



Sistemas de previsão da circulação e da qualidade da água

Aplicação ao projeto CONNECT

Anabela Oliveira, Gonçalo de Jesus, Marta Rodrigues, André Fortunato e Ricardo Martins

Workshop de demonstração, LNEC, 13 de março de 2024

*CONNECT - local COastal moNitoriNg sErvicE for PorTugal
Copernicus Marine – User – EU Coastal Monitoring Pilot Demonstrations (22050-COP-INNO USER)*

Sistemas de previsão: prever a dinâmica costeira para os próximos dias

Forçamentos

Simulações de
previsão

Pos-processamento,
arquivo e visualização

Comparação com
redes em tempo
(quasi) real

Janeiro 2021						
Segunda-feira	Terça-feira	Quarta-feira	Quinta-feira	Sexta-feira	Sábado	Domingo
					1	2
3	4	5	6	7	8	9
10	11	12	13	14	15	16
17	18	19	20	21	22	23
24	25	26	27	28	29	30
31						

Dia
1

Janeiro 2021						
Segunda-feira	Terça-feira	Quarta-feira	Quinta-feira	Sexta-feira	Sábado	Domingo
					1	2
3	4	5	6	7	8	9
10	11	12	13	14	15	16
17	18	19	20	21	22	23
24	25	26	27	28	29	30
31						

Dia
2

Janeiro 2021						
Segunda-feira	Terça-feira	Quarta-feira	Quinta-feira	Sexta-feira	Sábado	Domingo
					1	2
3	4	5	6	7	8	9
10	11	12	13	14	15	16
17	18	19	20	21	22	23
24	25	26	27	28	29	30
31						

Dia 3



Valor societal dos sistemas de previsão

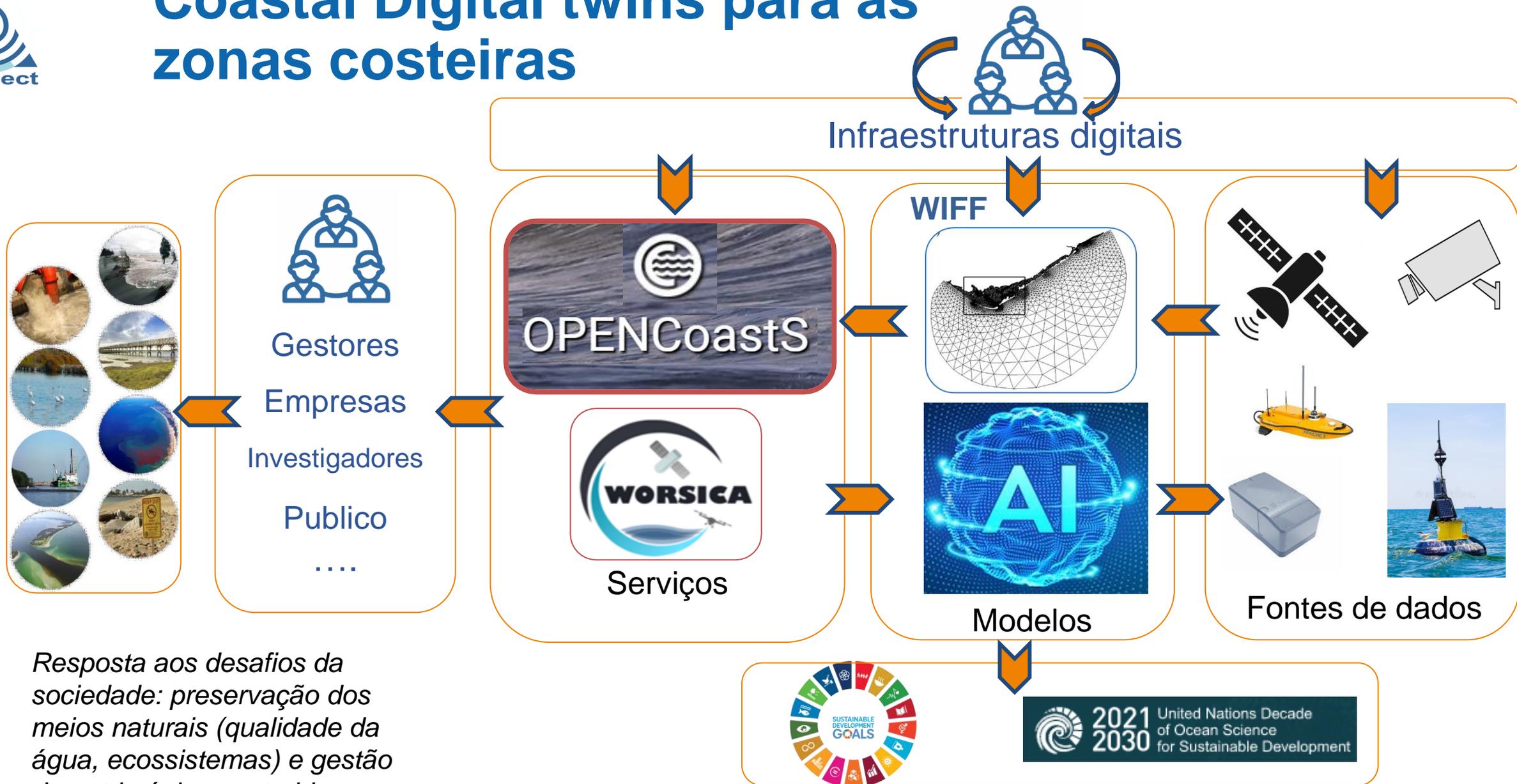
- Antecipar eventos de perigo e apoiar as respetivas ações de resposta à emergência
- Apoiar atividades de gestão corrente e de usufruto das zonas costeiras (navegação, dragagens e outras intervenções e utilizações no meio aquático)
- Criar conhecimento detalhado para apoiar a gestão, minimizando riscos e harmonizando usos conflitantes

Elemento central dos *Digital Twins das zonas costeiras*

Plataformas centradas nos utilizadores para criação de conhecimento, inovação e apoio à gestão utilizando modelos e previsão, análise da dados e serviços dedicados



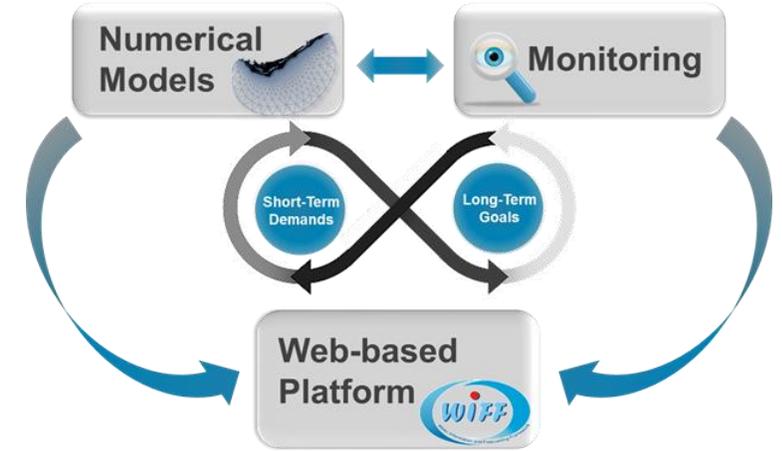
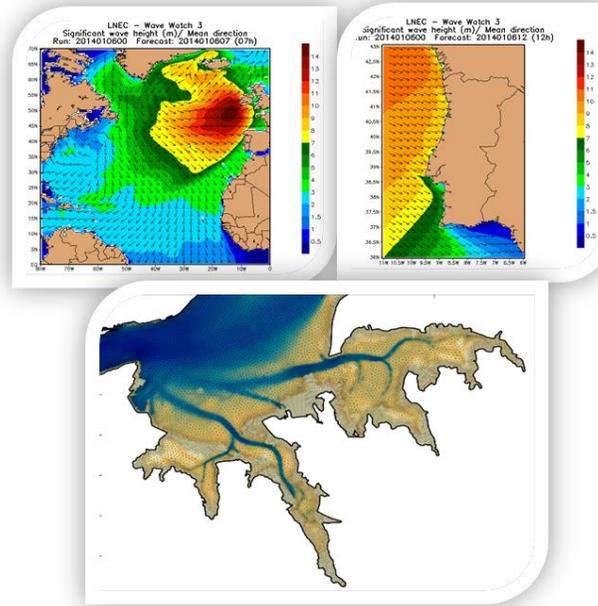
Coastal Digital twins para as zonas costeiras



Resposta aos desafios da sociedade: preservação dos meios naturais (qualidade da água, ecossistemas) e gestão do património construído

Metodologia para criar e operar um sistema de previsão de qualidade

waves tides flow storm
 precipitation river floods urban
 surge drainage floods urban



- Identificar os processos físicos relevantes

- Identificar as escalas espaciais e temporais relevantes
- Implementar modelos numericos com capacidade simultanea de resolver processos e suas escalas.
- Validá-los com dados de campo

- Implementar um Sistema de previsão em tempo real que, automatica e regularmente, antecipe a dinâmica costeira com precisão e robustez
- Disponibilizar os seus resultados aos utilizadores de modo amigável e ajustado aos usos

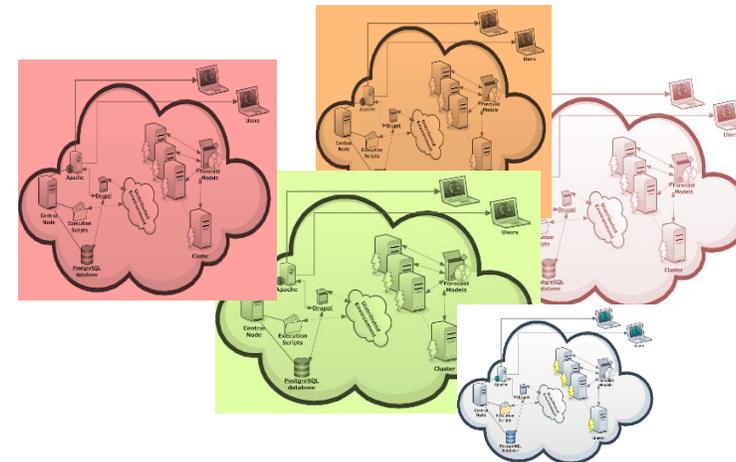
Limitações e desafios dos sistemas de previsão em tempo real

Limitações da maioria dos sistemas:

- Feito em cada local de raiz – difícil replicação e atualização
- Esforço considerável e necessidade de pessoal de TI para manutenção
- Controle de qualidade dificultado: diferentes modelos, de precisão variável e aplicados de forma individual – resultados não auditáveis de forma automática

Desafios

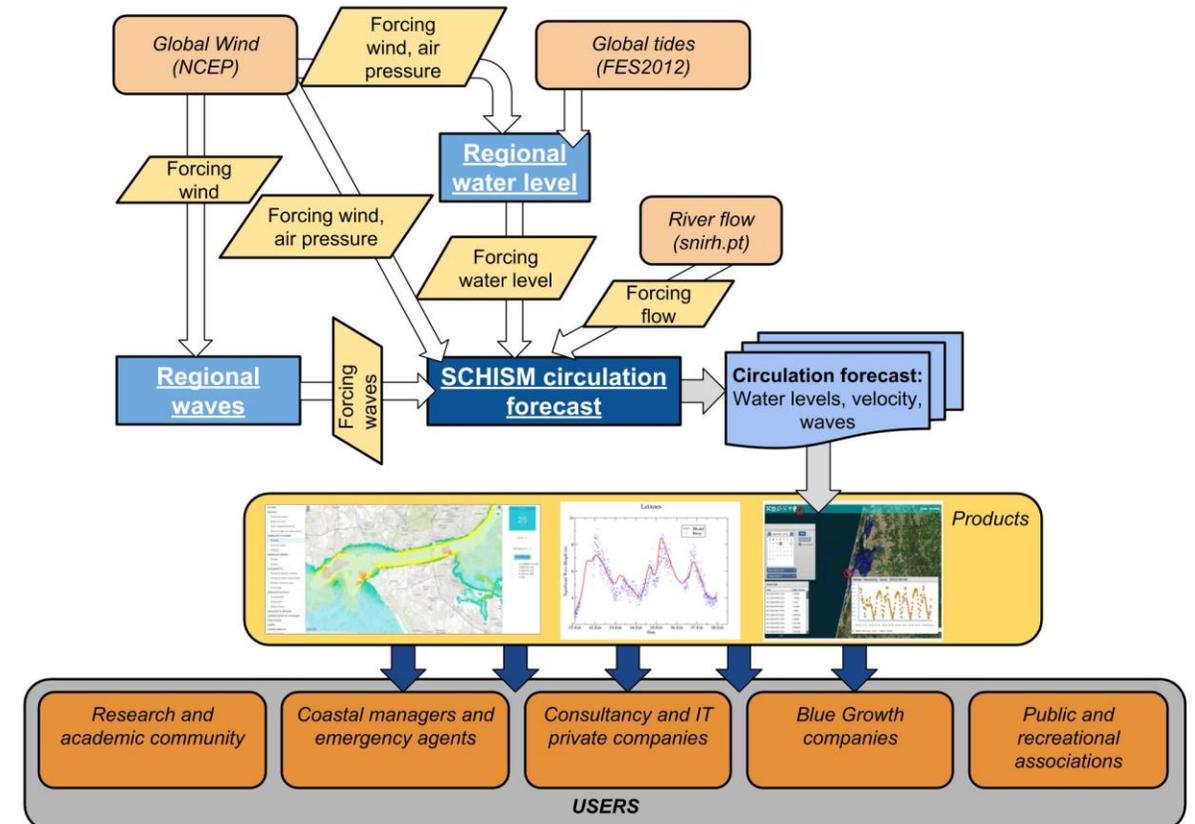
- Previsão em tempo real como um serviço
- Acessível a todos, uso simples para profissionais da área (mas não obrigatoriamente peritos em TI),
- Flexível nos modelos a usar, criado para crescer em abrangência de processos e de novos modelos e suas versões



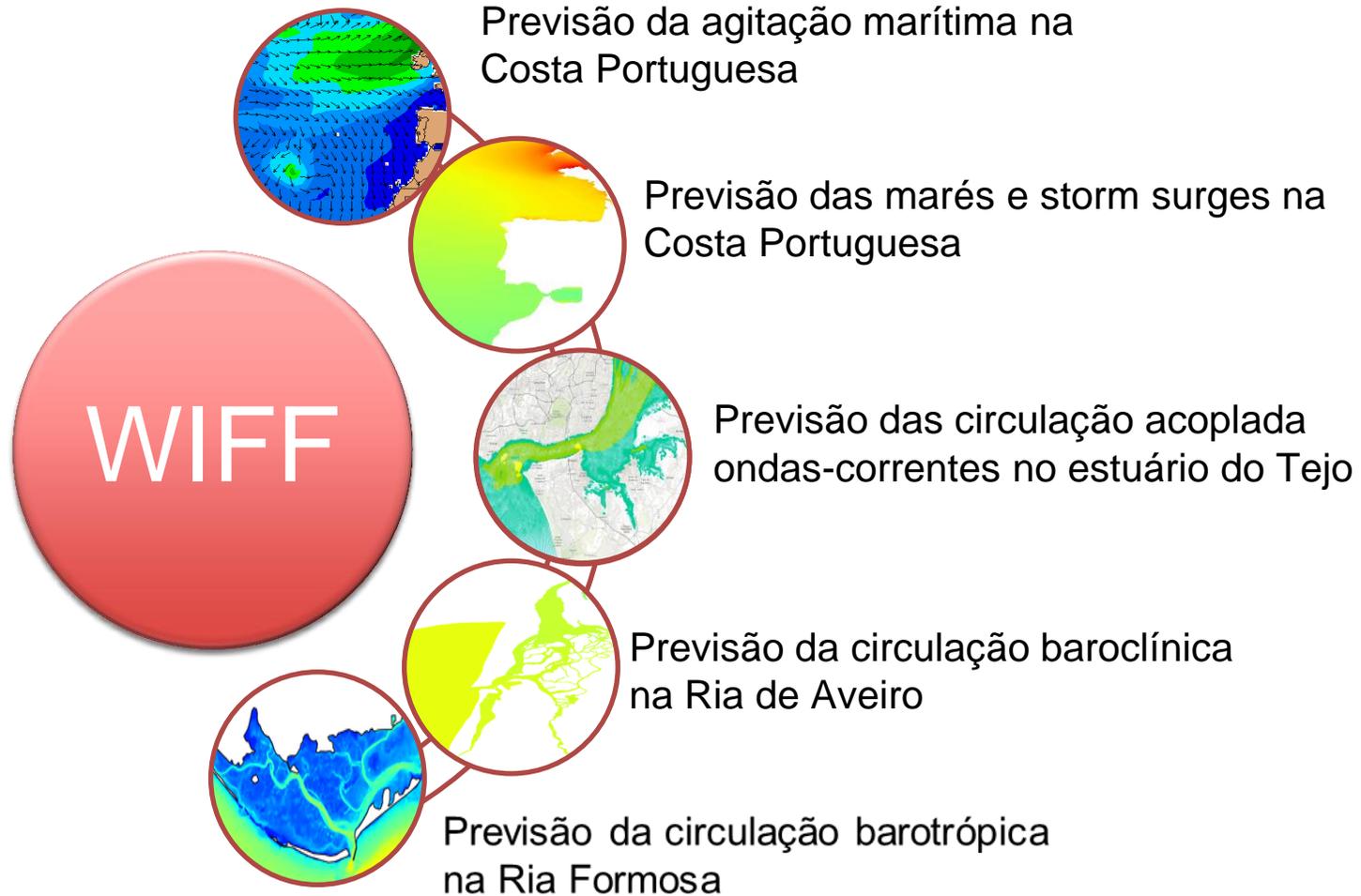
Infraestrutura de previsão em tempo real do LNEC

- *WIFF*

- Aplicável em qualquer Sistema costeiro
- Integra todos os processos relevantes (da circulação à qualidade da água; do rio ao oceano, incluindo o impacto das cidades)
- Gera previsões automáticas
- Baseado no Sistema de modelos SCHISM (malhas não estruturadas)



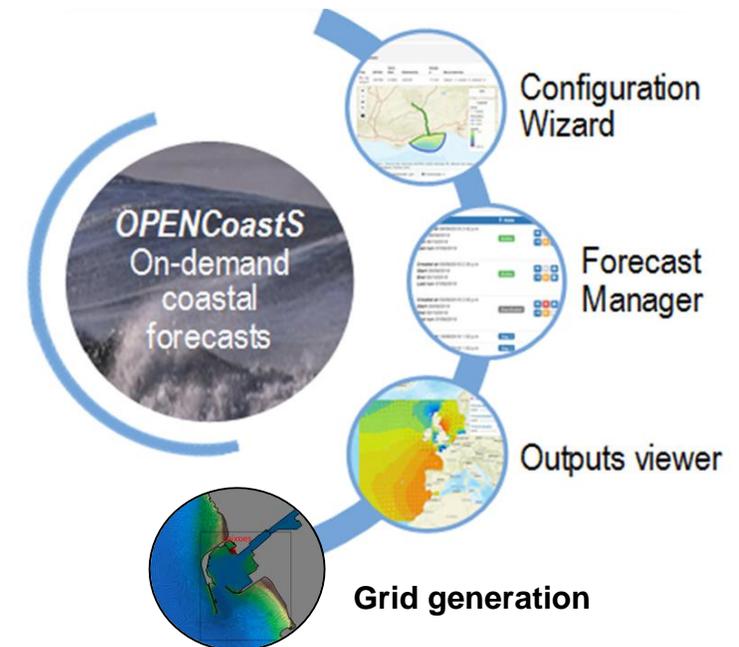
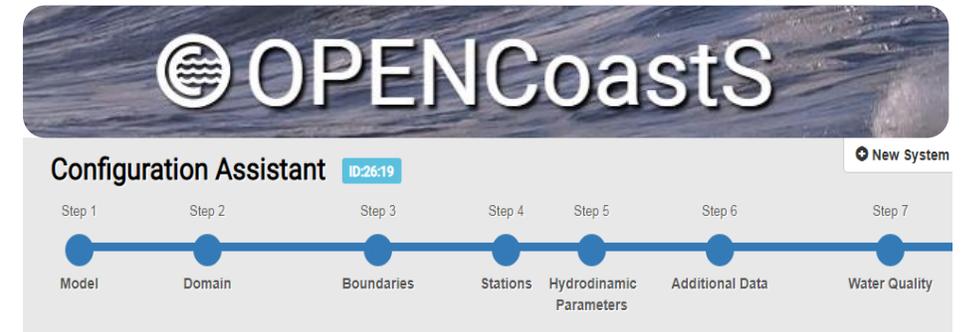
Infraestrutura de previsão em tempo real do LNEC – *exemplos de aplicação*



- Implementados pelo LNEC
- Motivação: criar um serviço Web para facilitar a criação dos sistemas de previsão de forma autónoma

O conceito e a plataforma OPENCoastS

- Criar e manter um sistema de previsão num local à escolha do utilizador
 - Interação com uma interface Web simples e guiada
 - Permitir a escolha do modelo, dos forçamentos e dos recursos computacionais a usar
 - Permitir a validação dos vários passos do estabelecimento de um sistema
 - Permitir a replicação rápida de um sistema ou o acerto de detalhes, sem repetir todos os passos
- Ciclo completo de previsão (inclui geração da malha se o utilizador não possuir a sua)



1ª fase (opcional): gerar a malha de cálculo

1. Gerar a malha horizontal com OCSMesh & JIGSAW
2. Melhorar a malha com NICEGRID



Assistente de geração de malhas ID:28:27 Nova geração Guardar

Passo 1 Passo 2 Passo 3 Passo 4 Passo 5 Passo 6 Passo 7 Passo 8

Domínio Horizontal Resolução da malha Gerar malha Interpolar batimetria Determinar fronteiras Download Malha Horizontal Geração da malha vertical Resumo

Gerar malha ? i

Neste passo o utilizador pode pedir para ser gerada a malha com os parâmetros definidos nos passos anteriores.

Gerar e visualizar (*)
Para avançar para o passo seguinte, tem que gerar a malha, clicando no botão abaixo. Será apresentado o número de nós e elementos, e a possibilidade de salvar o ficheiro para o disco.

Gerar malha

Melhorar malha
É possível melhorar a estrutura da malha:

1. Escolha o algoritmo:
 Nicegrid4 Springs
2. Correr:

Melhorar malha

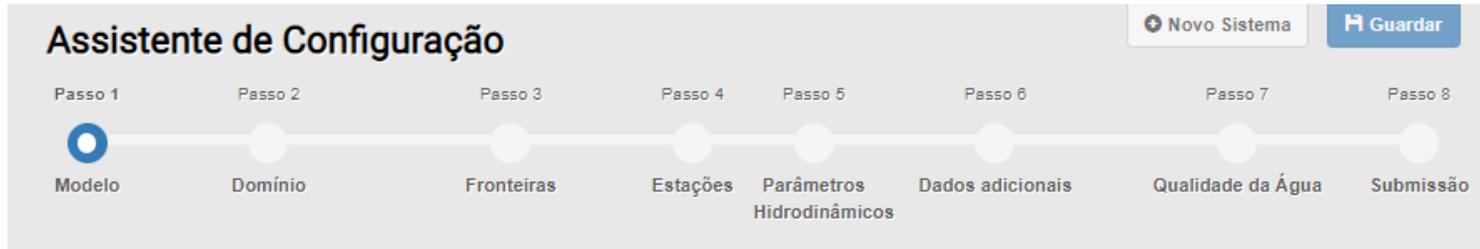
A malha nicegrid4 tem 26784 nós e 51300 elementos. Quer mesmo assim aceitar ou rejeitar malha melhorada?

Ver sumário **Aceitar** **Rejeitar**

← Anterior Concluir passo →



2º Fase: Criar uma aplicação (3D com qualidade da água no OPENCoastS)



Passo 1: Selecionar a configuração, versão do modelo e duração

Passo 2: Carregar e validar as malhas horizontais e verticais

Passo 3: Especificar as condições de fronteira

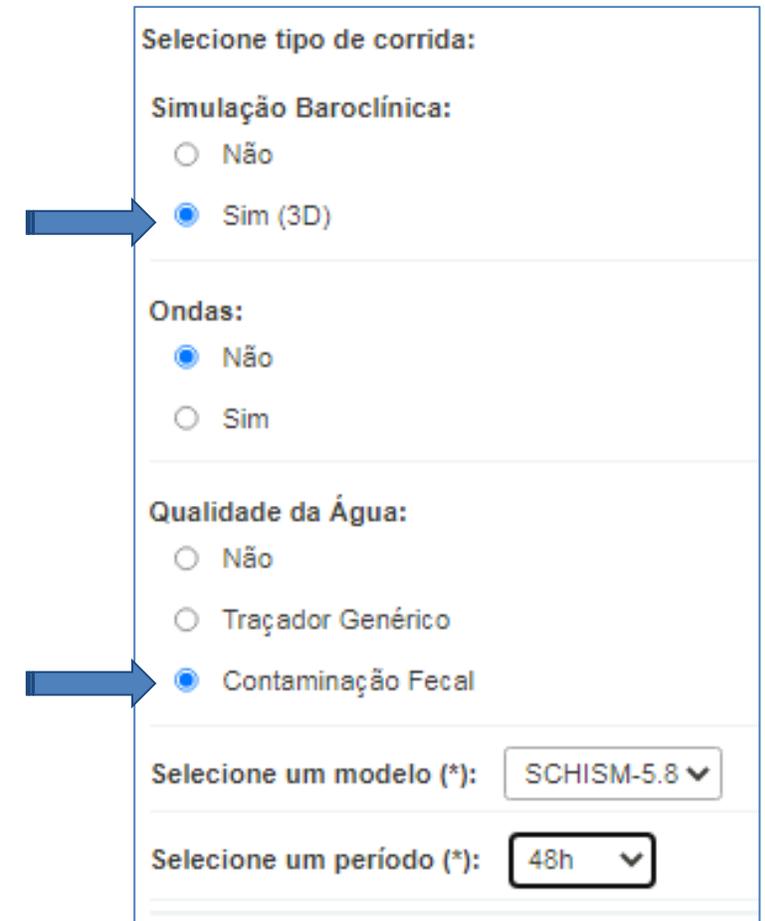
Passo 4: Definir estações para séries temporais

Passo 5: Definir os parâmetros físicos e numéricos hidrodinâmicos

Passo 6: Definir os parâmetros com variação espacial

Passo 7: Definir condições fronteira, iniciais e fontes da qualidade

Passo 8: Rever e submeter



Seleção tipo de corrida:

Simulação Baroclínica:

Não

Sim (3D)

Ondas:

Não

Sim

Qualidade da Água:

Não

Traçador Genérico

Contaminação Fecal

Selecione um modelo (*): SCHISM-5.8 ▼

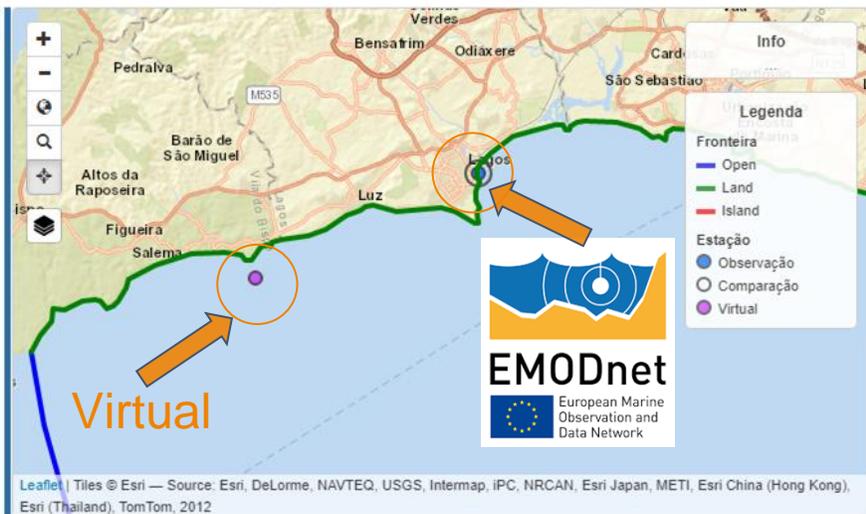
Selecione um período (*): 48h ▼

Exemplo de uma tarefa: comparação com dados e sensores

Configuration Assistant ID:26:19 New System

Step 1 Model Step 2 Domain Step 3 Boundaries **Step 4 Stations** Step 5 Hydrodynamic Parameters Step 6 Additional Data Step 7 Water Quality

Nome	Latitude	Longitude	Comparação
<input checked="" type="checkbox"/> LagosTG	37.10000	-8.66670	LagosTG (37.10000, -8.66670)
<input checked="" type="checkbox"/> teste	37.055254	-8.786659	



Virtual

EMODnet
European Marine Observation and Data Network

Proposta automática (EMODNET) →

Sensor virtual definido pelo utilizador →

3ª e 4ª Fases: Gestor de aplicações e visualizador

Forecast Systems

ID	Model	Name	Dates	State
79	SCHISM, v5.4.0 (48h)	my youtube forecast	Created at 06/09/2018 3:42 p.m. Start 06/09/2018 End 06/10/2018 Last run 07/09/2018	Active
77	SCHISM, v5.4.0 (48h)	teste_prep_imum2	Created at 05/09/2018 2:35 p.m. Start 05/09/2018 End 05/10/2018 Last run 07/09/2018	Active
76	SCHISM, v5.4.0 (48h)	teste_prep_imum	Created at 05/09/2018 2:00 p.m. Start 05/09/2018 End 05/10/2018 Last run 07/09/2018	Deactivated
68	SCHISM, v5.4.0 (48h)	teste de carga2	Created at 10/08/2018 1:53 p.m.	Step 3
57	SCHISM, v5.4.0 (48h)	teste de carga1	Created at 10/08/2018 1:58 p.m.	Step 3

Annotations:

- Checking the status and the settings of my runs
- Clone it – duplicate to change: b.c., parameters, outputs
- Re-activate a deactivated system or eliminate it
- Return to Conf. Assist. to continue to setup my forecast

Many states are possible:

- “step k” – in construction, we can continue later or just eliminate it
- Active – we can deactivate, clone it, check it,...
- Deactivated – we can activate it again or eliminate it

Gestor

Visualizador

Forecast Systems

- ID:66, manual test using a sample grid
- ID:63, PRISM2018 - v1
- ID:61, Tejo-APL07
- ID:60, Avade
- ID:57, avioio do forecast atual - FES2014
- ID:56, La Rochelle large grid - FES2014
- ID:54, Tejo-APL07 - FES2014

Charts

Elevation

Velocity

Map

Legend

Area: Global

Station: Observation, Comparison, Virtual

ID:66 Velocity

ID:66 Elevation

2018-08-09 01:00

CONNECT: Portal Web dedicado

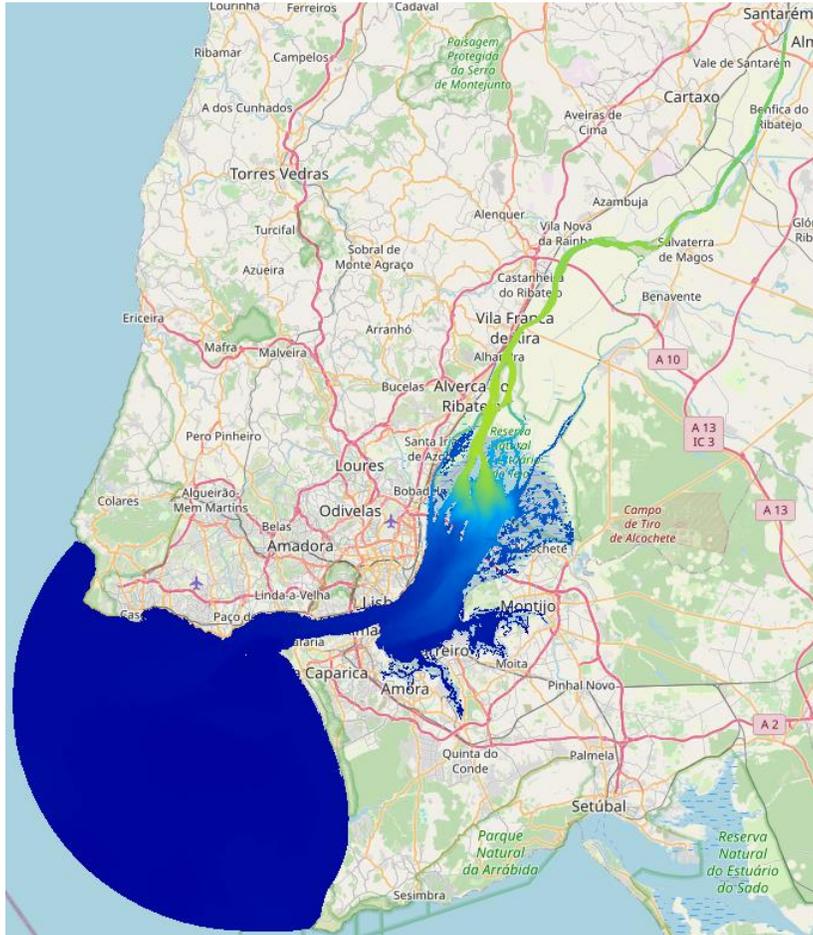
CONNECT: Previsão da circulação e da inundação no estuário do Tejo

Modelo 2D

- utiliza o modelo SCHISM
- simula níveis, velocidades e agitação marítima
- forçamentos: níveis e velocidades (CMEMS-IBI), agitação marítima (WW3-LNEC), vento e pressão atmosférica (MeteoGalicia ▷ IPMA), caudal (SNIRH ▷ IA)
- vocacionado para a navegação e para a inundação marginal
- domínio de cálculo inclui muitas zonas marginais do estuário
- resolução horizontal: 3 – 1600 m (50-100 m no estuário)
- Desenvolvido no OPENCoastS



CONNECT: Previsão da circulação baroclinica e da biogeoquimica



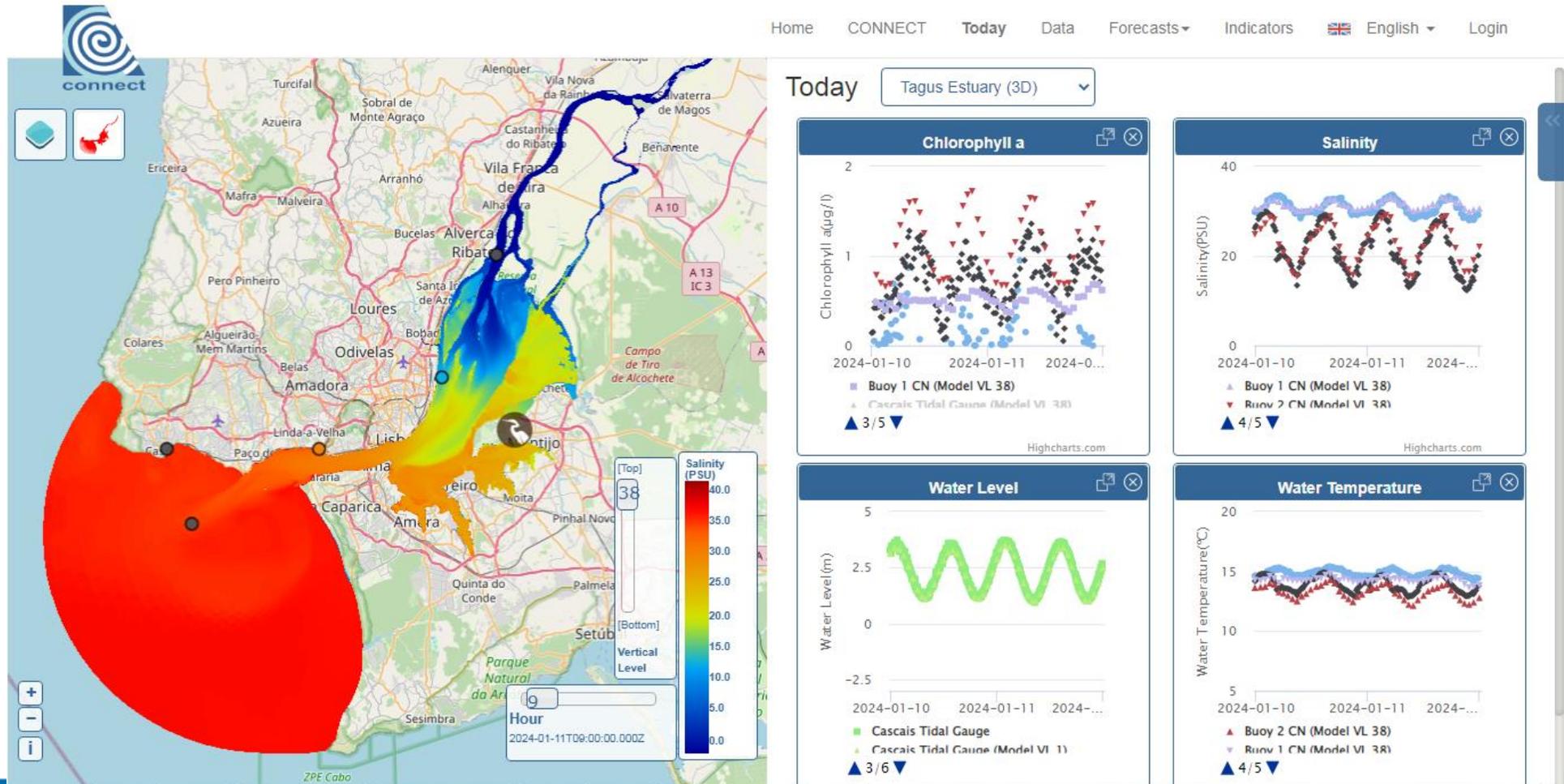
Clorofila a

Modelo 3D

- utiliza o modelo SCHISM
- Simula níveis, velocidades, salinidades, temperaturas, nutrientes, oxigénio dissolvido e clorofila-a
- forçamentos: níveis, velocidades, temperatura, salinidade, qualidade da água (CMEMS-IBI), vento, pressão atmosférica, temperatura do ar, radiação (MeteoGalicia ▷ IPMA), caudal (SNIRH ▷ IA)
- vocacionado para a qualidade da água
- resolução horizontal: 5 – 1600 m (50-100 m no estuário)
- Resolução vertical: 30 níveis S, 9 níveis Z
- Desenvolvido diretamente no WIFF (modelo biogeoquímico)

Acesso aos resultados e dados do projeto CONNECT

Portal WebGIS dedicado - connect-portal.inec.pt/connect/ (mais detalhes na próxima apresentação)





Conclusões

- Os serviços WIFF e OPENCoastS permitem criar aplicações de previsão para apoio à gestão das zonas costeiras
- O uso de modelos de elevada resolução e a disponibilidade de dados em tempo real, combinados com o fornecimento de condições de fronteira robustas como os serviços CMEMs, permitem produtos de confiança
- A disponibilização aberta dos serviços, dos dados e dos produtos permite envolver os utilizadores e ajudar-nos a melhorar o nosso trabalho
- Perguntas?