

FORWARD

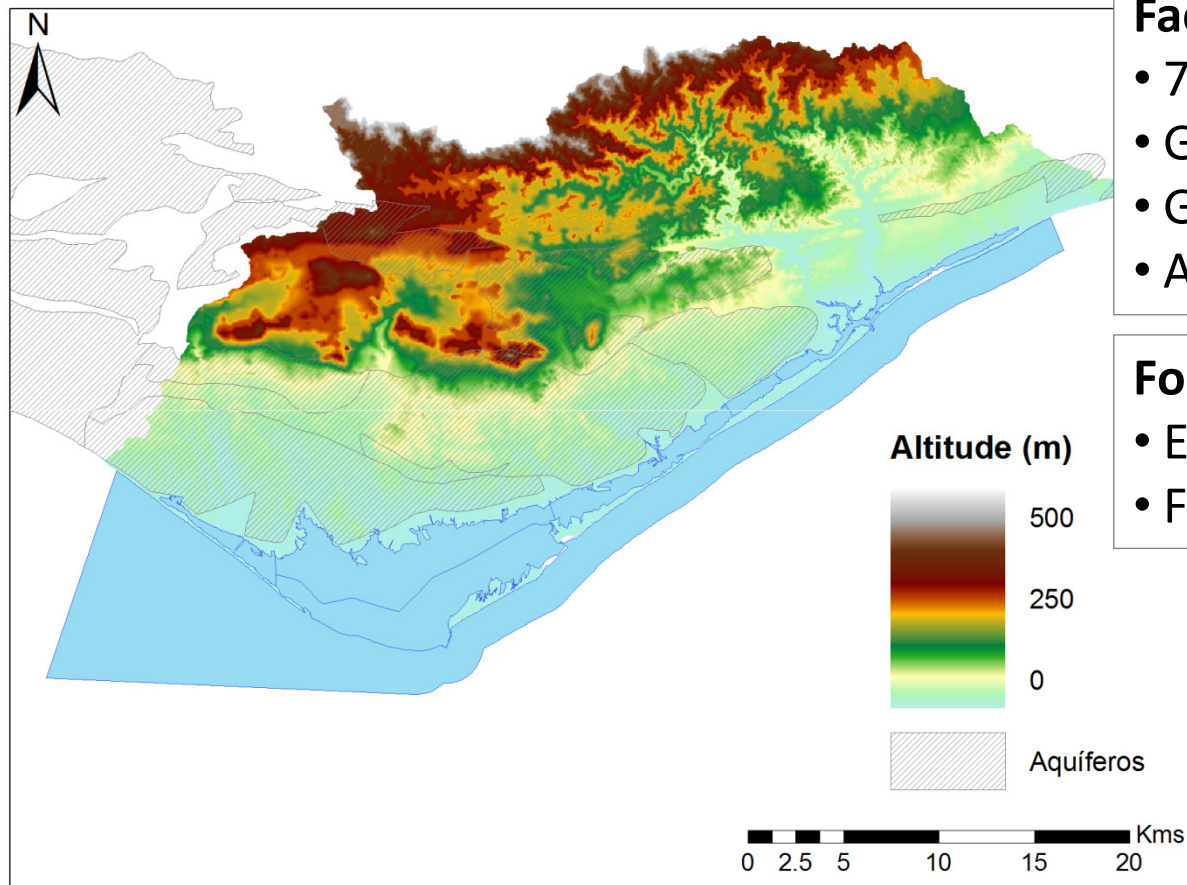
Modelação de transporte de água e nutrientes na Ria Formosa



João Pedro Nunes e João Lencart e Silva

8-Jul-2011

Bacia hidrográfica



Factos básicos:

- 745 Km²
- Gradiente topográfico N-S
- Gradiente pluviométrico N-S
- Aquíferos costeiros

Fontes de nutrientes a simular:

- ETARs: c. 50% total
- Fontes difusas: c. 50% total

Estrutura de modelação

Bacia hidrográfica



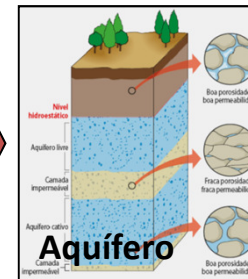
Exportações
difusas

+

Descargas de ETARs
na rede hídrica

Modelo
Ecohidrológico
SWAT

Rede hídrica



Aquífero

Descargas
directas de
ETARs na Ria

Ria Formosa



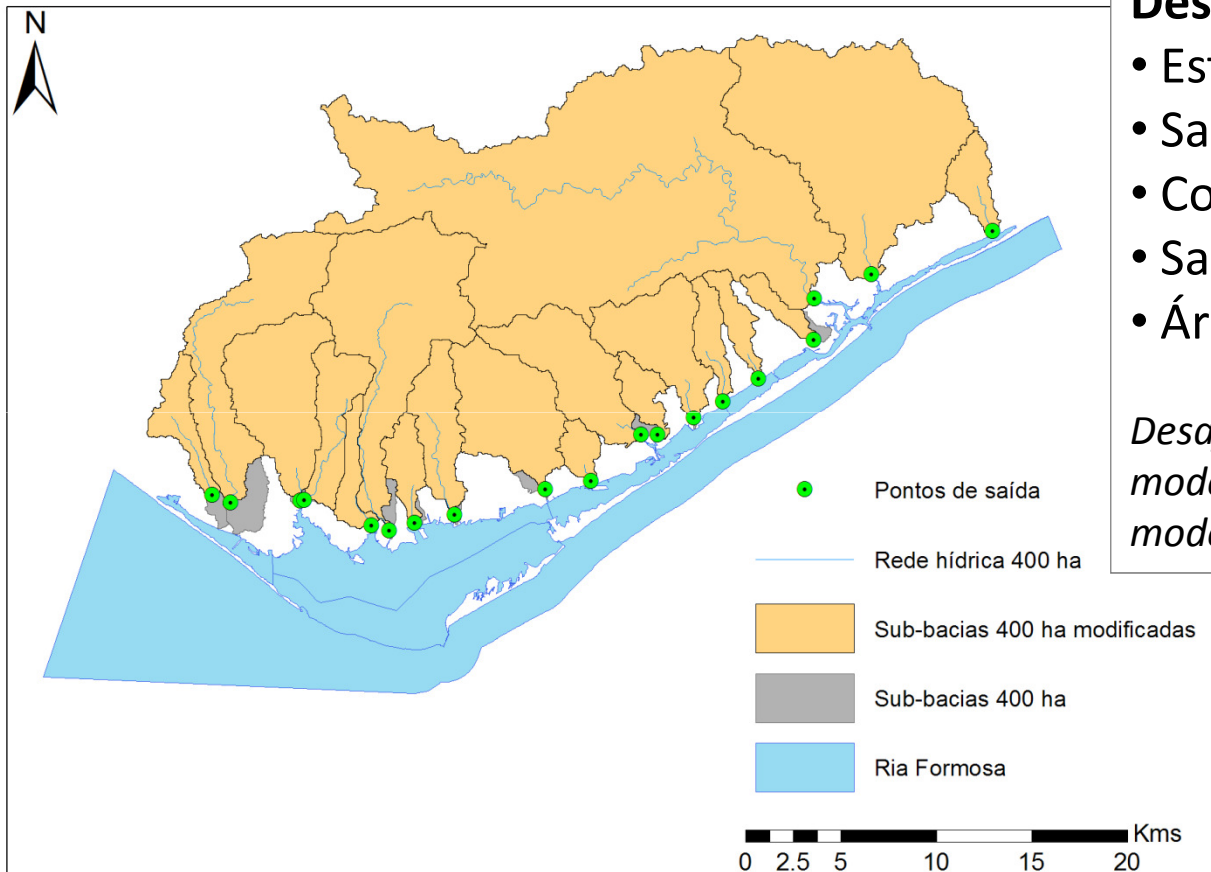
Água



Nutrientes



Região de modelação



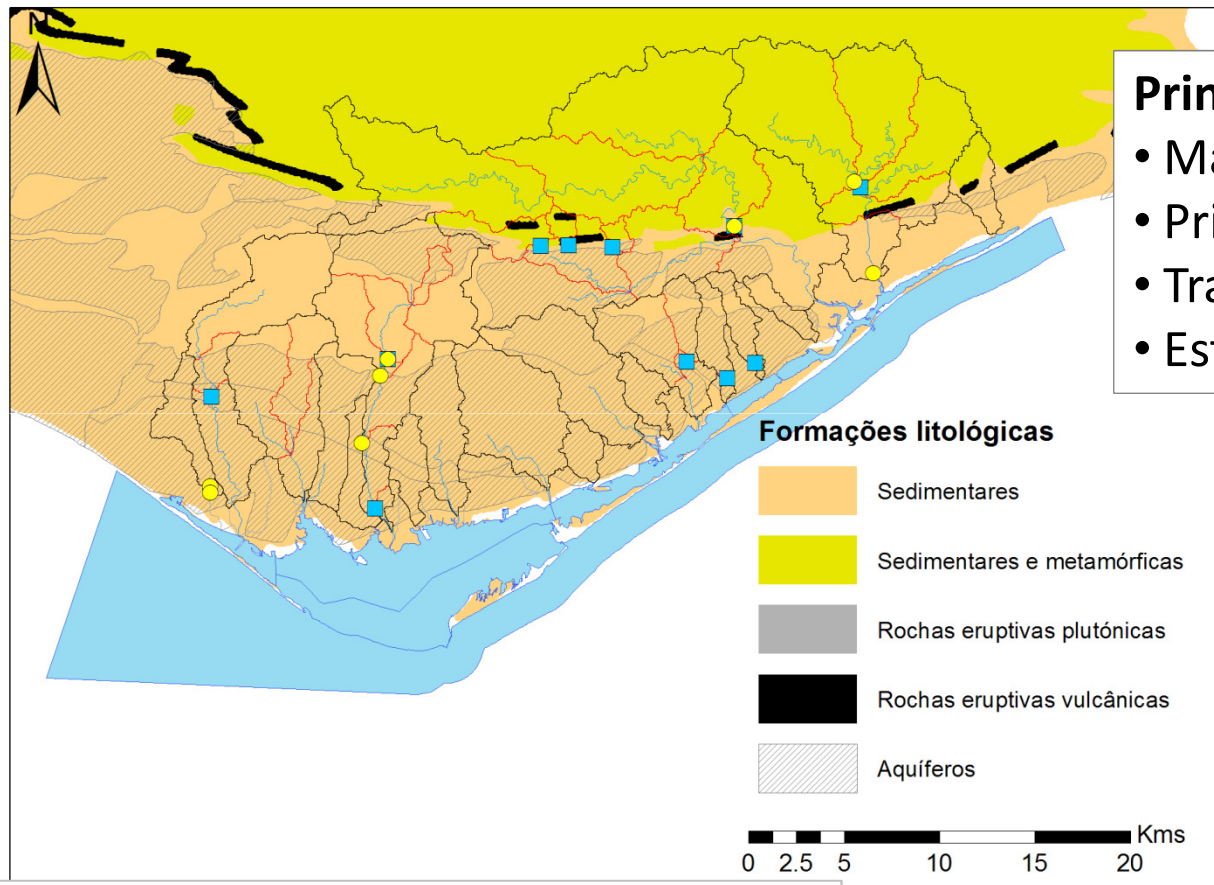
Desafios de simulação:

- Estuários com influência tidal
- Sapais
- Cordões dunares
- Salinas
- Áreas urbanas

Desafios não são cobertos nem pelo modelo de bacia hidrográfica nem pelo modelo hidrodinâmico costeiro

- **19 pontos de contacto** entre a bacia hidrográfica e a Ria Formosa
- Área de simulação: **637 Km²**

Sub-bacias hidrográficas



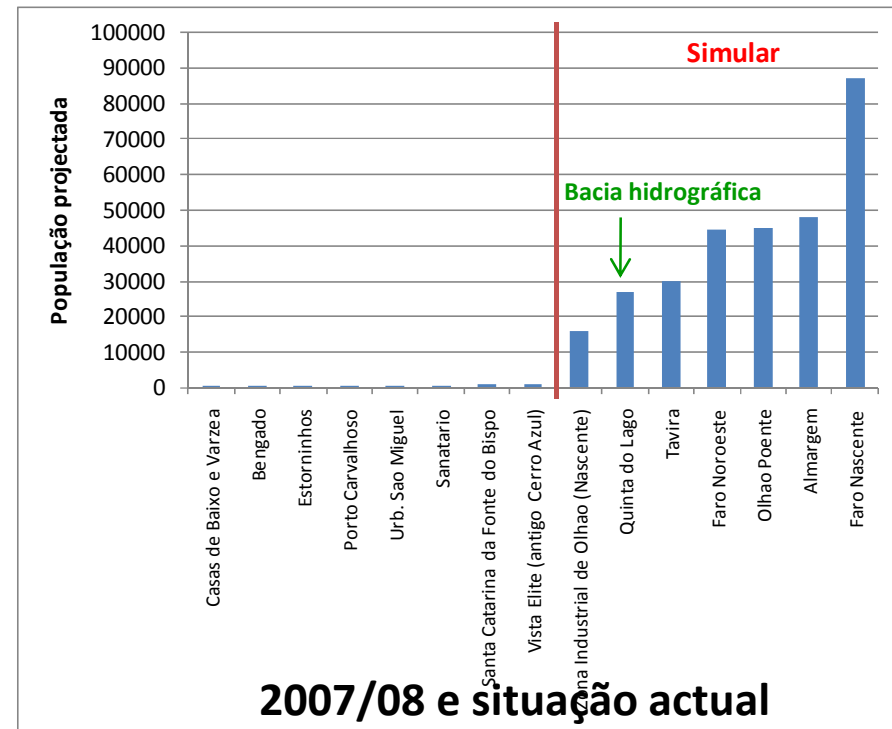
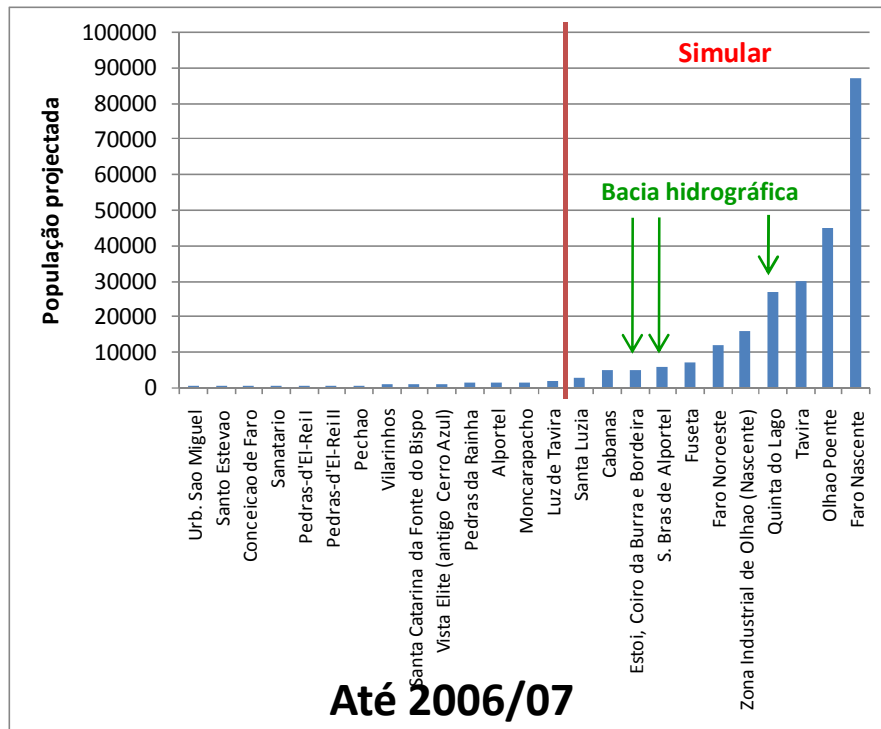
Principais critérios:

- Massas de água da DQA
- Principais descargas de ETARs
- Transição entre litologias
- Estações de medição

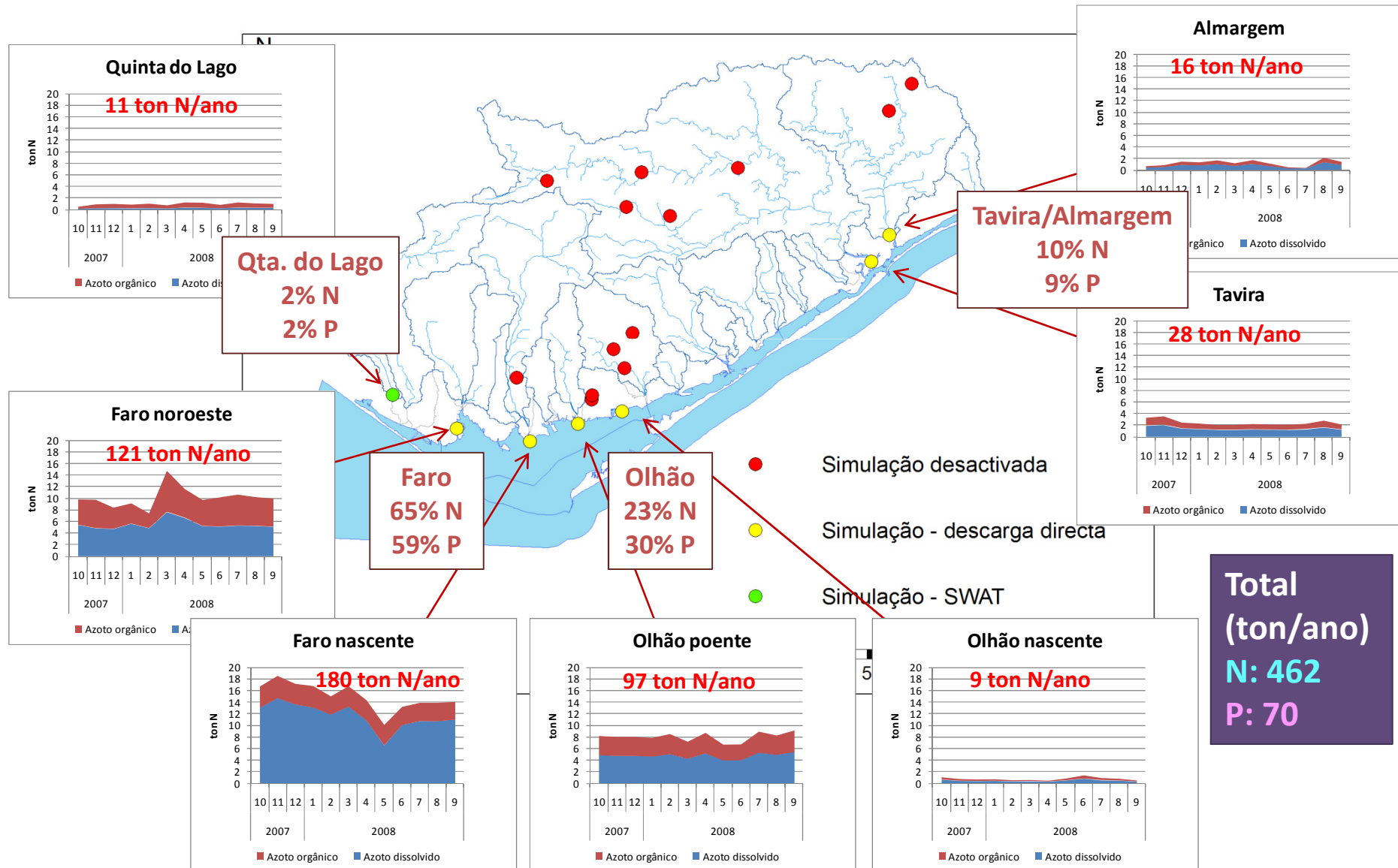
- **50 sub-bacias hidrográficas** dividindo as bacias principais
- Área mediana: **9.4 Km²**

ETARs – simulação

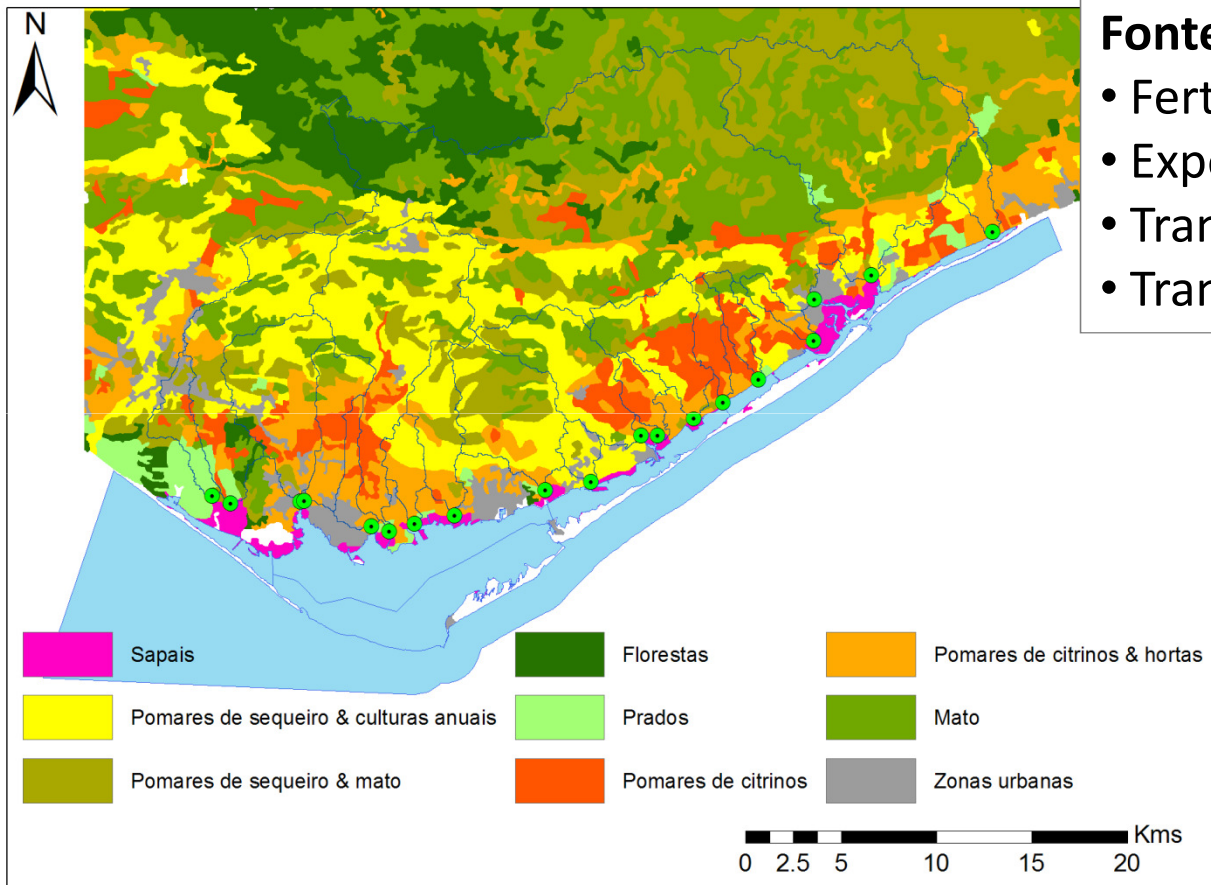
- Inclusão das principais ETARs no modelo
 - Critério de inclusão: população projectada > 1% do total
 - Simulação de 7 ETARs (em 20) com 99% da população projectada
 - Inclusão de pequenas ETARs no modelo SWAT (descarga zero) para potencial simulação futura



ETARs – descargas



Nutrientes de origem difusa



Fontes difusas:

- Fertilização agrícola
- Exportação de áreas naturais
- Transporte: linhas de água
- Transporte: aquífero

Azoto (ton N/ano):

- ETARs: **462**
- Fontes difusas: **366 (489)**

Fósforo (ton P/ano):

- ETARs: **70**
- Fontes difusas: **138 (66)**

Estimativa preliminar com base em coeficientes de exportação (e resultados preliminares do modelo)

Usos de solo – simulação

CORINE landcover 2006
1:100,000

+

Uso de solo ARH
1:25,000
Cobertura parcial da bacia



Manchas de cultura mista
Compactação em 9 classes

Fertilização de acordo com
as recomendações do INRB



1. Pomares de sequeiro: 46%

N: 40 kg/ha
(580 ton/ano)

P: 11 kg/ha
(160 ton/ano)

1.1 Associados a trigo

N: 140 kg/ha
(1080 ton/ano)

1.2 Com espaços importantes de matos

P: 13 kg/ha
(100 ton/ano)



2. Matos: 26%

Irrigação



3. Pomares de citrinos: 20%

N: 40 kg/ha
(400 ton/ano)

P: 13 kg/ha
(130 ton/ano)

3.1 Intensivos

N: 140 kg/ha
(420 ton/ano)

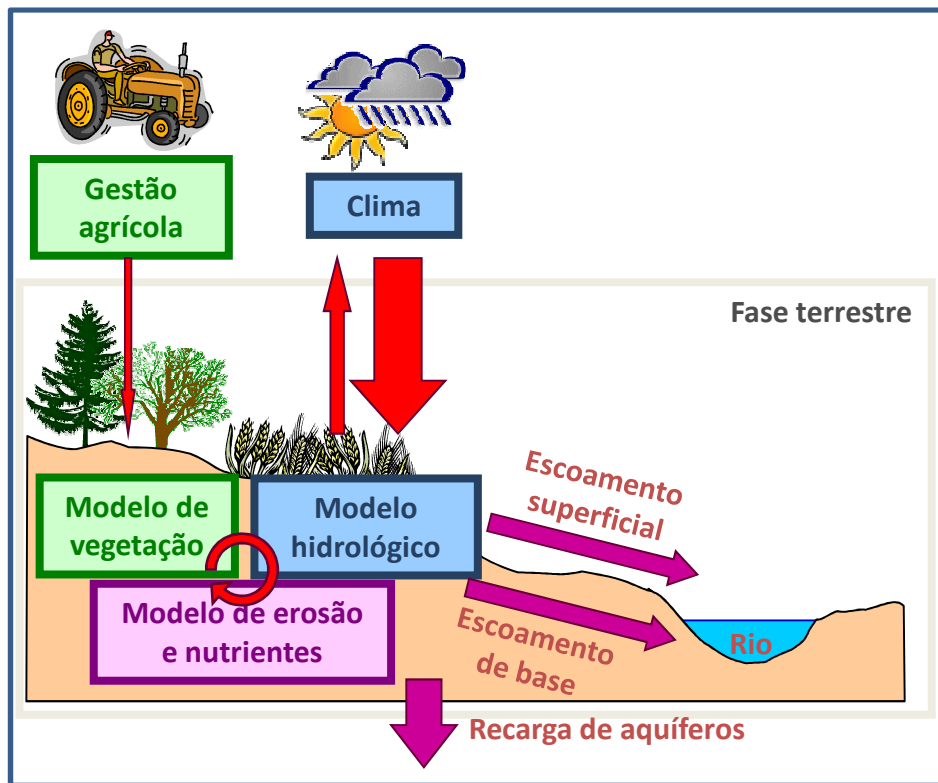
3.2 Associados a hortas

P: 13 kg/ha
(40 ton/ano)

Irrigação

Unidades de Resposta Hidrológica

Unidade de Resposta Hidrológica
Elemento fundamental de simulação
da bacia hidrográfica (modelo SWAT)



Sub-bacias
50 elementos

X

Usos de solo
9 classes

X

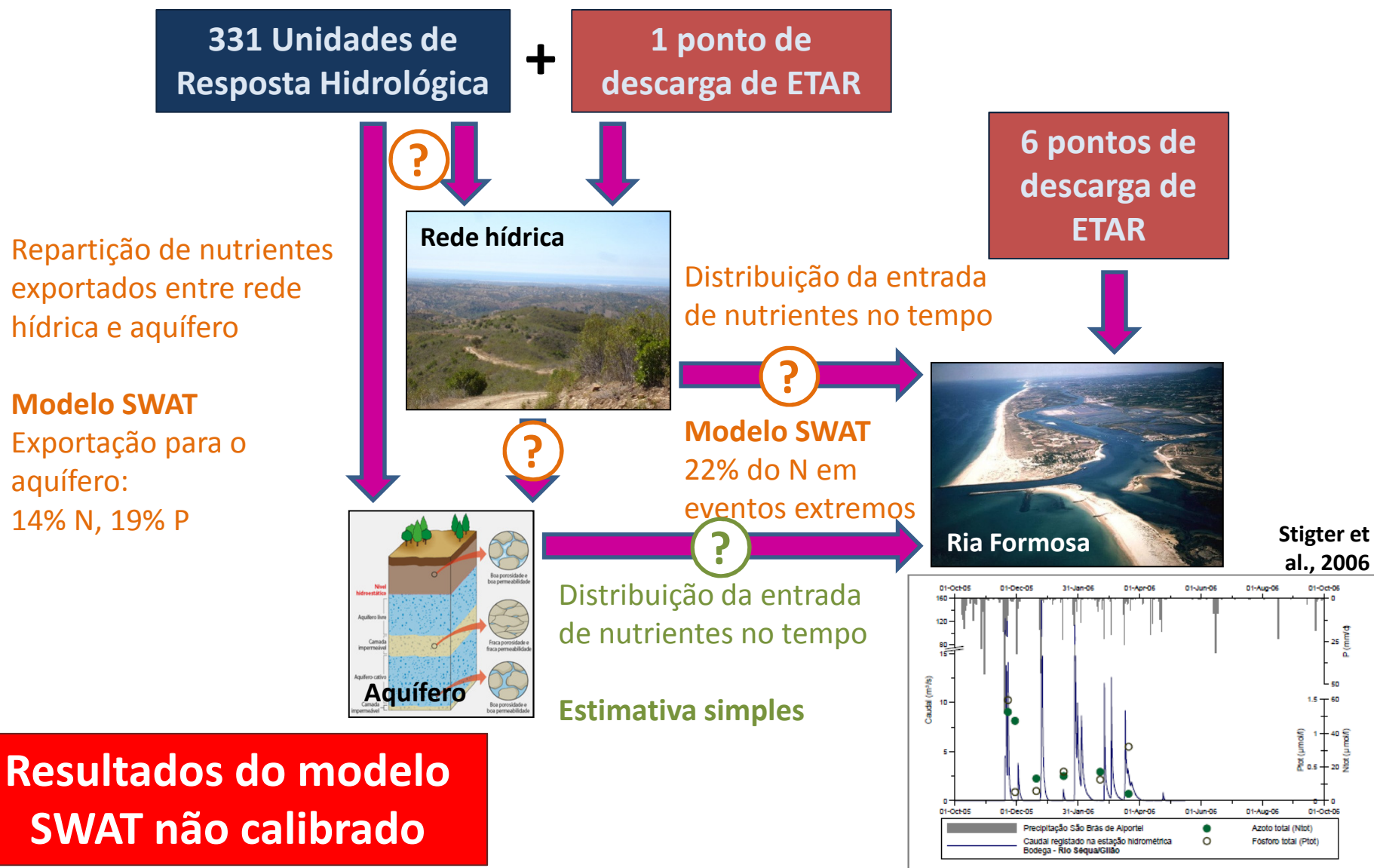
Tipos de solo
8 classes

X

Declive
Inferior/superior
a 13%

**331 Unidades
de Resposta
Hidrológica**

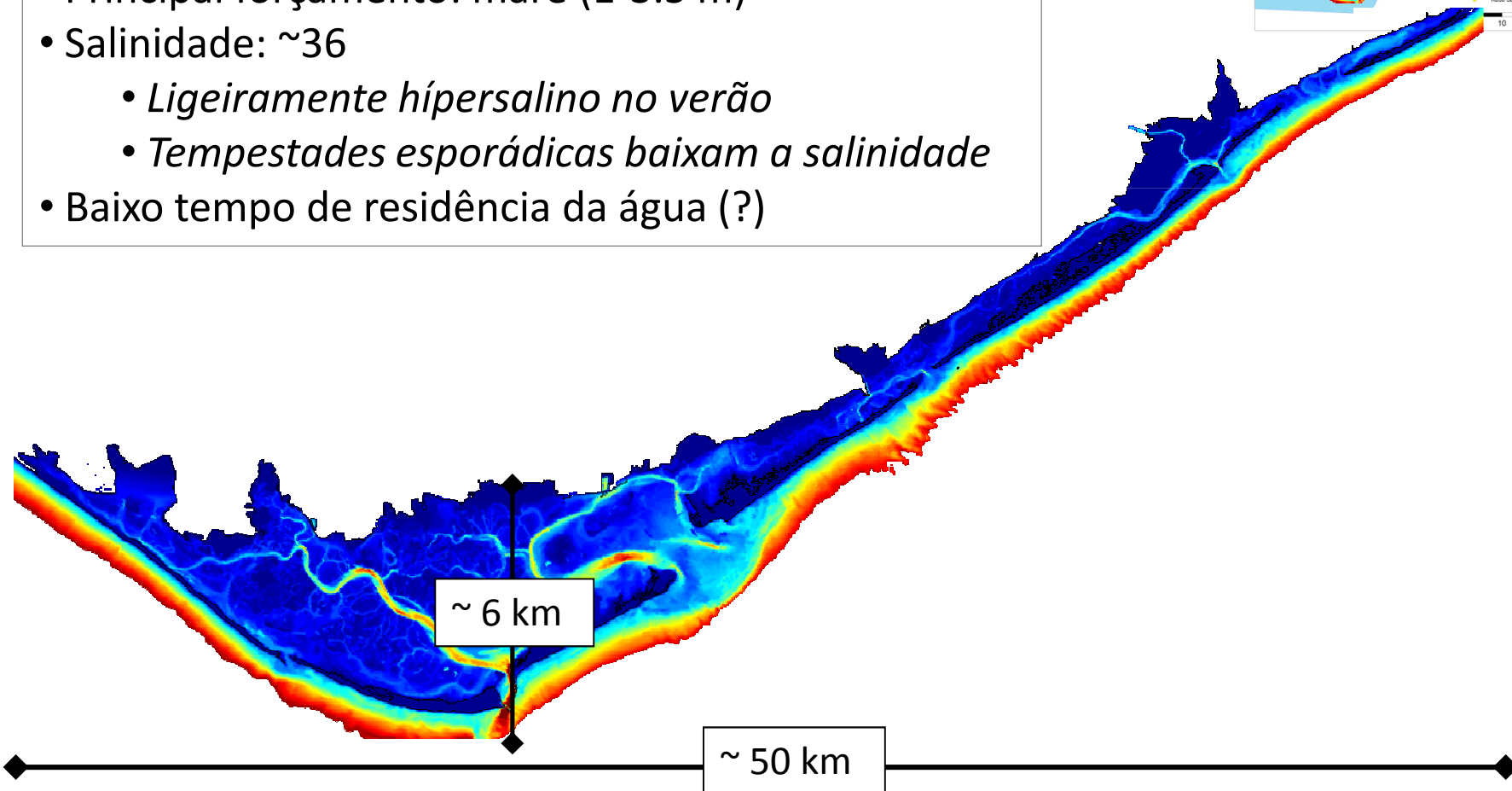
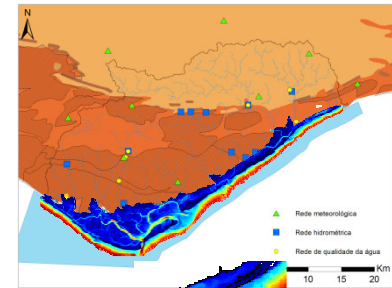
Transporte de nutrientes



Ria Formosa

Factos básicos:

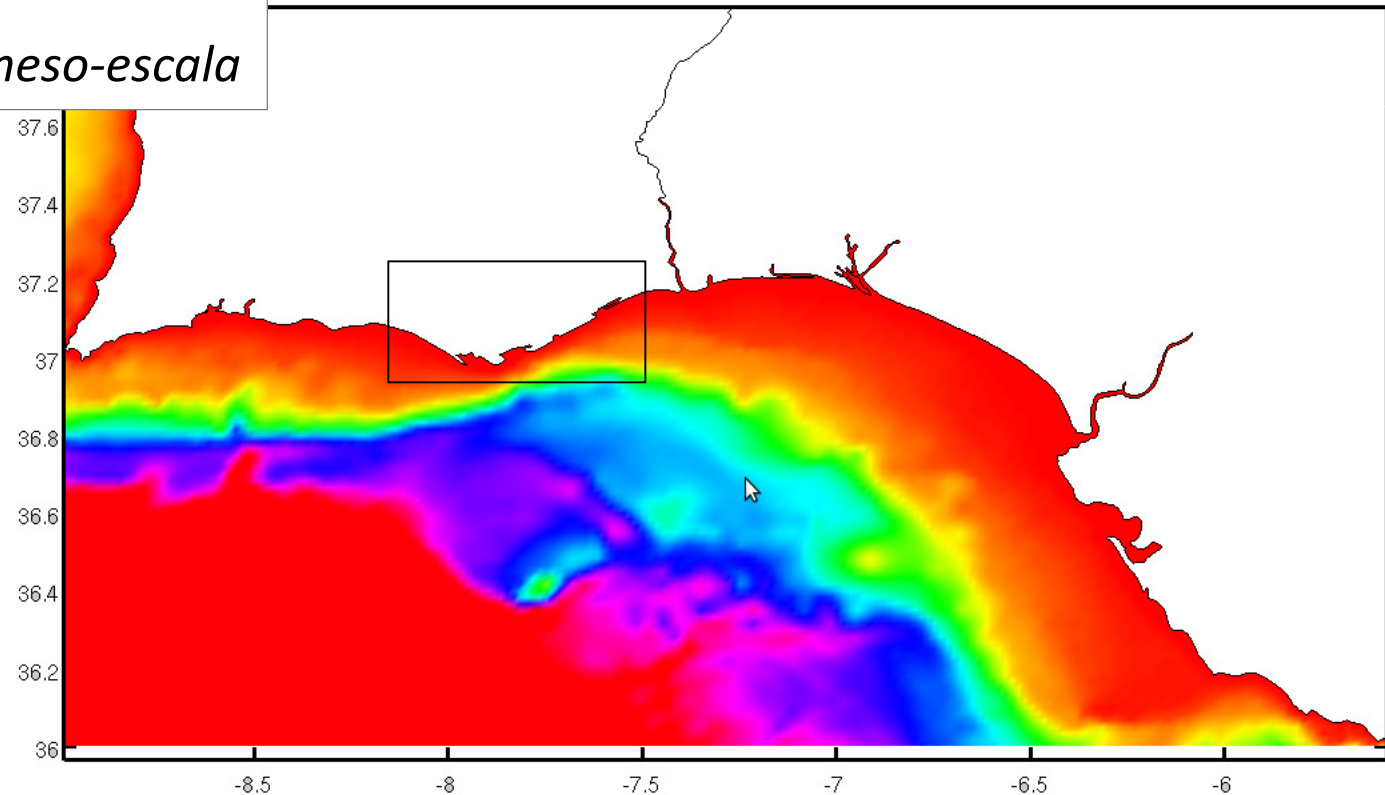
- Área: 18-91 Km²
- Volume: 45-210 milhões m³
- Principal forçamento: maré (1-3.5 m)
- Salinidade: ~36
 - *Ligeiramente hípersalino no verão*
 - *Tempestades esporádicas baixam a salinidade*
- Baixo tempo de residência da água (?)



Plataforma costeira

Factos básicos:

- Golfo de Cádiz
- Plataforma estreita
- Principais forçamentos:
 - *Vento*
 - *Fluxos de calor*
 - *Circulação de meso-escala*



Estrutura de modelação

Bacia hidrográfica



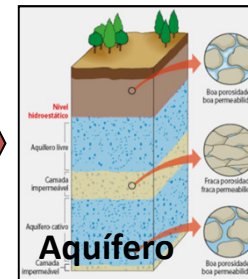
Exportações
difusas

+

Descargas de ETARs
na rede hídrica

Modelo
Ecohidrológico
SWAT

Rede hídrica

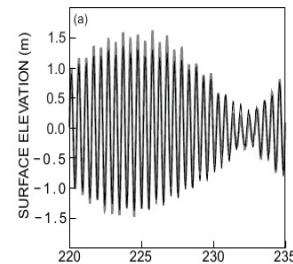


Descargas
directas de
ETARs na Ria

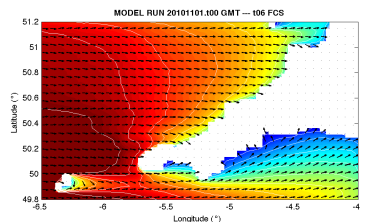
Ria Formosa



Modelo Hidrodinâmico
Delft3D – Flow



Maré



Ondulação

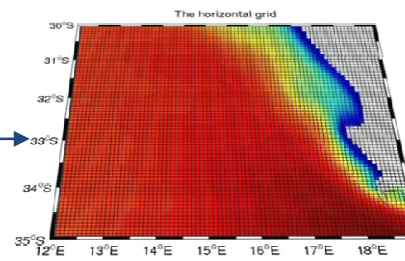
Água



Nutrientes



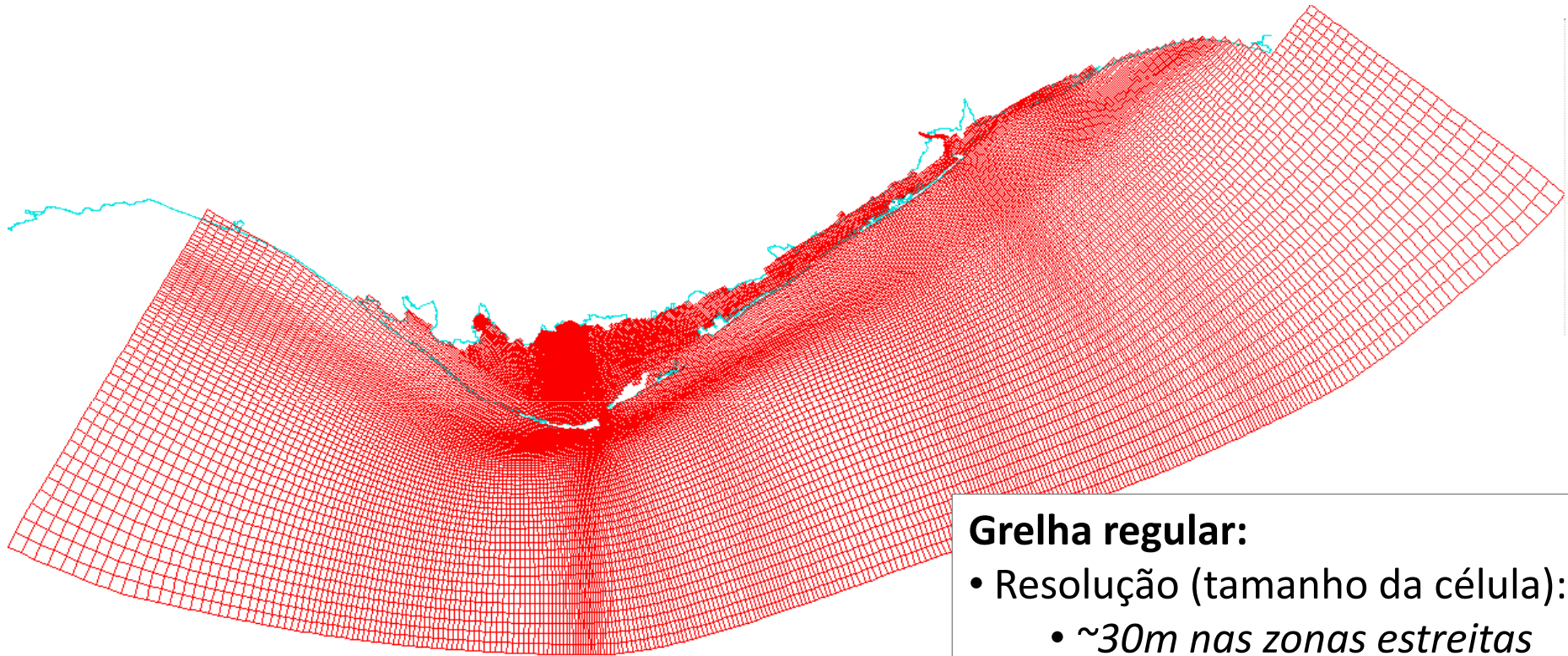
Fluxo
de água



Modelo
Ecológico
EcoWin2000

*Morfodinâmica
não é simulada*

Região de modelação



Desafios de simulação:

- Zonas intertidais: vazante e enchente
- Evaporação
- Ligação com processos de meso-escala

Grelha regular:

- Resolução (tamanho da célula):
 - *~30m nas zonas estreitas*
 - *~100m na ria*
 - *~500m na plataforma*
- Extensão:
 - *80 Km E-O*
 - *20 Km N-S*
- 30 000 células

Lagoa e plataforma costeira

- Processos-chave:
 - Resposta tidal
 - Vazante e enchente de zonas intertidais
 - Processos de evaporação
 - Circulação na plataforma
 - Estratificação na plataforma
- Modelo EcoWin2000: subida de escala
 - De 30 000 células para 52 caixas
- Condições de fronteira:
 - Maré: modelo global (FES2004)
 - Vento: estação meteorológica (Faro)
 - Calor: reanálise NCEP
 - Caudais fluviais: modelo SWAT
 - Meso-escala: modelo regional (ROMS)



Lagoa e plataforma – calibração

Calibração barotrópica (2D)

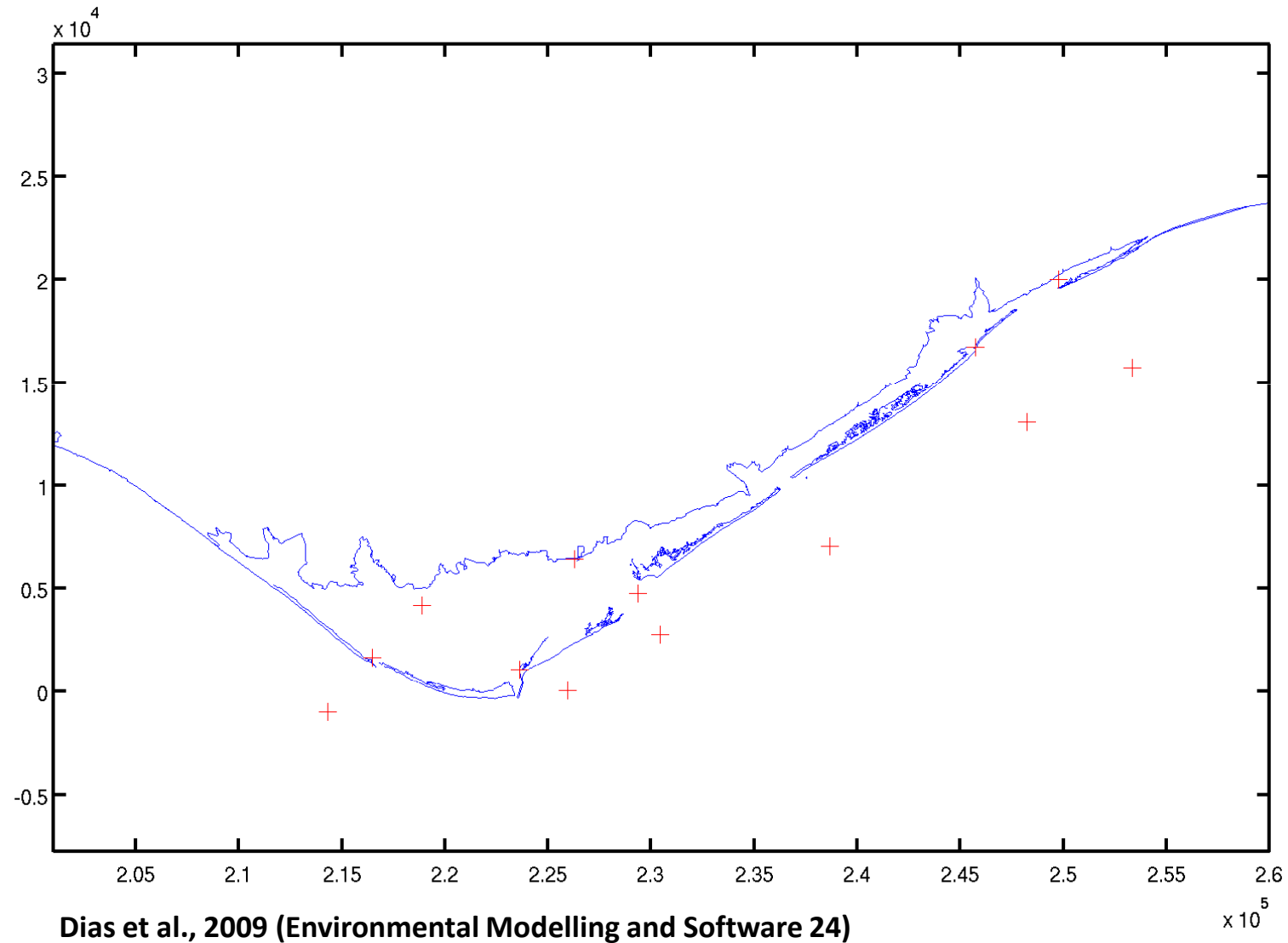
- Resposta tidal do nível da água: 1979 – 1980
- Resposta tidal da velocidade: 2001



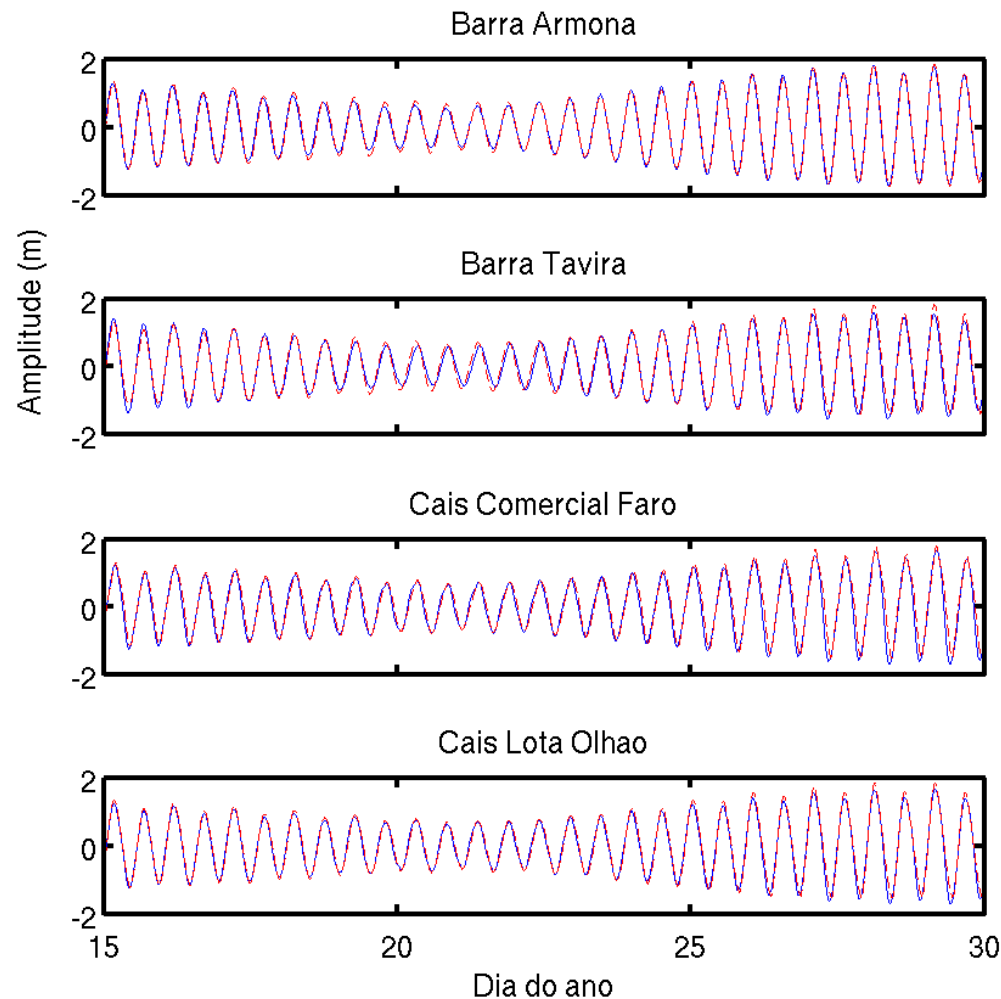
Calibração baroclínica (3D)

- Resposta ao forçamento atmosférico
 - Vento
 - Calor
- Resposta ao forçamento termohalino nas fronteiras
 - Temperatura e salinidade oceânica
 - Processos evaporativos
 - Entradas da bacia

Calibração do nível da água 1979-80



Resultados: barotrópica (2D) 1979-80



	Station	RMSE (m)	Skill
Barras	FO	0.088	0.997
	AR	0.108	0.996
	TV	0.230	0.979
Ria O	CC	0.214	0.981
	CL	0.137	0.993
	LFO	0.176	0.989
Exterior da Ria	SAN	0.203	0.985
	SAR	0.108	0.996
	SCA	0.216	0.982
	SFU	0.163	0.990
	STV	0.147	0.992

Fidelidade do modelo:

- Excelente nas barras fixas: Farol, Tavira
- Excelente na zona ocidental da Ria (entre Faro e Olhão)
- Barras móveis: apenas é possível representar fiavelmente a da Armona

Conclusões e perspectivas

	Bacia hidrográfica: SWAT	Ria Formosa: Delft3D-Flow
Trabalho realizado	<ul style="list-style-type: none">• Desenho do modelo<ul style="list-style-type: none">– Compilação e análise da informação disponível– Definição da área de estudo– Parameterização: práticas agrícolas e ETARs	<ul style="list-style-type: none">• Desenho do modelo<ul style="list-style-type: none">– Compilação e análise da informação disponível– Desenho da grelha• Aplicação do modelo<ul style="list-style-type: none">– Calibração/validação 2D
Em curso	<ul style="list-style-type: none">• Aplicação do modelo<ul style="list-style-type: none">– Calibração e validação– Análise de cenários	<ul style="list-style-type: none"><ul style="list-style-type: none">– Calibração/validação 3D– Análise de cenários