

Mestrado do Mar

2004.06.16

Ferramentas de modelação ecológica:

Sistemas de Informação
Geográfica
(SIG)

Ana Nobre



Instituto do Mar

Tópicos

- **Sistemas de informação geográfica**
 - o Definição e conceitos
 - o Representação dos dados num SIG (Formatos)
- **Detecção remota em ecologia**
- **Casos de estudo**
 - o Projecto C2C – Detecção remota da área de mangal na baía de Maputo
 - o Projecto OAERRE – Modelo ecológico da Ria Formosa
 - o Projecto TICOR- Typology and reference conditions for transitional and coastal Portuguese water
- **Síntese**
- **Exercícios práticos**

Definição e conceitos

Definição geral:

The Geographer's Craft Project (K.E., Foote, Lynch, M., 2000)

“SIG é uma base de dados digital específica em que o principal meio de referência é um sistema espacial de coordenadas.”

Funções:

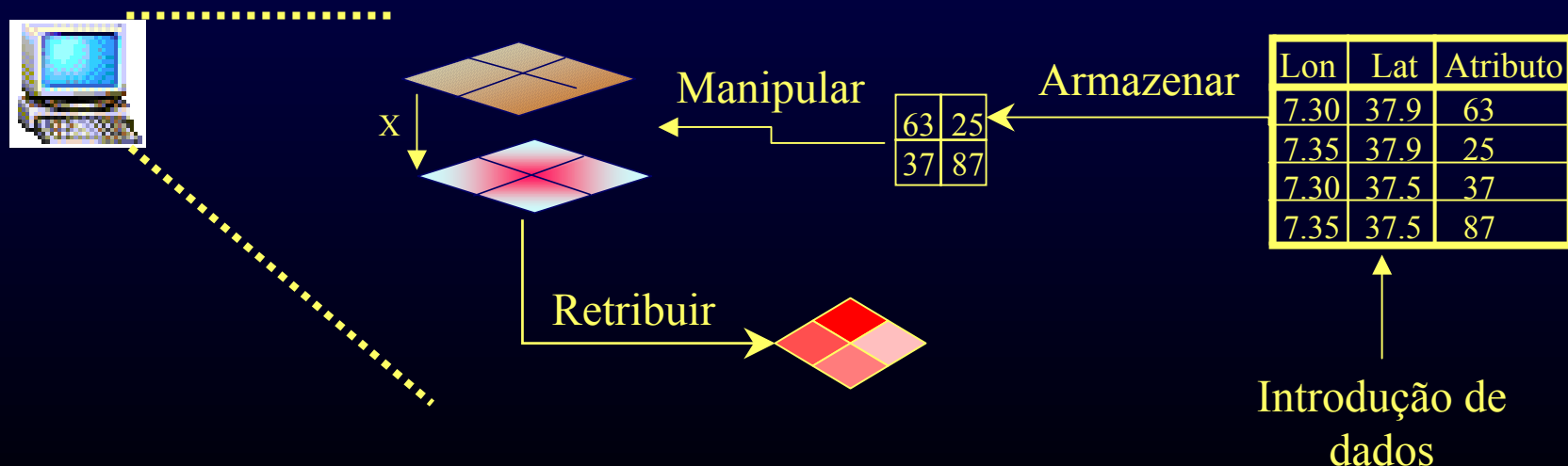
- Introdução de dados
- Armazenamento, retribuição e ‘query’ de dados
- Transformação, análise e modelação de dados
- Apresentação dos dados em mapas

Definição e conceitos

International GIS dictionary (McDonnell, R., Kemp, K., 1996)

“Sistema computacional destinado a armazenar, integrar, manipular e retribuir dados que estão espacialmente referenciados relativamente à terra.”

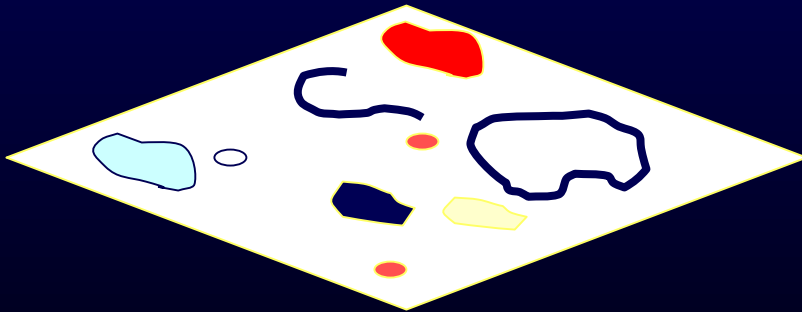
Esquema simplificado



Representação dos dados

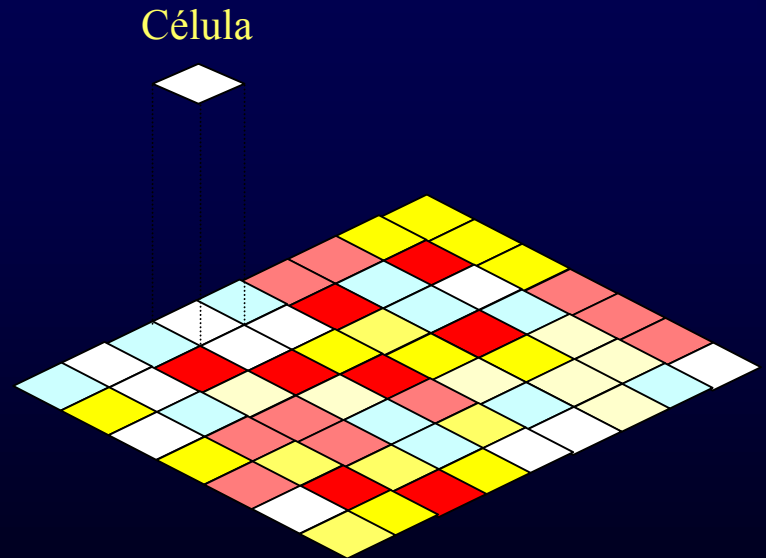
Formatos

Vectorial



Armazena e representa graficamente os dados através de pontos, linhas ou polígonos

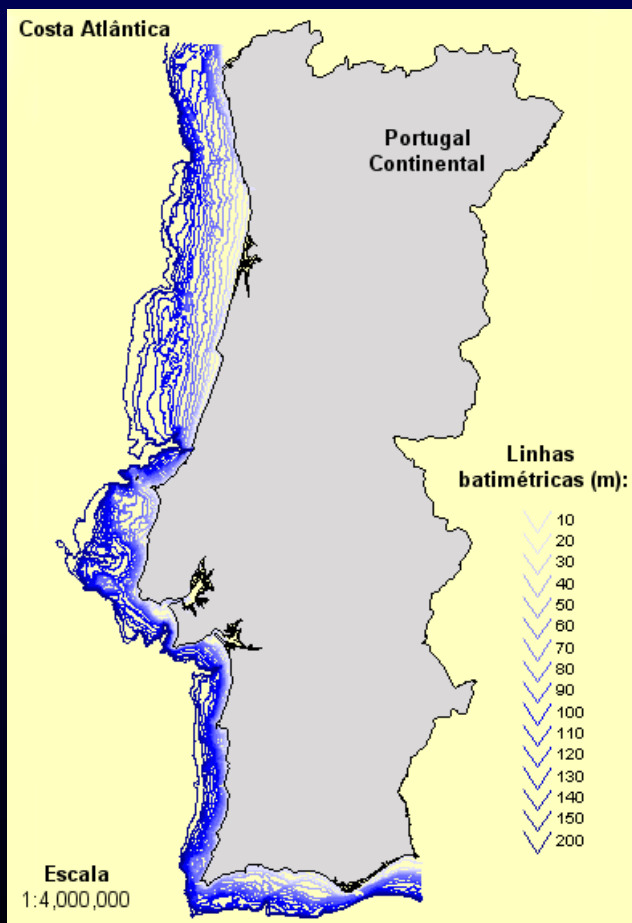
'Raster'



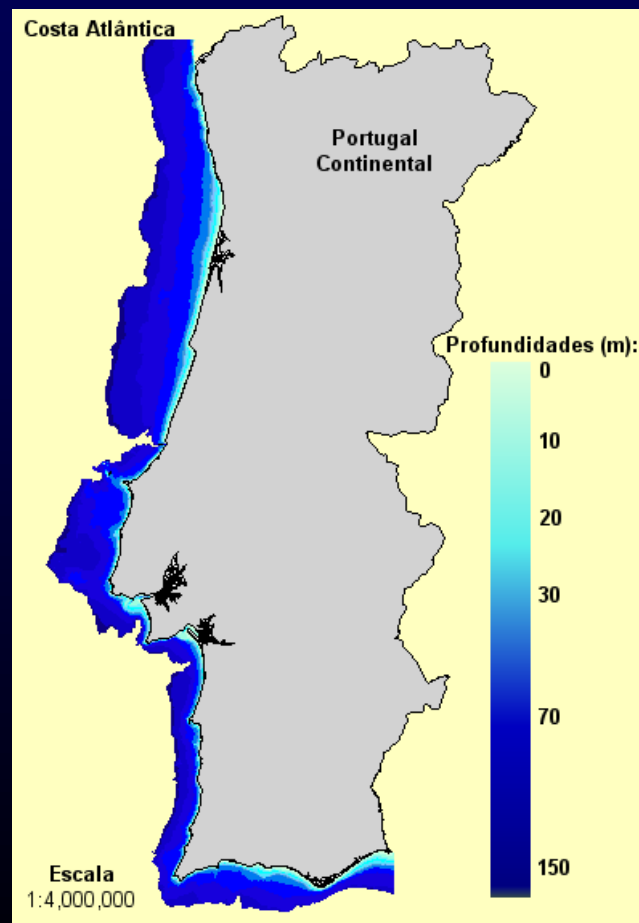
Armazena e representa graficamente os dados através de uma matriz ou grelha de células.

Representação dos dados

Vectorial



'Raster'



Aplicações da detecção remota

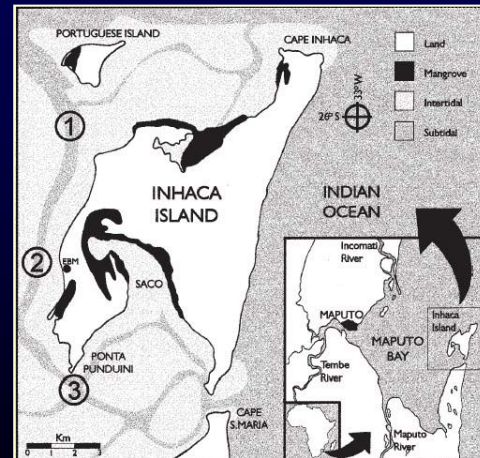
- Modelos de classificação supervisionada e não supervisionada
 - Mapeamento de habitats
 - Classificação do uso de solo da bacia de drenagem
- Detecção remota da qualidade da água
 - Detecção / quantificação de substâncias na água (spm's, chl *a*)

Remote sensing applications to Maputo Bay – Mangrove classification

Remote sensing classification



Paula, J. et al, 1998.
J. Plank. Res. Vol 20



Mangrove habitat classification

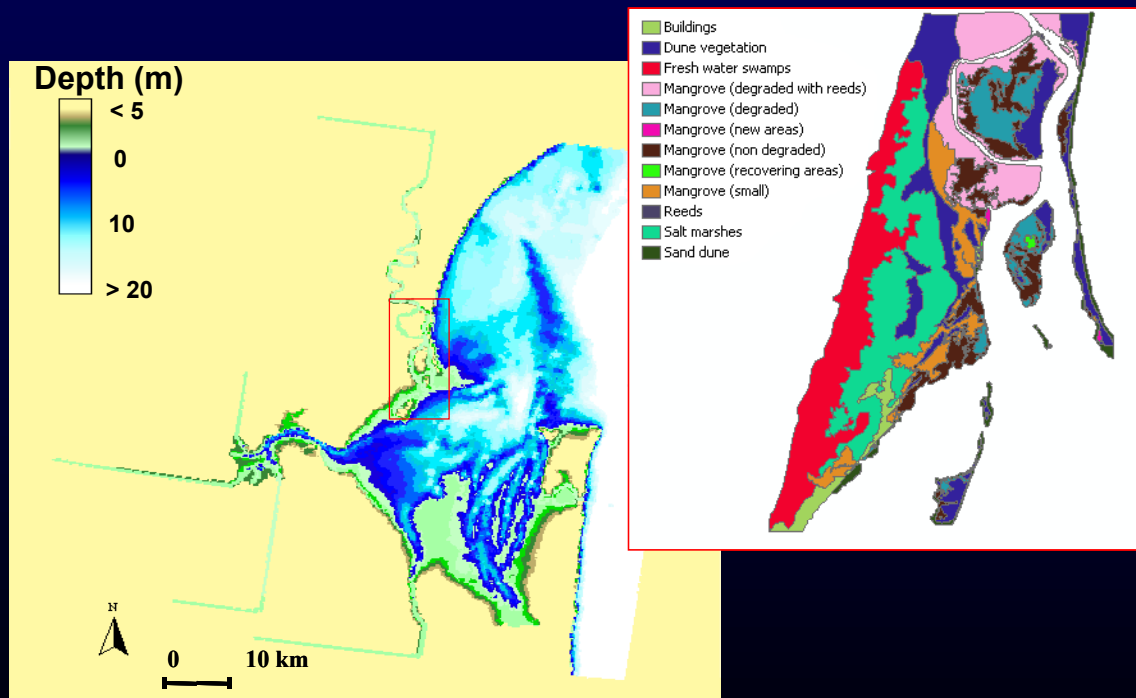
- Data overview
- Mangrove classification process
 - Training area rectification
 - Multiple classifier approach
 - Fusion of classification methods
 - Validation
- Ecological role of mangrove areas

Data overview

- field data -

– Mangrove mapping of the Incomati estuary:

Incomati estuary land cover classes



Data overview

- satellite imagery -

- **Satellite: Landsat 7**
- **Acquisition Date: 2001-05-07**
- **Sensor: ETM+**
- **Radiometric and Ortho Rectification**

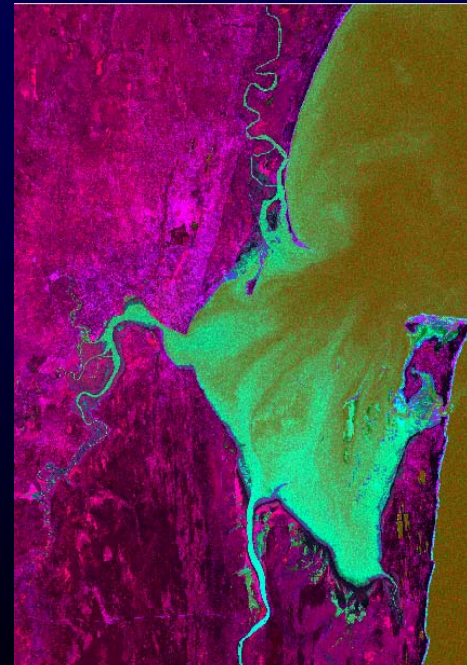
Composites created from ETM+



(RGB3_2_1)



(RGB5_4_3)



(RGB5/4_3/5_3)

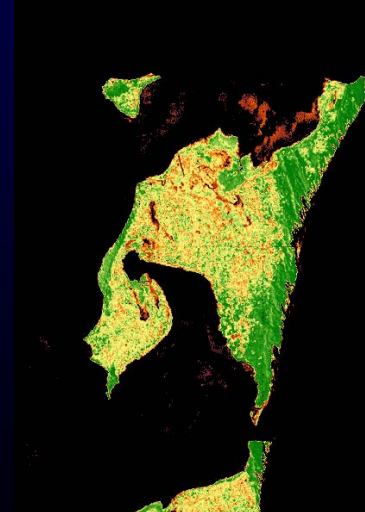
Classification process overview

- Training area rectification
- Multiple classifier approach
- Fusion of classification methods
- Validation

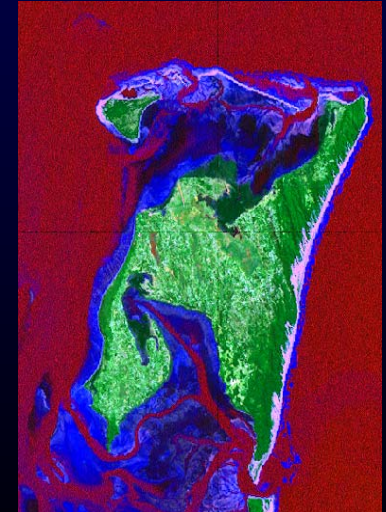
Inhaca Island



(RGB3_2_1)



(MSAVI2)

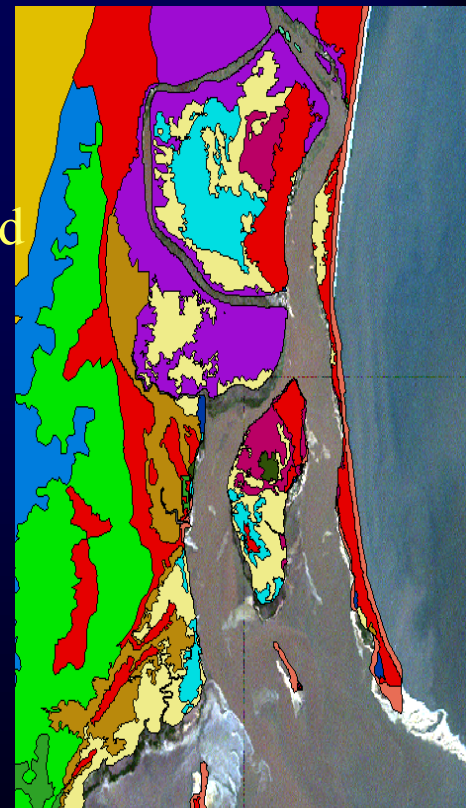


(RGB7/4_5/2_3)

Training areas rectification

- The training areas presented two major concerns:
 - Spatial displacement with satellite imagery
 - Lack of spectral homogeneity necessary for a supervised classification process
- Rectification of the areas was conducted using:
 - a standard spatial adjustment for geoposition errors
 - Unsupervised classification to determine spectrally homogenous areas

Incomati Estuary



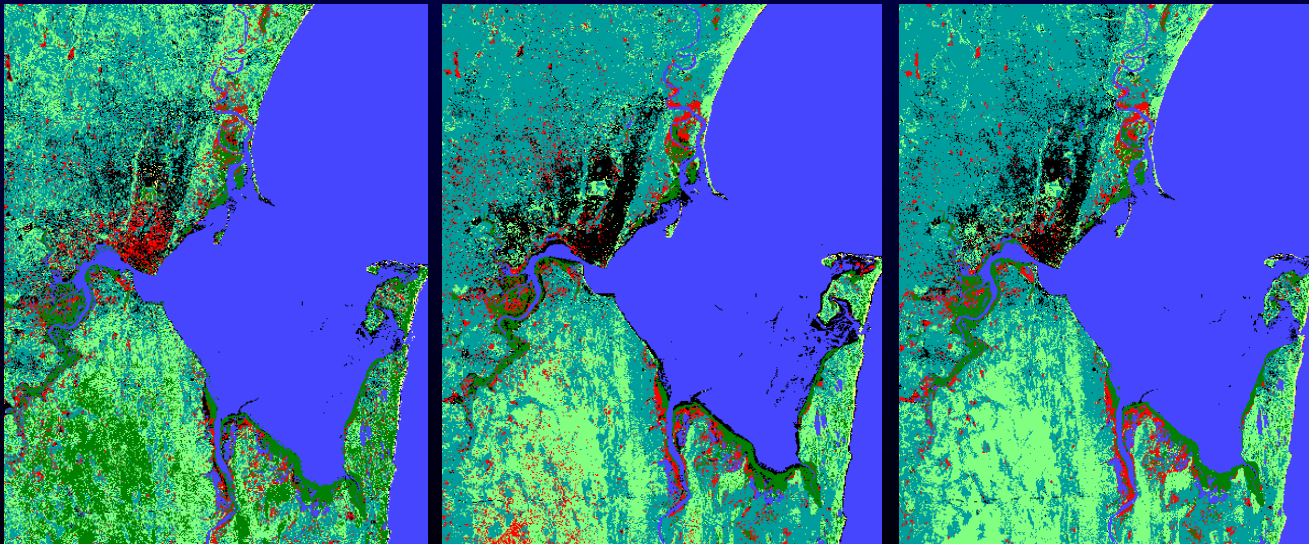
Overlay of training areas and RGB3_2_1

Supervised classification

Multiple classifier approach

- Minimum Distance to Means
- Neural Network using Back Propagation Technique
- Maximum likelihood using 0,1,2.5 and 5% exclusion
- Bayesian Classifier

Preliminary classifications



(Minimum distance to Means) (Maximum likelihood) (Neural Network)

Fusion of classification methods

- For each classification method it was calculated the accuracy of each class
- Higher accuracy classes were extracted from each classification method and then merged to create the final result
- “Noise” reduction was achieved using mode filters (to reduce the “salt and pepper” effect)

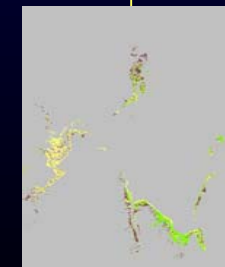
Classes

-  Mangrove
-  Dwarf mangrove
-  Degraded mangrove



Final mangrove areas

Preliminary classifications



Final classification

Validation

- Final classification was matched against previously selected test areas
- Confusion matrix was generated to evaluate class accuracy
- Kappa Index Of Agreement (KIA) was calculated to assess overall classification accuracy

Class Name	KIA
Other	0.91
Sand Dunes	0.86
Dune Vegetation	0.89
Urban 1	0.88
Urban 2	0.81
Marshes 1	0.95
Marshes 2	0.92
Degraded Mangrove	0.99
Dwarf Mangrove	0.98
Mangrove	0.94

Overall Kappa = 0.93

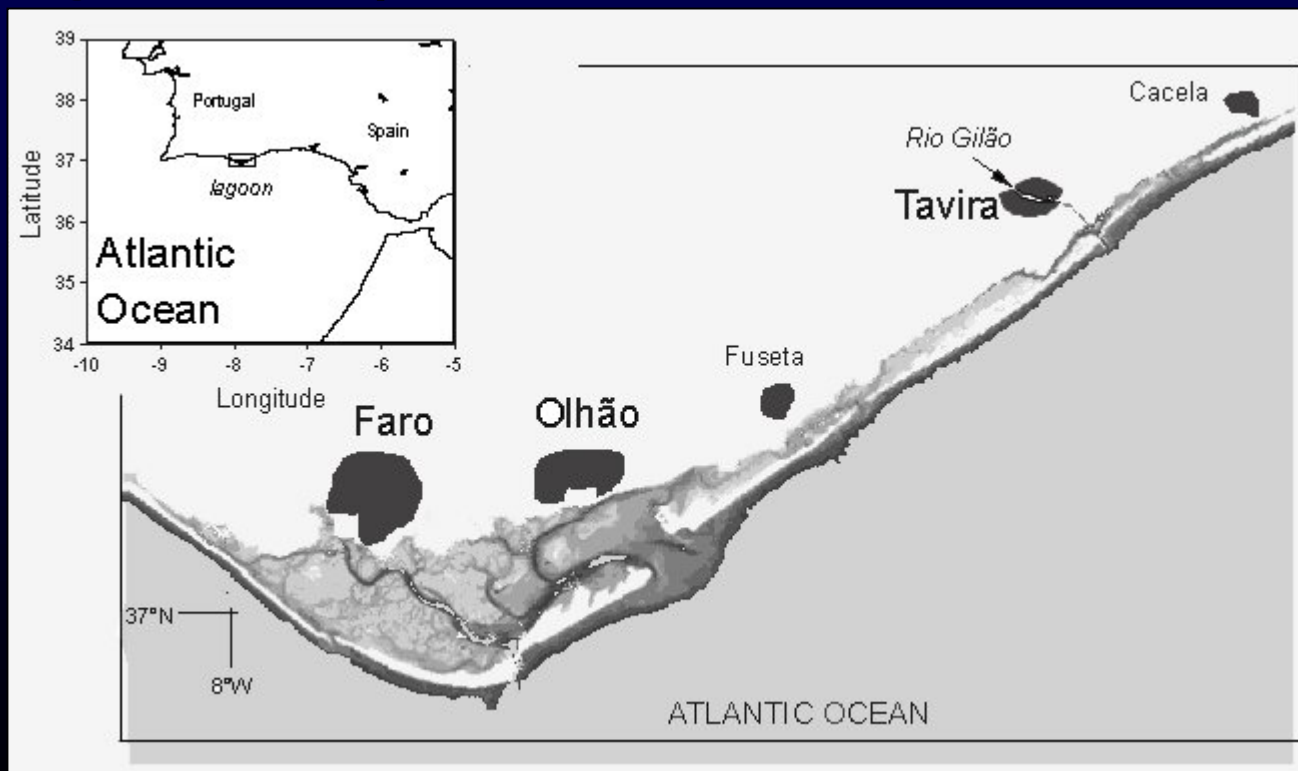
Inhaca Island



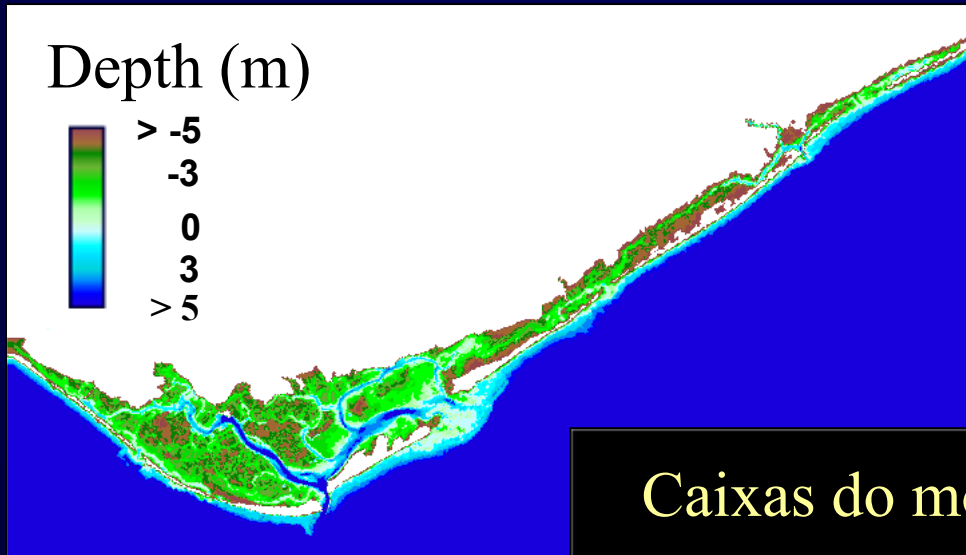
Overlay of classification
and RGB3_2_1

Modelo ecológico da Ria Formosa

Obtenção e análise de dados usando as funções disponibilizadas num SIG



Divisão do sistema em caixas



Com base:

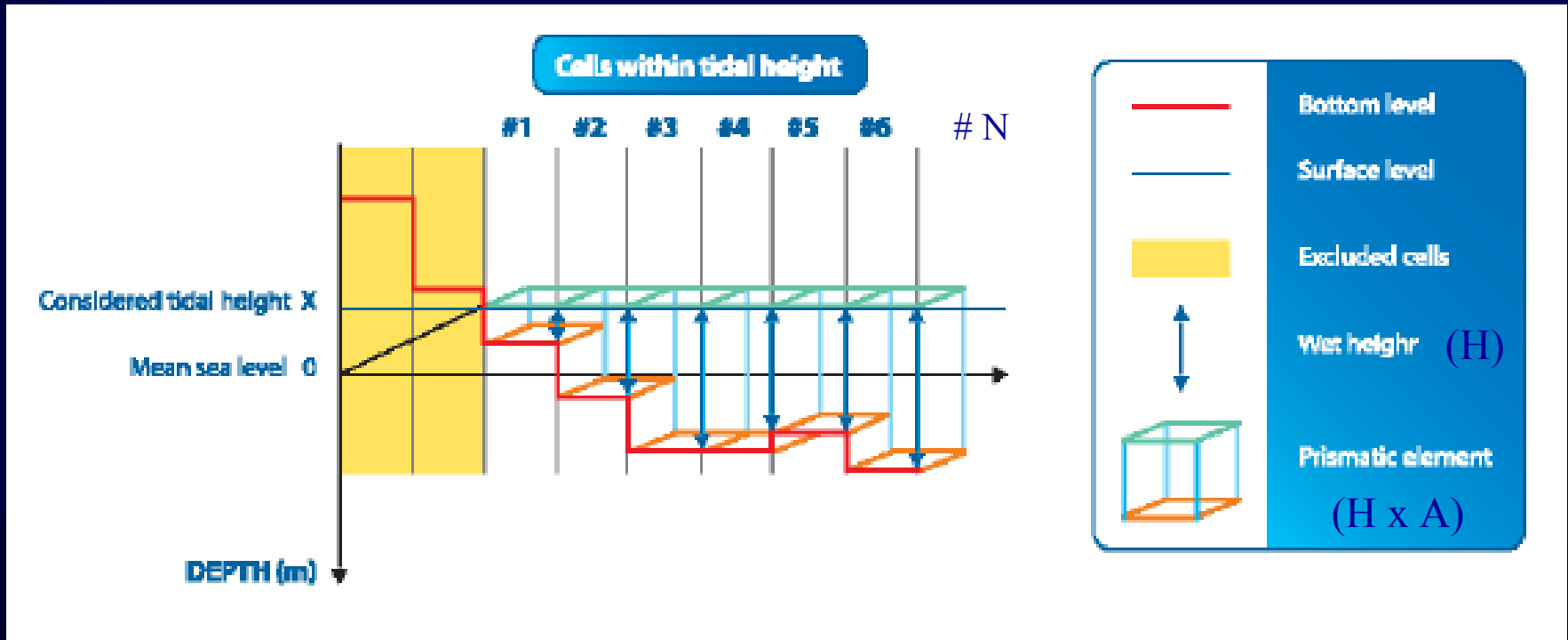
-Batimetria;

-Dados de fluxos.

Caixas do modelo ecológico

A map of the same coastal system as the bathymetric map, but divided into several colored boxes representing the ecological model. The boxes are colored in shades of red, orange, yellow, and green, indicating different ecological compartments or zones. The map shows the spatial distribution of these compartments across the inlet and the bay.

Cálculo de áreas e volumes



Parâmetros morfológicos

Área

$$N \times A$$

N – número de células

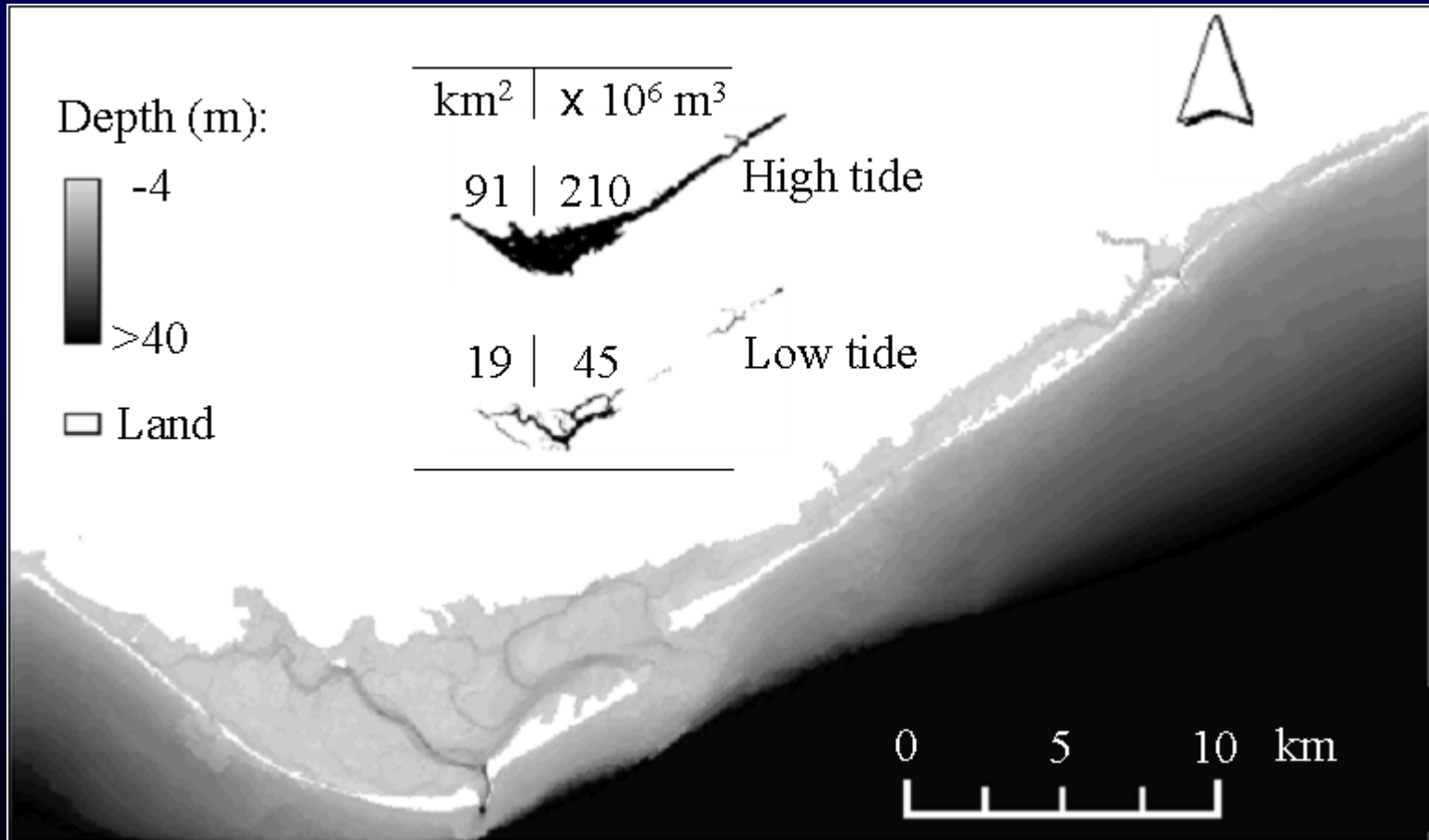
Volume

$$H \times A \times N$$

A – área da célula

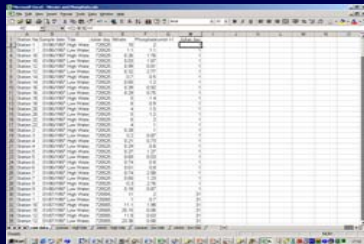
H – altura de água

Cálculo de áreas e volumes



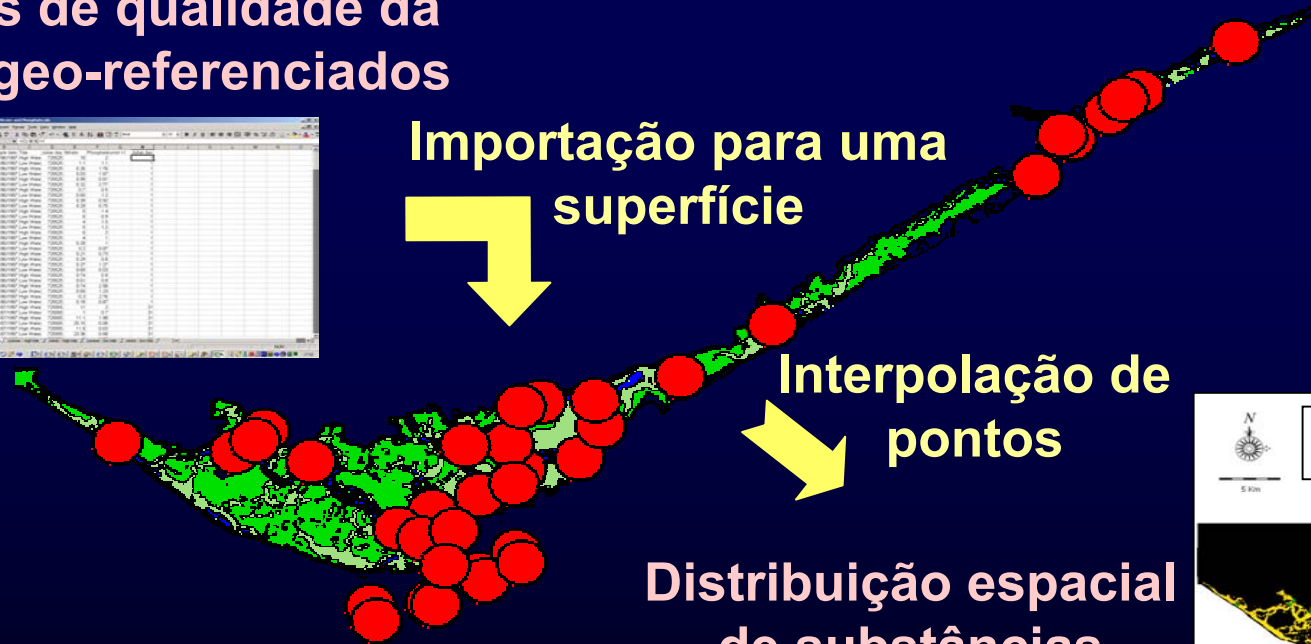
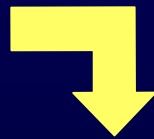
Interpolação de dados de qualidade da água

Dados de qualidade da água geo-referenciados



Station	Latitude	Longitude	Parameter	Value
1	41.1234	-8.1234	Nitrate	15.2
2	41.1234	-8.1234	Phosphate	0.5
3	41.1234	-8.1234	Nitrate	12.8
4	41.1234	-8.1234	Phosphate	0.8
5	41.1234	-8.1234	Nitrate	18.5
6	41.1234	-8.1234	Phosphate	0.3
7	41.1234	-8.1234	Nitrate	10.1
8	41.1234	-8.1234	Phosphate	0.6
9	41.1234	-8.1234	Nitrate	14.7
10	41.1234	-8.1234	Phosphate	0.4

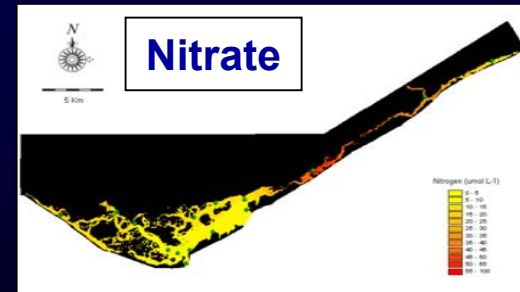
Importação para uma superfície



Interpolação de pontos



Distribuição espacial de substâncias

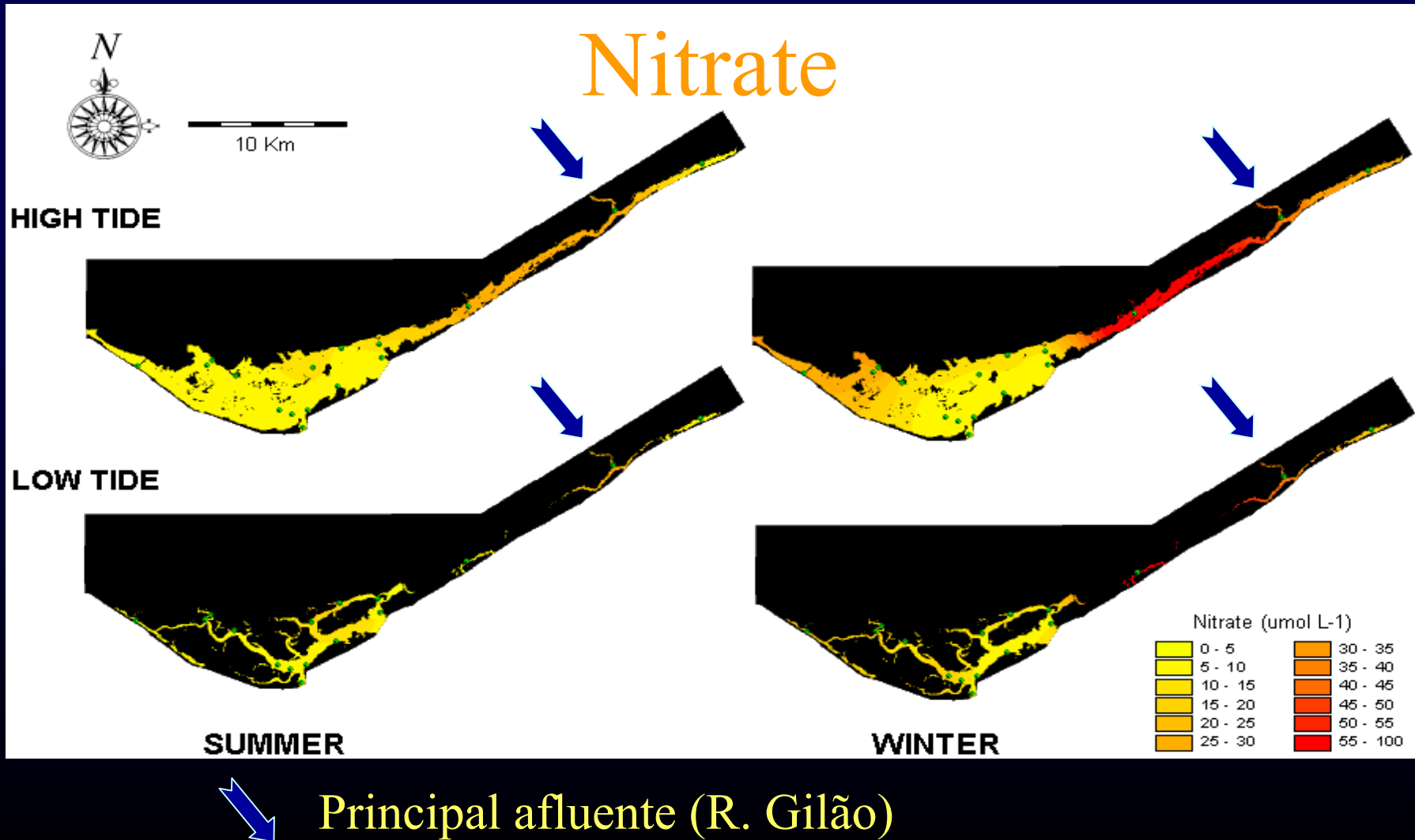


Mapas de distribuição de nutrientes

Os mapas resultantes da aplicação de modelos de interpolação espacial contribuem para a:

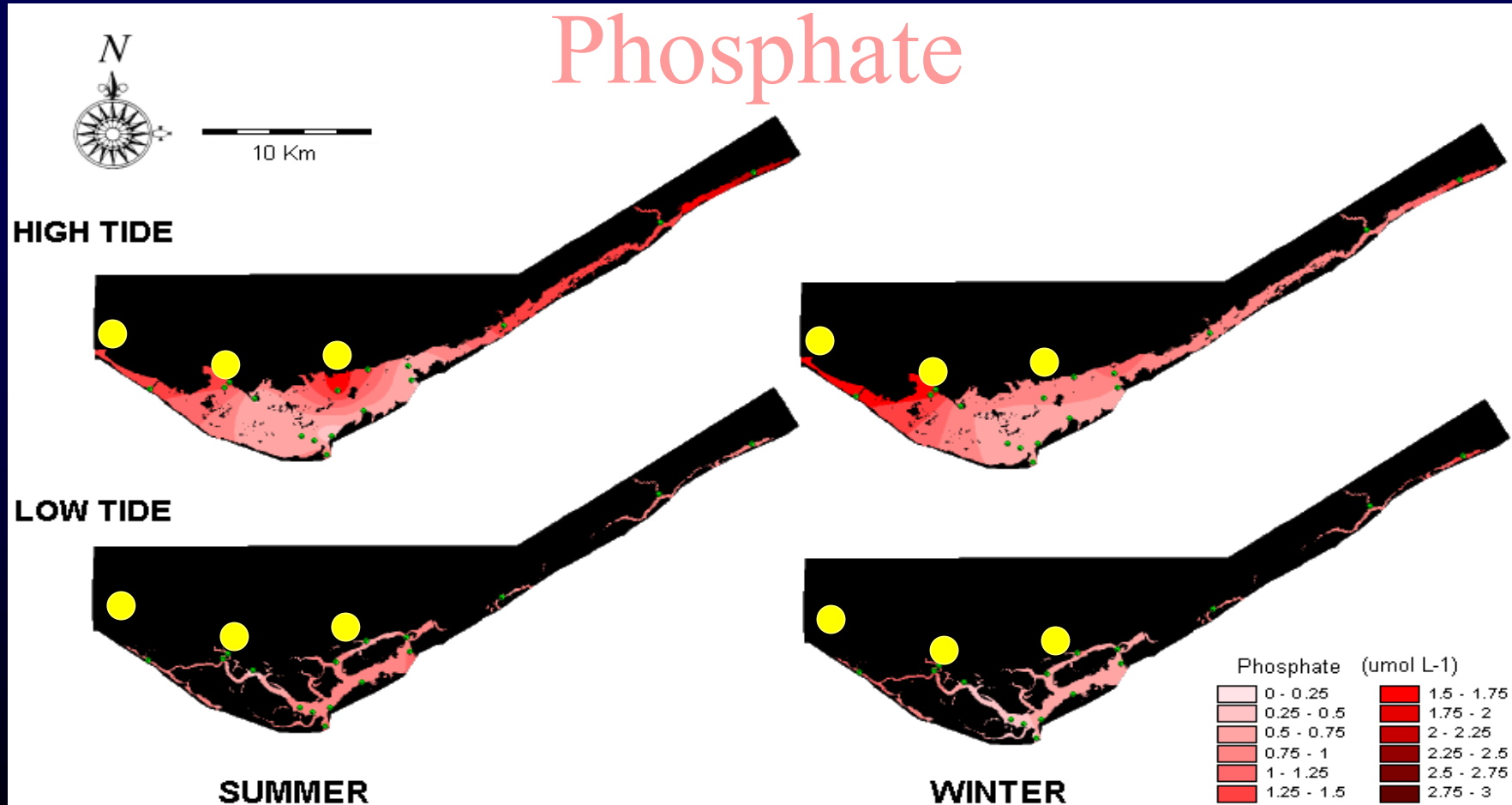
- Compreensão geral do sistema
- Identificação de áreas problemáticas

Mapas de distribuição de nutrientes



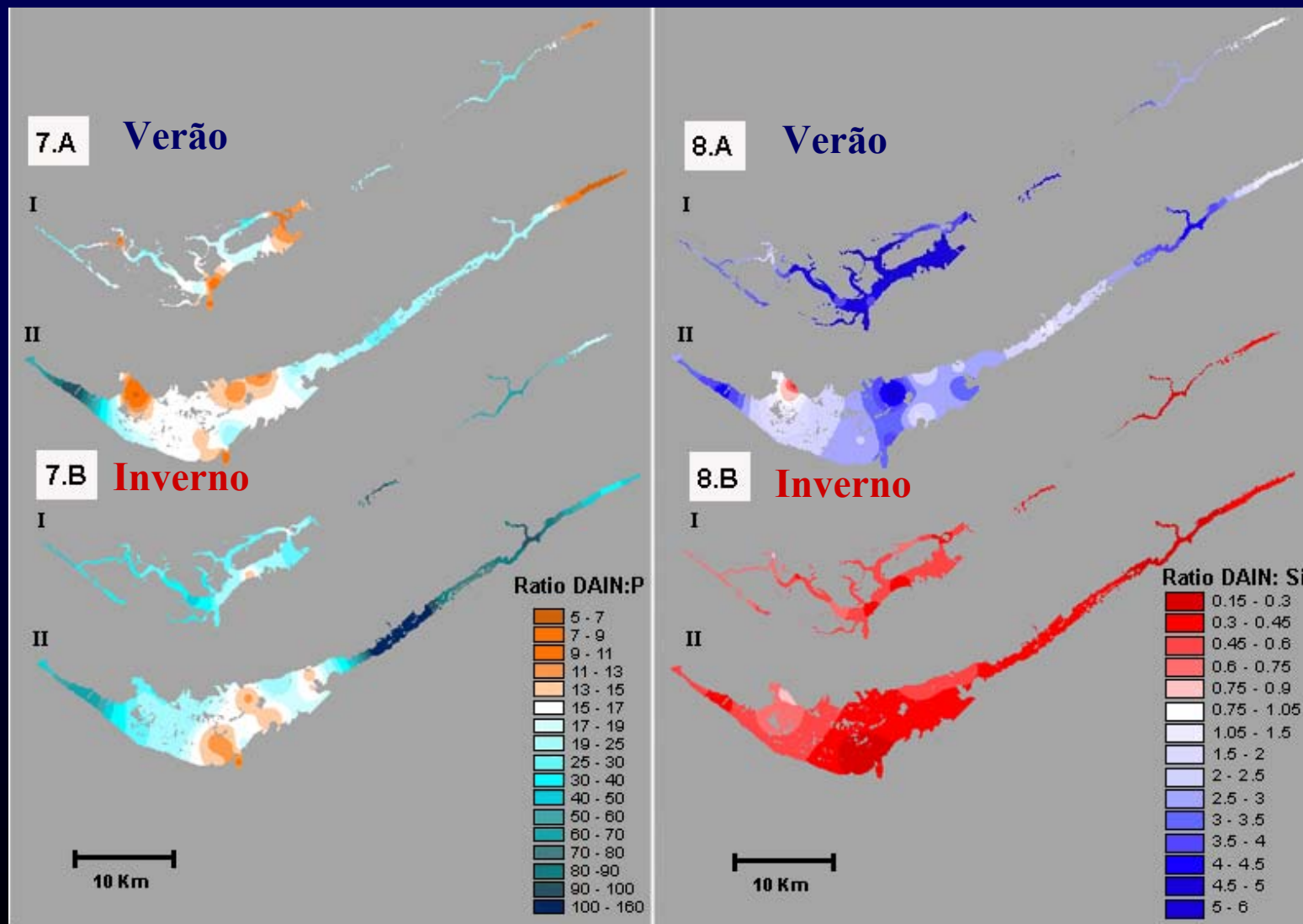
Mapas de distribuição de nutrientes

Phosphate



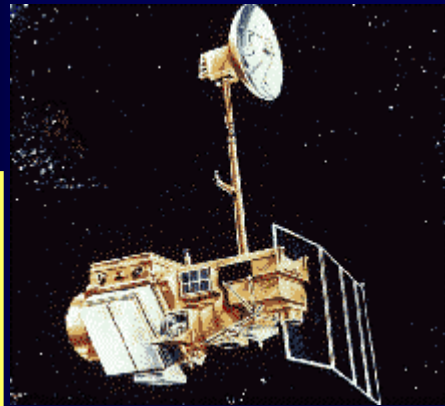
● Pontos de descarga de águas residuais

Mapas de razão de nutrientes



Caso de estudo: Projecto OAERRE

Classificação dos usos do solo da bacia de drenagem por detecção remota



LandSat TM

Resolução de 30 m
7 bandas espectrais

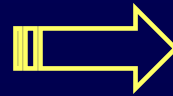
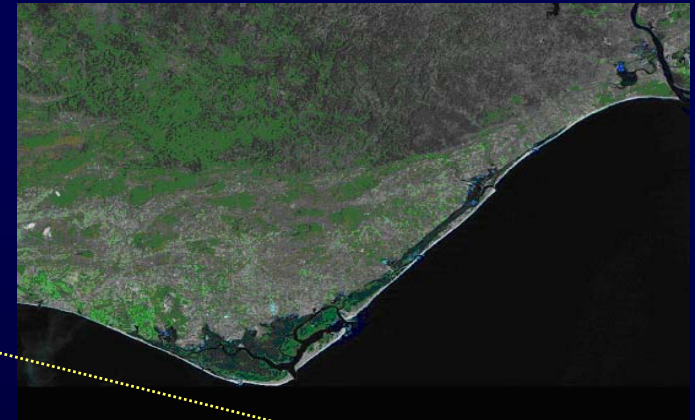


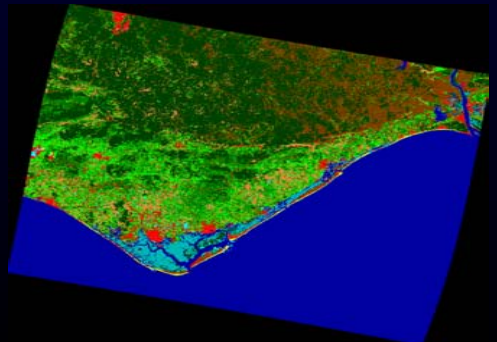
Imagem georeferenciada



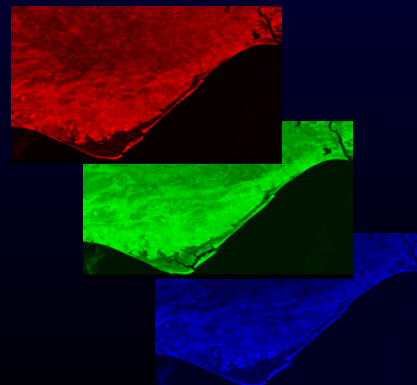
Algoritmo

de classificação

**Imagem
classificada**



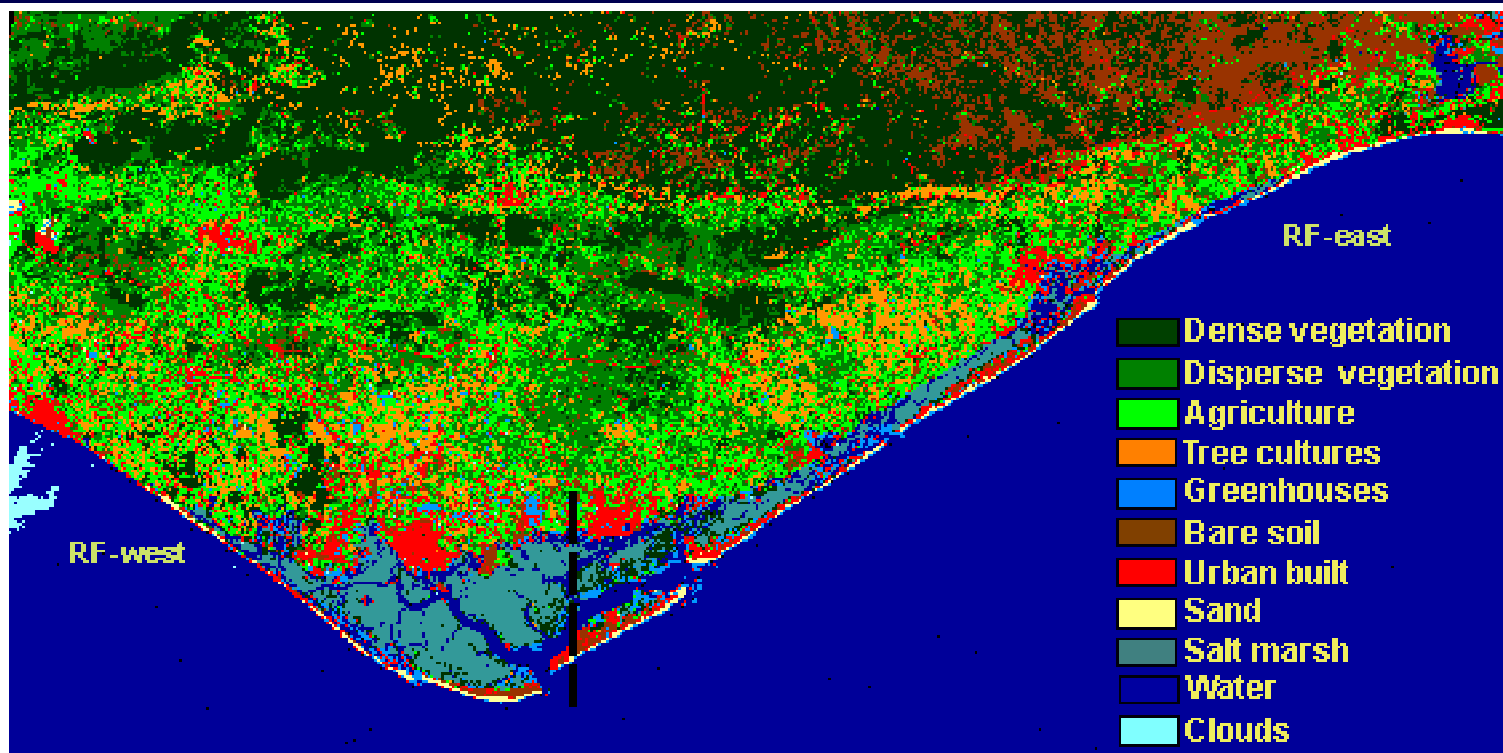
Análise espectral das zonas de treino



Caso de estudo: Projecto OAERRE

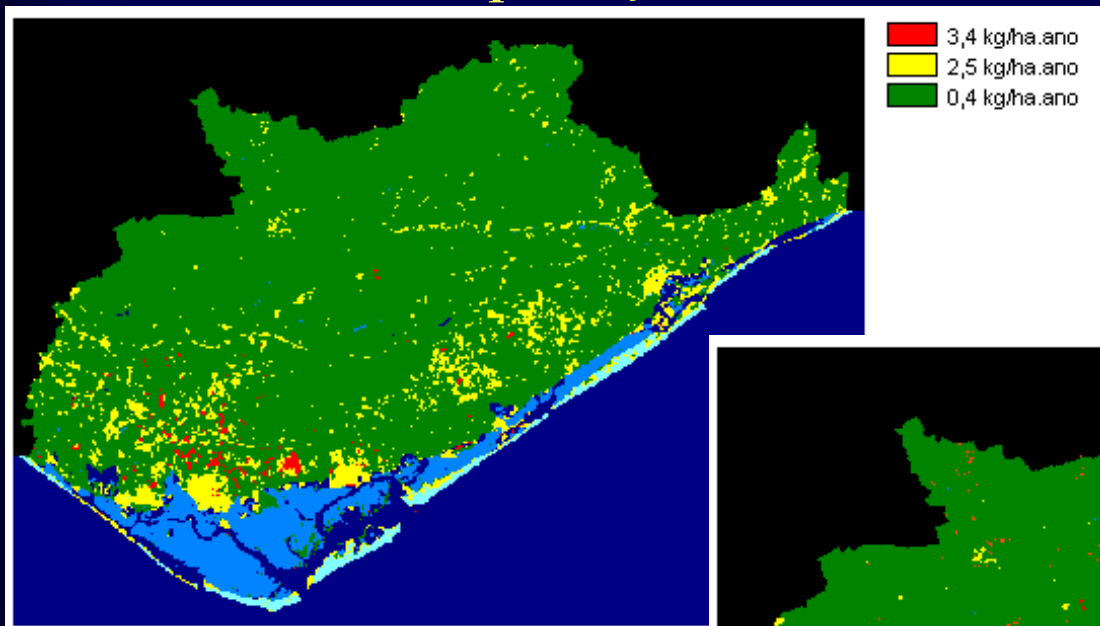
Classificação dos usos do solo da bacia de drenagem por detecção remota

Imagem classificada

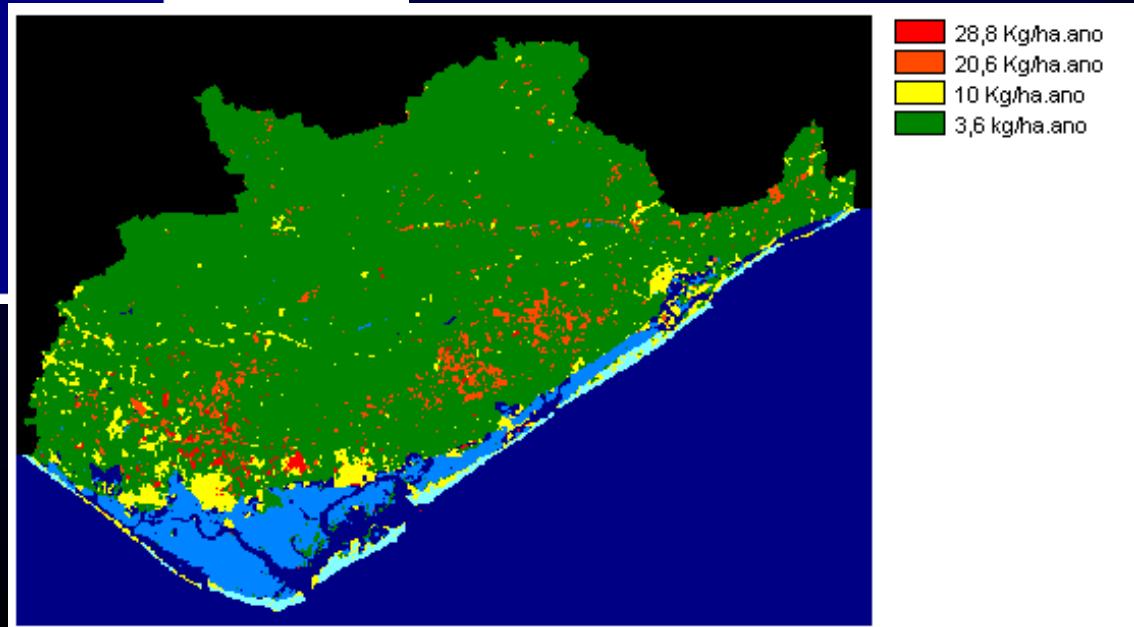


Potencial de exportação de nutrientes para a Ria

Coeficientes de exportação de fósforo



Coeficientes de exportação de azoto

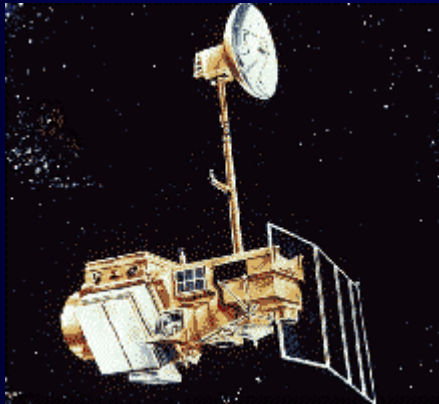


Cartografia da vegetação de sapal

LandSat TM



Imagem georeferenciada



Resolução de 30 m
7 bandas espectrais

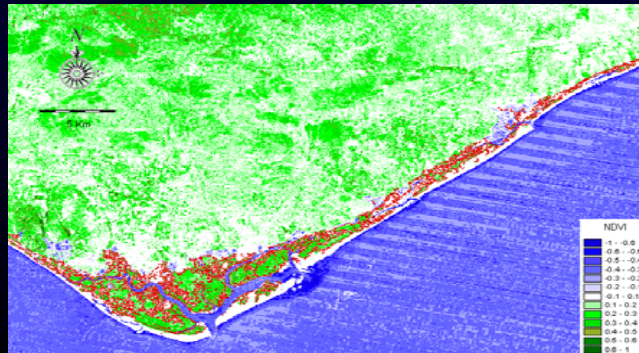
Aplicação do índice de vegetação (NDVI)

IV – banda do infra-vermelho

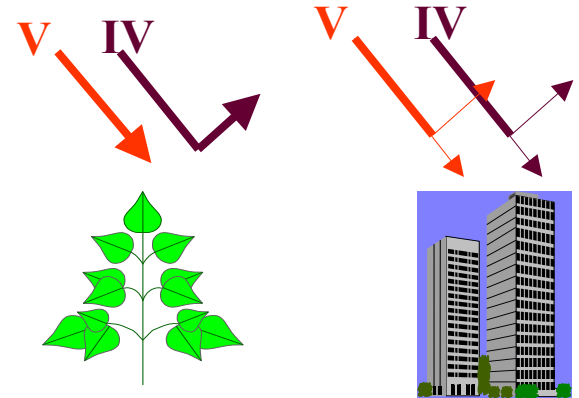
V – banda do vermelho

$$NDVI = (IV - V) / (IV + V)$$

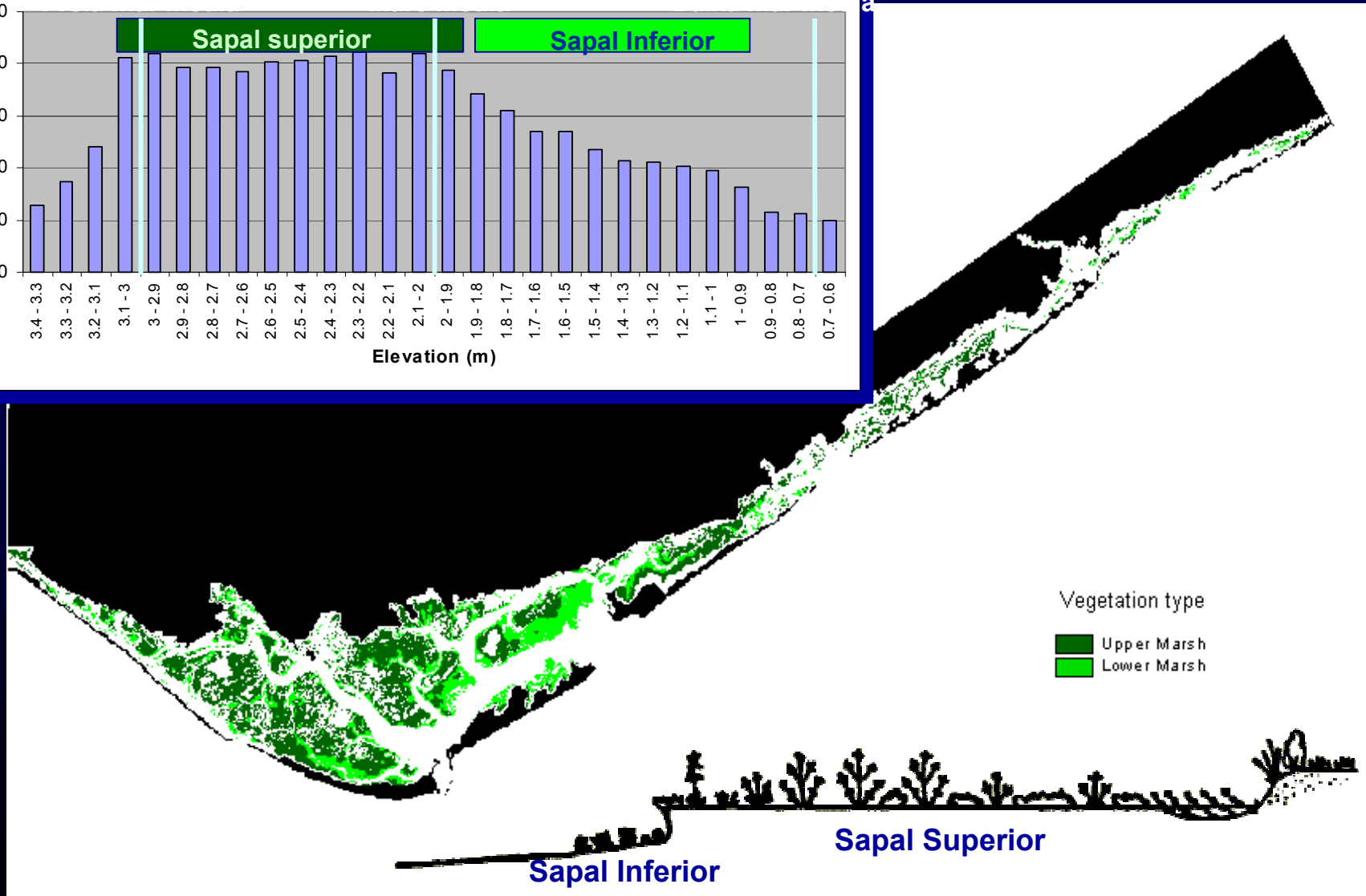
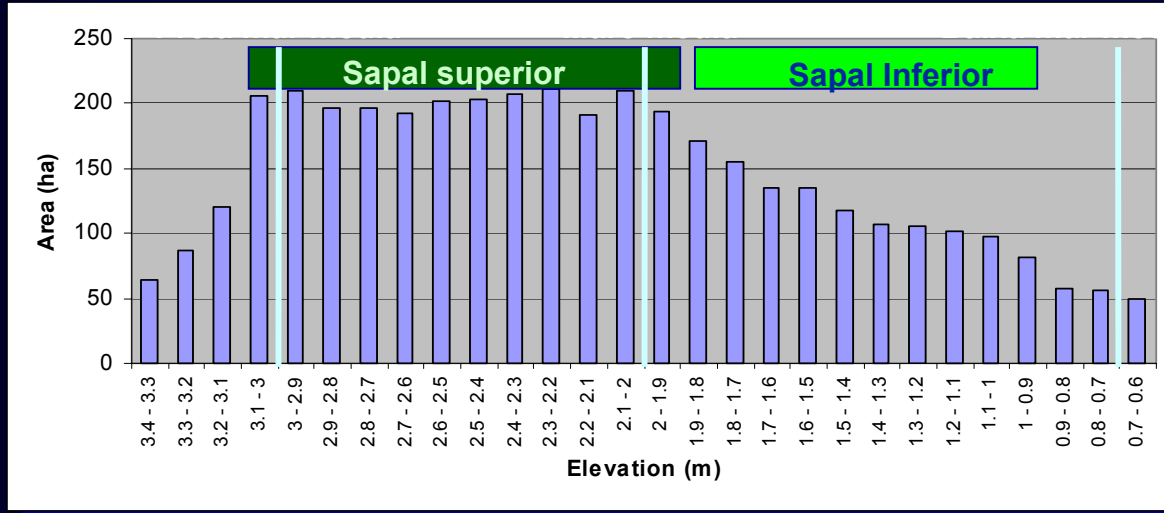
Zonamento da vegetação



O verde indica actividade de clorofila

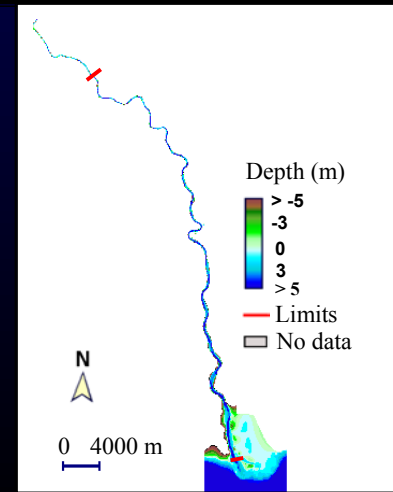
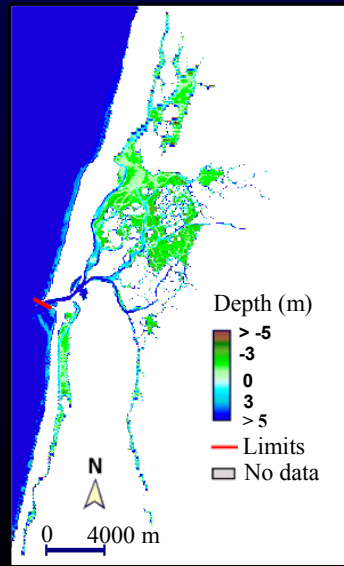
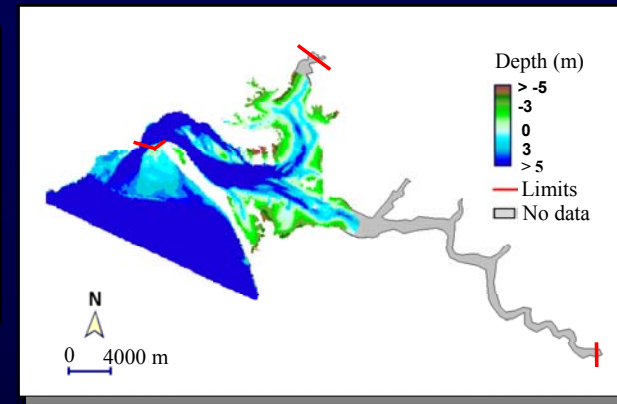
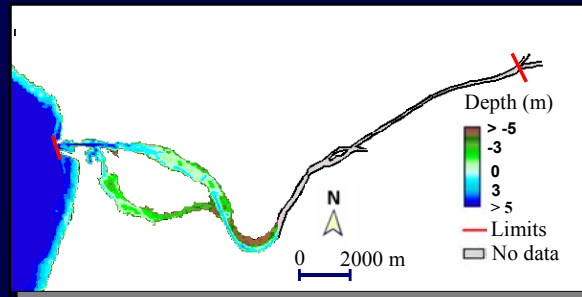
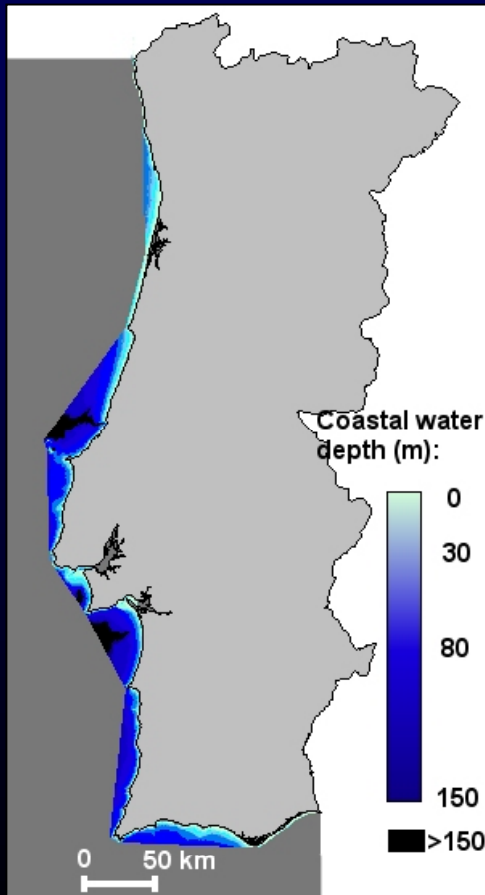


Distribuição espacial do sapal



Caso de estudo TICOR:

Typology and reference conditions for transitional and coastal Portuguese waters



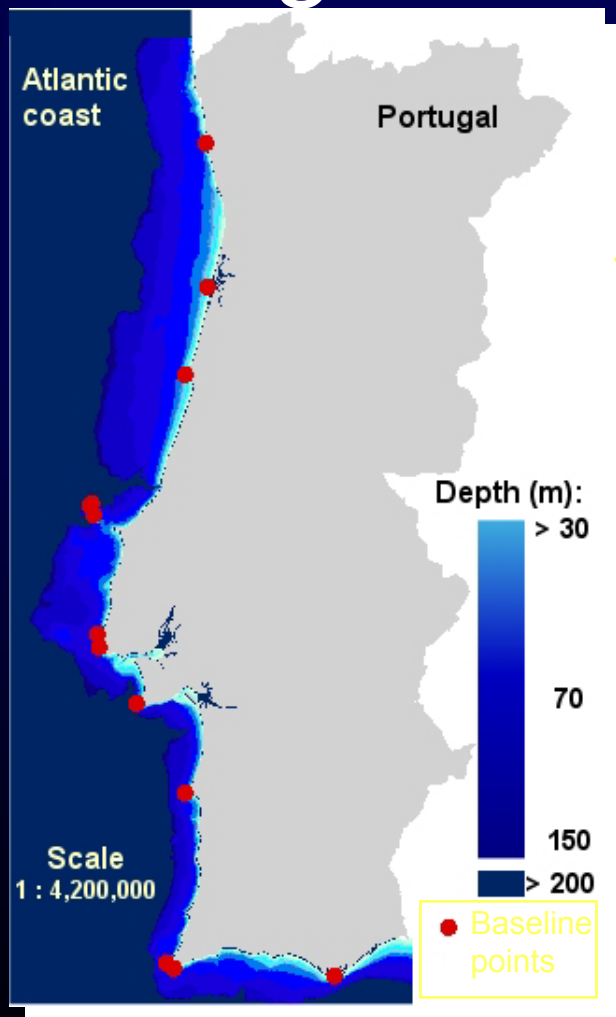
Determinação dos limites das águas costeiras portuguesa

Definição da Directiva Quadro da Água (WFD) para "Águas costeiras":

‘...surface water on the landward side of a line every point of which is at a distance of one nautical mile on the seaward side from the nearest point of the baseline from which the breadth of territorial waters is measured...’

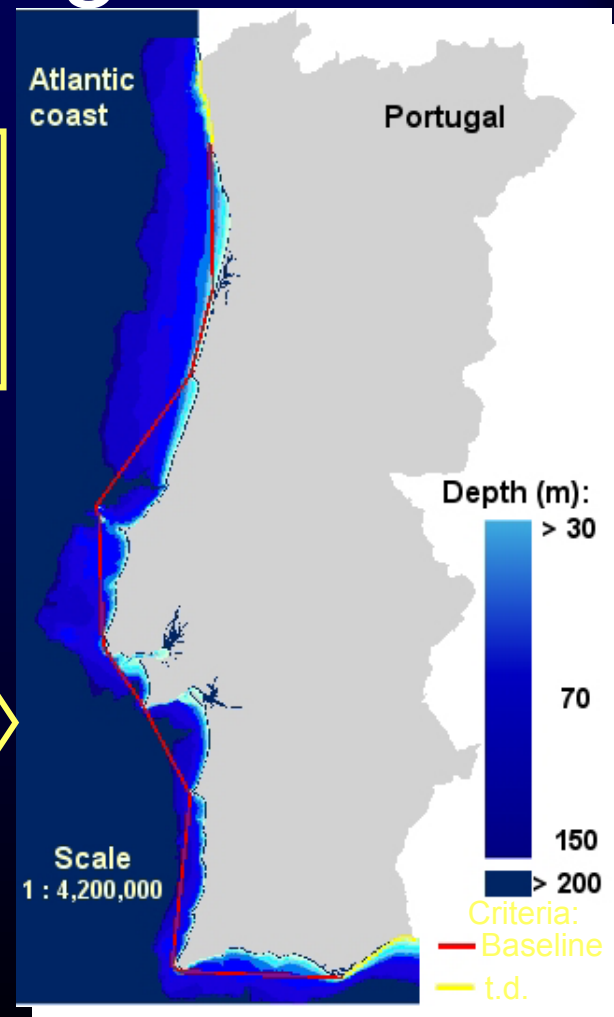
1. “baseline from which the breadth of territorial waters is measured” = ‘Linha de fecho e de base recta’ definida no D.L. 495/85;
2. **Limite interior** – limite de terra;
3. **Limite exterior** – linha cujos pontos distam uma milha náutica na direcção do mar da linha definida em 1.

Determinação dos limites das águas costeiras portuguesas

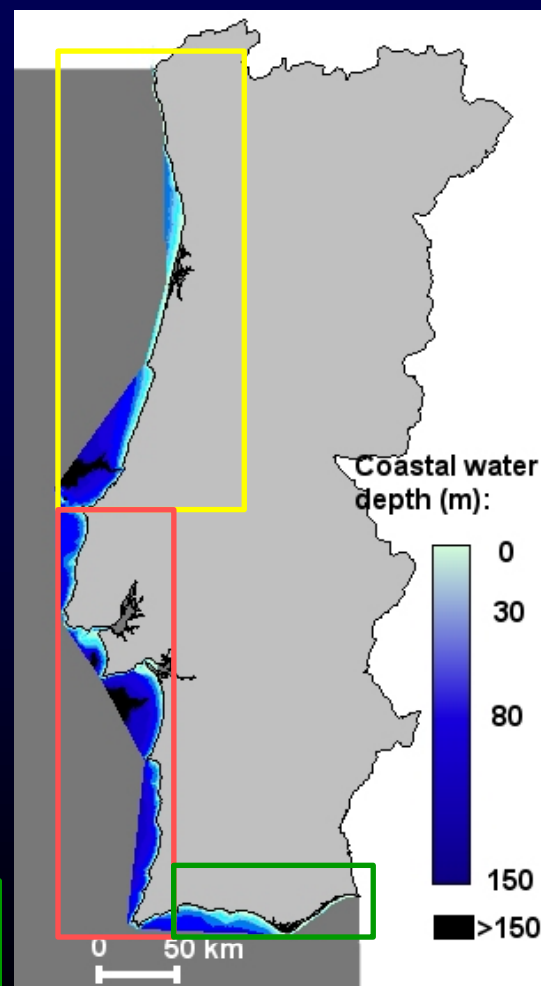
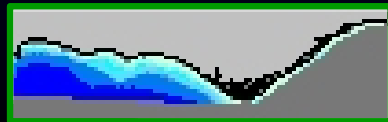
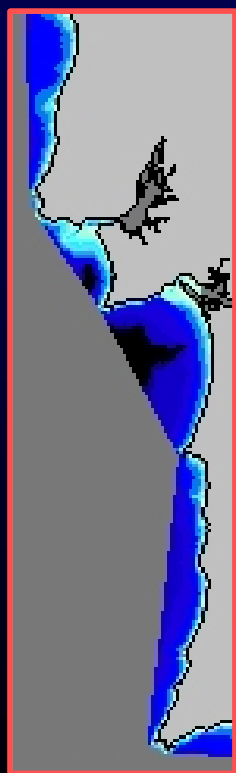
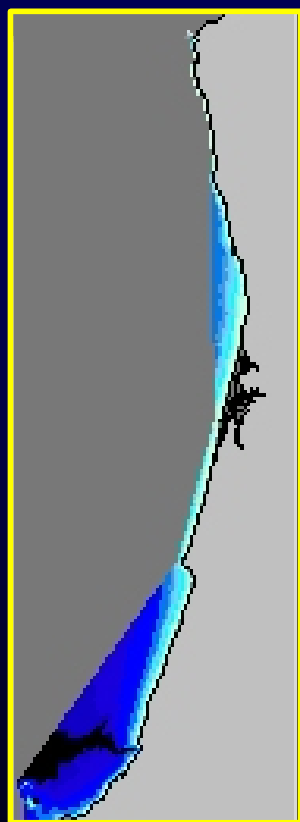


Pontos que definem
“linhas de fecho e
de base recta”
(D.L.nº495/85)

Limite exterior: dista
1 milha nautica da
linha de fecho



Determinação dos limites das águas costeiras portuguesas



Definição da tipologia da Ria de Aveiro

De acordo com as definições da WFD um critério determinante na distinção entre águas de transição e costeiras é o **gradiente salino**.



SIG foi usado para apoio à tomada de decisão para interpolar dados de salinidade

Método de interpolação: Inverse distance weighted

Este algoritmo de interpolação assume que cada ponto têm uma influência local que diminui com a distância. Dá maior peso aos pontos mais próximos da célula em processo do que aos pontos mais distantes.

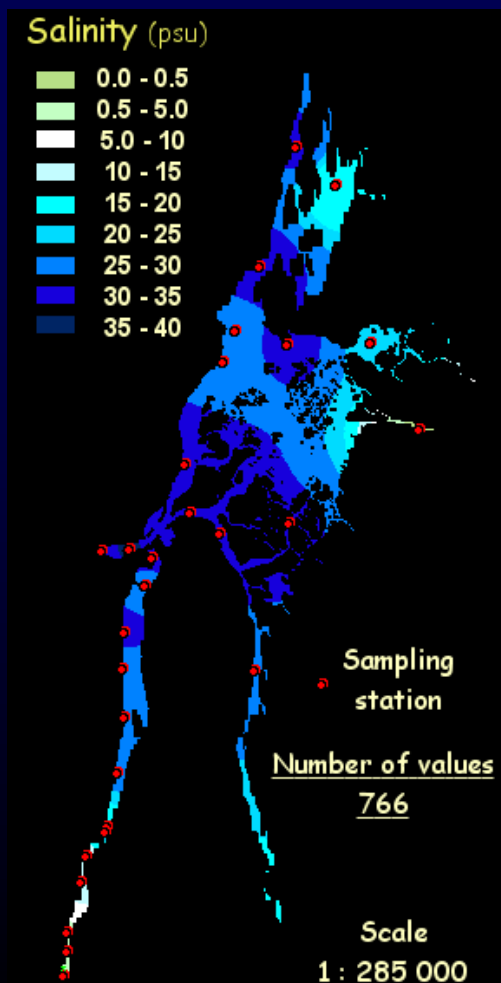
Definição da tipologia da Ria de Aveiro

Category	Type	Descriptor	Systems	
Surface waters				
<u>Transitional</u>	A1	Mesotidal stratified estuary	<i>Minho estuary</i> <i>Leça estuary</i>	<i>Lima estuary</i> <i>Douro estuary</i>
	A2	Mesotidal torrential estuary	<i>Ria de Aveiro ?</i> <i>Tejo estuary</i> <i>Mira estuary</i> <i>Arade estuary</i>	<i>Mondego estuary</i> <i>Sado estuary</i> <i>Guadiana estuary</i>
Surface waters				
<u>Coastal</u>	A3	Mesotidal semi-enclosed lagoon	<i>S. Martinho lagoon</i> <i>Albufeira lagoon</i> <i>Sto André Lagoon</i>	<i>Óbidos lagoon</i> <i>Melides lagoon</i>
	A4	Mesotidal shallow lagoon	<i>Ria Formosa</i> <i>Ria de Aveiro ?</i>	<i>Ria de Alvor</i>
	A5	Mesotidal exposed Atlantic Coast	<i>From the Minho estuary until Cabo Carvoeiro</i>	
	A6	Mesotidal moderately exposed Atlantic Coast	<i>From Cabo Carvoeiro until Ponta da Piedade (Algarve)</i>	
	A7	Mesotidal sheltered Coast	<i>From Ponta da Piedade until Vila Real de Sto António</i>	

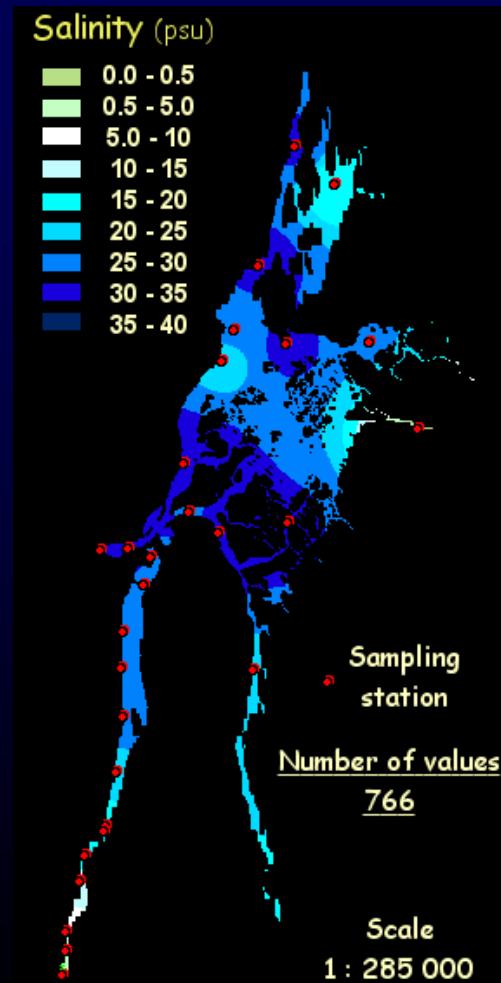
Superfície de salinidade

Valor de salinidade em cada estação calculado com base na:

Média



Mediana



Superfície de salinidade

- valores médios sazonais -

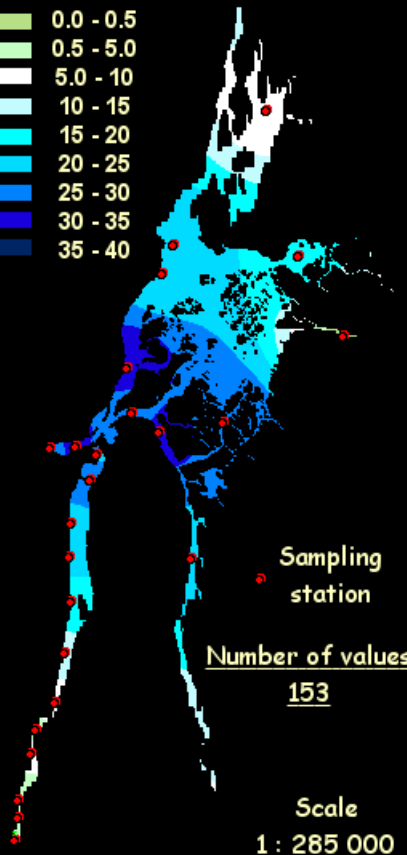
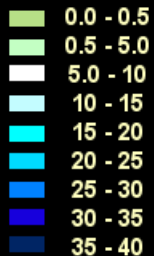
Inverno

Primavera

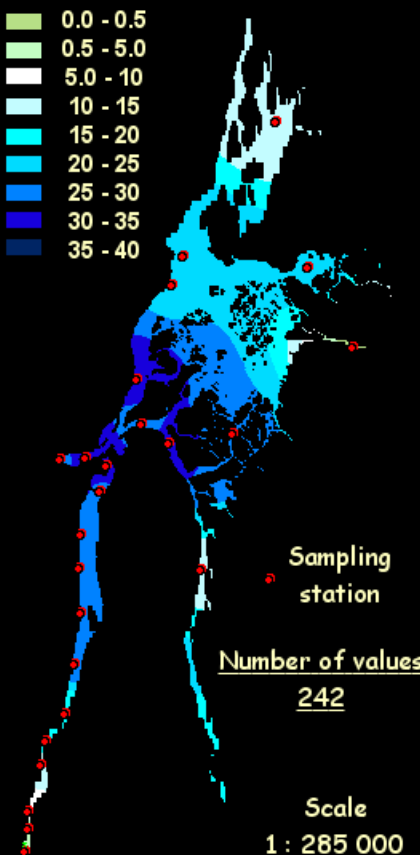
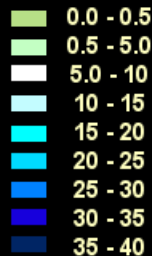
Verão

Outono

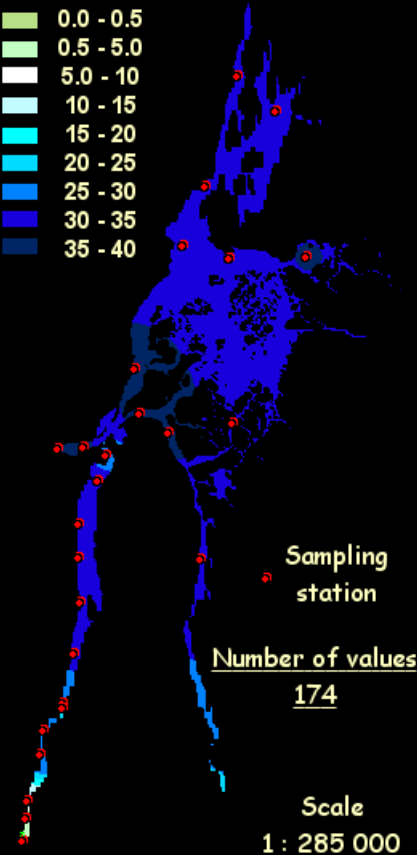
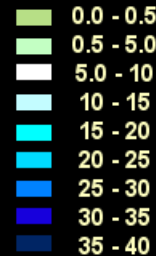
Salinity (psu)



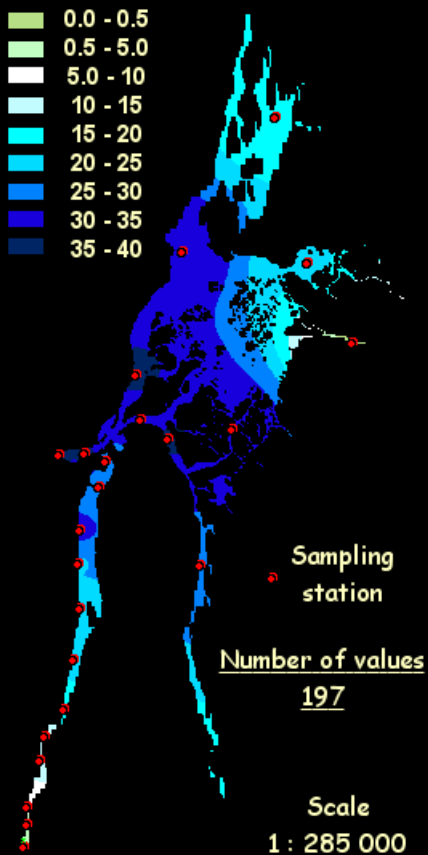
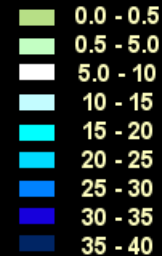
Salinity (psu)



Salinity (psu)



Salinity (psu)



Definição da tipologia da Ria de Aveiro

Category	Type	Descriptor	Systems	
Surface waters				
<u>Transitional</u>	A1	Mesotidal stratified estuary	<i>Minho estuary</i> <i>Leça estuary</i>	<i>Lima estuary</i> <i>Douro estuary</i>
	A2	Mesotidal torrential estuary	<i>Ria de Aveiro</i> <i>Tejo estuary</i> <i>Mira estuary</i> <i>Arade estuary</i>	<i>Mondego estuary</i> <i>Sado estuary</i> <i>Guadiana estuary</i>
Surface waters				
<u>Coastal</u>	A3	Mesotidal semi-enclosed lagoon	<i>S. Martinho lagoon</i> <i>Albufeira lagoon</i> <i>Sto André Lagoon</i>	<i>Óbidos lagoon</i> <i>Melides lagoon</i>
	A4	Mesotidal shallow lagoon	<i>Ria Formosa</i>	<i>Ria de Alvor</i>
	A5	Mesotidal exposed Atlantic Coast	<i>From the Minho estuary until Cabo Carvoeiro</i>	
	A6	Mesotidal moderately exposed Atlantic Coast	<i>From Cabo Carvoeiro until Ponta da Piedade (Algarve)</i>	
	A7	Mesotidal sheltered Coast	<i>From Ponta da Piedade until Vila Real de Sto António</i>	

Síntese

- SIG's como ferramenta de modelação -

Permite:

- Representar dados espaciais (formato raster e vectorial)
- guardar dados numa base de dados geográfica
- analisar dados (funções SIG: álgebra de mapas, reclassificação de atributos, geoestatística)
- obter novos dados (detecção remota, digitalização, processamento de mapas existentes)
- Visualizar resultados

Síntese

- SIG's como ferramenta de modelação -

Importante para:

- Delimitação dos sistemas aquáticos
- Visão global do sistema
- Identificação de zonas problemáticas
- Mapeamento de habitats
- Detecção / quantificação de parâmetros de qualidade da água
- Determinação de parâmetros morfológicos