



LABORATÓRIO NACIONAL DE ENGENHARIA CIVIL



FACULDADE DE  
CIÊNCIAS E TECNOLOGIA  
UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA



FACULDADE DE CIÊNCIAS  
SOCIAIS E HUMANAS  
UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA



UNIVERSIDADE DOS AÇORES

# O PROJETO HIDRALERTA

## SISTEMA DE PREVISÃO E ALERTA DE INUNDAÇÃO EM ZONAS COSTEIRAS E PORTUÁRIAS

**JOSÉ CARLOS FERREIRA**

C.J.E.M. Fortes (coordenação), M.T. Reis, P. Poseiro, A. Sabino, A. Rodrigues, S.F. Silva, J.A. Santos, R. Capitão,  
L.P. Pinheiro, J. Craveiro, P.D. Raposeiro, A. Simões, E.B. Azevedo, M.C. Rodrigues, C.P. Silva.

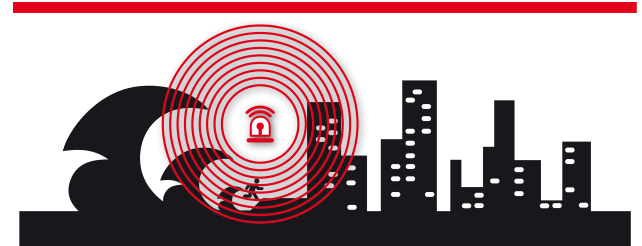
**III Seminário Internacional de Ciências do  
Ambiente e Sustentabilidade na Amazônia**

**&**

**XVI Encontro da Rede de Estudos  
Ambientais de Países de Língua Portuguesa**



UFAM, Manaus, 5 a 10 de Maio de 2014



Financiado pela:

**FCT** Fundação para a Ciência e a Tecnologia  
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO E CIÊNCIA

# Tópicos

- Motivação do projeto
- Sistema HIDRALERTA
  - Componentes
  - Metodologia
- Casos de Aplicação
  - Baía da Praia da Vitória, Terceira
  - Zona da Costa da Caparica

# MOTIVAÇÃO

- A **extensa** costa portuguesa
- A severidade das condições de **agitação marítima**
- A importância das zonas costeiras nas **atividades socioeconómicas**
- A **segurança** das pessoas e dos seus bens

Justificam estudar **os riscos**  
associados às **ondas**

**AVALIAR O RISCO DE  
GALGAMENTO / INUNDAÇÃO**

**SISTEMA**

Para desenvolver um **plano adequado** e de **gestão** para as zonas costeiras e portuárias

PORTUGAL



PORTUGAL  
CONTINENTAL

ESPAÑA

MADEIRA

**DIRETIVA 2007/60/CE**

- MAPAS DE RISCO ATÉ 2013
- PLANOS DE GESTÃO DE RISCO (PREVISÃO E ALERTA) ATÉ 2015

# Motivação do projeto (galgamentos e inundações)



# Motivação

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

## Objetivo

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



## Projeto HIDRALERTA



LABORATÓRIO NACIONAL  
DE ENGENHARIA CIVIL



FACULDADE DE  
CIÊNCIAS E TECNOLOGIA  
UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA



FACULDADE DE CIÊNCIAS  
SOCIAIS E HUMANAS  
UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA

azorina



# Desenvolvimento do Sistema de Previsão e Alerta de Inundações em Zonas Costeiras e Portuárias

Este projeto pretende:

- Desenvolver um sistema de previsão, alerta e avaliação de risco associado ao galgamento e inundação em zonas costeiras e portuárias
  - Utilização de medições e/ou previsões da agitação marítima nas zonas costeira e portuária, para calcular os efeitos dos galgamentos e inundações
- Criação de uma ferramenta *user-friendly*
  - Avaliação em tempo real de situações de emergência e emissão de alertas às entidades competentes sempre que se preveja estar em causa a segurança de pessoas, bens ou atividades desenvolvidas nessas zonas
  - Produção de mapas de risco que constituam uma ferramenta de apoio à decisão pelas entidade competentes
- Desenvolvimento de um protótipo para a praia de São João da Caparica e a baía da Praia da Vitória

# PROJETO HIDRALERTA



LABORATÓRIO NACIONAL  
DE ENGENHARIA CIVIL



FACULDADE DE  
CIÊNCIAS E TECNOLOGIA  
UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA

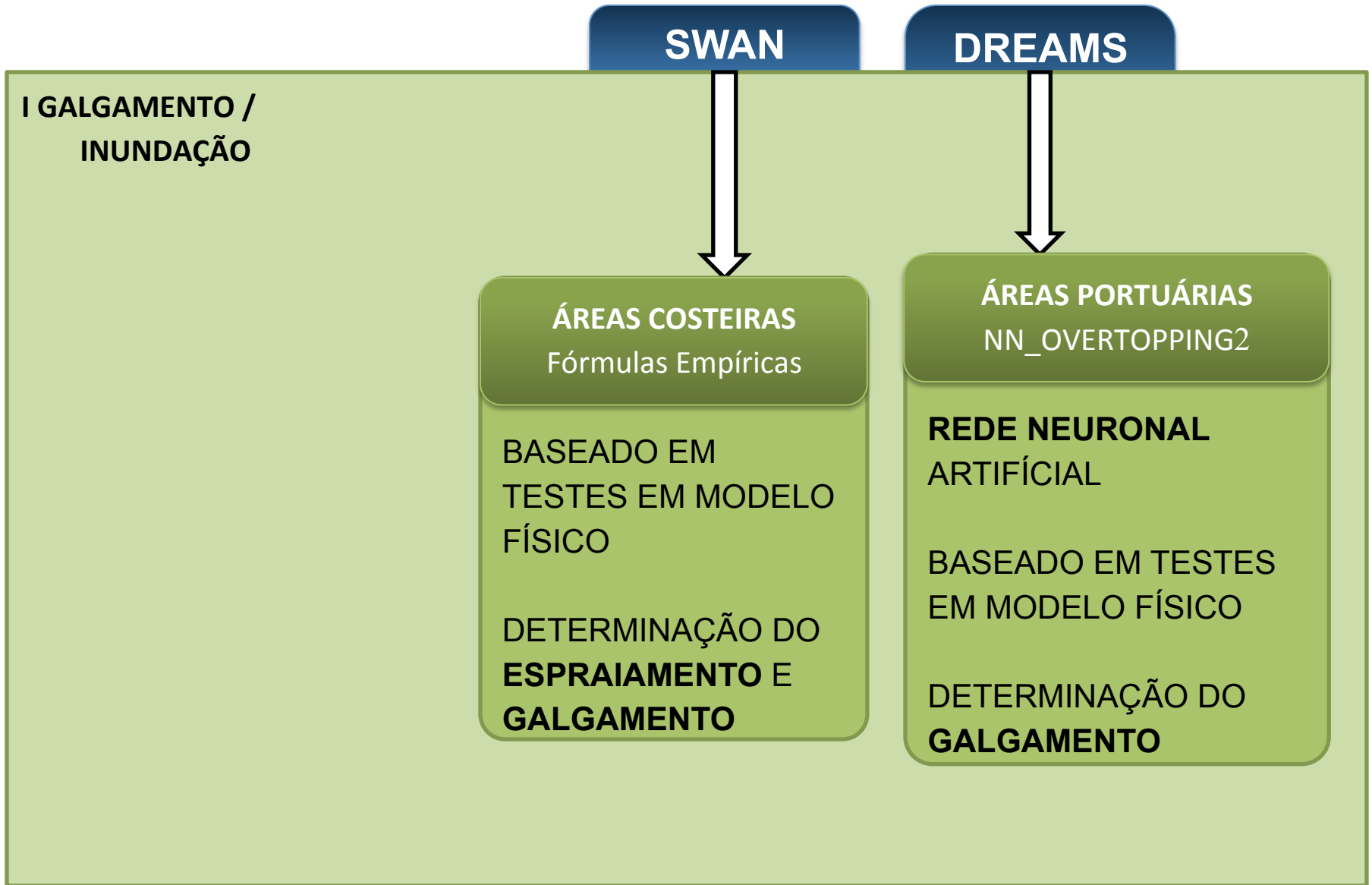


FACULDADE DE CIÊNCIAS  
SOCIAIS E HUMANAS  
UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA

azorina



# SISTEMA HIDRALERTA



LABORATÓRIO NACIONAL DE ENGENHARIA CIVIL



FACULDADE DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA  
UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA



FACULDADE DE CIÊNCIAS SOCIAIS E HUMANAS  
UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA

azorina





# SISTEMA HIDRALERTA

## GALGAMENTO / INUNDAÇÃO

ÁREAS COSTEIRAS  
Fórmulas Empíricas

FÓRMULAS EMPÍRICAS PARA O CÁLCULO DO  
ESPRAIAMENTO (RUN-UP)

A aplicar em praias **sem** estrutura de proteção.

FÓRMULAS EMPÍRICAS PARA O  
CÁLCULO DO RUN-UP/  
GALGAMENTO (Mase *et al.*, 2013)

A aplicar em praias **com** estrutura de proteção.

SEGURANÇA

**AValiação, em tempo real, de situações de emergência e emissão de alertas para as entidades competentes**

(utilização de previsões da agitação marítima a 72 horas)

Prótipo a instalar:

# HIDRALERTA

- praia de São João da Caparica

GESTÃO

- baía da Praia da Vitória

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

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

# Componentes do HIDRALERTA

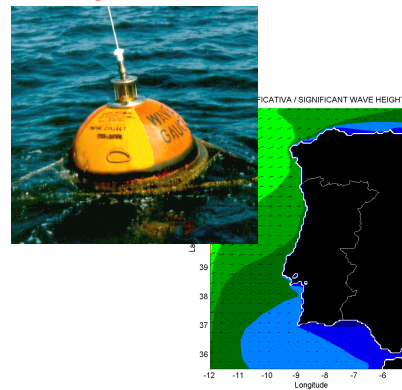
**AGITAÇÃO MARÍTIMA** — características da agitação marítima ao largo e em áreas costeiras e portuárias

**GALGAMENTOS E INUNDAÇÃO** — avaliação dos galgamentos e inundações em áreas costeiras e infraestruturas portuárias

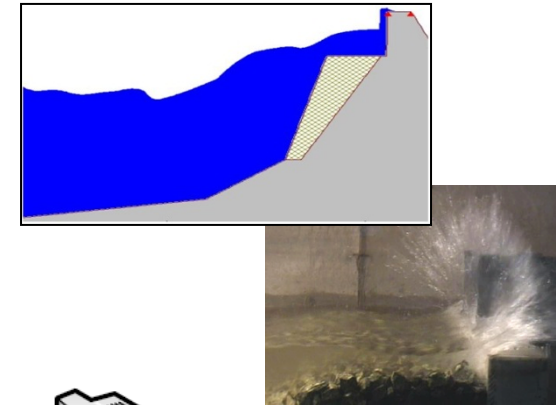
**SISTEMA DE ALERTA** — análise em tempo real das situações de emergência e envio automático de mensagens de alerta para as autoridades responsáveis

**MAPAS DE RISCO** — elaboração de mapas de risco para apoio à gestão costeira e portuária

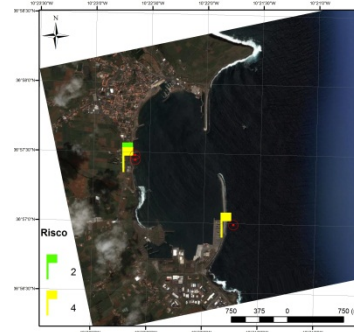
Agitação marítima



Galgamentos e inundações



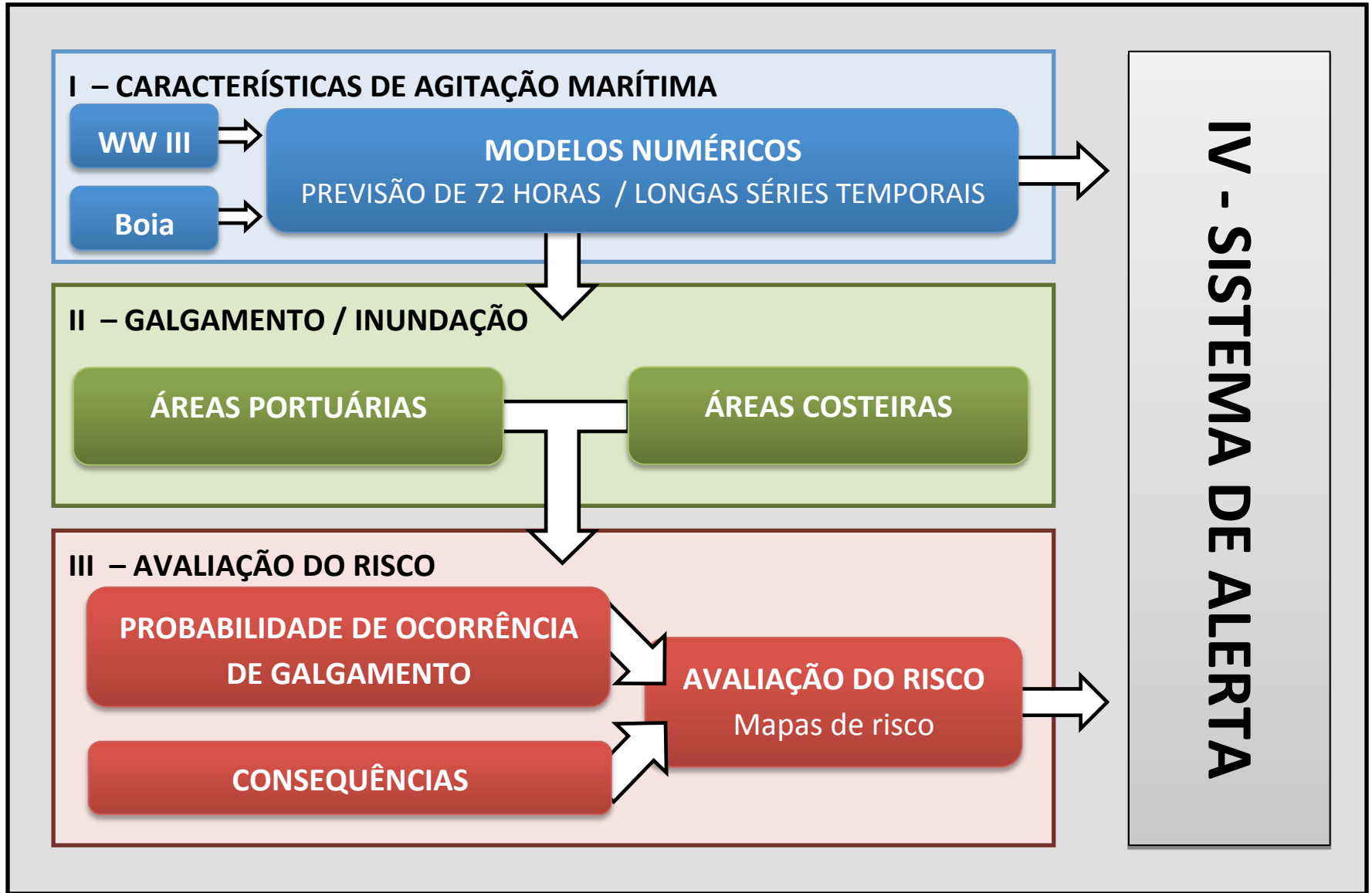
Mapas de risco



Sistema de alerta



# SISTEMA HIDRALERTA



LABORATÓRIO NACIONAL  
DE ENGENHARIA CIVIL



FACULDADE DE  
CIÊNCIAS E TECNOLOGIA  
UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA



FCSH

FACULDADE DE CIÊNCIAS  
SOCIAIS E HUMANAS  
UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA

azorina



# SISTEMA HIDRALERTA

## II – GALGAMENTO / INUNDAÇÃO

### Formulas Empíricas:

VAN DER MEER (1995,1998)

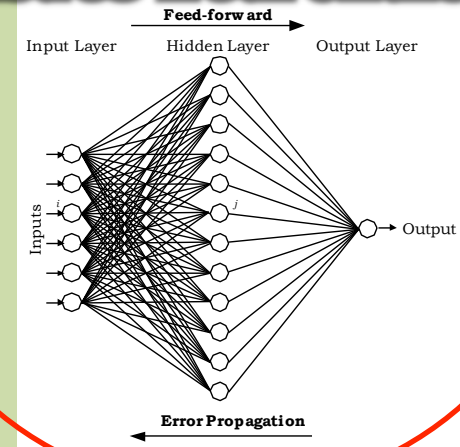
$$Q = \frac{0.06 \xi_p \sqrt{gH_s^3}}{\sqrt{\tan \alpha}} \text{EXP} \left[ -A \frac{R_c / \gamma_r}{\xi_p H_s} \right] \Rightarrow \xi_p \leq 2$$

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

### Modelação numérica:



### Redes neuronais



### Modelação física:



# SISTEMA HIDRALERTA

## II – GALGAMENTO / INUNDAÇÃO

### FÓRMULAS EMPÍRICAS PARA O CÁLCULO DO ESPRAIAMENTO (RUN-UP)

Autores	Run-up	
Hunt (1959)	$R_{2\%} = \tan\beta * (H_0 * L_{0s})^{0.5}$	(1)
	$R_{2\%} = 3 * H_0$	(2)
Holman (1986)	$R_{2\%} = H_0 * (0.83 * \xi_{0p} + 0.20)$	(3)
	$R_{2\%} = H_i * (0.78 * \xi_s + 0.20)$	(4)
Nielsen & Hanslow (1991)	$R_{2\%} = L_{RU}(-\ln(0.02))^{0.5}$	(5)
	$L_{RU} = 0.6 * \tan\beta * (H_{orms} L_{0s})^{0.5} \quad \tan\beta \geq 0.1$	(6)
	$L_{RU} = 0.05 * (H_{orms} * L_{0s})^{0.5} \quad \tan\beta < 0.1$	(7)
Stockdon <i>et al.</i> (2006)	$R_{2\%} = 0.043 * (H_0 L_{0p})^{0.5} \quad \xi_{0p} < 0.3$	(8)
	$R_{2\%} = 1.1 * (0.35 * \tan\beta * (H_0 L_{0p})^{0.5} + [(H_0 L_{0p} (0.563 * (\tan\beta)^{0.5} + 0.004))^{0.5}] / 2) \quad \xi_{0p} > 0.3$	(9)
Teixeira (2009)	$R_{m\acute{a}x} = 0.80 * H_0 + 0.62 \quad (\text{mais antiga})$	(10)
	$R_{m\acute{a}x} = 1.08 * H_0 * \xi_{0m\acute{a}x} \quad (\text{mais recente})$	(11)
Ruggiero <i>et al.</i> (2001)	$R_{2\%} = 0.27 * (\tan\beta * H_0 L_{0p})^{0.5} \quad \xi_{0p} \geq 0.5$	(12)
	$R_{2\%} = 0.5 * H_0 - 0.22 \quad \xi_{0p} < 0.5$	(13)
Guza & Thornton (1982)	$R_{1/3} = 0.71 * H_0 + 0.035$	(14)

### COTA DE INUNDAÇÃO (C.I.)

$$C.I. = M.A. + S.M. + R_{1\%}$$

M.A. – Maré astronómica

S.M. – Sobrelevação meteorológica

R<sub>1%</sub> – Run-up excedido por 1% de todos os run-up

$$R_{1\%} \approx R_{m\acute{a}x.}$$

# SISTEMA HIDRALERTA

## II – GALGAMENTO / INUNDAÇÃO

### FÓRMULAS EMPÍRICAS PARA O CÁLCULO DO RUN-UP/ GALGAMENTO (Mase *et al.*, 2013)

- Cálculo do *Run-up* e posteriormente do *Galgamento*

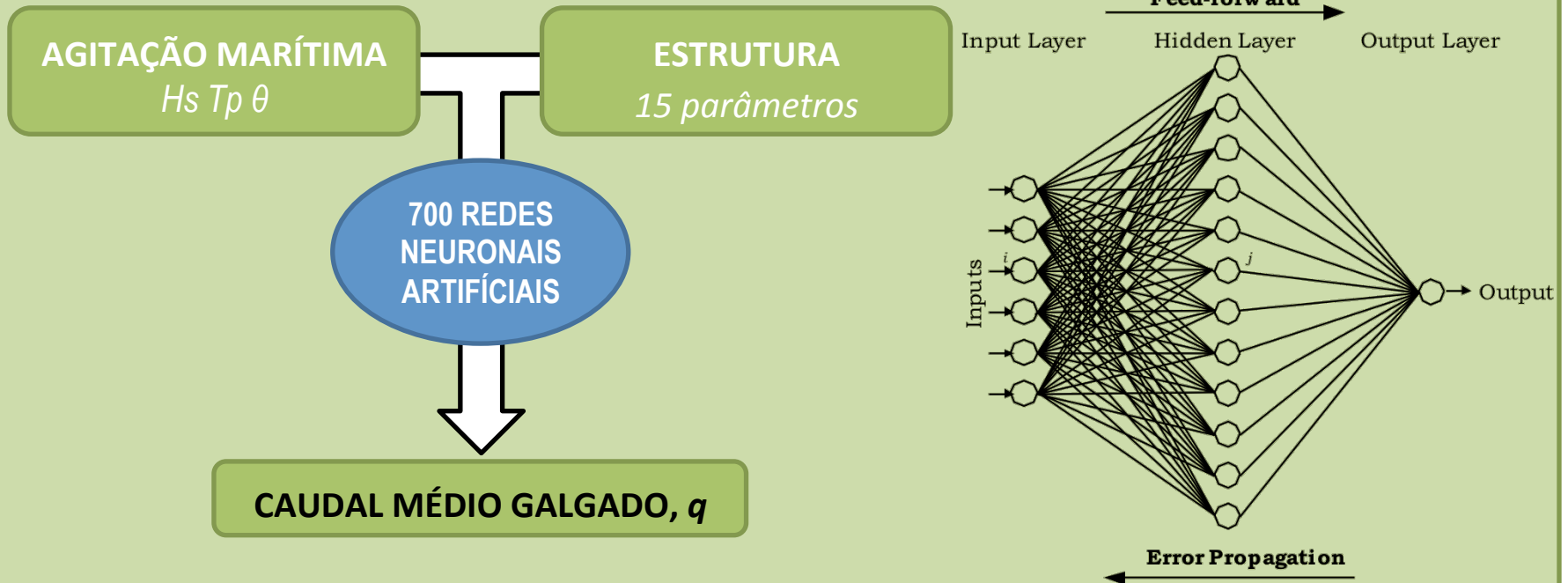
<b>Run-up</b>	$R_{2\%} = H_0 * ( 2.99 - 2.73 * \exp ( - 0.57 * ( \tan \beta / \sqrt{H_0 / L_0} ) ) )$	(1)
	$R_{1/10} = H_0 * ( 2.72 - 2.56 * \exp ( - 0.58 * ( \tan \beta / \sqrt{H_0 / L_0} ) ) )$	(2)
	$R_{1/3} = H_0 * ( 2.17 - 2.18 * \exp ( - 0.70 * ( \tan \beta / \sqrt{H_0 / L_0} ) ) )$	(3)
<b>Galgamento</b>	$q = \sqrt{gH_0^3} * [ 0.018 * (R_{\text{máx}}/H_0)^{3/2} * \{ 1 - (Rc/H_0)/(R_{\text{máx}}/H_0) \}^{3.200} ]$	(4)
	$q = \sqrt{gH_0^3} * [ 0.018 * (R_{\text{máx}}/H_0)^{3/2} * \{ 1 - (Rc/H_0)/(R_{\text{máx}}/H_0) \}^{6.240} ]$	(5)

# SISTEMA HIDRALERTA

## II – GALGAMENTO / INUNDAÇÃO

Ferramentas Neuronais  
NN\_OVERTOPPING2

- PERMITE CONSIDERAR OS **PARÂMETROS** QUE DEFINEM AS **CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS** DE CADA ESTRUTURA.





# SISTEMA HIDRALERTA

## III – AVALIAÇÃO DO RISCO

PROBABILIDADE DE OCORRÊNCIA DE GALGAMENTO

CONSEQUÊNCIAS

AVALIAÇÃO DO RISCO  
Mapas de risco

- ESTABELEECER OS LIMITES PARA OBTEN UM GRAU

Grau	Descrição	Controlo de Risco (Guia de Orientação)
1-3	Insignificante	Risco desprezável; não é preciso levar a cabo medidas de controlo de risco.
4-10	Reduzido	Risco que pode ser considerado aceitável/tolerável caso se seleccione um conjunto de medidas para o seu controlo, possíveis danos materiais de pequena dimensão.
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 (e.g. eliminar a origem dos riscos, alterar a probabilidade de ocorrência e/ou as consequências, transferir o risco, etc.).

**Grau de Risco = Grau de probabilidade X Grau de consequências**

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

Descrição	Consequências (Guia de Orientação)	Grau
Insignificantes	Locais com características geotécnicas relativamente estáveis; praias de areia natural, locais ocupados por habitats de reduzido valor ecológico; caminhos locais ou valas de drenagem	1
Reduzidas	Locais com solos de características geotécnicas fracas ou possuindo alguma ocupação do tipo arbustivo ou outro que lhe confira alguma estabilidade; áreas ocupadas por vegetação fitossanitária débeis.	2
Sérias	Locais com infraestruturas de ocupação humana permanente com características geotécnicas fracas e consequências económicas relevantes; locais com ocupação humana permanente com características geotécnicas fracas e consequências económicas relevantes; áreas com ocupação humana permanente com características geotécnicas fracas e consequências económicas relevantes; áreas com ocupação humana permanente com características geotécnicas fracas e consequências económicas relevantes.	5
Muito Sérias	Locais com ocupação humana permanente (zonas urbanas planeadas); locais com estruturas para atividades económicas muito relevantes e permanentes; locais com características geotécnicas muitíssimo fracas, muito instáveis e de muito reduzida resistência à desagregação, sem vegetação estabilizadora; locais com elementos naturais de grande valor cuja perda seria difícil de compensar.	10
Catastróficas	Locais com ocupação humana permanente; locais absolutamente únicos e de enorme valor, e cuja perda seria irreparável; sistemas praia - duna.	25

**INSUFICIENTE!**

## III – AVALIAÇÃO DO RISCO

### CONSEQUÊNCIAS

#### ANTES

- ANÁLISE DE FORMA **SIMPLISTA**
- **INFORMAÇÕES** DA AUTORIDADE PORT.
- **INDICADORES** (uso do solo, população etc.)  
AVALIADOS INDIVIDUALMENTE
- **DIFICULDADE EM COMPARAR OS**  
INDICADORES
- **SEM VISUALIZAÇÃO ESPACIAL**

#### AGORA

- CONSIDERAÇÃO DE **MAIS INDICADORES**
- **INFORMAÇÕES** DA AUTORIDADE PORT.
- **INDICADORES AVALIADOS**  
CONJUNTAMENTE  
(atribuição de diferentes pesos - **AHP**)
- **COM VISUALIZAÇÃO ESPACIAL** (ANÁLISE  
QUALITATIVA E QUANTITATIVA)

#### NOVO PROCEDIMENTO

1. **RECOLHA E ORGANIZAÇÃO DOS INDICADORES NUM SIG**
2. **APLICAÇÃO DO PROCESSO DE ANÁLISE HIERÁRQUICA (AHP) NOS INDICADORES**
3. **CLASSIFICAÇÃO DAS PROPRIEDADES/ATRIBUTOS DE CADA INDICADOR**
4. **SOBREPOSIÇÃO PONDERADA DE ACORDO COM OS PESOS DEFINIDOS NOS PONTOS 2 E 3**
5. **IMPLEMENTAÇÃO DO PROCESSO NA FERRAMENTA *MODELBUILDER***

## IV - SISTEMA DE ALERTA

### AVALIAÇÃO DOS DADOS

- INTEGRA A INFORMAÇÃO NECESSÁRIA PARA A IDENTIFICAÇÃO DO PERIGO (ALERTA)

- TOPOGRAFIA
- BATIMETRIA
- TABELAS DE RISCO
- DADOS SENSORES
- ...

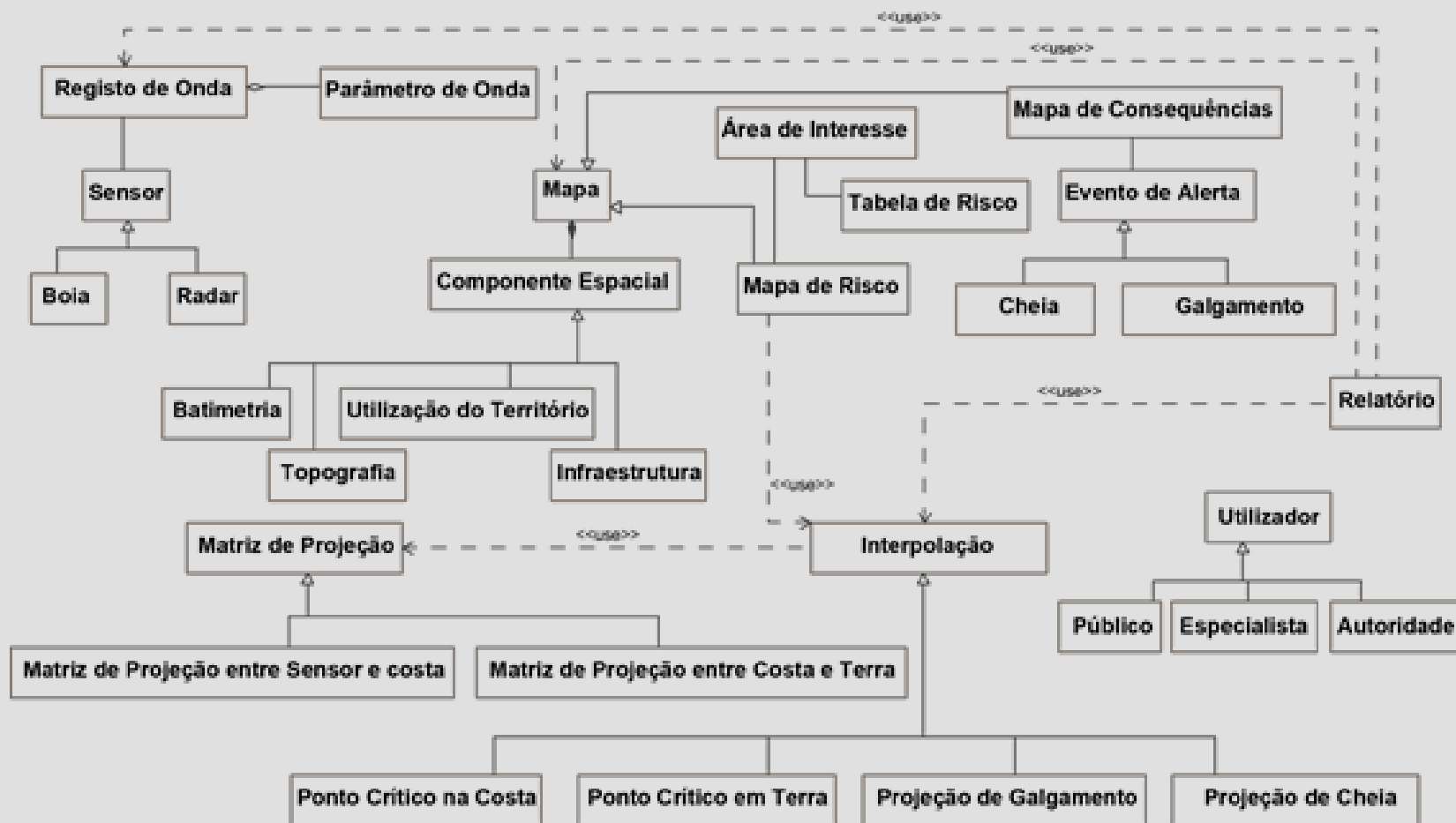
### INTERAÇÃO COM O UTILIZADOR

- APLICAÇÃO WEB
- PARAMETRIZAÇÃO DO SISTEMA

- DEFINIÇÃO DA ÁREA DE INTERESSE
- CARACTERIZAÇÃO DOS PONTOS CRÍTICOS
- CONSTRUÇÃO DE TABELAS DE RISCO E TRANSFERÊNCIA

# SISTEMA HIDRALERTA

## IV - SISTEMA DE ALERTA (esquema)



# Casos de Aplicação do Sistema HIDRALERTA

## Avaliação de risco

- Baía da Praia da Vitória



- Zona da Costa da Caparica

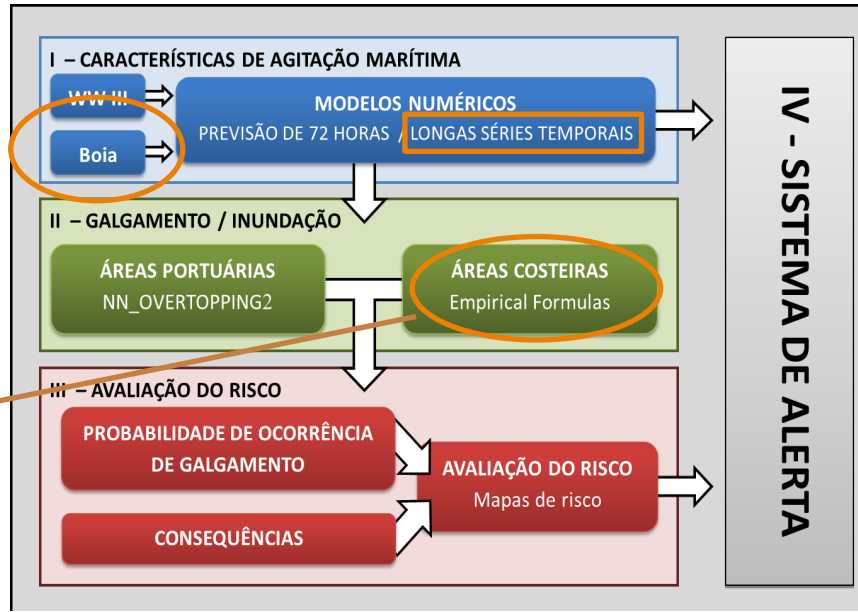


# CASO DE ESTUDO: LISBOA – VALE DO TEJO (COSTA DA CAPARICA)



- PRAIA DE ORIGEM SEDIMENTAR COM UM SISTEMA DUNAR PEQUENO E FRÁGIL
- CONSTRUÇÕES DE MADEIRA (BARES E RESTAURANTES) NA DUNA FRONTAL

# CASO DE ESTUDO: LISBOA – VALE DO TEJO (COSTA DA CAPARICA)



**Bóia APL**  
 Recolhidos os dados *in situ* de 2007 a 2012

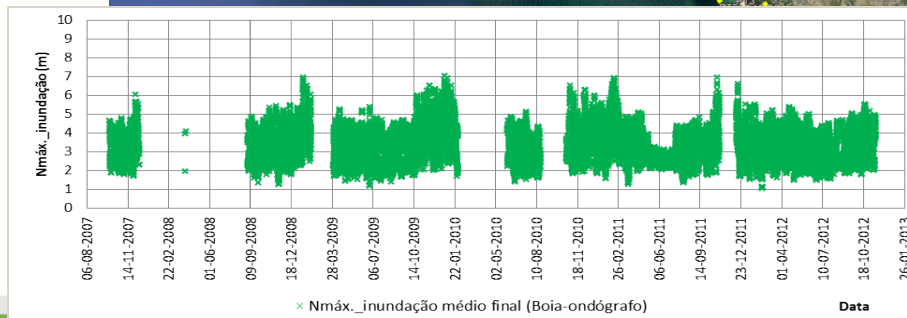
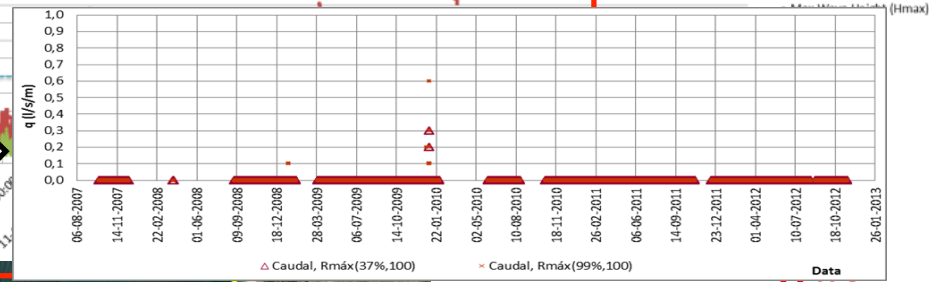
**Dois perfis de praia (com e sem estrutura aderente)**  
 Aplicação de diferentes fórmulas empíricas

**SEM ESTRUTURA ADERENTE**  
 Obter a estimativas de *Run-up* excedidos apenas por 1% de todos os *Run-up* ( $R_{1\%}$ )

$$C.I. = M.A. + S.M. + R_{1\%}$$

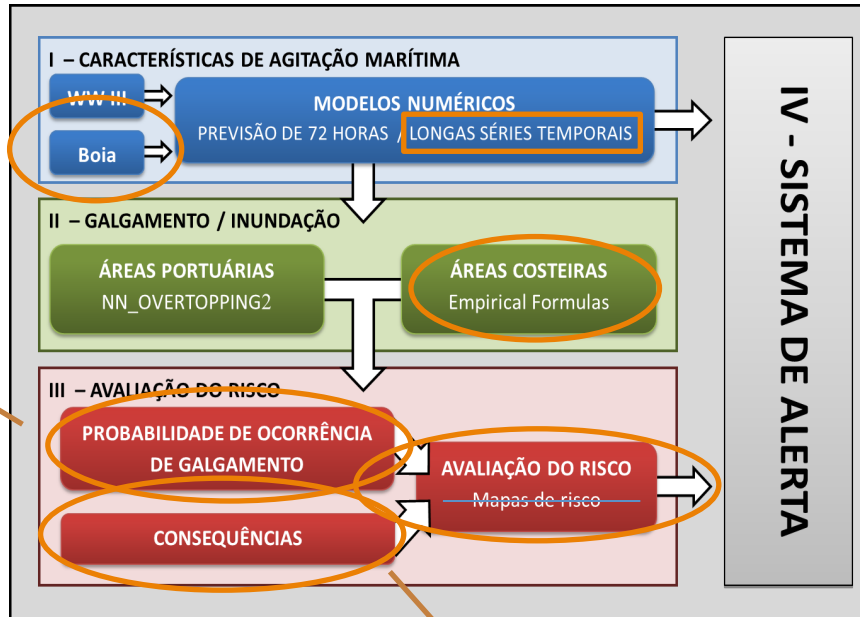
**Marégrafo de Cascais**

**COM ESTRUTURA ADERENTE**  
 Obter as estimativas de galgamento com base nas fórmulas empíricas de Mase et al. (2013).





# CASO DE ESTUDO: LISBOA – VALE DO TEJO (COSTA DA CAPARICA)



ESTABELECEER OS VALORES DA  
**COTA MÁXIMA DA PRAIA** E OS  
VALORES LIMITES DO **CAUDAL  
MÉDIO GALGADO**

**SEM ESTRUTURA  
ADERENTE**  
Perfil da praia tem  
máxima de :  
Acima deste val  
galgamer

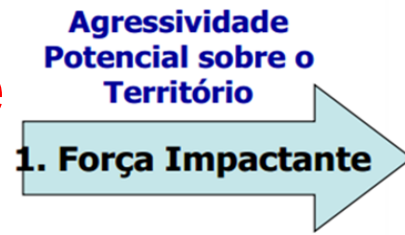
**COM ESTRUTURA ADERENTE**

• LOCAL COM OCUPAÇÃO HUMANA  
PERMANENTE  
RA ATIVIDADES  
EVANTES (BARES,  
RANTES)

Graus	Praia sem estrutura aderente	Praia com estrutura aderente			
		Estrutura	Pessoas	Edifícios	Equipamentos
Grau de probabilidade de ocorrência	2	1	1	1	1
Grau de consequências	10	10	10	10	10
Grau de risco	20	10	10	10	10
Aceitabilidade	Indesejável	Reduzido	Reduzido	Reduzido	Reduzido

A TABELA DAS  
TABELECEU-SE UM  
NCIAS DE **GRAU 10**

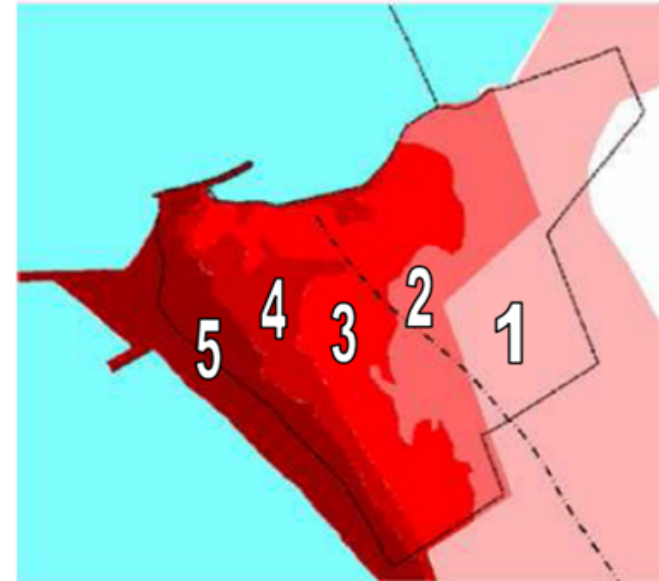
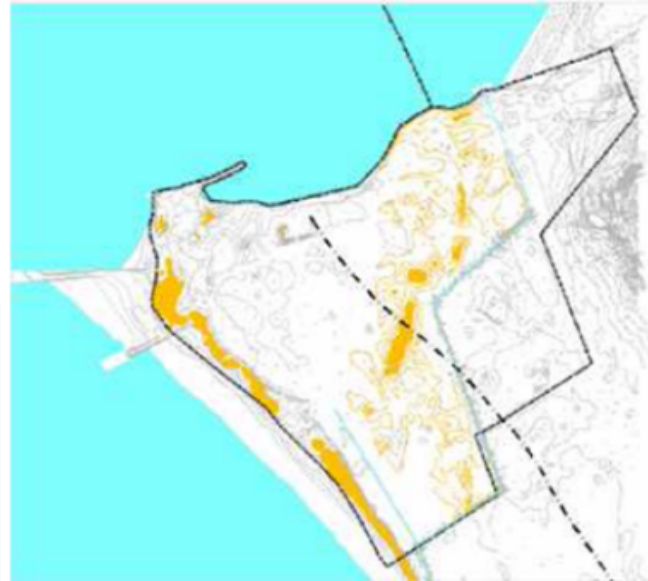
# Produção de Mapas de Vulnerabilidade



**Agressividade Potencial sobre o Território**

**1. Força Impactante** →

- Zonar a Agressividade**
- CRITÉRIOS**
- Distância à Costa
  - Altitude
  - Elementos Orográficos Marcantes



**Legenda**

- - - Limite do POOC
- ..... Limite do PP1
- Vala de Drenagem

- Cota 6 (existente)
- Cota 6 (proposta)
- Cota 6 (reforço da duna)
- Construção de obras aderentes
- Requalificação de obras aderentes

1 – Muito reduzida	Território compreendido entre a base da arriba fóssil e a segunda vala de drenagem.
2 – Reduzida a média	Território compreendido entre a segunda vala de drenagem e o cordão dunar secundário.
3 – Média	Área de cotas baixas (topograficamente deprimida) ao longo do cordão dunar secundário e da primeira vala de drenagem, situado entre o Rio Tejo até próximo do Inatel.
4 – Média a Elevada	Território entre a primeira vala de drenagem e a crista do cordão dunar primário, ou na orla ribeirinha.
5 – Muito Elevada	Toda a Zona de Risco delimitada no Plano de Ordenamento da Orla Costeira para o Troço Sintra-Sado (POOC) e que vai da Linha de Água à crista da Duna Primária.



LABORATÓRIO NACIONAL DE ENGENHARIA CIVIL



FACULDADE DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA  
UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA



FACULDADE DE CIÊNCIAS SOCIAIS E HUMANAS  
UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA

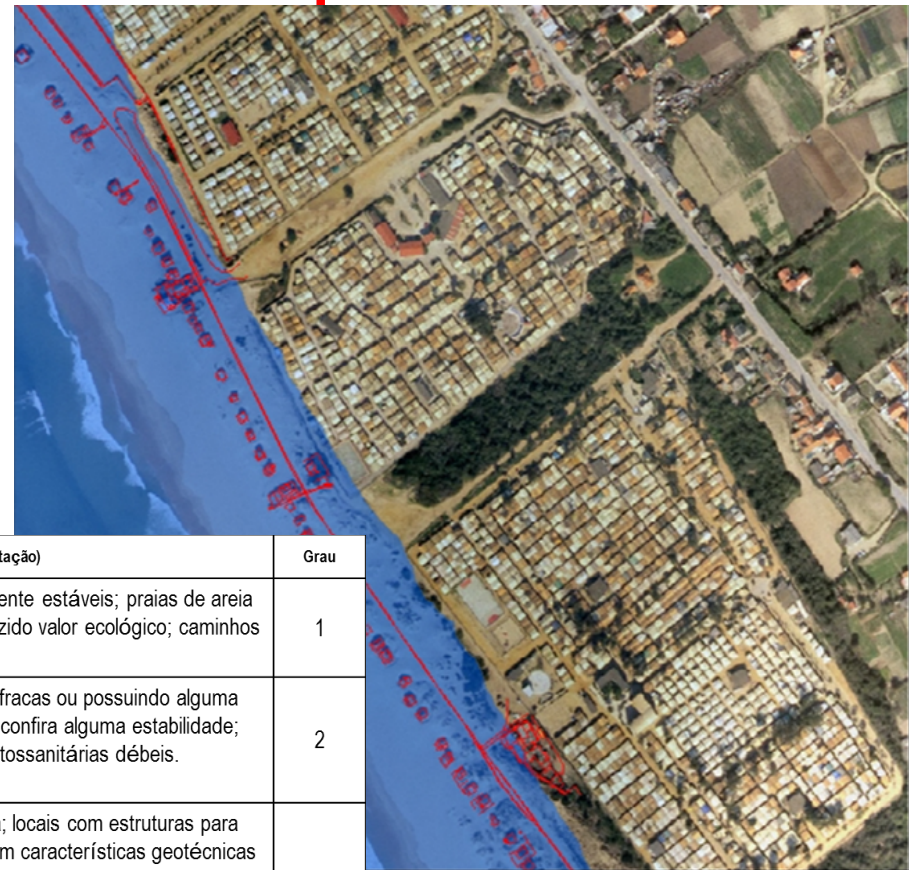
azorina



# Fatores Qualitativos / Consequências

## Crítérios Base para Interpretar a Sensibilidade

<ul style="list-style-type: none"> <li>•Locais com características geotécnicas relativamente estáveis ou com vegetação de efeitos estabilizadores claros e que lhe confira capacidade de resistência à erosão;</li> <li>•Locais ocupados por habitats de reduzido valor ecológico (exemplo: acacial).</li> <li>•Caminhos locais ou valas de drenagem.</li> </ul>	1 – Muito Reduzida
<ul style="list-style-type: none"> <li>•Locais com solos de características geotécnicas fracas ou possuindo alguma vegetação do tipo arbustivo ou outro que lhe confira alguma estabilidade;</li> <li>•Áreas ocupadas por habitats em condições fitossanitárias débeis.</li> </ul>	2 – Reduzida a Média
<ul style="list-style-type: none"> <li>•Local com infra-estruturas civis e zonas de protecção a infra-estruturas militares;</li> <li>•Local com estruturas para actividades económicas relevantes;</li> <li>•Local com características geotécnicas muito fracas, pouco estáveis e de reduzida resistência à desagregação;</li> <li>•Áreas ocupadas por habitats com algum interesse ecológico.</li> </ul>	3 – Média
<ul style="list-style-type: none"> <li>•Local com ocupação humana ocasional (ex: apoios de praia) ou com Infra-estruturas militares consideradas de carácter estratégico para o país;</li> <li>•Locais com características geotécnicas muitíssimo fracas, muito instáveis e de muito reduzida resistência à desagregação, sem vegetação estabilizadora;</li> <li>•Locais com elementos naturais de grande valor natural cuja perda seria difícil de compensar.</li> </ul>	4 – Média a Elevada



Costa Polis, 2011

### Legenda

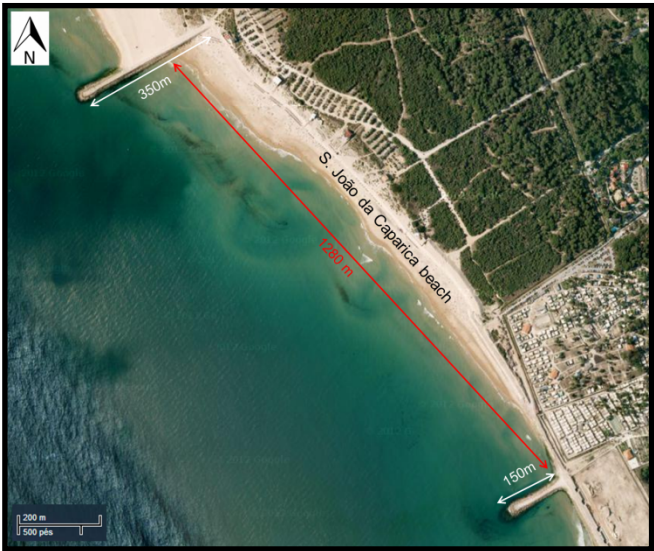
- Inundação 10m (ZH)
- Construções

Descrição	Consequências (Guia de Orientação)	Grau
Insignificantes	Locais com características geotécnicas relativamente estáveis; praias de areia natural, locais ocupados por habitats de reduzido valor ecológico; caminhos locais ou valas de drenagem.	1
Reduzidas	Locais com solos de características geotécnicas fracas ou possuindo alguma vegetação do tipo arbustivo ou outro que lhe confira alguma estabilidade; áreas ocupadas por habitats em condições fitossanitárias débeis.	2
Sérias	Locais com infra-estruturas de protecção costeira; locais com estruturas para actividades económicas relevantes; locais com características geotécnicas muito fracas, pouco estáveis e de reduzida resistência à desagregação; áreas ocupadas por habitats com algum interesse ecológico.	5
Muito Sérias	Locais com ocupação humana permanente (zonas urbanas planeadas); locais com características geotécnicas muitíssimo fracas, muito instáveis e de muito reduzida resistência á desagregação, sem vegetação estabilizadora; locais com elementos naturais de grande valor cuja perda seria difícil de compensar.	10
Catastróficas	Locais com ocupação humana permanente; locais absolutamente únicos e de enorme valor e cuja perda seria irreparável; sistema praia-duna.	25

Ferreira, 2004

Raposeiro *et al.* 2010

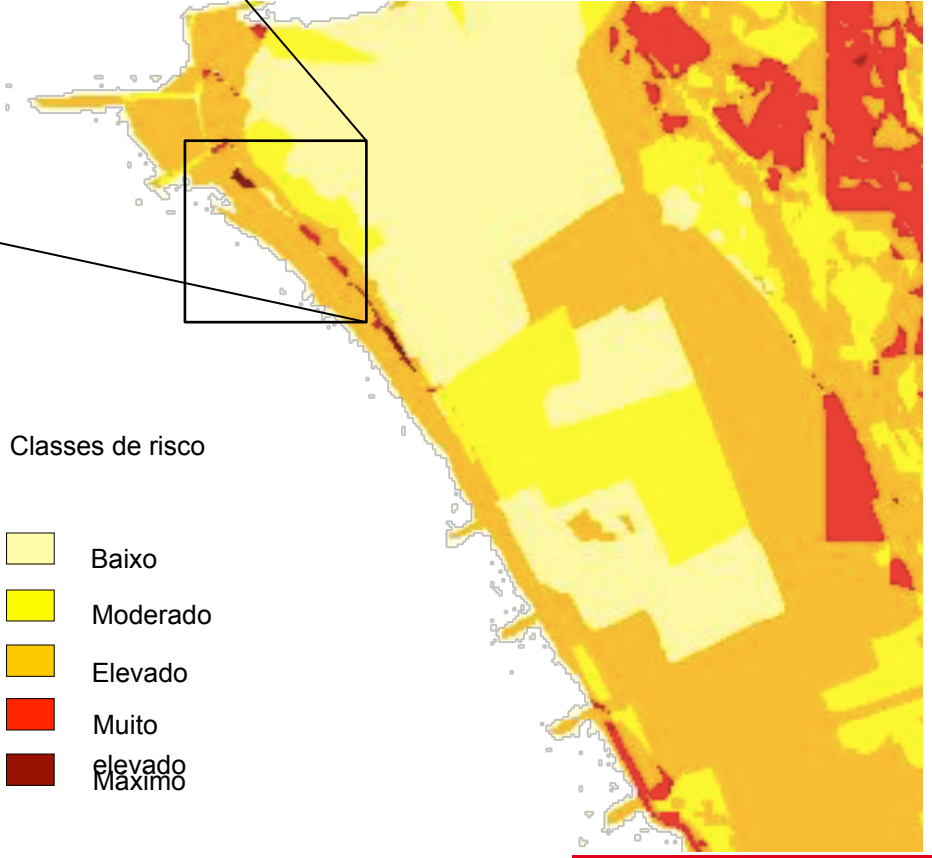
# Riscos de Inundação em Praias



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

Raposeiro et al. 2010

Grau	Descrição	Controlo do Risco (Guia de Orientação)
1 – 3	<b>Insignificante</b>	Risco desprezável; não é preciso levar a cabo medidas de controlo de risco.
4 – 10	<b>Reduzido</b>	Risco que pode ser considerado aceitável/tolerável caso se seleccione um conjunto de medidas para o seu controlo, possíveis danos materiais de pequena dimensão.
15 – 30	<b>Indesejável</b>	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	<b>Inaceitável</b>	Risco intolerável; tem que se proceder ao controlo do risco (e.g. eliminar a origem dos riscos, alterar a probabilidade de ocorrência e/ou as consequências, transferir o risco, etc.).



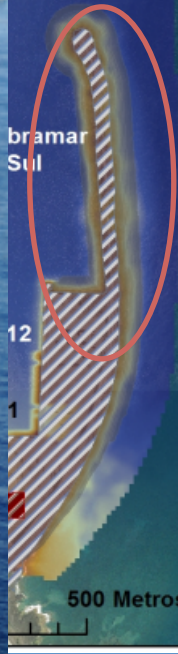
- Classes de risco
- Baixo
  - Moderado
  - Elevado
  - Muito
  - elevado Máximo



# CASO DE ESTUDO: PORTO E BAÍA DA PRAIA DA VITÓRIA



Praia da  
Vitória



- LE
- Es
- 
- 
- 
- 
- Ba



# CASO DE ESTUDO: PORTO E BAÍA DA PRAIA DA VITÓRIA

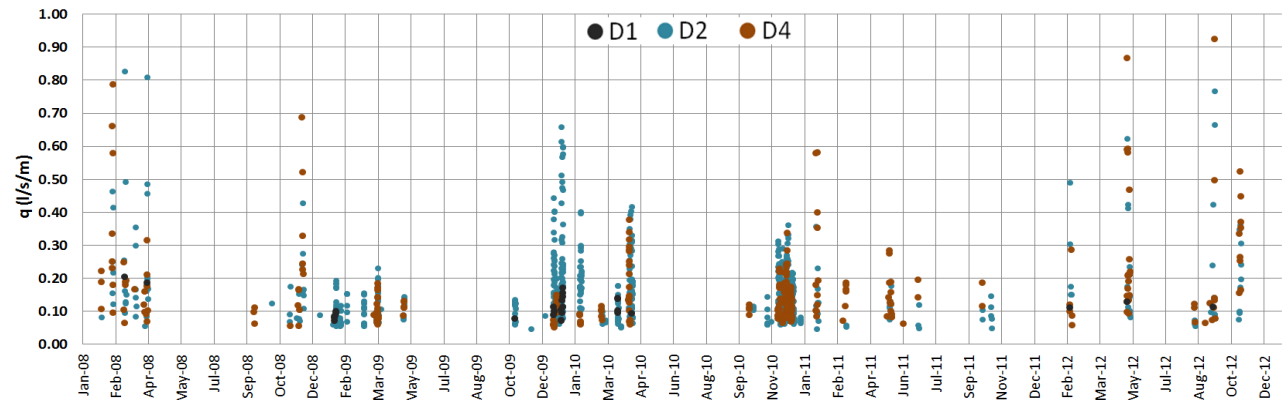
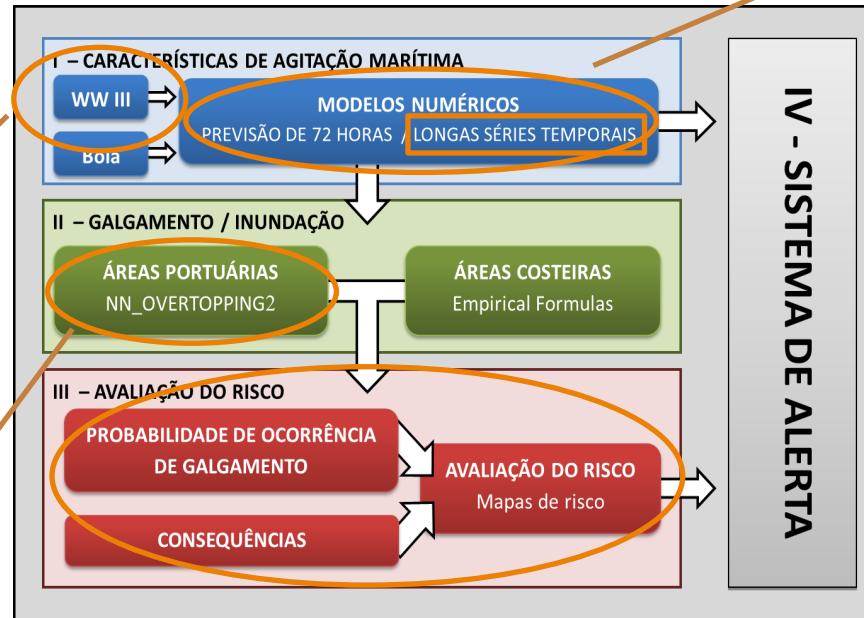
Aplicação do modelo **SWAN** e depois do modelo **DREAMS**

- Recolhidos os dados de agitação marítima entre 2008 e 2012
- Recolha das previsões de ventos e marés astronómicas

NCDC / NOAA  
Ventos UV

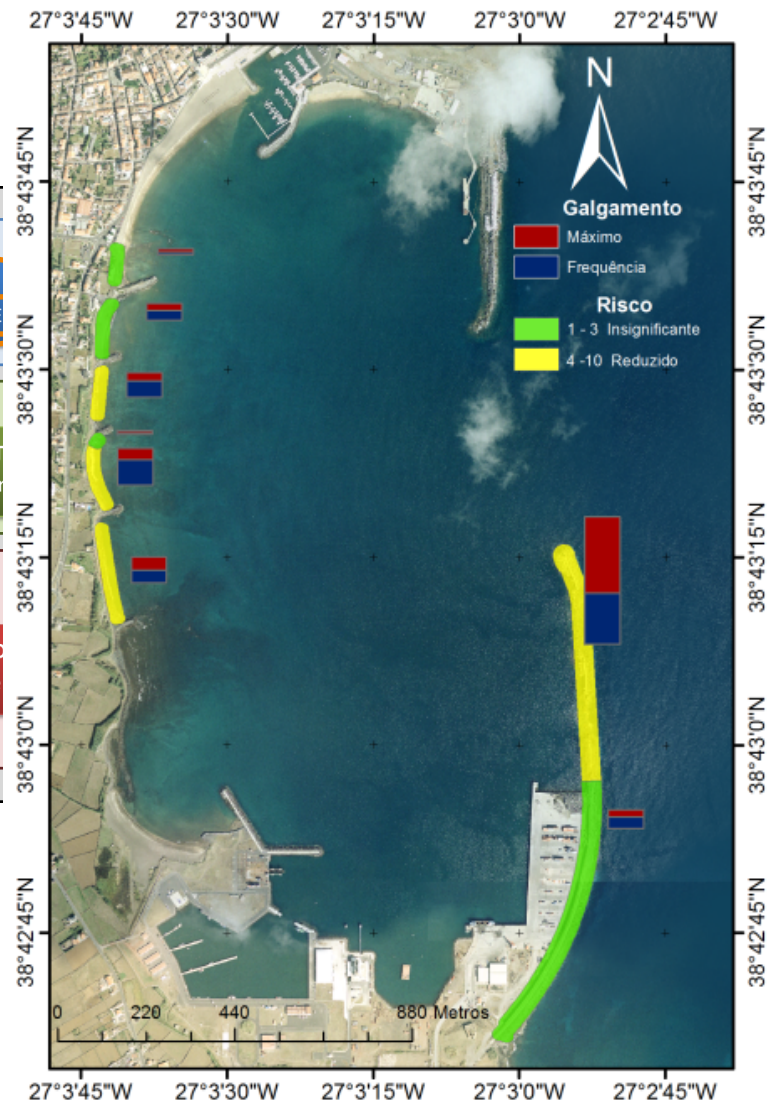
DEGGE / FCUL  
Níveis de maré

Cálculos dos galgamentos em cada estrutura com base nos resultados do modelo **DREAMS** e das características de cada estrutura (15 parâmetros)



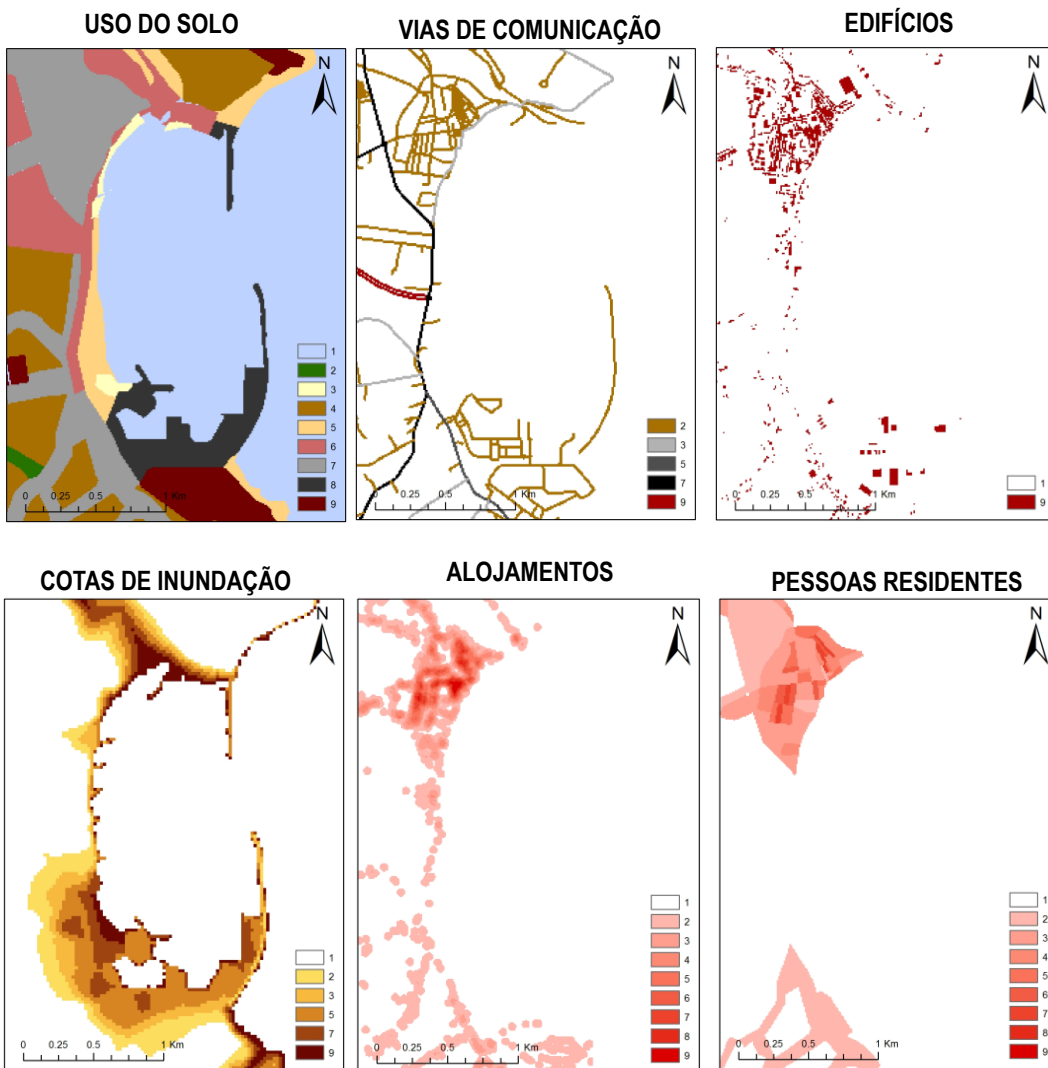
# CASO DE ESTUDO: PORTO E BAÍA DA PRAIA DA VITÓRIA

De acordo com o tipo de estrutura e natureza das atividades, utilizam-se as recomendações de Pullen (2007)



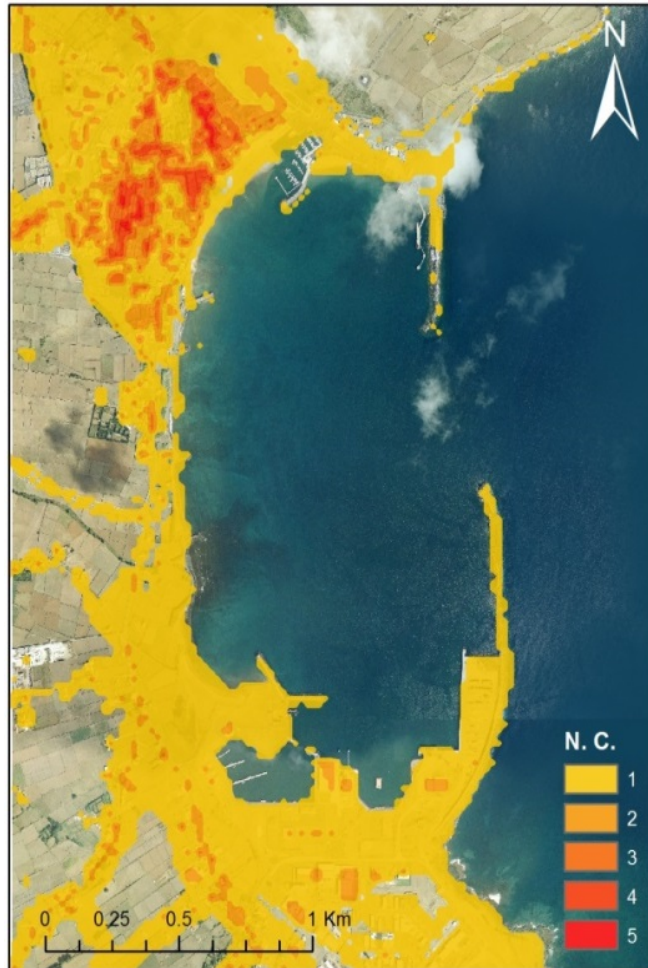
# CASO DE ESTUDO: PORTO E BAÍA DA PRAIA DA VITÓRIA

CLASSIFICAÇÃO DAS PROPRIEDADES/  
ATRIBUTOS DE CADA INDICADOR





# CASO DE ESTUDO: PORTO E BAÍA DA PRAIA DA VITÓRIA



## Mapa de consequências

- **CENTRO DA VILA É A ÁREA COM MAIOR NÍVEL DE CONSEQUÊNCIAS**
- **NÃO IMPLICA QUE SEJA O LOCAL COM MAIOR RISCO, SENDO QUE É UMA ÁREA COM POUCA PROBABILIDADE DE GALGAMENTOS/ INUNDAÇÕES**
- **MAIOR PERIGO NO MEIO DA DEFESA FRONTAL (ZONA COM GALGAMENTOS/ INUNDAÇÕES)**

# Resultados

- Sistema inovador de previsão de inundações e de alerta das autoridades responsáveis pela gestão costeira e portuária – HIDRALERTA
- Implementação e teste do sistema protótipo no baía da Praia da Vitória, Açores e da zona de Lisboa-Vale do Tejo (Costa da Caparica)
- Nova metodologia para o cálculo dos galgamentos e inundações, através da utilização combinada de diferentes técnicas
- Mapas de risco de galgamentos e inundações
- Base de dados com toda a informação



LABORATÓRIO NACIONAL  
DE ENGENHARIA CIVIL



FACULDADE DE  
CIÊNCIAS E TECNOLOGIA  
UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA



FACULDADE DE CIÊNCIAS  
SOCIAIS E HUMANAS  
UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA

azorina



# Agradecimentos

**FCT** Fundação para a Ciência e a Tecnologia  
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO E CIÊNCIA

Projeto HIDRALERTA – Sistema de previsão e alerta de inundações em zonas costeiras e portuárias - referência PTDC/AAC-AMB/120702/2010.



LABORATÓRIO NACIONAL  
DE ENGENHARIA CIVIL



FACULDADE DE  
CIÊNCIAS E TECNOLOGIA  
UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA



FACULDADE DE CIÊNCIAS  
SOCIAIS E HUMANAS  
UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA

azorina





**III Seminário Internacional de Ciências do  
Ambiente e Sustentabilidade na Amazônia**



**&  
XVI Encontro da Rede de Estudos  
Ambientais de Países de Língua Portuguesa**

UFAM, Manaus, 5 a 10 de Maio de 2014

# OBRIGADO

**JOSÉ CARLOS FERREIRA** ([jcrf@fct.unl.pt](mailto:jcrf@fct.unl.pt) / [risk@campus.fct.unl.pt](mailto:risk@campus.fct.unl.pt))

**C.J.E.M. Fortes (coordenação), M.T. Reis, P. Poseiro, A. Sabino, A. Rodrigues, S.F. Silva, J.A. Santos, R. Capitão, L.P. Pinheiro, J. Craveiro, P.D. Raposeiro, A. Simões, E.B. Azevedo, M.C. Rodrigues, C.P. Silva.**



LABORATÓRIO NACIONAL  
DE ENGENHARIA CIVIL



FACULDADE DE  
CIÊNCIAS E TECNOLOGIA  
UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA



FCSH

FACULDADE DE CIÊNCIAS  
SOCIAIS E HUMANAS  
UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA

azorina

