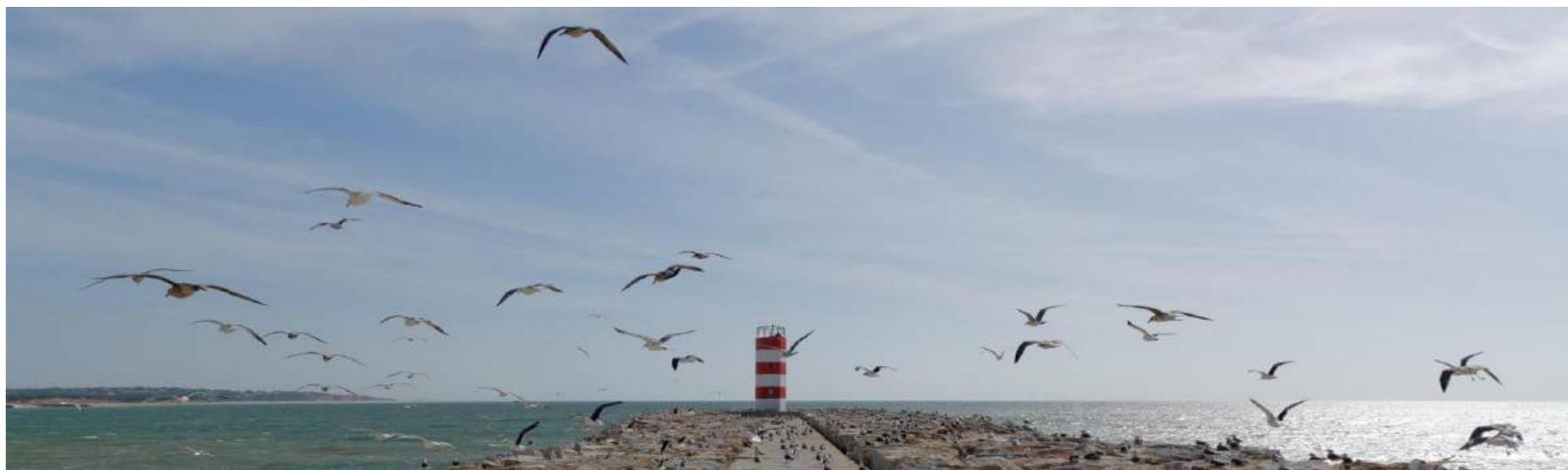


GESTÃO DO RISCO EM ZONAS MARÍTIMAS E PORTUÁRIAS

METODOLOGIAS E FERRAMENTAS



LNEC, 4 a 6 de dezembro de 2024

Agradecimentos

- Coordenação e Comissão Organizadora do 10º MCSul/Semengo 2024
- Prof. Jeferson – FURG
- Prof. Paulo Teixeira – FURG
- Convénio LNEC-FURG
- Projetos
 - LIFE-Garachico
 - C2IMPRESS
 - SAFEPOR – Risco em Zonas Costeiras e Portuárias

Agradecimentos

- Liliana Pinheiro, LNEC
- Eric Didier, LNEC
- Larize Lima, LNEC
- Ana Catarina Zózimo, LNEC
- Ana Mendonça, LNEC
- Rui Capitão, LNEC
- Rute Lemos, LNEC



**Gestão de Riscos em Engenharia
Costeira e Portuária**

**Gestão de Riscos em Engenharia
Costeira e Portuária**

Gestão de Riscos

1. *Motivações*

2. *Conceitos básicos*

3. *Métodos de avaliação do risco de inundação* →

4. *Métodos de avaliação do risco de navegação portuária* →

5. *Sistemas de previsão e alerta* →

6. *Casos de estudo*

7. *Projetos*



Gestão de Riscos

1. *Motivações*

- > Vivemos numa era em que as normas e a sociedade exigem, cada vez mais:
- Uma quantificação dos riscos
 - Um aumento da fiabilidade de infraestruturas de engenharia
 - Uma crescente aplicação da *Gestão de Riscos* como ferramenta para apoio à decisão



Gestão de Risco

1. Motivações

- No que diz respeito à Engenharia Costeira e Portuária:
 - As atividades nestas zonas são fortemente condicionadas pelo estado do mar
 - A agitação marítima pode causar grandes prejuízos socioeconómicos e ambientais ao nível da
 - Segurança de pessoas
 - Segurança e funcionalidade de infraestruturas costeiras/portuárias (incluindo nas estruturas marítimas de proteção)
 - Danos em infraestruturas
 - Restrições às atividades desenvolvidas na zona protegida pelas estruturas marítimas (infraestruturas)
 - Segurança e funcionalidade de embarcações
 - Dificuldades à navegação e manobrabilidade na aproximação ao porto e no seu interior (encalhe e naufrágio de navios)
 - Restrições às operações portuárias (carga/descarga)
 - Dificuldades aos navios amarrados no posto de acostagem (quebra de amarras, colisões com outros navios)
 - Ambientais
 - Erosão Costeira
 - Poluição



Gestão de Risco

1. *Motivações – A Realidade*

- Segurança de pessoas e bens

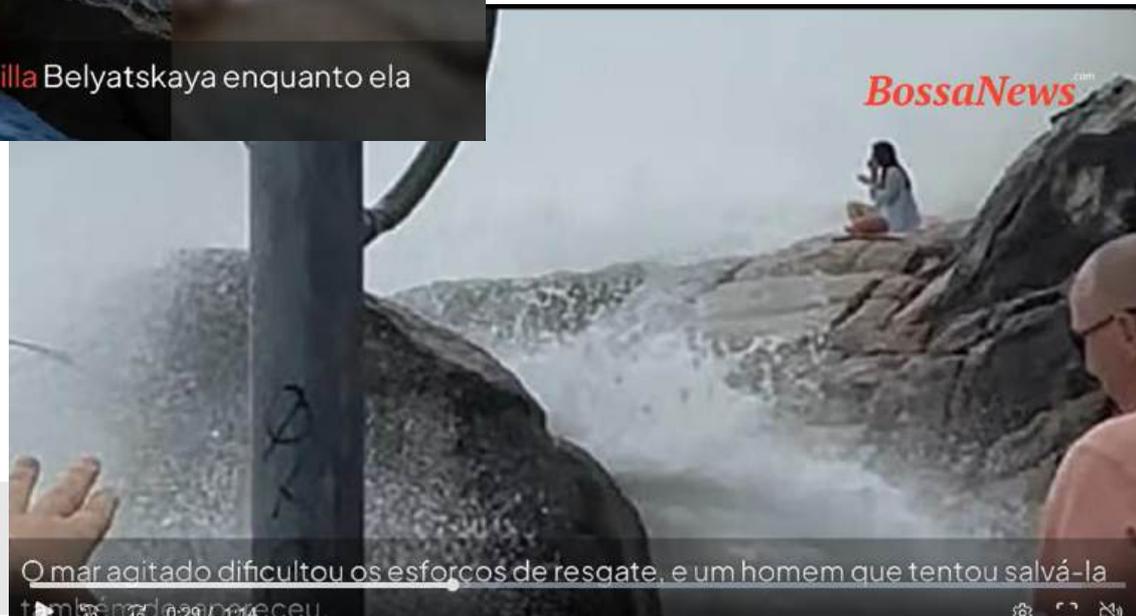


Gestão de Risco

1. *Motivações – A Realidade*



- Segurança de pessoas (4/12/2024)



Gestão de Risco

1. *Motivações – A Realidade...*

- Danos em estruturas portuárias



**Marina do Lugar de Baixo,
Madeira**

Gestão de Riscos

1. *Motivações – A Realidade...*

- Danos em infraestruturas (linha de comboio)

Glasgow, Escócia



Devon, Reino Unido

Gestão de Riscos

1. *Motivações – A Realidade...*

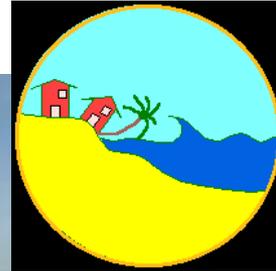
- Danos em infraestruturas (linha de estradas)



Gestão de Risco

1. *Motivações – A Realidade...*

- Problemas costeiros: Erosão costeira



Gestão de Risco

1. *Motivações – A Realidade...*

- Problemas costeiros:
erosão costeira, inundação



a) Praia da Vitória, Azores, 2001



b) Lugar de Baixo, Madeira, 2005



c) Faro, 2009



d) Esmoriz, 2011



e) Ericeira, 2014



f) Foz do Douro, 2014



g) São Mateus, Azores, 2015



h) Paço de Arcos, 2018



Gestão de Risco

1. *Motivações – A Realidade...*

- Problemas para a navegação



Gestão de Risco

1. *Motivações – A Realidade...*

- Problemas em navios amarrados

Naufrágio ou encalhe de embarcações



Colisões com o cais



Colisões entre navios

Gestão de Risco

1. *Motivações – A Realidade*

- Problemas na operacionalidade portuária



Gestão de Riscos

1. *Motivações – A Realidade...*

- Problemas ambientais: Poluição



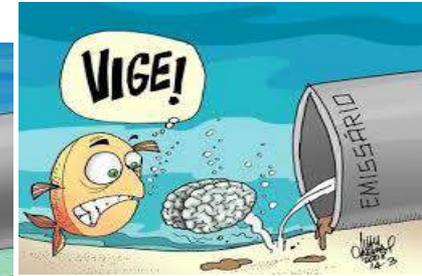
Acidente com o *Prestige* e derrame de petróleo



Gestão de Riscos

1. Motivações – A Realidade...

- Problemas ambientais: Poluição



Gestão de Riscos

1. Motivações

- No que diz respeito à Engenharia Costeira e Portuária:
 - As infraestruturas são de grande envergadura e importância, e a sua construção e manutenção são muito dispendiosas
 - A falha das infraestruturas pode acarretar consequências catastróficas
 - Aos aspetos técnicos, económicos, sociais e ambientais que condicionam a tomada de decisão estão associadas inúmeras incertezas:
 - O carácter aleatório das solicitações atuantes em infraestruturas costeiras e portuárias
 - O aquecimento global, subida do nível médio do mar e aumento de ocorrência de temporais, que podem resultar num aumento das solicitações nas estruturas
 - Modelos numéricos
 - Fórmulas usadas para representar os fenómenos físicos
 - A variabilidade dos materiais com que são construídas
 - As consequências da falha das infraestruturas
 - Etc.

Gestão de Riscos

1. Motivações

> No que diz respeito à Engenharia Costeira e Portuária:

- **É muito importante**

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

Objetivo

Minimizar a perda de vidas e reduzir prejuízos económicos e ambientais



GESTÃO DE RISCOS

Gestão de Riscos

1. *Motivações*

> No que diz respeito à Engenharia Costeira e Portuária:

Abordagem Tradicional

- Conhecimento **intuitivo** dos riscos
- Avaliação **determinística** dos riscos
- Tratamento **não sistemático** dos riscos
- Atribuição **imprecisa** de responsabilidades associadas aos riscos

Atitude de **Não Assumpção** dos Riscos

Gestão de Riscos

1. *Motivações*

> No que diz respeito à Engenharia Costeira e Portuária:

Abordagem Tradicional

Metodologia de Gestão de Riscos

- Conhecimento **intuitivo** dos riscos
- Avaliação **determinística** dos riscos
- Tratamento **não sistemático** dos riscos
- Atribuição **imprecisa** de responsabilidades associadas aos riscos

- Identifica** riscos
- Analisa** riscos
- Hierarquiza** riscos
- Atribui responsabilidades** – “dono(s)” dos riscos
- Decide** sobre cada risco

Atitude de Não Assumpção dos Riscos

Atitude de Assumpção dos Riscos

INEVITÁVEL

Gestão de Riscos

1. *Motivações*

2. *Conceitos básicos*

3. *Métodos de avaliação do risco de inundação* →

4. *Métodos de avaliação do risco de navegação portuária* →

5. *Sistemas de previsão e alerta* →

6. *Casos de estudo*

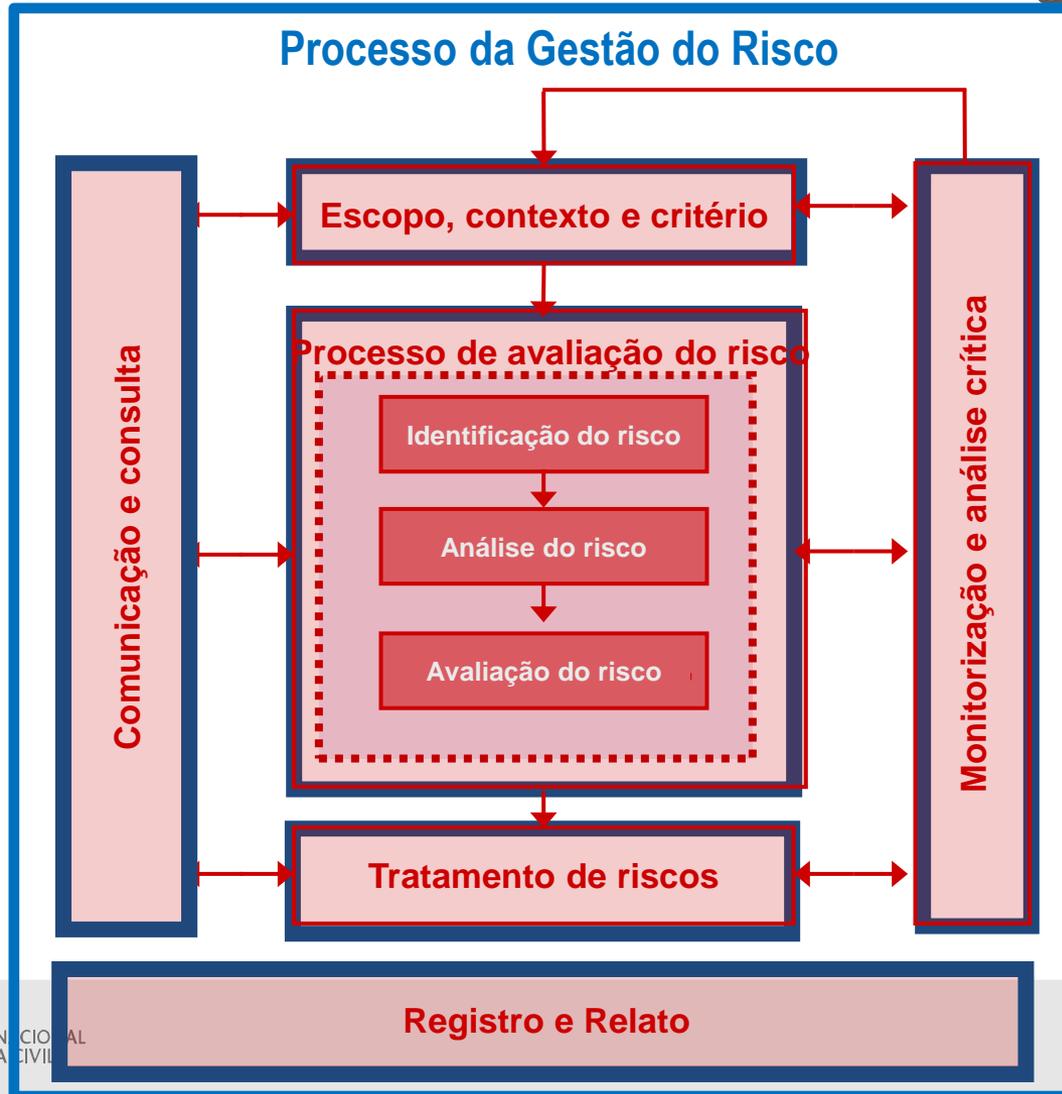
7. *Projetos*



Gestão de Risco

2. Conceitos básicos

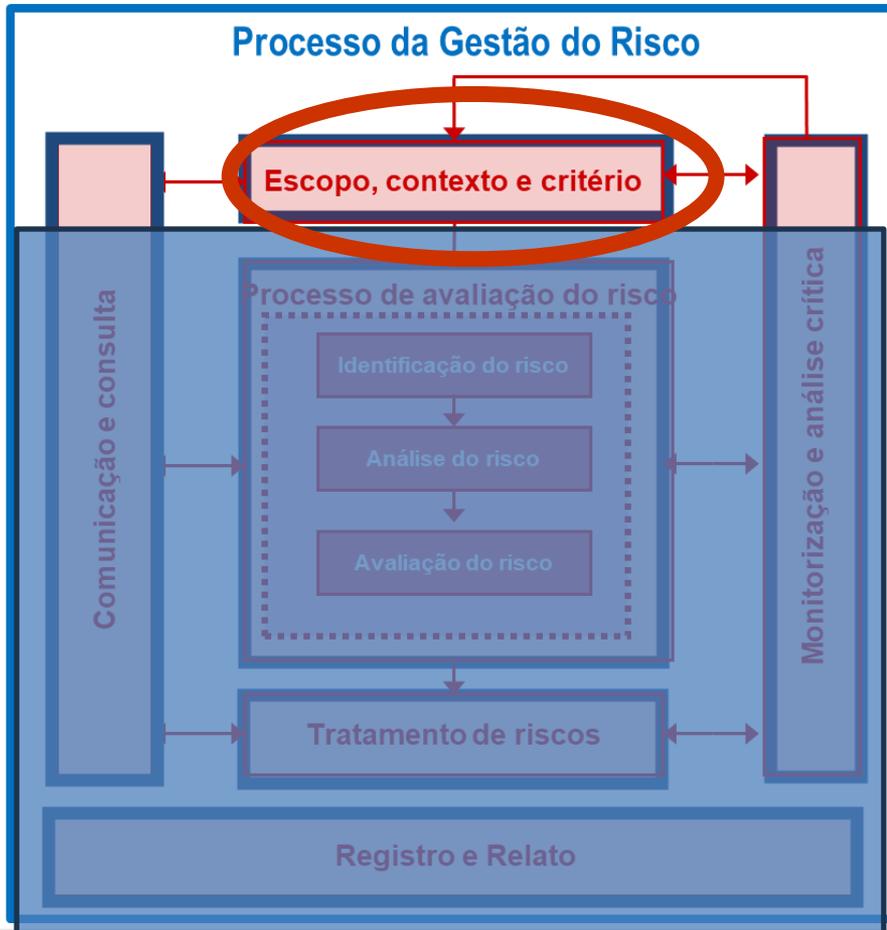
ISO 31000:2018 – Risk Management



Gestão de Risco

2. Conceitos básicos

ISO 31000:2018 – Risk Management



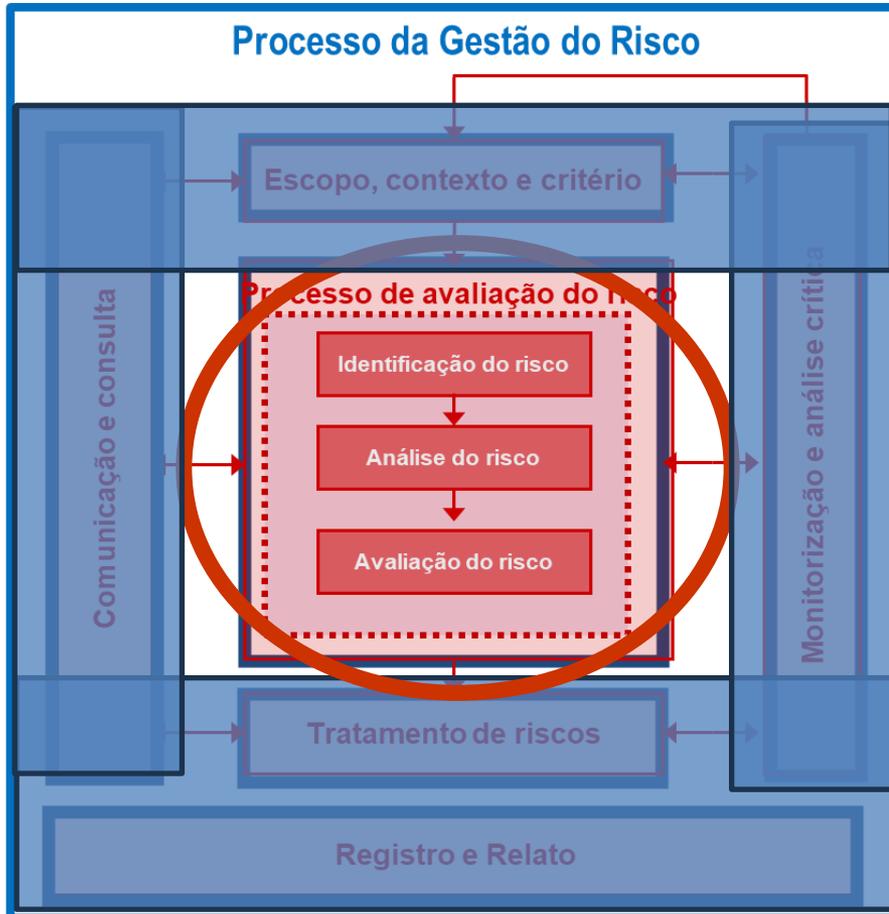
> Estabelecimento do contexto: definição clara do problema e âmbito da aplicação

- estabelece-se o contexto interno e externo do processo de gestão
- define-se o contexto da gestão do risco
- selecionam-se os critérios em relação aos quais o risco vai ser avaliado (ter em conta fatores sociais, económicos e ambientais)
- define-se a estrutura para o desenvolvimento da análise

Gestão de Risco

2. Conceitos básicos

ISO 31000:2018 – Risk Management



> Avaliação do risco

- Identificação do risco - identificação das fontes de risco, áreas de impacto, eventos adversos, causas/circunstâncias e consequências potenciais
- Análise do risco – estimativa das probabilidades e das consequências associadas a eventos adversos
- Avaliação do risco - a comparação dos níveis de risco obtidos com o critério estabelecido quando o contexto foi definido

Análise do Risco

Métodos qualitativos – expressão qualitativa da probabilidade de ocorrência e magnitude das consequências e do nível de risco. Uso de escalas ordinais

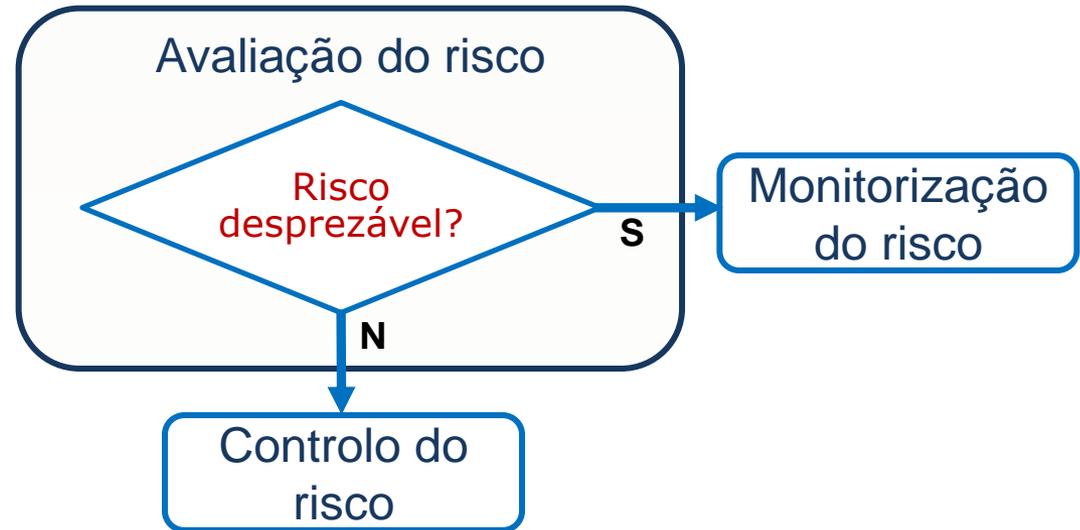
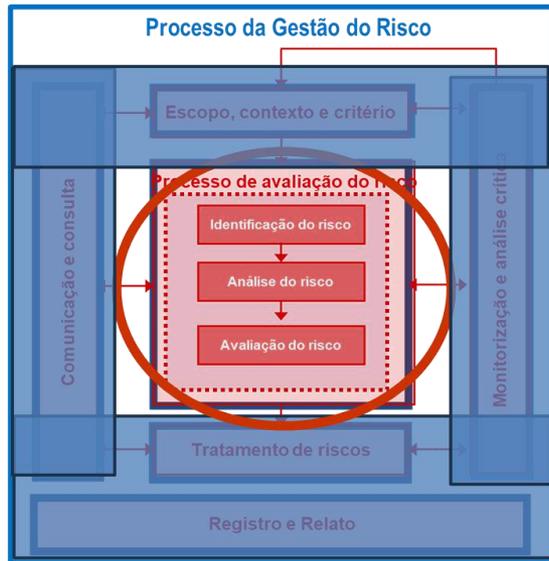
Métodos quantitativos – métodos analíticos quantitativos que permitem a estimativa matemática do risco a partir de valores numéricos das probabilidades e consequências

Gestão de Risco

2. Conceitos básicos

ISO 31000:2018 – Risk Management

Processo da GR



> Avaliação do risco

- Identificação do risco - identificação das fontes de risco, áreas de impacto, eventos adversos, causas/circunstâncias e consequências potenciais
- Análise do risco – estimativa das probabilidades e das consequências associadas a eventos adversos
- Avaliação do risco - a comparação dos níveis de risco obtidos com o critério estabelecido quando o contexto foi definido

Gestão de Risco

2. Conceitos básicos

ISO 31000:2009 – Risk Management



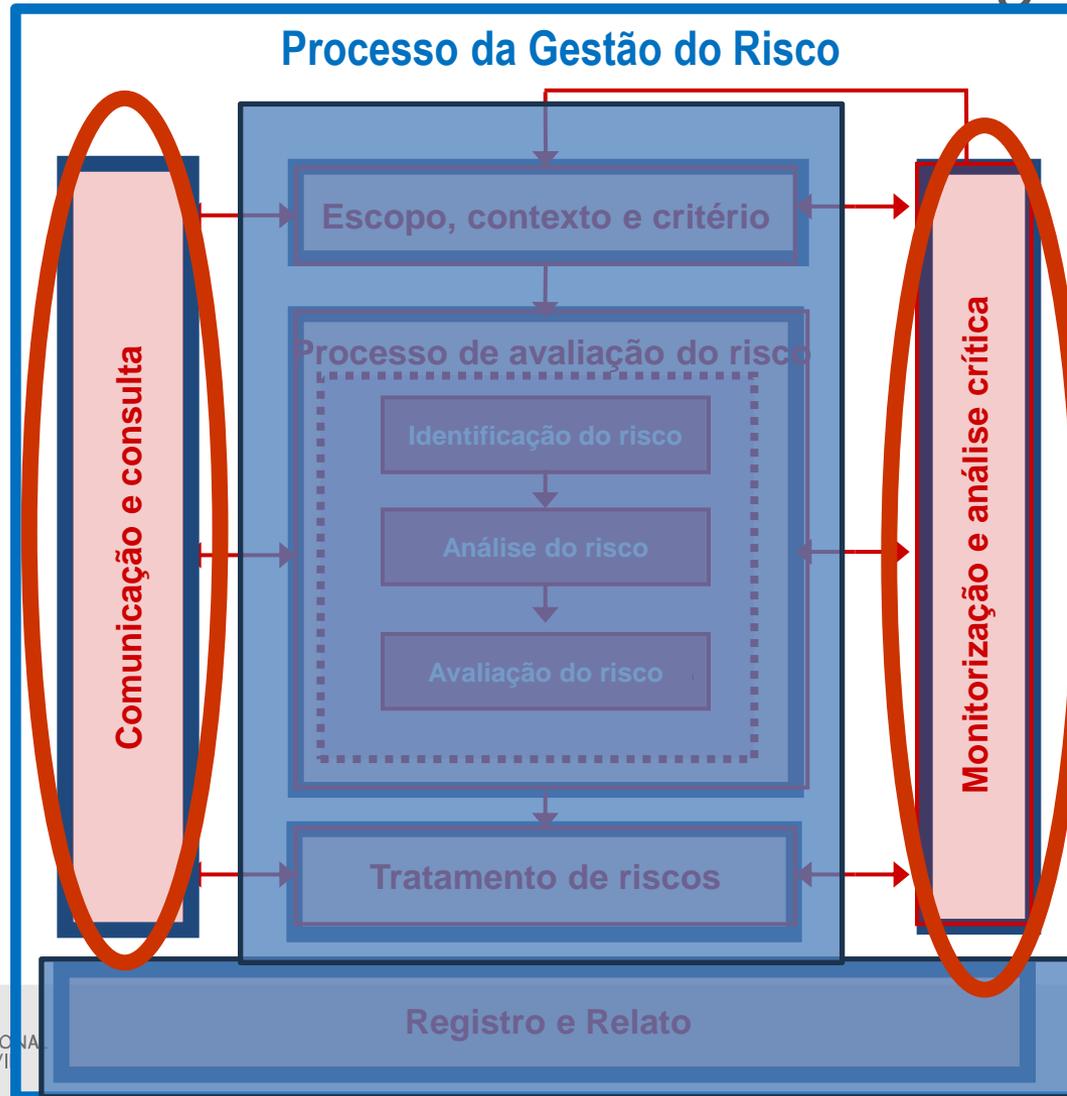
> Tratamento de riscos

- Processo cíclico de identificação, avaliação e seleção de medidas para modificar/tratar o risco até ser considerado desprezável de acordo com os critérios estabelecidos
- Medidas: evitar, remover as fontes, alterar a probabilidade de ocorrência de eventos adversos e/ou as suas consequências, atribuir riscos residuais, etc.
- Preparação do plano de implementação de medidas

Gestão de Risco

2. Conceitos básicos

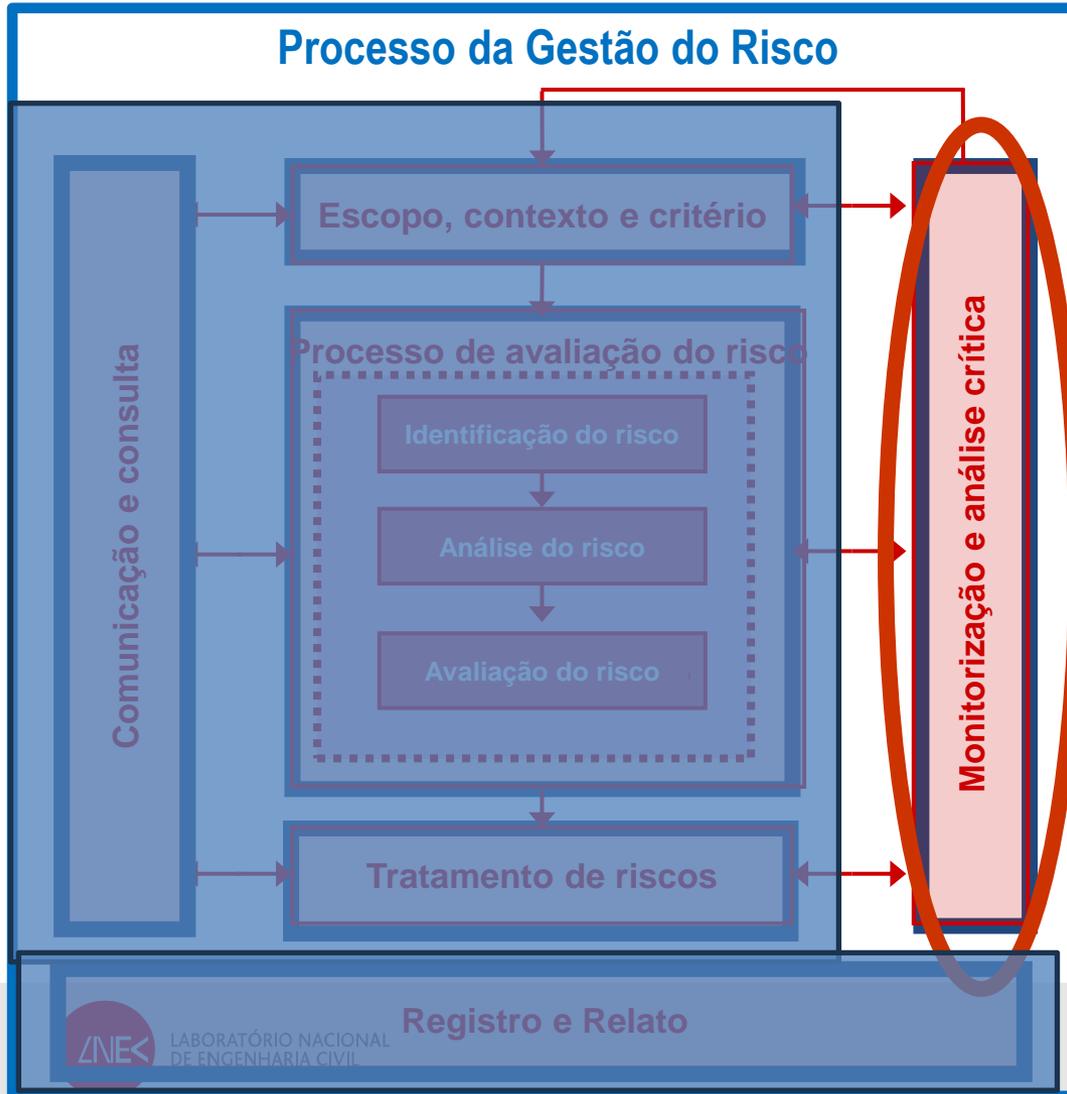
ISO 31000:2018 – Risk Management



Gestão de Risco

2. Conceitos básicos

ISO 31000:2018 – Risk Management



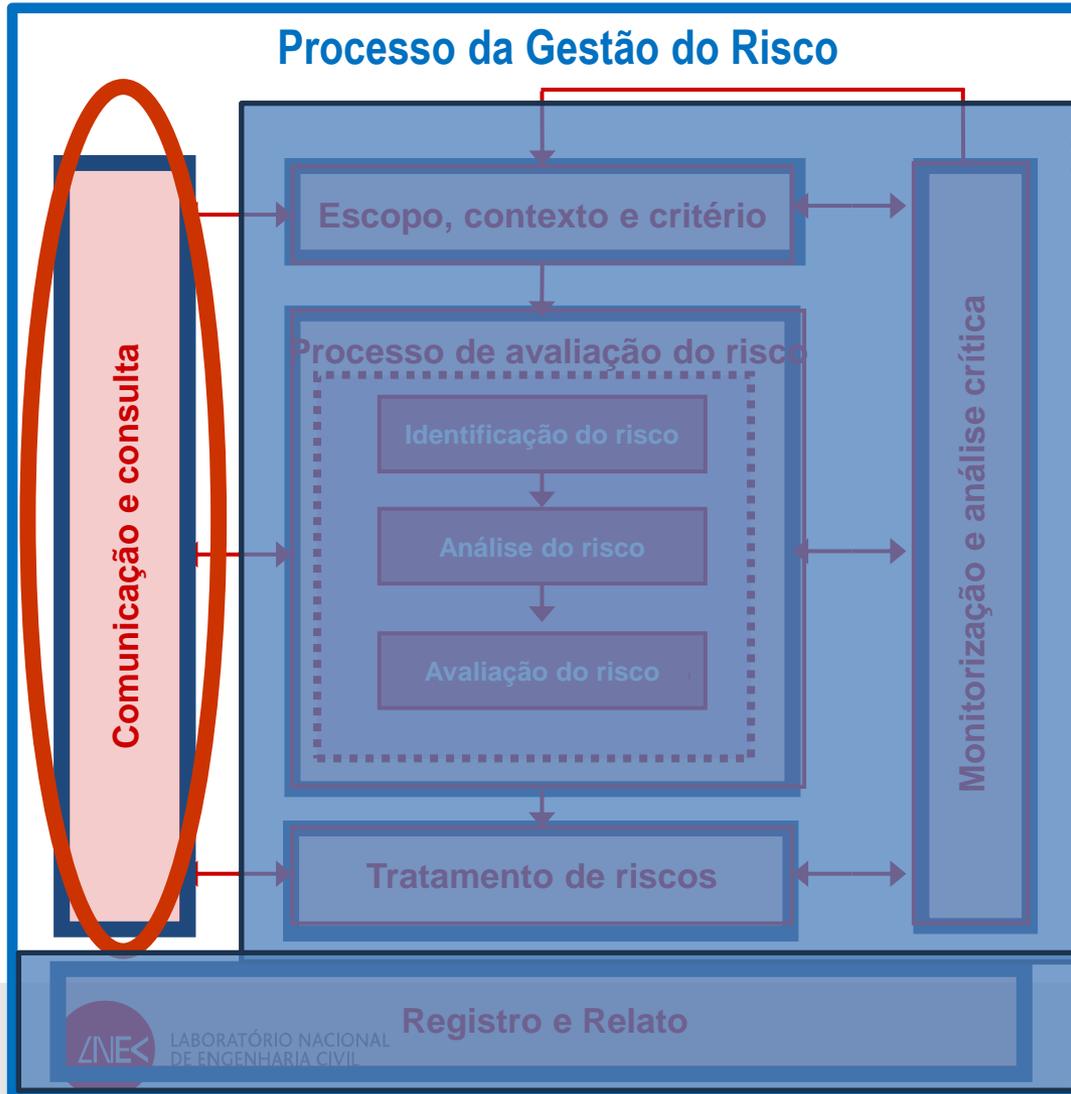
> Monitorização e análise crítica

- Verificação, supervisão e observação crítica para identificar alterações no nível de desempenho exigido/esperado
- Verificação da eficácia das ações selecionadas para implementação
- Obtenção de informação adicional para melhorar a avaliação do risco
- Análise de eventos (acidentes e quase acidentes), de modo a melhorar o conhecimento existente, identificando mudanças, tendências
- Identificação de alterações nos contextos interno/externo, incluindo modificação dos critérios e dos riscos que possam implicar revisão do controlo e prioridades nas medidas
- Identificação de riscos emergentes (não considerados anteriormente)
- Deve acompanhar sempre a fase de controlo do risco para garantir a continuidade da eficácia das medidas

Gestão de Risco

2. Conceitos básicos

ISO 31000:2018 – Risk Management



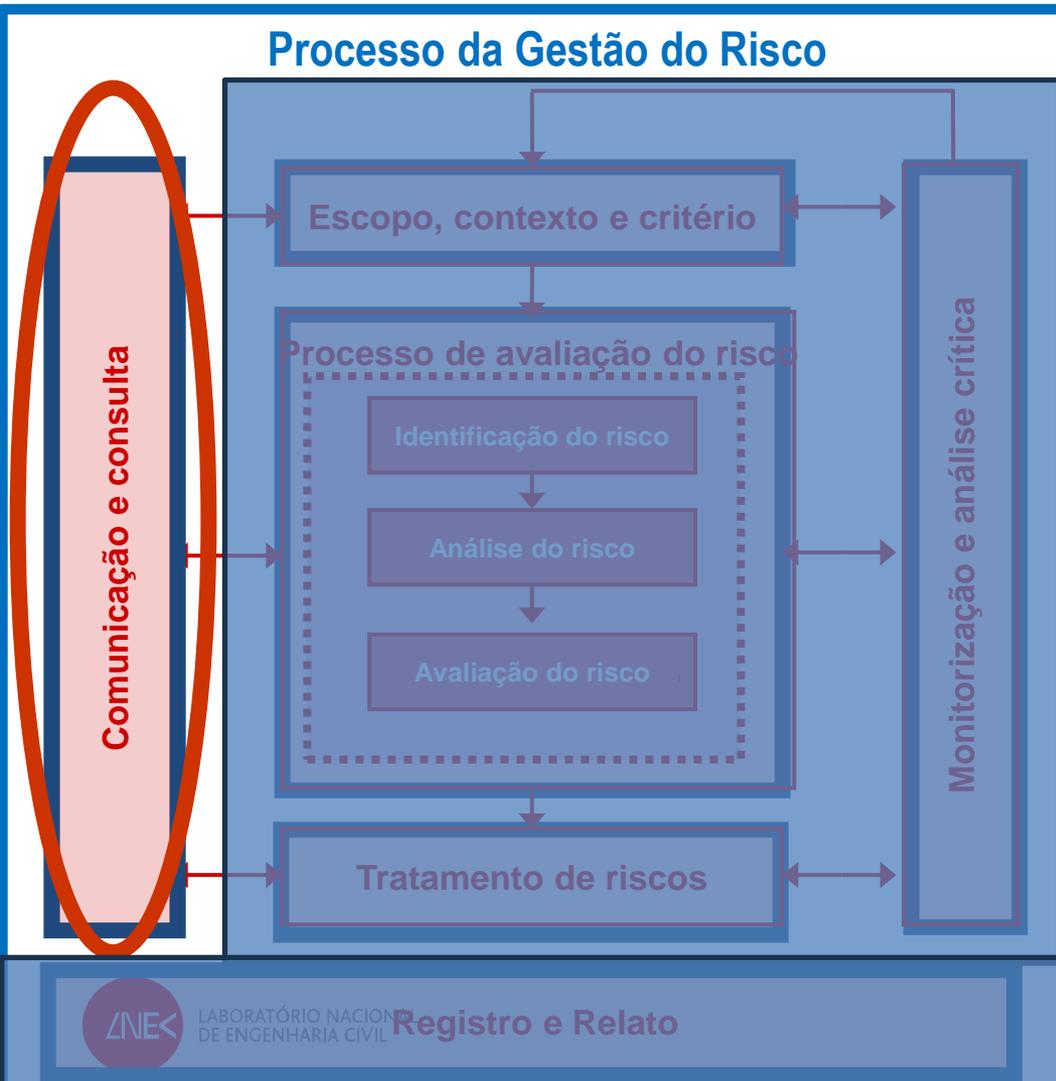
Comunicação e consulta

- Processos de explicação do risco e partilha de informação entre partes interessadas (*stakeholders*) relativamente à existência, natureza, forma, probabilidade, gravidade, valoração, controlo ou outros aspetos da gestão dos riscos
- Importantes em todas as etapas da gestão de riscos
- Devem integrar no processo da gestão de riscos diferentes perceções e a perícia necessária
- Exemplo da relevância da comunicação de riscos: sistemas de alerta precoce (e.g. de inundações costeiras)

Gestão de Risco

2. Conceitos básicos

ISO 31000:2018 – Risk Management



> Comunicação e consulta

Stakeholders

- > Dono da obra
- > Financiadores
- > Gestor de Projeto
- > Projetista
- > Empreiteiro
- > Autoridades ambientais
- > Comunidade de utilizadores
- > Seguradores
- > ...

Gestão de Risco

2. Conceitos básicos: Ferramentas de Gestão de Risco

FERRAMENTAS SIMPLES

- **Workshop sobre os riscos**
- **Diagramas de influência**
- **Árvore de falha e árvores de eventos**
- **Tabela de escalas de probabilidade/consequências/risco**
- **Matriz de Riscos/Matriz Probabilidade-Consequências**
- **Registo de estratégias de controlo de risco**
- **Calendário dos riscos**
- **Métodos probabilísticos (Níveis I e II, Simulação)**
- **Análise de sensibilidade, etc.**

FERRAMENTAS MAIS COMPLEXAS

- **Técnicas de atribuição de custos aos riscos**
- **Técnicas de calendarização de riscos**
- **Modelação de cenários**
- **Modelação em tempo real, etc.**



Gestão de Riscos

2. Conceitos básicos

Risco

Risco - efeito da incerteza nos objetivos

- o efeito pode ser positivo, negativo ou um desvio do expectável
- Há eventos que causam desvios dos objetivos. Eventos adversos levam a um desvio indesejável dos objetivos
- o risco pode ser expresso em termos da combinação da **probabilidade** de um evento e das suas **consequências**

ISO Guide 73:2009 *Risk Management – Vocabulary*

OBJETIVOS DEFINIDOS PARA UM PROJETO

ADVERSO
EVENTO (Hs >> x metros)



INDESEJÁVEL
DESVIO DOS OBJETIVOS
(interrupção das
operações)

PROBABILIDADE
DO EVENTO

x

CONSEQUÊNCIAS DOS
DESVIOS CAUSADOS
PELO EVENTO

Gestão de Riscos

2. Conceitos básicos

Probabilidade de ocorrência de um determinado evento adverso

X

Consequências da ocorrência desse evento



Risco = Probabilidade x Consequências

Gestão de Riscos

2. Conceitos básicos: Ferramentas de Gestão de Riscos

> Exemplo de Tabelas de Escalas de Probabilidade

Classes	Likelihood	Probability (5 years)	Probability (1 year)			
1	Very rare	[0;1%[	[0; 0,2%[
2	Rare	[1 % ;5 %[	[0,2 % ;1 %[
3	Unlikely	[5 %; 10 %[	[1 %; 2 %[
4	Moderate	[10 %; 40%[		Descrição	Escala	Probabilidade
5	Likely	[40 %;100 %[		Frequente	4	100/T
				Provável	3	10/T
				Ocasional	2	1/T
				Remota	1	1/10T
				Improvável	0	1/100T

Gestão de Riscos

2. Conceitos básicos: Ferramentas de Gestão de Riscos

> Exemplo de Tabelas de Escalas de Consequências

		Descrição	Escala	Custo		
Descrição	Pessoas	Catastrófica	4	100V	Gestão Portuária	Grau
		Crítica	3	10V		
Insignificantes	Existe a possibilidade de ferimentos mortais	Séria	2	V	Insignificante (< 10 ⁴ €)	1
		Marginal	1	0,1V		
Reduzidas	Uma única lesão	Negligenciável	0	0,01V	Publicidade local para o porto (10 ⁴ -10 ⁵ €)	2
Sérias	Múltiplas lesões ou uma única lesão grave				Publicidade generalizada, perturbações à navegação, possível encerramento parcial (10 ⁵ -10 ⁶ €)	5
Muito Sérias	Muitas lesões graves ou uma perda de vida	10 ³ -10 ⁴ €	Esperados episódios de poluição dentro e fora do porto com potenciais perdas irreversíveis para o ambiente (10 ⁶ -10 ⁷ €)	Má publicidade a nível nacional, encerramento temporário do canal de navegação afetando a navegação no porto durante vários dias (10 ⁶ -10 ⁷ €)	10	
Catastrófica	Muitas perdas de vida	>10 ⁴ €	Derrame de petróleo grave, necessária ajuda internacional, contaminação séria, perdas irreversíveis para o ambiente (>10 ⁷ €)	Má publicidade Internacional, encerramento do porto, navegação interrompida durante um longo período, perda considerável de comércio (>10 ⁷ €)	25	

Gestão de Riscos

2. Conceitos básicos: Ferramentas de Gestão de Riscos

> Exemplo de Matrizes de Risco/Matrizes Probabilidade-Consequências

		Consequence					
		1	2	3	4	5	
Likelihood	5	Low	Medium	Medium	High	High	
	4	Low	Medium	Medium	Medium	High	
	3	Low	Low	Medium	Medium	Medium	
	2	Low	Low	Low	Medium	Medium	
	1						
			Catastrófico	Crítico	Sério	Marginal	Negligenciável
			4	3	2	1	0
	Frequente	4	Inaceitável	Inaceitável	Inaceitável	Indesejável	Aceitável
	Provável	3	Inaceitável	Inaceitável	Indesejável	Indesejável	Aceitável
	Ocasional	2	Inaceitável	Indesejável	Indesejável	Aceitável	Aceitável
	Remoto	1	Indesejável	Indesejável	Aceitável	Aceitável	Negligenciável
	Improvável	0	Indesejável	Aceitável	Negligenciável	Negligenciável	Negligenciável

Gestão de Riscos

2. Conceitos básicos: Ferramentas de Gestão de Riscos

> Exemplo de Tabelas de Escalas de Risco

Classes	Risk level	Acceptance and tolerability level	Action for risk reduction
1	Low	Broadly acceptable region	Not likely to be required.
2	Medium	Tolerable region	Costs and benefits are to be taken into account and opportunities to be balanced against potential adverse consequences.
3	High	Intolerable region	Risk cannot be justified

Scale	Description	Guidance
1	Negligible	No further consideration needed
2	Acceptable	Can be accepted provided the risk is managed
3	Undesirable	To be avoided if reasonably practicable, detailed investigation and cost/programme benefit justification required, top level approval needed, monitoring essential
4	Unacceptable	Intolerable, must be eliminated, transferred (if possible)

Gestão de Riscos

1. *Motivações*

2. *Conceitos básicos*

3. *Métodos de avaliação do risco de inundação* →

4. *Métodos de avaliação do risco de navegação portuária* →

5. *Sistemas de previsão e alerta* →

6. *Casos de estudo*

7. *Projetos*

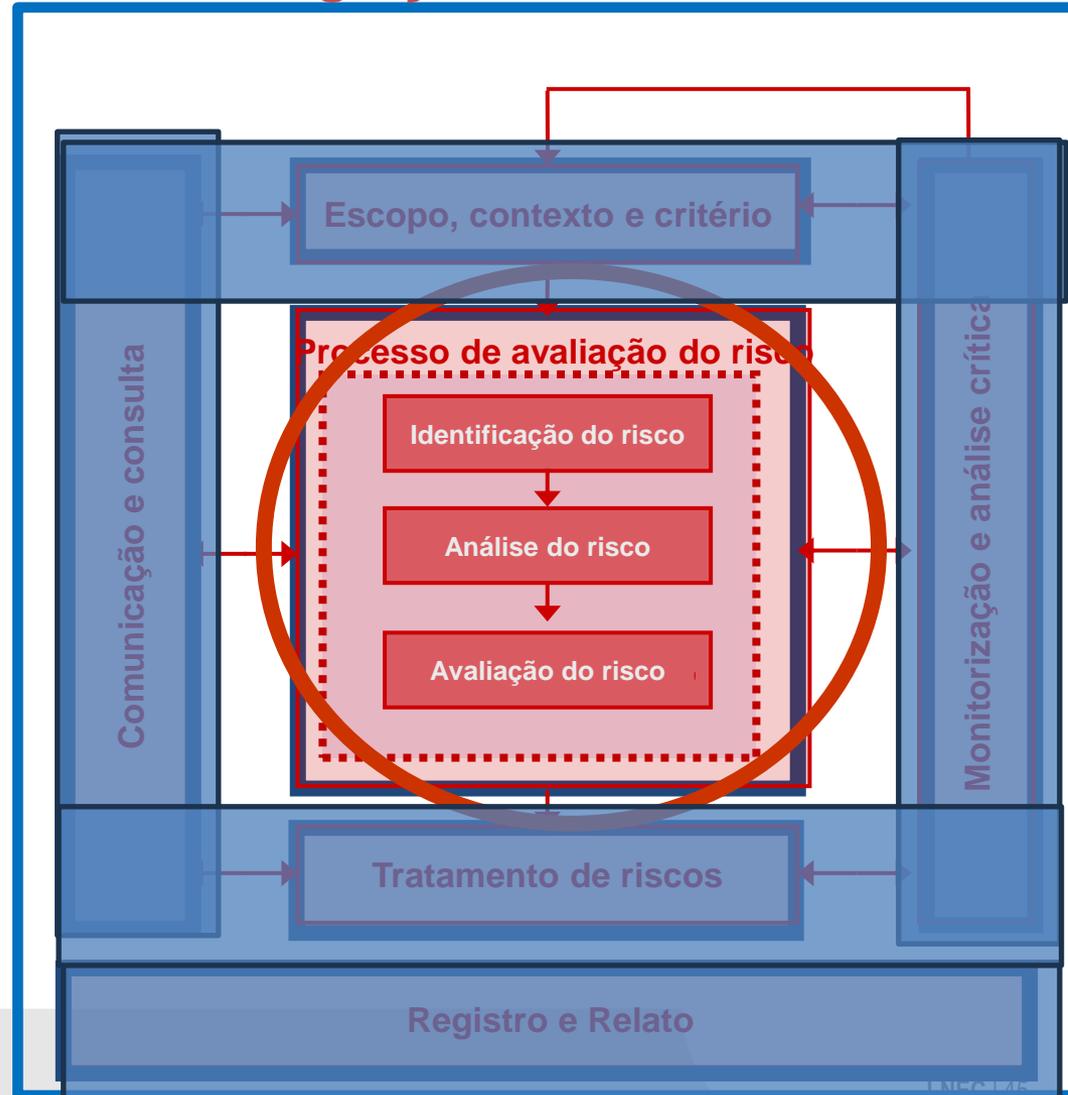


Gestão de Riscos

3. Métodos de avaliação de galgamentos, inundação e navegação

3 Fases

- Identificação do risco
 - Galgamento e inundação
 - Navegação
- Análise do risco
 - Determinação do regime da agitação marítima
 - Determinação das ações (espraiamento, galgamento, movimentos dos navios, forças na amarração)
 - Avalia-se qualitativamente o risco através do cálculo do grau de risco
- Avaliação do risco
 - Mapas de risco de inundação
 - Sistemas de Alerta



Gestão de Risco

3. Métodos de avaliação do risco de galgar, inundação e navegação



- Identificação dos riscos

- Risco devido à agitação marítima em portos e zonas costeiras

- Risco em zonas costeiras e portuárias

- Galgamento
 - Inundação

- Riscos em portos

- Estruturas portuárias
 - Atividades de carga e descarga
 - Navegação e navios amarrados

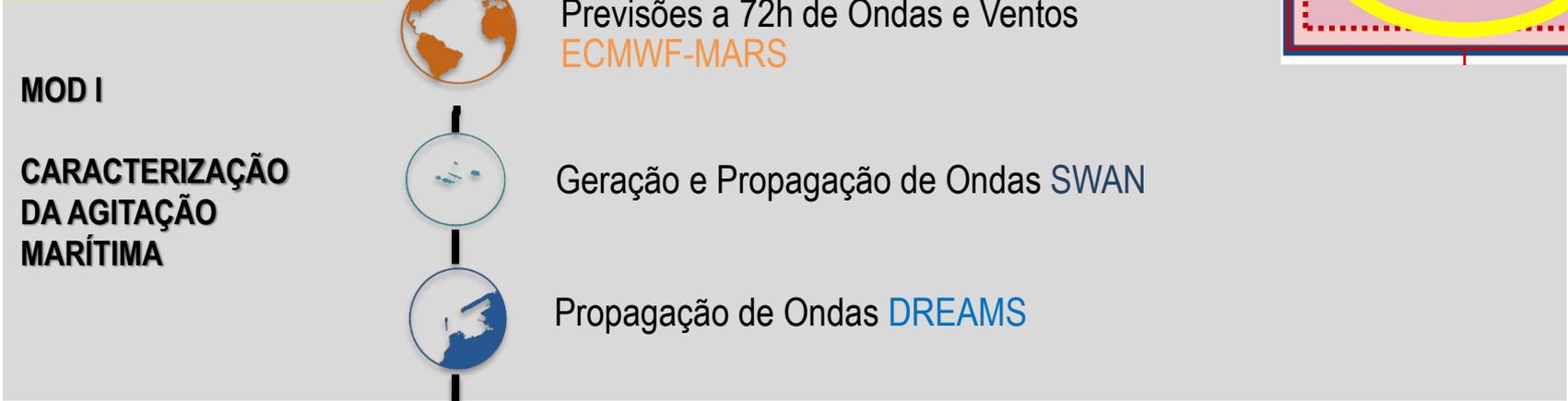


Gestão de Risco

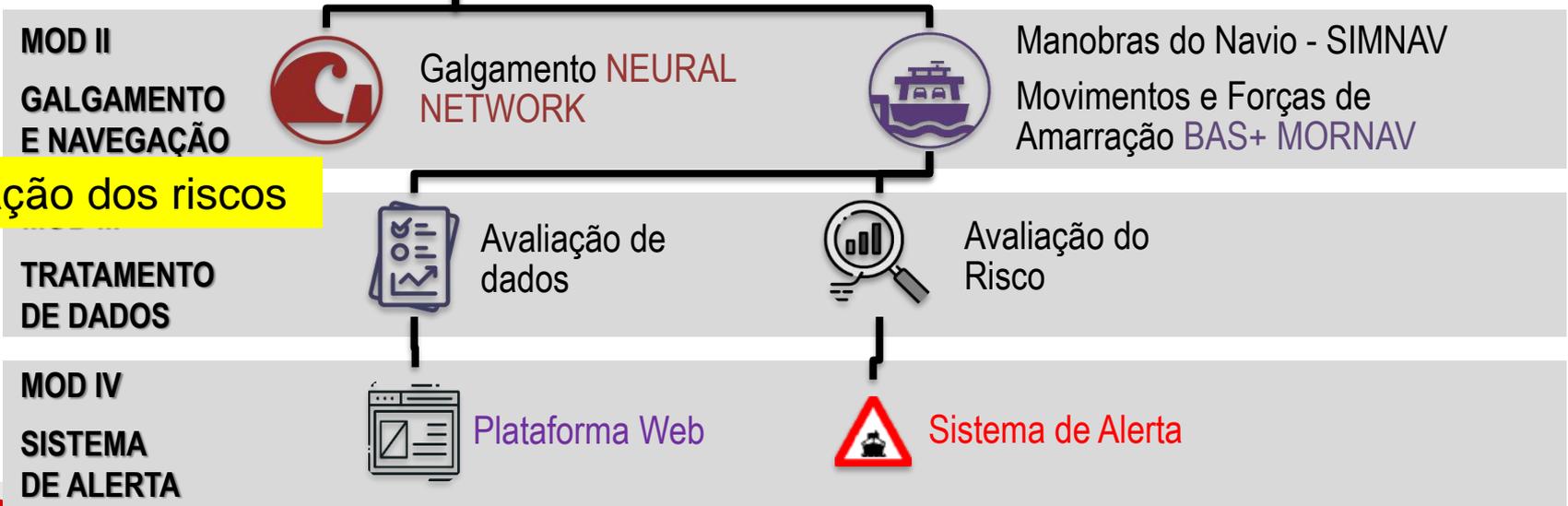
3. Métodos de avaliação do risco de galgamento, ir e navegação



Análise dos riscos



Avaliação dos riscos



Gestão de Risco

3. Métodos de avaliação do risco de galgamento e inundação

- Identificação do risco
 - Galgamento
 - Transporte de uma massa de água sobre o coroamento de uma estrutura por efeito da agitação marítima:
 - $q = m^3/s/m$
 - Inundação
- Possíveis consequências:
 - Danos em equipamentos e navios
 - Inoperacionalidade de portos
 - Perdas avultadas em termos humanos, económicos e ambientais

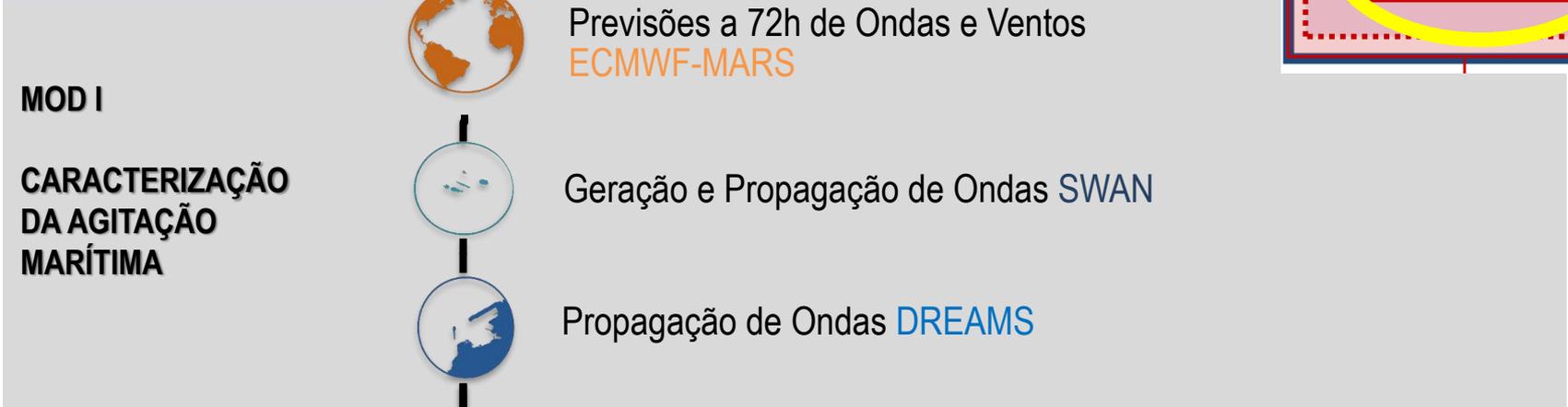


Gestão de Risco

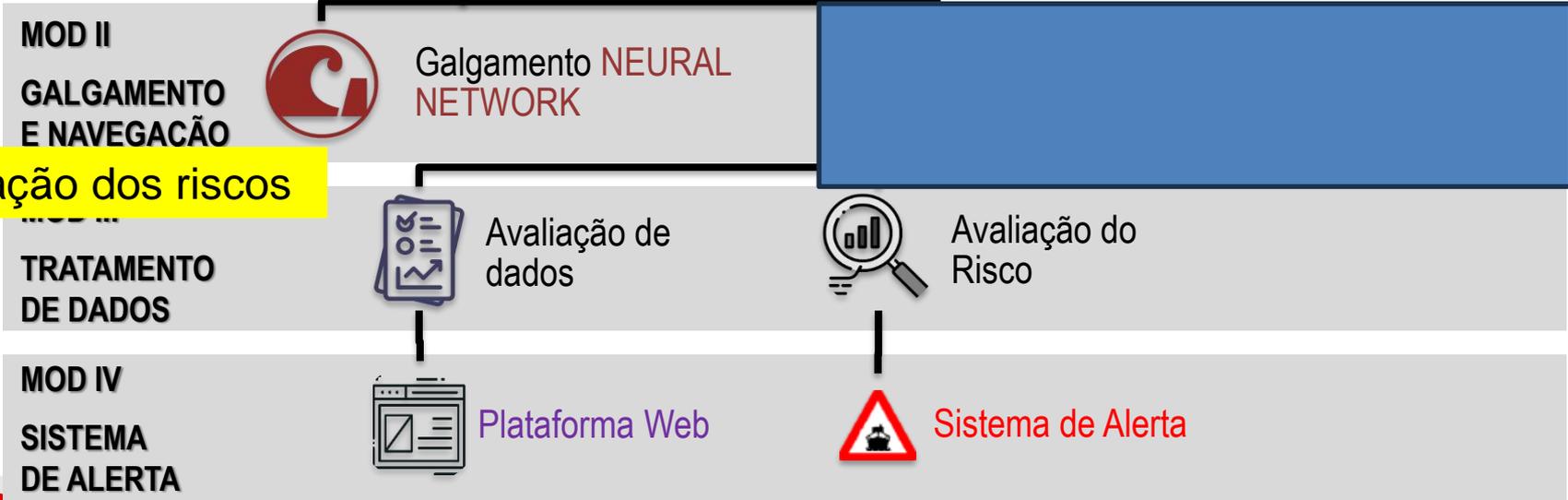
3. Métodos de avaliação do risco de galgamento e



Análise dos riscos



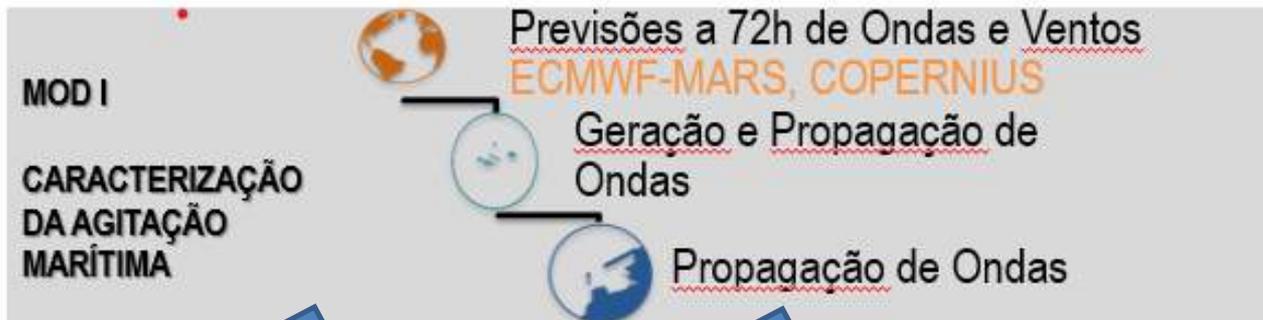
Avaliação dos riscos



Gestão de Risco

3. Métodos de avaliação do risco de galgamentos e inundação

1 Determinação do regime de agitação



Modelos numéricos



Gestão de Risco

3. Métodos de avaliação do risco de galgamentos e inundação

1 Determinação do regime de agitação

Eq.
Continuidade

$$\nabla \cdot \vec{V} = 0$$

Eq.
Momento

The diagram illustrates the Navier-Stokes equation with the following components and annotations:

- MASS:** Density of the fluid (ρ)
- ACCELERATION:** How velocity experienced by a particle changes with time. This term is represented as $\frac{\partial V}{\partial t} + V \cdot \nabla V$.
 - $\frac{\partial V}{\partial t}$: Change in velocity over time
 - $V \cdot \nabla V$: The speed and direction which the fluid is moving
- FORCE:** All the forces that are acting on the fluid. This term is represented as $\nabla P + \rho g + \mu \nabla^2 V$.
 - ∇P : Internal pressure gradient of the fluid (the change in pressure)
 - ρg : External forces acting on the fluid (such as gravity)
 - $\mu \nabla^2 V$: Internal stress forces acting on the fluid (taking into consideration viscous effects)

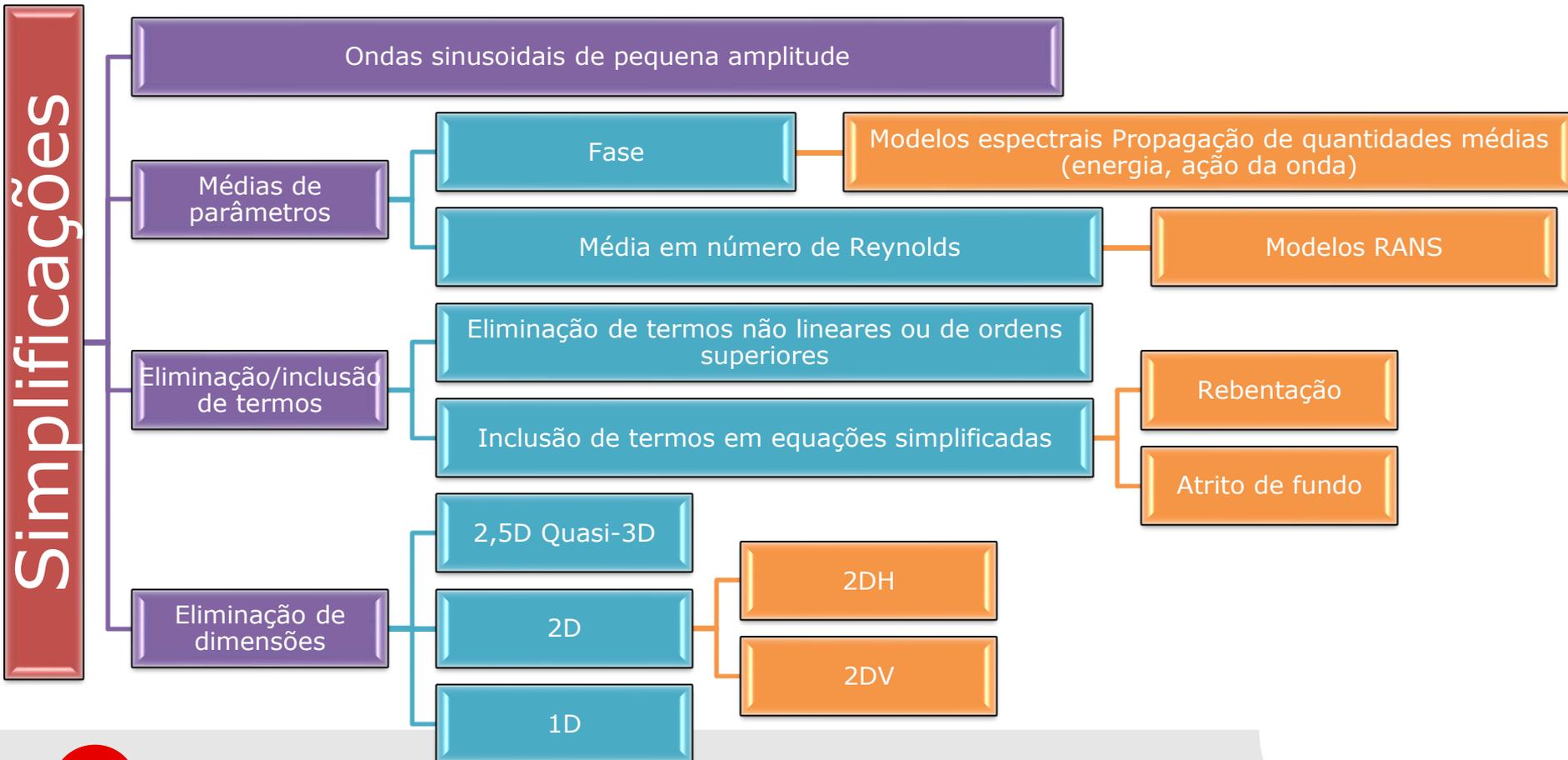
Navier-Stokes Equations

Describe the flow of incompressible fluids.

Gestão de Risco

3. Métodos de avaliação do risco de galgamentos e inundação

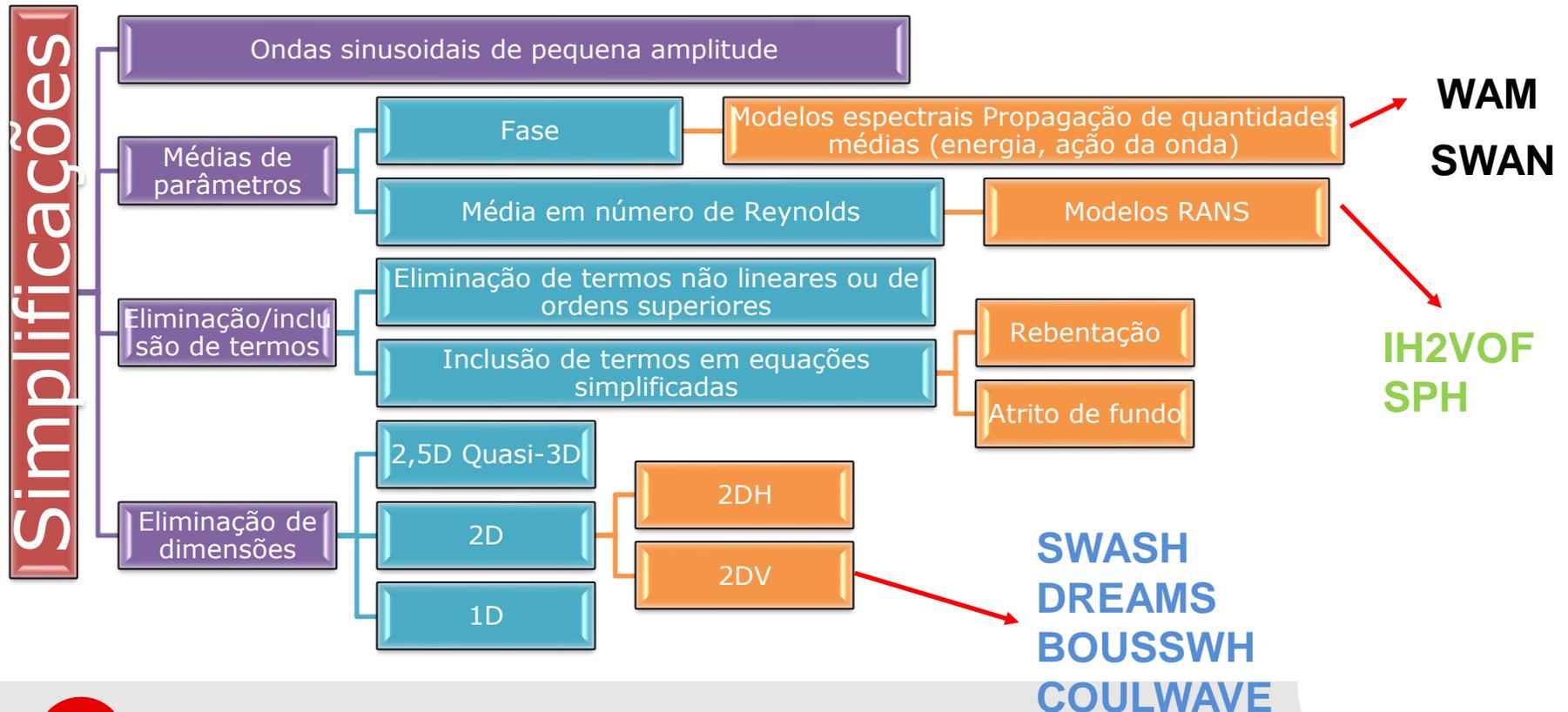
1 Determinação do regime de agitação



Gestão de Risco

3. Métodos de avaliação do risco de galgamentos e inundação

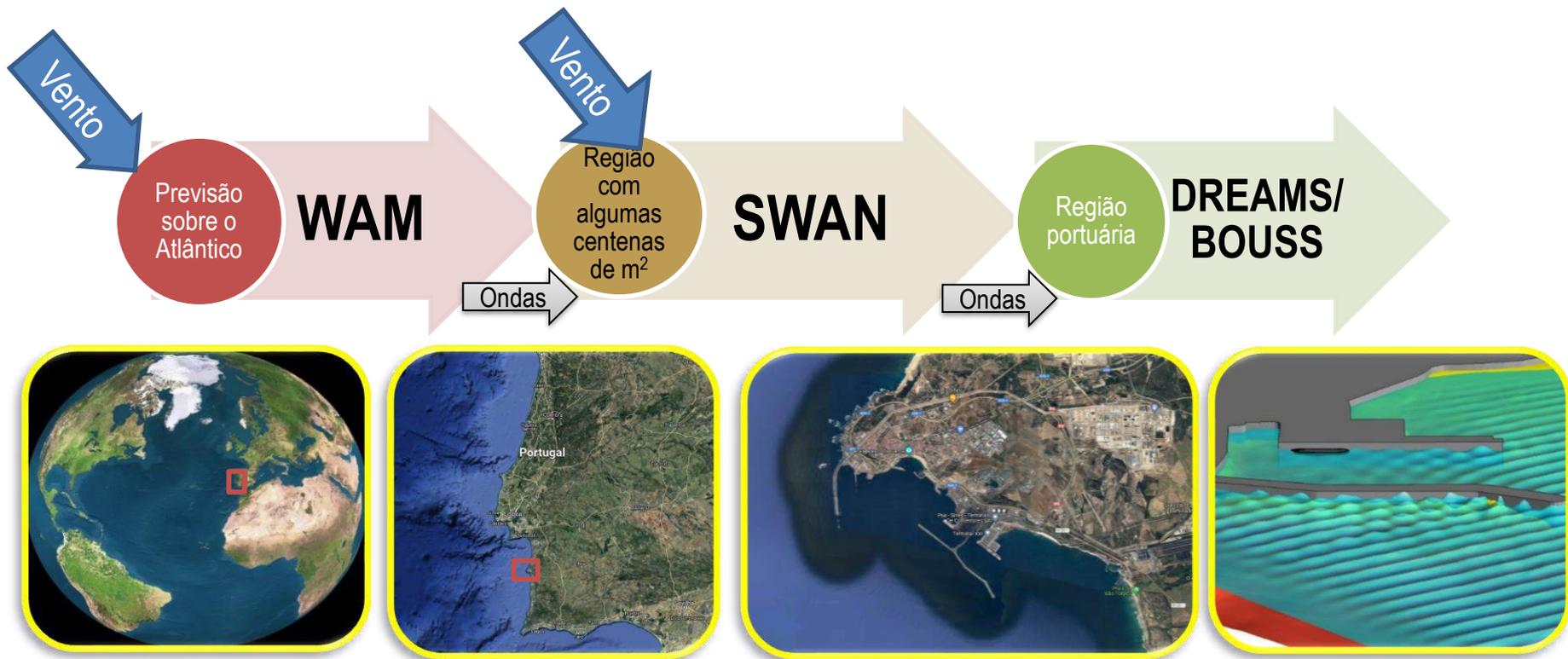
1 Determinação do regime de agitação



Gestão de Risco

3. Métodos de avaliação do risco de galgamentos e inundação

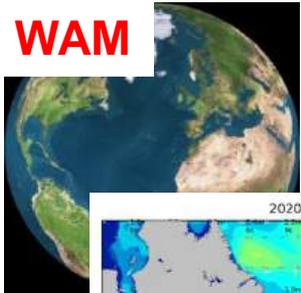
1 Determinação do regime de agitação



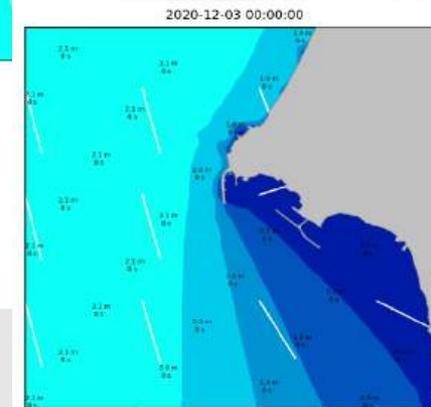
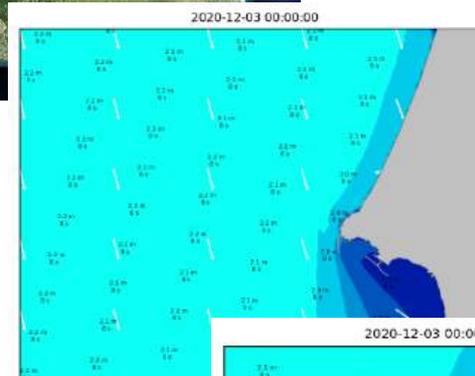
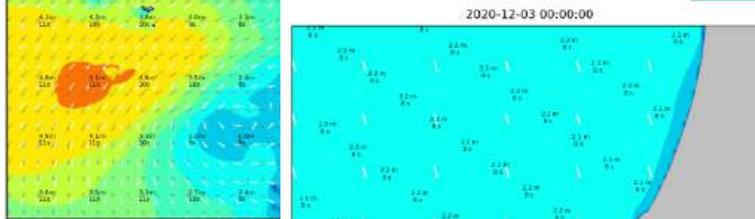
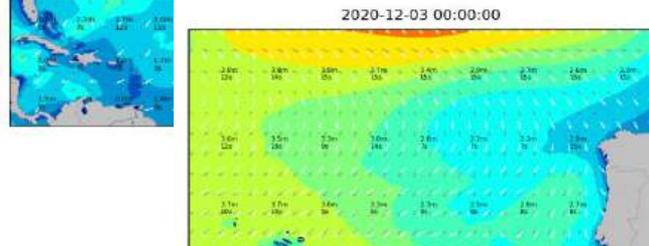
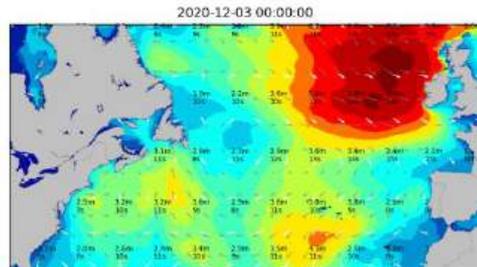
Gestão de Risco

3. Métodos de avaliação do risco de galgamentos e inundação

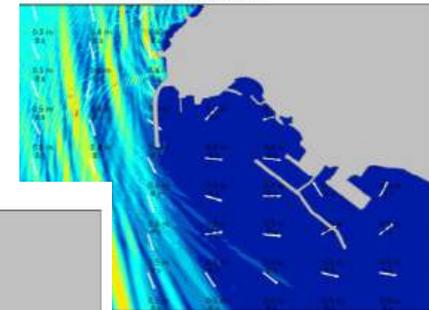
1 Determinação do regime de agitação



SWAN



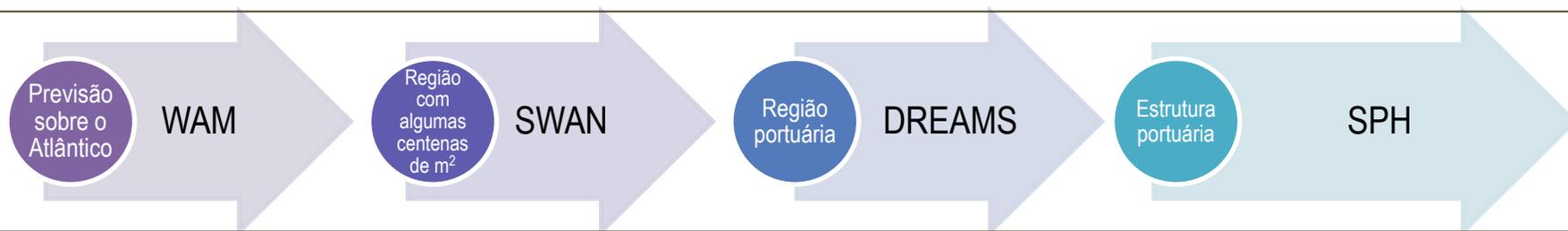
DREAMS



Gestão de Risco

3. Métodos de avaliação do risco de galgamentos e inundação

1 Determinação do regime de agitação



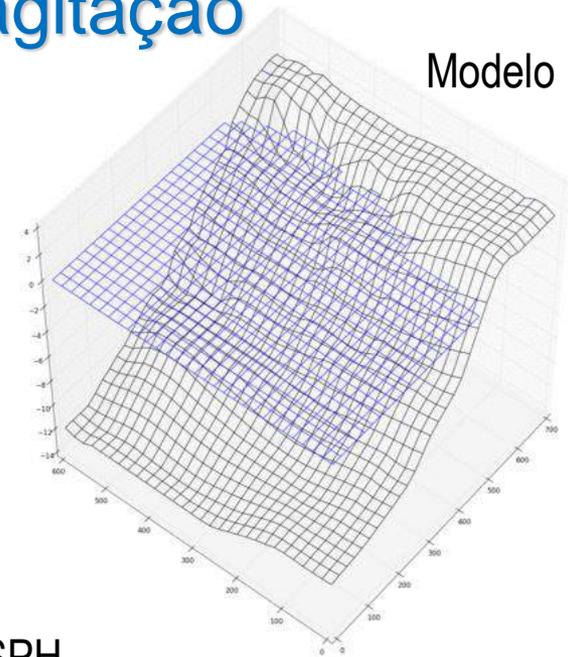
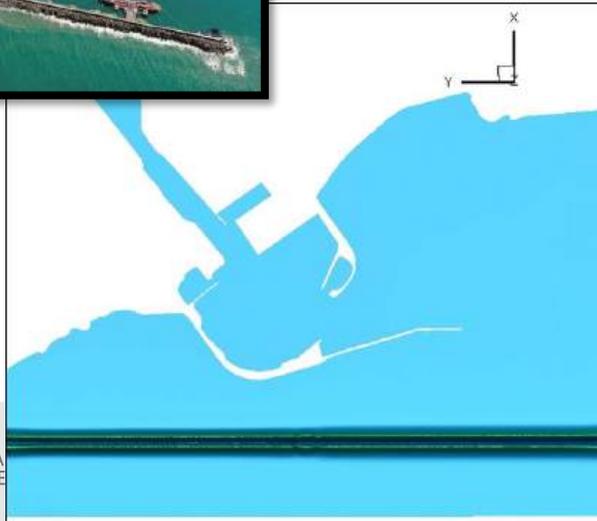
Gestão de Risco

3. Métodos de avaliação do risco de galgamentos e inundação

1 Determinação do regime de agitação

Modelo de Bouss-WH

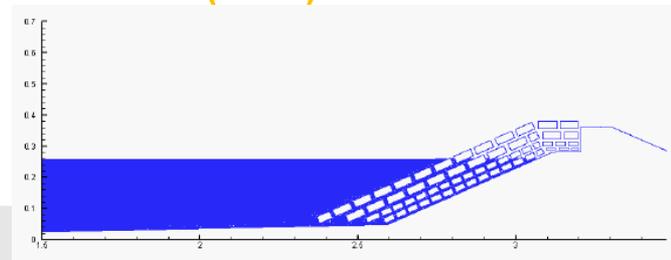
Pinheiro *et al.* (2011)



Modelo SWASH

Modelo SPH

Didier (2018)



Gestão de Risco

3. Métodos de avaliação do risco de galgamentos e inundação

1 Determinação do regime de agitação

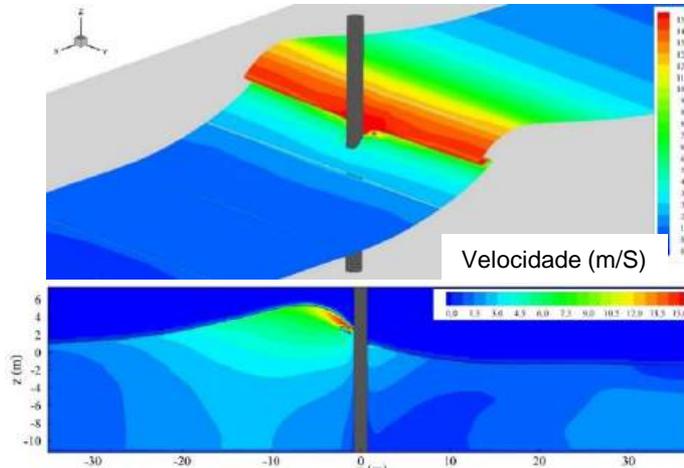
Modelo FLUENT
Didier (2023)

Interação entre uma onda incidente regular e um pilar de secção circular de 1.5 m

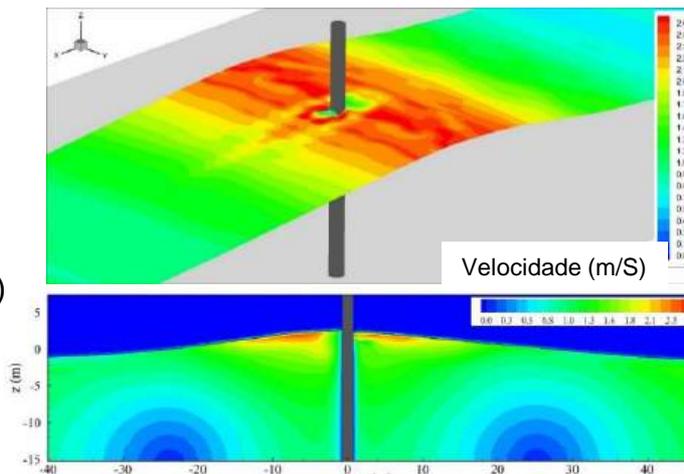
Dois tipos de interação:

- Impacto energético gerando uma pressão impulsiva se traduzindo por um pico de pressão de forte intensidade no local de impacto da onda no pilar e ocorrendo durante a fase de rebentação da onda. A pressão máxima é localizada ao nível da superfície livre (no instante de pressão máxima no pilar ao longo de um período de onda)
- Impacto suave gerando uma pressão quase-estática se traduzindo por uma variação suave do perfil de pressão ao longo do pilar, com a pressão máxima ocorrendo ligeiramente a baixo do nível da superfície livre (no instante de pressão máxima no pilar ao longo de um período)

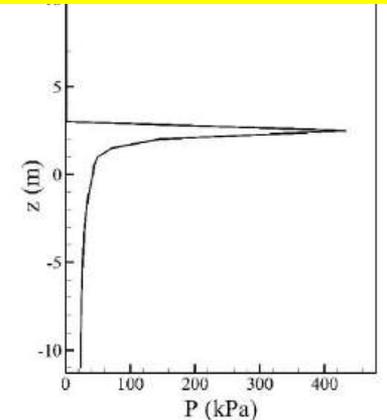
- Didier E., 2023. Détermination en modèle physique et numérique de la distribution verticale de pressions induites par l'agitation maritime sur des piliers de pont – Etude en modèle numérique. Relatório do LNEC 110/2023, realizado para



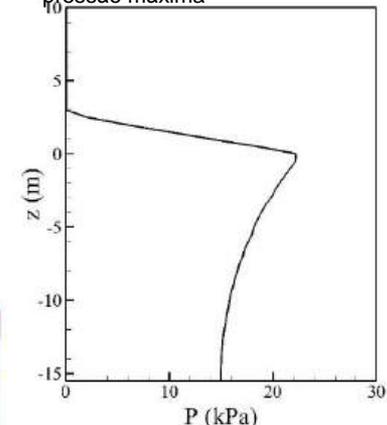
T = 14.7 s, H = 5.4 m, h = 11.3 m



T = 10 s, H = 3.7 m, h = 15.5m



Perfil vertical de pressão na face exposta do pilar, para o instante de pressão máxima



Perfil vertical de pressão na face exposta do pilar, para o instante de pressão máxima

Gestão de Risco

3. Métodos de avaliação do risco de galgamento e inundação



Análise dos riscos

MOD I

CARACTERIZAÇÃO
DA AGITAÇÃO
MARÍTIMA



Previsões a 72h de Ondas e Ventos
ECMWF-MARS, COPERNIUS



Geração e Propagação de
Ondas



Propagação de Ondas

MOD II

GALGAMENTO



Galgamento NEURAL
NETWORK

Avaliação dos riscos

MOD III

AVALIAÇÃO DO RISCO



Mapas de risco

Gestão de Riscos

3. Métodos de avaliação do risco de galgamentos e inundação

2 Cálculo espraiamento/galgamento - Metodologias

Formulas Empíricas:

VAN DER MEER (1995,1998)

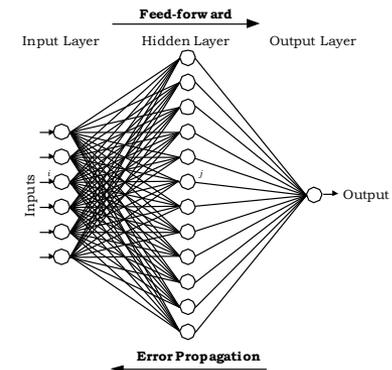
$$Q = \frac{0.06 \xi_{sp} \sqrt{gH_s^3}}{\sqrt{\tan \alpha}} \text{EXP} \left[-A \frac{R_c / \gamma_r}{\xi_{sp} H_s} \right] \Rightarrow \xi_{sp} \leq 2$$

$$Q = 0.2 \sqrt{gH_s^3} \text{EXP} \left[-B \frac{R_c / \gamma_r}{H_s} \right] \Rightarrow \xi_{sp} > 2$$

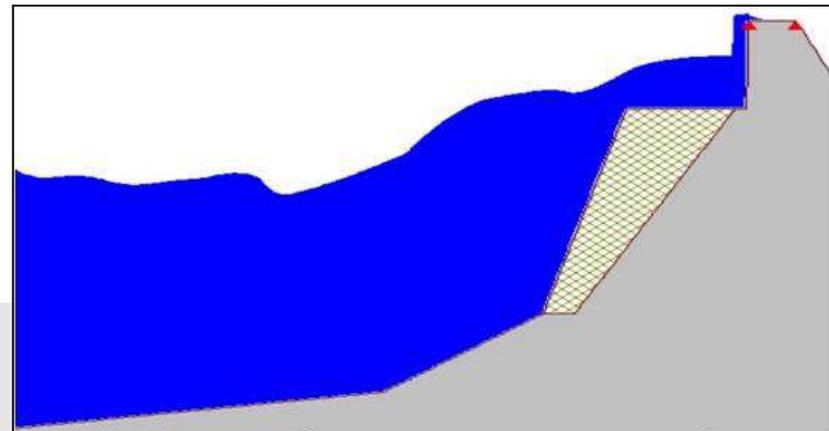
Modelação física:



Redes neuronais



Modelação numérica:



Gestão de Riscos

3. Métodos de avaliação do risco de galgamento e inundação

2

Cálculo espraçamento/galgamento - Metodologias



Manuais de Galgamento

- **Europa: "Wave Overtopping of Sea Defences and Related Structures - Assessment Manual". EurOtop, August 2020**

Gestão de Riscos

3. Métodos de avaliação do risco de galgamento e inundação

2 Cálculo galgamento - NN_OVERTOPPING2

- > Resulta da análise conjunta de 700 redes neuronais
- > Baseada em cerca de 8400 combinações de input-output provenientes de ensaios em modelo físico realizados em vários laboratórios da Europa, América e Japão
- > Contempla diversas características da onda e diferentes tipos de estruturas (e.g. diques, quebra-mares de talude e verticais)
- > Usa 15 parâmetros de entrada (geometria + agitação marítima)
- > Estima caudal médio galgado por unidade de comprimento do coroamento da estrutura, q

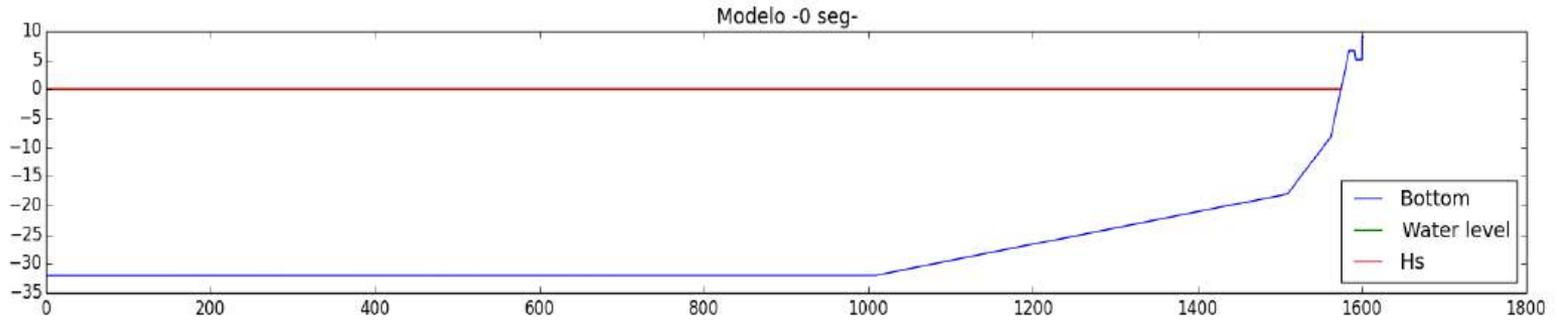


Gestão de Riscos

3. Métodos de avaliação do risco de galgamento e inundação

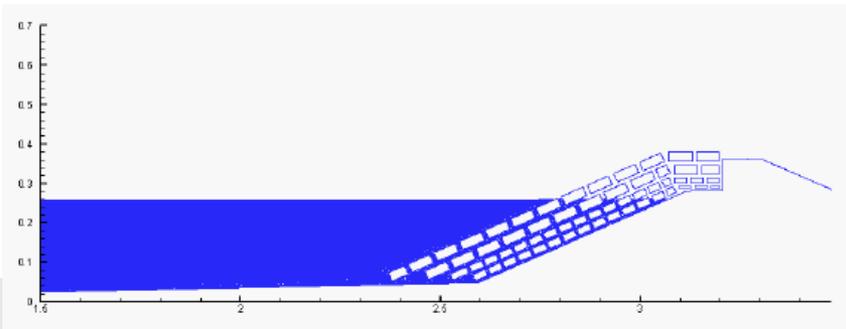
2 Cálculo espraioamento/galgamento

Modelo SWASH

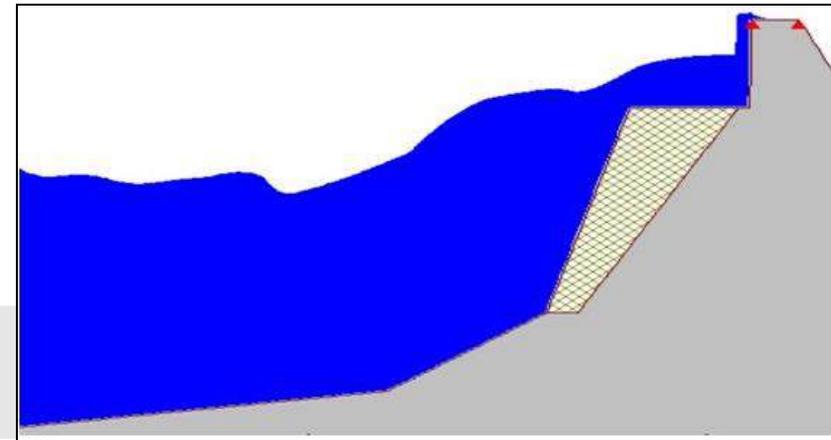


Modelo SPH

Didier (2010)



Modelo IH2VOF



Gestão de Risco

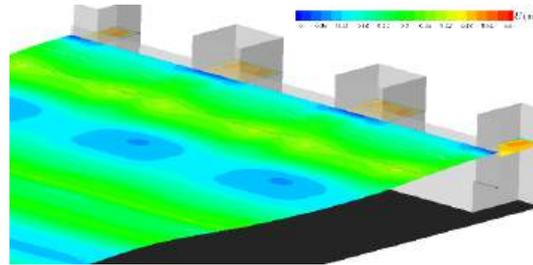
3. Métodos de avaliação do risco de galgamentos e inundação

2 Cálculo espraçamento/galgamento

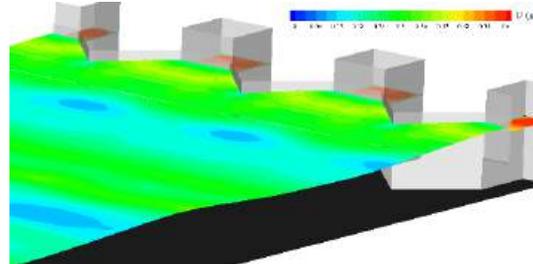
Modelo FLUENT
Didier e Teixeira (2024)

Cluster de dispositivos de aproveitamento da energia das ondas de tipo Coluna de Água Oscilante – CAO – inserido em um quebra-mar vertical

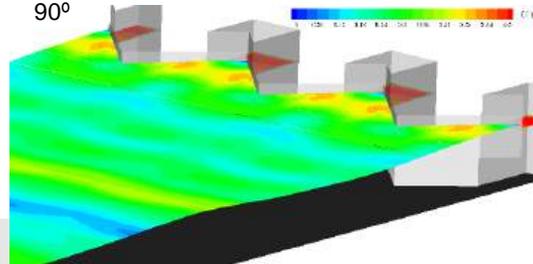
- Três configurações com paredes do quebra-mar e do dispositivo a 90° e 45°
- Dispositivos de CAO distantes de 20 m
- Profundidade do tanque, 10 m
- Onda incidente com $H = 1$ m
- Período da onda incidente de 6 a 12 s
- Dispositivo de CAO com
 - Cross-section de 10×10 m
 - Turbina Wells com $kt=100 \text{ Pa.s.m}^{-3}$
- As paredes convergentes permitem aumentar significativamente a potencia pneumática e a eficiência dos dispositivos
 - Potência duplicada para $T = 6$ s entre a configuração 1 e 3
 - Ganho de potencia da ordem de
 - 25 a 30 kW entre a configuração 1 e 2
 - 40 a 50 kW entre a configuração 1 e 3
 - Eficiência dos dispositivos superior a 100 % para as configurações 2 e 3



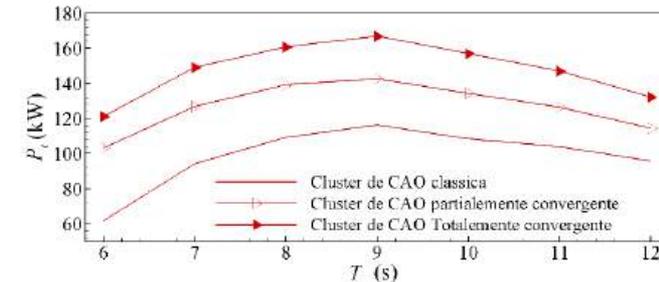
Configuração 1:
Paredes do quebra-mar e da CAO com 90°



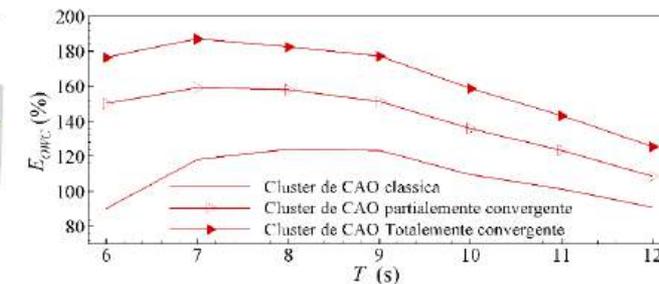
Configuração 2:
Paredes do quebra-mar com 45° e da CAO com 90°



Configuração 3:
Paredes do quebra-mar e da CAO com 45°



Potencia pneumática

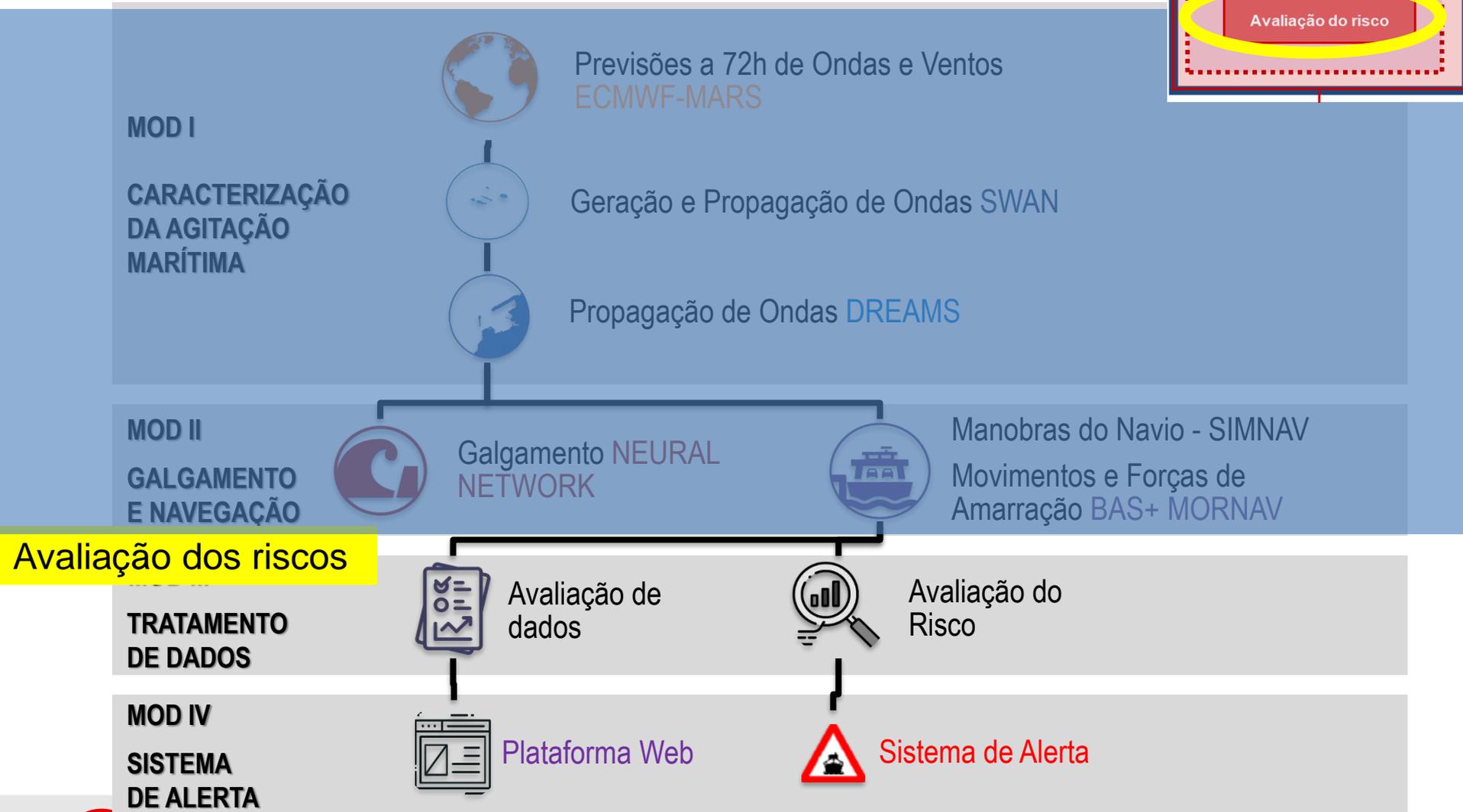


Eficiência (Pot. pneumática/ Pot. onda incidente)

Didier, E., Teixeira, P.R.F., 2024. Numerical analysis of 3D hydrodynamics and performance of an array of oscillating water column wave energy converter integrated into a vertical breakwater. Renewable Energy, 225, 120297.

Gestão de Risco

3. Métodos de avaliação do risco de galgamento, injeção e navegação



Gestão de Risco

3. Métodos de avaliação do risco de galgamentos e inundação

3 Avaliação de Risco - Metodologia

- A avaliação do risco de inundação está associada à excedência de limiares pré-estabelecidos de galgamentos que são comparados com os resultados obtidos pelas ferramentas referidas.
- Esses limiares são definidos caso a caso, com base em informação existente sobre o local

Tipo de Estrutura Galgada

Condições e Tipo de Danos		Caudal médio q (l/s/m)
Estruturas de Defesa com Talude no Tardoz	Sem danos se o coroamento e o tardoz estiverem bem protegidos	50 - 200
	Sem danos no coroamento e no tardoz de um dique de argila coberto por relva	1 - 10
	Sem danos no coroamento e no tardoz mesmo se não estiverem protegidos	0.1
Defesas Frontais	Danos em zonas de circulação pavimentadas localizadas atrás da defesa frontal	200
	Danos em zonas de circulação relvadas ou levemente protegidas	50

Pessoas

Condições e Tipo de Danos	Caudal médio q (l/s/m)
Pessoal treinado, com equipamento e calçado adequado, com percepção de que se pode molhar, galgamento gera escoamentos de pouca altura, sem jactos de água a cair, perigo reduzido de queda para o mar	1 - 10
Pessoas cientes, com visão clara do mar, que não ficam facilmente perturbadas ou assustadas, capazes de tolerar o facto de ficarem molhadas, que se deslocam numa zona larga	0.1

Veículos

Condições e Tipo de Danos	Caudal médio q (l/s/m)
Circulação a baixa velocidade, galgamento gera escoamentos de pouca altura (<i>pulsating overtopping</i>), sem jactos de água a cair na via, veículo não imerso	10 - 50
Circulação a velocidade moderada ou alta, galgamento projectado com grande velocidade (<i>impulsive overtopping</i>) ou com jactos de água a cair na via que podem imergir o veículo	0.01 - 0.05

Embarcações, Edifícios e Equipamento

Condições e Tipo de Danos	Caudal médio q (l/s/m)
Danos significativos ou afundamento de grandes barcos	50
Afundamento de barcos pequenos localizados a 5-10 m da estrutura. Danos em grandes barcos	10
Danos em edifícios	1
Danos em equipamento localizado a 5-10 m da estrutura	0.4

Gestão de Risco

3. Métodos de avaliação do risco de galgamentos e inundação

3 Avaliação de Risco - Metodologia

C – Grau de consequências da ocorrência de galgamentos que excedem um limiar pré-estabelecido

Grau Risco = Grau Probabilidade x Grau Consequências

R – Grau de risco associado à excedência de um limiar pré-estabelecido para os galgamentos

P – Grau de probabilidade de excedência de um limiar pré-estabelecido para os galgamentos

Gestão de Risco

3. Métodos de avaliação do risco de galgamentos e inundação

3 Avaliação de Risco - Metodologia

Grau Risco = Grau Probabilidade x Grau Consequências

Grau de probabilidade de ocorrência de galgamentos que excedem um limiar pré-estabelecido

Descrição	Probabilidade de Ocorrência (Guia de Orientação)	Grau
Improvável	0 – 1%	1
Raro	1 – 10%	2
Ocasional	10 – 25%	3
Provável	25 – 50%	4
Frequente	> 50%	5

Gestão de Risco

3. Métodos de avaliação do risco de galgamentos e inundação

3

Avaliação de Risco - Metodologia

Grau Risco = Grau Probabilidade x Grau Consequências

**Grau de
consequências da ocorrência**

Descrição	Pessoas	Ambiente	Gestão portuária	Património			Grau
				Edifícios	Equipamentos ¹	Estrutura marítima	
significantes	Possibilidade e de ferimentos muito ligeiros	Impacto ambiental desprezável	Alterações ligeiras nas actividades portuárias	Danos exteriores quase inexistentes	Danos quase inexistentes	Dano na zona activa da estrutura não necessitando reparação	1
Reduzidas	Uma única lesão ligeira	Pequenos derrames (por exemplo de combustível)	Algumas alterações nas actividades portuárias; má publicidade para o porto a nível local	Danos interiores e exteriores insignificantes	Danos ligeiros que não implicam a paragem do equipamento; resolução de problemas quase imediata	Ocorrência de movimentos e quedas de blocos sem exposição de filtros; reparação imediata desnecessária	2
Sérias	Múltiplas lesões ligeiras ou uma única lesão grave	Algumas áreas com acesso proibido devido a poluição causada por derrames	Operações de carga e descarga condicionadas; possibilidade de paragem parcial do porto; má publicidade generalizada	Danos interiores moderados	Danos que implicam inatividade temporária do equipamento para reparação	Ocorrência de movimentos e quedas de blocos com exposição de filtros; superestrutura afectada mas sem movimentos significativos	5
Muito sérias	Muitas lesões graves ou uma perda de vida	Episódios de poluição dentro e fora do porto com possibilidade de consequências irreparáveis para o ambiente	Impossibilidade de realização de operações de carga e descarga durante vários dias; má publicidade a nível nacional	Grandes danos no interior; estrutura do edifício afectada	Danos graves; inatividade prolongada do equipamento	Filtros afectados; movimentos substanciais da superestrutura	10
Catastróficas	Muitas perdas de vidas	Derrames generalizados; contaminação muito grave; consequências irreparáveis para o ambiente; necessidade de ajuda internacional	Restrições muito sérias às operações de carga e descarga durante muito tempo; perda de trocas comerciais durante muito tempo; má publicidade internacional	Danos interiores muito graves; estrutura do edifício seriamente afectada; colapso iminente	Perda do equipamento (reparação impossível)	Colapso da estrutura	25

Gestão de Risco

3. Métodos de avaliação do risco de galgamentos e inundação

3 Avaliação de Risco - Metodologia

$$\text{Grau Risco} = \text{Grau Probabilidade} \times \text{Grau Consequências}$$

Grau de risco de ocorrência de galgamentos que excedem um limiar pré-estabelecido

GRAU DE RISCO		Grau de Consequências de Ocorrência				
		1	2	5	10	25
Grau de Probabilidade de Ocorrência	1	1	2	5	10	25
	2	2	4	10	20	50
	3	3	6	15	30	75
	4	4	8	20	40	100
	5	5	10	25	50	125

Gestão de Risco

3. Métodos de avaliação do risco de galgamentos e inundação

3 Avaliação de Risco - Metodologia

Avaliação da aceitabilidade do grau de risco obtido

Grau	Descrição	Controlo do Risco (Guia de Orientação)
1 – 3	Insignificante	Risco desprezável; não é preciso levar a cabo medidas de controlo de risco.
4 – 10	Aceitável	Risco que pode ser considerado tolerável caso se seleccione um conjunto de medidas para o seu controlo.
15 – 30	Indesejável	Risco que deve ser evitado se for razoável em termos práticos; requer uma investigação detalhada e análise de custo-benefício; é essencial a monitorização.
40 – 125	Inaceitável	Risco intolerável; tem que se proceder ao controlo do risco (i.e. eliminar a origem dos riscos, alterar a probabilidade de ocorrência e/ou as consequências, transferir o risco, etc.).

Gestão de Riscos

1. *Motivações*
2. *Conceitos básicos*
3. *Métodos de avaliação do risco de inundação* →
4. *Métodos de avaliação do risco de navegação portuária* →
5. *Sistemas de previsão e alerta* →
6. *Casos de estudo*
7. *Projetos*



Gestão de Risco

4. Métodos de avaliação do risco para a navegação



Análise dos riscos

MOD I

CHARACTERIZAÇÃO DA AGITAÇÃO MARÍTIMA

-  Previsões a 72h de Ondas e Ventos **ECMWF-MARS**
-  Geração e Propagação de Ondas **SWAN**
-  Propagação de Ondas **DREAMS**

MOD II

GALGAMENTO E NAVEGAÇÃO

-  Manobras do Navio - **SIMNAV**
-  Movimentos e Forças de Amarração **BAS+ MORNAV**

Avaliação dos riscos

TRATAMENTO DE DADOS

-  Avaliação do Risco

MOD IV

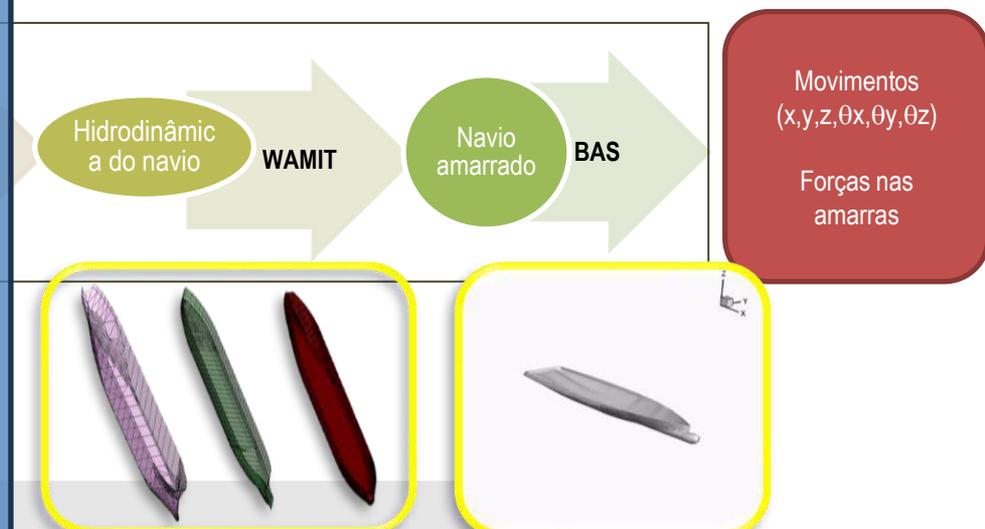
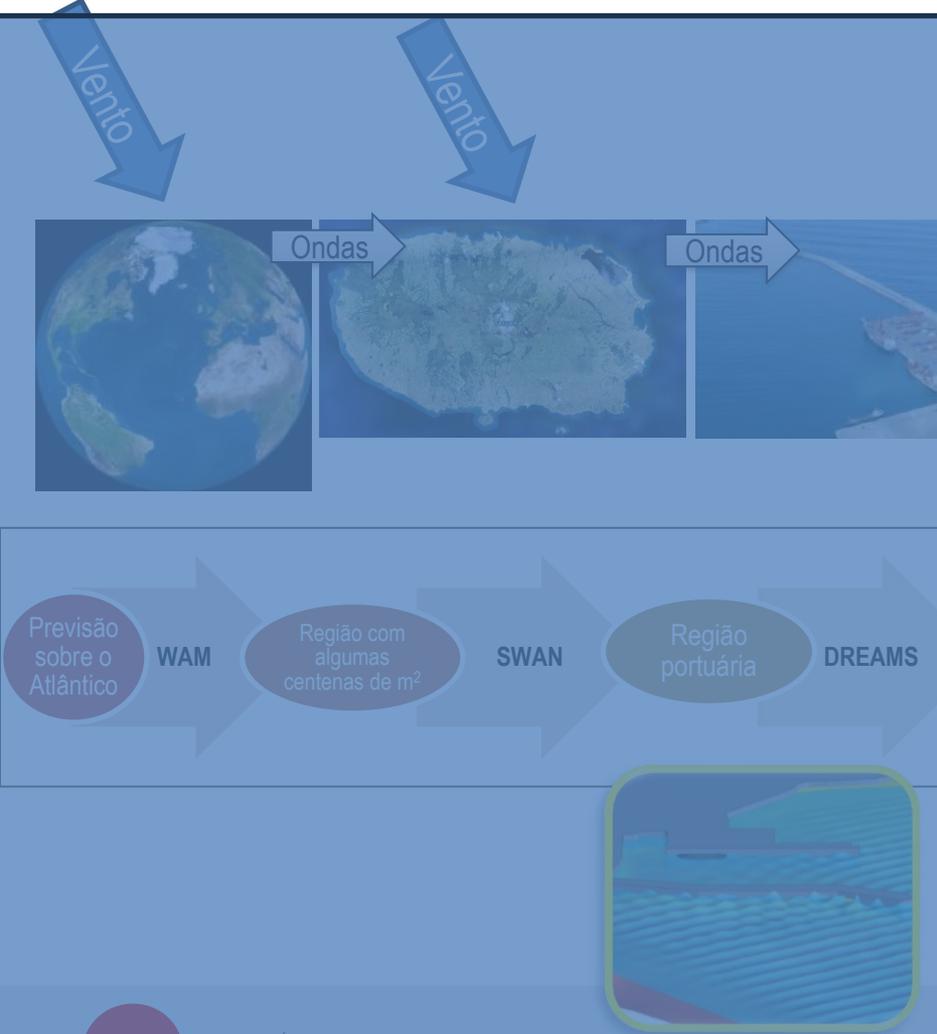
SISTEMA DE ALERTA

-  Plataforma Web
-  Sistema de Alerta

Gestão de Risco

4. Métodos de avaliação do risco para a navegação

3 Análise do Risco - Metodologia



Gestão de Risco

4. Métodos de avaliação do risco para a navegação

3 Avaliação de Risco - Metodologia

- Amplitudes de movimento máximas recomendadas para a segurança das operações de carga/descarga (PIANC 1995)

Tipo de Navio	Avanço	Deriva	Abatimento	Balanço	Guinada
	(m)	(m)	(m)	(°)	(°)
Petroleiro	2.5	2.0	1.5	4.0	2.0
Porta contentores	0.5	0.3	0.4	1.5	0.5
RO/RO	0.3	0.2	0.1	-	-

- Velocidades máximas recomendadas para a segurança do navio amarrado (pesqueiros, ferries e RO/RO) (Elzinga *et al.*, 1992)

Tamanho do navio (DWT)	Avanço	Deriva	Abatimento	Balanço	Guinada
	(m/s)	(m/s)	(m/s)	(°/s)	(°/s)
1000	0.6	0.6	-	2.0	2.0
2000	0.4	0.4	-	1.5	1.5
8000	0.3	0.3	-	1.0	1.0

Sem perigo

Atividade de carga e descarga condicionada

Nível de alerta máximo.

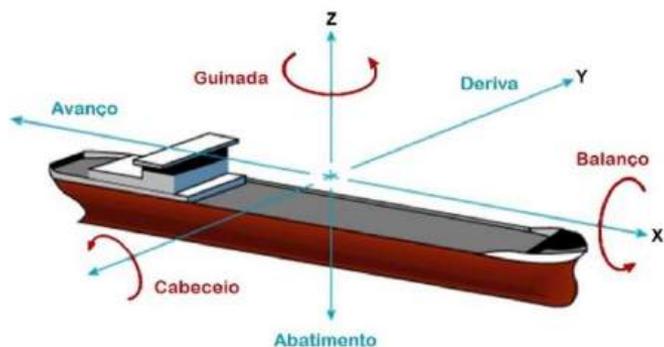
- Não é possível efetuar atividades de carga e descarga do navio.
- Possibilidade de ocorrência de roturas de amarras.
- As infraestruturas podem ficar seriamente danificadas.

Gestão de Risco

4. Métodos de avaliação do risco para a navegação

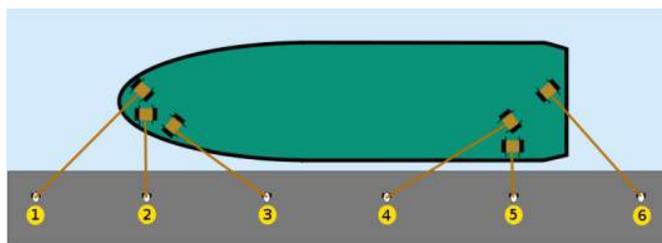
3

Avaliação de Risco – Metodologia - Critérios



Símbolo	Descrição	Nível de Alerta	
		0 Mov x (m)	3 Mov y (m)
	Movimentos em x (avanço) ¹ Navio do tipo <i>ferry</i>	≤ 0,6	> 0,6

Símbolo	Descrição	Nível de Alerta	
		$F_{m\acute{a}x}$ (kN)	$F_{m\acute{a}x}$ (kN)
	Força máxima admissível na amarra ³ Navio do tipo <i>ferry</i>	< 262,4	≥ 262,4



Gestão de Risco

4. Métodos de avaliação do risco para a navegação

3

Avaliação de Risco - Metodologia

Grau Risco = Grau Probabilidade x Grau Consequências

$P(X > X_{ref})$	Nível consequência		
	Pouco severo	Severo	Crítico
Baixa	I	II	III
Media	II	III	IV
Alta	III	IV	V

CONSEQUÊNCIAS

NAVIOS AMARRADOS

SEM CONSEQUÊNCIAS	Sem alterações nas atividades portuárias.
REDUZIDAS	Algumas alterações nas atividades portuárias. Operações de carga e descarga com medidas de segurança reforçadas. Possibilidade de reforço nas amarrações.
SÉRIAS	Operações de carga e descarga condicionadas. Necessário reforço das amarrações e seleção do posto de acostagem mais favorável.
EXTREMAS	Operações de carga e descarga interditas. Possibilidade de ocorrência de roturas de amarras. As infraestruturas podem ficar seriamente danificadas. Manobras de atracação, entrada e saída do porto desaconselhadas.

Gestão de Riscos

1. *Motivações*
2. *Conceitos básicos*
3. *Métodos de avaliação do risco de inundação* →
4. *Métodos de avaliação do risco de navegação portuária* →
5. *Sistemas de previsão e alerta* →
6. *Casos de estudo*
7. *Projetos*

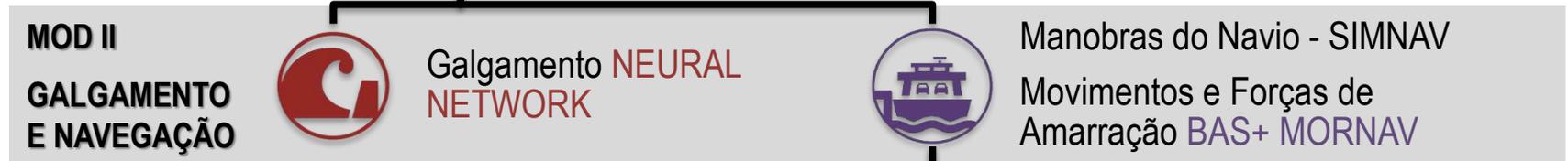
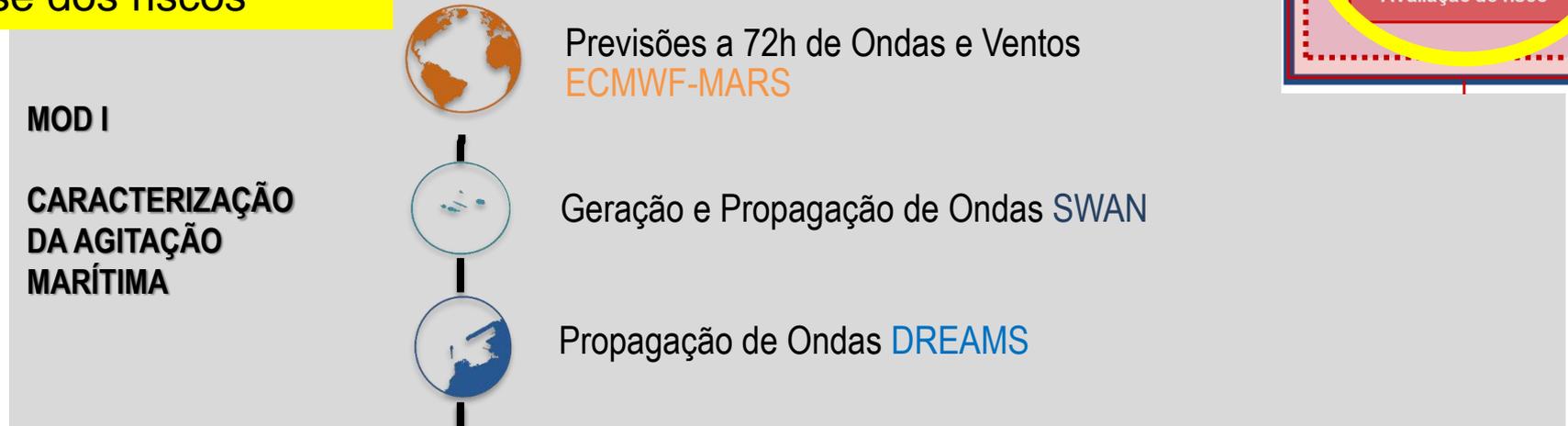


Gestão de Risco

5. Sistemas de previsão e alerta - HIDRALE



Análise dos riscos



Avaliação dos riscos



Gestão de Risco

5. Sistemas de previsão e alerta - HIDRAL



HIDRALERTA - Ferramenta integrada para a modelação numérica da agitação marítima e dos seus efeitos

- > Aplicação informática baseada num Sistema de Informação Geográfica (SIG) destinada a:
 - **Análise de dados** de agitação marítima
 - **Construção de ficheiros de dados** para os modelos numéricos, execução dos modelos, **visualização de resultados**
 - **Propagação de agitação marítima** desde o largo até ao interior de zonas abrigadas
 - Previsão dos **galgamentos** em estruturas de proteção marítima
 - Previsão dos **movimentos** dos navios e **forças na amarração** dos navios
 - **Avaliação de riscos** em Engenharia Portuária e Costeira
- > Construída em linguagem de programação *Python* e integrada numa plataforma *web*

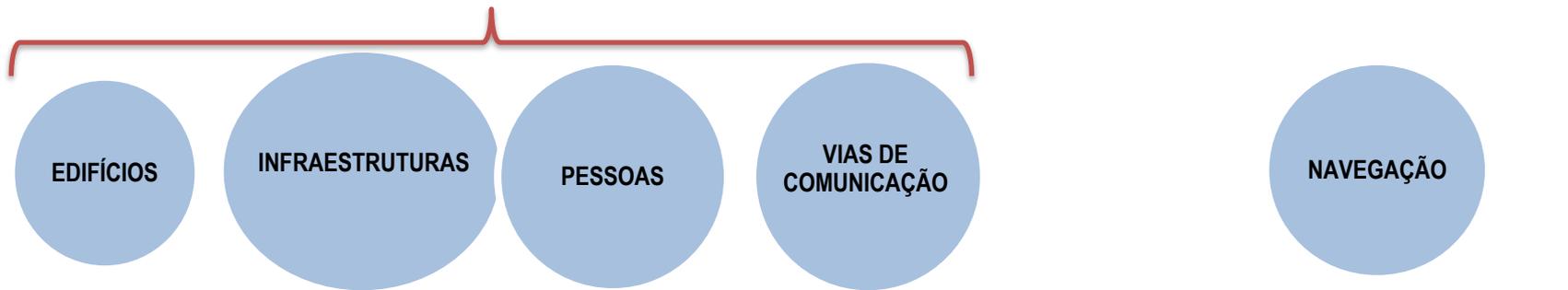
Gestão de Risco

5. Sistemas de previsão e alerta - HIDRAL



Previsão, alerta e avaliação do risco

- Consequências do galgamento e inundação



Gestão de Risco

5. Sistemas de previsão e alerta - HIDRAL



SISTEMA DE
PREVISÃO E ALERTA

SEGURANÇA



SISTEMA DE AVALIAÇÃO
DO RISCO

GESTÃO

- AVALIAÇÃO, EM TEMPO REAL, DE SITUAÇÕES DE EMERGÊNCIA
- 
- **EMISSÃO DE ALERTAS** PARA AS ENTIDADES COMPETENTES
 - ✓ (utilização de previsões da agitação marítima a 72 horas)

- PRODUÇÃO DE MAPAS DE RISCO
- 
- **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)

Gestão de Risco

5. Sistemas de previsão e alerta – HIDRAL (galgamento)



Previsão dos parâmetros locais

Nível de maré
+
sobreelevação 

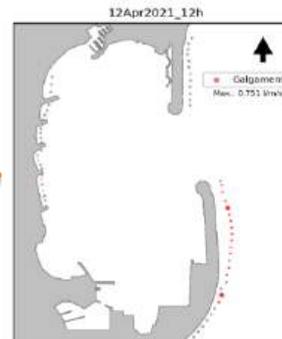
Ondas 

Vento 

Cálculo do Galgamento

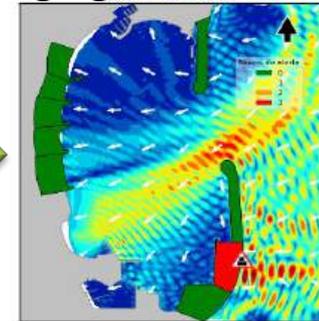
Ferramenta
Neuronal

Caudal médio galgado



Alertas

Alerta de
galgamento



Gestão de Risco

5. Sistemas de previsão e alerta – HIDRAL (Navegação)



Previsão dos parâmetros locais

Nível de maré
+
sobreelevação



Ondas



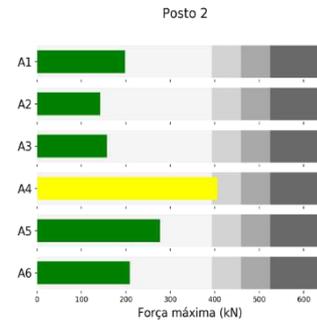
Vento



Movimentos + Forças



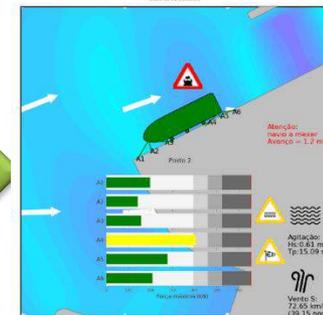
Navios amarrados
Movimentos+Forças



Alertas

Segurança
do porto e
Limites de
Operacional
idade

Movimentos+Forças



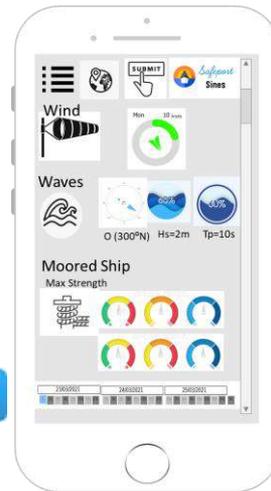
Gestão de Risco

5. Sistemas de previsão e alerta - HIDRAL



HIDRALERTA
Early Warning System

Portos - Galgamento



LABORATÓRIO NACIONAL DE ENGENHARIA CIVIL



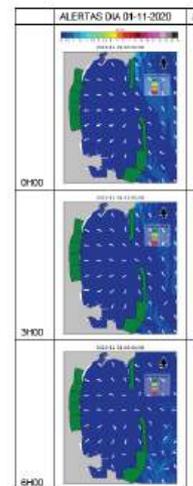
UNIVERSIDADE DOS AÇORES



Previsão de galgamentos costeiros

PRAIA DA VITÓRIA, Ilha Terceira, Açores

01Nov



Portos - Navios



LABORATÓRIO NACIONAL DE ENGENHARIA CIVIL



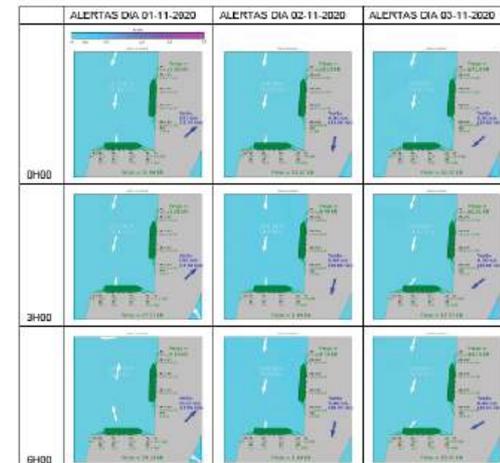
UNIVERSIDADE DOS AÇORES



Previsão de apoio à Navegação

PRAIA DA VITÓRIA, Ilha Terceira, Açores

01Nov2020 00h00 GMT



- Sistema desenvolvido em **PYTHON**
 - ✓ acoplamento dos modelos
 - ✓ automatização do sistema
 - ✓ integração do sistema na **WEB**
- Sistema fornece previsões de galgamentos todos os dias para os 3 dias seguintes
- Integração com os dados da boia ondógrafo
- Acesso aos dados de previsão e dados históricos
- Diferentes níveis de informação para diferentes utilizadores
- Sistema de videovigilância

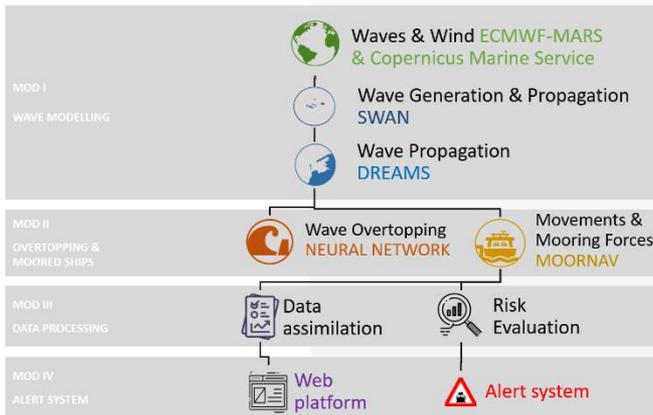
Gestão de Risco

4. Sistemas de previsão e alerta - HIDRAL

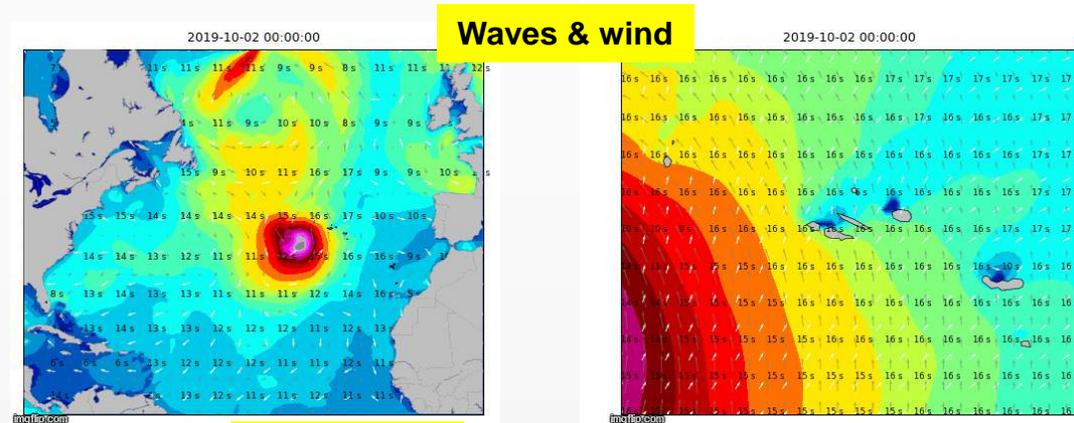


HIDRALERTA

3-days Forecast

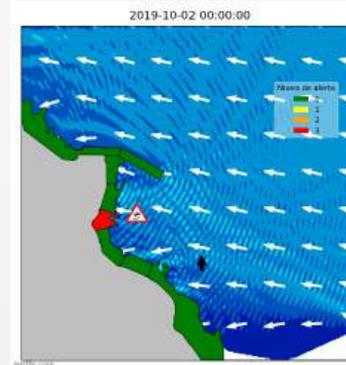


Global
↓
Regional
↓
Local
↓
Specific parameters
↓
Risk
↓
Alert

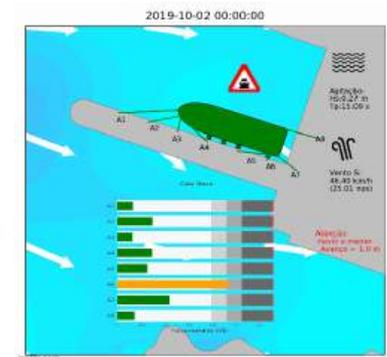


Waves & wind

Overtopping



Moored Ships



Gestão de Riscos

1. *Motivações*
2. *Conceitos básicos*
3. *Métodos de avaliação do risco de inundação* →
4. *Métodos de avaliação do risco de navegação portuária* →
5. *Sistemas de previsão e alerta* →
6. *Casos de estudo*
7. *Projetos*



Gestão de Riscos

6. Casos de estudo

- Avaliação do Risco
 - Porto da Praia da Vitória, Terceira, Açores
 - Galgamento →
 - Navegação →
- Sistema de previsão e alerta
 - Galgamento
 - Porto da Ericeira →
 - Costa da Caparica →
 - Navios
 - Porto de Sines →
- Validação do Sistema →
 - Agitação marítima
 - Alertas de galgamento/movimentos+forças



Gestão de Riscos

6. Casos de estudo:

Avaliação do risco e alerta de galgamento

Praia da Vitória



Gestão de Riscos

6. Casos de estudo:

Avaliação do risco e alerta de galgamento

Caracterização Geral



Gestão de Riscos

6. Casos de estudo:

Avaliação do risco e alerta de galgamento

Caracterização Geral

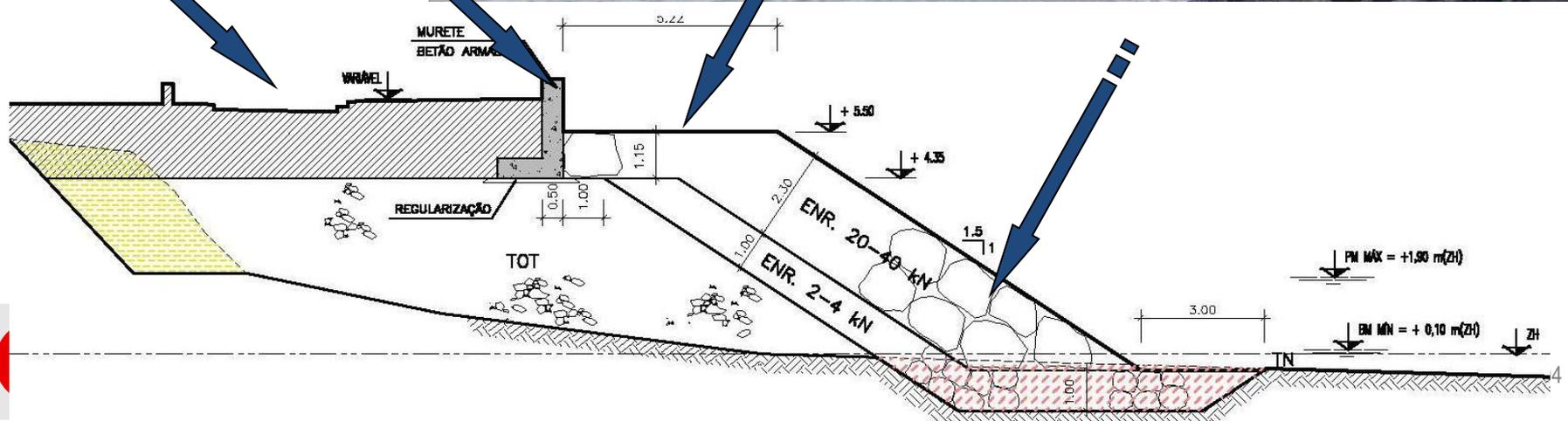


Gestão de Riscos

6. Casos de estudo:

Avaliação do risco e alerta de galgamento

Caracterização Geral

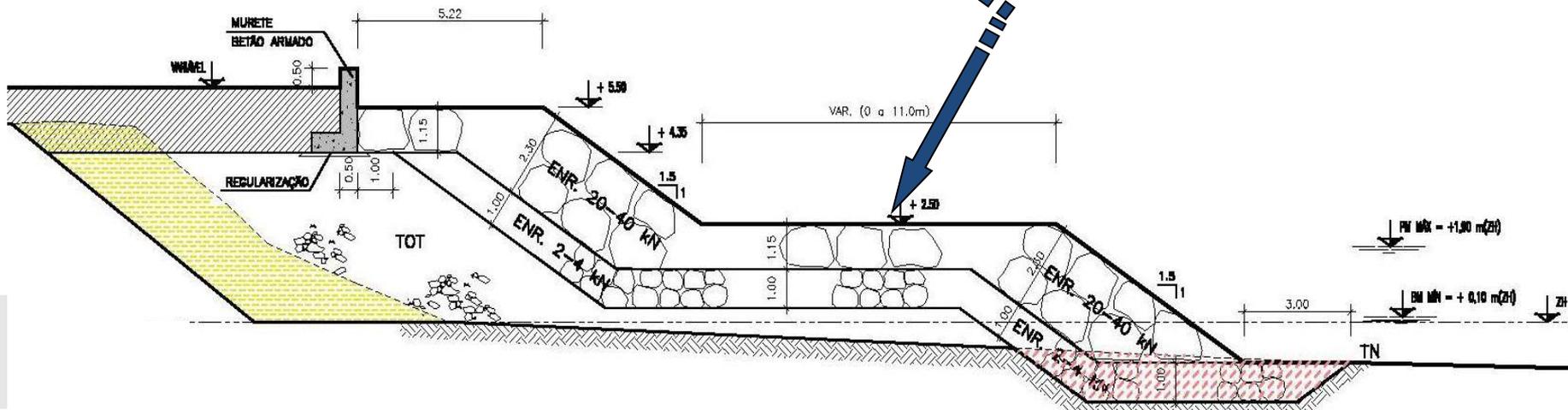


Gestão de Riscos

6. Casos de estudo:

Avaliação do risco e alerta de galgamento

Caracterização Geral

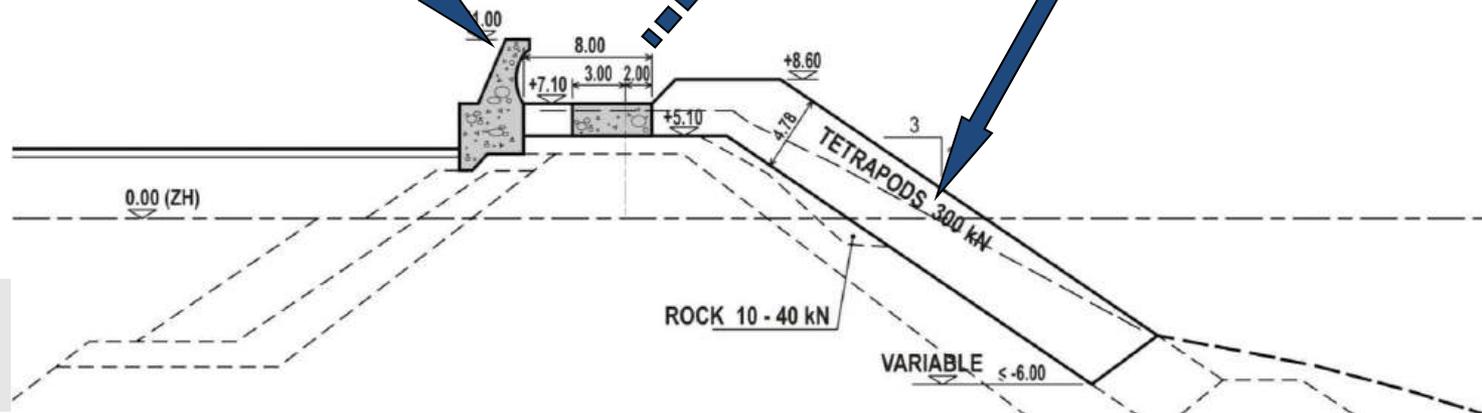


Gestão de Riscos

6. Casos de estudo:

Avaliação do risco e alerta de galgamento

Caracterização Geral



Gestão de Riscos

6. Casos de estudo:

Avaliação do risco e alerta de galgamento

*Caudais
admissíveis de
galgamento na
defesa frontal*



> Consequências da ocorrência de galgamentos

- Estragos na defesa frontal e na estrada marginal \Rightarrow $qa < 200 \text{ l/s/m}$
- Estragos no edifício (enraizamento do esporão 3) \Rightarrow $qa < 1 \text{ l/s/m}$
- Condicionamento da utilização segura da estrada por
 - veículos \Rightarrow $qa < 10 \text{ l/s/m}$
 - pessoas \Rightarrow $qa < 0.1 \text{ l/s/m}$
- Inundação da zona protegida

Gestão de Riscos

6. Casos de estudo:

Avaliação do risco e alerta de galgamento

Caudais admissíveis de galgamento no molhe sul em frente ao cais 12

Condições e Tipo de Danos	Caudal médio q (l/s/m)			
Danos significativos ou afundamento de grandes barcos	50			
Afundamento de barcos pequenos localizados a 5-10 m da estrutura. Danos em grandes barcos	10			
Danos em edifícios	1			
Danos em equipamento localizado a 5-10 m da estrutura	0.4			

> Consequências da ocorrência de galgamentos

- Estragos no molhe e no cais
- Estragos no equipamento
- Condicionamento da utilização segura do cais
 - o veículos
 - o pessoas
- Navios (já estão muito longe)

⇒ $q_a < 200$ l/s/m

⇒ $q_a < 0.4$ l/s/m

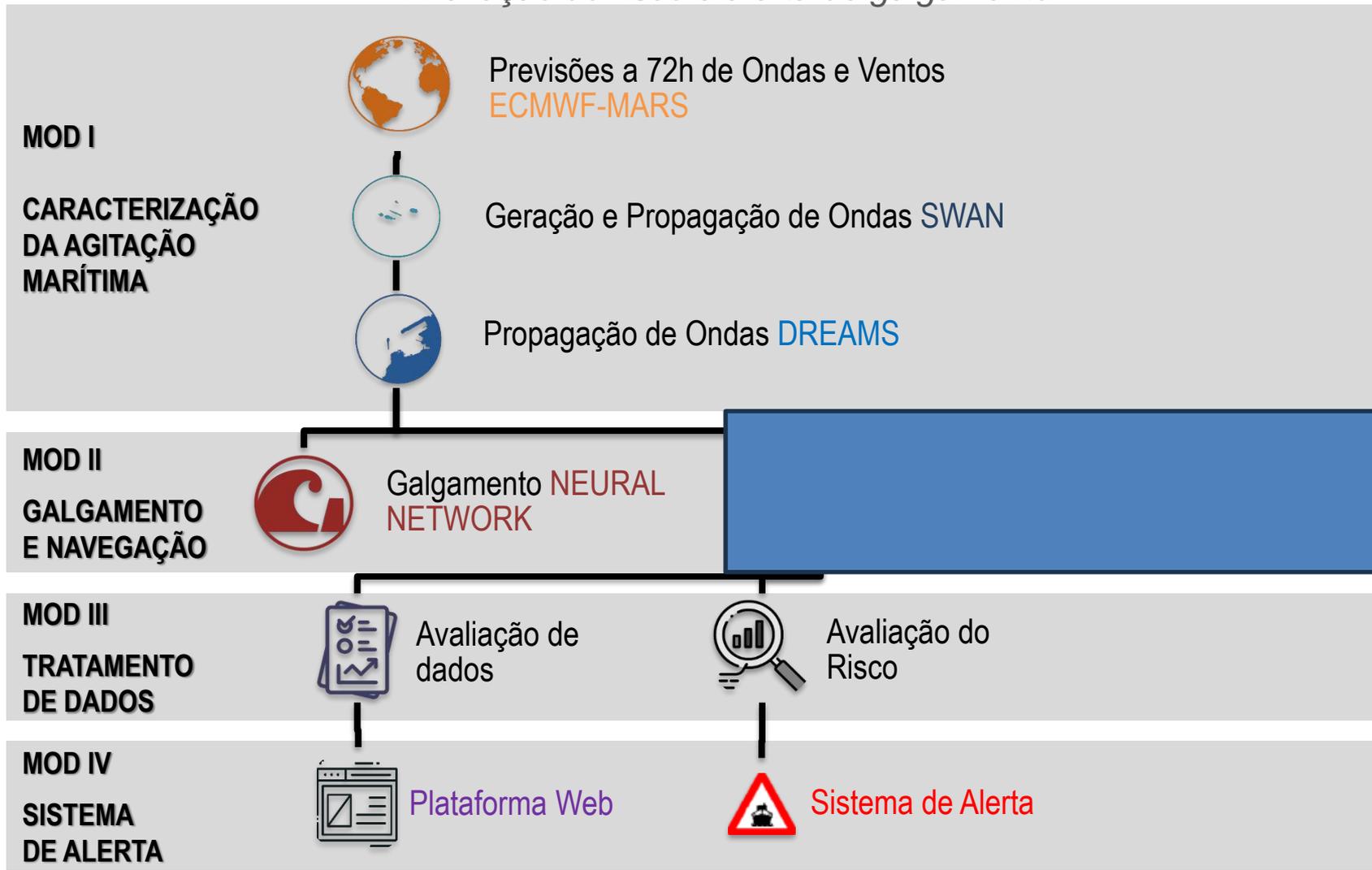
⇒ $q_a < 10$ l/s/m

⇒ $q_a < 0.1$ l/s/m

Gestão de Riscos

6. Casos de estudo:

Avaliação do risco e alerta de galgamento

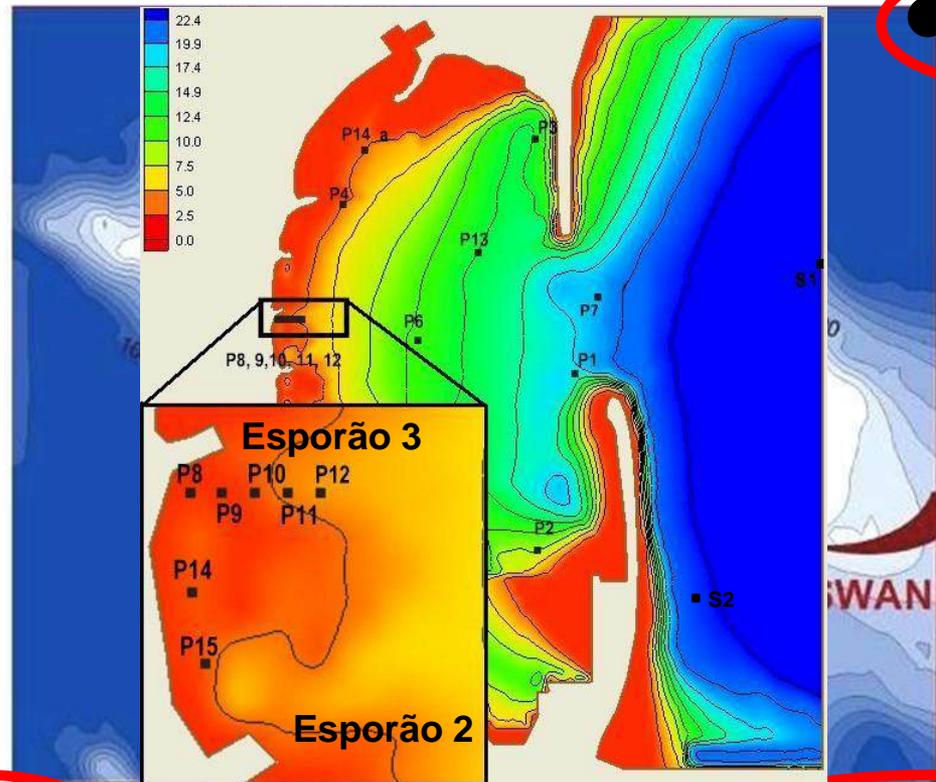


Gestão de Riscos

6. Casos de estudo:

Avaliação do risco e alerta de galgamento

1. Regime no interior do porto/zona costeira



● Resultados WWIII

- 5 anos de previsões do WWIII (2008/12)
- Transferência das previsões ao largo para fora do porto (S1) com o SWAN
- Transferência da agitação do exterior para junto ao molhe sul (S2) e para o interior da baía (P1 a P15) com o DREAMS

HS, TZ, DIR
RESULTADOS
WWIII

Executar
SWAN

HS, TP, DIR
Fora do Porto

Executar
DREAMS

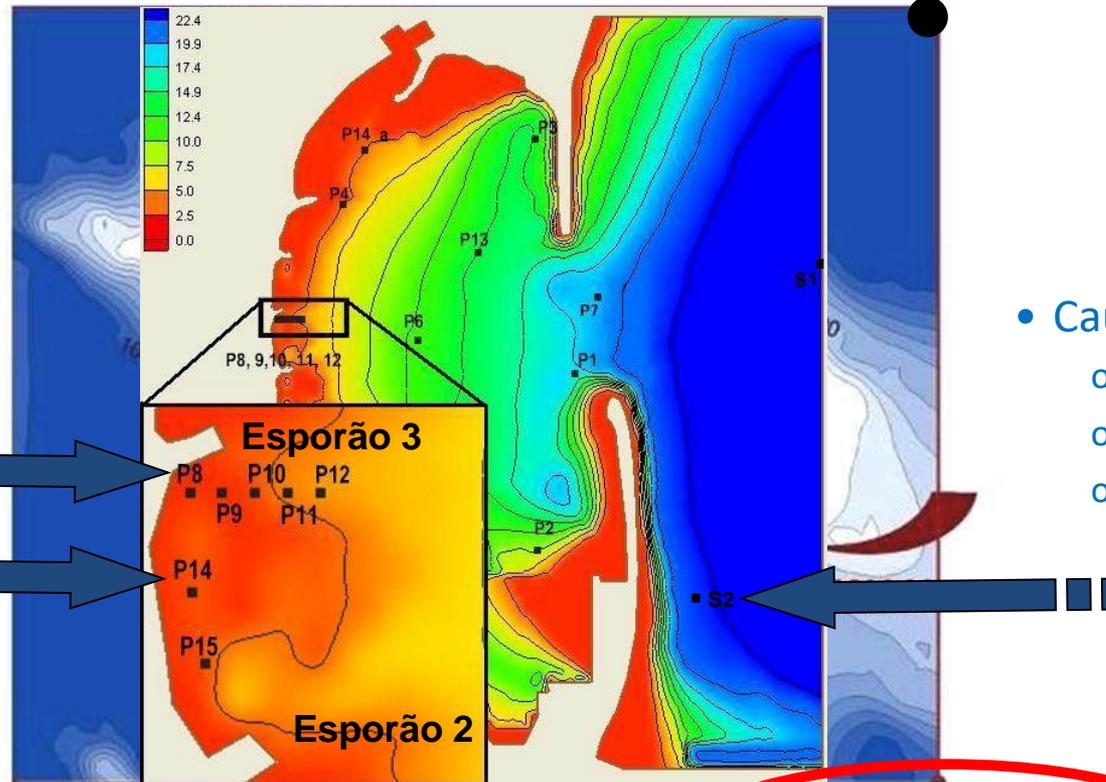
H, T, DIR
Dentro da Baía

Gestão de Riscos

6. Casos de estudo:

Avaliação do risco e alerta de galgamento

2. Cálculo do galgamento



- Caudais médios, q :
 - S2 (cais 12 do molhe sul)
 - P8 (enraizamento esporão 3)
 - P14 (entre os esporões 2-3)

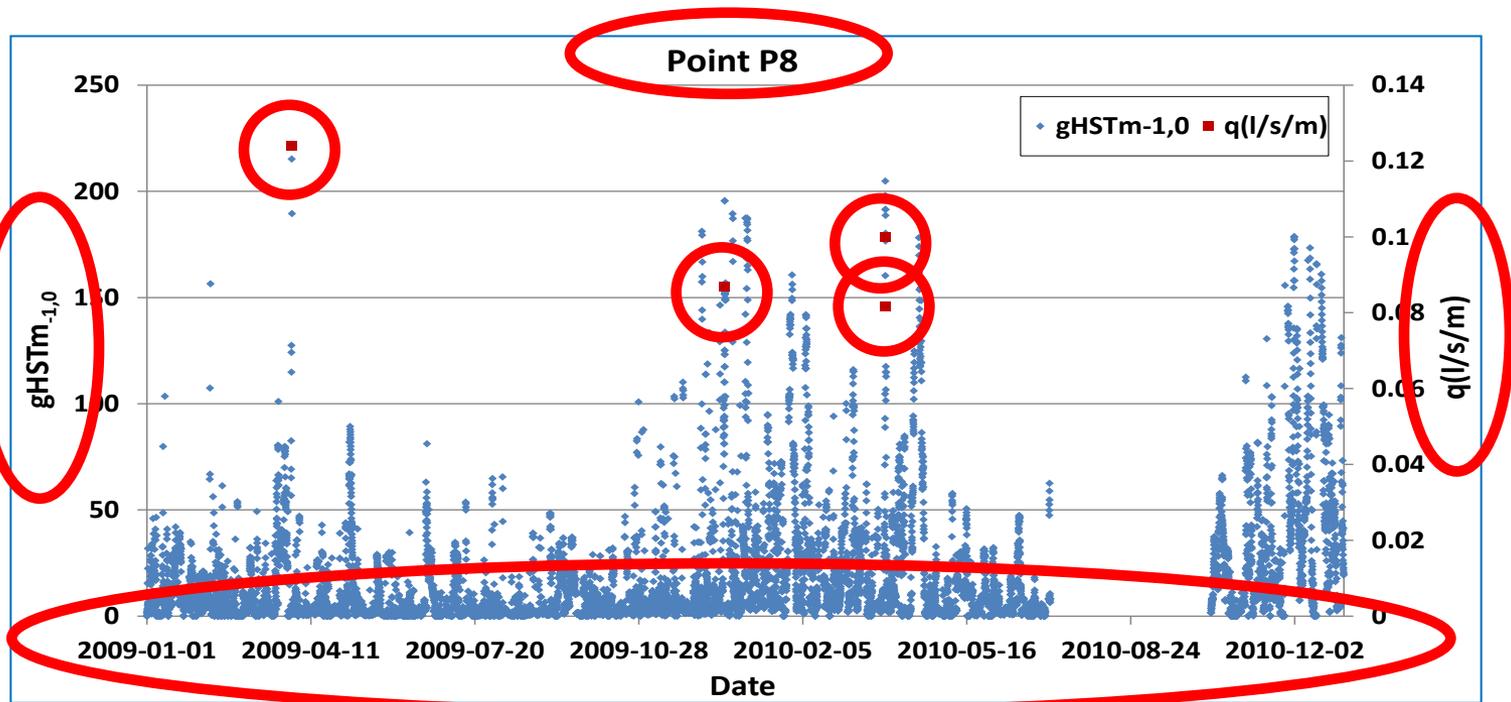


Gestão de Riscos

6. Casos de estudo:

Avaliação do risco e alerta de galgamento

2. Cálculo do galgamento (NN_OVERTOPPING2)



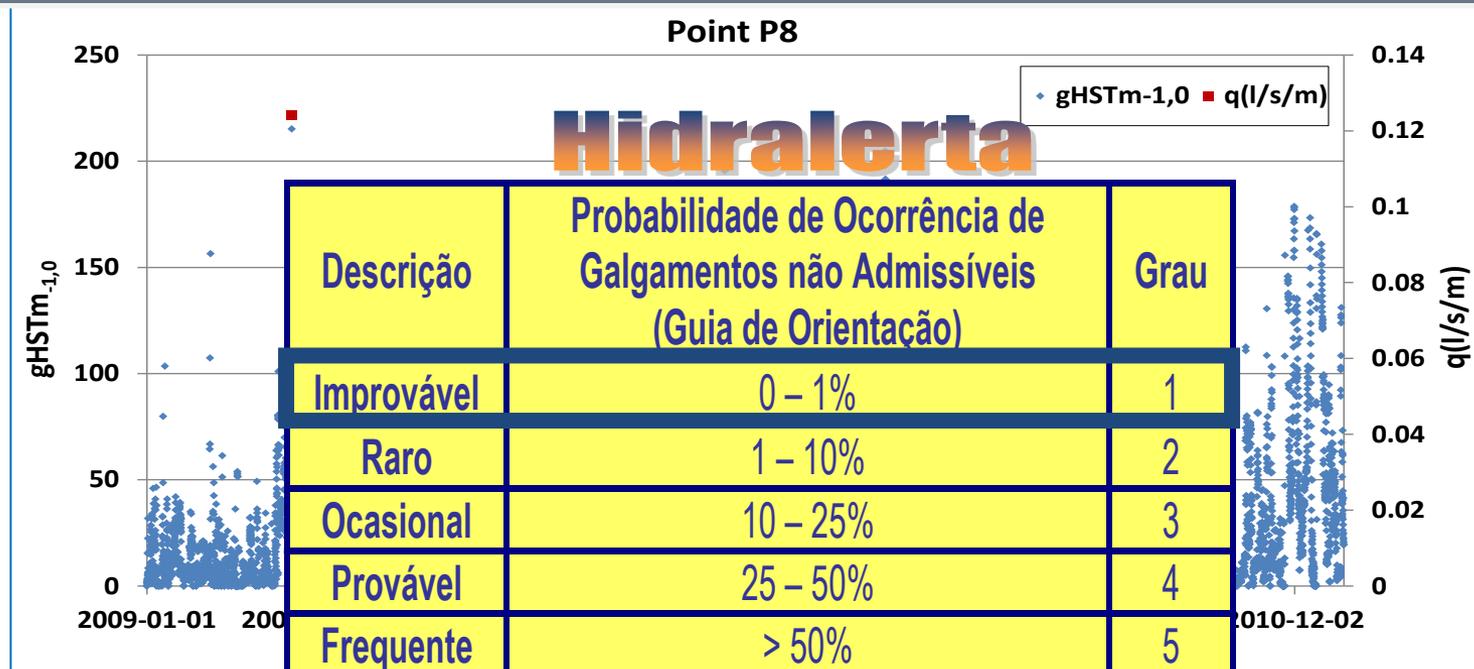
> 4 ocorrências de galgamento (3 dias do ano)

Gestão de Riscos

6. Casos de estudo:

Avaliação do risco e alerta de galgamento

3. Grau de risco: probabilidades



> 4 ocorrências de galgamento (3 dias do ano)

Probabilidade=0.025%

Gestão de Riscos

6. Casos de estudo:

Avaliação do risco e alerta de galgamento

3. Grau de risco: consequências



> $q < 0.13$ l/s/m

- não provoca danos na estrutura galgada, na marginal ou no edifício
- não põem em causa a segurança e integridade dos veículos
- limiar de perigosidade para as pessoas em 2 ocorrências

Gestão de Riscos

6. Casos de estudo:

Avaliação do risco e alerta de galgamento

3. Grau de risco: consequências

Hidralerta

Descrição	Consequências (Guia de Orientação)						Grau
	Pessoas	Ambiente	Gestão portuária	Património			
				Edifícios	Equipamentos ¹	Estrutura marítima	
significantes	Possibilidade de ferimentos muito ligeiros	Impacto ambiental desprezável	Alterações ligeiras nas actividades portuárias	Danos exteriores quase inexistentes	Danos quase inexistentes	Dano na zona activa da estrutura não necessitando reparação	1
Reduzidas	Uma única lesão ligeira	Pequenos derrames (por exemplo de combustível)	Algumas alterações nas actividades portuárias; má publicidade para o porto a nível local	Danos interiores e exteriores insignificantes	Danos ligeiros que não implicam a paragem do equipamento; resolução de problemas quase imediata	Ocorrência de movimentos e quedas de blocos sem exposição de filtros; reparação imediata desnecessária	2
Sérias	Múltiplas lesões ligeiras ou uma única lesão grave	Algumas áreas com acesso proibido devido a poluição causada por derrames	Operações de carga e descarga condicionadas; possibilidade de paragem parcial do porto; má publicidade generalizada	Danos interiores moderados	Danos que implicam inatividade temporária do equipamento para reparação	Ocorrência de movimentos e quedas de blocos com exposição de filtros; superestrutura afetada mas sem movimentos significativos	5
Muito sérias	Muitas lesões graves ou uma perda de vida	Episódios de poluição dentro e fora do porto com possibilidade de consequências irreparáveis para o ambiente	Impossibilidade de realização de operações de carga e descarga durante vários dias; má publicidade a nível nacional	Grandes danos no interior; estrutura do edifício afectada	Danos graves; inatividade prolongada do equipamento	Filtros afectados; movimentos substanciais da superestrutura	10
Catastróficas	Muitas perdas de vidas	Derrames generalizados; contaminação muito grave; consequências irreparáveis para o ambiente; necessidade de ajuda internacional	Restrições muito sérias às operações de carga e descarga durante muito tempo; perda de trocas comerciais durante muito tempo; má publicidade internacional	Danos interiores muito graves; estrutura do edifício seriamente afectada; colapso iminente	Perda do equipamento (reparação impossível)	Colapso da estrutura	25

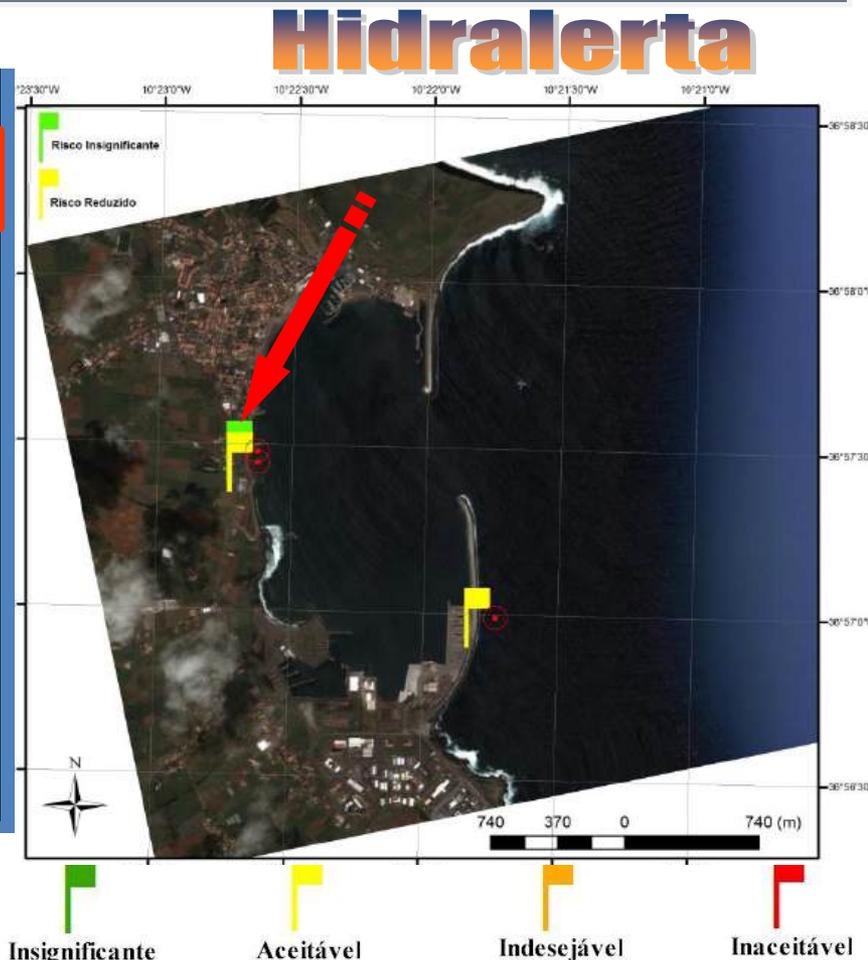
Gestão de Riscos

6. Casos de estudo:

Avaliação do risco e alerta de galgamento

3. Grau de risco

Grau	Descrição	Controlo do Risco (Guia de Orientação)
1 – 3	Insignificante	Risco desprezável; não é preciso levar a cabo medidas de controlo de risco.
4 – 10	Aceitável	Risco que pode ser considerado tolerável caso se seleccione um conjunto de medidas para o seu controlo.
15 – 30	Indesejável	Risco que deve ser evitado se for razoável em termos práticos; requer uma investigação detalhada e análise de custo-benefício; é essencial a monitorização.
40 – 125	Inaceitável	Risco intolerável; tem que se proceder ao controlo do risco (i.e. eliminar a origem dos riscos, alterar a probabilidade de ocorrência e/ou as consequências, transferir o risco, etc.).



Gestão de Riscos

6. Casos de estudo

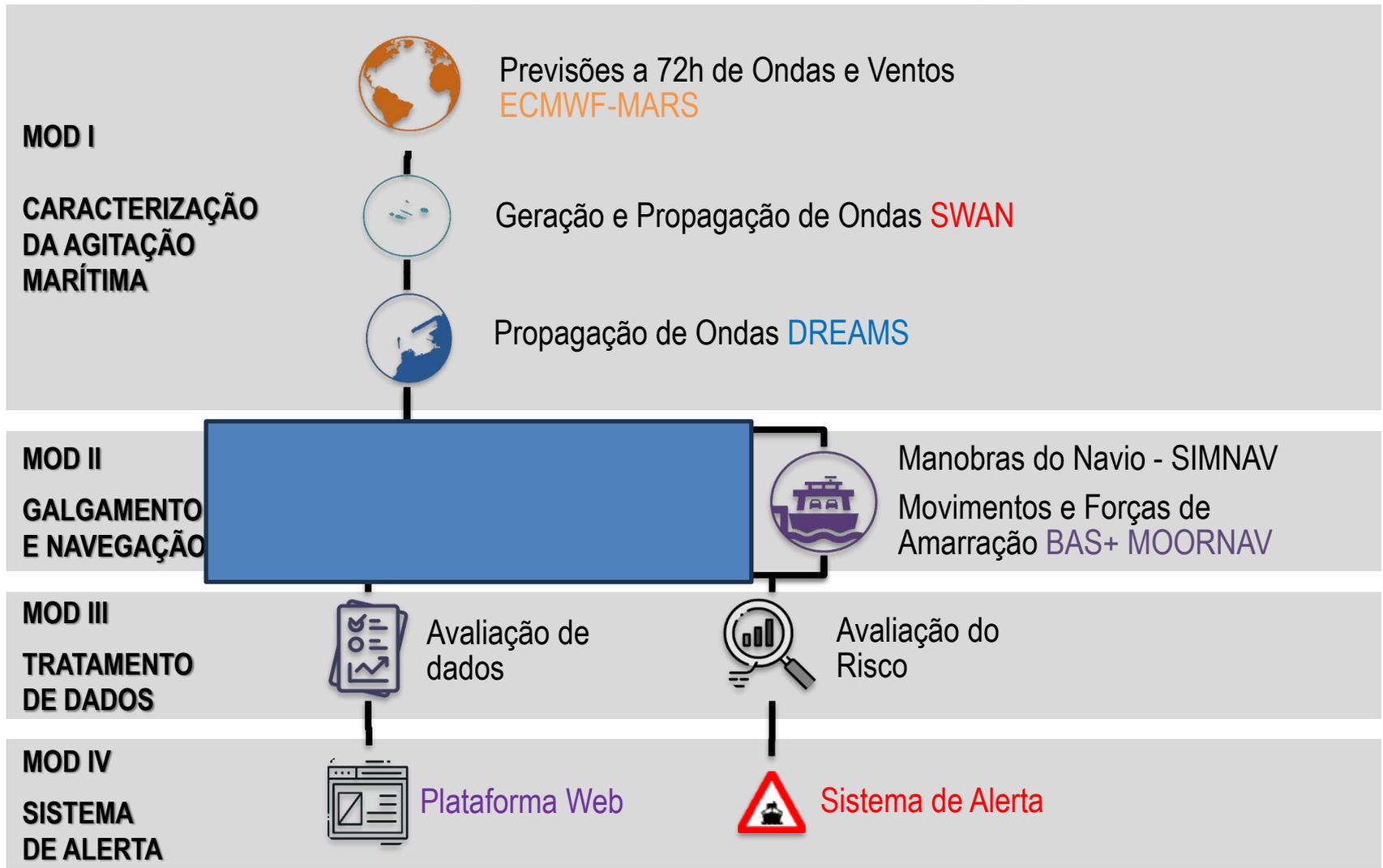
- Avaliação do Risco
 - Porto da Praia da Vitória, Terceira, Açores
 - Galgamento →
 - Navegação →
- Sistema de previsão e alerta
 - Galgamento
 - Porto da Ericeira →
 - Costa da Caparica →
 - Navios
 - Porto de Sines →
- Validação do Sistema →
 - Agitação marítima
 - Alertas de galgamento/movimentos+forças



Gestão de Riscos

6. Casos de estudo

Avaliação do risco e alerta de navegação



Gestão de Riscos

6. Casos de estudo:

Avaliação do risco e alerta de navegação

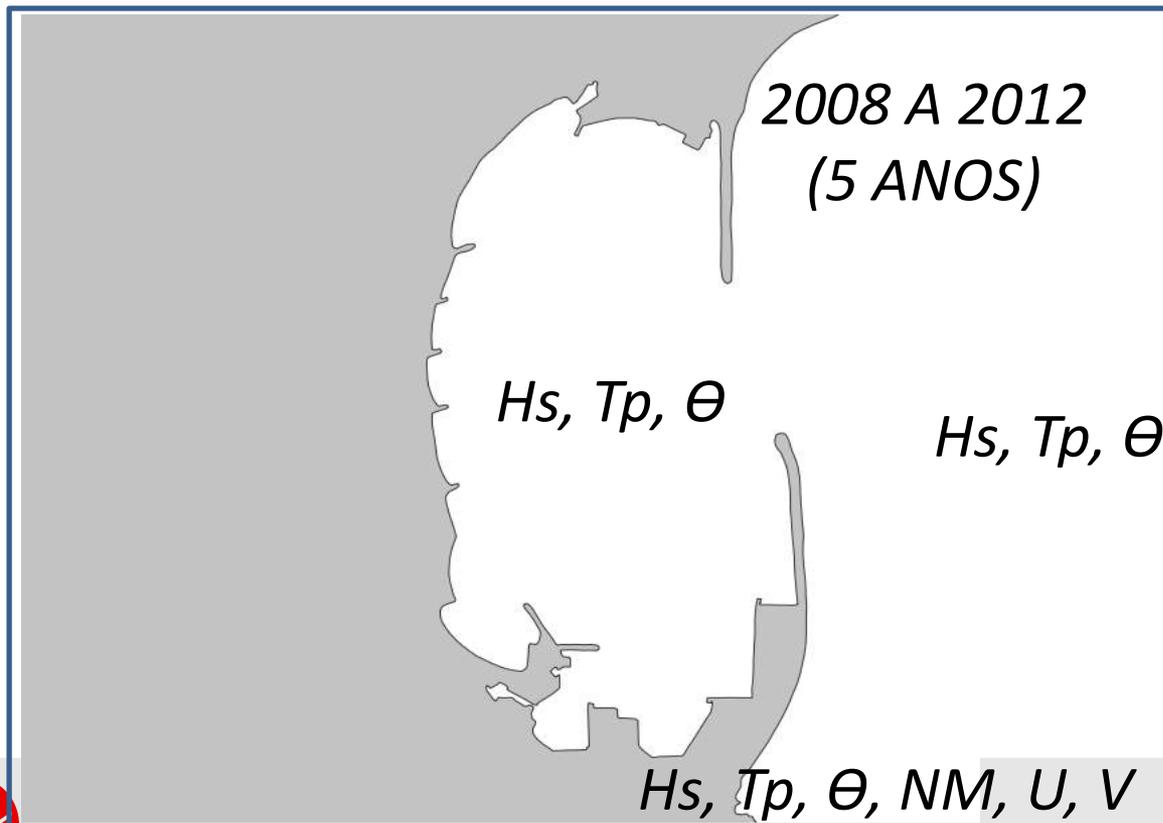
WAM

SWAN

DREAMS

WAMIT

RISCO



PREVISÕES AO LARGO

PREVISÕES JUNTO
À ILHA

PREVISÕES NO
INTERIOR DO PORTO

AVALIAÇÃO DO RISCO
NOS PERCURSOS
ESTUDADOS

MOVIMENTOS
VERTICAIS
DO NAVIO

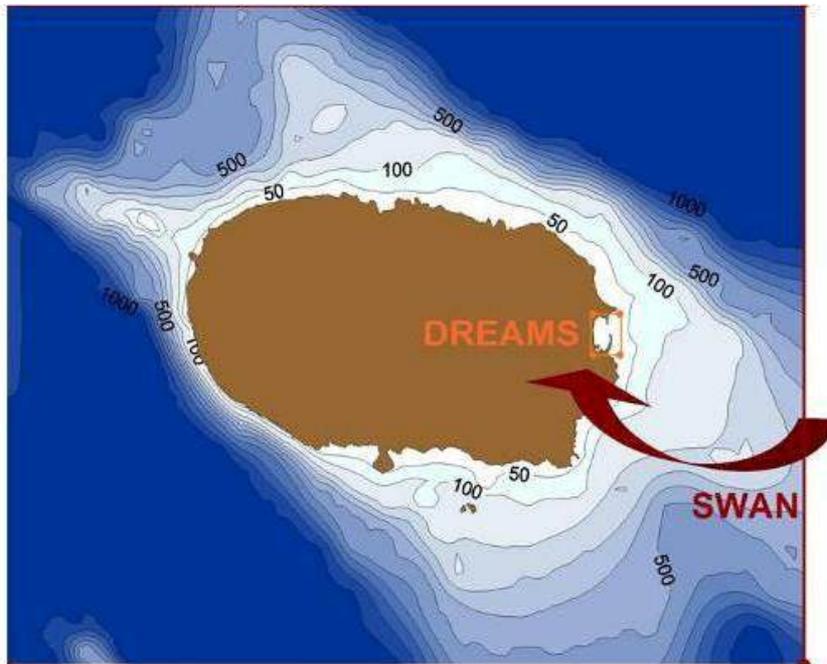
Gestão de Riscos

6. Casos de estudo:

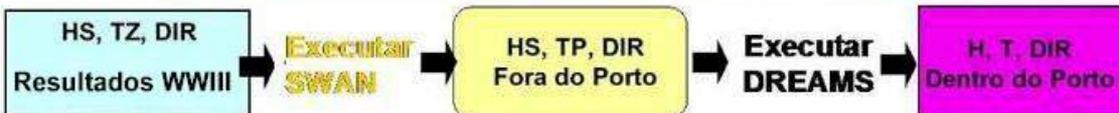
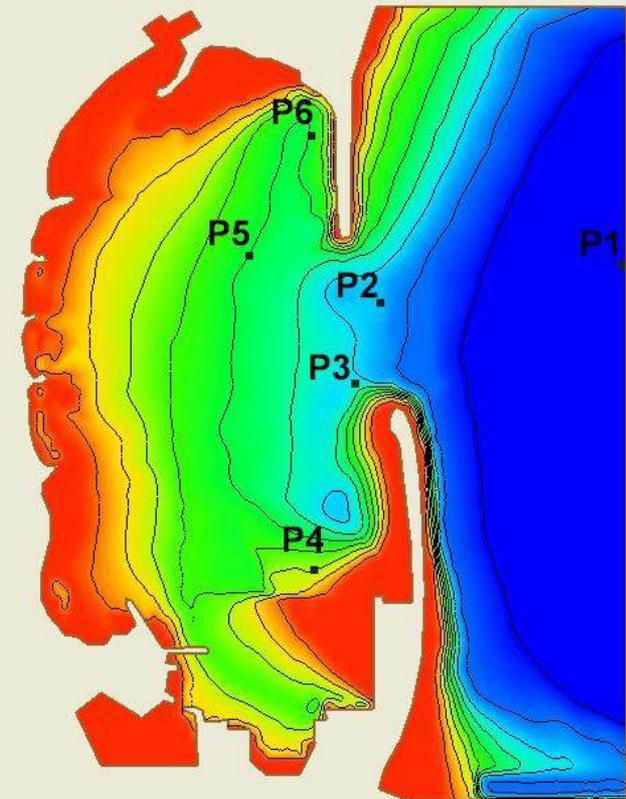
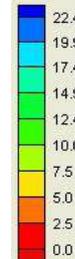
Avaliação do risco e alerta de navegação

1. Regime no interior do porto:

- Foram definidos 6 pontos de análise de resultados (P1 a P6)



Mesh Module elevation

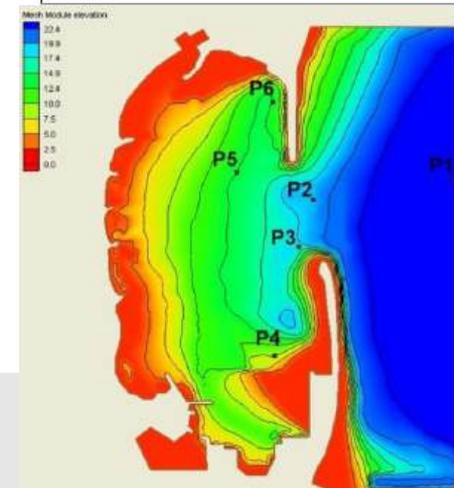
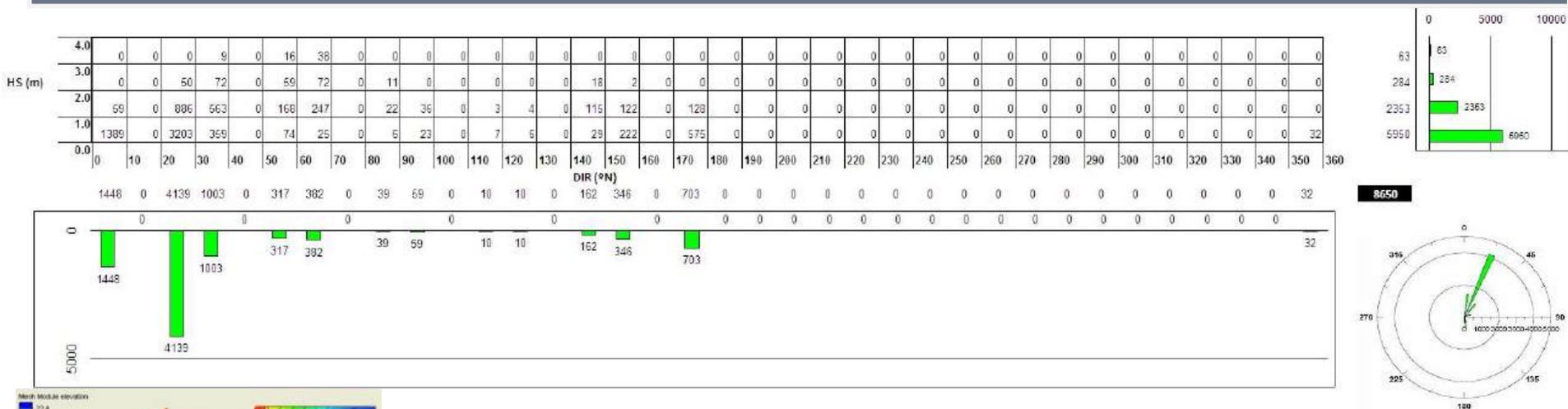


Gestão de Riscos

6. Casos de estudo:

Avaliação do risco e alerta de navegação

1. Regime no interior do porto: Ponto P1



- Clara transformação da onda do largo até ao ponto P1
- Altura significativa Hs: Máximo no ponto P1 de 4 m
- Direções: Centradas no sector N-NE

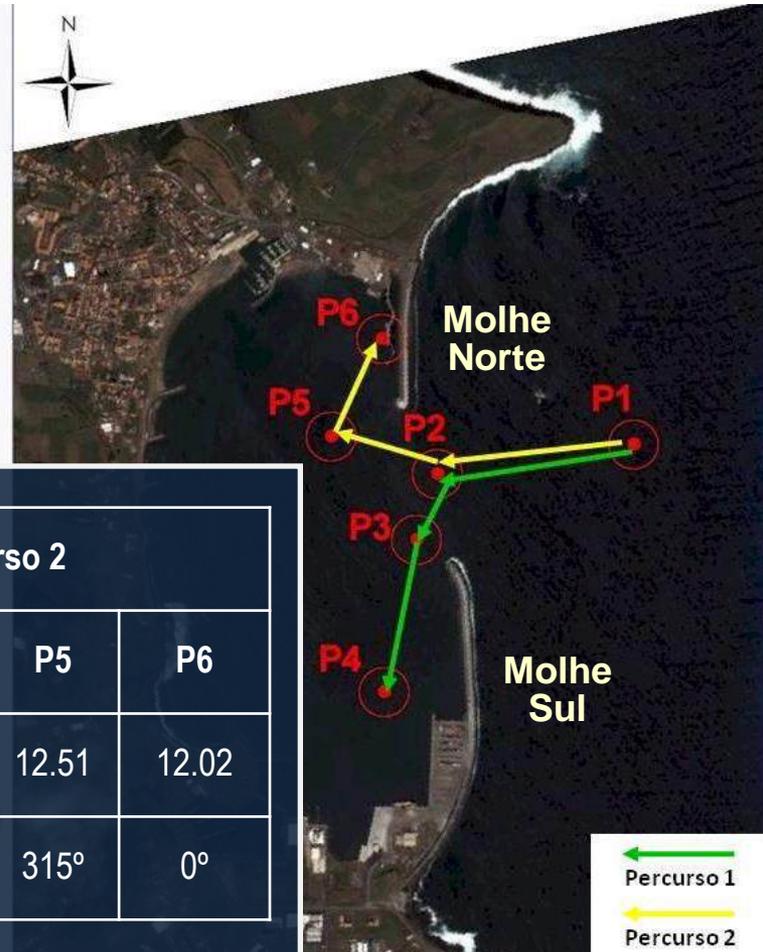
Gestão de Riscos

6. Casos de estudo:

Avaliação do risco e alerta de navegação

2. Movimentos verticais do navio

Foram analisados dois percursos de entrada do navio:



	Percurso 1				Percurso 2			
	P1	P2	P3	P4	P1	P2	P5	P6
Prof. (m)	37.90	19.72	17.93	8.89	37.90	19.72	12.51	12.02
Rumo navio (°)	270°	255°	225°	180°	270°	270°	315°	0°

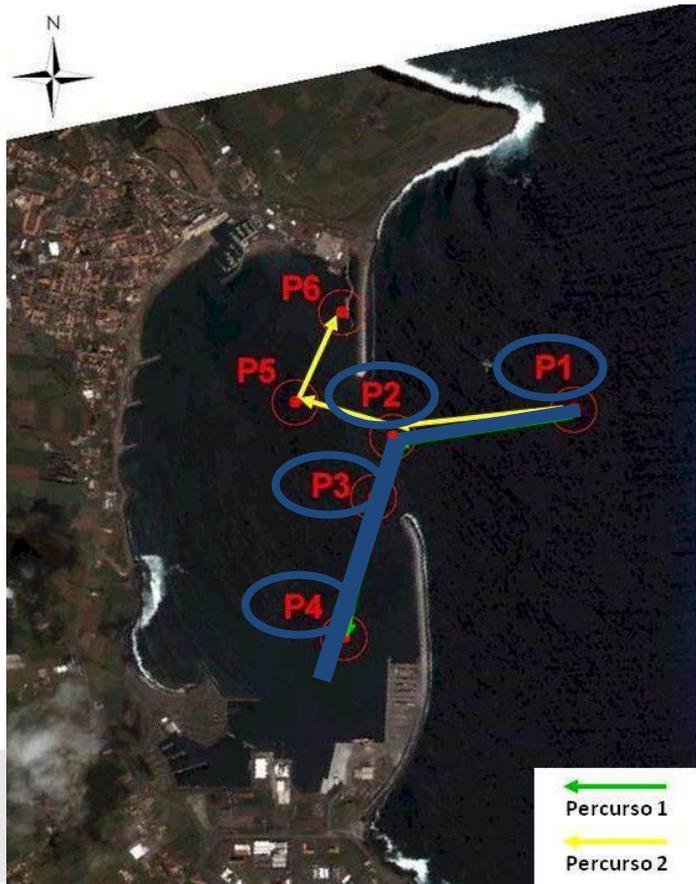
← Percurso 1
← Percurso 2

Gestão de Riscos

6. Casos de estudo:

Avaliação do risco e alerta de navegação

3. Grau de risco: probabilidades



- **Percurso 1** - Grau associado à probabilidade de ocorrência de movimentos verticais >0.5 m

Pontos	Percentagem de excedência
P1	82
P2	14
P3	12
P4	2

Gestão de Riscos

6. Casos de estudo:

Avaliação do risco e alerta de navegação

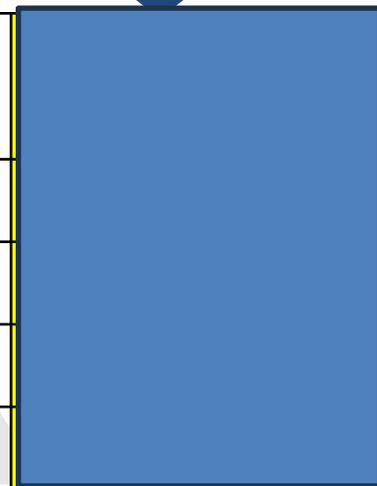
3. Grau de risco: probabilidades



- Percurso 1** - Grau associado à probabilidade de ocorrência de movimentos verticais >0.5 m

Descrição	Probabilidade de Ocorrência (Guia de Orientação)	Grau
Improvável	0 – 1%	1
Raro	1 – 10%	2
Ocasional	10 – 25%	3
Provável	25 – 50%	4
Frequente	$> 50\%$	5

Pontos	Percentagem de excedência
P1	82
P2	14
P3	12
P4	2



Gestão de Riscos

6. Casos de estudo:

Avaliação do risco e alerta de navegação



3. Grau de risco: consequências

- **Percurso 1** - Grau associado à probabilidade de ocorrência de movimentos verticais >0.5 m

Descrição	Consequências (Guia de Orientação)				Grau
	Pessoas	Património	Ambiente	Gestão Portuária	
Insignificantes	Existe a possibilidade de ferimentos muito ligeiros	Insignificante	Impacto ambiental desprezável ($< 10^4$ €)	Insignificante ($< 10^4$ €)	1
P1 Reduzidas	Uma única lesão ligeira	$10-10^2$ €	Pequenos derramamentos de óleo devidos a movimentos operacionais (10^4-10^5 €)	Má publicidade local para o porto (10^4-10^5 €)	2
P2 Sérias	Múltiplas lesões ligeiras ou uma única lesão grave	10^2-10^3 €	Embarcação passível de ser limitada a uma zona de segurança do porto (10^5-10^6 €)	Má publicidade generalizada, restrições à navegação, possível encerramento parcial (10^5-10^6 €)	5
P3 Muito Sérias	Muitas lesões graves ou uma perda de vida	10^3-10^4 €	Esperados episódios de poluição dentro e fora do porto com potenciais perdas irrecuperáveis para o ambiente (10^6-10^7 €)	Má publicidade a nível nacional, encerramento temporário do canal de navegação afetando navegação no porto durante vários dias (10^6-10^7 €)	10
P4 Catastróficas	Muitas perdas de vida	$>10^4$ €	Derrame de petróleo grave, necessária ajuda internacional, contaminação séria, perdas irrecuperáveis para o ambiente ($>10^7$ €)	Má publicidade Internacional, encerramento do porto, navegação interrompida durante um longo período, perda considerável de comércio ($>10^7$ €)	25

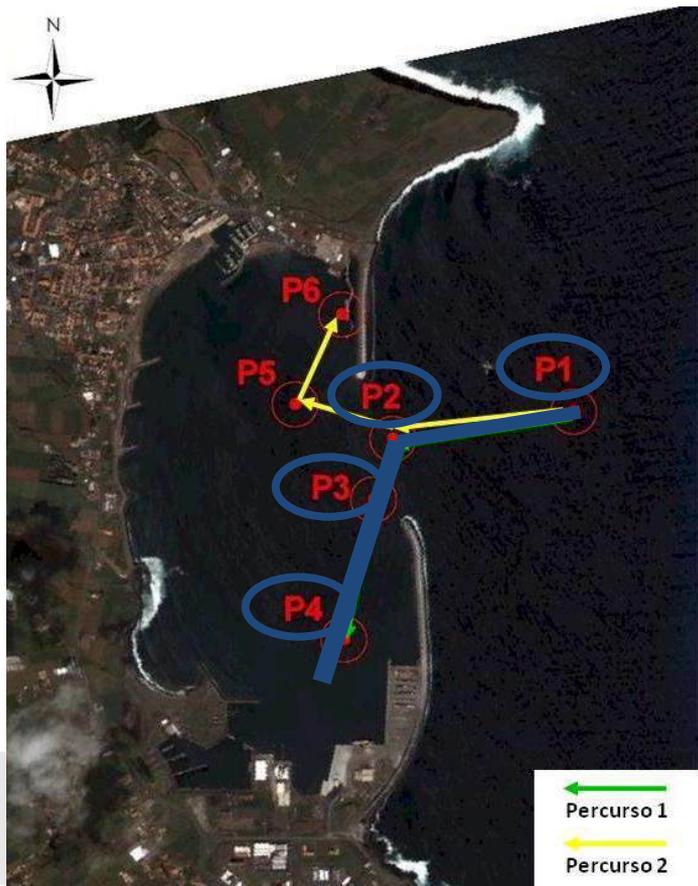
Gestão de Riscos

6. Casos de estudo:

Avaliação do risco e alerta de navegação

3. Grau de risco: consequências

- **Percurso 1** - Grau associado à probabilidade de ocorrência de movimentos verticais >0.5 m

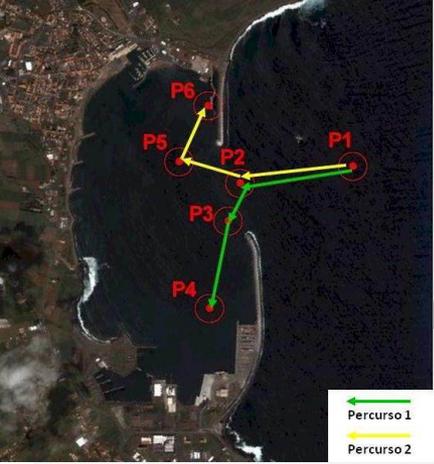


Pontos	Grau associado
P1	2
P2	5
P3	10
P4	25

Gestão de Risco

6. Casos

Classificação do risco



GRAU DE RISCO		Consequências				
		1	2	5	10	25
Probabilidade de Ocorrência	1	1	2	5	10	25
	2	2	4	10	20	50
	3	3	6	15	30	75
	4	4	8	20	40	100
	5	5	10	25	50	125

3. Grau de risco

Porto da Praia da Vitória							
Percurso 1				Percurso 2			
Pontos	Probabilidade	Consequências	Risco	Pontos	Grau	Descrição	Controlo do Risco (Guia de Orientação)
P1	Frequente (>50%) Grau 5	Reduzidas Grau 2	Reduzido Grau 10	P1	1 - 3	Insignificante	Risco desprezável; não é preciso levar a cabo medidas de controlo de risco.
P2	Ocasional (10-25%) Grau 3	Sérias Grau 5	Indesejável Grau 15	P2	4 - 10	Aceitável	Risco que pode ser considerado tolerável caso se seleccione um conjunto de medidas para o seu controlo.
P3	Ocasional (10-25%) Grau 3	Muito sérias Grau 10	Indesejável Grau 30	P5	15 - 30	Indesejável	Risco que deve ser evitado se for razoável em termos práticos; requer uma investigação detalhada e análise de custo-benefício; é essencial a monitorização.
P4	Raro (1-10%) Grau 2	Catastróficas Grau 25	Inaceitável Grau 50	P6	40 - 125	Inaceitável	Risco intolerável; tem que se proceder ao controlo do risco (i.e. eliminar a origem dos riscos, alterar a probabilidade de ocorrência e/ou as consequências, transferir o risco, etc.).



Gestão de Riscos

6. Casos de estudo:

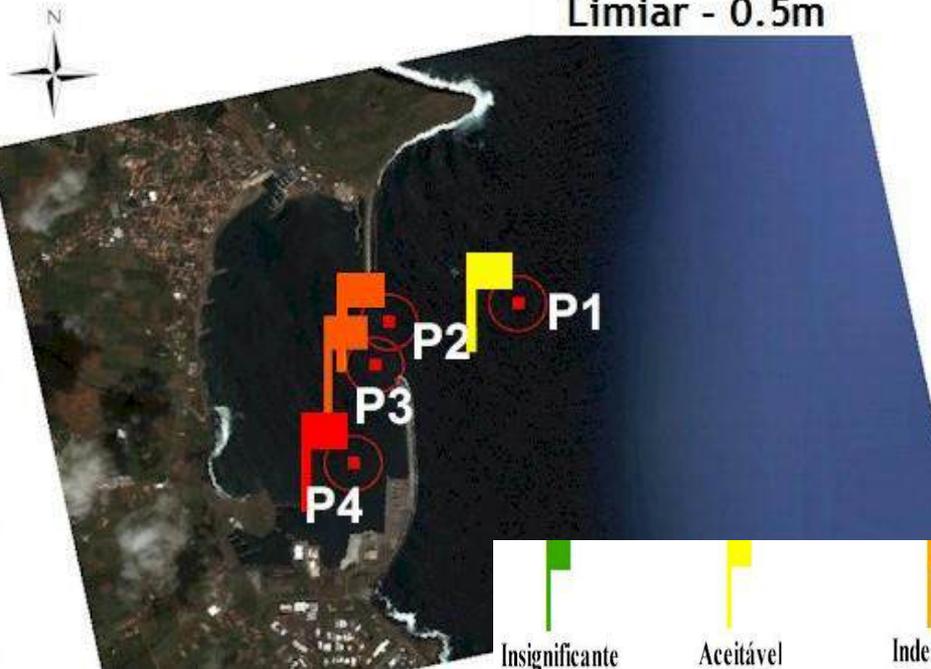
Avaliação do risco de navegação

3. Grau de risco: mapas de risco

No módulo de construção de mapas de risco do sistema Hidralerta, foi construído automaticamente o mapa de risco para o limiar de 0.5 m de movimento vertical

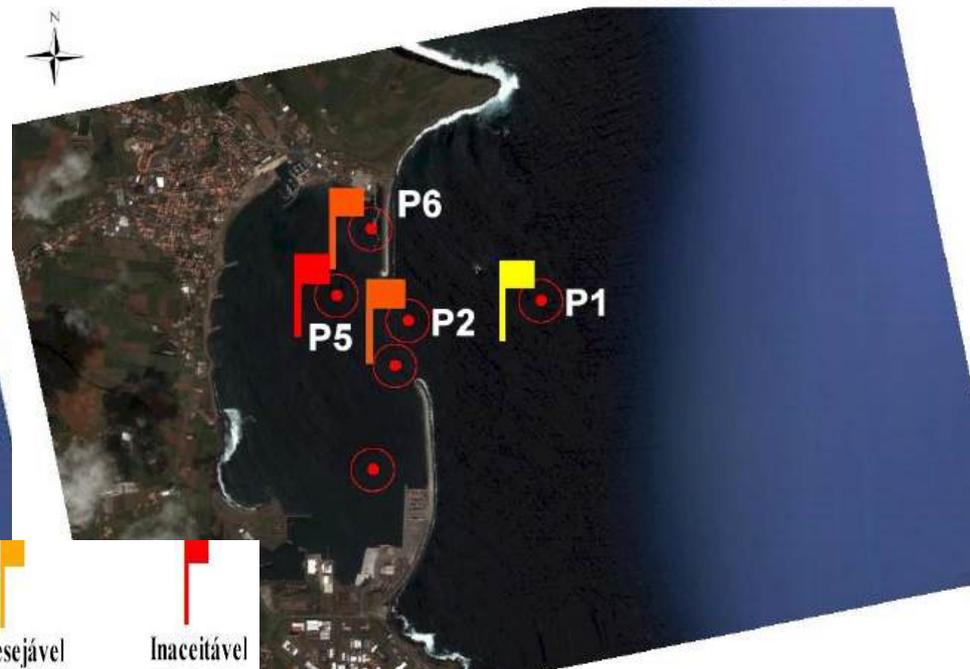
Percurso 1

Limiar - 0.5m



Percurso 2

Limiar - 0.5 m



Gestão de Riscos

6. Casos de estudo

- Avaliação do Risco
 - Porto da Praia da Vitória, Terceira, Açores
 - Galgamento →
 - Navegação →
- Sistema de previsão e alerta
 - Galgamento
 - Porto da Ericeira →
 - Costa da Caparica →
 - Navios
 - Porto de Sines →
- Validação do Sistema →
 - Agitação marítima
 - Alertas de galgamento/movimentos+forças



Gestão de Riscos

6. Casos de estudo:

Sistema de previsão e alerta - HIDRALERTA



-  Operational/Private
-  Operational/Public
-  Under development/Public

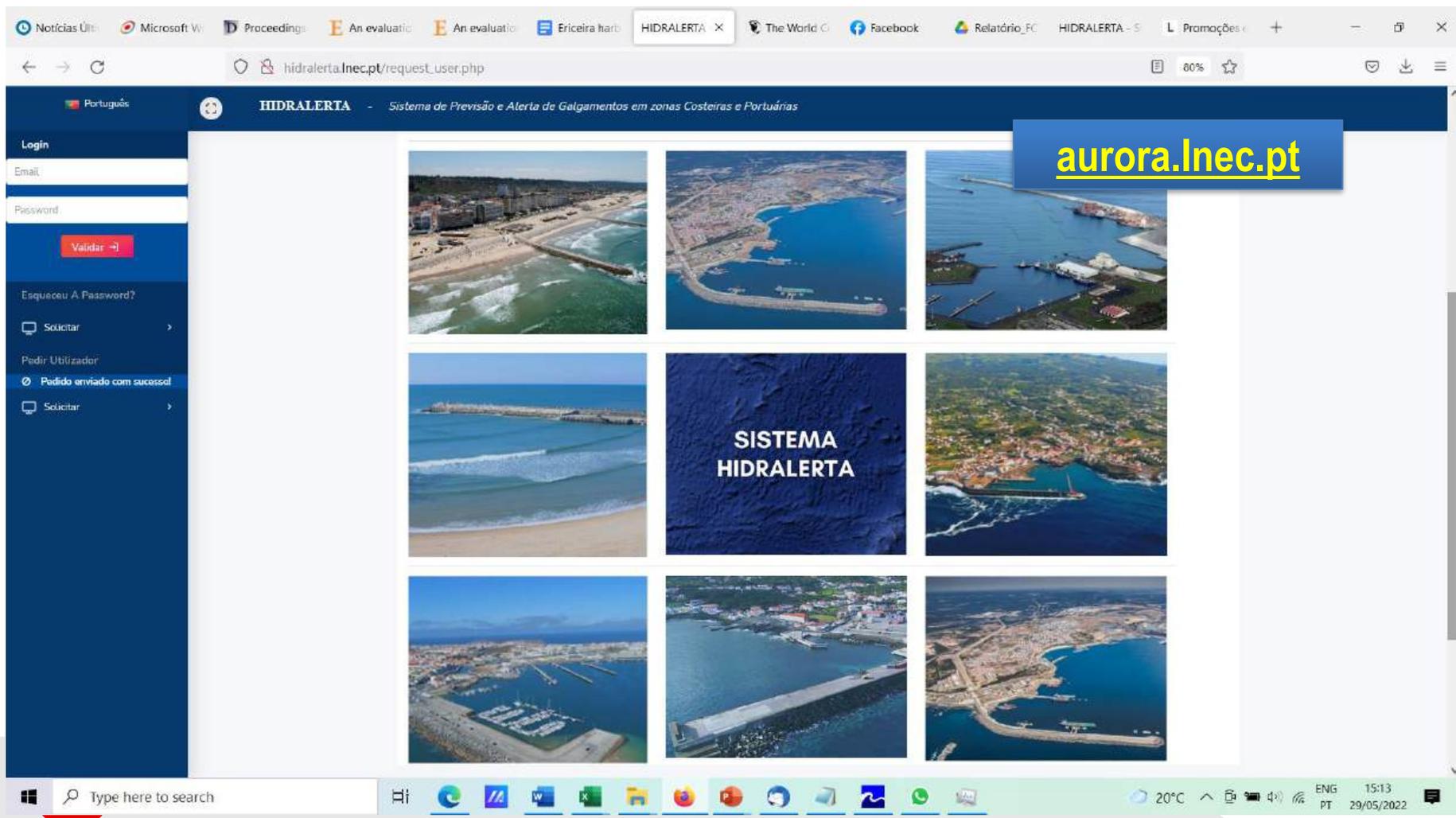
- **Continente**
 - Ericeira
 - Peniche
 - Sines
 - Costa da Caparica
 - Faro
 - Quarteira

- **Açores**
 - Praia da Vitória
 - Madalena do Pico
 - S. Roque do Pico

Gestão de Riscos

6. Casos de estudo:

Sistema de previsão e alerta - HIDRALERTA



Português

HIDRALERTA - Sistema de Previsão e Alerta de Galgamentos em zonas Costeiras e Portuárias

aurora.Inec.pt

SISTEMA
HIDRALERTA

Type here to search

20°C

ENG
PT

15:13
29/05/2022

Gestão de Riscos

6. Casos de estudo:

Sistema de previsão e alerta - HIDRALERTA

Porto da Ericeira

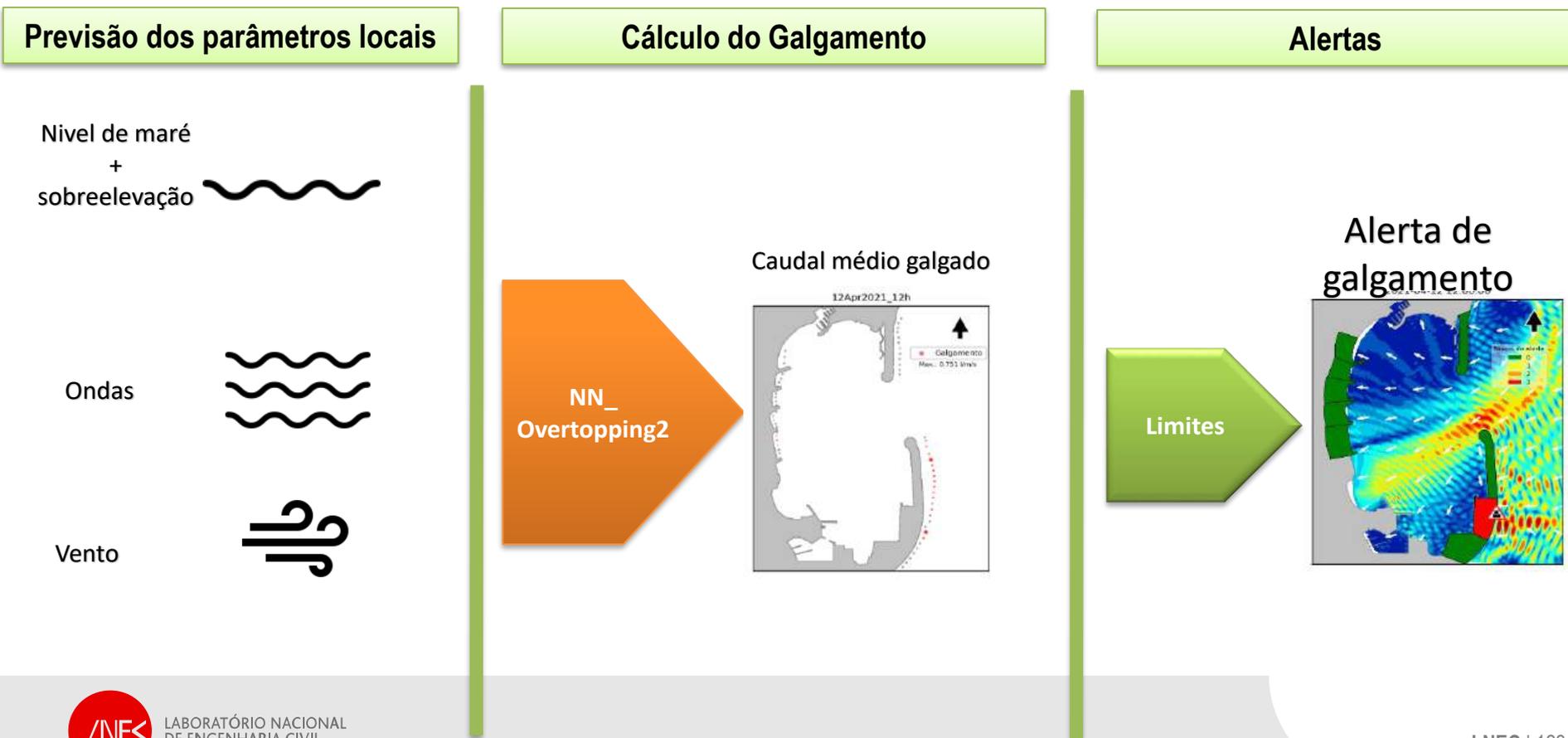


Gestão de Riscos

6. Casos de estudo:

Sistema de previsão e alerta - HIDRALERTA

Porto da Ericeira



Gestão de Riscos

6. Casos de estudo:

Sistema de previsão e alerta - HIDRALERTA



Porto da Ericeira

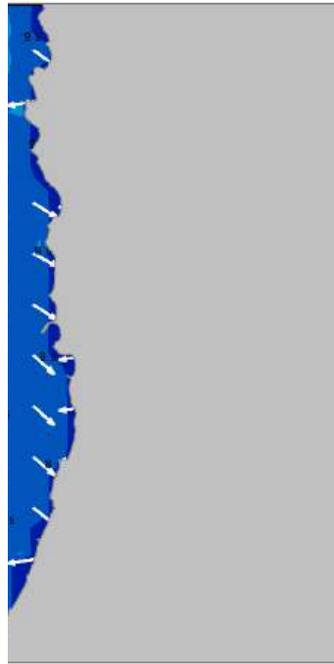
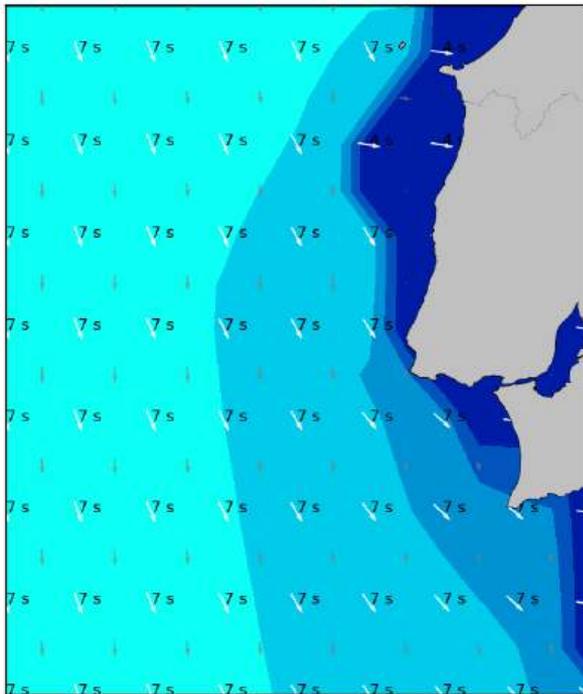
WAM

SWAN

DREAMS

NN OVERTOPPING

ALERTA



PREVISÕES AO LARGO
CÁLCULO DOS
GALGAMENTOS
PREVISÕES NA ENVOLVENTE
DO PORTO
PREVISÕES

- NO INTERIOR DO PORTO
- JUNTO ÀS ESTRUTURAS

SINAL DE ALERTA
QUANDO OS LIMITES
DE GALGAMENTOS FOREM
EXCEDIDOS

H_s, T_p, θ, N_M

Gestão de Riscos

6. Casos de estudo:

Sistema de previsão e alerta - HIDRALERTA



Porto da Ericeira

Quadro 1 – Atividades e respetivos limiares para os graus de risco de 0 a 3. Adaptado de Poseiro (2019).

Símbolo	Descrição	Nível de Alerta							
		0 <i>q (l/s/m)</i>	1 <i>q (l/s/m)</i>	2 <i>q (l/s/m)</i>	3 <i>q (l/s/m)</i>				
	Pessoal treinado, com equipamento e calçado adequado, com perceção de que se podem molhar, galgamento gera escoamentos de pouca altura, sem jatos de água a cair, perigo reduzido de queda para o mar ¹	< 1,0	[1,0 – 5,0[	[5,0 – 10,0[	≥ 10,0		
	Pessoas cientes, com visão clara do mar, que não ficam facilmente perturbadas ou assustadas, capazes de tolerar o facto de ficarem molhadas, que se deslocam numa zona larga ¹	< 0,1	[0,1 – 0,5[	[0,5 – 1,0[	≥ 1,0		
	Pessoas totalmente desprevenidas, que não conseguem observar a agitação incidente, que podem facilmente ficar assustadas ou perturbadas, com vestuário inapropriado para se molharem ou que se desloquem numa zona estreita ou propícia a tropeções e quedas ¹								
	Circulação a baixa velocidade, galgamento gera escoamentos de pouca altura, sem jatos de água a cair na via, veículo não imerso ²								
	Circulação a velocidade moderada ou alta, galgamento projetado com grande velocidade ou com jatos de água a cair na via que podem imergir o								
		CONSEQUÊNCIAS	PESSOAS	AMBIENTE	GESTÃO PORTUÁRIA	EDIFÍCIOS	EQUIPAMENTOS	ESTRUTURA MARÍTIMA	VEÍCULOS
		SEM CONSEQUÊNCIAS	Sem ferimentos	Sem impacto ambiental	Sem alterações nas actividades portuárias	Sem danos exteriores	Sem danos	Sem danos	Sem danos
		REDUZIDAS	Algumas lesões ligeiras	Pequenos derrames (por exemplo de combustível)	Algumas alterações nas actividades portuárias; má publicidade para o porto a nível local	Danos interiores e exteriores insignificantes	Danos ligeiros que não implicam a paragem do equipamento; resolução de problemas rápida	Ocorrência de quedas de blocos sem exposição de filtros; reparação imediata desnecessária	Danos insignificantes que não afectam a sua utilização
		SÉRIAS	Múltiplas lesões ligeiras ou algumas lesões graves	Algumas áreas com acesso proibido devido a poluição causada por derrames	Operações de carga e descarga condicionadas; eventual paragem parcial do porto; má publicidade nacional	Danos interiores moderados	Danos que implicam inactividade temporária do equipamento para reparação	Ocorrência de quedas de blocos com exposição de filtros; superestrutura afectada	Danos sérios com consequências na sua utilização, mas sem paragem temporária
		EXTREMAS	Múltiplas lesões graves e/ou perda de vidas	Contaminação dentro e fora do porto com possibilidade de consequências irreparáveis para o ambiente	Impossibilidade de operações de carga e descarga durante vários dias; má publicidade a nível internacional	Danos interiores muito graves; estrutura do edifício seriamente afectada; colapso iminente	Danos graves; inactividade prolongada do equipamento; eventual perda do equipamento	Filtros afectados; movimentos substanciais da superestrutura; eventual colapso da estrutura	Danos sérios inviabilizando a sua utilização prolongada ou em definitivo

Gestão de Riscos

6. Casos de estudo:

Sistema de previsão e alerta - HIDRALERTA



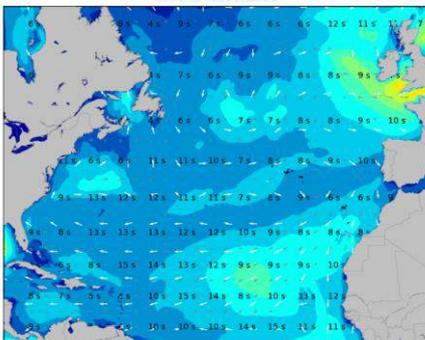
HIDRALERTA
Early Warning System



Porto da Ericeira

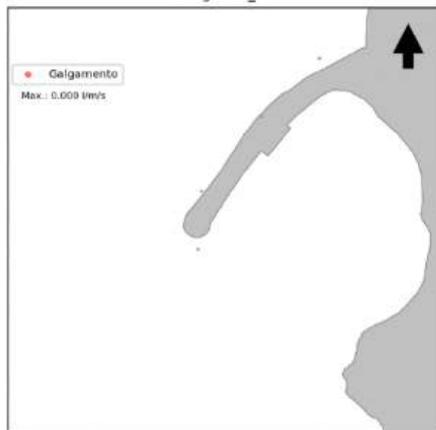
WW3

2020-08-26 00:00:00



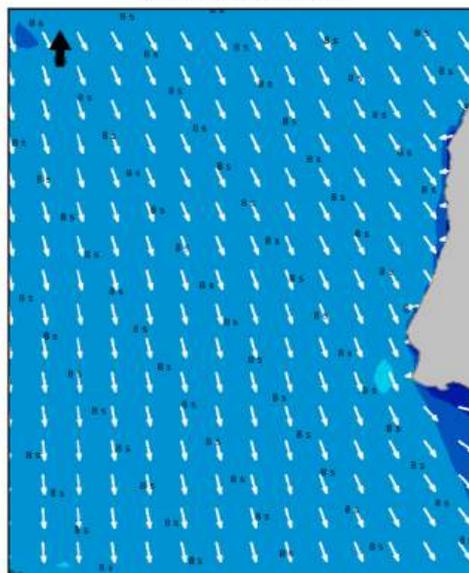
NN_OVERTOPPING2

26Aug2020_00h



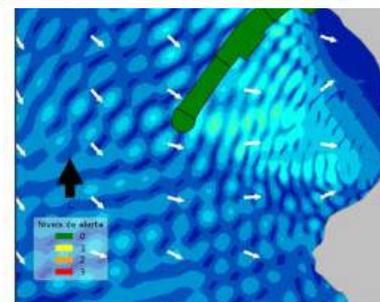
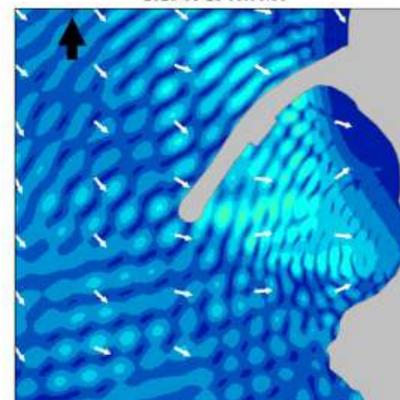
SWAN

2020-08-26 00:00:00



DREAMS

2020-08-26 00:00:00



26/08/2020
a
28/08/2020

Plataforma Web em funcionamento
Previsões a 3 dias da agitação marítima e galgamentos
Emissão de alertas às entidades responsáveis

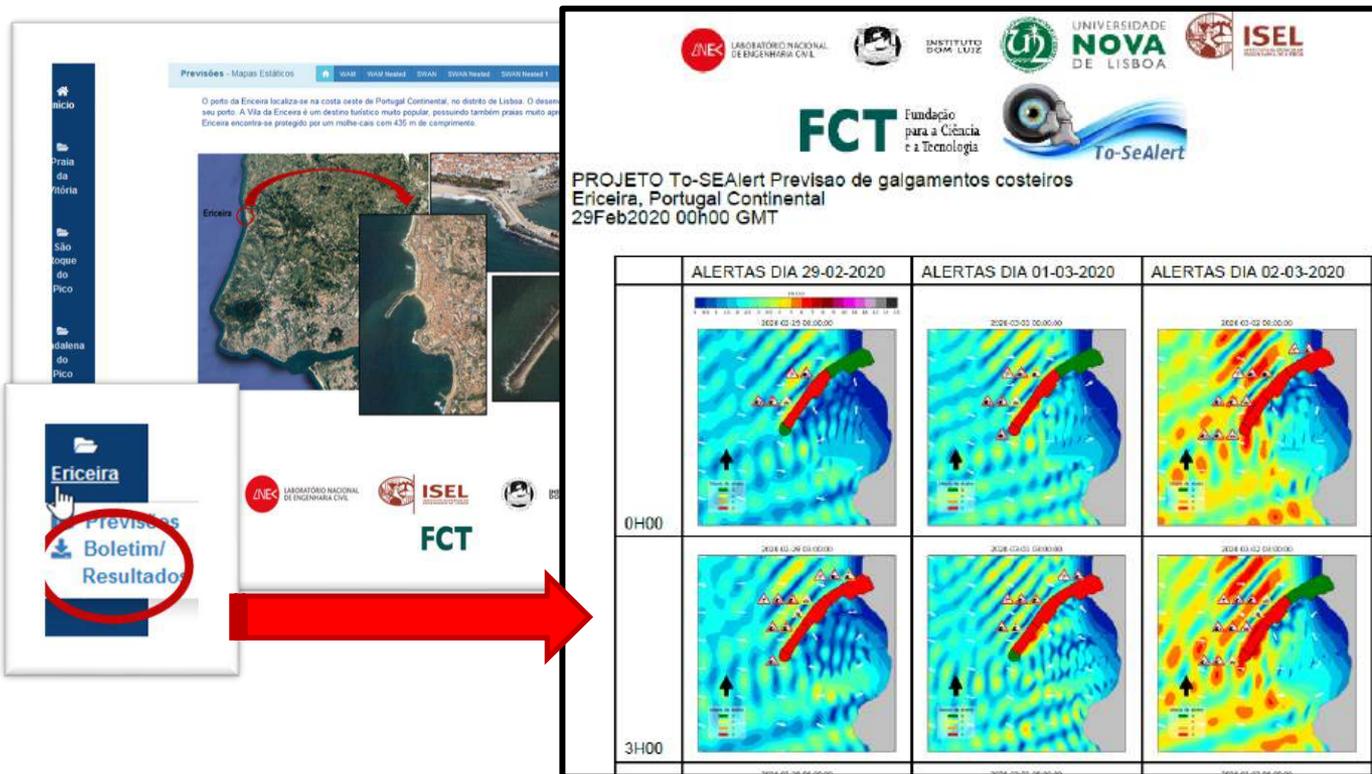
Gestão de Riscos

6. Casos de estudo:

Sistema de previsão e alerta - HIDRALERTA



Porto da Ericeira



Boletim Diário

Gestão de Riscos

6. Casos de estudo

- Avaliação do Risco
 - Porto da Praia da Vitória, Terceira, Açores
 - Galgamento →
 - Navegação →
- Sistema de previsão e alerta
 - Galgamento
 - Porto da Ericeira →
 - Costa da Caparica →
 - Navios
 - Porto de Sines →
- Validação do Sistema →
 - Agitação marítima
 - Alertas de galgamento/movimentos+forças



Gestão de Riscos

6. Casos de estudo:

Sistema de previsão e alerta - HIDRALERTA Costa da Caparica



Gestão de Riscos

6. Casos de estudo:

Sistema de previsão e alerta - HIDRALERTA

Costa da Caparica



- Utilização de uma rede Bayesiana (ferramenta neuronal)

Conceptualização da rede



Treino da rede
Simulação das
tempestades sintéticas
Utilização do modelo
numérico Xbeach



Construção da rede



Risco

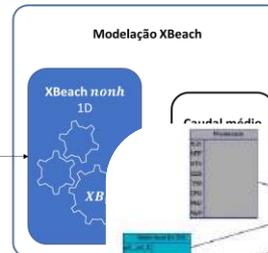
Conceptualização da Rede

4 classes

- Condições de fronteira
 - Nível do Mar (m ZH)
 - Altura Significativa (m)
 - Período de P
- Localização
- Perigosidade
 - Caudal médio
- Riscos por recetor
 - Pessoas
 - Veículos
 - Edifícios
 - Mobiliário urbano

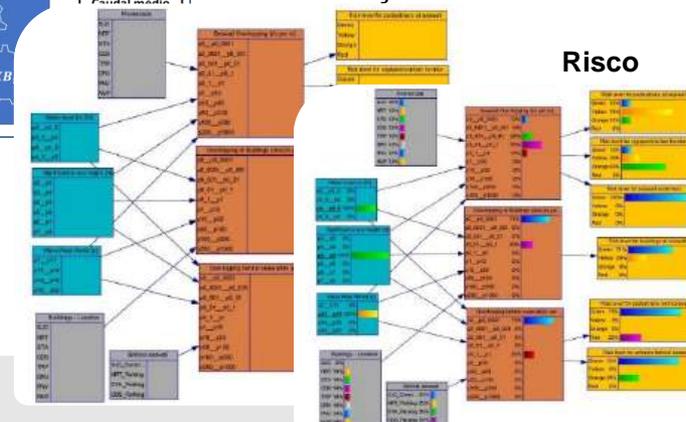
Treino da rede

Tempestades sintéticas e modelação com Xbeach



Construção da rede

Risco



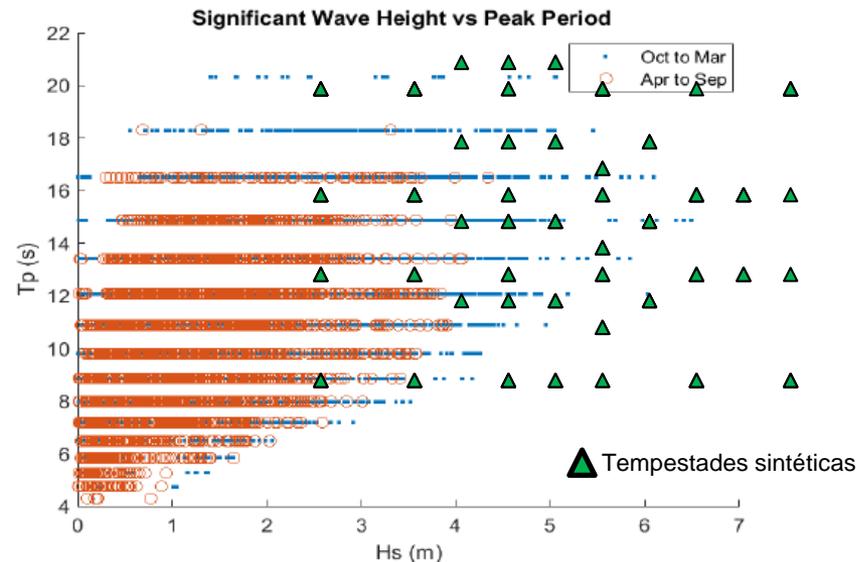
Gestão de Riscos

6. Casos de estudo:

Sistema de previsão e alerta - HIDRALERTA Costa da Caparica



- 127 Tempestades Sintéticas
 - Nível do Mar
 - NM = [2.75, 4.75] m ZH
 - Altura significativa
 - Hs = [2.50, 7.50] m
 - Período de pico
 - Tp = [9, 21] s



Para obter mais condições de treino da rede, foram adicionados valores de $q+\sigma$ e $q-\sigma$ ($\sigma=0.6248 (q_{avg})^{0.7568}$) 381 condições de treino

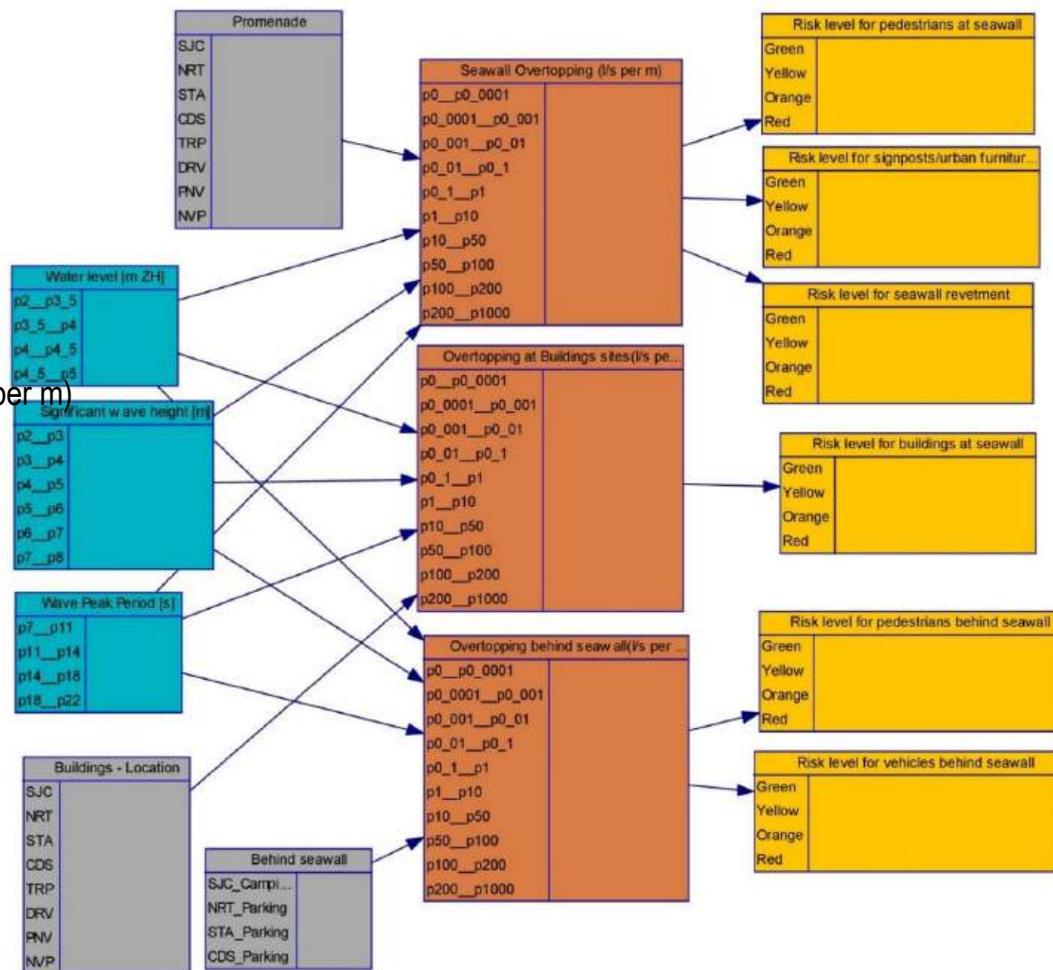
Gestão de Riscos

6. Casos de estudo:

Sistema de previsão e alerta - HIDRALERTA

Costa da Caparica

- Definição da Rede Bayesiana
 - 4 classes
 - Condições de fronteira
 - Nível do Mar (m ZH)
 - Altura Significativa (m)
 - Período de Pico (s)
 - Localização
 - Perigosidade
 - Caudal médio galgado (l/s per m)
 - Riscos por recetor
 - Pessoas
 - Veículos
 - Edifícios
 - Mobiliário urbano



Gestão de Riscos

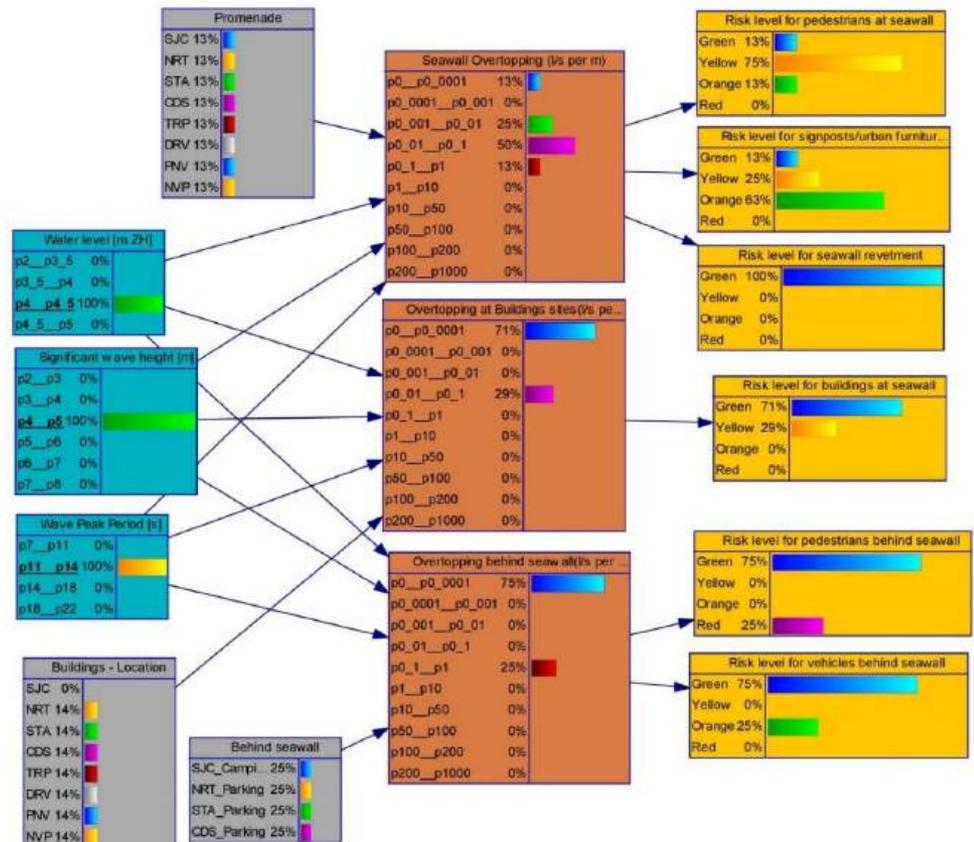
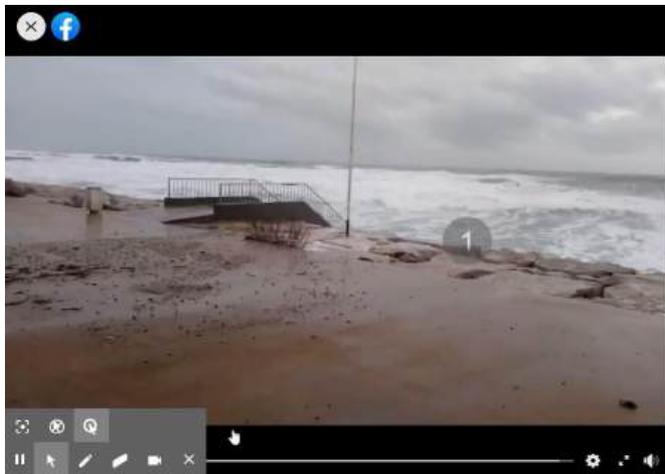
6. Casos de estudo:

Sistema de previsão e alerta - HIDRALERTA



Costa da Caparica

- Treino da rede
- Tempestade Emma (mar. 2018)
 - NM=4.30 m ZH
 - Hs=4.15 m
 - Tp=11 s



Gestão de Riscos

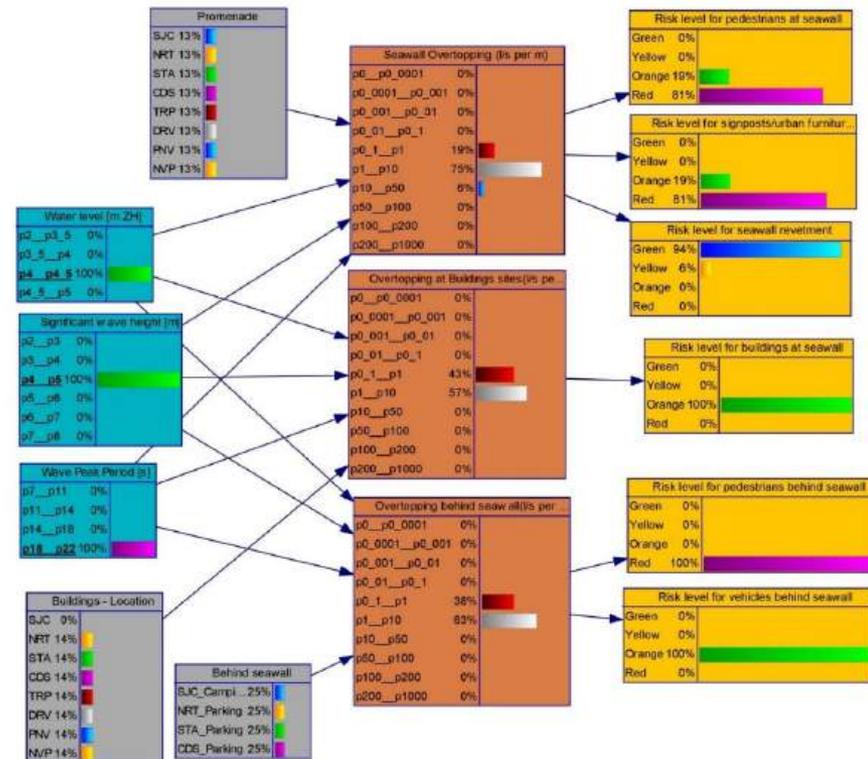
6. Casos de estudo:

Sistema de previsão e alerta - HIDRALERTA



Costa da Caparica

- Treino da rede Bayesiana
- Tempestade Hércules (jan. 2014)
 - NM=4.13 m ZH
 - Hs=4.53 m
 - Tp=20 s



Gestão de Riscos

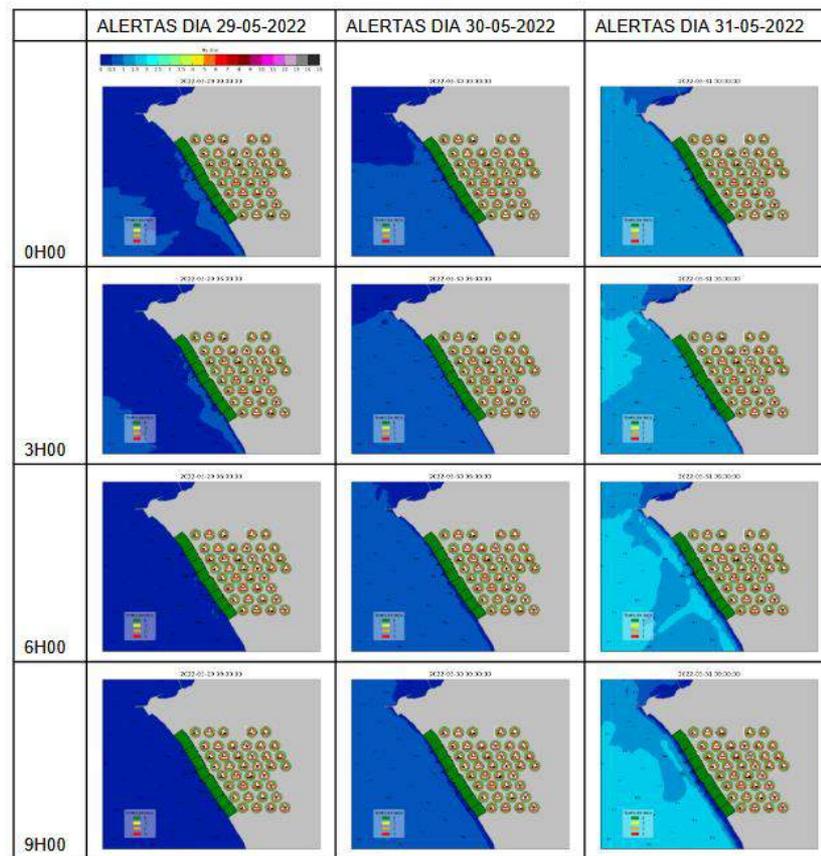
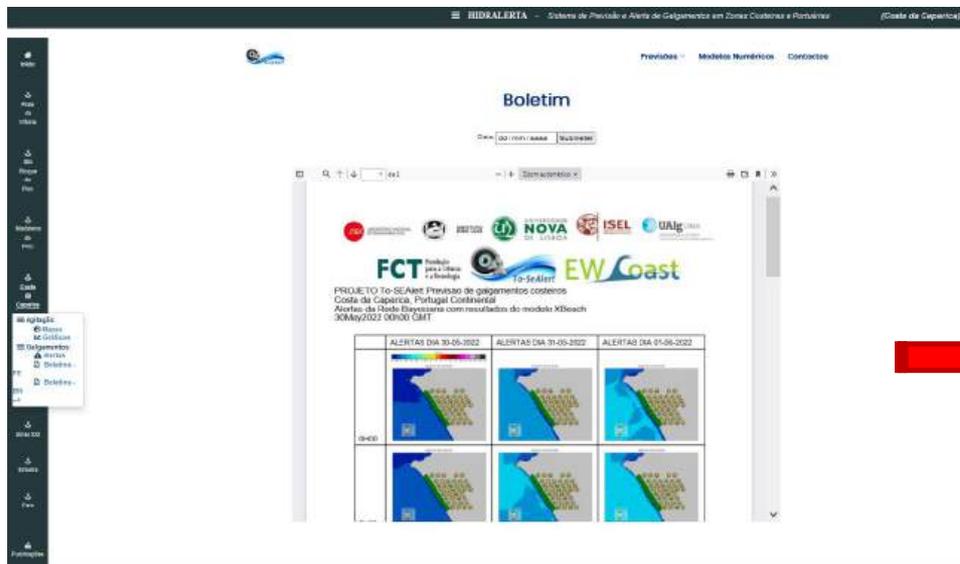
6. Casos de estudo:

Sistema de previsão e alerta - HIDRALERTA

Costa da Caparica



PROJETO To-SEAlert Previsão de galgamentos costeiros
Costa da Caparica, Portugal Continental
Alertas da Rede Bayesiana com resultados do modelo XBeach
29May2022 00h00 GMT



Gestão de Riscos

6. Casos de estudo

- Avaliação do Risco
 - Porto da Praia da Vitória, Terceira, Açores
 - Galgamento →
 - Navegação →
- Sistema de previsão e alerta
 - Galgamento
 - Porto da Ericeira →
 - Costa da Caparica →
 - Navios
 - Porto de Sines →
- Validação do Sistema →
 - Agitação marítima
 - Alertas de galgamento/movimentos+forças



Gestão de Riscos

6. Casos de estudo:

Sistema de previsão e alerta - HIDRALERTA

Porto de Sines

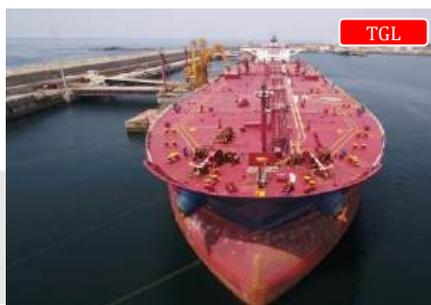


Gestão de Riscos

6. Casos de estudo:

Sistema de previsão e alerta - HIDRALERTA

Porto de Sines - Navegação



Gestão de Riscos

6. Casos de estudo:

Sistema de previsão e alerta - HIDRALERTA

Porto de Sines - Navios



Movimentos
($x, y, z, \theta_x, \theta_y, \theta_z$)
Forças nas amarras

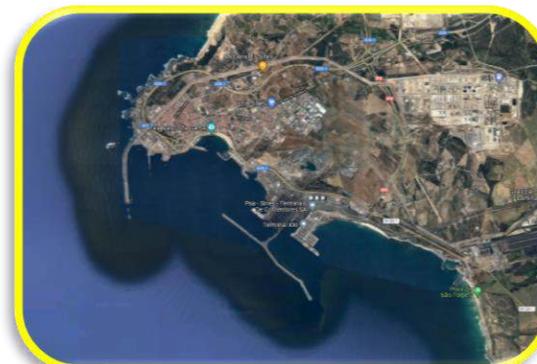
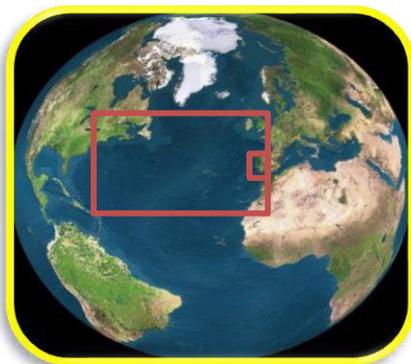
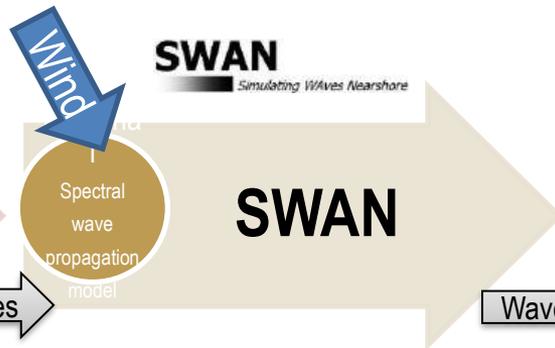
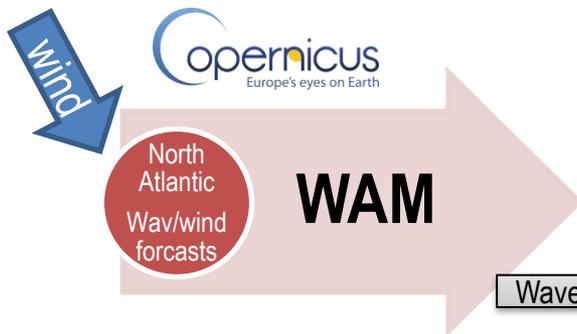
Gestão de Riscos

6. Casos de estudo:

Sistema de previsão e alerta - HIDRALERTA



Porto de Sines – Agitação marítima



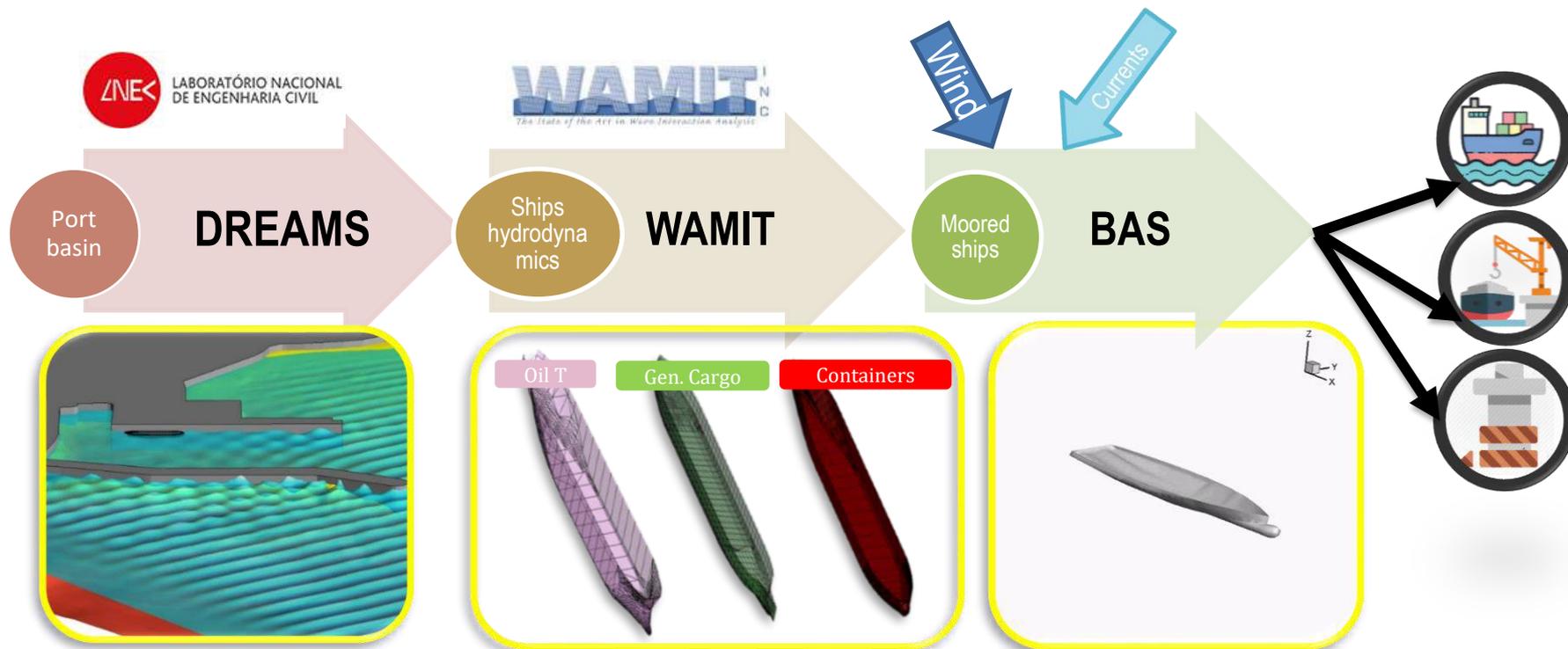
Gestão de Riscos

6. Casos de estudo:

Sistema de previsão e alerta - HIDRALERTA



Porto de Sines – Movimentos dos navios/Forças nas amarras e defensas



Gestão de Riscos

6. Casos de estudo:

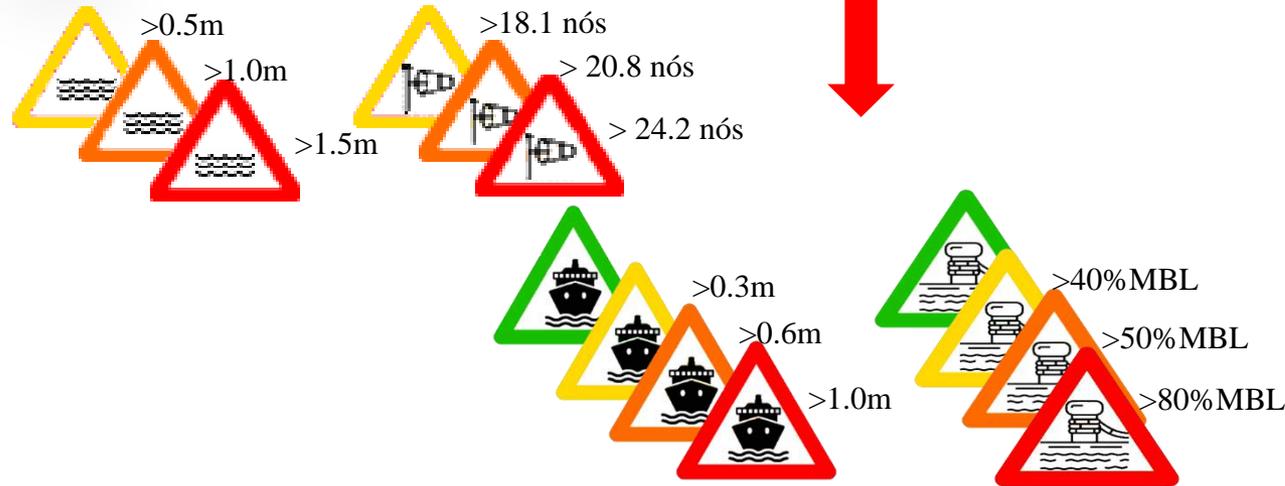
Sistema de previsão e Alerta - HIDRALERTA



Porto de Sines – Avaliação do risco



P(X>X _{ref})	Nível consequência		
	Pouco severo	Severo	Crítico
Baixa	I	II	III
Media	II	III	IV
Alta	III	IV	V



CONSEQUÊNCIAS	NAVIOS AMARRADOS
SEM CONSEQUÊNCIAS	Sem alterações nas atividades portuárias.
REDUZIDAS	Algumas alterações nas atividades portuárias. Operações de carga e descarga com medidas de segurança reforçadas. Possibilidade de reforço nas amarrações.
SÉRIAS	Operações de carga e descarga condicionadas. Necessário reforço das amarrações e seleção do posto de acostagem mais favorável.
EXTREMAS	Operações de carga e descarga interditas. Possibilidade de ocorrência de roturas de amarras. As infraestruturas podem ficar seriamente danificadas. Manobras de atracação, entrada e saída do porto desaconselhadas.

Gestão de Riscos

6. Casos de estudo:

Sistema de previsão e alerta - HIDRALERTA

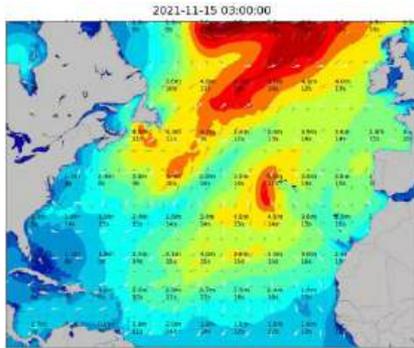


HIDRALERTA
Early Warning System

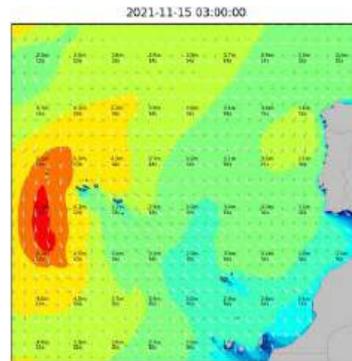


Porto de Sines – Sistema de Alerta

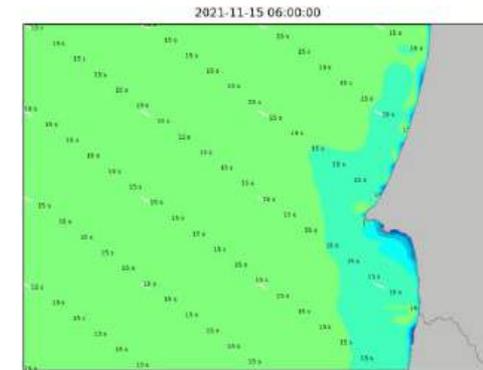
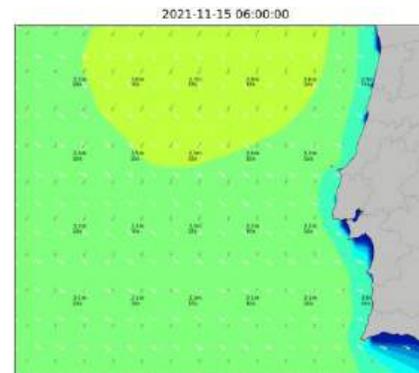
North Atlantic



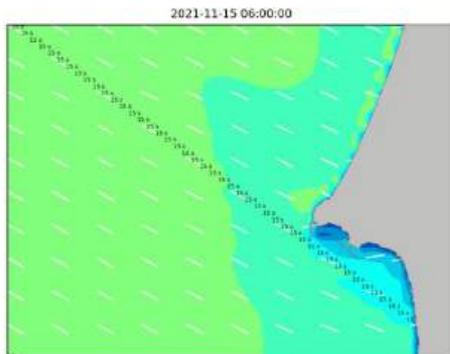
Portugal



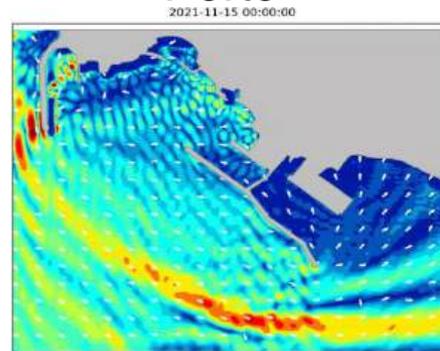
Zona costeira Oeste



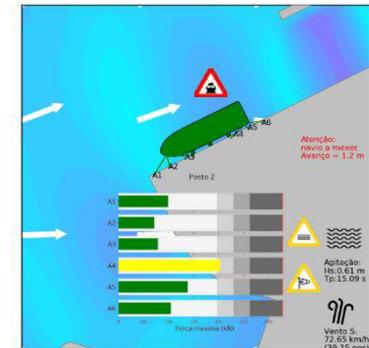
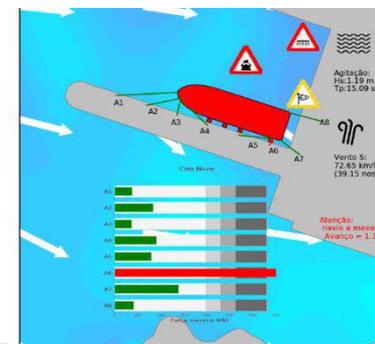
Zona Costeira



Porto



Terminal do Porto de Sines



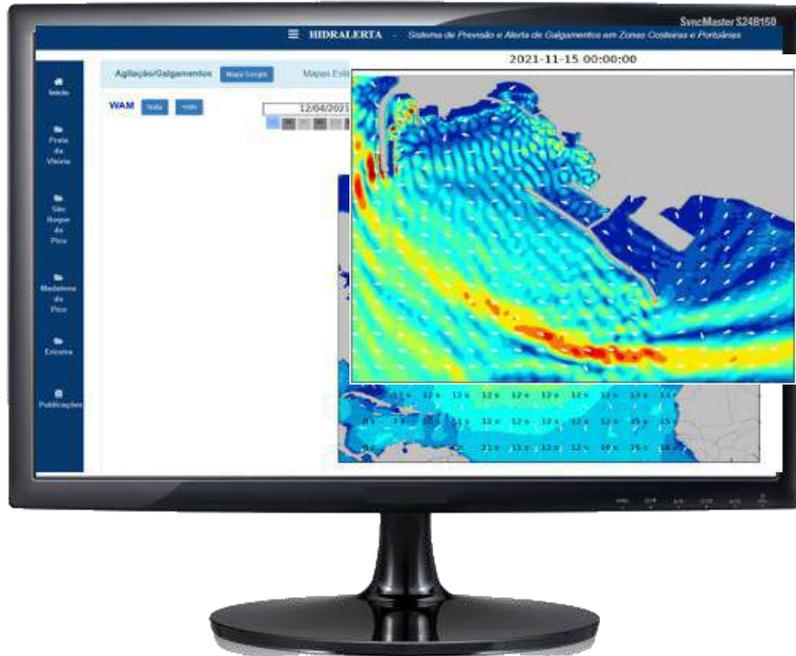
Gestão de Riscos

6. Casos de estudo:

Sistema de previsão e Alerta - HIDRALERTA



Porto de Sines – Divulgação de resultados



HIDRALERTA - Sistema de Previsão e Alerta de

Inicio

Pras da Vitoria

Sio Roque do Pico

Madonna do Pico

Costa da Caparica

Sines XII

Eriçeira

Faro

Publicações

Previsões

Análise de Dados

Modelos Numéricos

Boletim

Data: 30/05/2022

Submiter

1 de 8

Zoom automático

LNEC LABORATÓRIO NACIONAL DE ENGENHARIA CIVIL

UNIVERSIDADE DOS AÇORES

PORTOS DOS AÇORES

Previsão de apoio à Navegação

Sines

28-05-2022 - CAIS 12

Fundação Gaspar Frutuoso

eco PORT

MAC 2014-2020 Cooperação Territorial

Interreg

Imagem indisponível

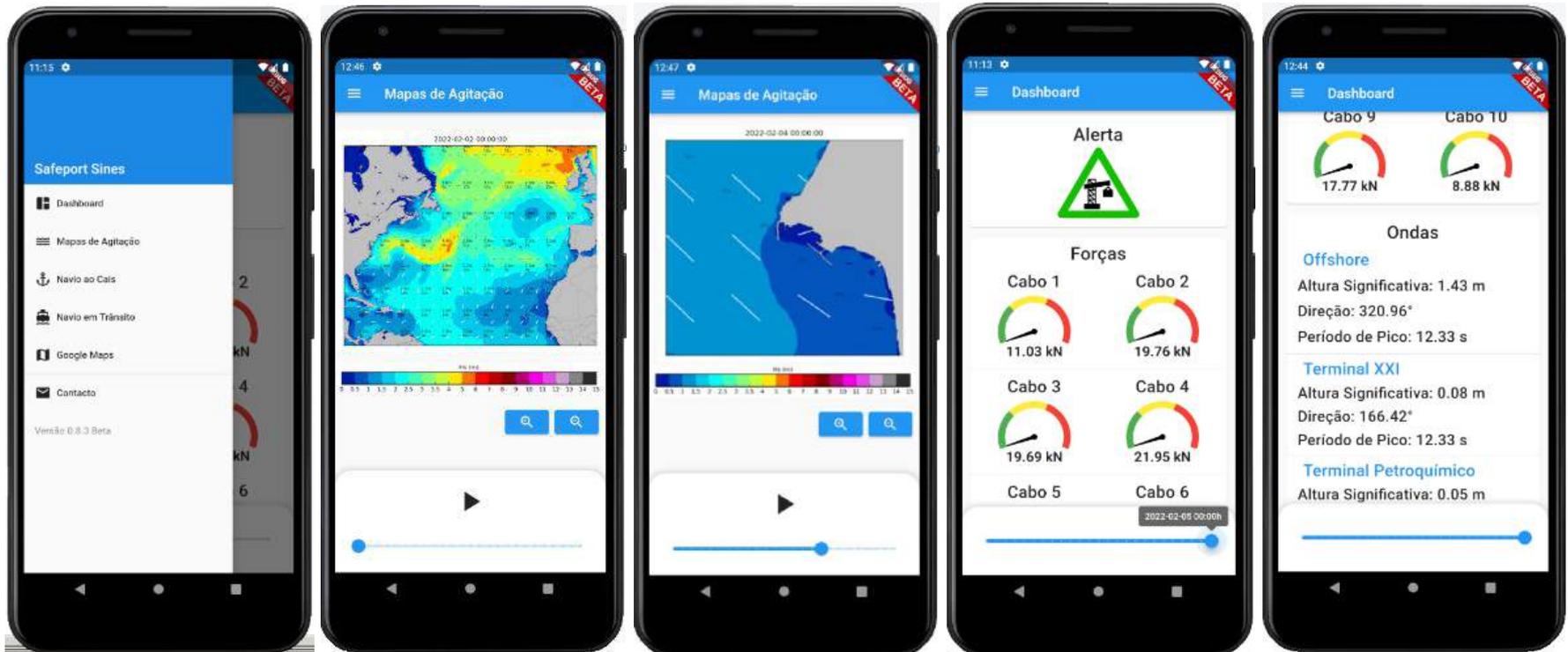
Gestão de Riscos

6. Casos de estudo:

Sistema de previsão e alerta - HIDRALERTA



Porto de Sines – Divulgação de resultados



Gestão de Riscos

6. Casos de estudo

- Avaliação do Risco
 - Porto da Praia da Vitória, Terceira, Açores
 - Galgamento →
 - Navegação →
- Sistema de previsão e alerta
 - Galgamento
 - Porto da Ericeira →
 - Costa da Caparica →
 - Navios
 - Porto de Sines →
- Validação do Sistema →
 - Agitação marítima
 - Alertas de galgamento/movimentos+forças



Gestão de Riscos

6. Casos de estudo:

Validação do sistema HIDRALERTA



- Agitação marítima:
 - Comparação com dados de boia-ondografo
- Alertas de galgamento/movimentos+forças
 - Informações das notícias/informações dos portos
 - Eventos passados
 - Reconstituição de tempestades recentes em vários locais
 - Eventos “futuros”
 - Videos

Gestão de Riscos

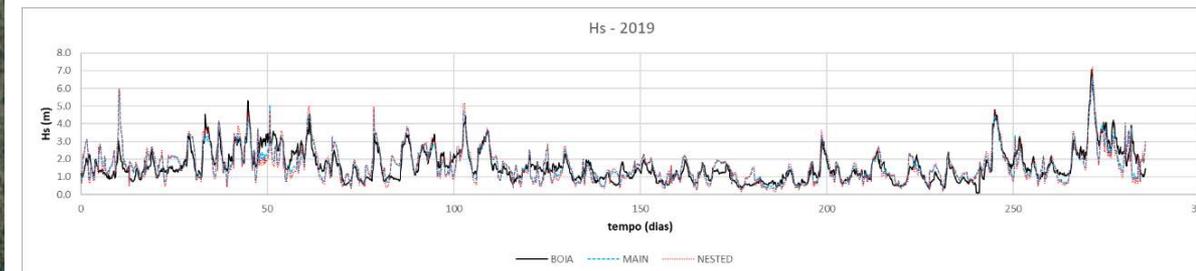
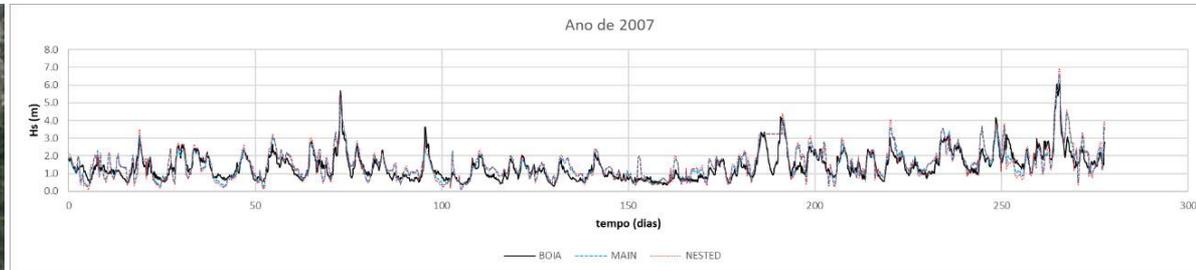
6. Casos de estudo:

Validação do sistema - HIDRALERTA



- Agitação: Resultados do SWAN versus boia-ondógrafo

Sines



Parameters	NBias	NRMSE	SI	r
Hs	-0.1	0.21	0.19	0.92
Tp	0.09	0.25	0.24	0.77
Dir	0.06	0.06	0.06	0.74

Gestão de Riscos

6. Casos de estudo:

Validação do sistema HIDRALERTA



- Agitação, Galgamento e alertas: **Eventos passados**

- Identificar em notícias de jornais as tempestades relevantes e os seus estragos
- Correr o HIDRALERTA para esses eventos
- Avaliação qualitativa

Praia da Vitória

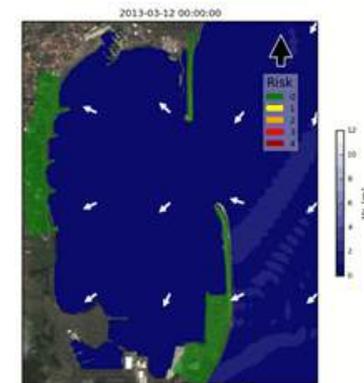
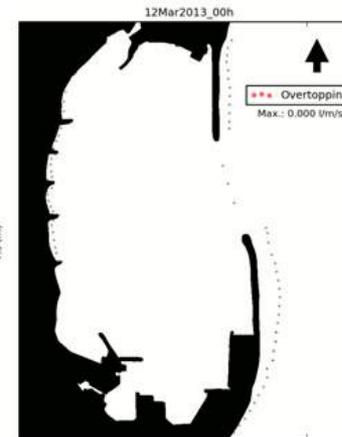
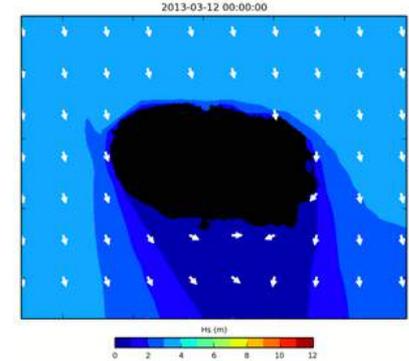
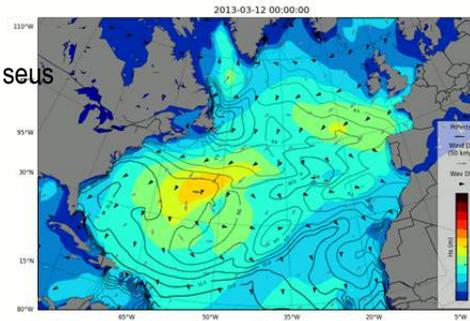
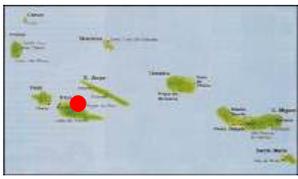


Table VI-5. Relevant overtopping events q (l/s/m) and respective sea-state conditions, H_{m0} (m), T_p (s), θ ($^\circ$) and SWL (m ZH) predicted by the HIDRALERTA system for the south breakwater section without return wall during the period of 1979-2013

Date (hour)	H_{m0} (m)	T_p (s)	θ ($^\circ$)	SWL (m ZH)	q (l/s/m)
02/03/1984 18h00	6.20	12.33	78.71	1.25	16.56
02/12/1990 12h00	4.95	12.33	78.22	1.73	3.66
21/12/2001 06h00	5.70	12.33	86.00	1.83	14.14
25/03/2004 18h00	5.52	13.64	84.47	1.75	12.84
27/02/2005 00h00	6.17	13.64	85.03	1.03	16.62
24/01/2007 06h00	5.44	12.33	99.14	2.17	12.78
16/12/2010 12h00	5.60	12.33	91.69	1.69	10.41
14/03/2013 00h00	4.97	11.14	85.63	1.09	1.62
05/12/2013 06h00	5.47	11.14	81.10	1.80	7.47

Tempestade de 12 a 14 de março de 2013



Gestão de Riscos

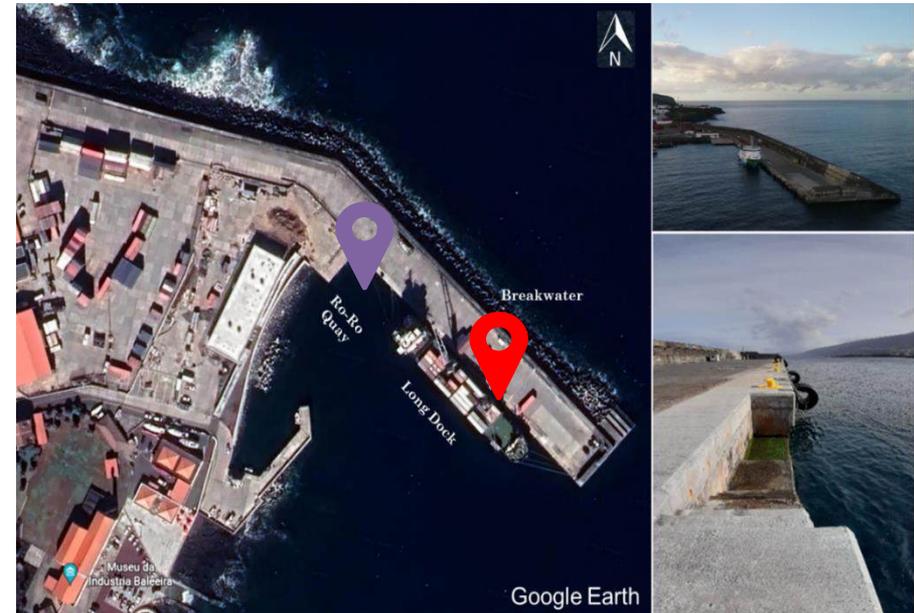
6. Casos de estudo:

Validação do sistema HIDRALERTA



Porto de S. Roque do Pico

- Principal infraestrutura portuária da ilha do Pico, que apoia:
 - Navios de carga e descarga de mercadorias
 - Navios do tipo ferry de transporte de passageiros entre ilhas
 - Navios de pesca e de recreio



Gestão de Riscos

6. Casos de estudo:

Validação do sistema *HIDRALERTA*



Porto de Madalena do Pico

- 2ª Infraestrutura portuária da ilha do Pico, que apoia:
 - Navios do tipo ferry de transporte de passageiros entre ilhas
 - Navios de pesca e de recreio



Gestão de Riscos

6. Casos de estudo:

Validação do sistema HIDRALERTA



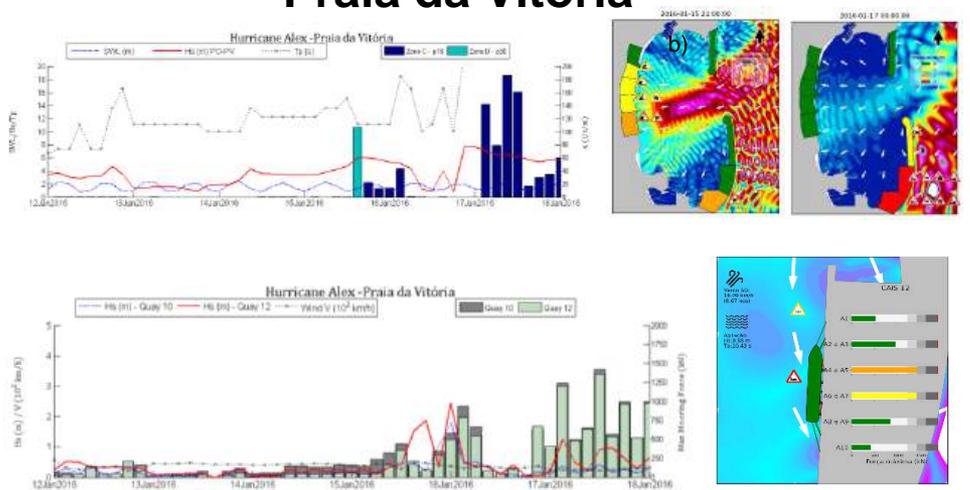
• Agitação, Galgamento, Navios e Alertas (Eventos “presentes”)

- Identificar tempestades recentes (Alex, Hercules, Emma, Elsa e Favien)
- Correr o HIDRALERTA para esses eventos
- Avaliação qualitativa em vários portos

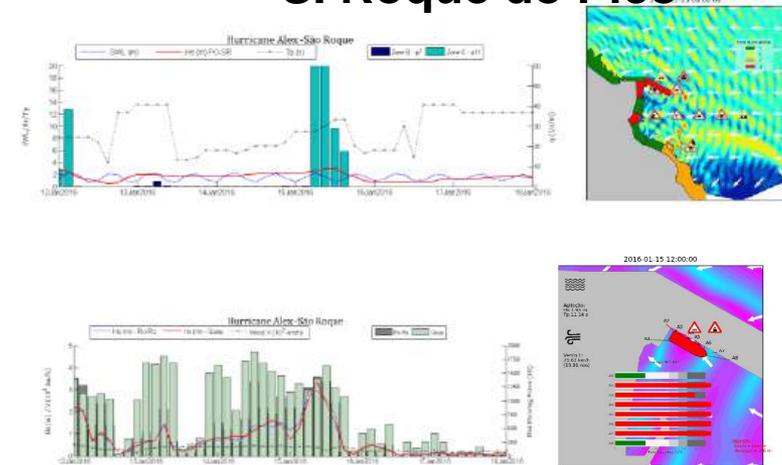


Tempestade Alex (15 a 17 de Janeiro de 2016)

Praia da Vitória



S. Roque do Pico



- Informações da Portos dos Açores confirmam resultados de HIDRALERTA

Gestão de Riscos

6. Casos de estudo:

Validação do sistema HIDRALERTA



HIDRALERTA
Early Warning System



- Alertas para navios e alertas: **Eventos “futuros”**

----- Forwarded Message -----

Subject: Re: [SPAM ? score 7.78] outputs HIDRALERTA/ECOMARPORT Sao Roque
Date: Fri, 19 Nov 2021 17:34:35 -0100
From: Jorge Monteiro <monteirojma@gmail.com>
To: jfortes <jfortes@lnec.pt>

Boa tarde Eng. Juana Fortes,

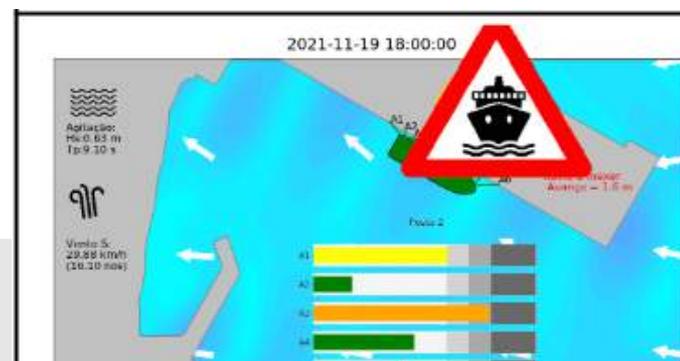
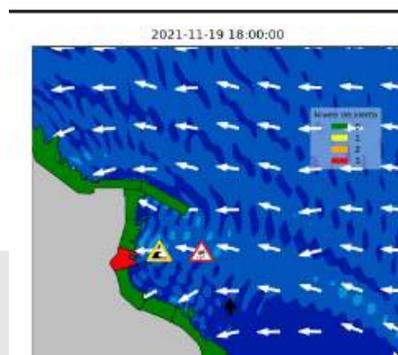
Envio-lhe em anexo video do Porto de São Roque hoje às 1700 LT, a situação hoje com ondulação de SE com 1 a 2 metros e vento do mesmo quadrante com 15 a 20 nós, **provocava alguma instabilidade no Porto mas sem galgamentos.**

Esta instabilidade provoca nos navios e embarcações atracadas, um movimento de "sobe e desce", mas tolerável sob o ponto de vista operacional, os navios por via do esforço nos cabos de amarração mantêm a sua posição não se verificando situações limites.

Esperando ter contribuído ao solicitado e sem outro assunto,

Melhores cumprimentos
Jorge Monteiro

S. Roque do Pico

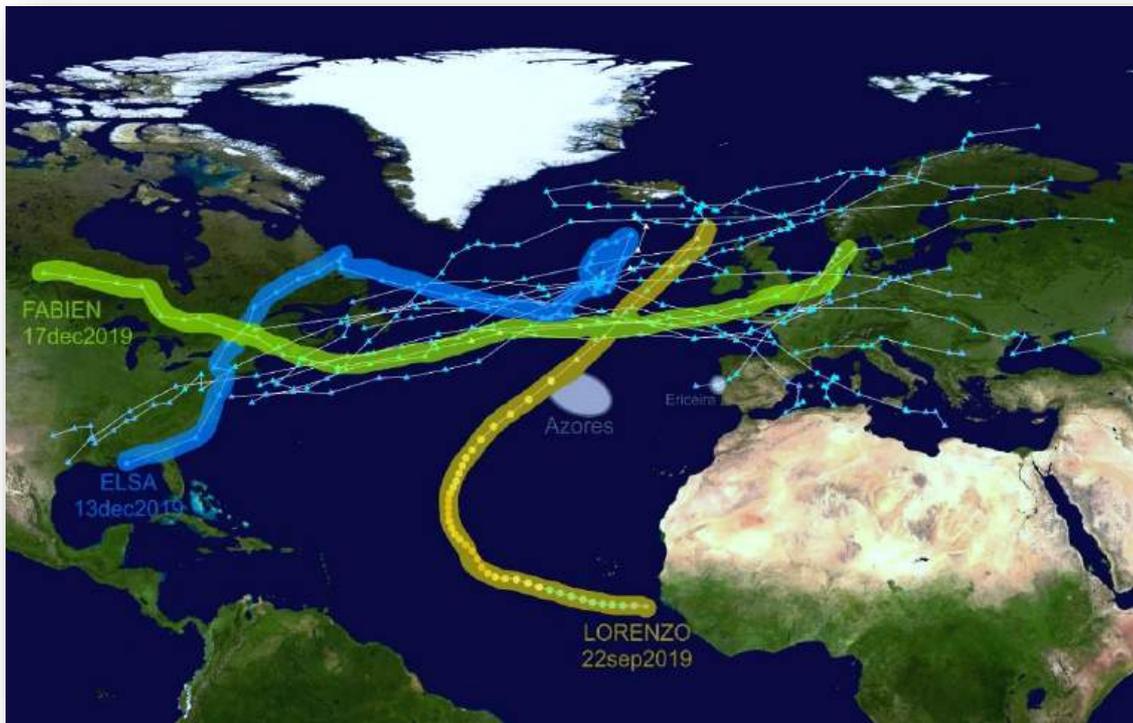


LABORATÓRIO NACIONAL
DE ENGENHARIA CIVIL

Gestão de Riscos

6. Casos de estudo:

Validação do sistema *HIDRALERTA*

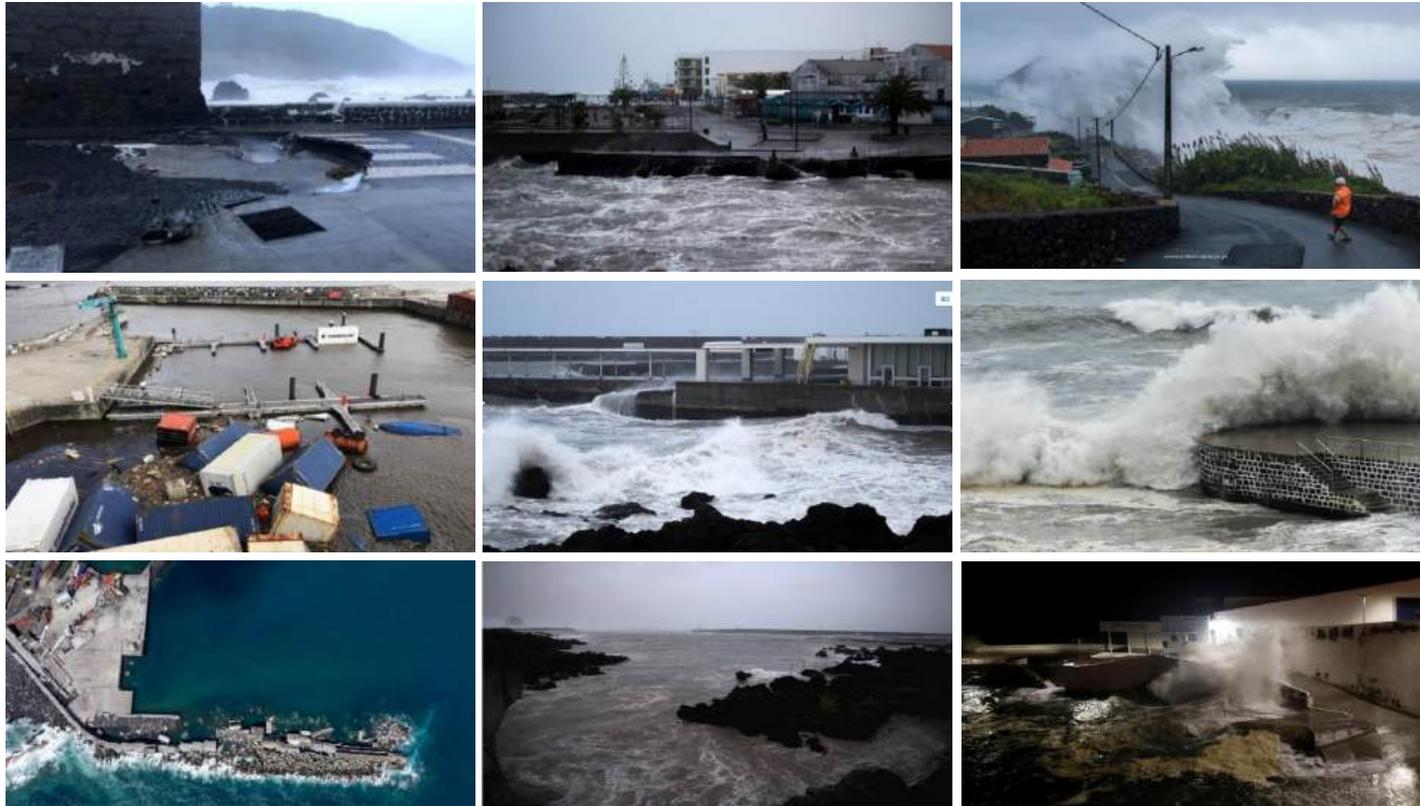


FURACÃO LORENZO
22 setembro 2019

Gestão de Riscos

6. Casos de estudo:

Validação do sistema HIDRALERTA



Gestão de Riscos

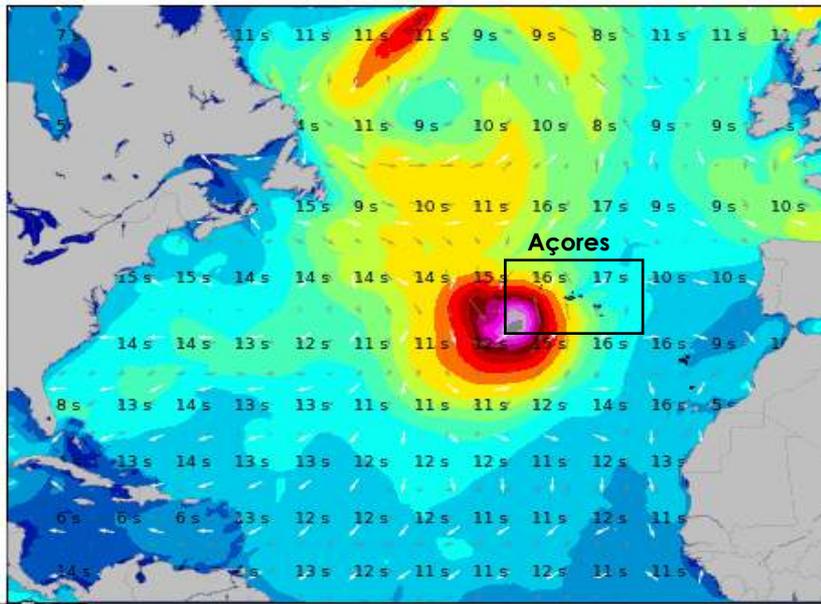
6. Casos de estudo:

Validação do sistema HIDRALERTA

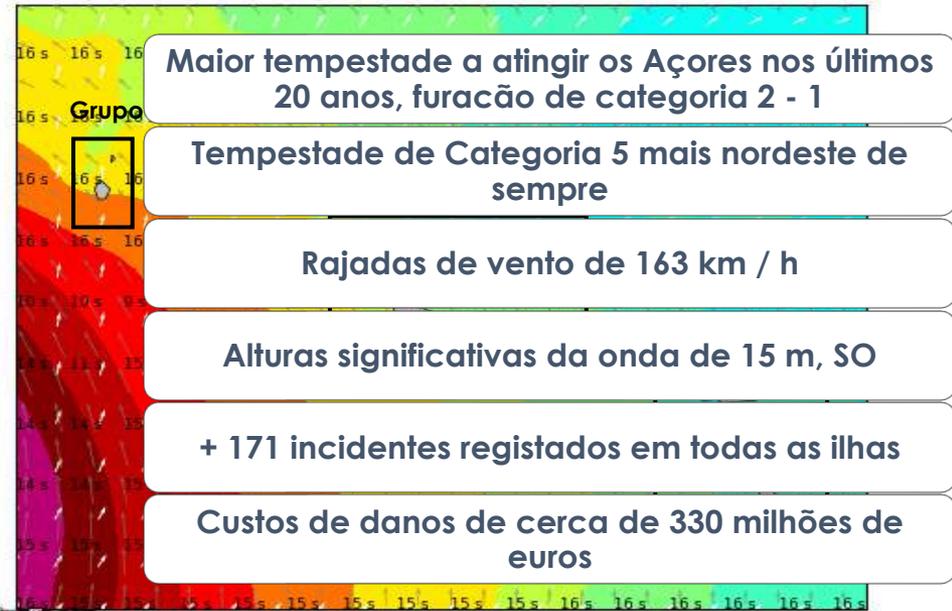


FURACÃO LORENZO outubro 2019

2019-10-02 00:00:00



2019-10-02 00:00:00



imgflip.com

imgflip.com

Wav Dir. Wind Dir. Peak Per. (s)
(°) (°) (50 km/h) XX s

Hs (m)



Gestão de Riscos

6. Casos de estudo:

Validação do sistema HIDRALERTA

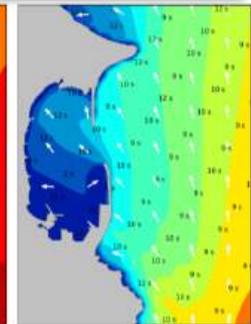
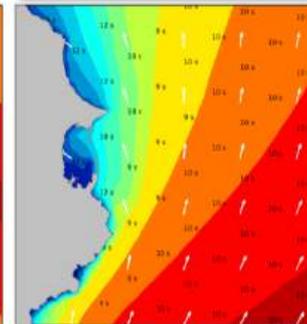
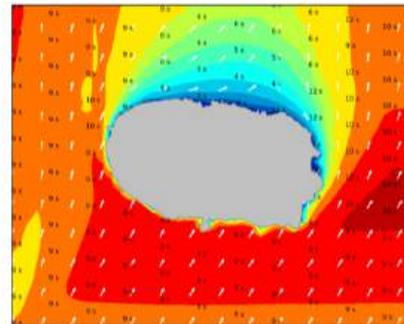
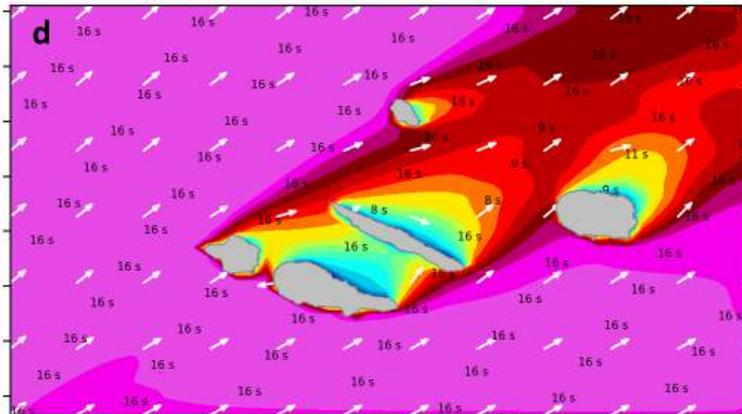


HIDRALERTA
Early Warning System

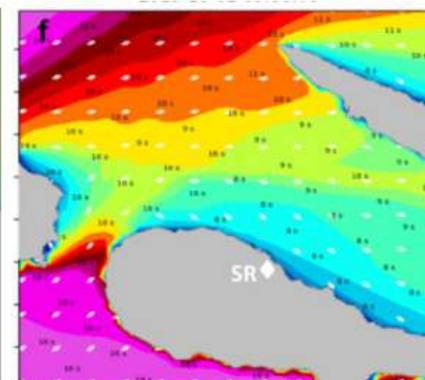
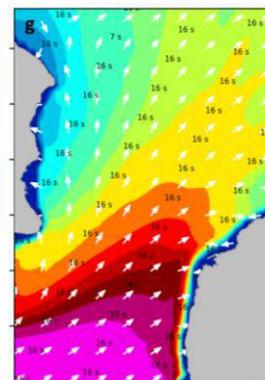
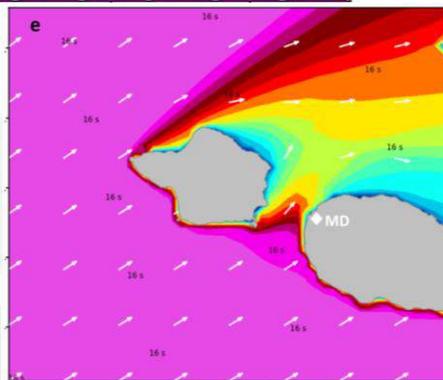


2019-10-02 09:00:00

Porto da Praia da Vitória



Porto da
Madalena
do Pico



Porto de
São Roque
do Pico



LABORATÓRIO NACIONAL
DE ENGENHARIA CIVIL

Gestão de Riscos

6. Casos de estudo:

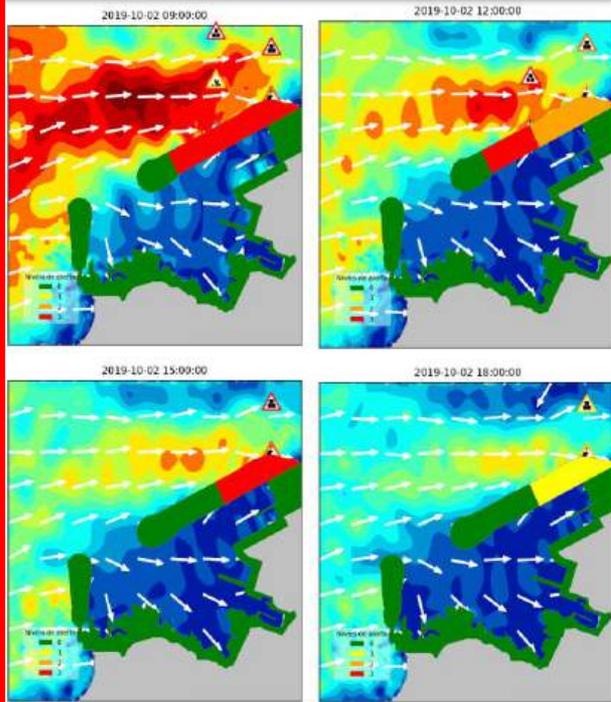
Validação do sistema HIDRALERTA



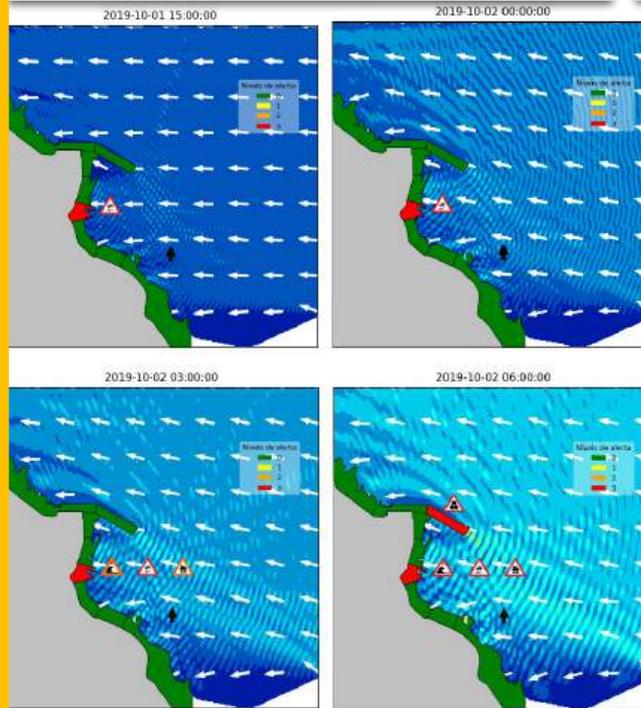
HIDRALERTA
Early Warning System



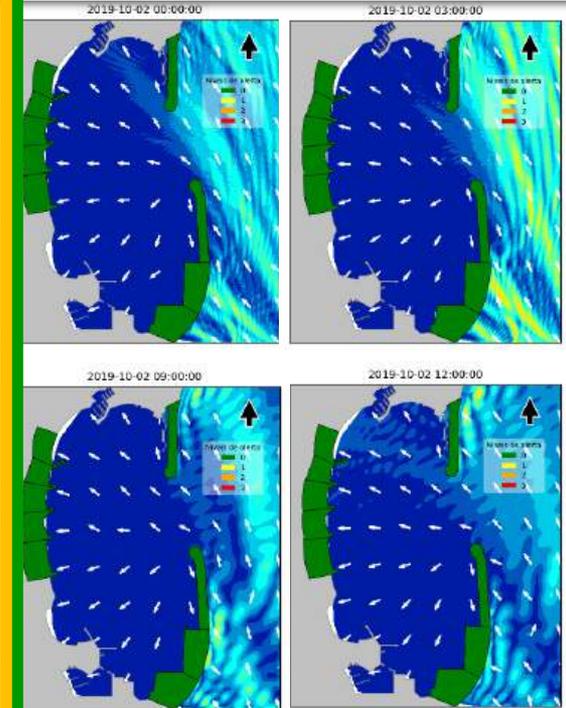
Porto da Madalena do Pico



Porto de São Roque do Pico



Porto da Praia da Vitória



Gestão de Riscos

6. Casos de estudo:

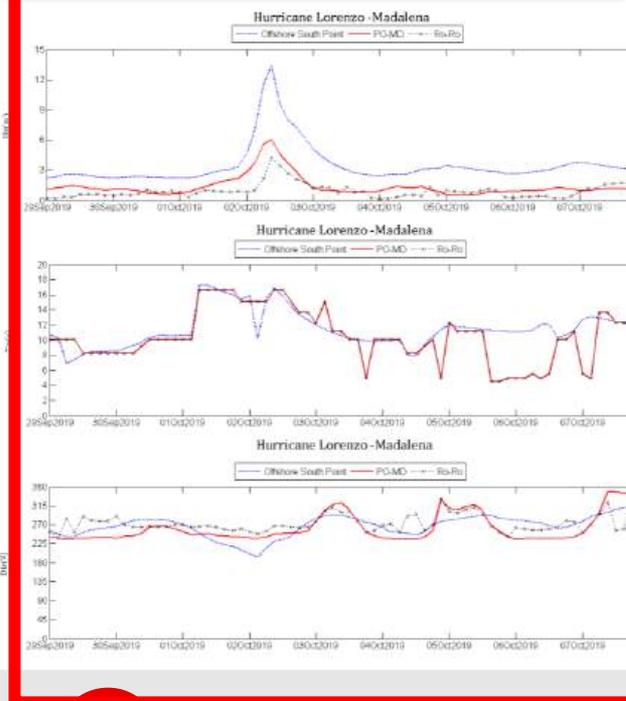
Validação do sistema *HIDRALERTA*



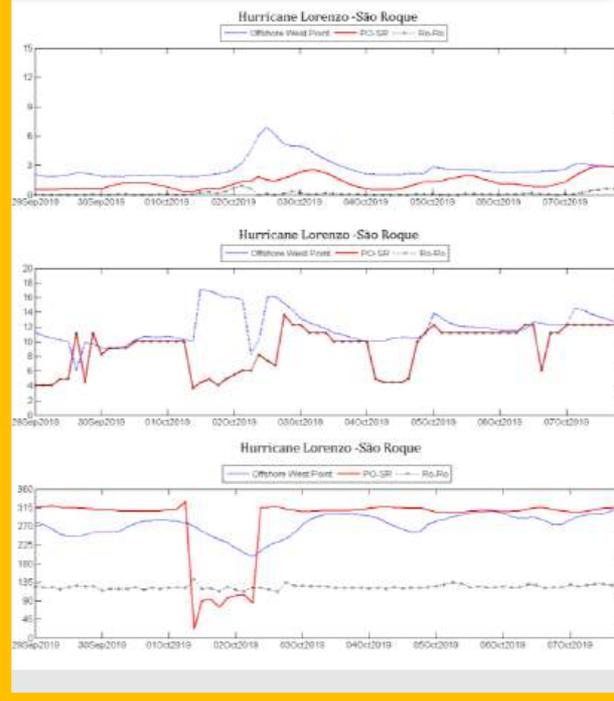
HIDRALERTA
Early Warning System



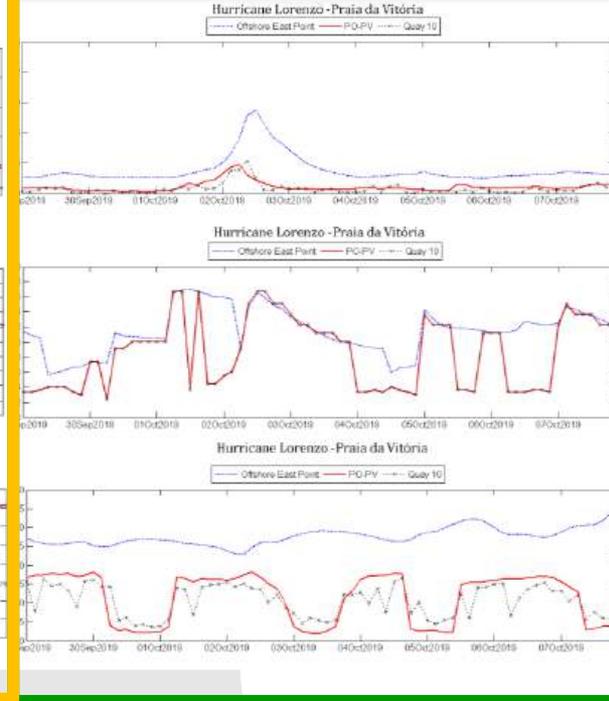
Porto da Madalena do Pico



Porto de São Roque do Pico



Porto da Praia da Vitória



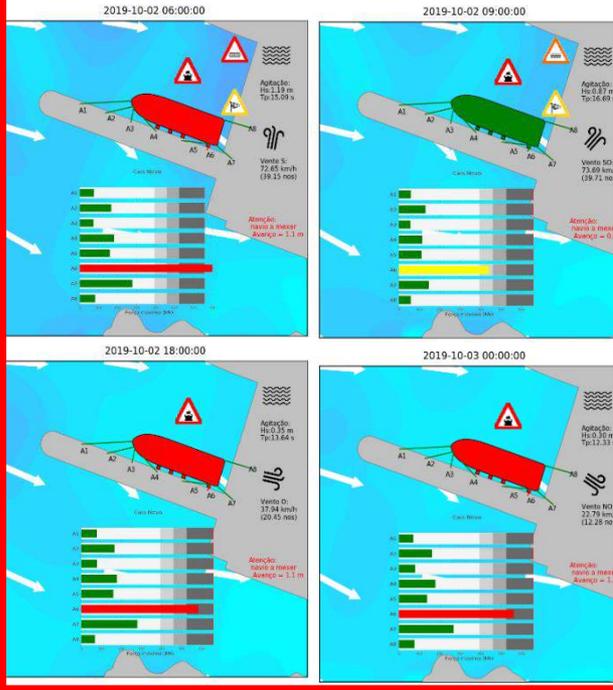
Gestão de Riscos

6. Casos de estudo:

Validação do sistema HIDRALERTA



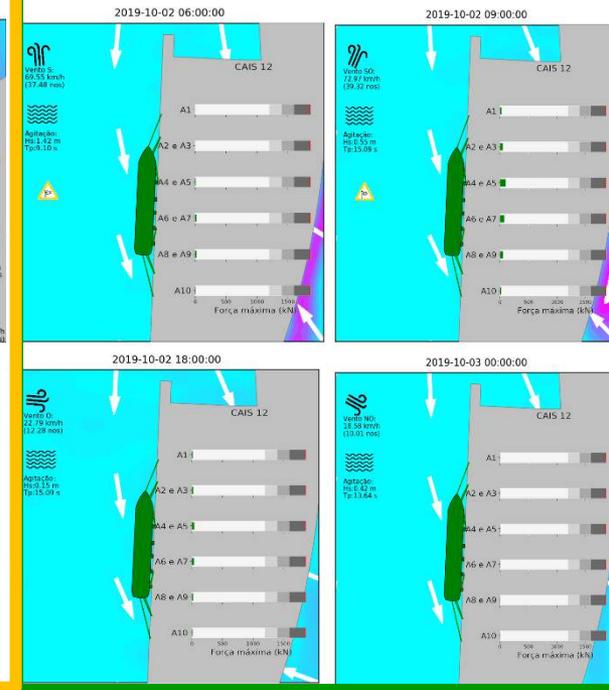
Porto da Madalena do Pico



Porto de São Roque do Pico



Porto da Praia da Vitória



Gestão de Riscos

6. Casos de estudo:

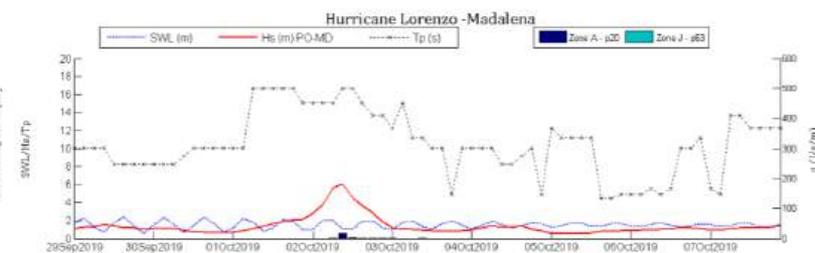
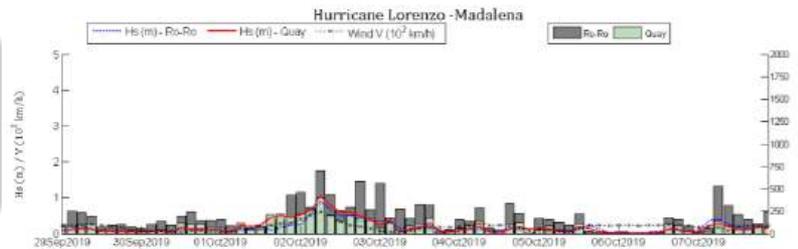
Validação do sistema HIDRALERTA



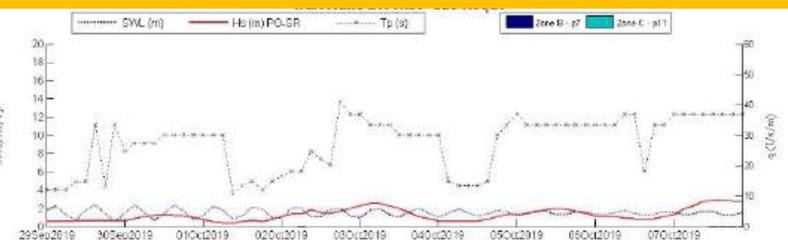
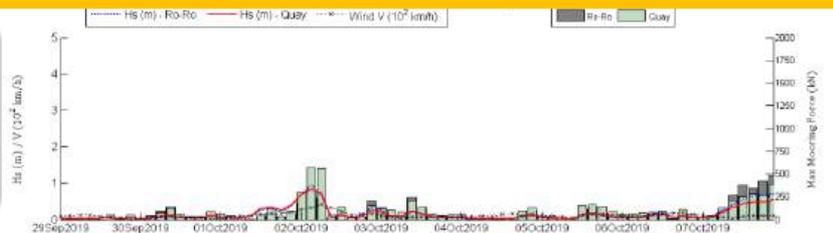
HIDRALERTA
Early Warning System



Porto da
Madalena
do Pico



Porto de
São Roque
do Pico



Porto da
Praia da
Vitória



Gestão de Riscos

6. Casos de estudo:

Validação do sistema HIDRALERTA



Alerta de galgamentos Ericeira: Videos

- Câmara VIVOTEK IB9365-HT
 - Instalação efetuada em dez. de 2020
 - Atualmente operacional
 - Dados gravados desde outubro-2021
 - Dados de run-up atualmente indisponíveis
 - Dados de celeridade (alguns)

Início	Fim	intervalo em dias
27/12/2019	08/01/2020	11
08/01/2020	09/01/2020	1
09/06/2020	Registo pontual ?	
26/06/2020	04/12/2020	158
11/06/2021	17/08/2021	66
22/10/2021	22/10/2021	0
08/12/2021	11/12/2021	3
13/01/2022	14/01/2022	1



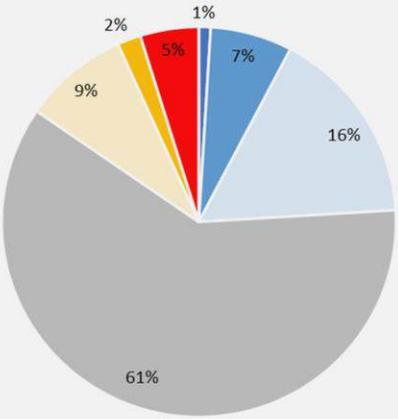
Gestão de Riscos

6. Casos de estudo:

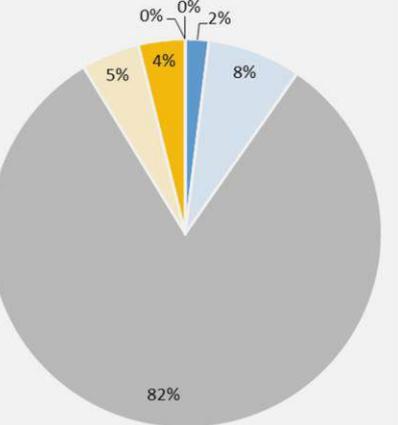
Validação do sistema HIDRALERTA



Pedestrians: Hidralerta - Video



Vehicles: Hidralerta - Video



- Three risk levels underestimation
- Two risk levels underestimation
- One risk level underestimation
- Risk level match
- One risk levels overestimation
- Two risk levels overestimation
- Three risk levels overestimation

• Vídeo-HIDRALERTA

- Perfil localizado no tronco do quebra-mar
- Número de eventos: 104
- Análise de vídeos
- Comparação:
 - Peões: 61 % coincide
 - Veículos: 82% coincide

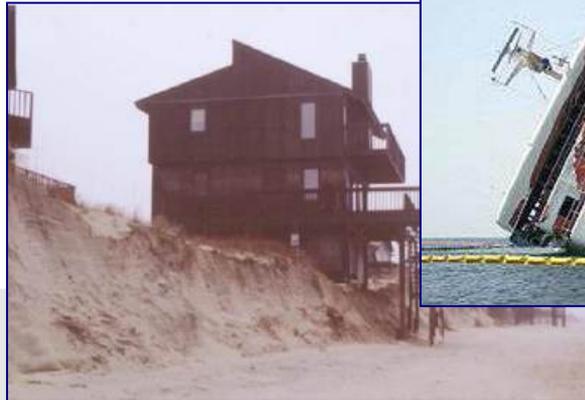
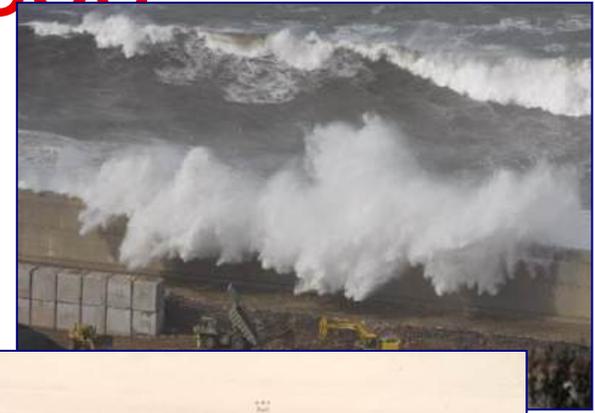
Risk Level	Pedestrians	Vehicles	Breakwater
No Risk	No injuries [<0.1 I/s/m]	Safe to drive [<10 I/s/m]	No damage [<200 I/s/m]
Low Risk	Minor injuries [$0.1-0.5$ I/s/m]	Light motorbikes or bicycles become unstable [$10-25$ I/s/m]	Movements and fall of blocks, without need of immediate repair [$200-300$ I/s/m]
Moderate Risk	Multiple minor injuries or some serious injuries [$0.5-1.0$ I/s/m]	Serious damage that affect its use, but without temporary stoppage [$25-50$ I/s/m]	Fall of blocks with filter exposure. Superstructure affected [$300-400$ I/s/m]
High Risk	Multiple serious injuries and/or loss of lives [≥ 1.0 I/s/m]	Serious damage that don't allow its use [≥ 50.0 I/s/m]	Filters damaged; significant movements of the superstructure; eventual collapse [≥ 400 I/s/m]

Desenvolvimento Futuro

- Sistemas de previsão e alerta
 - Utilização de modelos numéricos para a avaliação do galgamento (SWASH)
 - Avaliação do risco por métodos quantitativos (AHP, ANP, etc...)
 - Validação dos sistemas com câmaras em tempo real
 - Migração para nova plataforma Web com mais funcionalidades de manipulação de resultados
 - Aplicações a outras zonas portuárias e costeiras
 - Lajes de Flores
 - Costa Continental Portuguesa
 - Arquipélagos dos Açores e da Madeira

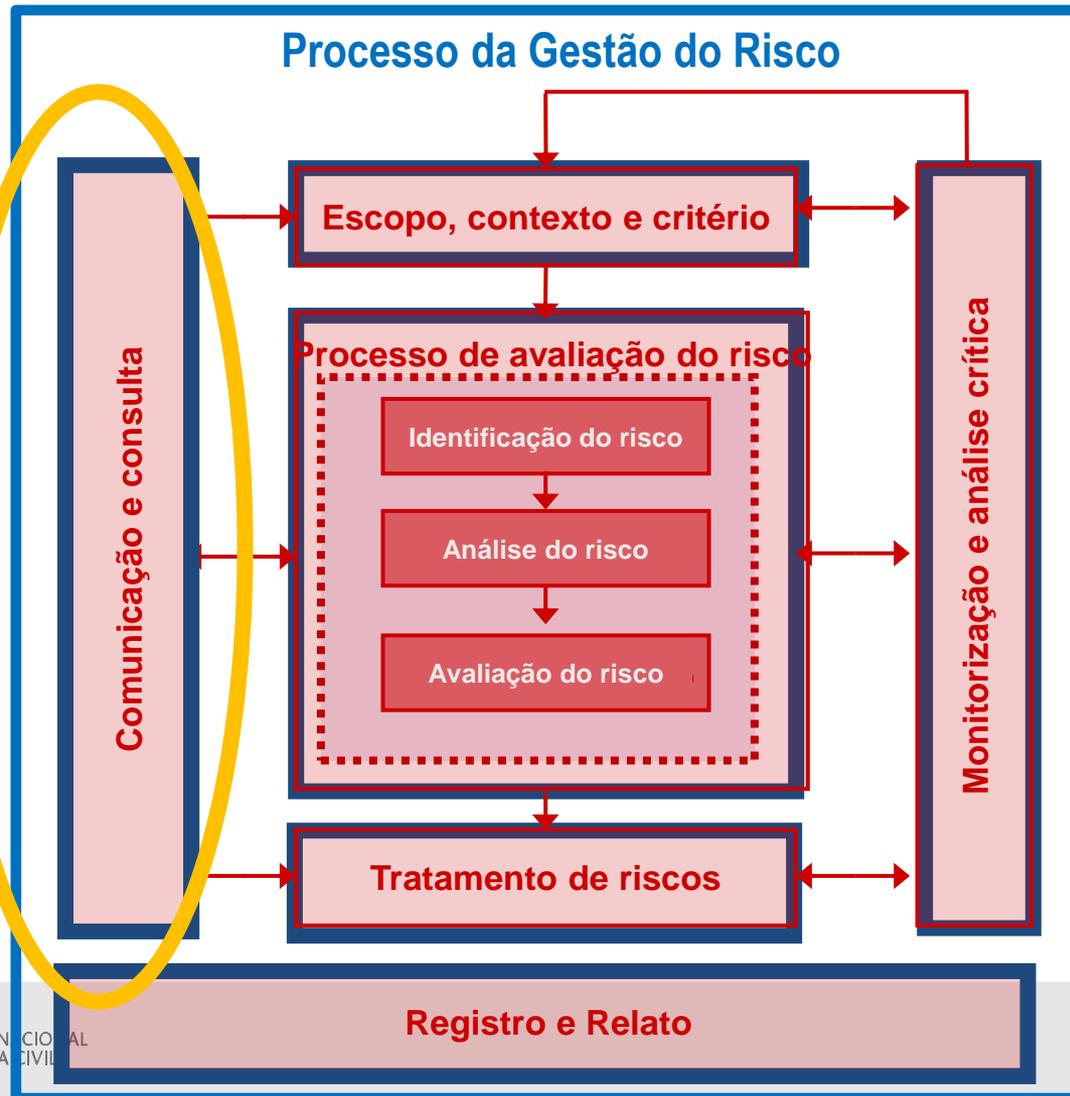
Gestão de Riscos

1. *Motivações*
2. *Conceitos básicos*
3. *Métodos de avaliação do risco de inundação*
4. *Métodos de avaliação do risco de navegação portuária*
5. *Sistemas de previsão e alerta*
6. *Casos de estudo*
7. *Projetos*



Gestão de Risco

ISO 31000:2018 – Risk Management



Gestão de Riscos

7. Projeto LIFE-Garachico



Cofinanciado por
la Unión Europea
LIFE20 CCA/ES/001641

*COASTAL FLOODING ADAPTATION TO CLIMATE CHANGE THROUGH
FLEXIBLE STRATEGIES IN MACARONESIA URBAN AREA*

**ADAPTAÇÃO ÀS INUNDAÇÕES COSTEIRAS DEVIDO AO EFEITO
DAS ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS ATRAVÉS DE ESTRATÉGIAS
FLEXÍVEIS EM ÁREAS URBANAS DA MACARONÉSIA**



GRAFCAN



LABORATÓRIO NACIONAL
DE ENGENHARIA CIVIL



elittoral



LABORATÓRIO NACIONAL
DE ENGENHARIA CIVIL

Gestão de Riscos

7. Projeto LIFE-Garachico

O PROJETO LIFE-GARACHICO: VISÃO GERAL

1.1 Orçamento e Instituições Parceiras

Orçamento / EU contrib.:
2.638.132 € / 55%

Duração:
2021 - 2026



Excmo. Ayuntamiento
Villa y Puerto de
Garachico



España
Canarias / Tenerife



● **Garachico**
(piloto / pilot)

● **Puerto de la Cruz**
(replicación / replication site)

Portugal
Azores / Terceira



● **Praia da Vitória**
(replicación / replication site)



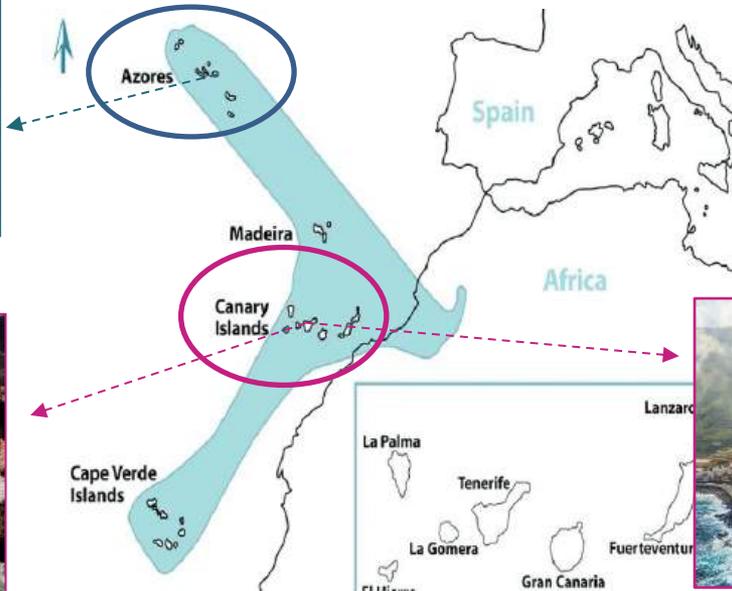
Cofinanciado por
la Unión Europea
LIFE20 CCA/ES/001641

Gestão de Riscos

7. Projeto LIFE-Garachico

O PROJETO LIFE-GARACHICO: VISÃO GERAL

1.2 Áreas de Estudo e Objetivos



O LIFE Garachico propõe o desenvolvimento de metodologias cujo objetivo seja a **criação de um Quadro Estratégico de Adaptação Flexível para os municípios litorais da Macaronésia**, de forma a aumentar a resiliência destas áreas face a eventos costeiros extremos, atuais e futuros, decorrentes das alterações climáticas.

De forma inovadora, inclui-se uma abordagem participativa dinâmica, que posiciona o público como protagonista e parte fundamental do projeto.

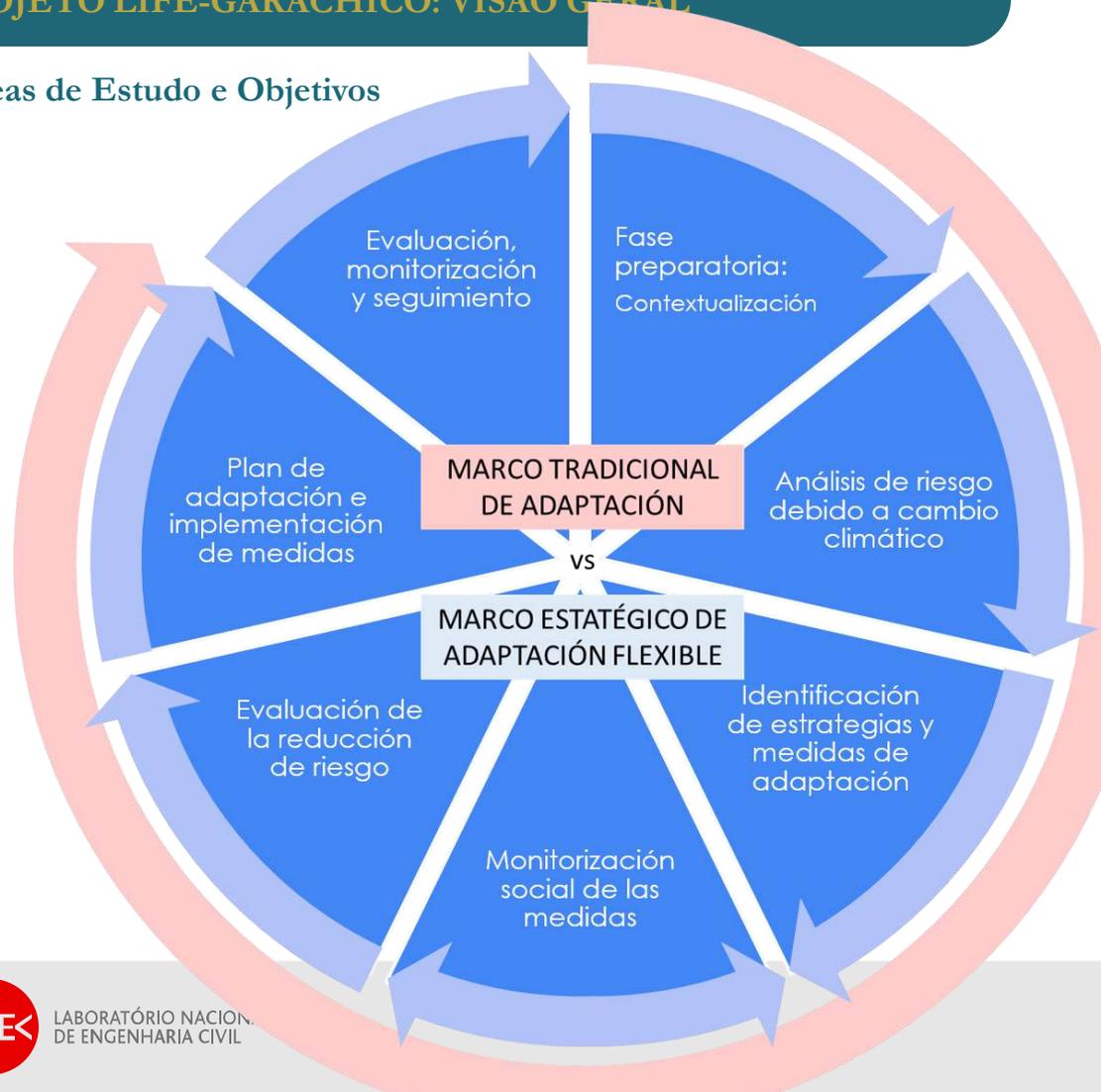
Desafio comum para centros urbanos costeiros insulares:
ADAPTAÇÃO

Gestão de Riscos

7. Projeto LIFE-Garachico

O PROJETO LIFE-GARACHICO: VISÃO GERAL

1.2 Áreas de Estudo e Objetivos



Medidas de adaptação flexível

- Adaptabilidade das medidas a contextos em mudança (CC e sociedade)
- Cocriação de medidas, monitorização e avaliação por diferentes stakeholders
- Quantificação da eficácia (nível socioeconómico e ambiental)
- Alinhado com políticas locais e regionais

Gestão de Riscos

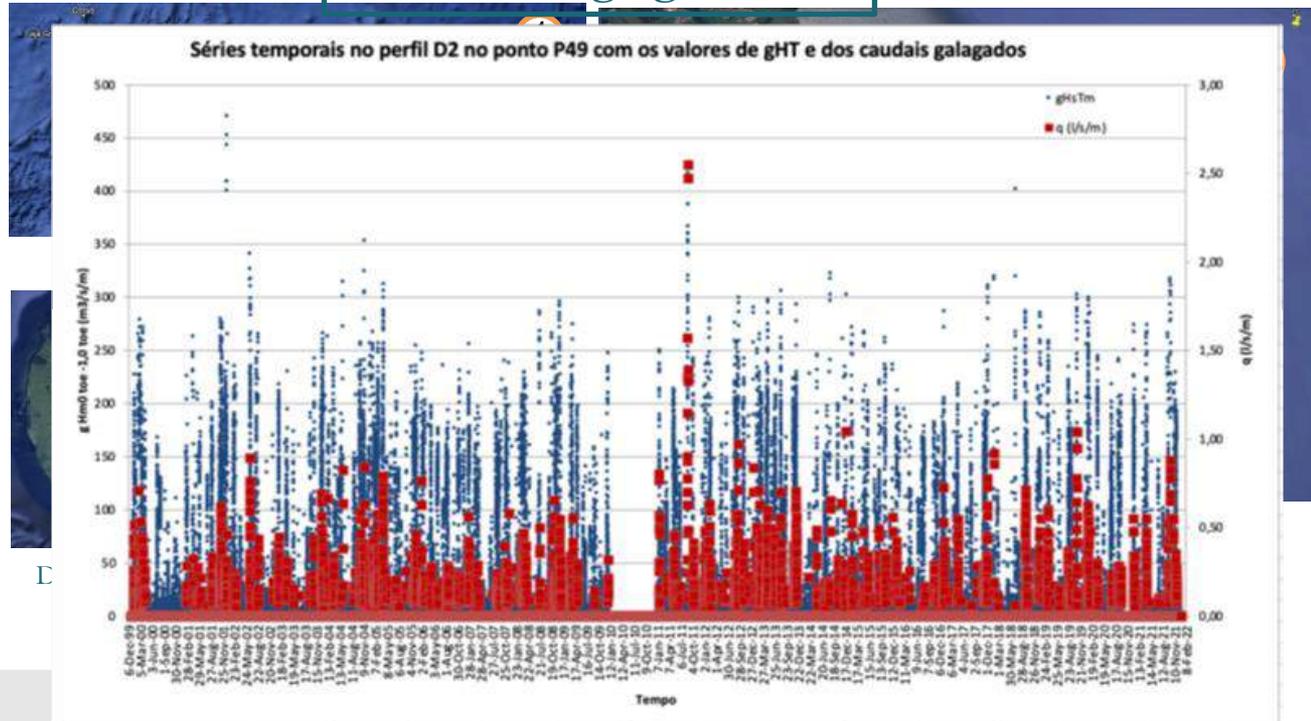
7. Projeto LIFE-Garachico

AÇÕES DESENVOLVIDAS EM PRAIA DA VITÓRIA

2.1 Fase preparatória: contextualização



Estudo dos galgamentos



Praia da Vitória, Point P1 - Rose of Directions, Dirm.

Praia da Vitória, Point P48 - Rose of Directions, Dirm.

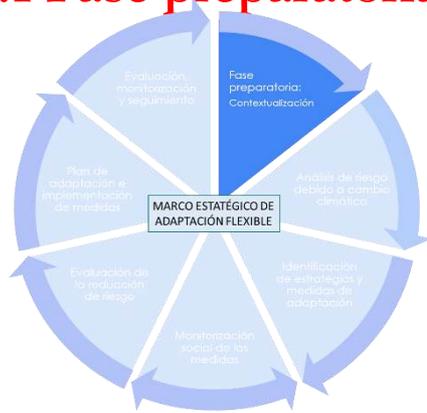
Gestão de Riscos

7. Projeto LIFE-Garachico

AÇÕES DESENVOLVIDAS EM PRAIA DA VITÓRIA

2.1 Fase preparatória: contextualização

Encontros com os Stakeholders



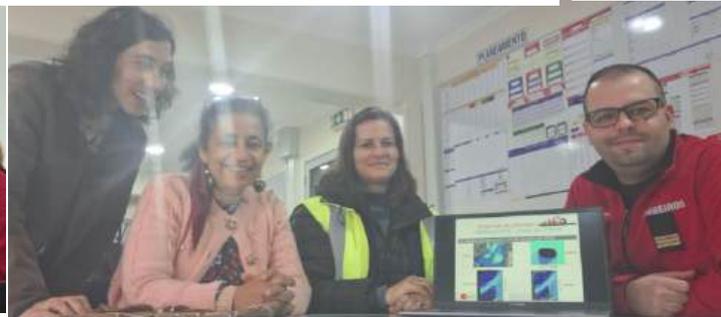
Proteção Civil



Portos dos Açores



Câmara Municipal



Bombeiros



Proteção Civil

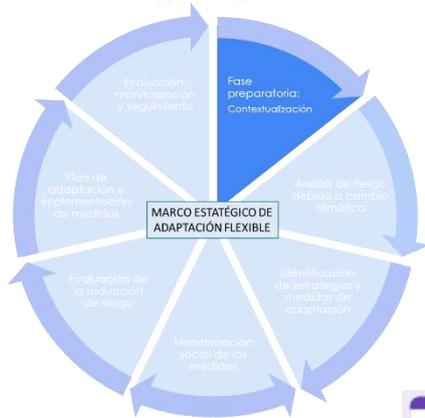
Gestão de Riscos

7. Projeto LIFE-Garachico

AÇÕES DESENVOLVIDAS EM PRAIA DA VITÓRIA

2.1 Fase preparatória: contextualização

Inquéritos à população: percepção ao risco



NOTA DE DIVULGAÇÃO

No âmbito do Projeto de investigação LIFE-GARACHICO (LIFE20 CCA/ES/001641, link ao projeto), está a ser efetuado pelo Laboratório Nacional de Engenharia Civil, um **inquérito sobre a percepção do risco a inundações costeiras** dirigido a toda comunidade do concelho da Praia da Vitória, na ilha Terceira, do Arquipélago dos Açores, para o qual solicitamos a sua participação.

O link de acesso ao Inquérito é:

https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSdH6Nps08cuXmgSVOei7aKqB9zk7_lAos7n6kPhk96gJJoZg/viewform?usp=sf_link

São elegíveis à participação nesta investigação: homens e mulheres maiores de 18 anos residentes/trabalhadores/visitantes no concelho da Praia da Vitória.

Ressaltamos que, em respeito à Lei de Proteção de Dados (Lei n.º 58/2019, de 08/08/2019), esta investigação compromete-se a preservar o anonimato e qualquer outro dado sensível ou de opinião dos voluntários que se dispuserem a participar.

Reforçamos que a **sua colaboração é extremamente valiosa** já que este projeto adota uma abordagem participativa dinâmica, que posiciona o **público como protagonista e parte fundamental** na sua construção.

Com os melhores cumprimentos,
A Equipe do NPE/DHA – LNEC.

Inquérito da Praia da Vitoria

Neste inquérito, pretende-se conhecer o seu conhecimento **Passado e Presente** de inundações na Praia da Vitória, bem como da sua opinião sobre medidas mitigadoras deste fenómeno a implementar no **Futuro**

Faça login no Google para salvar o que você já preencheu. [Saiba mais](#)

Próxima

Página 1 de 43

[Limpar formulário](#)

Nunca envie senhas pelo Formulários Google.

Este conteúdo não foi criado nem aprovado pelo Google. [Denunciar abuso](#) - [Termos de Serviço](#) - [Política de Privacidade](#)

Google Formulários

Gestão de Riscos

7. Projeto LIFE-Garachico

AÇÕES DESENVOLVIDAS EM PRAIA DA VITÓRIA

2.1 Fase preparatória: contextualização

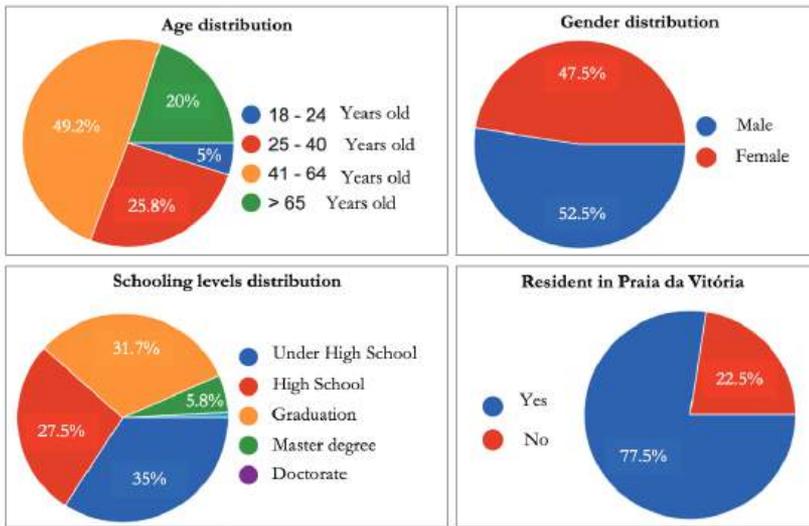


Fig. 4 - Summary of the results of the "Sociodemographic information" section.

Fig. 4 - Quadro-síntese dos resultados da secção "Informações sociodemográficas"

Inquéritos à população: percepção ao risco

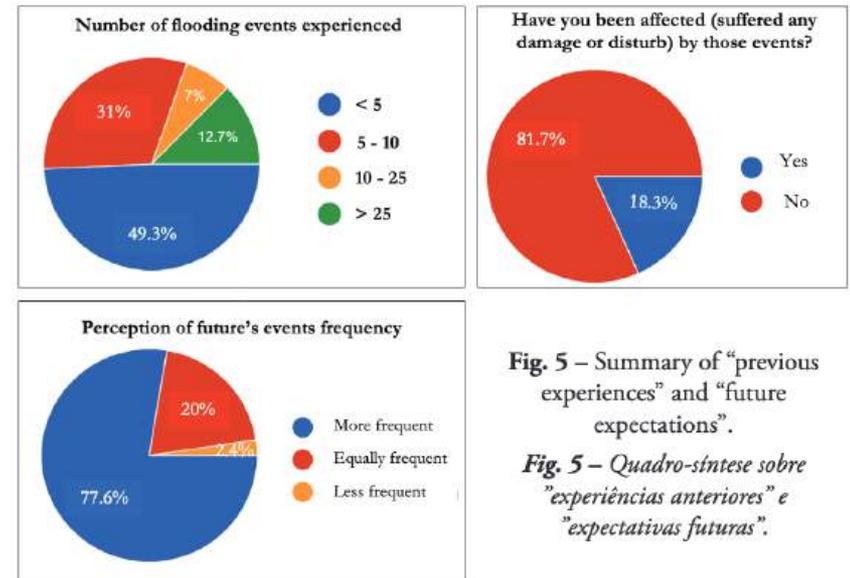


Fig. 5 - Summary of "previous experiences" and "future expectations".

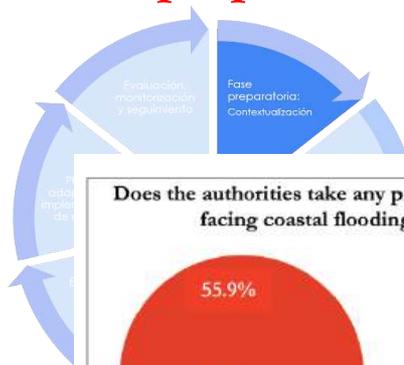
Fig. 5 - Quadro-síntese sobre "experiências anteriores" e "expectativas futuras".

Gestão de Riscos

7. Projeto LIFE-Garachico

AÇÕES DESENVOLVIDAS EM PRAIA DA VITÓRIA

2.1 Fase preparatória: contextualização



Inquéritos à população: percepção ao risco

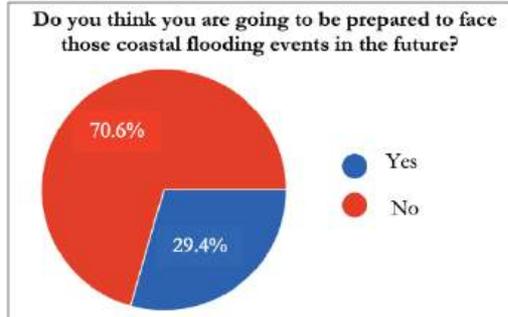
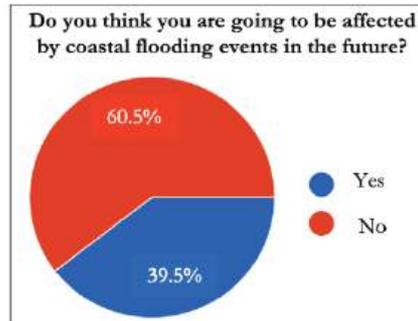
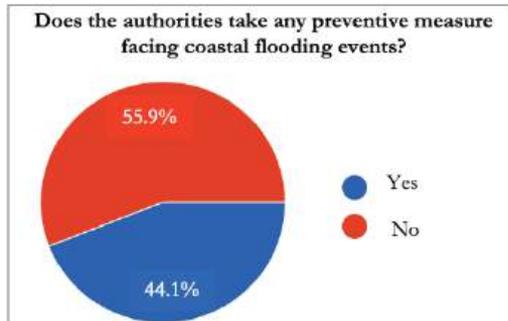


Fig. 6 - Level of trust in authorities versus the sense of safety facing future coastal flooding.

Fig. 6 - Nível de confiança nas autoridades versus sentimento de segurança frente a futuras inundações.

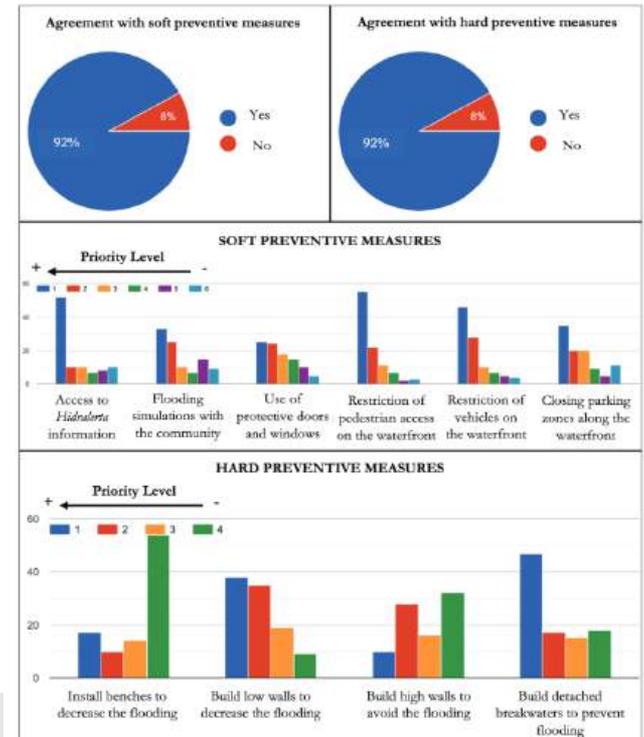


Fig. 7 - Agreement with soft and hard (constructive) preventive measures.
Fig. 7 - Nível de aceitação das medidas de prevenção suaves e duras (construtivas).

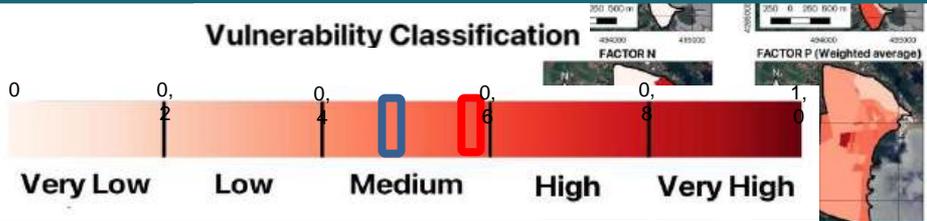
Gestão de Riscos

7. Projeto LIFE-Garachico

AÇÕES DESENVOLVIDAS EM PRAIA DA VITÓRIA

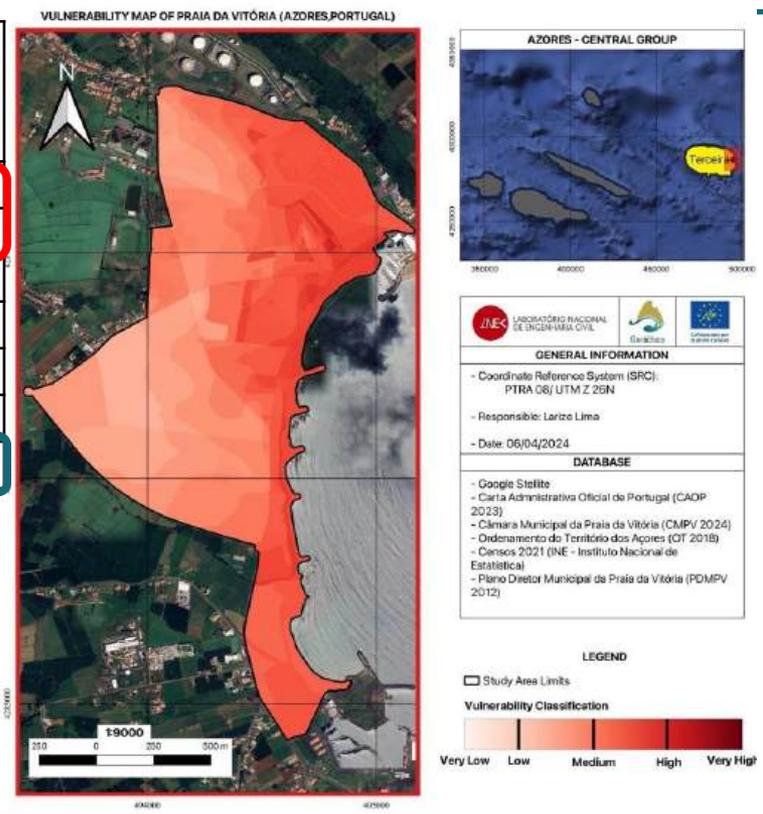
2.2 Análise do risco devido à mudança

COTA ALTIMÉTRICA (m)	VULNERABILIDADE MÉDIA	VULNERABILIDADE MÍNIMO	VULNERABILIDADE MÁXIMO
0-10	0,588608602123184	0,483999997377396	0,768000006675720
10-20	0,529501837368219	0,386500000953674	0,705500006675720
20-30	0,433313075036850	0,336499989032745	0,685500025749207
30-40	0,363191721310132	0,298999994993210	0,469000011682510
40-50	0,317659857141801	0,286500006914139	0,361499994993210
>50	0,350705071075959	0,286500006914139	0,41899999761581
Total Study Area	0.472685990638193	0.2865000069141388	0.7680000066757202



$$\text{Vulnerability Index} = (\text{Factor A} \times 0,25) + (\text{Factor B} \times 0,25) + (\text{Factor C} \times 0,10) + (\text{Factor L} \times 0,10) + (\text{Factor N} \times 0,05) + (\text{Factor P} \times 0,25)$$

Estudo da Vulnerabilidade



Gestão de Riscos

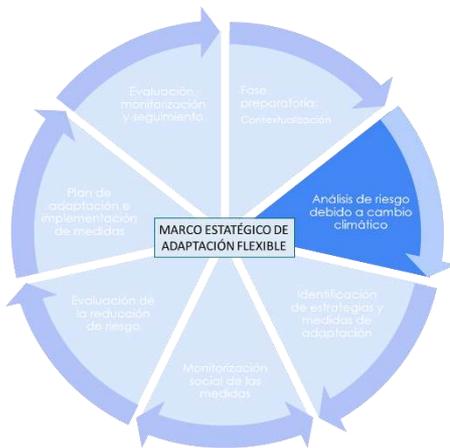
7. Projeto LIFE-Garachico

AÇÕES DESENVOLVIDAS EM PRAIA DA VITÓRIA

2.2 Análise do risco devido à mudança climática

Estudo do Risco a galgamentos na orla de Praia da Vitória

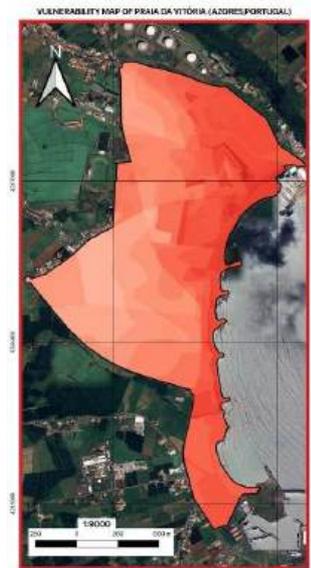
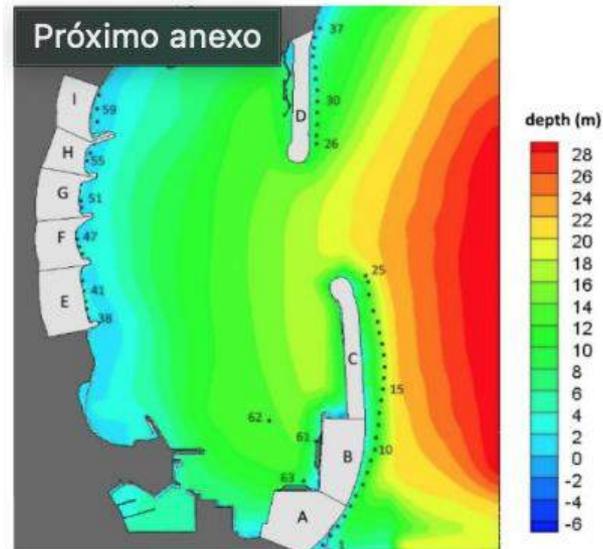
$$\text{Risco} = \text{Probabilidade} \times \text{Vulnerabilidade}$$



Probabilidade a galgamentos em cada um dos 60 pontos ao longo da marginal. Dados dos últimos 30 anos.



Estudo do Risco a galgamentos na orla de Praia da Vitória

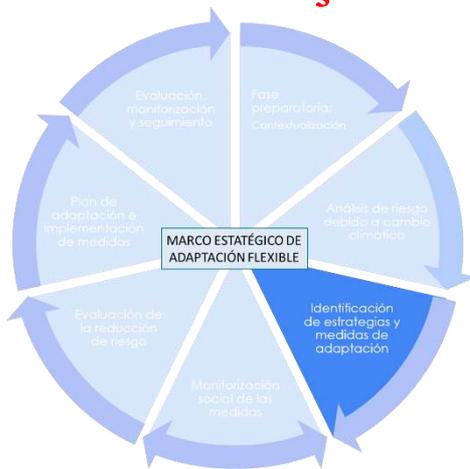


Gestão de Riscos

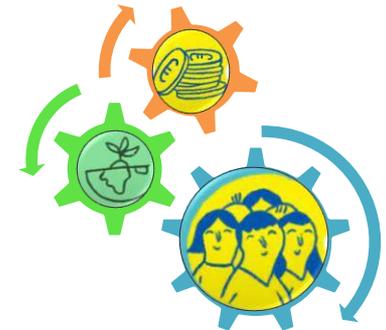
7. Projeto LIFE-Garachico

AÇÕES DESENVOLVIDAS EM PRAIA DA VITÓRIA

2.3 Identificação de estratégias e medidas de adaptação



Seleção das medidas consideradas mais adequadas para enfrentar os desafios identificados no processo de análise de risco, tendo em conta a informação proveniente da percepção e nível de aceitação social do risco da comunidade local



Gestão de Riscos

7. Projeto LIFE-Garachico

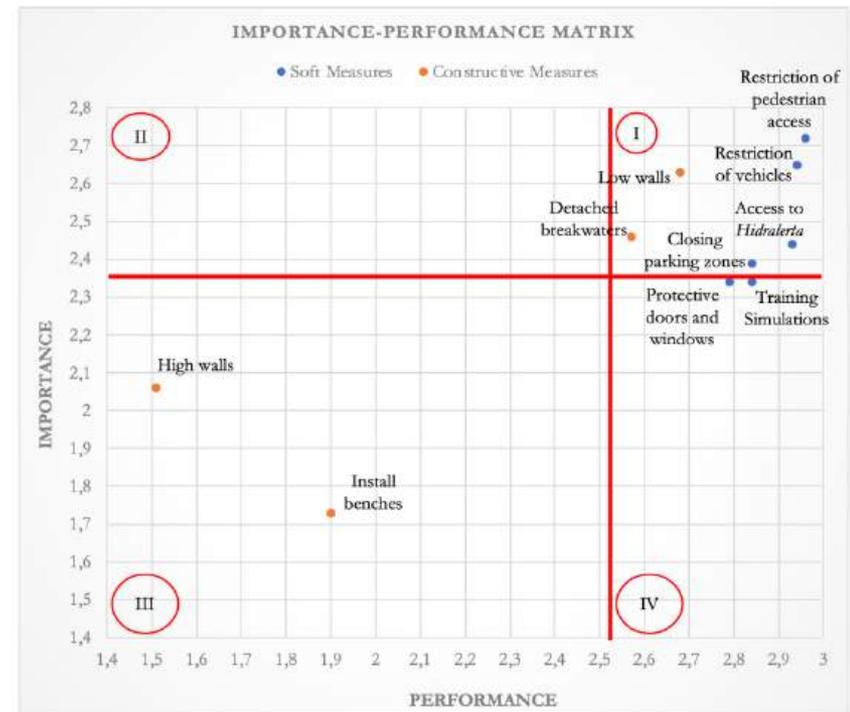
AÇÕES DESENVOLVIDAS EM PRAIA DA VITÓRIA

2.3 Identificação de estratégias e medidas de adaptação



Nível de credibilidade das propostas de soluções ao risco, de acordo com a população:

- Pacote de medidas suave mais valorizadas: restrição da circulação de pedestres e veículos e acesso ao HIDRALERTA;
- Pacote de medidas construtivas mais valorizadas: construção de quebra-mares e muros de altura baixa;
- Pacote de medidas construtivas menos valorizadas: construção de muros de altura elevada e de bancos de proteção;
- Pacote de medidas mais desvalorizadas: simulacros/treinamentos de segurança e medidas de proteção a portas e janelas.



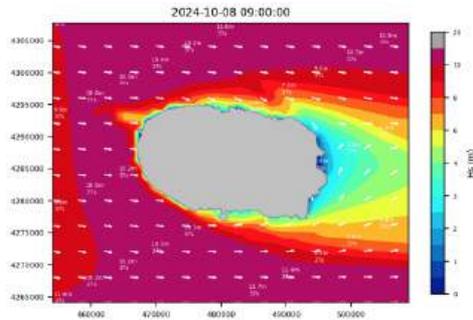
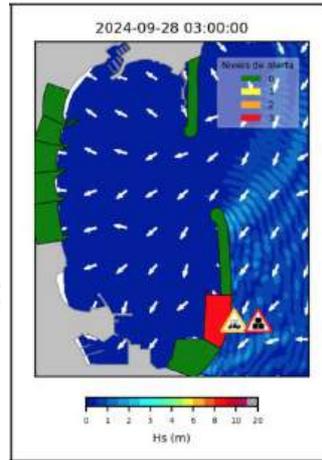
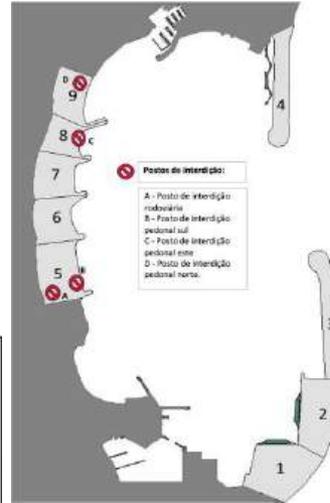
Gestão de Riscos

7. Projeto LIFE-Garachico

AÇÕES DESENVOLVIDAS EM PRAIA DA VITÓRIA

O Sistema HIDRALERTA

2.3 Identificação de estratégias e medidas de adaptação



N.º	Hazard Signal	Hazard type and reasons	Warning level			
			0 q (l/s/m)	1 q (l/s/m)	2 q (l/s/m)	3 q (l/s/m)
1		Trained staff, well shod and protected, expecting to get wet, overtopping flows at lower levels only, no falling jet, low danger of fall from walkway ¹	< 1,0	[1,0 – 5,0[	[5,0 – 10,0[	≥ 10,0
2		Aware pedestrian, clear view of the sea, not easily upset or frightened, able to tolerate getting wet, wider walkway ¹	< 0,1	[0,1 – 0,5[	[0,5 – 1,0[	≥ 1,0
3		Aware pedestrian, clear view of the sea, not easily upset or frightened, not dressed to get wet, narrow walkway or close proximity to a drip or fall hazard ¹¹	< 0,01	[0,01 – 0,02[	[0,02 – 0,03[	≥ 0,03
4		Driving at low speed, overtopping by pulsating flows at low flow depths, no falling jets, vehicle not immersed ²	< 10,0	[10,0 – 25,0[	[25,0 – 50,0[	≥ 50,0
5		Driving at moderate or high speed, impulsive overtopping giving falling or high velocity jets ³	< 0,01	[0,01 – 0,03[	[0,03 – 0,05[	≥ 0,05
6		Significant damage or sinking of large yachts	< 10,0	[10,0 – 25,0[	[25,0 – 50,0[	≥ 50,0
7		Sinking small boats set 5 – 10 m from the wall. Damage to large yachts ⁴	< 2,0	[2,0 – 5,0[	[5,0 – 10,0[	≥ 10,0
8		Building structure elements ⁵	< 0,2	[0,2 – 0,5[	[0,5 – 1,0[	≥ 1,0
9		Damage to equipment set back 5 – 10 m	< 0,2	[0,2 – 0,3[	[0,3 – 0,4[	≥ 0,4
10		No damage if crest and rear slope are well protected	< 200,0	[200,0 – 300,0[	[300,0 – 400,0[	≥ 400,0
11		No damage to crest and rear face of grass covered embankment of clay	< 1,0	[1,0 – 5,0[	[5,0 – 10,0[	≥ 10,0
12		No damage to crest and rear face of embankment if not protected	< 0,02	[0,02 – 0,05[	[0,05 – 0,1[	≥ 0,1
13		Damage to paved or armoured promenade behind seawall	< 25,0	[25,0 – 100,0[	[100,0 – 200,0[	≥ 200,0
14		Damage to grassed or lightly protected promenade or reclamation cover	< 10,0	[10,0 – 25,0[	[25,0 – 50,0[	≥ 50,0

Gestão de Riscos

7. Projeto LIFE-Garachico

AÇÕES DESENVOLVIDAS EM PRAIA DA VITÓRIA

2.3 Identificação de estratégias e medidas de adaptação



- Novo recurso ao Sistema: ações protocolares para cada nível de alerta.
- Agilizar/otimizar/ facilitar a tomada de decisões no enfrentamento ao risco

Inserção da Matriz Protocolar ao Sistema Hidralerta

Categorias	Nível de Alerta	Descrição do Grupo	Ações Protocolares	
			Alerta	Medidas
Pessoas	1	Pessoas treinadas, equipadas, com vestuários adequados	0	Galgamento leve (Alerta Amarelo): I) Contactar a AMN para definir o tipo de ações a tomar; II) Divulgar o alerta e as medidas de autoproteção nas redes sociais e no site da CMPV; III) Contactar o proprietário do bar; IV) Proibir circulação de pedestres na via pedonal Este (entre os postos de interdição B e C);
			1	Galgamento parcial (Alerta Laranja): I) Contactar a AMN para definir o tipo de ações a tomar; II) Divulgar o alerta e as medidas de autoproteção nas redes sociais e no site da CMPV; III) Contactar o proprietário do bar; IV) Proibir circulação de pedestres na via pedonal Este (entre os postos de interdição B e C);
			2	Galgamento total (Alerta vermelho): I) Contactar a AMN para definir o tipo de ações a tomar; II) Divulgar o alerta e as medidas de autoproteção nas redes sociais e no site da CMPV; III) Contactar o proprietário do bar; IV) Proibir circulação de pedestres na via pedonal Este a Norte (entre os postos de interdição B e D);
	2	Pessoas saudáveis, com capacidade de atenção, com vestuários adequados	0	Galgamento leve (Alerta Amarelo): I) Contactar a AMN para definir o tipo de ações a tomar; II) Divulgar o alerta e as medidas de autoproteção nas redes sociais e no site da CMPV; III) Contactar o proprietário do bar; IV) Proibir circulação de pedestres na via pedonal Este (entre os postos de interdição B e C);
			1	Galgamento parcial (Alerta Laranja): I) Contactar a AMN para definir o tipo de ações a tomar; II) Divulgar o alerta e as medidas de autoproteção nas redes sociais e no site da CMPV; III) Contactar o proprietário do bar; IV) Proibir circulação de pedestres na via pedonal Este (entre os postos de interdição B e C);
			2	Galgamento total (Alerta vermelho): I) Contactar a AMN para definir o tipo de ações a tomar; III) Divulgar o alerta e as medidas de autoproteção nas redes sociais e no site da CMPV; III) Contactar o proprietário do bar; IV) Proibir circulação de pedestres na via pedonal de Este a Norte (entre os postos de interdição B e D);
	3	Pessoas com comorbidade e/ou incapacidade de atenção	0	Galgamento leve (Alerta Amarelo): I) Contactar a AMN para definir o tipo de ações a tomar; II) Divulgar o alerta e as medidas de autoproteção nas redes sociais e no site da CMPV; III) Contactar o proprietário do bar; IV) Proibir circulação de pedestres na via pedonal Este (entre os postos de interdição B e C);
			1	Galgamento parcial (Alerta Laranja): I) Contactar a AMN para definir o tipo de ações a tomar; II) Divulgar o alerta e as medidas de autoproteção nas redes sociais e no site da CMPV; III) Contactar o proprietário do bar; IV) Proibir circulação de pedestres na via pedonal Este (entre os postos de interdição B e C);
			2	Galgamento total (Alerta vermelho): I) Contactar a AMN para definir o tipo de ações a tomar; III) Divulgar o alerta e as medidas de autoproteção nas redes sociais e no site da CMPV; III) Contactar o proprietário do bar; IV) Proibir circulação de pedestres na via pedonal de Este a Norte (entre os postos de interdição B e D);
Veículos	4	Veículos com velocidade baixa	0	Galgamento leve (Alerta Amarelo): I) Divulgar o alerta e as medidas de autoproteção nas redes sociais e no site da CMPV;
			1	Galgamento parcial (Alerta Laranja): I) Contactar a PSP para definir o tipo de ações a tomar; II) Divulgar o alerta e as medidas de autoproteção nas redes sociais e no site da CMPV; III) Contactar o proprietário do bar; IV) Proibir a circulação rodoviária (a partir do posto de interdição A);
			2	Galgamento total (Alerta vermelho): I) Contactar a PSP para definir o tipo de ações a tomar; II) Divulgar o alerta e as medidas de autoproteção nas redes sociais e no site da CMPV; III) Contactar o proprietário do bar; IV) Proibir a circulação rodoviária (a partir do posto de interdição A);
	5	Veículos com velocidade moderada a alta	0	Galgamento leve (Alerta Amarelo): I) Divulgar o alerta e as medidas de autoproteção nas redes sociais e no site da CMPV;
			1	Galgamento parcial (Alerta Laranja): I) Contactar a PSP para definir o tipo de ações a tomar; II) Divulgar o alerta e as medidas de autoproteção nas redes sociais e no site da CMPV; III) Contactar o proprietário do bar; IV) Proibir a circulação rodoviária (a partir do posto de interdição A);
			2	Galgamento total (Alerta vermelho): I) Contactar a PSP para definir o tipo de ações a tomar; II) Divulgar o alerta e as medidas de autoproteção nas redes sociais e no site da CMPV; III) Contactar o proprietário do bar; IV) Proibir a circulação rodoviária (a partir do posto de interdição A);

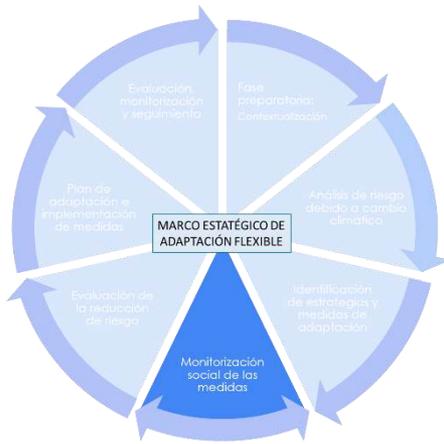
Gestão de Riscos

7. Projeto LIFE-Garachico

AÇÕES DESENVOLVIDAS EM PRAIA DA VITÓRIA

2.4 Monitorização das medidas implementadas

Encontros periódicos com os gestores municipais



A – Portos dos Açores

B – Membros da Câmara Municipal e da Proteção Civil

C – Observatório do Ambiente dos Açores

Objetivo: Avaliar as medidas durante e após a sua implementação para ajustá-las às reais necessidades da comunidade.

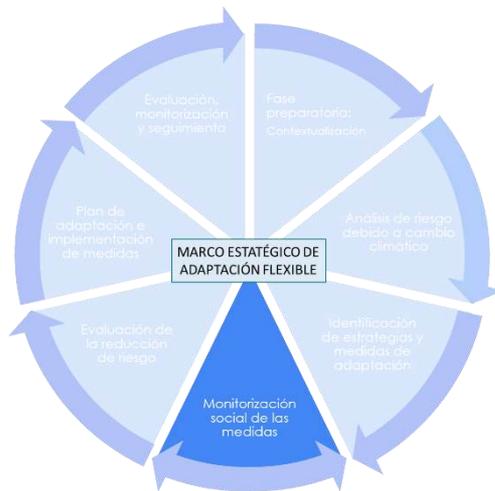
Gestão de Riscos

7. Projeto LIFE-Garachico

AÇÕES DESENVOLVIDAS EM PRAIA DA VITÓRIA

2.4 Monitorização das medidas implementadas

Instalação de uma câmara de monitorização na orla de Praia da Vitória



Justificativa:

- Monitorar os eventos de galgamento
- Validação do Sistema HIDRALERTA (verificação da hora, intensidade e localização de ocorrência dos galgamentos)
- Monitorização da eficiência das medidas suaves de adaptação implementadas



Gestão de Riscos

7. Projeto LIFE-Garachico

AÇÕES DESENVOLVIDAS EM PRAIA DA VITÓRIA

2.5 Avaliação da redução do risco



A **eficácia** das medidas será avaliada para determinar a sua **capacidade de redução do risco** (variação com e sem medidas).

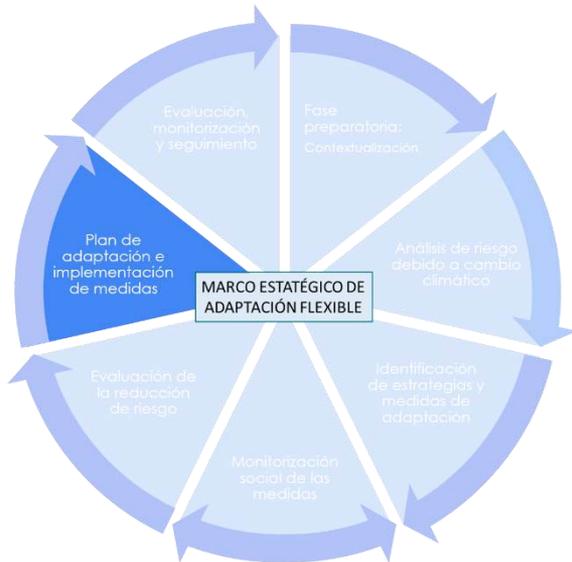


Gestão de Riscos

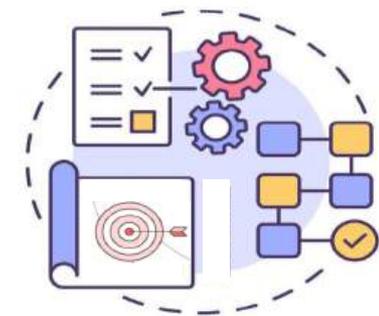
7. Projeto LIFE-Garachico

AÇÕES DESENVOLVIDAS EM PRAIA DA VITÓRIA

2.6 Plano de adaptação e implementação das medidas



- ✓ Eficácia das medidas;
- ✓ **Plano detalhado** para a implementação das medidas.

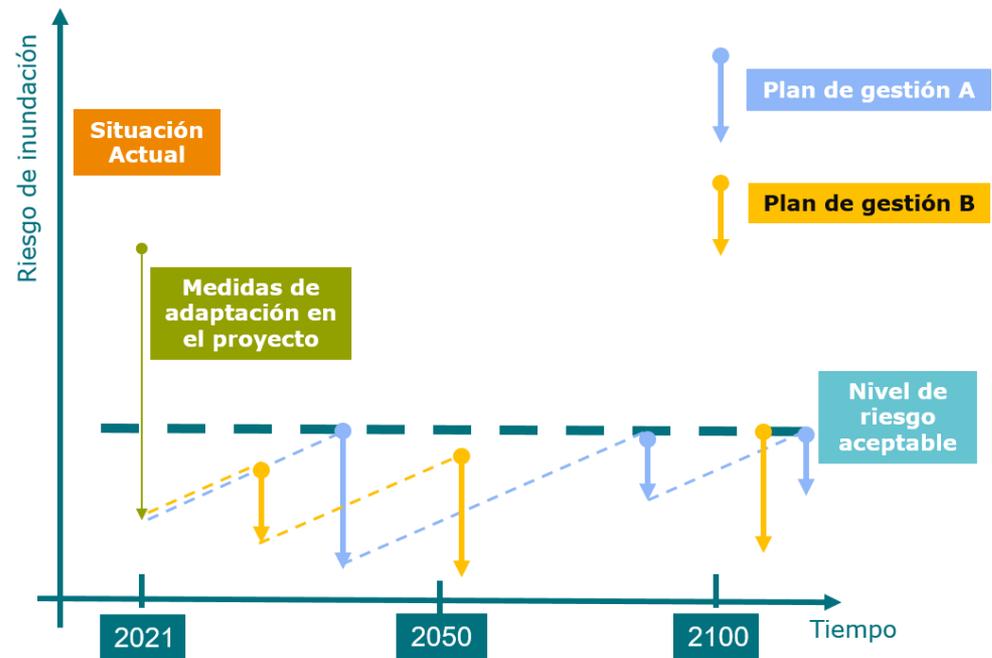
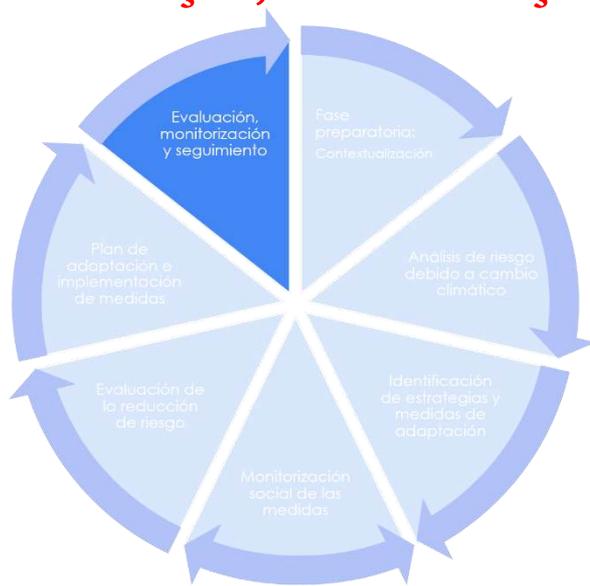


Gestão de Riscos

7. Projeto LIFE-Garachico

AÇÕES DESENVOLVIDAS EM PRAIA DA VITÓRIA

2.7 Avaliação, monitorização e continuação



Objetivo: Após as medidas de adaptação serem estabelecidas e implementadas, será realizada monitorização para avaliar a sua eficácia e determinar se são necessárias medidas adicionais.



Cofinanciado por
la Unión Europea
LIFE20 CCA/ES/001641

COASTAL FLOODING ADAPTATION TO CLIMATE CHANGE THROUGH FLEXIBLE STRATEGIES IN MACARONESIA URBAN AREA

Obrigada por sua atenção



www.lifegarachico.eu



GRAFCAN



elittoral



LABORATÓRIO NACIONAL
DE ENGENHARIA CIVIL

CURSO em Obras Marítimas e Portuárias

24 a 28 de março de 2025
Centro de Congressos do LNEC
Lisboa • Laboratório Nacional de Engenharia Civil

Cooperações LNEC-Brasil

- Estágios
 - Licenciatura
 - Mestres
 - Doutorandos (doutoramento Sandwich)
 - Pós-doutorados
- Cursos de formação
- Colaborações em projetos
 - TO-Sealert, Bsa4Sea, Hydralab+, EW-Coast,

Muito obrigada!

