

# SISTEMAS DE PREVISÃO E ALERTA DE SITUAÇÕES DE EMERGÊNCIA EM ZONAS COSTEIRAS E PORTUÁRIAS

**Conceição Juana Fortes,  
Anabela Oliveira,**

Maria Teresa Reis, André B. Fortunato, Pedro Poseiro, João Rogeiro, Liliana Pinheiro, Alberto Azevedo, Marta Rodrigues, Ana Mendes, Joana Teixeira

*Departamento de Hidráulica e Ambiente*

Pedro Lopes, Tiago Garcia, José Carlos Ferreira, André Sabino, Armanda Rodrigues, Eduardo de Azevedo, João Alfredo Santos,

*Universidade Nova, Universidade dos Açores, ISEL*

# Sumário

- Motivação
- Sistemas de previsão e alerta: objetivos
- Metodologia para estabelecimento e operação de sistemas de previsão e alerta
- Sistemas de previsão em tempo real e alerta do LNEC
  - Zonas costeiras: WIFF – *Water Information Forecast Framework*
  - Zonas portuárias: Sistema HIDRALERTA
- Desafios futuros

# Motivação: Zonas Costeiras

- Emergências: inundações, erosão, contaminação, derrames
- Impactos: segurança de pessoas e bens, saúde pública, atividades recreativas, preservação dos ecossistemas



# Motivação

Costa da Caparica, 6 de janeiro de 2014 Delgada, 15 de dezembro de 2016



# Motivação

É assim necessário:

- Prever situações de emergência em zonas costeiras e portuárias
- Estabelecer mapas de risco para um correto planeamento
- Alertar as entidades responsáveis em situações de emergência



## Sistemas de previsão e alerta

# Sistemas de previsão e alerta: objetivos

JUNHO 2017						
DOM	SEG	TER	QUA	QUI	SEX	SÁB
28	29	30	31	01	02	03
04	05	06	07	08	09	10
11	12	13	14	15	16	17
18	19	20	21	22	23	24
25	26	27	28	29	30	01



- Antecipar eventos de perigo e suportar ações de emergência
- Apoiar decisões de planejamento que permitam minimizar a exposição

*Minimizar a perda de vidas e reduzir prejuízos económicos e ambientais*

# Limitações atuais nos sistemas de previsão e alerta

- Ferramentas dispersas não permitem análise integrada dos eventos: risco e emergência desarticulados
- Instrumentos de previsão expeditos que não tiram partido do melhor conhecimento e capacidade de simulação já existente;
- Análises de âmbito limitado, não incluindo todos os forçamentos e processos relevantes; instrumentos específicos a casos de estudo, pouco validados e exigindo esforço de desenvolvimento e manutenção acrescido
- Integração limitada com avanços em TI



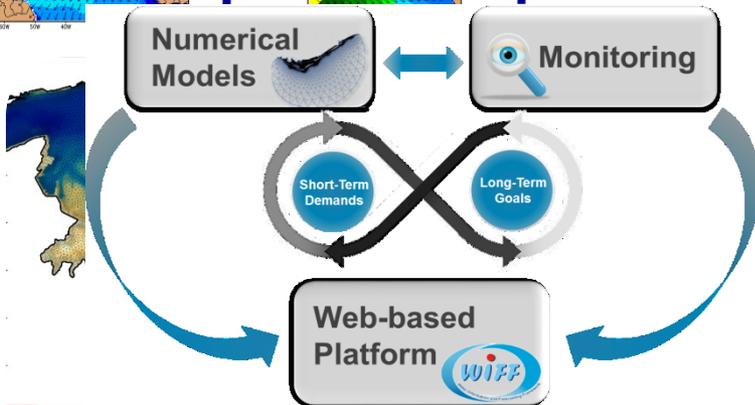
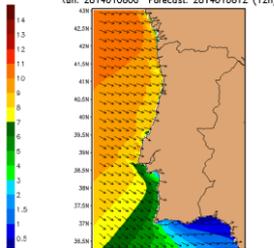
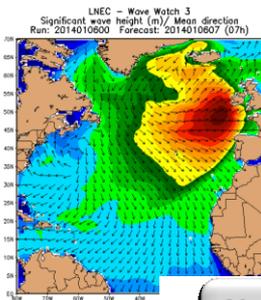
# Metodologia para estabelecimento e operação de sistemas de previsão e alerta

> Identificação dos processos relevantes

waves, tides, flow, river, storm, precipitation, floods, urban

> Identificação das escalas espaciais relevantes

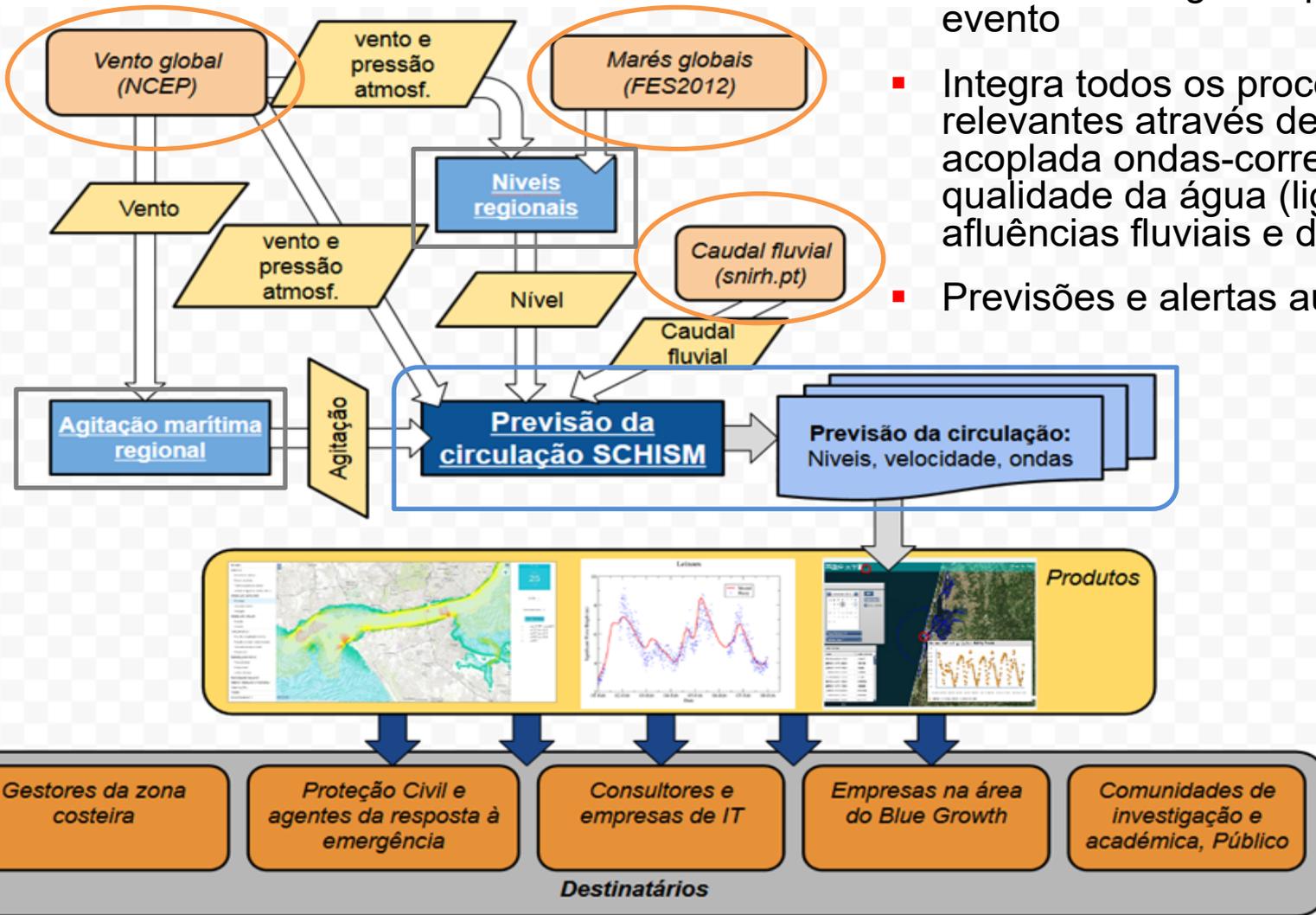
> Implementação dos instrumentos de modelação com capacidade simultânea de representar os processos e as escalas



> Implementação do sistema de previsão e alerta em tempo real que permite assegurar de forma automática e diária a antecipação de eventos com fiabilidade, robustez e aferição automática com dados de campo

# Plataforma de previsão e alerta em tempo real para zonas costeiras - WIFF

- Aplicável em qualquer zona costeira Portuguesa para qualquer evento
- Integra todos os processos relevantes através de modelação acoplada ondas-correntes-qualidade da água (ligação afluências fluviais e das cidades)
- Previsões e alertas automáticos

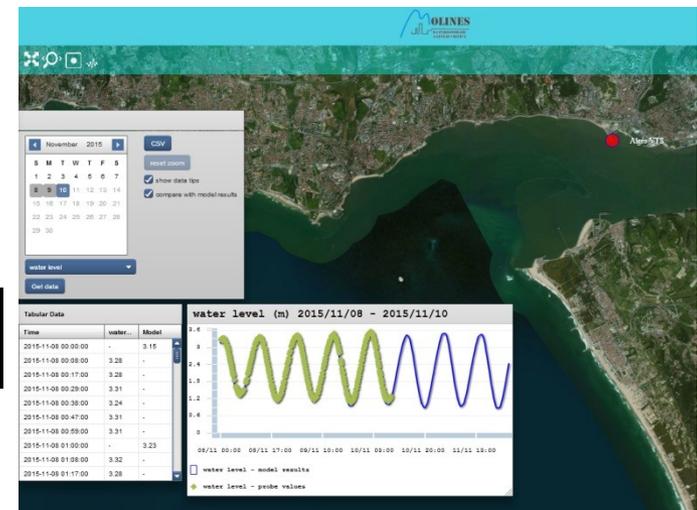


# WIFF - Plataforma WebSIG para gestão e apoio à emergência

- Um ponto único de acesso a toda a informação para apoio à gestão da informação: *análise de risco e alerta*
- Acesso rápido à informação georeferenciada usando a Web, em qualquer plataforma: *adaptável ao recurso usado*
- Produtos a pedido e importação de informação dos agentes no terreno



Web



# Plataforma WIFF para gestão do risco e emergência de inundação

← [ariel.lnec.pt/molines/#/login](http://ariel.lnec.pt/molines/#/login)

**Alertas para o dia de hoje (Previsão de 2016-06-20 00:00:00 a 2016-06-22 00:00:00)**

Zona Sem alerta Baixo Medio Alto

**INUNDAÇÃO ESTUARINA**

Previsão

**FORÇAMENTOS**

Previsão da agitação marítima

Previsão de maré e sobrelevação

Sensores virtuais de níveis

**AVALIAÇÃO DE RISCO**

Vulnerabilidade

Perigosidade

Análise de risco



# Sistema de alerta na costa Portuguesa



LABORATÓRIO NACIONAL DE ENGENHARIA CIVIL

Virtual Sensors

- Significant wave height
- Water level

To convert to Portuguese Hydrographic Datum (ZH Portugal) add 2.22 meters  
To convert to Cascais Hydrographic Datum (ZH Cascais) add 2.30 meters

Forecasts

- Regional Wave Forecast
- Portuguese Shelf Wave Forecast
- Regional Tide and Surge Forecast
- Alert for the Portuguese Coast
  - Description
  - Alert bulletin
  - Virtual Sensors
- Aveiro Forecast
- Tejo Forecast
- Publications
- Development Team

User login

Username: \*  
spres

Password: \*  
●●●●●●●●

BOLETIM DIÁRIO - ALERTA CONDIÇÕES DO MAR - COSTA OCIDENTAL

Gerado às 09:40 10/05/2016

Para mais informação consulte a página: <http://ariel.lnec.pt/molines>

REAL-TIME DATA

**NÍVEIS DE ALERTA DE INUNDAÇÃO**

	SEM RISCO	BAIXO	MODERADO	ELEVADO
<b>PREVISÃO 48H</b>				
<b>DIA 10</b>				
Altura significativa (m)	3.54	2.85	3.00	
Nível da água (m ZH)	1.66	2.13	1.99	
<b>DIA 11</b>				
Altura significativa (m)	3.40	2.46	2.09	
Nível da água (m ZH)	1.39	1.82	1.67	

Mapa de Portugal com sensores virtuais: Agitação Norte, Níveis Norte, Agitação Centro, Níveis Centro.

Gráfico: significant wave height (meters) 2016/06/05 - ...

Time	significant wa...
2016-06-05 00:00:00	0.83
2016-06-05 01:00:00	0.83
2016-06-05 02:00:00	0.84
2016-06-05 03:00:00	0.86
2016-06-05 04:00:00	0.87
2016-06-05 05:00:00	0.88
2016-06-05 06:00:00	0.89
2016-06-05 07:00:00	0.9
2016-06-05 08:00:00	0.91
2016-06-05 09:00:00	0.91

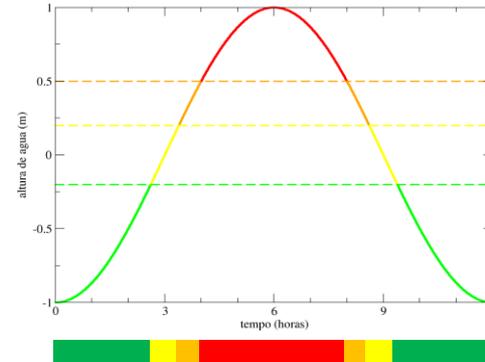
Período de retorno: 2 anos, 5 anos, 10 anos

FCT Fundação para a Ciência e a Tecnologia  
MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E ENSINO SUPERIOR

- Boletim de alerta: suportado por previsões em três sensores virtuais na zona ocidental Norte, Centro e Sul de Portugal

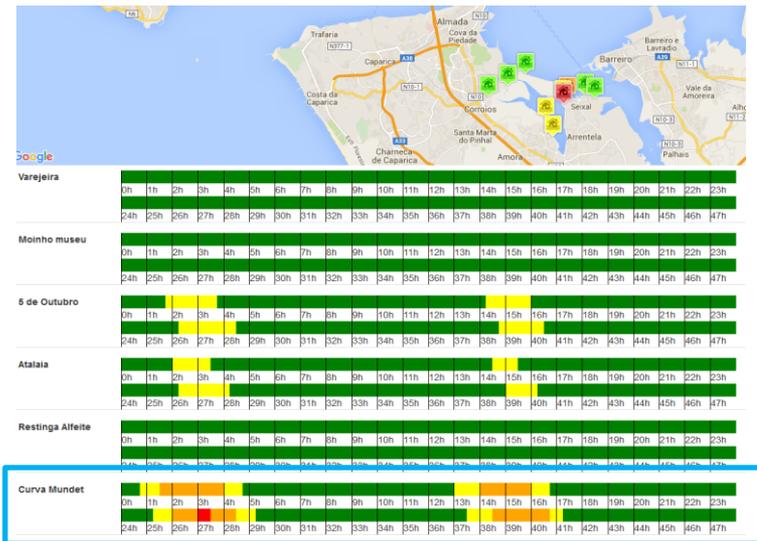
# Sistema de alerta para a Baía do Seixal

- Visão integrada do alerta em todos os pontos
- Organização espacial ancorada em pontos críticos definidos pela Proteção Civil
- Séries temporais de alturas com *thresholds*



**Critério dos alertas**  
H – altura de água (m)

- -  $0,20 \text{ m} < H$
- -  $0,20 \text{ m} \leq H < 0,50 \text{ m}$
- -  $0,50 \text{ m} \leq H < 0,80 \text{ m}$
- -  $H \geq 0,80 \text{ m}$

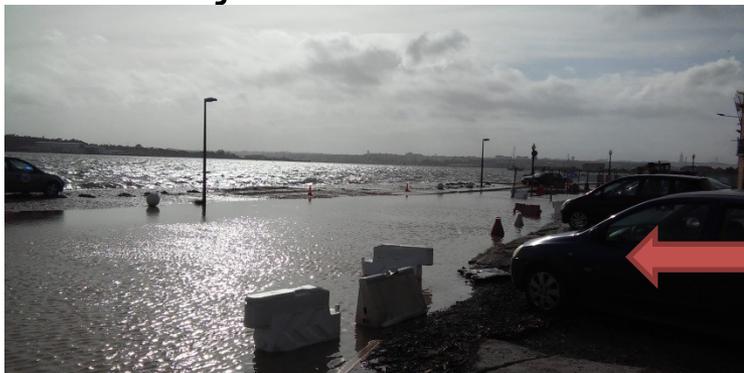


Captura de tela do sistema de alerta. O menu de navegação inclui: LOGIN, ALERTAS, Resumo dos alertas, Visão integrada dos alertas, Alturas de água nos pontos críticos, INUNDAÇÃO ESTUARINA, INUNDAÇÃO URBANA, FORÇAMENTOS, e AVALIAÇÃO DE RISCO. O mapa mostra a localização dos pontos críticos e o nível de alerta. O gráfico de altura de água mostra a variação da altura de água ao longo de 12 horas para o ponto Curva Mundet.

Time	water height (m)
2015-11-11 00:55:00	-1.18
2015-11-11 00:55:00	-1.19
2015-11-11 01:00:00	-1.14
2015-11-11 01:00:00	-1.15
2015-11-11 01:05:00	-1.1
2015-11-11 01:05:00	-1.1
2015-11-11 01:10:00	-1.05
2015-11-11 01:10:00	-1.05
2015-11-11 01:15:00	-1.01

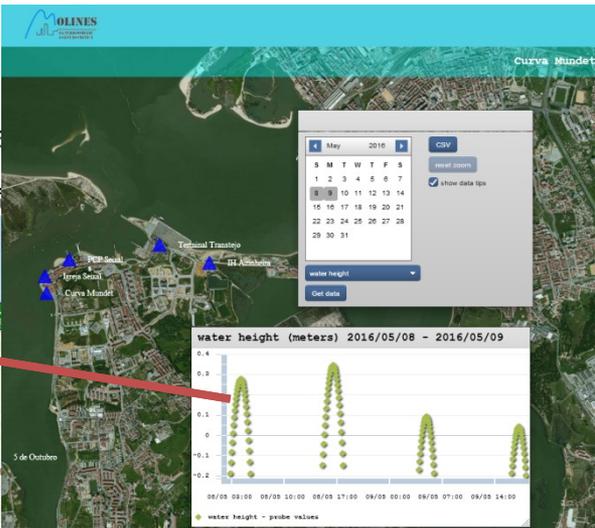
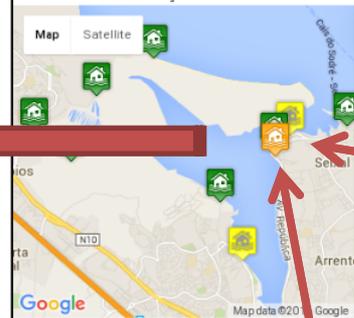
# Validação operacional: evento de 8 e 9 de maio de 2016

- Validação do sistema apoiada pela Proteção Civil local



BOLETIM DIÁRIO - ALERTA DE INUNDAÇÃO  
SEIXAL  
08-09/05/2016

ALERTAS DE INUNDAÇÃO DAS MARGENS ESTUARÍAS



		0h	1h	2h	3h	4h	5h	6h	7h	8h	9h	10h	11h	12h	13h	14h	15h	16h	17h	18h	19h	20h	21h	22h	23h	
Varejeira	08/05/2016 09/05/2016																									
Aquários	08/05/2016 09/05/2016																									
Corroios																										
Moinho museu	08/05/2016 09/05/2016																									
5 de Outubro	08/05/2016 09/05/2016																									
Atalaia	08/05/2016 09/05/2016																									
Restinga Alfeite	08/05/2016 09/05/2016																									
Curva Mundet	08/05/2016 09/05/2016																									
Igreja Seixal	08/05/2016 09/05/2016																									
PCP Seixal	08/05/2016 09/05/2016																									
IH Azinheira	08/05/2016 09/05/2016																									
Terminal	08/05/2016 09/05/2016																									

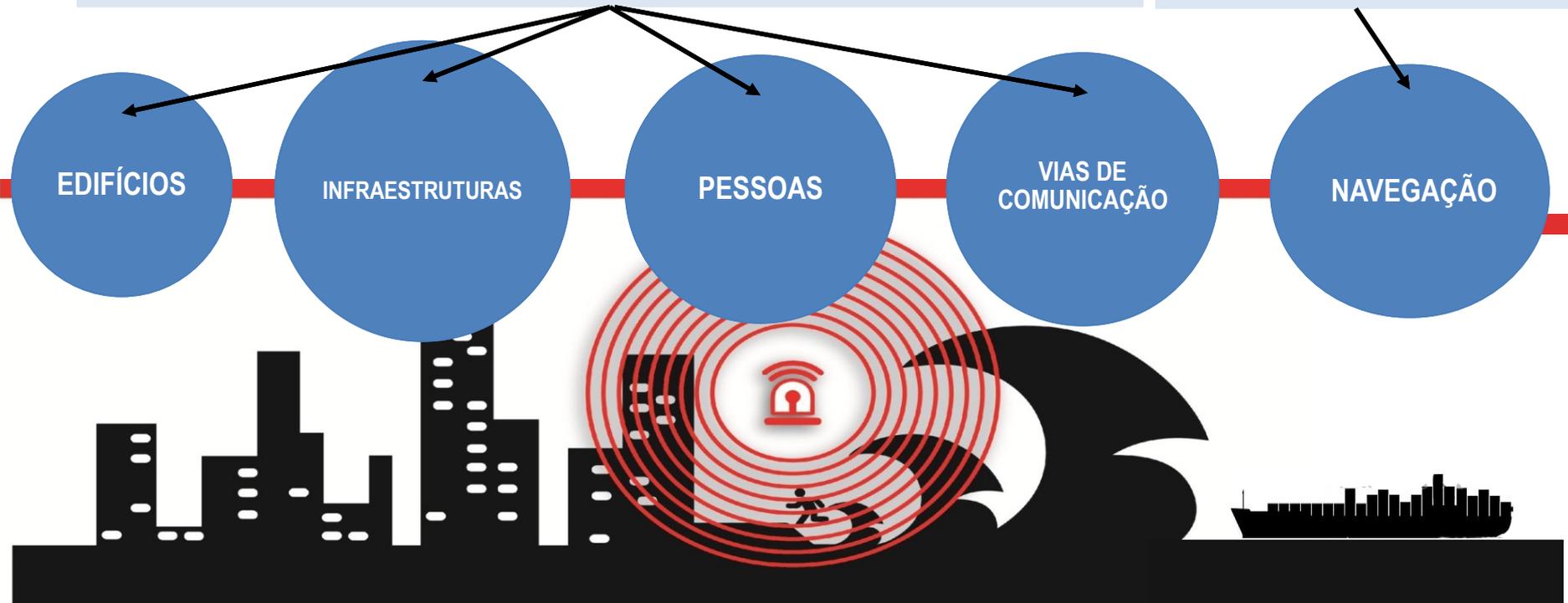
Fotos gentilmente cedidas pelos  
Serviços de Proteção Civil da C.M.  
Seixal

# Sistema HIDRALERTA

**HIDRALERTA** - Sistema de previsão, alerta e avaliação do risco associado ao galgamento, inundação e navegação em zonas portuárias e costeiras

- Avaliação das consequências do galgamento e inundação

- Comportamento do navio amarrado
- Entrada/saída no porto



# Sistema HIDRALERTA

## SISTEMA DE PREVISÃO E ALERTA

AVALIAÇÃO, EM TEMPO REAL, DE SITUAÇÕES DE EMERGÊNCIA E EMISSÃO DE ALERTAS PARA AS ENTIDADES COMPETENTES

(utilização de previsões da agitação marítima a 72 horas)

## SISTEMA DE AVALIAÇÃO DO RISCO

PRODUÇÃO DE MAPAS DE RISCO QUE CONSTITUAM UMA FERRAMENTA DE APOIO À DECISÃO PELAS ENTIDADES COMPETENTES

(utilização de longas séries temporais de previsões da agitação marítima ou com cenários pré-definidos associados às mudanças climáticas e/ou eventos extremos)

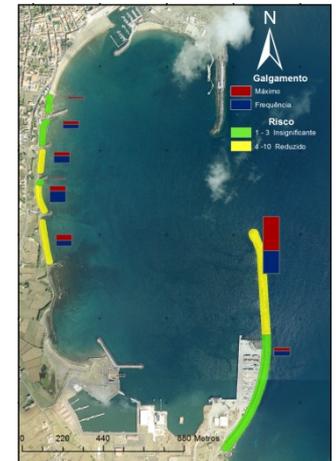
(Alerta)

72 horas

# Sistema HIDRALERTA

## Arquitetura

### III - Avaliação do risco



### II – Efeitos da agitação marítima



Galgamento  
Inundação  
Navegação

### I - Caracterização da agitação marítima



Modelos Numéricos

### IV - Sistema de alerta



# Sistema HIDRALERTA

## Arquitetura



# Sistema HIDRALERTA

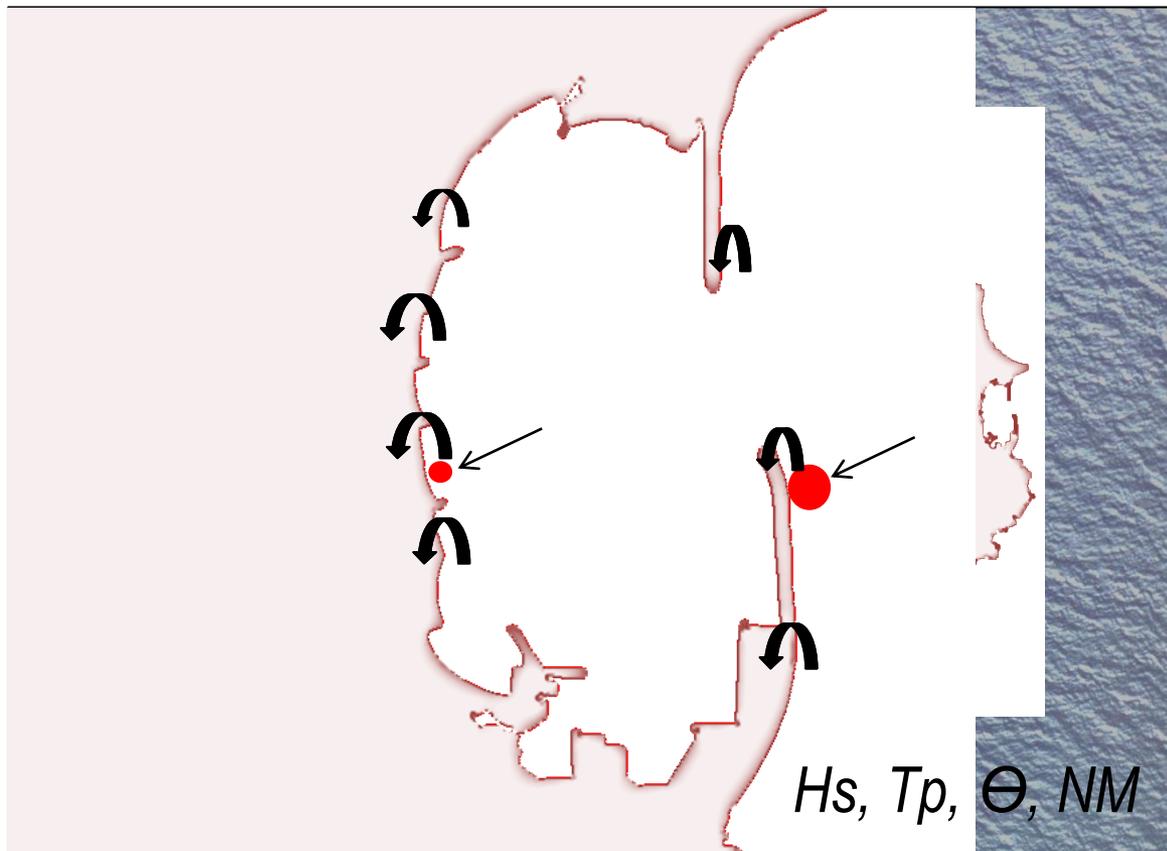
WWIII

SWAN

DREAMS

NN OVERTOPPING

ALERTA



AGITAÇÃO MARÍTIMA AO LARGO

CÁLCULO DO GALGAMENTO

AGITAÇÃO MARÍTIMA JUNTO À COSTA

AGITAÇÃO MARÍTIMA NO INTERIOR DO PORTO

ALERTA QUANDO O GALGAMENTO EXCEDE OS VALORES PRÉ-ESTABELECIDOS

AGITAÇÃO MARÍTIMA JUNTO À ESTRUTURA

# Sistema HIDRALERTA



Modelo desenvolvido em  
PYTHON

acoplamento dos modelos  
automatização do sistema  
integração do sistema na  
Web

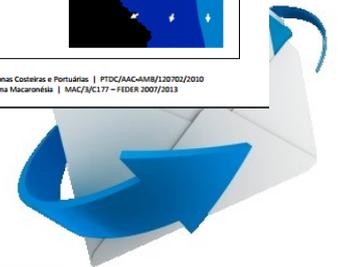
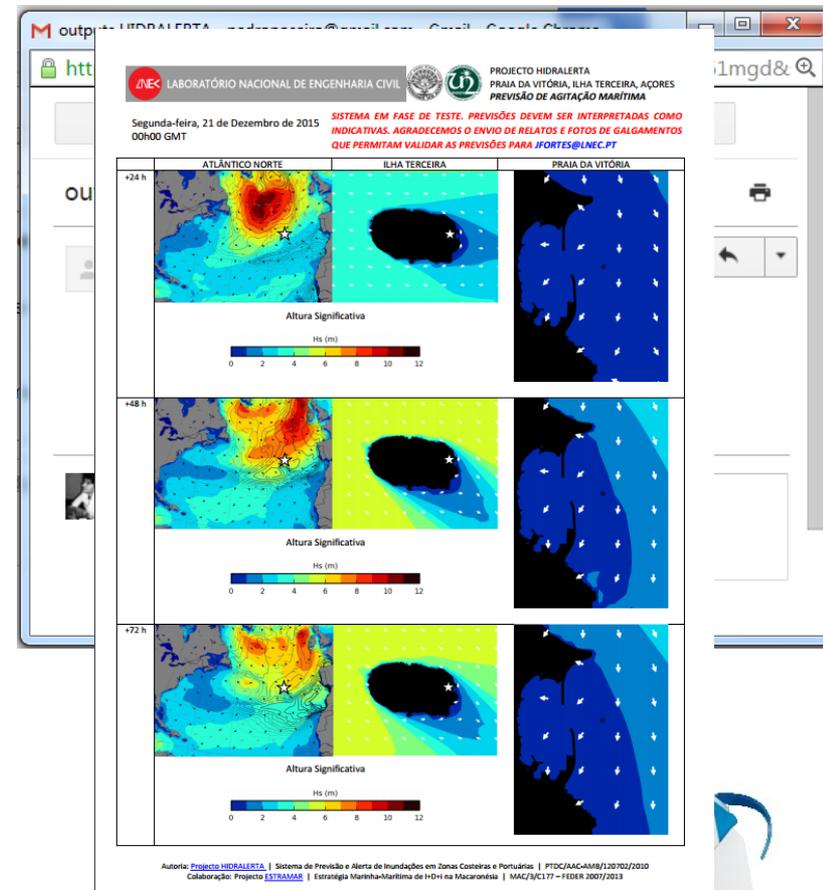
Sistema fornece previsões de  
agitação  
marítima/galgamentos/inunda  
ções/alertas todos os dias  
para os 3 dias seguintes

Envia emails/boletins todos os  
dias

# Sistema HIDRALERTA

## Envio de boletins e alerta

- Envio de email diário com aviso das últimas previsões do sistema
- Envio automático de um boletim diário com as previsões e com análise dos resultados
- Quando as previsões indicam risco de galgamento é enviado um alerta, por *email*, para as entidades competentes: Conteúdo curto e de rápida compreensão



# Sistema HIDRALERTA

## Porto da Praia da Vitória

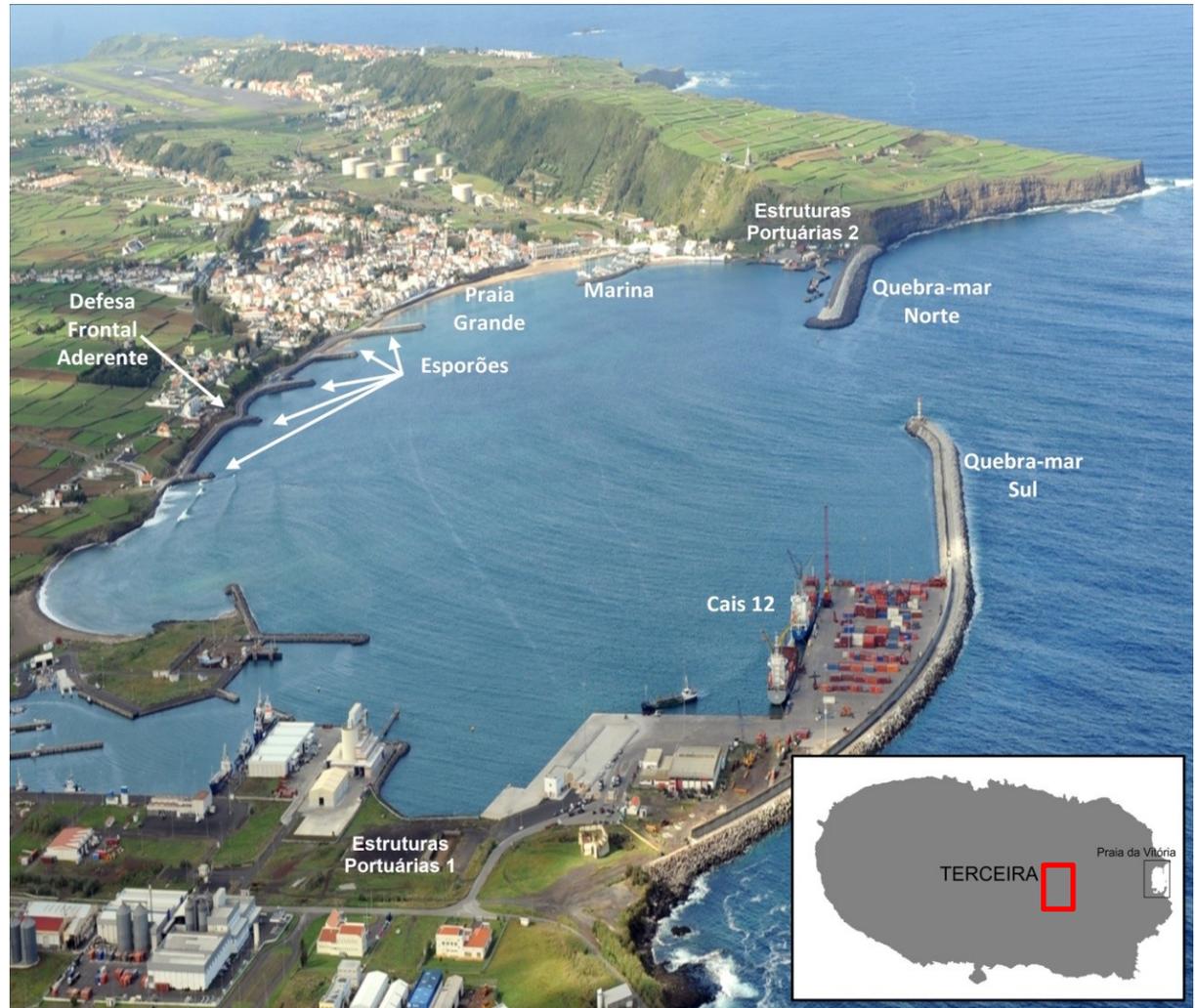
Portugal



Açores

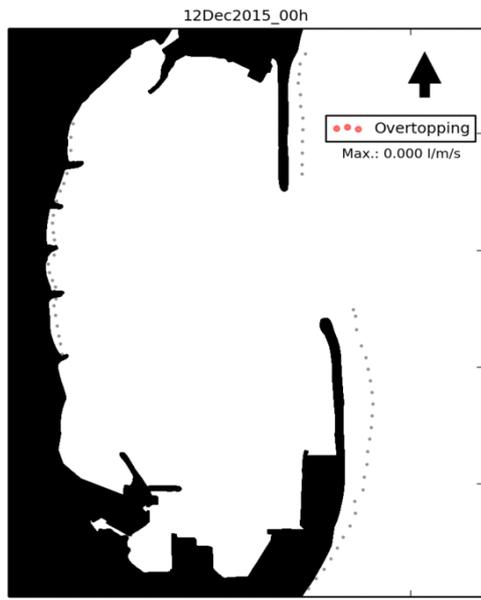
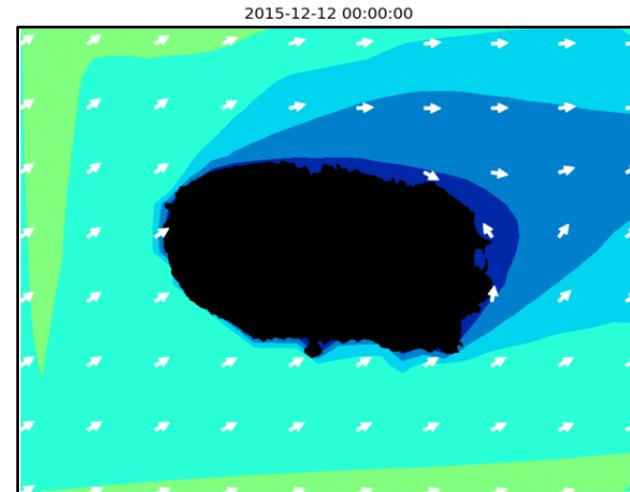
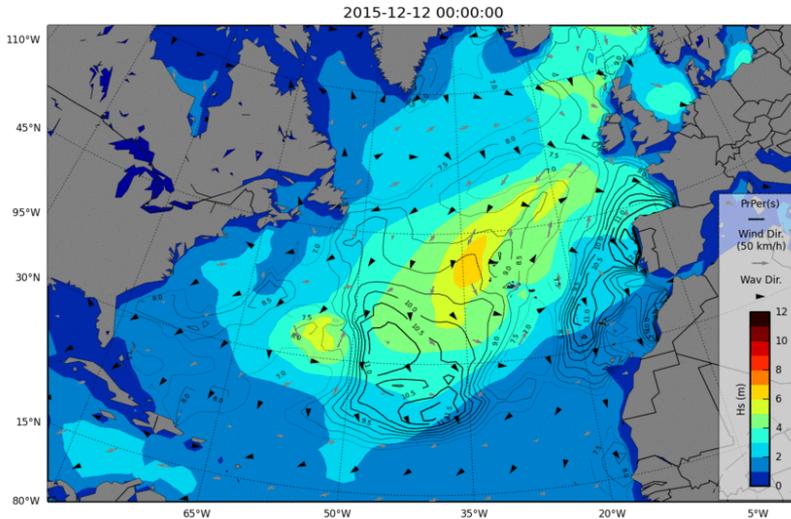


5 anos (2008 a 2012)



# Sistema HIDRALERTA

## Aplicação ao Porto da Praia da Vitória



# Sistema HIDRALERTA

## Plataforma Web – Porto da Praia da Vitória aurora.Inec.pt

Previsões Validação Navios Publicações

Mapas Estáticos [WAM](#) [WAM Nested](#) [SWAN](#) [SWAN Nested](#) [SWAN Nested 1](#) [DREAMS](#) [NN\\_Overtopping2](#) [Alerta](#)

Esta é uma versão de teste para a apresentação de resultados do HIDRALERTA.  
Se detetar incoerências na página por favor reporte enviando um email para [pposeiro@inec.pt](mailto:pposeiro@inec.pt)

Sequência dos modelos do sistema:

**WAM** → **SWAN** → **DREAMS** → **NN OVERTOPPING** → **ALERTA**

Disponibilização de previsões de 3 em 3 horas, para os 3 dias seguintes

05/06/2017							06/06/2017							07/06/2017										
0h	3h	6h	9h	12h	15h	18h	21h	0h	3h	6h	9h	12h	15h	18h	21h	0h	3h	6h	9h	12h	15h	18h	21h	0h

# Sistema HIDRALERTA

## Validação – Porto da Praia da Vitória



- Validação dos modelo numérico (SWAN) com a boia
- Informação atualizada diariamente de forma automática

# Sistema HIDRALERTA

## Validação – Porto da Praia da Vitória



- Instalação da camera
- Detecção automática de galgamentos – Registo de imagens
- Validar a ocorrência de galgamentos com as previsões do sistema e as imagens captadas

# Sistema HIDRALERTA

## Navegação

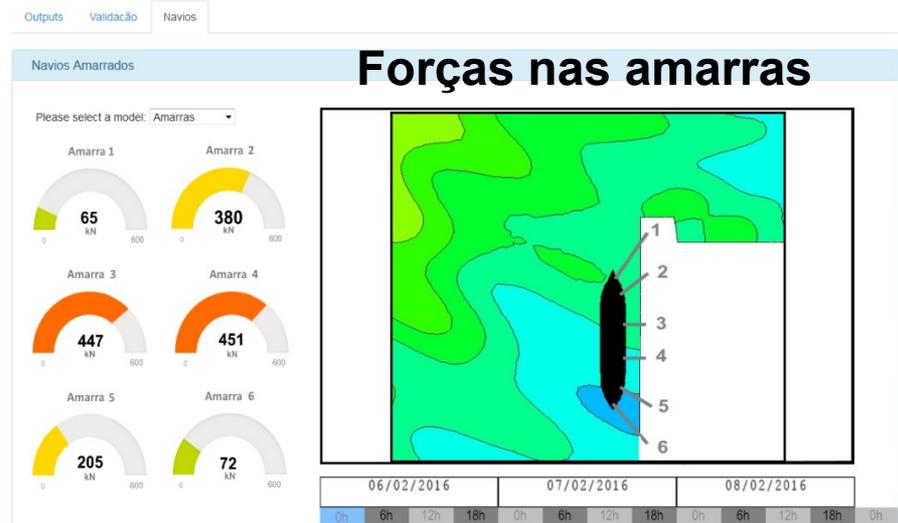
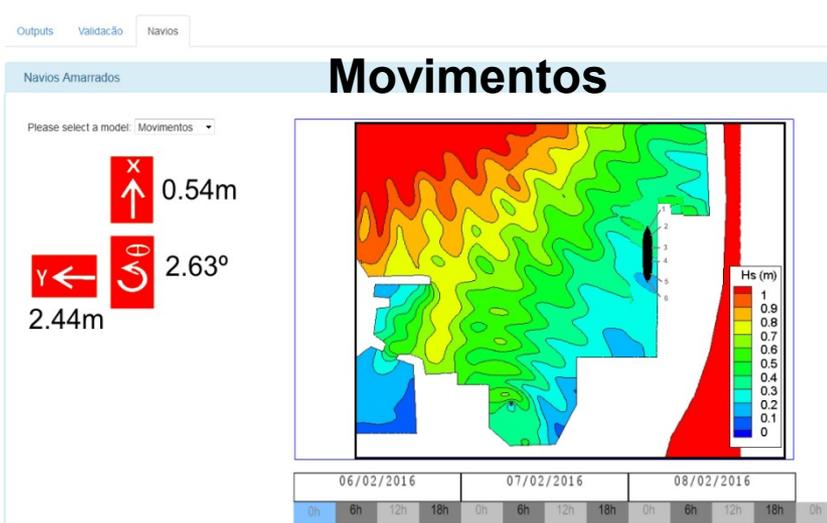
WWIII

SWAN

DREAMS

MOORNAV

ALERTA



Sem perigo

Atividade de carga e descarga  
condicionada

Nível de alerta máximo.

- Não é possível efetuar atividades de carga e descarga do navio.
- Possibilidade de ocorrência de roturas de amarras.
- As infraestruturas podem ficar seriamente danificadas.

# Desafios futuros

- Plataformas de previsão e alerta em tempo real requerem:
  - Especialistas em processos e modelação
  - Especialistas em TI
  - Infraestruturas de computação com segurança (confidencialidade), redundantes (robustez) – mais requisitos de TI
  - Redes de monitorização em tempo real partilhadas, abertas e com manutenção assegurada
- Avanços na automatização de processos e na disponibilidade de recursos *cloud* a nível nacional estão a mudar o paradigma de pequenas implementações locais de sistemas de previsão para uma abordagem nacional e aberta a nível da tecnologia e recursos TI
- **Serviço OPENCoastS:**
  - No Roteiro de infraestruturas, o LNEC, em parceria com o LIP e a Associação INCD, irá desenvolver uma plataforma de previsão em tempo real *on-demand* e aplicá-la à costa Portuguesa (antevista com acesso aberto à comunidade)

# OPENCoastS

On-demand simulation of the North Atlantic Coast

## Forecast systems are fundamental components of emergency response and routine management of coastal regions

OPENCoastS service builds on-demand circulation forecast systems for user-selected sections of the North Atlantic coast and maintain them running operationally for the timeframe defined by the user. This daily service generates forecasts of water levels, 2D velocities and wave parameters over the spatial region of interest for periods of 72 hours, based on numerical simulations of all relevant physical processes.

### Target



#### Stakeholders

Provide tools for emergency agents and civil protection authorities by anticipating natural disasters (e.g., floods, storm surges, algae blooms), predicting the impacts of anthropogenic accidents in the coast and helping in search and rescue operations.



#### Companies

Provide all entities that have responsibilities on the coast with accurate and timely predictions on water conditions, supporting multiple uses such as navigation, water monitoring, port operations, dredging works and construction activities on the coast.



#### Research Community

Forecast systems are also useful for researchers, by supporting field campaigns, and helping understand physical, biogeochemical and ecosystem dynamics in estuarine and coastal areas.

### Steps

1

Select Model

2

Upload Data

3

Select Parameters

4

Select Boundary Conditions

5

Deploy system

(caso tenham interesse em participar na validação do serviço  
OPENCoastS: [aoliveira@lnec.pt](mailto:aoliveira@lnec.pt))

# Agradecimentos

## ■ Financiamento:

**FCT**

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO E CIÊNCIA

- Projetos HIDRALERTA, M&M Ships, UBEST, MOLINES
- Roteiro de infraestruturas (INCD, nº22153)



HIDRALERTA



UBEST



Infraestrutura  
Nacional de  
Computação  
Distribuída



MOLINES  
DA PERIGOSIDADE  
À GESTÃO CRÍTICA

- Parcerias e apoios: ANPC, CES, CMSeixal, Portos dos Açores, Universidade dos Açores, Porto de Lisboa, Direção-Geral do Território, Agência Portuguesa do Ambiente, Instituto Hidrográfico, Universidade Nova de Lisboa, ISEL

**Obrigada pela vossa atenção**

(contactos: [jfortes@lnec.pt](mailto:jfortes@lnec.pt), [aoliveira@lnec.pt](mailto:aoliveira@lnec.pt))



LABORATÓRIO NACIONAL  
DE ENGENHARIA CIVIL