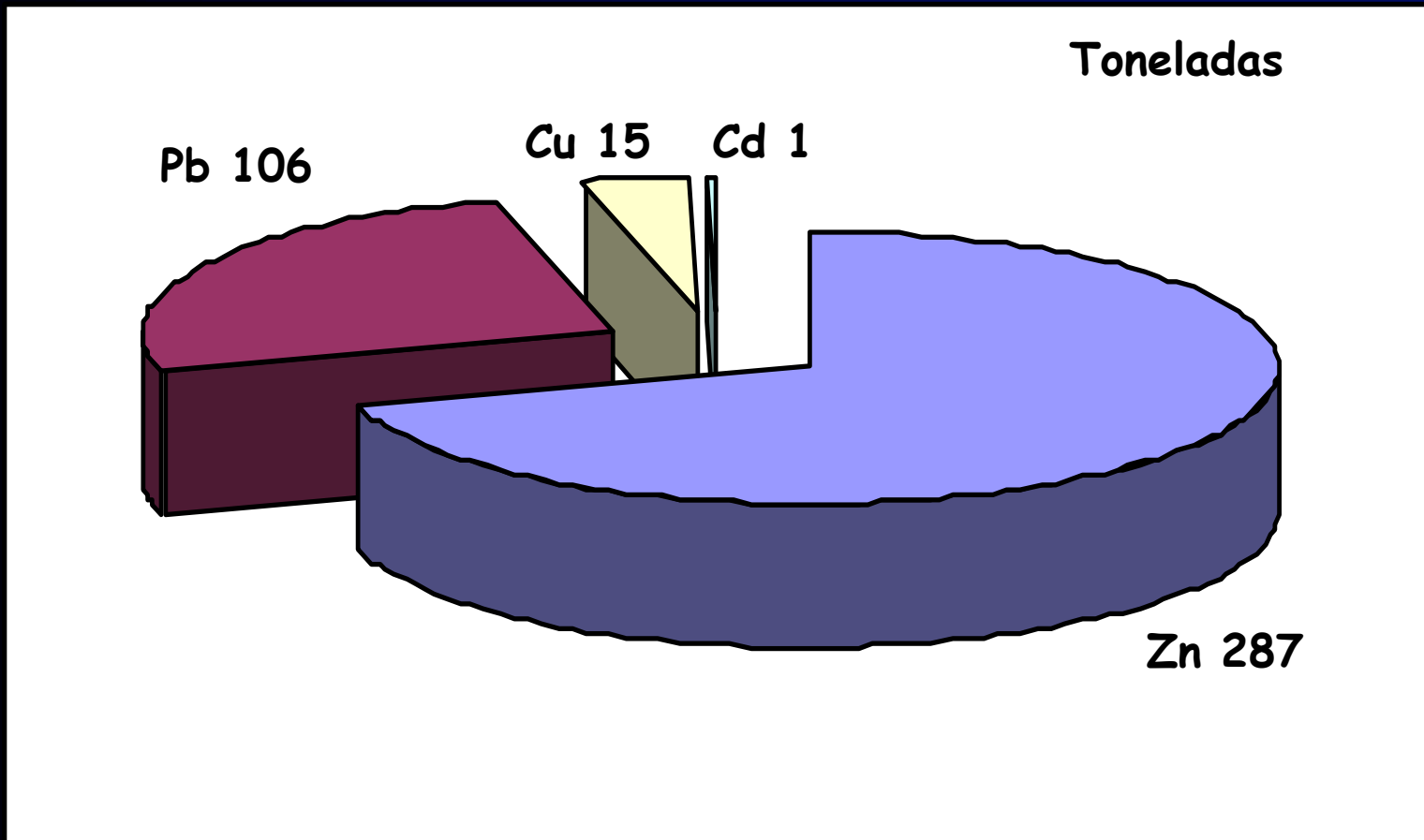


- Matéria orgânica
- Textura

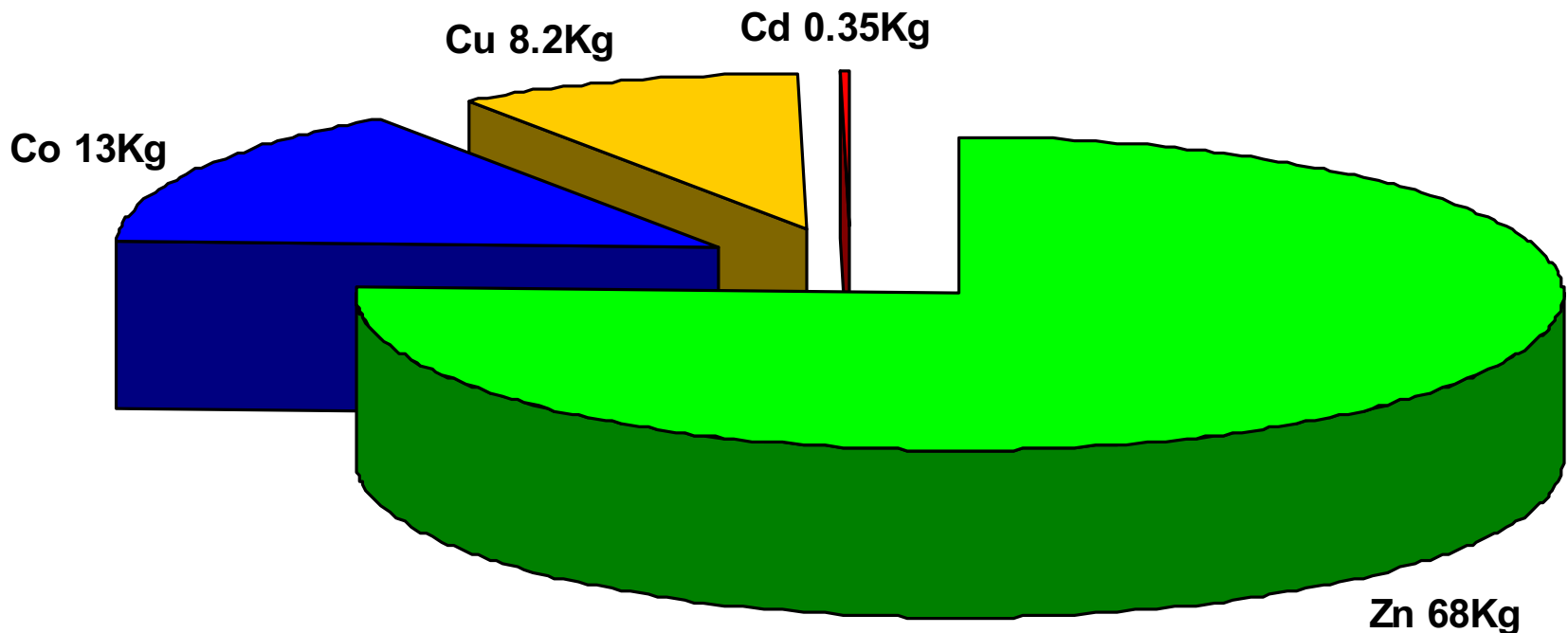
- Potencial redox
- pH
- Presença de iões




Estimativa da quantidade de metais pesados retidos no sapal do Rosário (200 ha)



Estimativa da quantidade de metais pesados exportados por ano, no sapal de Rosário (200 ha)



A photograph of a coastal wetland. In the foreground, there are dense clumps of tall, green and yellowish-brown grasses. The ground is a mix of sand and mud, with some water pooling. In the background, a large, calm body of water extends to the horizon under a clear sky. The text is overlaid on the lower right portion of the image.


Em 1714 Lancisi interpreta o padrão de distribuição das plantas como sendo uma **cronossequência**



Cronossequência - sucessão que depende dos processos de sedimentação, 2000

Sapal jovem

Sapal de pancas



Zonação - a distribuição das plantas faz -
se de acordo com os factores físico-
químicos do ambiente, Chapman, 1970

Sapal maduro

Sapal de Corroios

Distribuição das plantas no sapal

Halimione

Sarcocornia

Spartina



Eh (+)

Eh (-)

Margem seca

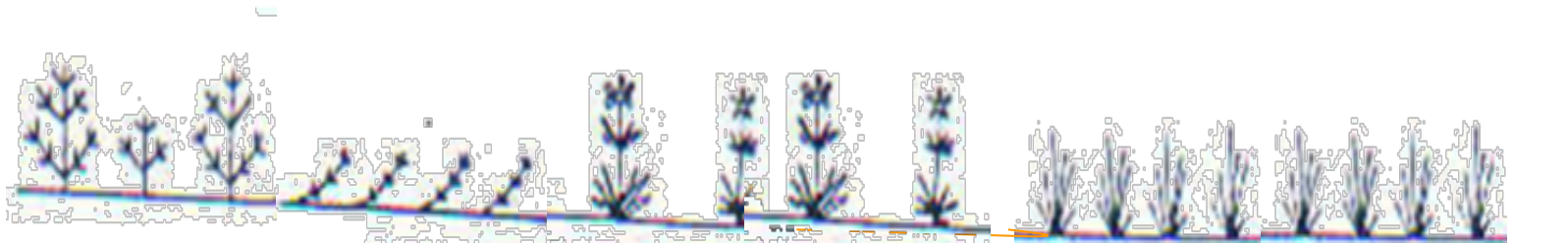
Margem húmida

Distribuição das plantas no sapal

Halimione

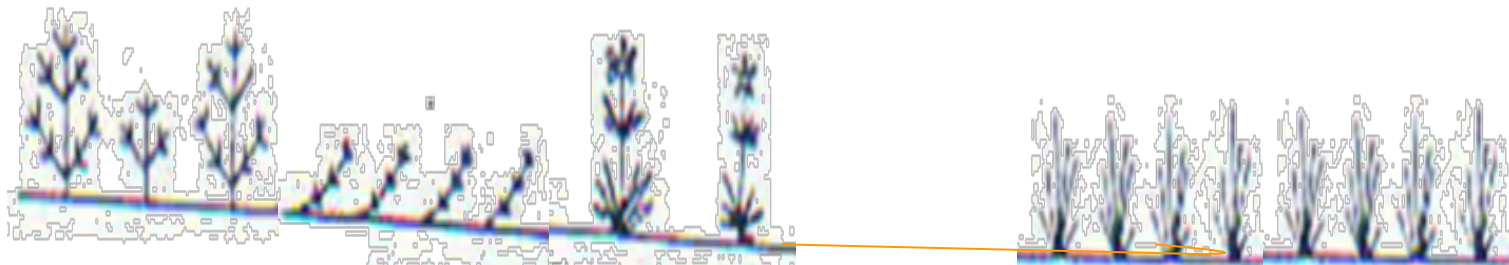
Sarcocornia

Spartina



Eh (+)

Eh (-)



Distribuição das plantas no sapal

Halimione

Sarcocornia

Spartina



Eh (+)

Eh (-)

Margem seca

Margem húmida



Eutrofização



Ciclo do nutrientes
Produção de biomassa



Estrutura e função
Relações de competitividade

Alterações climáticas

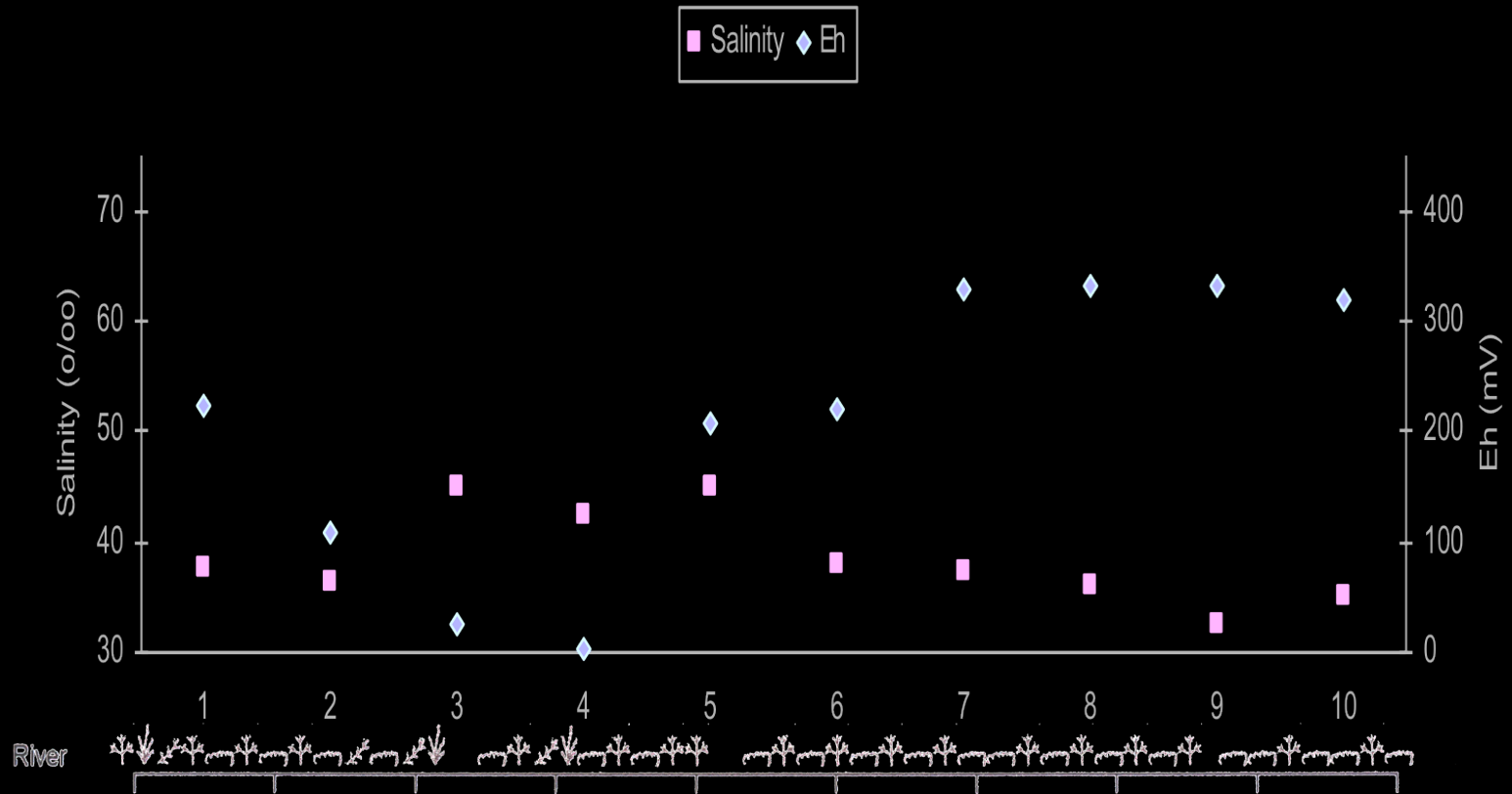


Taxa de decomposição
Ciclo do nutrientes
Fotossíntese
Transpiração
Fenologia
Produção de biomassa

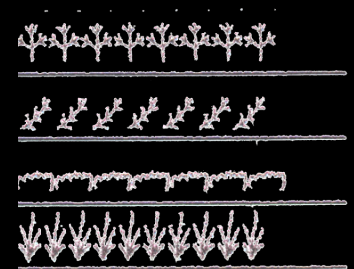


Estrutura e função
Relações de competitividade

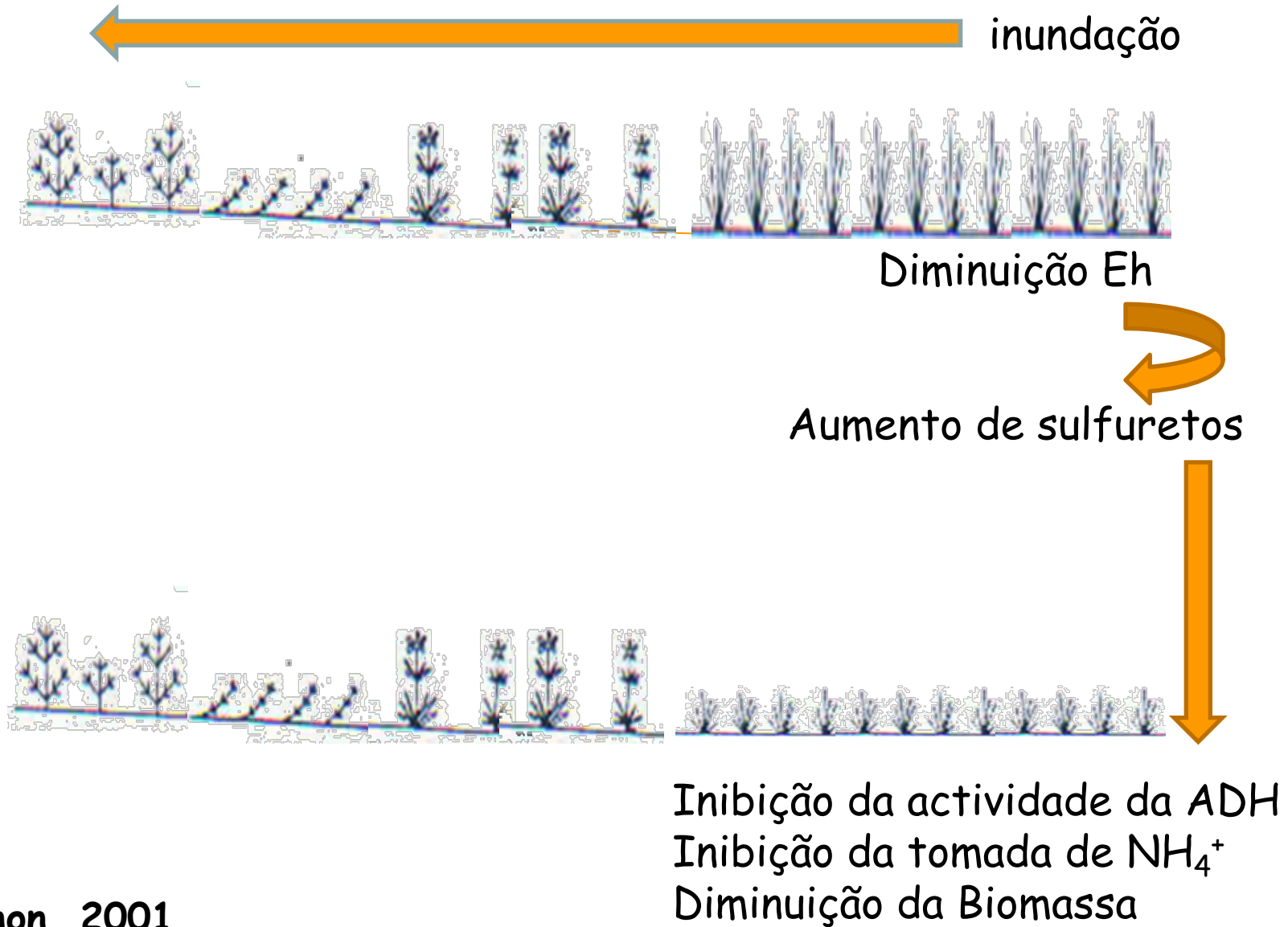
Transecto permanente no sapal de Corroios



Arthrocnemum fruticosum
Arthrocnemum perenne
Halimione portulacoides
Spartina maritima



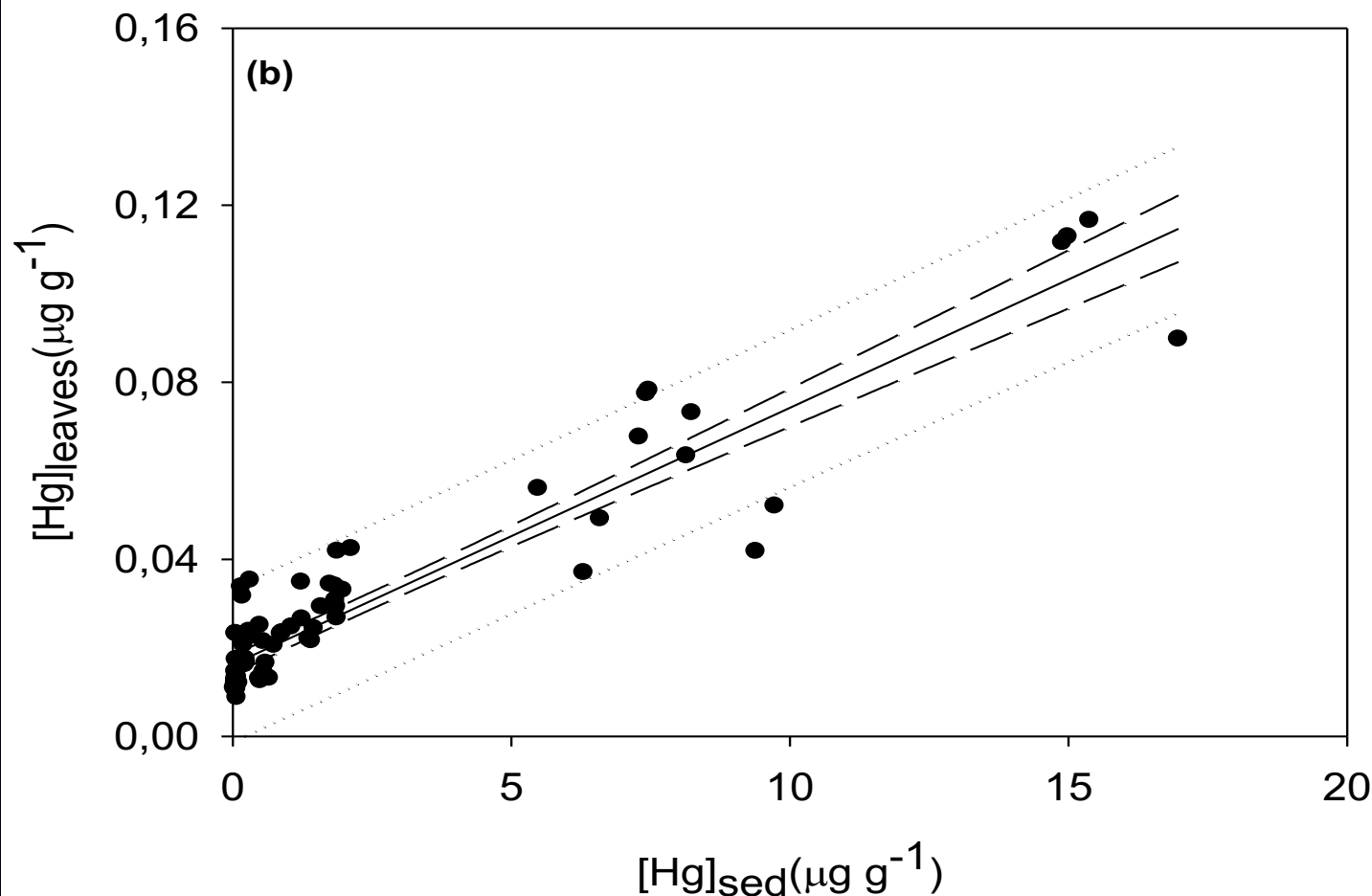
Resposta das plantas ao encharcamento



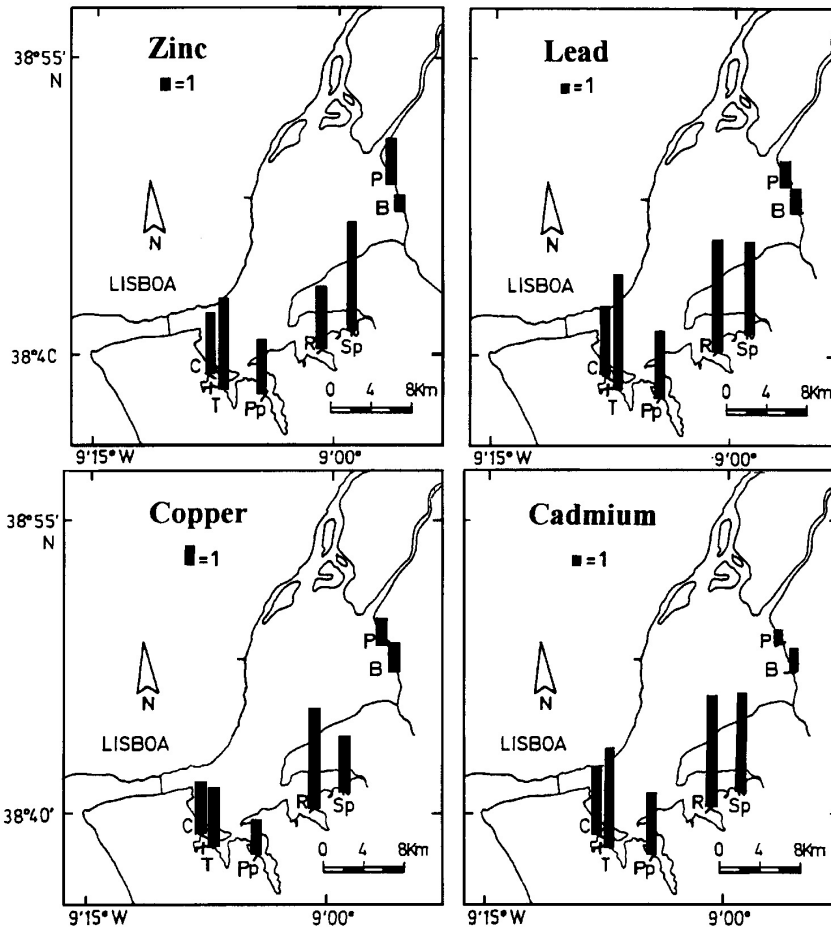
Os sapais e os programas de monitorização

Que contribuições podem dar os sapais em programas de monitorização?

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



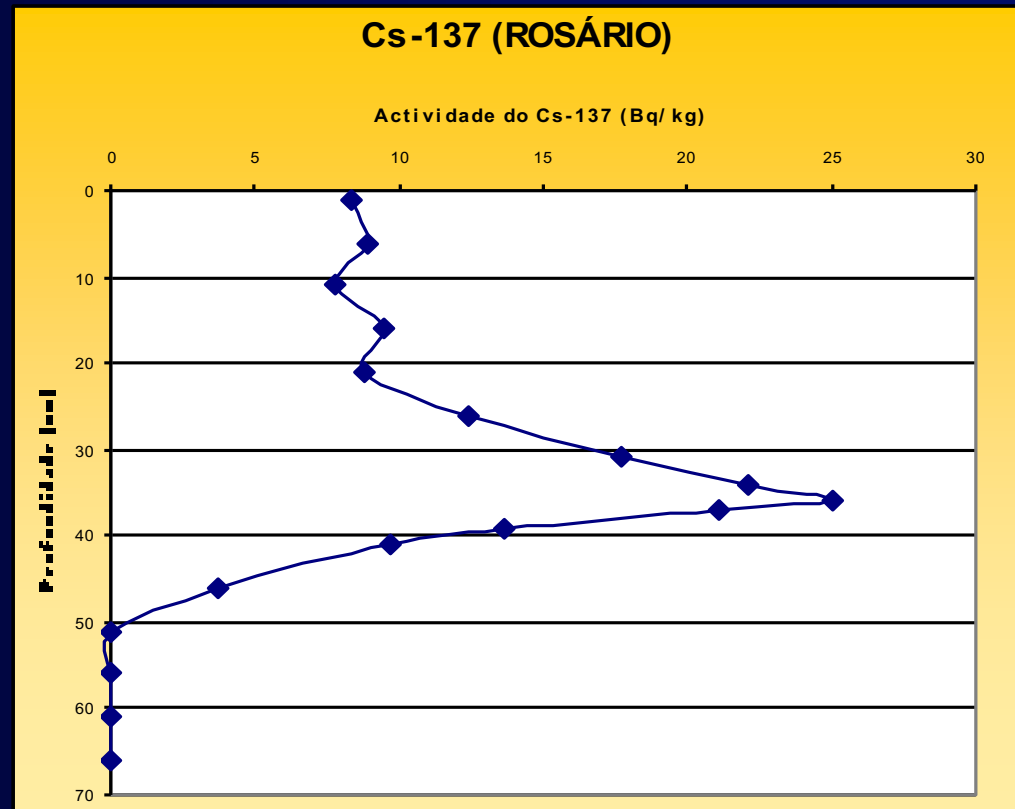
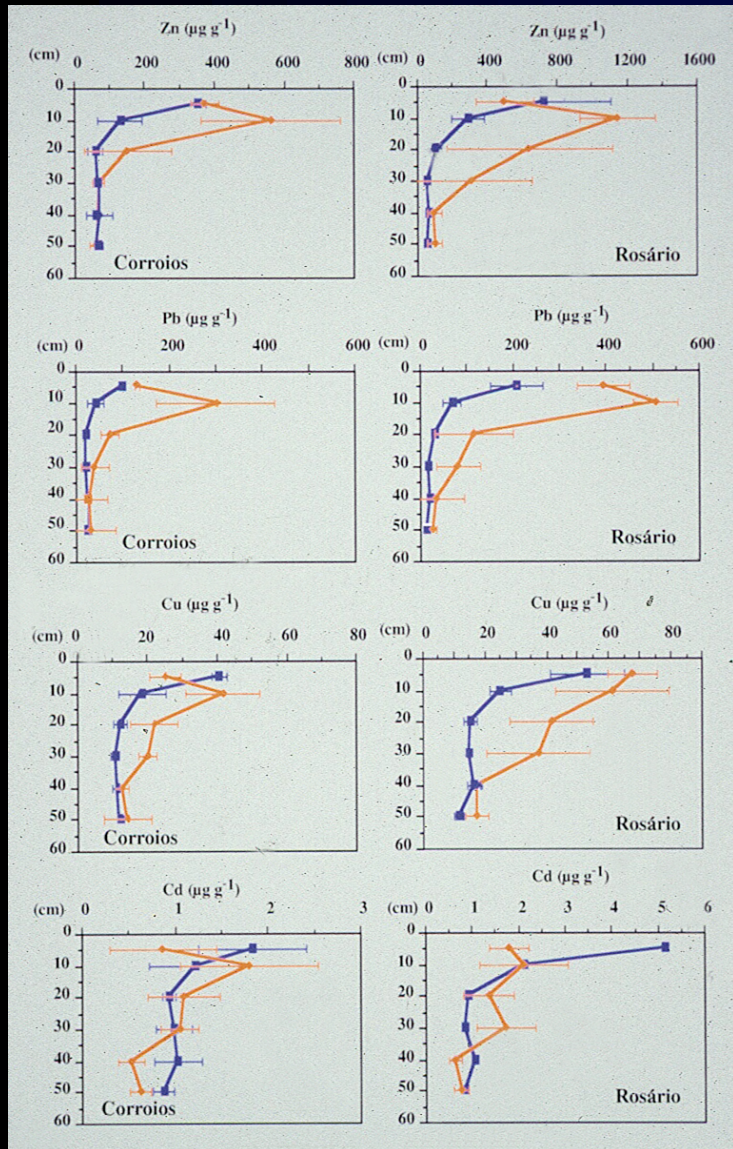
Factores de Enriquecimento para o Zn, Pb, Cu e Cd nos sapais do estuário do Tejo



$$A=C/B$$

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

Distribuição vertical de metais em sedimentos datados, do estuário do Tejo



Habitat:

Construção

Dragagens

Subida do nível do mar

Serviços e funções ecológicas:

Poluição

Eutrofização

Extensão do sapal

Estrutura do sapal (zonação)

Composição específica (diversidade de espécies)

Exemplo de uma métrica tendo por base a extensão do sapal

210

M. Best et al. / Marine Pollution Bulletin 55 (2007) 205–214

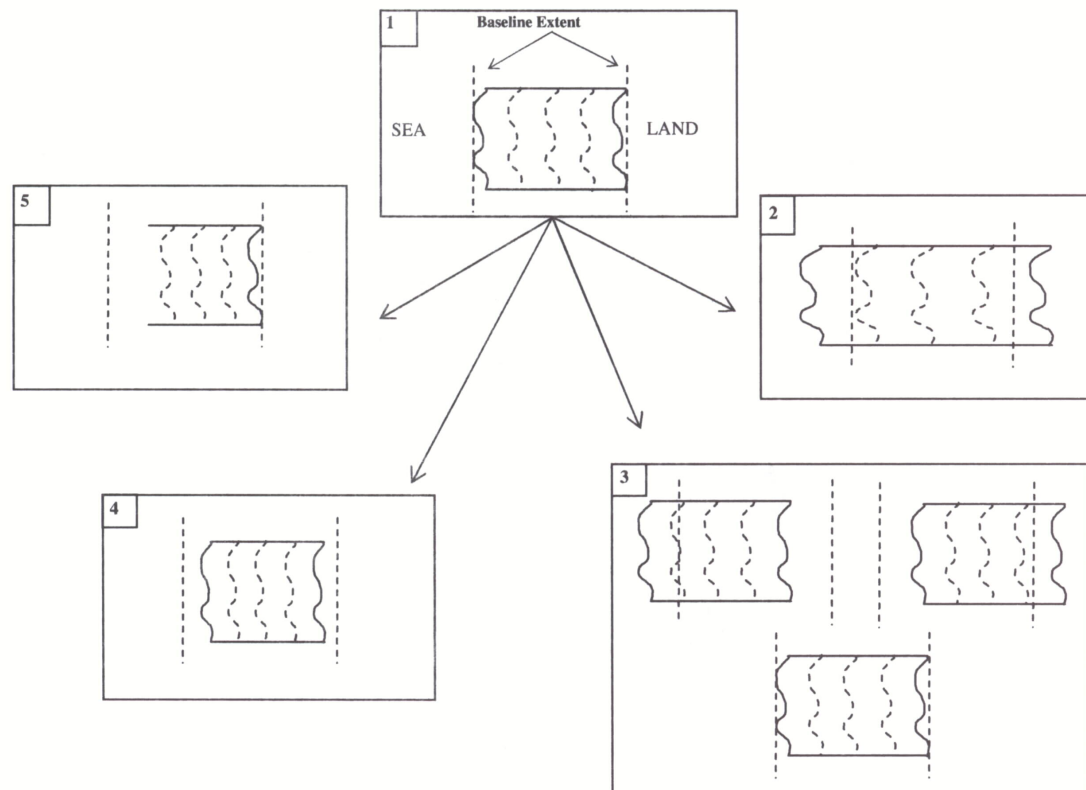
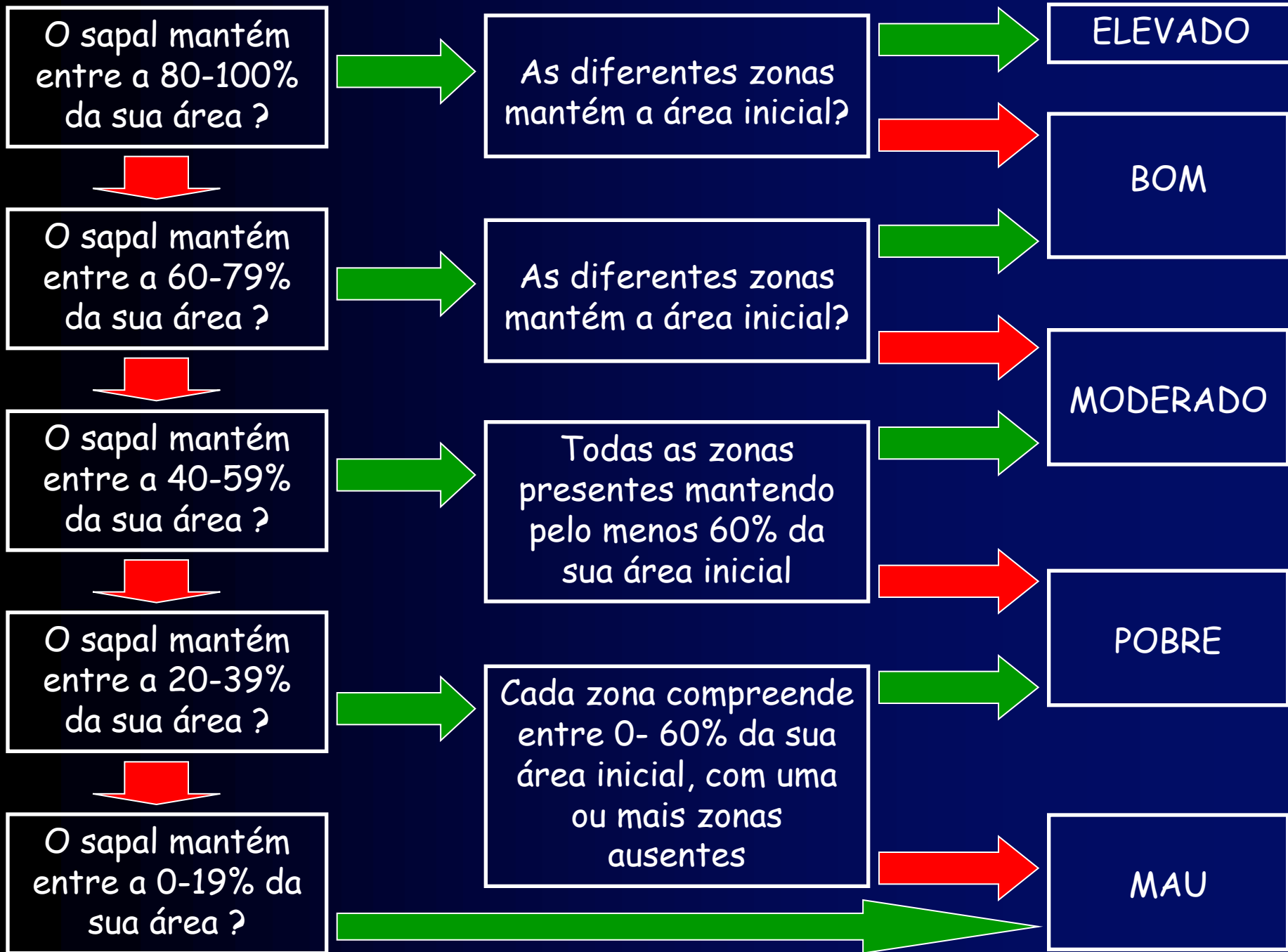


Fig. 2. (1) – Baseline marsh; (2) – Zones increasing landwards, seawards or both; (3) – Zones migrating and/or little/no change in size; (4) – Zones decreasing in size; (5) – One or more zone(s) missing. Diagrams (2) and (3) show natural patterns of saltmarsh development, whilst (4) and (5) show patterns of development expected on an impacted saltmarsh.



Pioneer zone	Low-mid marsh	Mid-upper marsh	
<i>Salicornia</i> spp.	<i>Puccinellia maritima</i>	<i>Festuca rubra</i>	<i>Juncus maritimus</i>
<i>Puccinellia maritima</i>	<i>Triglochin maritima</i>	<i>Juncus gerardii</i>	<i>Triglochin maritima</i>
<i>Aster tripolium</i>	<i>Plantago maritima</i>	<i>Armeria maritima</i>	<i>Blysmus rufus</i>
	<i>Atriplex portulacoides</i>	<i>Agrostis stolonifera</i>	<i>Eleocharis uniglumis</i>
	<i>Aster tripolium</i>	<i>Limonium vulgare</i>	<i>Artemisia maritima</i>
	<i>Spergularia maritima</i>	<i>Glaux maritima</i>	<i>Leontodon autumnalis</i>
	<i>Suaeda maritima</i>	<i>Seriphidium maritimum</i>	<i>Carex flacca</i>
	<i>Salicornia</i> spp.	<i>Plantago maritima</i>	<i>Carex extensa</i>
		<i>Aster tripolium</i>	

A large-scale photograph showing a massive flock of birds, likely terns, in flight over a body of water. The birds are densely packed in the sky, creating a textured, greyish-blue appearance. The water below is a lighter blue, with some birds visible on the surface. The overall scene conveys a sense of natural abundance and biodiversity.

Biodiversidade

Wadden sea



OBRIGADO