



26 de Novembro de 2010 | Aveiro

Colóquio sobre Gestão Costeira: vulnerabilidade e riscos na Região Centro



## EXPLORAÇÃO DE AMBIENTES COSTEIROS: A SITUAÇÃO DA LAGUNA DE AVEIRO

**Eduarda Pereira**

Departamento de Química & CESAM / Universidade de Aveiro

Colóquio sobre Gestão Costeira: vulnerabilidade e riscos na Região Centro – 26 de Novembro de 2010



### Laguna de Aveiro

A Laguna de Aveiro é uma lagoa costeira de baixa profundidade e extensas zonas entre marés

A comunicação com o oceano faz-se através do canal da Barra com 1,3 km de comprimento, 350 m de largura e 20m de profundidade

Os rios Vouga e Antuã constituem as principais fontes de água doce

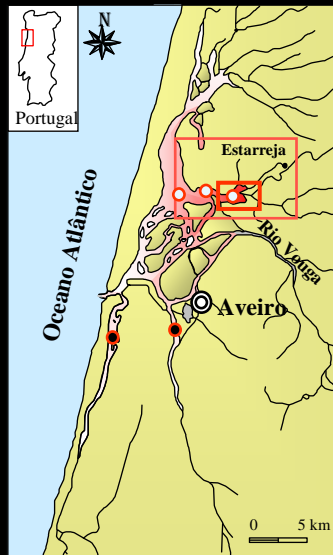
A circulação no interior da lagoa é dominada pela maré, cuja amplitude varia entre 3,3 m em maré viva e 1,0 m em maré morta



Colóquio sobre Gestão Costeira: vulnerabilidade e riscos na Região Centro – 26 de Novembro de 2010



## Laguna de Aveiro



Pesca / Aquacultura  
Actividades recreativas

↓  
**Importantes fontes de rendimento**

**Contaminação da Laguna** com elementos potencialmente tóxicos pode colocar em risco o equilíbrio do ecossistema e consequentemente estas actividades

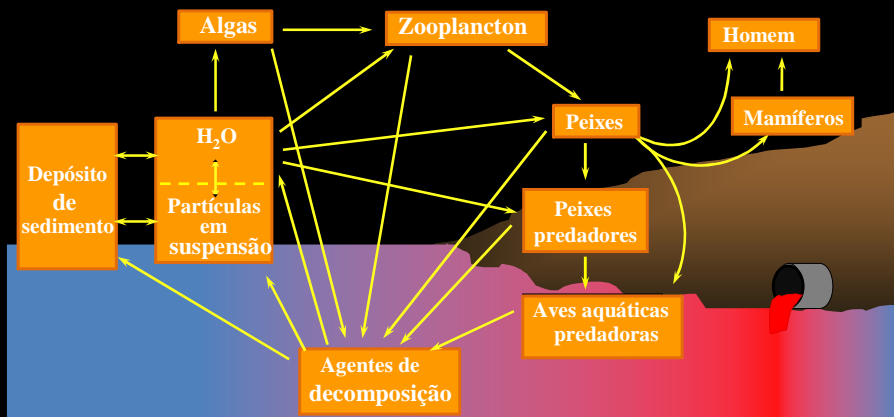
Colóquio sobre Gestão Costeira: vulnerabilidade e riscos na Região Centro – 26 de Novembro de 2010



Descarga para os sistemas aquáticos de elementos potencialmente tóxicos

### Efeitos:

- inibição da actividade enzimática
- alteração das propriedades das membranas celulares



Colóquio sobre Gestão Costeira: vulnerabilidade e riscos na Região Centro – 26 de Novembro de 2010



## Principais origens da contaminação da Laguna de Aveiro

Efluentes domésticos

Efluentes industriais

Efluentes da agricultura



## Nutrientes

- Nutrientes estimulam crescimento de algas e outras plantas aquáticas
- Quando o crescimento das plantas é muito grande, origina um processo de eutrofização
- Principais fontes de nutrientes para as águas - efluentes domésticos e de algumas indústrias, escoamentos dos solos agrícolas (maior irrigação e maior adubação artificial), poeiras atmosféricas e águas das chuvas

- Excessivo aumento de produtividade origina:
  - Turbidez
  - formação de leitos lodosos
  - diminuição do oxigénio dissolvido, aparecimento de condições anaeróbias e de substâncias tóxicas
  - diminuição da diversidade da vida aquática
  - redução da altura da coluna de água, o que
    - diminui o valor estético da água e dificulta a navegação

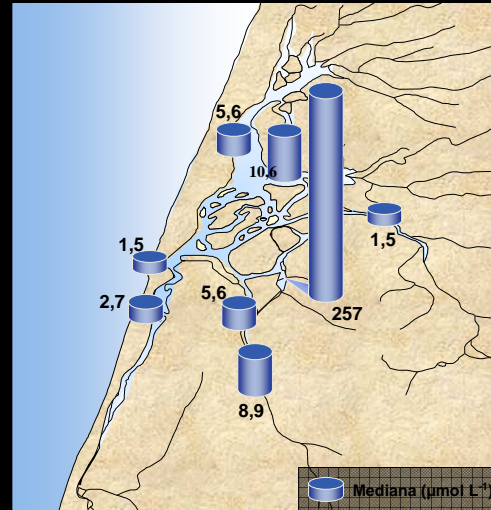


## Nutrientes: Amónia

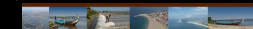
Dezembro 2000 – Novembro 2001

$[\text{NH}_4^+]$  mais baixas na Barra e rio Novo do Príncipe

$[\text{NH}_4^+]$  mais elevadas no Esteiro de S. Pedro



Colóquio sobre Gestão Costeira: vulnerabilidade e riscos na Região Centro – 26 de Novembro de 2010

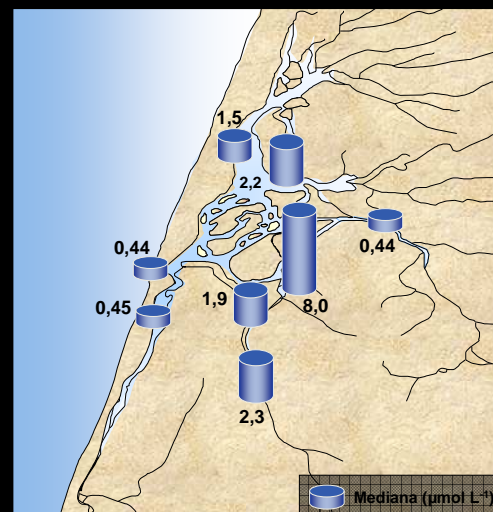


## Nutrientes: Nitritos

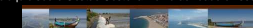
Dezembro 2000 – Novembro 2001

$[\text{NO}_2^-]$  mais baixas na Barra, Costa Nova e rio Novo do Príncipe

$[\text{NO}_2^-]$  mais elevadas no Esteiro de S. Pedro



Colóquio sobre Gestão Costeira: vulnerabilidade e riscos na Região Centro – 26 de Novembro de 2010



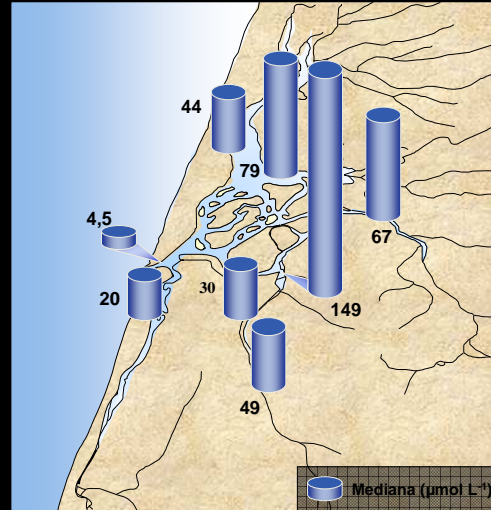
## Nutrientes: Nitratos

$[\text{NO}_3^-]$  mais baixas na Barra

$[\text{NO}_3^-]$  mais elevadas no Esteiro de S. Pedro

$[\text{NO}_3^-]$  ≠ distribuições geográficas ao longo da Ria

Dezembro 2000 – Novembro 2001



Colóquio sobre Gestão Costeira: vulnerabilidade e riscos na Região Centro – 26 de Novembro de 2010

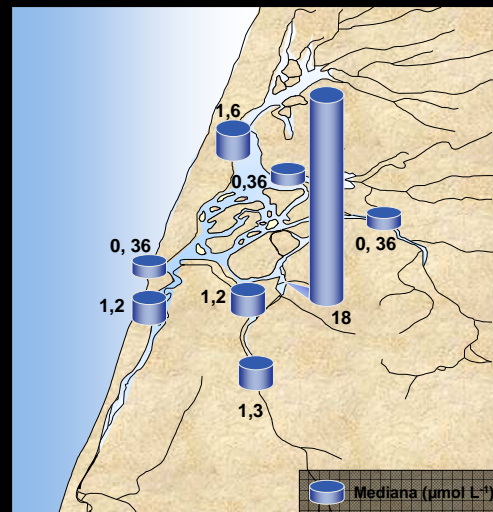
## Nutrientes: Fosfatos

$[\text{PO}_4^{3-}]$  são baixas

$[\text{PO}_4^{3-}]$  mais elevadas no Esteiro de S. Pedro

Varição espacial pouco acentuada

Dezembro 2000 – Novembro 2001



Colóquio sobre Gestão Costeira: vulnerabilidade e riscos na Região Centro – 26 de Novembro de 2010

## Nutrientes: Razão N/P

N/P >> razão Redfield  
(N:P)=16



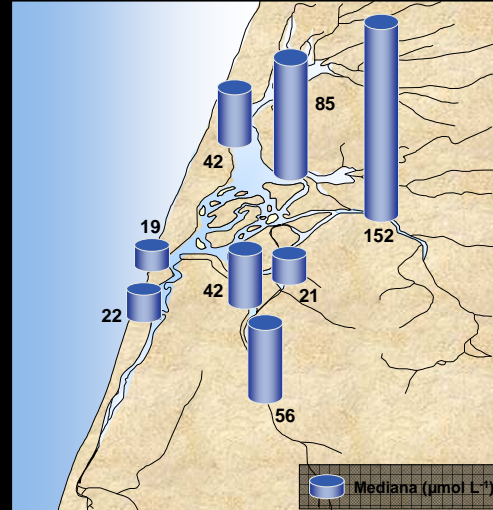
**NUTRIENTE LIMITANTE**



**FÓSFORO**

N/P mais elevadas no  
interior da laguna

Dezembro 2000 – Novembro 2001



Colóquio sobre Gestão Costeira: vulnerabilidade e riscos na Região Centro – 26 de Novembro de 2010



## Metais

• Principais origens dos metais - escoamento de biocidas e protectores de sementes aplicados nos solos, efluentes domésticos e industriais

• Principais problemas da poluição metálica:  
- comportamento conservativo dos metais  
- bioacumulação  
- amplificação biológica  
- tempos de residência no organismo relativamente elevados

• Toxicidade dos metais é devida ao facto de estes actuarem no organismo por envenenamento das enzimas, impedindo que estas realizem acções metabólicas importantes

Colóquio sobre Gestão Costeira: vulnerabilidade e riscos na Região Centro – 26 de Novembro de 2010



## Porquê o Mercúrio?

É um contaminante prioritário

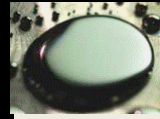
- conhecidos efeitos mutagénicos e teratogénicos

Pode assumir formas químicas de maior toxicidade por processos de:

- biometilação  $\Rightarrow$  metilmercúrio (forma mais tóxica)
- bioacumulação (essencialmente metilmercúrio)
- bioamplificação (ao longo das cadeias tróficas)

Afecta o ecossistema aquático ao nível

- dos valores ecológicos
- dos valores económicos
- da saúde Humana



## CONTAMINAÇÃO COM MERCÚRIO – REGULAMENTAÇÃO

- Água: Mercúrio – incluído na “Lista de Substâncias Prioritárias” na Directiva Quadro da Água 2000/60
- Em 2005, a Comissão Europeia adoptou a “Estratégia Comunitária sobre o Mercúrio” (COM (2005) 20 final): inclui várias acções referentes a valores-limite e ao controle de emissões, uso, comercialização e armazenamento com vista a protecção do ambiente e da saúde humana.

Caracterização do comportamento ambiental do mercúrio

Reactividade/  
Biodisponibilidade

Distribuição/Dispersão

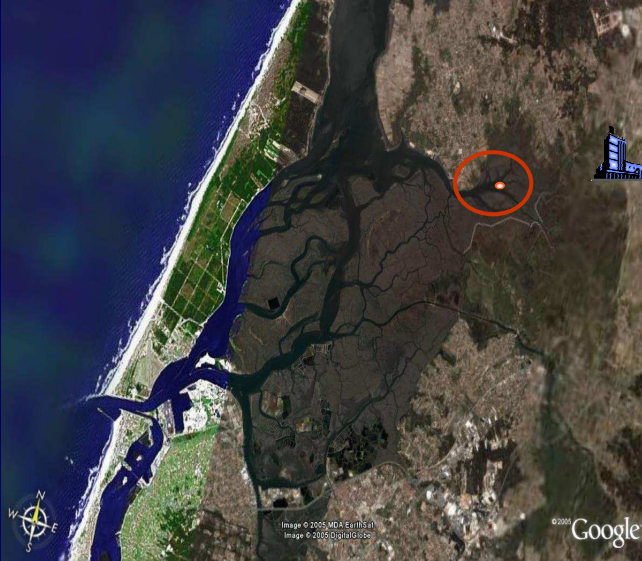
Transporte



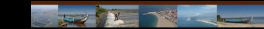


## Histórico da contaminação da Laguna de Aveiro com mercúrio

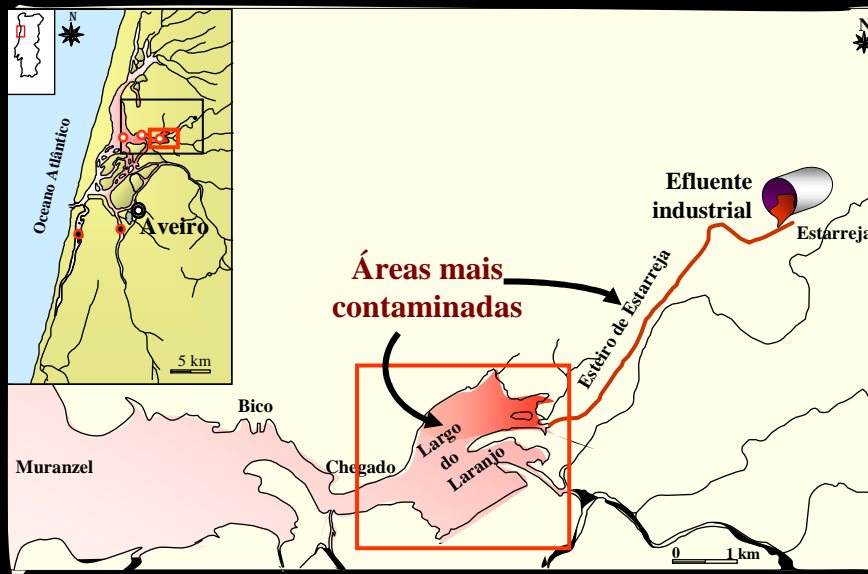
As principais fontes de mercúrio para a Ria foram a descarga do efluente industrial de uma fábrica produtora de cloro e soda cáustica, situada desde os anos 50 no parque industrial de Estarreja e os esgotos domésticos, distribuídos um pouco por toda a área da Ria



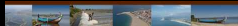
Colóquio sobre Gestão Costeira: vulnerabilidade e riscos na Região Centro – 26 de Novembro de 2010



## Áreas identificadas como mais contaminadas na Laguna



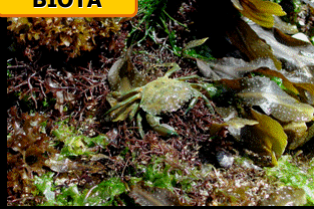
Colóquio sobre Gestão Costeira: vulnerabilidade e riscos na Região Centro – 26 de Novembro de 2010





Neste contexto foram e estão em curso diversos estudos em diferentes matrizes da Laguna de Aveiro

BIOTA



PLANTAS



ÁGUA



SEDIMENTOS

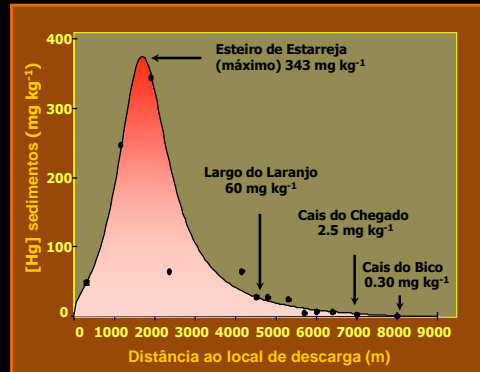
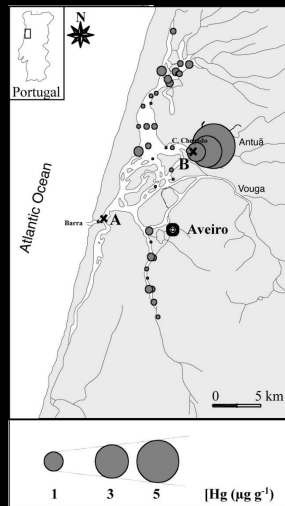


- Desenvolvimento de capacidade analítica para quantificar mercúrio em diversas matrizes e com níveis de detecção muito baixos

- Reconhecimento internacional do laboratório
- Colaboração com empresas que comercializam e desenvolvem métodos de quantificação de mercúrio



## CONCENTRAÇÕES DE MERCÚRIO NOS SEDIMENTOS SUPERFICIAIS



- Área com maiores concentrações restrita ao Largo do Laranjo
- Decréscimo rápido das concentrações com a distância à fonte

Colóquio sobre Gestão Costeira: vulnerabilidade e riscos na Região Centro – 26 de Novembro de 2010

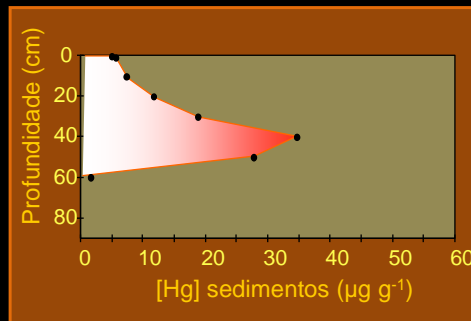


## CONCENTRAÇÕES DE MERCÚRIO NOS SEDIMENTOS DE PROFUNDIDADE

Concentração máxima de mercúrio nos sedimentos profundidade de 40 cm



Sedimentos mais contaminados parcialmente cobertos por camadas menos contaminadas

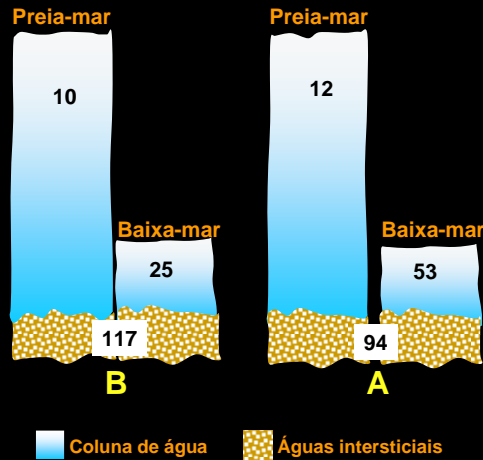


Colóquio sobre Gestão Costeira: vulnerabilidade e riscos na Região Centro – 26 de Novembro de 2010



## Fluxos difusivos

Mercúrio na fracção dissolvida e nas águas intersticiais (ng dm<sup>-3</sup>)



Fluxos difusivos  
Sedimento → Água

$$J = - \emptyset D_s (dC/dZ)$$

$\emptyset$  - porosidade

$D_s$  - coeficiente de difusão do mercúrio no sedimento

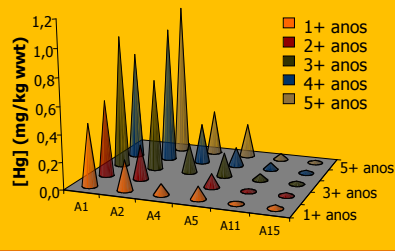
$dC/dZ$  - gradiente de concentração

Fluxo difusivo estimado para a exportação de Hg do sedimento para coluna de água é da ordem de 10<sup>-3</sup> ng cm<sup>-2</sup> h<sup>-1</sup>

Colóquio sobre Gestão Costeira: vulnerabilidade e riscos na Região Centro - 26 de Novembro de 2010

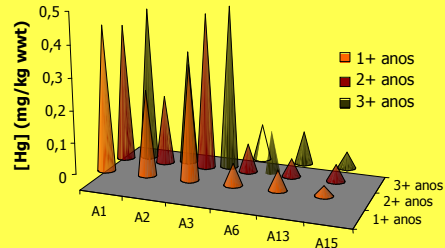


### *Scrobicularia plana*



Concentrações de mercúrio nos organismos de locais situados fora do Largo do Laranjo são semelhantes às observadas em sistemas sem contaminação antropogénica relevante (A15-estuário do Mondego)

### *Carcinus maenas*



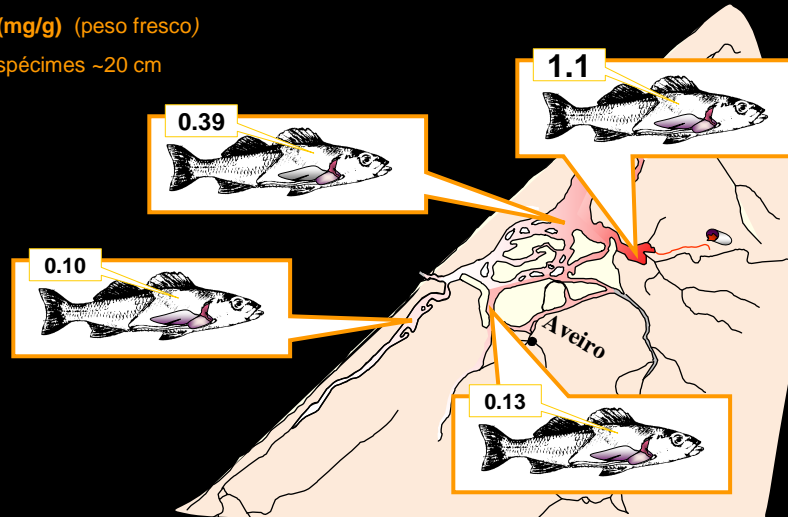
Colóquio sobre Gestão Costeira: vulnerabilidade e riscos na Região Centro - 26 de Novembro de 2010



## Mercúrio em robalos (*D. labrax*)

[Hg] (mg/g) (peso fresco)

espécimes ~20 cm

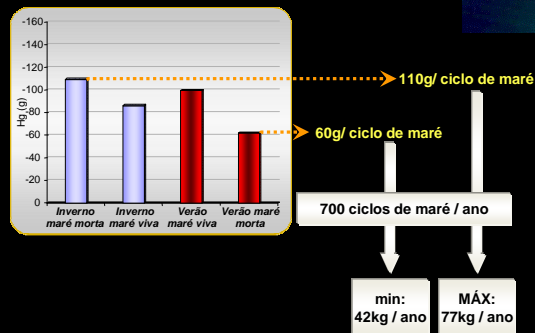
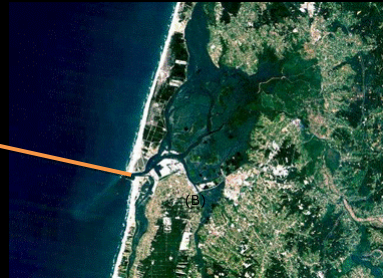


Concentrações de Hg no músculo reflectem a contaminação ambiental

Colóquio sobre Gestão Costeira: vulnerabilidade e riscos na Região Centro – 26 de Novembro de 2010

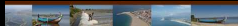


## TRANSPORTE PARA O OCEANO ATLÂNTICO

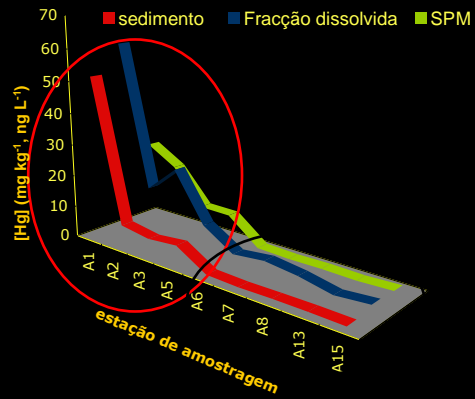
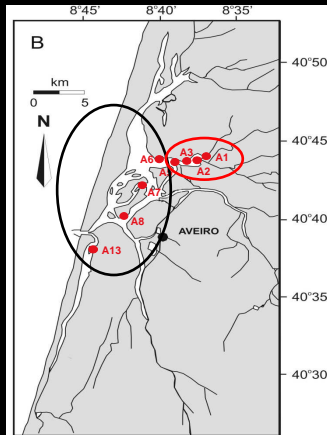


- Apesar de no interior da Laguna estarem acumuladas cerca de 30 toneladas de mercúrio, o transporte do metal para o exterior do sistema, em diferentes condições de maré e épocas do ano pode ser considerado pequeno

Colóquio sobre Gestão Costeira: vulnerabilidade e riscos na Região Centro – 26 de Novembro de 2010



## Gradiente de concentração de mercúrio na coluna de água e nos sedimentos das áreas próximas da descarga



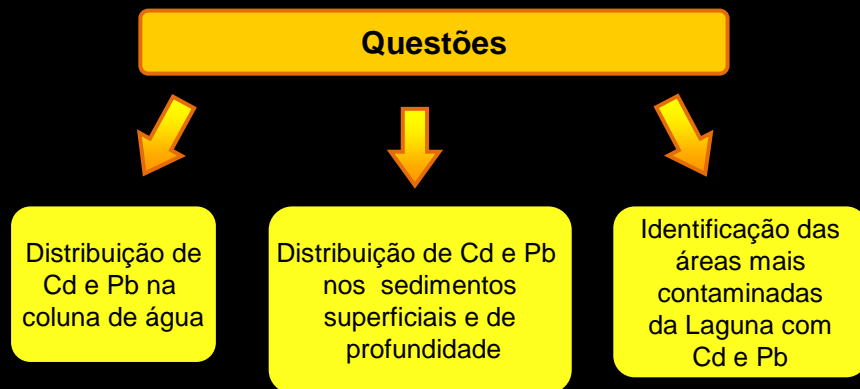
- Área próxima da descarga constitui actualmente um excelente laboratório para a realização de experiências *in situ* – estudos de bioacumulação e efeitos do metal nos organismos



Colóquio sobre Gestão Costeira: vulnerabilidade e riscos na Região Centro – 26 de Novembro de 2010



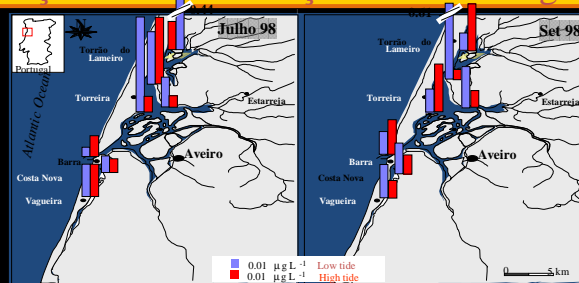
## ACUMULAÇÃO DE OUTROS METAIS NA LAGUNA DE AVEIRO



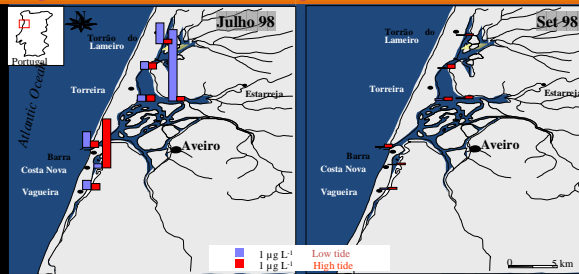
Colóquio sobre Gestão Costeira: vulnerabilidade e riscos na Região Centro – 26 de Novembro de 2010



## Distribuição de Cd na fracção dissolvida/água



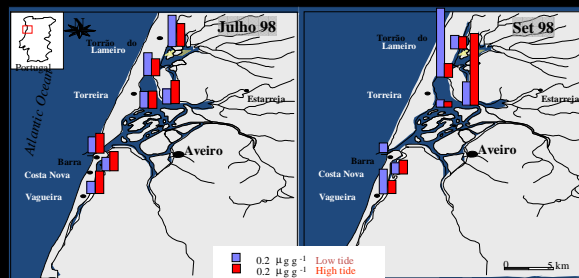
## Distribuição de Pb na fracção dissolvida



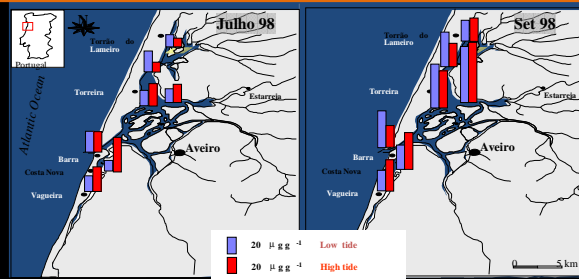
Colóquio sobre Gestão Costeira: vulnerabilidade e riscos na Região Centro – 26 de Novembro de 2010



## Distribuição de Cd nas partículas em suspensão



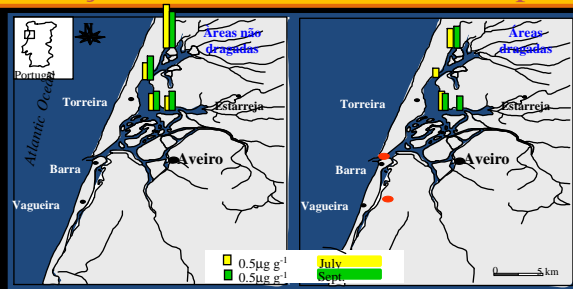
## Distribuição de Pb nas partículas em suspensão



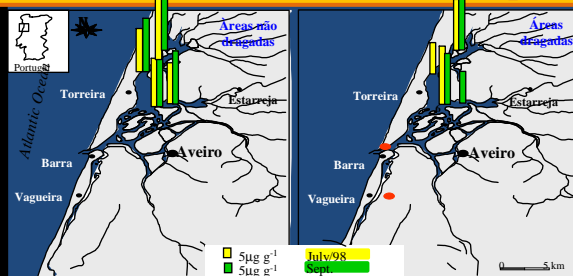
Colóquio sobre Gestão Costeira: vulnerabilidade e riscos na Região Centro – 26 de Novembro de 2010



## Distribuição de Cd nos sedimentos superficiais



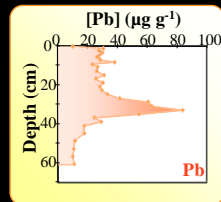
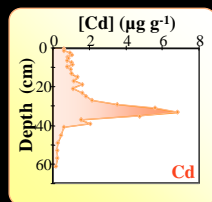
## Distribuição de Pb nos sedimentos superficiais



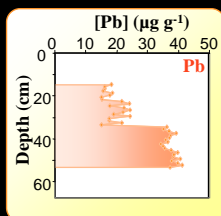
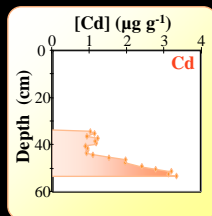
Colóquio sobre Gestão Costeira: vulnerabilidade e riscos na Região Centro – 26 de Novembro de 2010

## Perfis verticais de Cádmio e Chumbo nos sedimentos

### Largo do Laranjo



### Largo da Coroa



Colóquio sobre Gestão Costeira: vulnerabilidade e riscos na Região Centro – 26 de Novembro de 2010



## Diversos Projectos de Investigação serão desenvolvidos durante os próximos anos na Laguna de Aveiro

Estudo da variabilidade a longo prazo da qualidade ambiental na Laguna de Aveiro relacionada com as problemáticas:

- Bioacumulação e bioamplificação do metal em cadeias tróficas
- Toxicocinética e toxicodinâmica de mercúrio em peixes
- Concentrações de metais e implicações para a avaliação de risco ambiental
- Aves limícolas como indicadores de qualidade ambiental
- Efeito dos metais em sapais: influência na sucessão vegetal
- Potencial de fitorremediação de áreas de sapal contaminadas
- Desenvolvimento de tecnologias inovadoras, baseadas em materiais micro e nano porosos, para remoção de metais da Laguna de Aveiro

Colóquio sobre Gestão Costeira: vulnerabilidade e riscos na Região Centro – 26 de Novembro de 2010



## Agradecimentos

UNIVERSIDADE DE AVEIRO



CESAM



FUNDAÇÃO PARA A CIÊNCIA E A TECNOLOGIA



COLABORADORES:

Ana Teresa reis  
Bruno Galinho  
Cláudia Batista Lopes  
Cláudia Mieirol  
Paulo Monterroso  
Pedro Coelho  
Pedro Pato  
Luciana Rocha  
Mónica Válega  
Sónia Rodrigues



Colóquio sobre Gestão Costeira: vulnerabilidade e riscos na Região Centro – 26 de Novembro de 2010

