

5^{as}
5. JORNADAS
DE ENGENHARIA
HIDROGRÁFICA

19, 20 E 21 DE JUNHO DE 2018

Galgamento em estruturas de proteção marginal face à subida de nível do mar

Diogo Pires

Maria Graça Neves

Filipa S. B. F. Oliveira

Objetivo

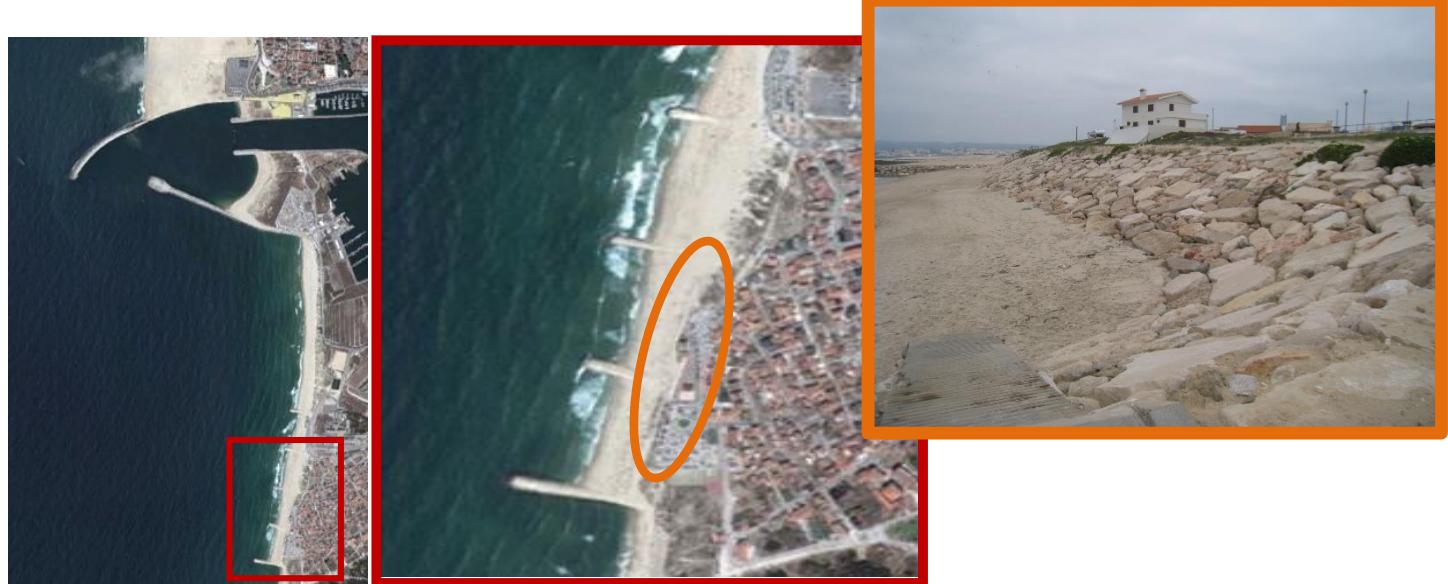
- Possível subida do nível do mar
 - Como se altera o galgamento nas estruturas?
 - Cálculo do galgamento
 - Que medidas de adaptação para mitigar danos?



Estrutura em estudo

- Costa de Cova-Gala

- defesas longitudinais aderentes datadas de 1975 e posteriormente reforçadas com o objetivo de proteger a povoação da ação do mar
- eventos de galgamento que colocam em risco pessoas e bens

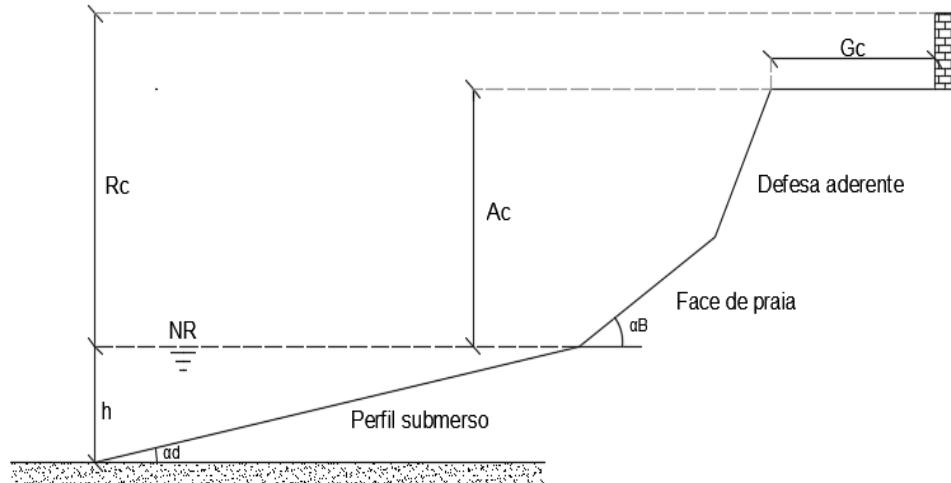


Galgamento

- Cálculo do galgamento

- Dados de

- Agitação marítima
 - Nível de mar
 - Perfil do fundo e geometria da estrutura



Agitação marítima

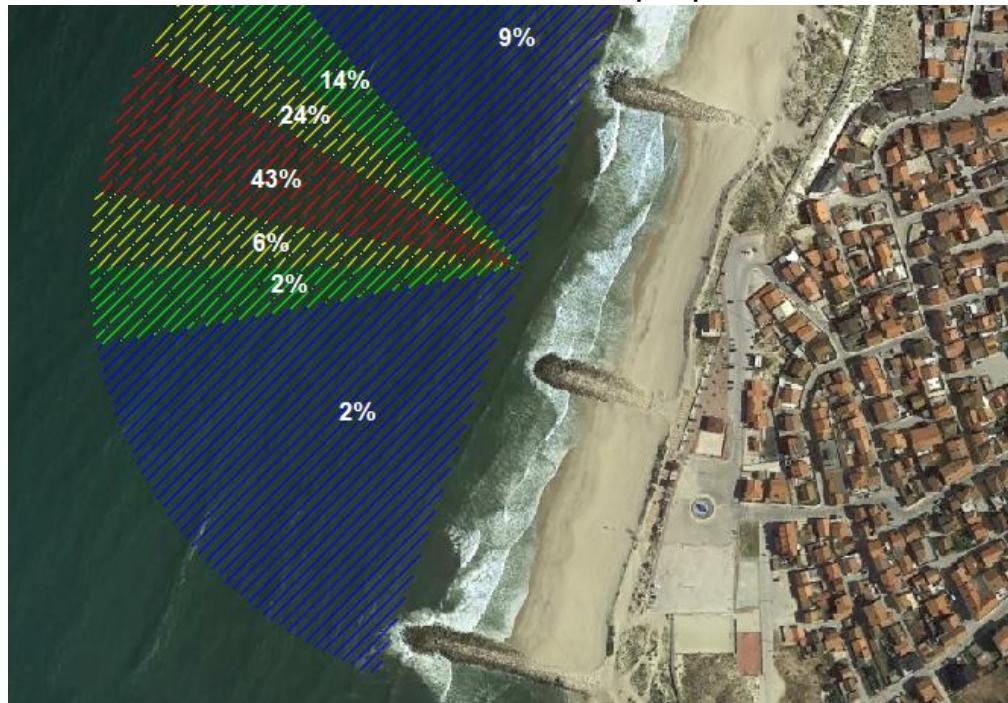
- Dados de *hindcast*
 - 1953 a 2009 (10°W 40°N)
 - profundidade de -14 m (ZH)
 - Hs
 - 82% com Hs < 3 m
 - Hs < 11.8 m
 - Tp
 - 70% com Tp < 14s
 - Tp < 28s



Agitação marítima

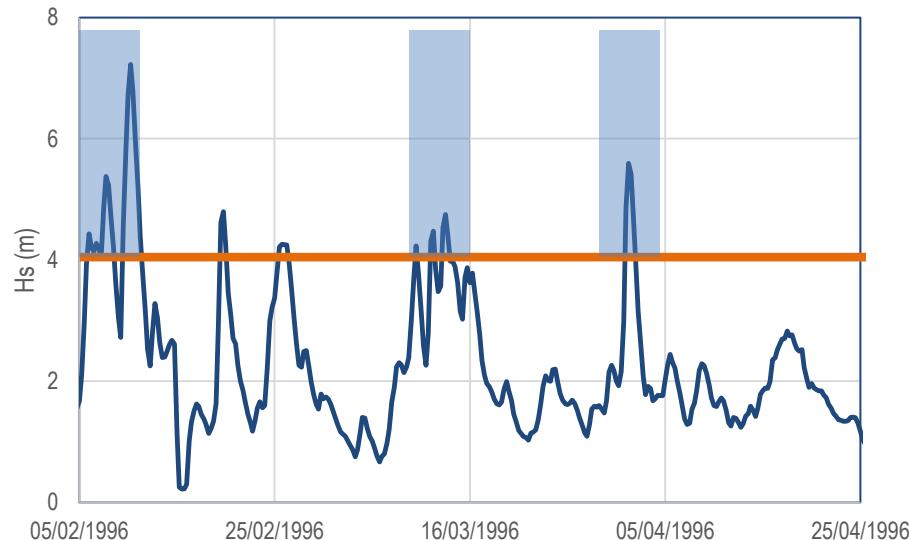
- Dados de *hindcast*
 - Dir

80% entre W e NW , 73% <20° da perpendicular à estrutura



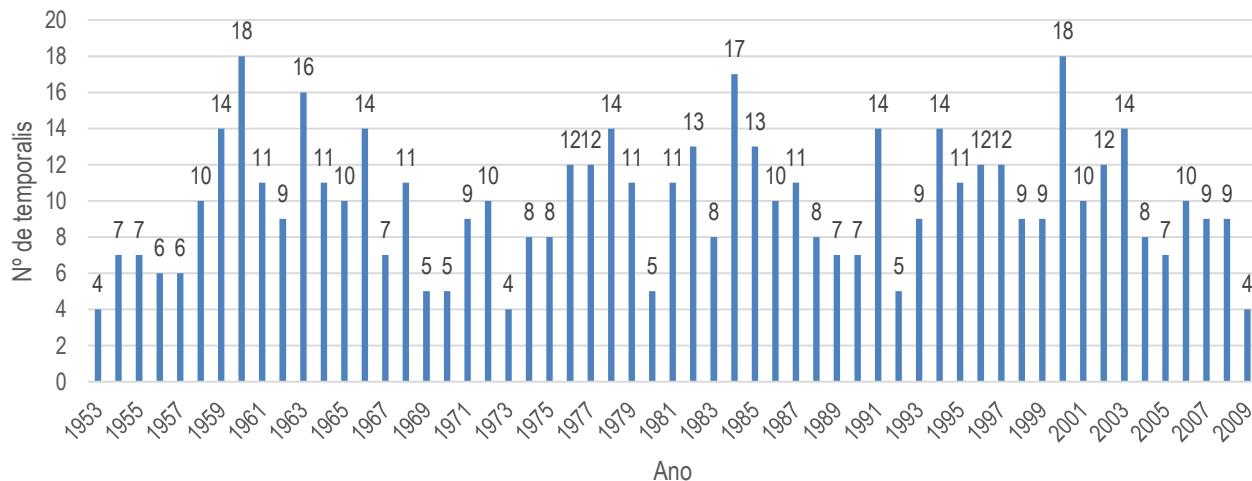
Agitação marítima

- Temporais entre 1953 a 2009
 - $H_s > 4,0 \text{ m}$
 - Duração mínima de 12 horas
 - Duração mínima entre temporais independentes 48 horas



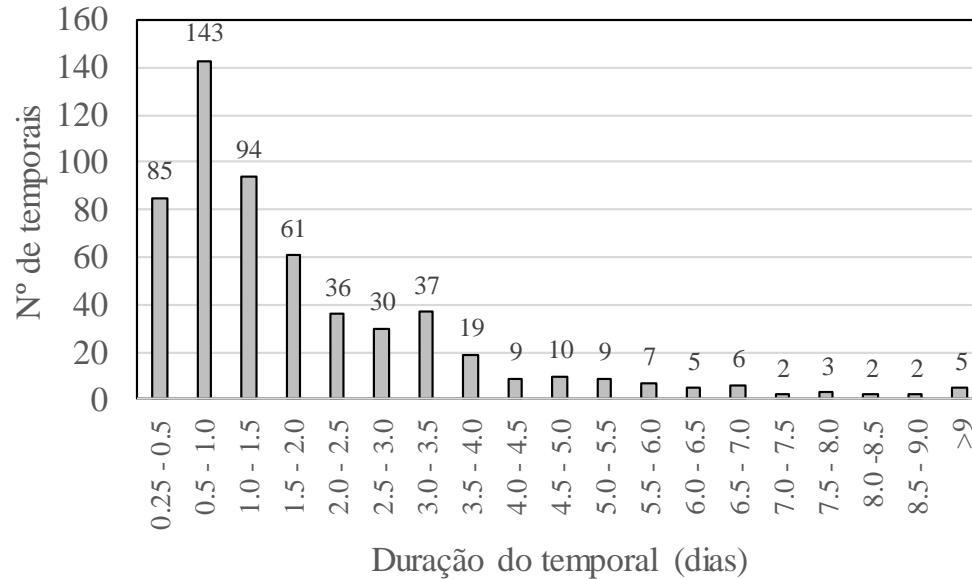
Agitação marítima

- Temporais entre 1953 a 2009
 - 565 temporais (7% do número total de registos)
 - 4 a 18 por ano
 - 91% nos invernos marítimos



Agitação marítima

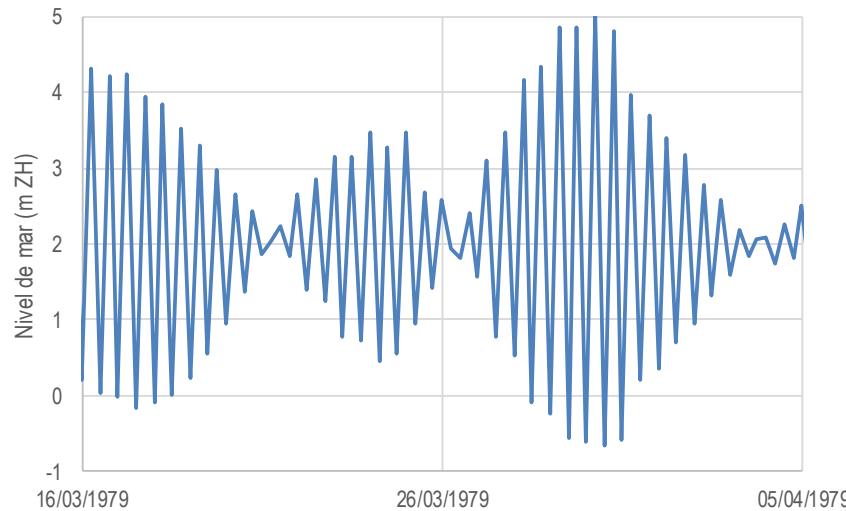
- Temporais entre 1953 a 2009
 - Duração
 - 0,5 e os 15,25 dias
 - 57% com duração inferior a 1,5 dias



Nível do mar

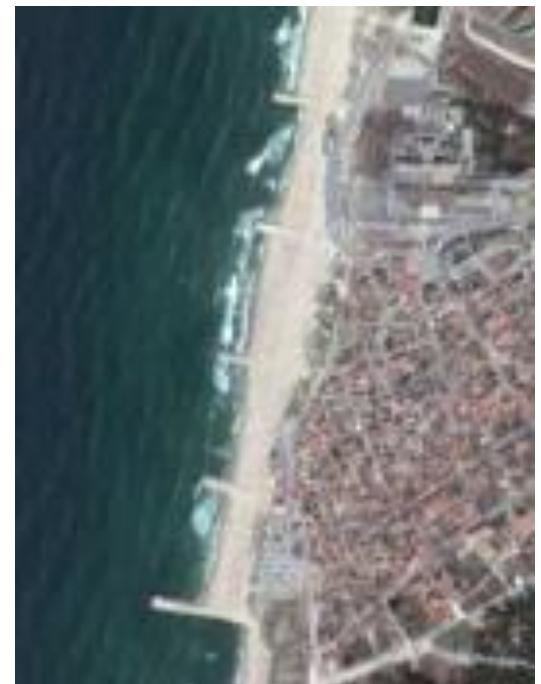
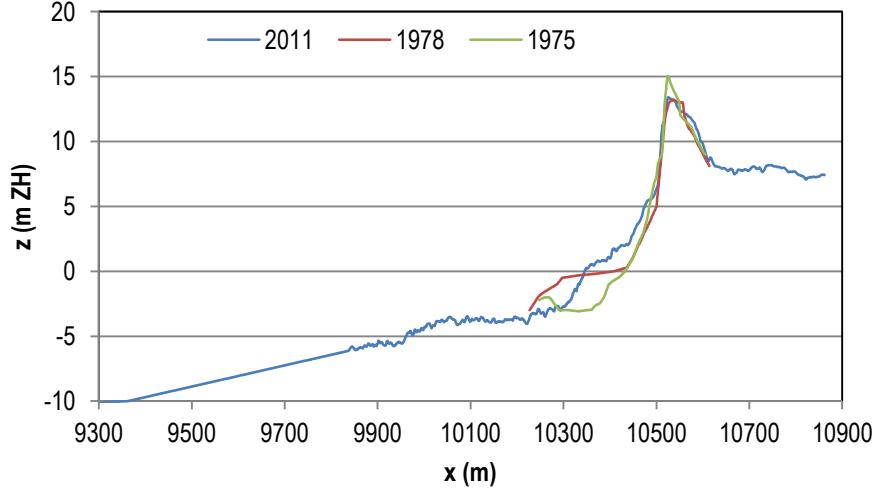
- Dados de *hindcast*

- componentes astronómica e meteorológica da maré
- 5% correspondem a NM >3,5m
- NM \leq 5m



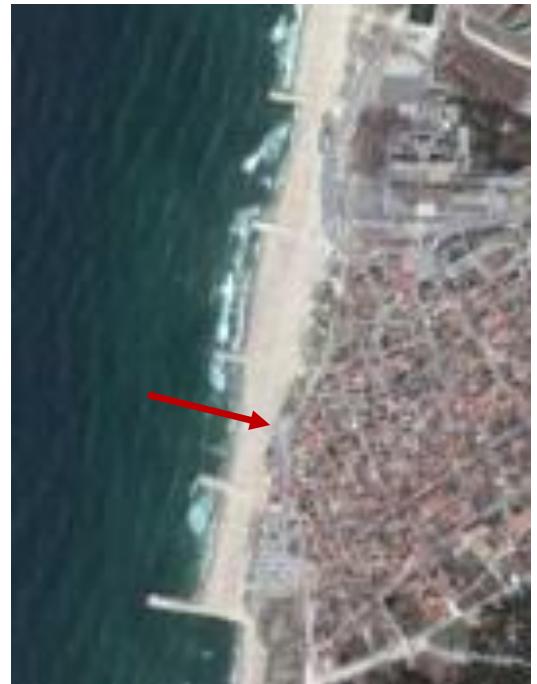
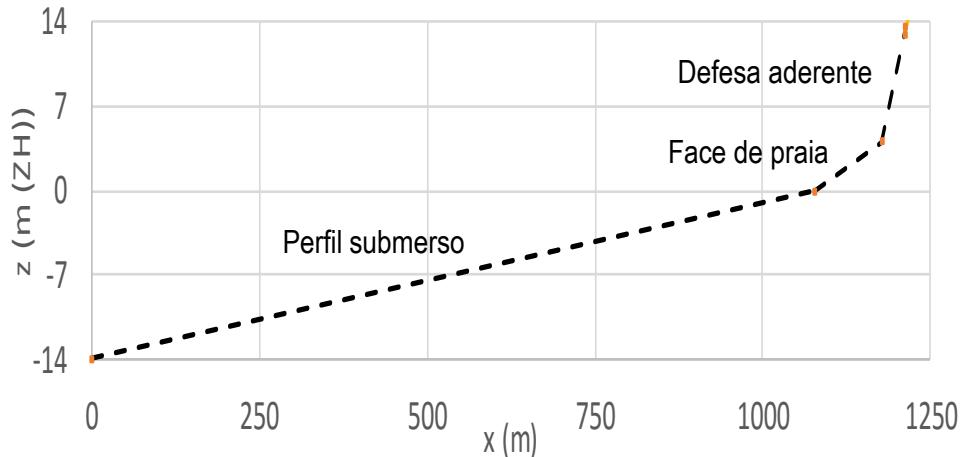
Perfil de praia e da estrutura

- Três levantamentos topo-hidrográficos
 - 1975
 - defesas longitudinais aderentes já construídas
 - 1978
 - construção do campo de esporões
 - 2011



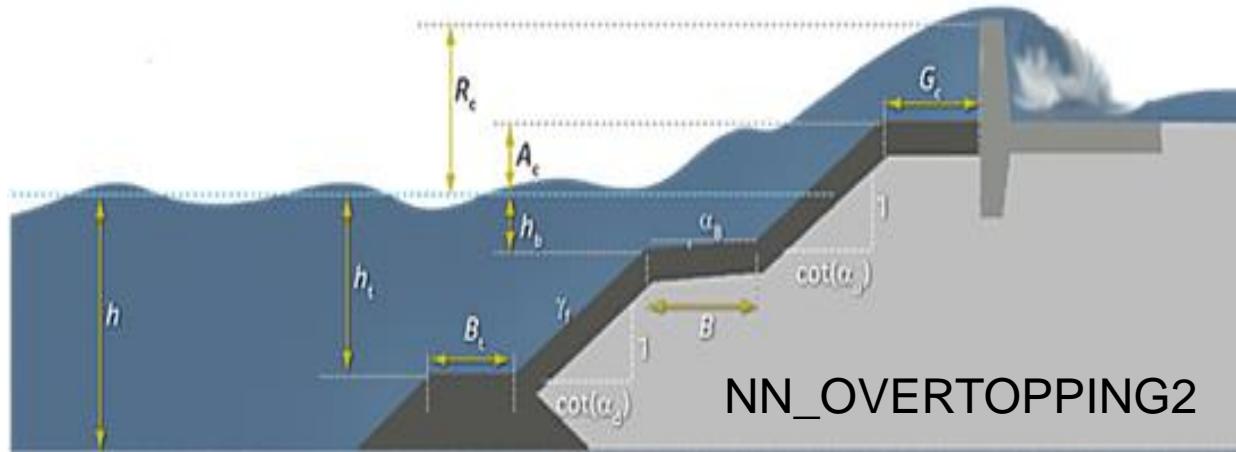
Perfil de praia e da estrutura

- Três levantamentos topo-hidrográficos
 - localizado entre 3º e 4º esporão (Norte-Sul)



Galgamento

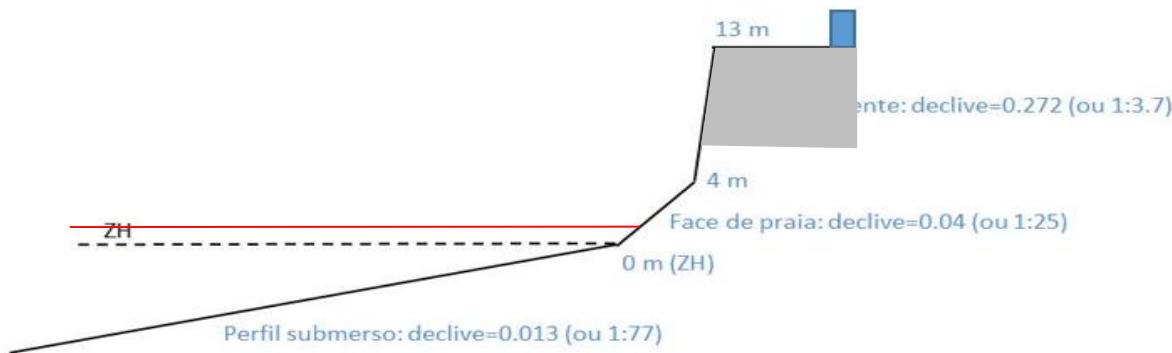
- Métodos de cálculo expeditos consideram, na sua maioria
 - Fundo fixo
 - Agitação perpendicular à estrutura
 - Nível de água no pé do talude > 0



Galgamento

- Fórmula de Mase

- Fundo fixo
- Agitação perpendicular à estrutura
- Nível de água no pé do talude **<0**
- **Dados:**
 - Agitação em frente à obra
 - Batimetria do fundo e perfil da estrutura
 - Nível do mar



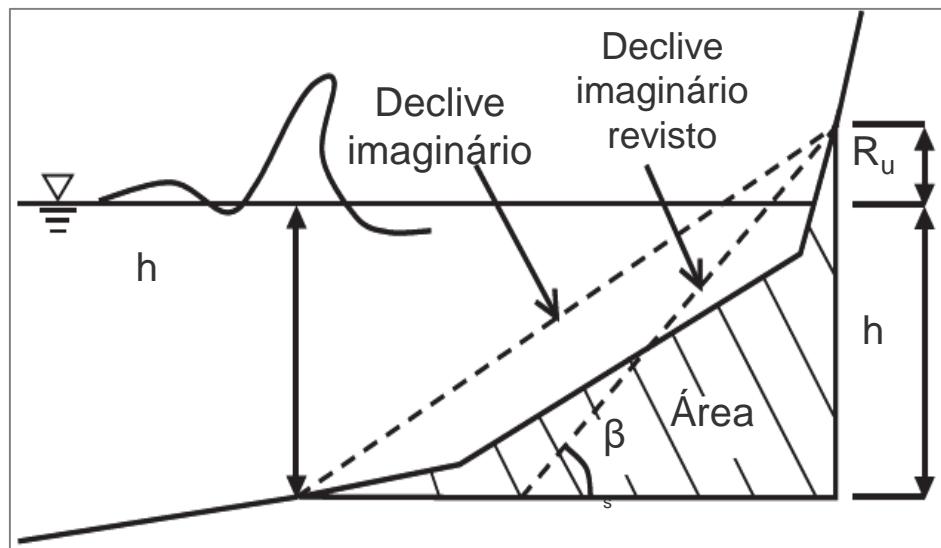
Galgamento

- Fórmula de Mase

- Conceito de declive imaginário para calcular $R_{2\%}$

$$R_{2\%} = 2,99 - 2,73 \exp(-0,57 \tan \beta / \sqrt{H_s / L_0})$$

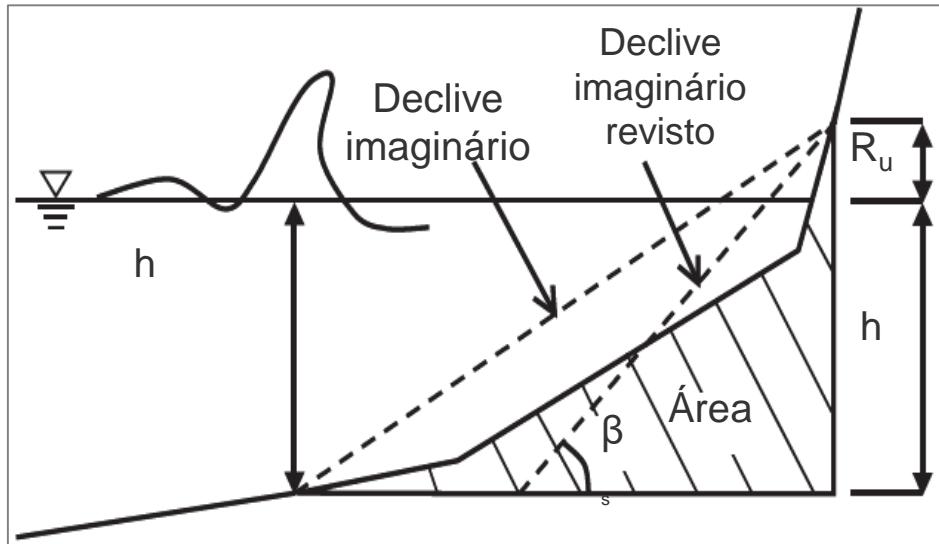
$$R_{máx} = 11,54 R_{2\%}.$$



Galgamento

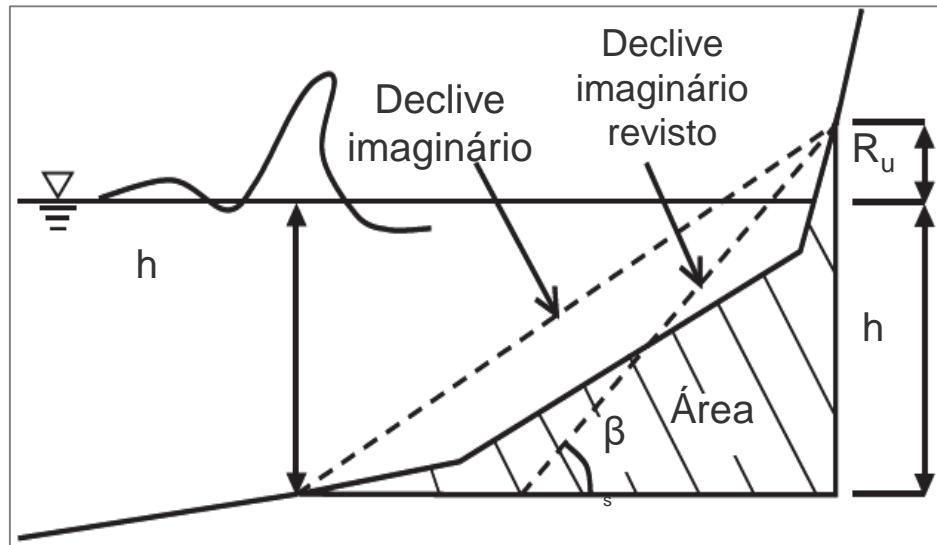
- Fórmula de Mase
 - Q

$$Q = \begin{cases} 0 & R_{máx} < R_c \\ \sqrt{gH_s^3} \left(0,018 \left(\frac{R_{máx}}{H_s} \right)^{3/2} \left[1 - \left(\frac{R_c}{H_s} \right) / \left(\frac{R_{máx}}{H_s} \right) \right]^{3,2} \right) & R_{máx} > R_c \end{cases}$$



Galgamento

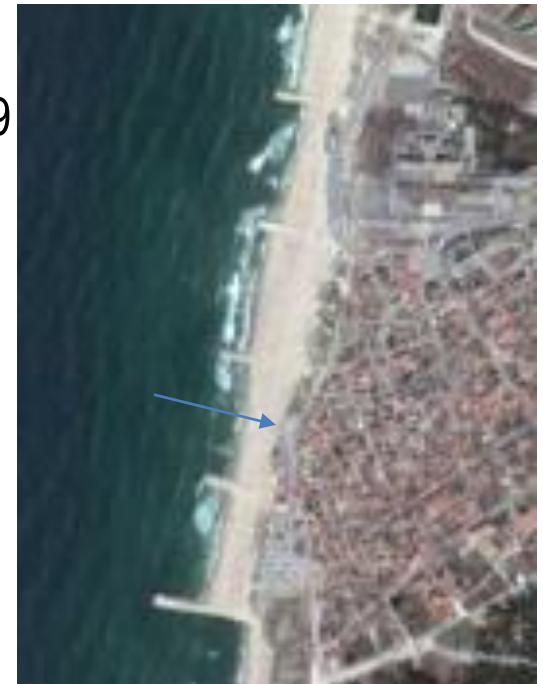
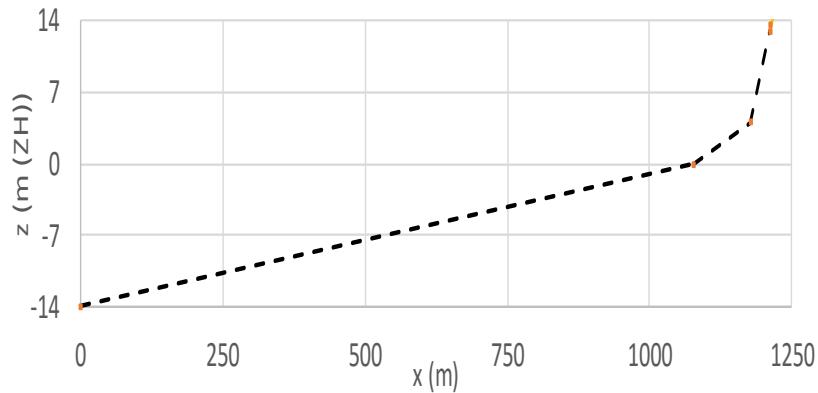
- Fórmula de Mase
 - Q
 - Coeficientes para ter em conta o efeito no galgamento:
 - Largura da berma (Cr, Besley)
 - Rugosidade de todo o perfil, praia e estrutura ($\gamma_f=0.9$)



Galgamento

- Aplicação ao caso de estudo

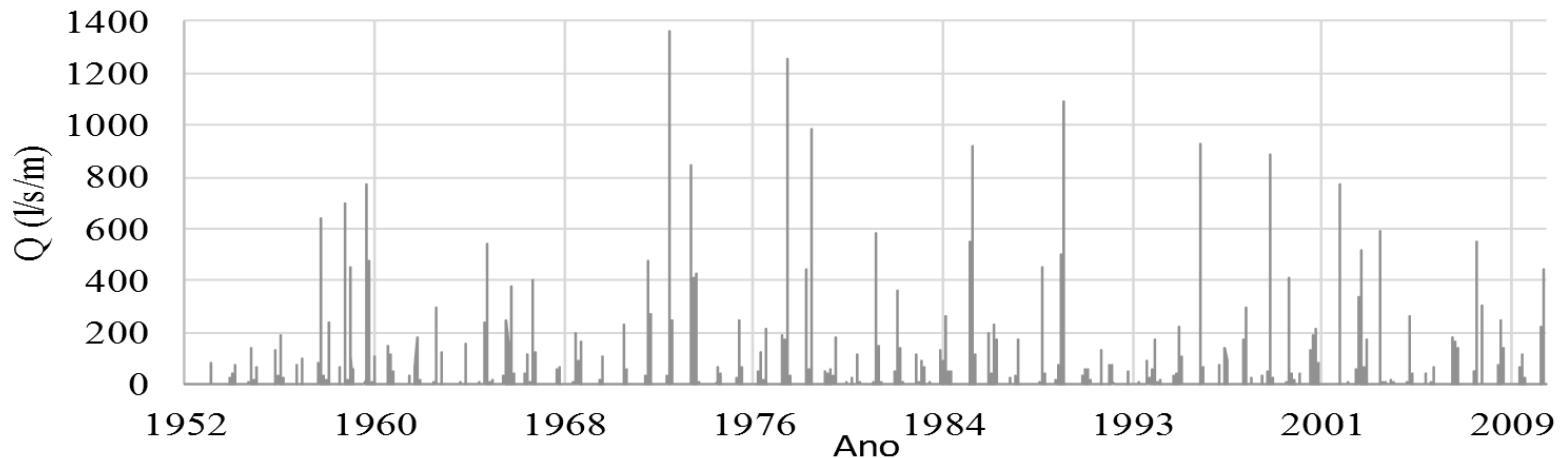
- Fundo fixo: perfil entre 3º e 4º esporão (Norte-Sul)
- Agitação perpendicular à estrutura
- H_s , T_p e NMM- dados de *hindcast* - 1953 a 2009



Galgamento

- Resultados

- 86200 registros
 - 84% - $Q=0 \text{ l/s/m}$
 - Q atinge os maiores valores em 1973, 1978 e 1990

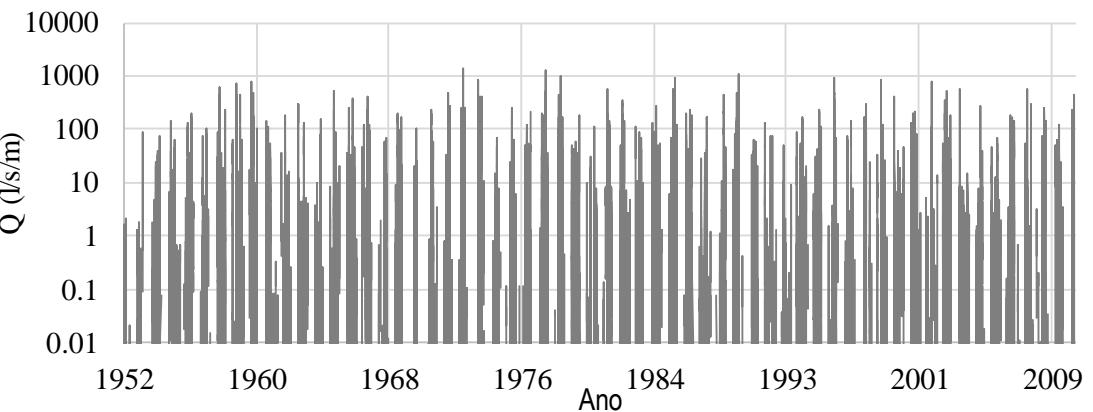


Galgamento

- Probabilidade de ocorrência de $Q > Q_{\text{ref}}$
 - N° de vezes que dado limite é ultrapassado/N° total de registos
 - Valores limites de segurança (USACE)
 - da circulação de veículos a velocidade moderada $Q=0,01 \text{ l/s/m}$;

Probabilidade [l/s/m]	de ocorrência (%)
$Q > 0,01$	7.6%

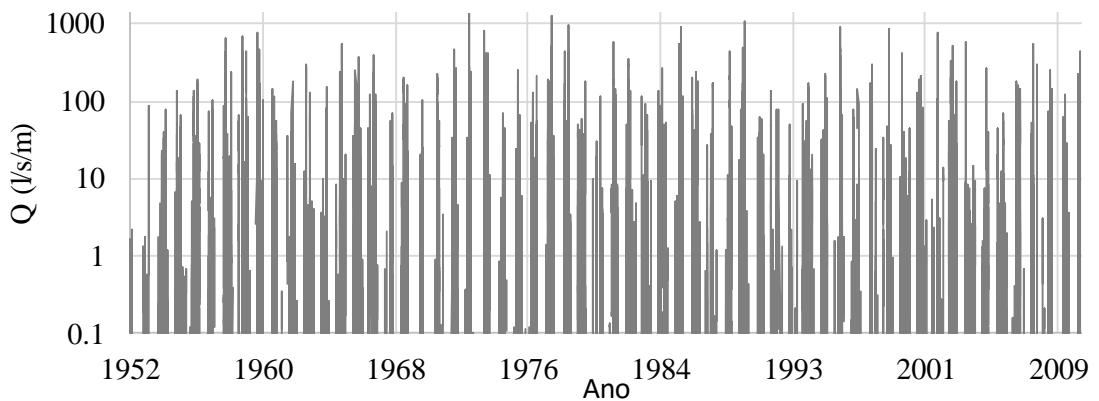
inferior a 10%



Galgamento

- Probabilidade de ocorrência de galgamentos
 - Valores limites de segurança (USACE)
 - da circulação de veículos $Q=0,01 \text{ l/s/m};$
 - da circulação de pessoas cientes do perigo $Q=0,1 \text{ l/s/m};$

Probabilidade [l/s/m]	de ocorrência (%)
$Q>0,1$	5.7%



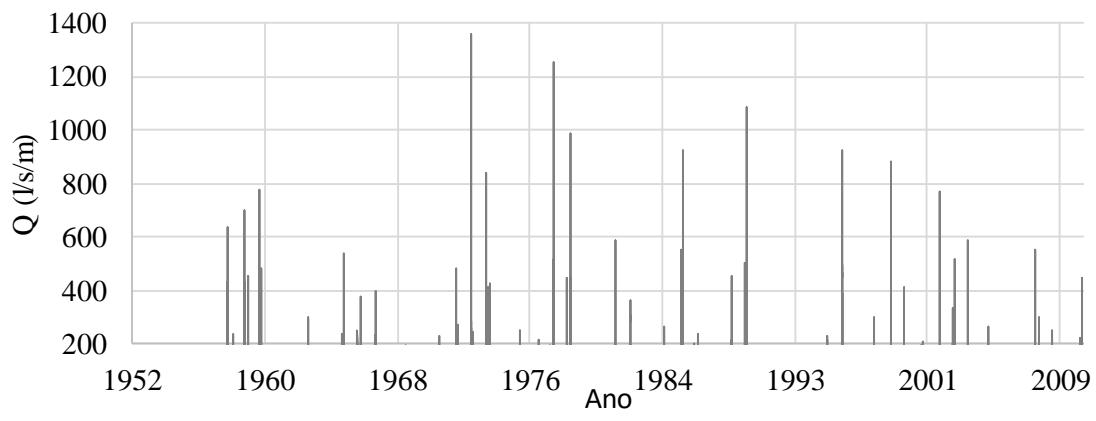
$H_s [3.6, 11.7] \text{ m}$ $T_p [11, 27] \text{ s}$ WSW e NW

Galgamento

- Probabilidade de ocorrência de galgamentos
 - Valores limites de segurança (USACE)

- da circulação de veículos $Q=0,01 \text{ l/s/m};$
- da circulação de pessoas $Q=0,1 \text{ l/s/m};$
- de propriedades a 5/10m da estrutura $Q=0,4 \text{ l/s/m};$
- e de defesas frontais $Q=200 \text{ l/s/m.}$

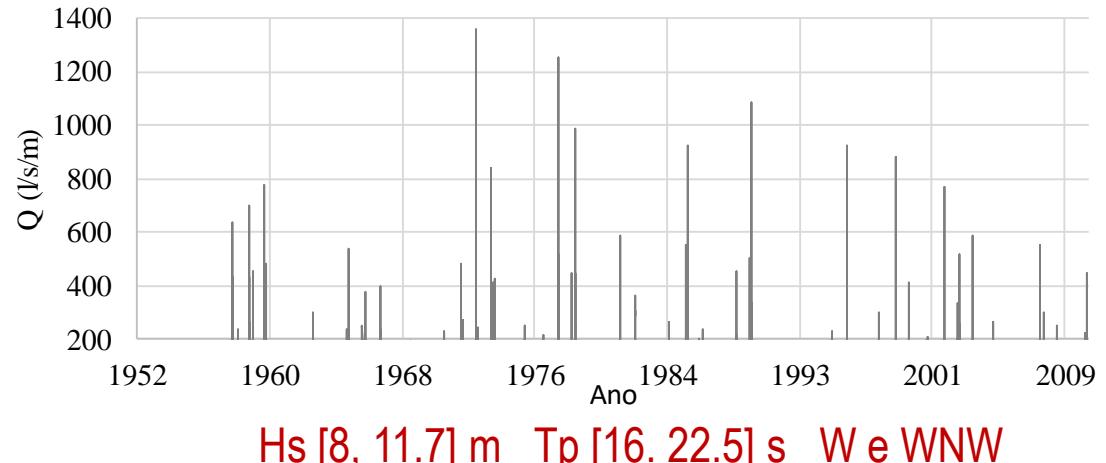
Probabilidade [l/s/m]	de ocorrência (%)
$Q>200,0$	0.1%



$H_s [8, 11.7] \text{ m}$ $T_p [16, 22.5] \text{ s}$ $W \text{ e } WNW$

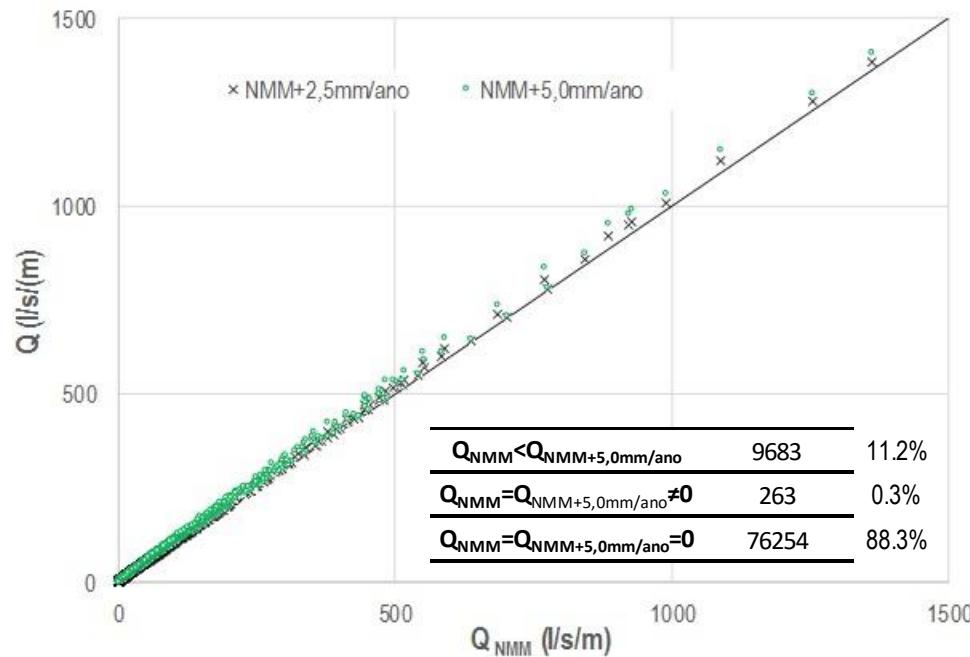
Galgamento

- Probabilidade de ocorrência de galgamentos
 - Valores limites de segurança (USACE)
 - Defesas frontais $Q=200 \text{ l/s/m.}$
 - Temporal de janeiro de 2014
 - destruição de passadiços e danos relevantes na defesa longitudinal
 - em Sines: WNW, $H_s \sim 9\text{m}$, $T_z \sim 16\text{-}17\text{s}$.



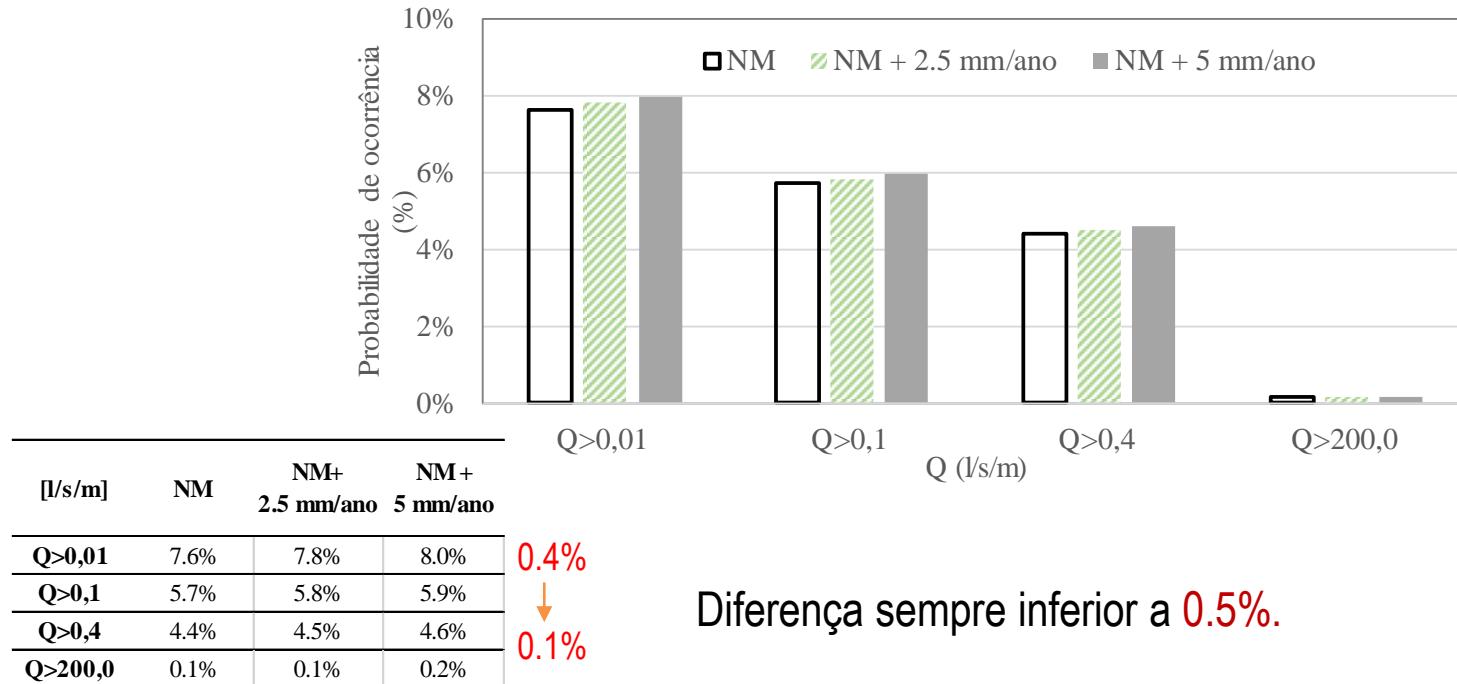
Galgamento

- Efeito de possíveis taxas de subida do nível médio do mar
 - 5,0 mm/ano



Galgamento

- Efeito de possíveis taxas de subida do nível médio do mar
 - Probabilidade de ocorrência



Galgamento

- Os autores agradecem o financiamento do Projeto

PROTOCOL - Protección de frentes urbanos costeros frente al calentamiento global, CYTED 2017-PE-PROTOCOL

Obrigada!

