

# PLANO DE GESTÃO DOS RISCOS DE INUNDAÇÕES DA REGIÃO AUTÓNOMA DA MADEIRA - SISTEMA COSTEIRO

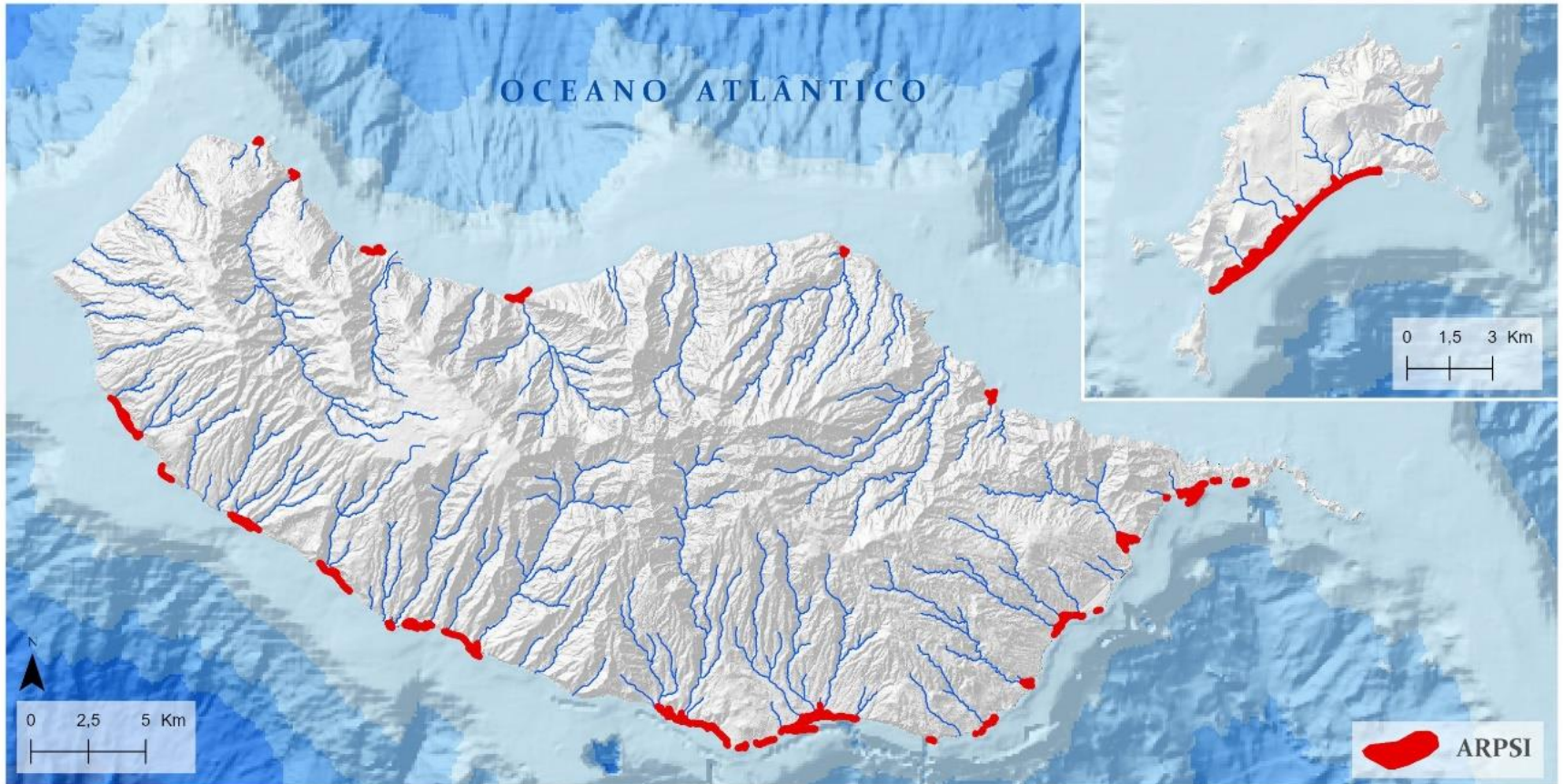
**PGRI - RAM**  
**2022-2027**

**António Alberto Teixeira Gomes**

**Faculdade de Letras da Universidade do Porto (FLUP)**  
**Centro de Estudos de Geografia e Ordenamento do Território (CEGOT)**

# OBJETIVO

## Modelação das zonas inundáveis e cartas de risco das ARPSI (avanços)



Áreas de Risco Potencial Significativo de Inundações Costeiras ARPSIC = 34

## TRABALHOS EFETUADOS / EM ANDAMENTO

1. BASE DE DADOS DE OCORRÊNCIAS

2. RECOLHA DE DADOS AGITAÇÃO MARÍTIMA / TOPOBATIMÉTRICOS

3. VISITA INICIAL ÀS ARPSIC

4. MODELAÇÃO DE ÁREAS INUNDÁVEIS: METODOLOGIA

**5. MODELAÇÃO DAS ÁREAS INUNDÁVEIS (34 ARPSIC)**

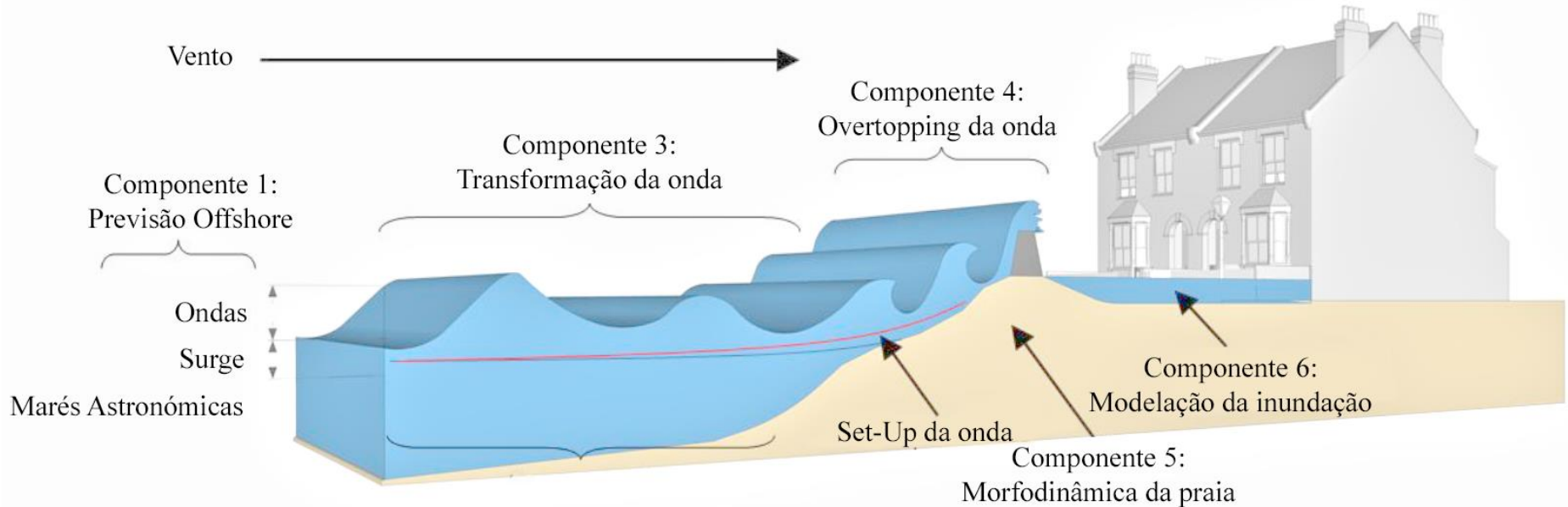
- Dados de ondulação: boia ondógrafo Funchal / novos dados ERA5 (julho)
- Cálculo dos períodos de retorno
- Modelação das 34 ARPSIC (atual/ PR100 anos)

**6. EXPLORAÇÃO DOS RESULTADOS DA BASE DE DADOS DE OCORRÊNCIAS**

- Identificação de áreas mais problemáticas
- Identificação do tipo de dados
- Compreensão holística das Inundações Costeiras na RAM

**7. CARTOGRAFIA DE RISCO**

# COMPONENTES DAS INUNDAÇÕES COSTEIRAS



## Galgamento Costeiro

Ocorre quando um **fluxo de água e sedimentos excede a extensão da praia, a crista da duna ou uma obra costeira e não retorna ao oceano**, estando normalmente associado a uma **tempestade**

(Masselink& Gehrels, 2014).



# METODOLOGIA: MODELAÇÃO DAS ÁREAS INUNDÁVEIS

## Recolha de dados

Parâmetros de agitação marítima:

- Altura significativa;
- Período da onda;
- Direção da ondulação;

Dados topográficos LiDAR

## Tratamento e processamento

Processamento dos dados LiDAR

Recriação aproximada da batimetria

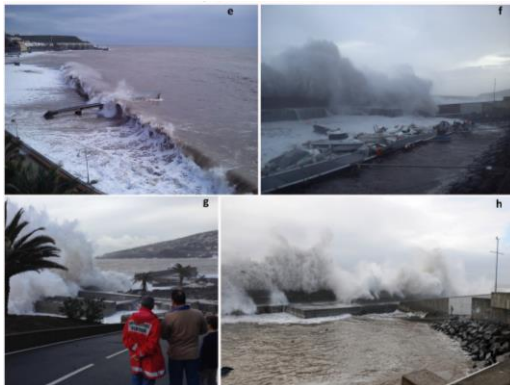
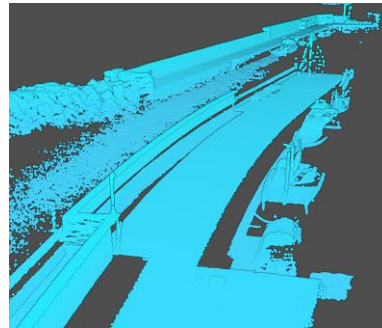
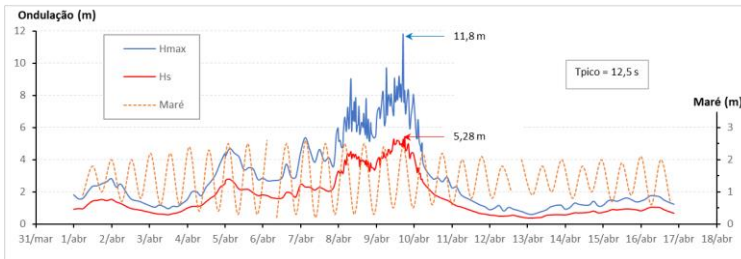
Construção de MDTs das ARPSI

## Modelo XBeach

Construção do modelo XBeach das ARPSI com base nos MDTs

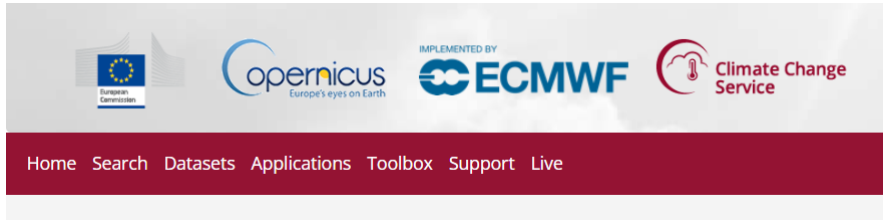
Processamento do modelo XBeach (30min de duração)

Validação dos resultados em ambiente SIG



# MODELAÇÃO DAS ÁREAS INUNDÁVEIS (34 ARPSIC)

## Dados de ondulação: novos dados ERA5



### ERA5

ERA5 provides hourly estimates of a large number of atmospheric, land and oceanic climate variables. The data cover the Earth on a 30km grid and resolve the atmosphere using 137 levels from the surface up to a height of 80km. ERA5 includes information about uncertainties for all variables at reduced spatial and temporal resolutions.

Quality-assured monthly updates of ERA5 (1959 to present) are published within 3 months of real time. Preliminary daily updates of the dataset are available to users within 5 days of real time.

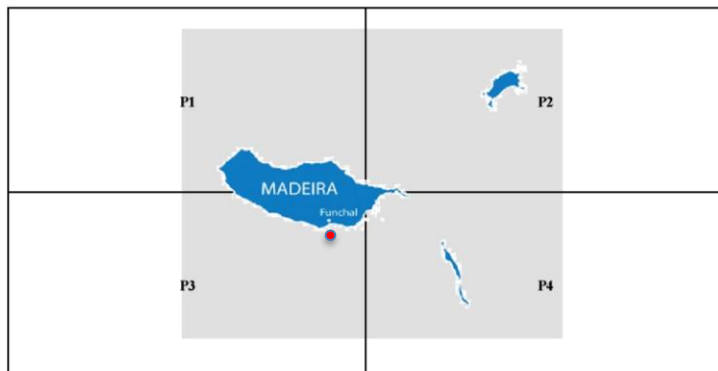
```

1 import cds toolbox as ct
2
3 style = {
4     "contour": {
5         "legend": "on",
6         "contour": "off",
7         "contour_label": "off",
8         "contour_shade": "on",
9         "contour_shade_technique": "cell_shading",
10        "contour_shade_cell_method": "interpolate",
11        "contour_shade_colour_method": "palette",
12        "contour_level_count": 15,
13        "contour_shade_palette_name":
14            "echarts_rainbow_purple_red_15"
15    },
16    "legend": {
17        "legend_display_type": "continuous",
18        "legend_entry_border": "off",
19        "legend_text_font_size": "48k",
20        "legend_text_colour": "black",
21    },
22    "title": {
23        "text_justification": "centre",
24        "text_font_size": 0.85,
25        "text_colour": "charcoal"
26    }
27 }
28 layout = {
29     "output_align": "bottom"
30 }
31
32 variables = {
33     "Near-Surface Air Temperature": "2m_temperature",
34     "Eastward Near-Surface Wind": "10m_u_component_of_wind",
35     "Westward Near-Surface Wind": "10m_v_component_of_wind",
36     "Sea Level Pressure": "mean_sea_level_pressure",
37     "Sea Surface Temperature": "sea_surface_temperature",
38 }
39

```

<https://cds.climate.copernicus.eu/cdsapp#!/toolbox>

# MODELAÇÃO DAS ÁREAS INUNDÁVEIS : dados de ondulação

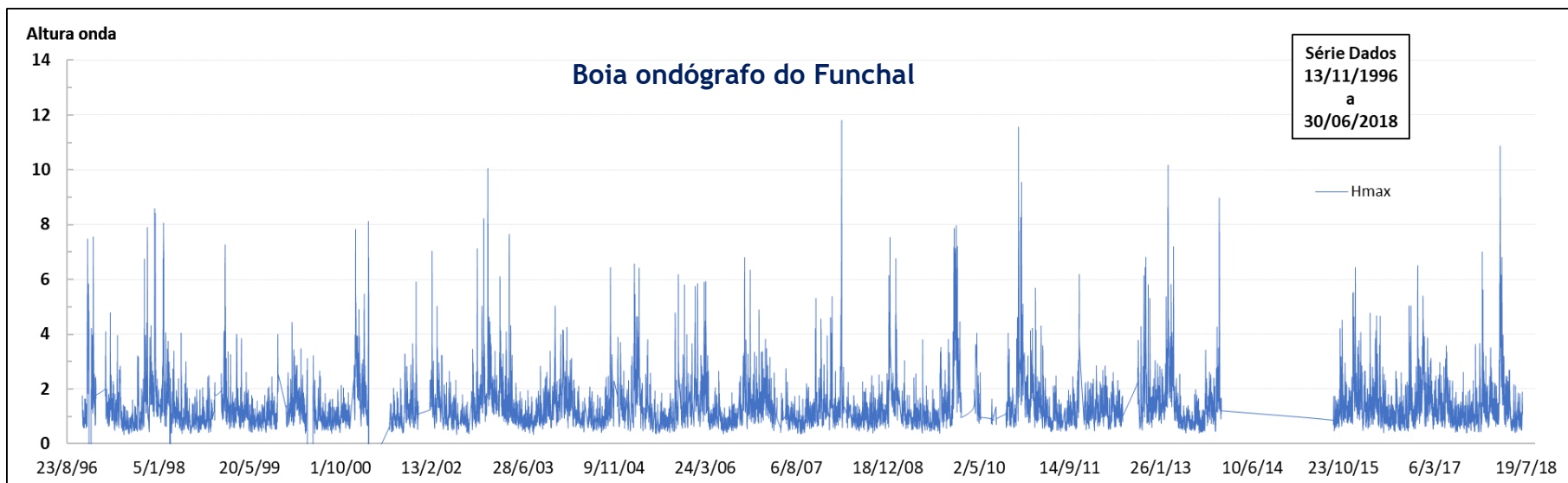


Séries de dados disponíveis  
de Altura significativa (Hs)

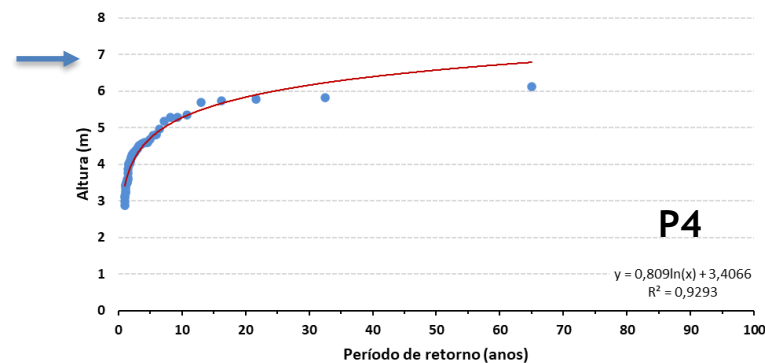
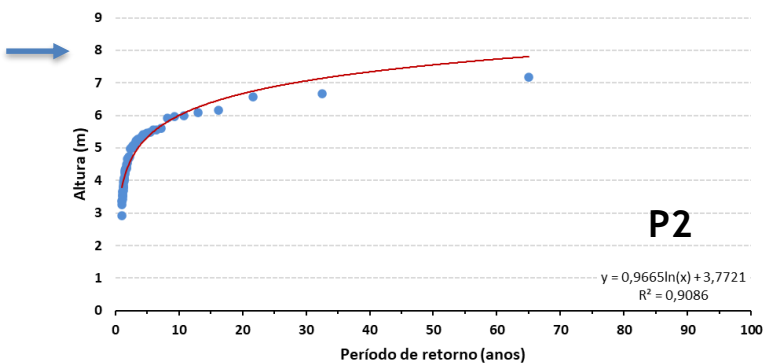
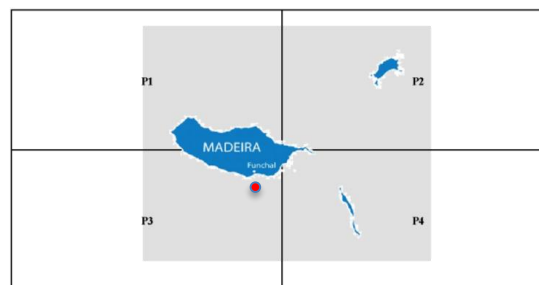
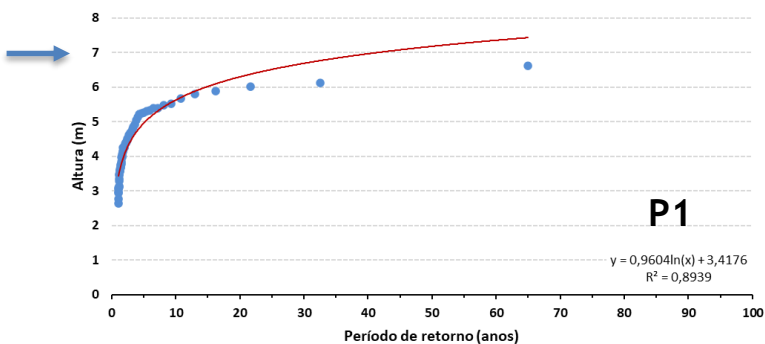
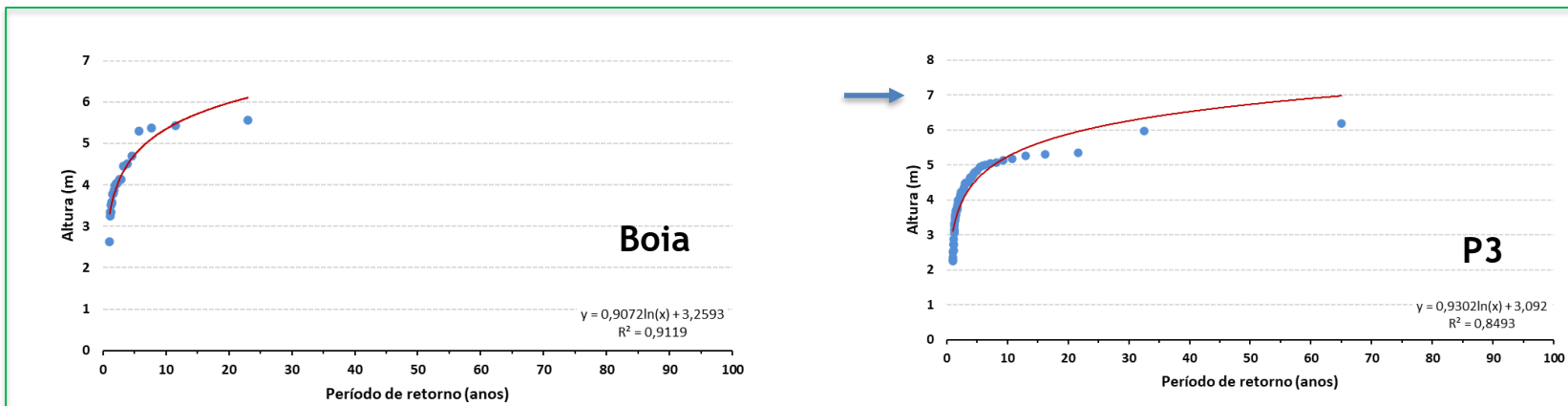
Boia Ondógrafo - 22 anos  
ERA5 - 63 anos

Quadrículas dos dados de ondulação ERA5.

- Boia ondógrafo do Funchal

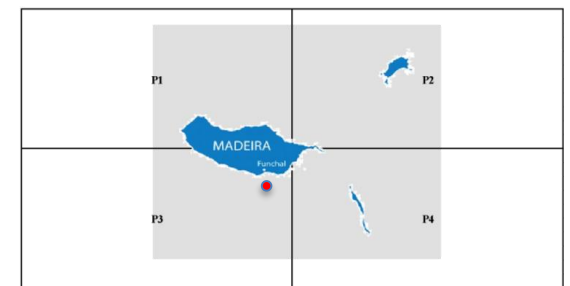


# Cálculo dos períodos de retorno - Hs (Lei de Weibull)





# Comparação de Períodos de Retorno



L	G	W	G	W	G	W	G	W	G	W	G	W	G	W
PR	2		5		10		20		50		100		500	
P1	4,20	4,08	5,09	4,96	5,67	5,63	6,23	6,29	6,96	7,17	7,50	7,84	8,76	9,39
P2	4,56	4,44	5,44	5,33	6,03	6,00	6,59	6,67	7,31	7,55	7,86	8,22	9,11	9,78
P3	3,85	3,74	4,73	4,59	5,31	5,23	5,86	5,88	6,59	6,73	7,13	7,38	8,38	8,87
P4	4,07	3,97	4,80	4,71	5,28	5,27	5,75	5,83	6,35	6,57	6,80	7,13	7,83	8,43
Bo	3,99	3,89	4,81	4,72	5,36	5,35	5,88	5,98	6,56	6,81	7,06	7,44	8,24	8,90
P3 - Bo	0,14	0,15	0,08	0,13	0,05	0,12	0,02	0,10	0,03	0,08	0,07	0,06	0,14	0,03



Altura da ondulação expectável, segundo as leis (L) de Gumbel (G) e Weibull (W), para os diferentes períodos de retorno (PR).

# MODELAÇÃO DAS ÁREAS INUNDÁVEIS



Madalena do Mar

## Área inundada

-  Actual
-  P Ret 100 anos

Base topográfica: Nuvem de Pontos LIDAR







# MODELAÇÃO DAS ÁREAS INUNDÁVEIS

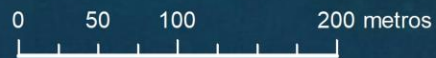


Paúl do Mar

## Área inundada

-  Actual
-  P Ret 100 anos

Base topográfica: Nuvem de Pontos LIDAR





# MODELAÇÃO DAS ÁREAS INUNDÁVEIS





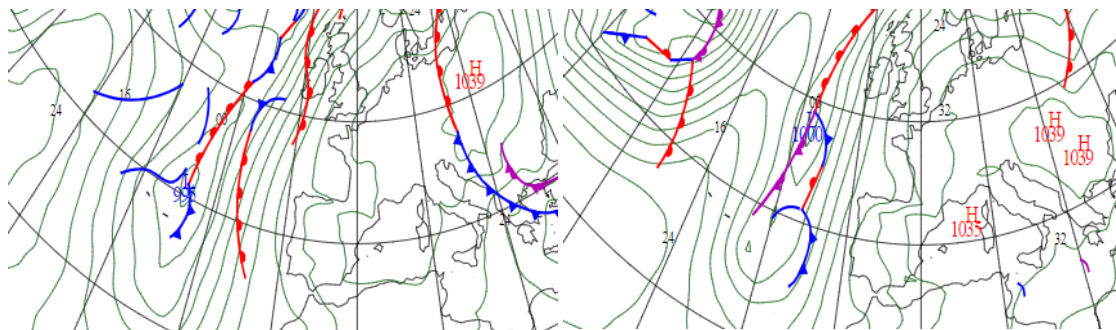
# MODELAÇÃO DAS ÁREAS INUNDÁVEIS





# IMPACTOS TEMPORAIS

## BASE DE DADOS DE OCORRÊNCIAS



Cartas sinóticas dos dias 10 e 11 de dezembro de 2013.



Localização dos impactos dos galgamentos costeiros dos dias 10 e 11 de dezembro de 2013.



# IMPACTOS TEMPORAIS

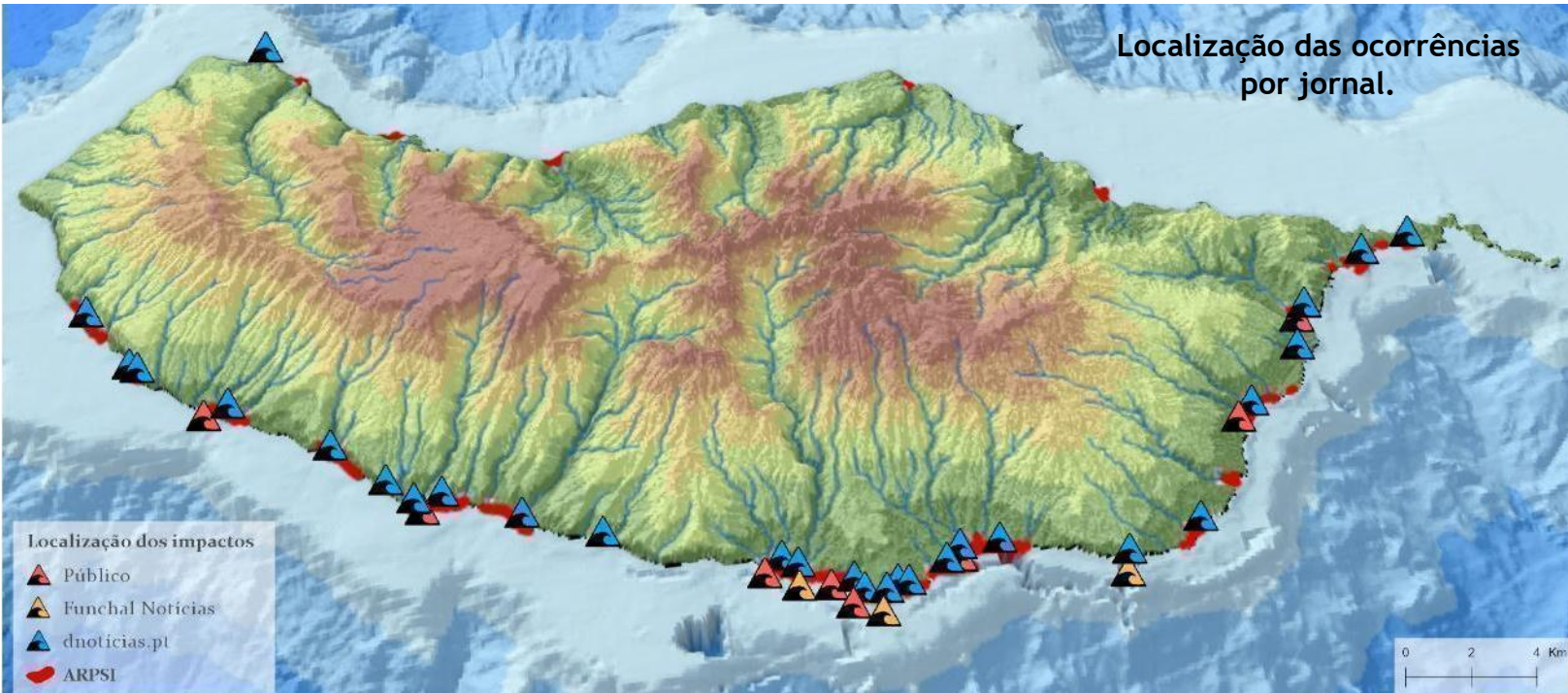
# BASE DE DADOS DE OCORRÊNCIAS



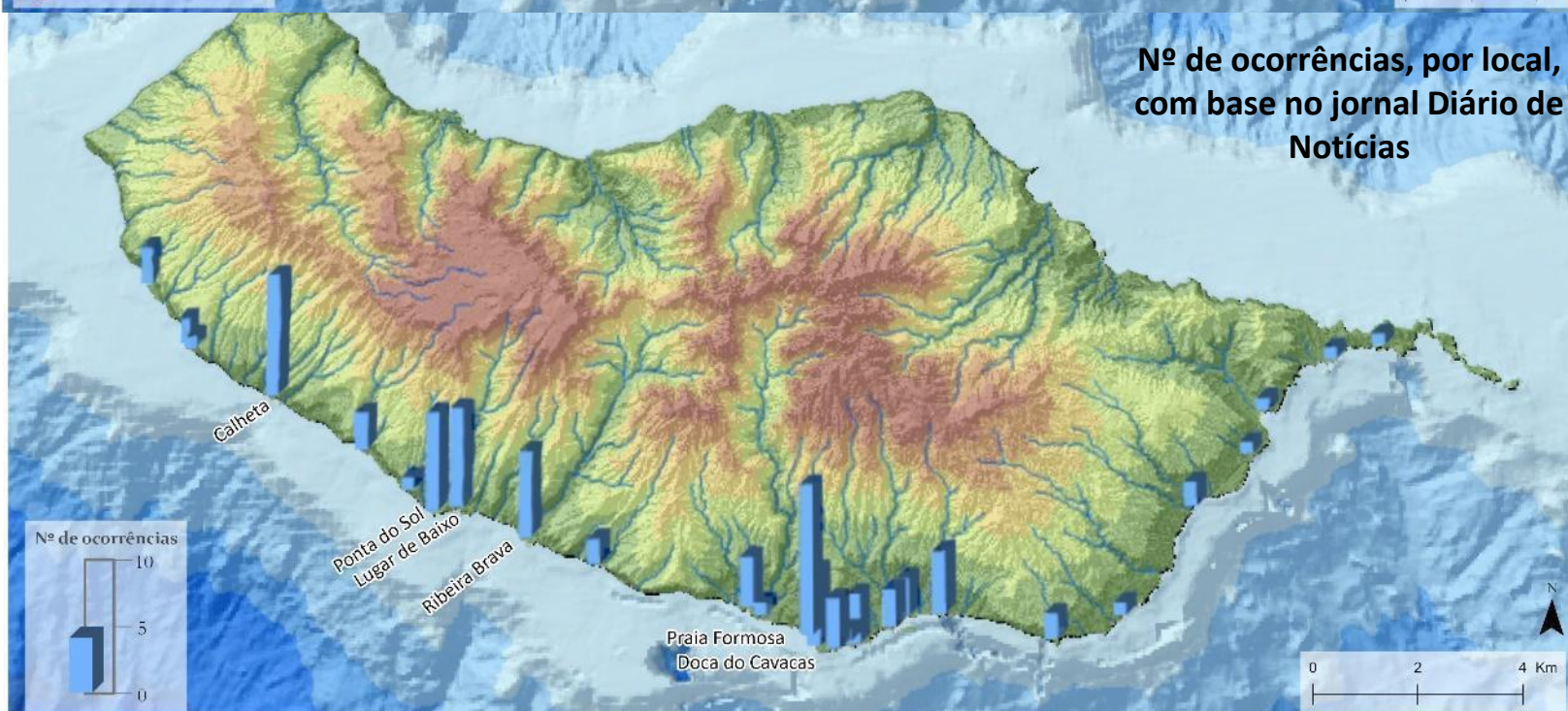
Localização dos impactos dos galgamentos costeiros entre 28 de fevereiro e 2 de março de 2018.



Localização das ocorrências por jornal.



Nº de ocorrências, por local, com base no jornal Diário de Notícias



# Próximos passos

. Modelação de áreas inundáveis P1eP2 (ERA 5, PR 100 anos)

. Medidas de Mitigação/Intervenção

. Fichas das ARPSIC

IDENTIFICAÇÃO DA MEDIDA						
Ações de formação de apoio à tomada de decisão, vocacionadas para as autarquias, para promoção da cultura do risco e operacionalização dos IGT						
Código: PTNACPREV01						
ARPSI: Todas						
Tipologia: Prevenção						
Âmbito: Nacional						
<b>Objetivos Estratégicos</b>						
Aumentar a percepção do risco de inundação e das estratégias de atuação na população, nos agentes sociais e económicos.						
<b>Objetivos Operacionais</b>						
Articular com as autarquias os procedimentos de diminuição da exposição à ameaça.						
CARACTERIZAÇÃO						
<b>Descrição</b>						
O ordenamento do território pode ser entendido como “um processo de organização do espaço biofísico, de forma a possibilitar a ocupação, utilização e transformação do ambiente de acordo com as suas potencialidades” assegurando a sua sustentabilidade.						
<b>Localização</b>						
Não se aplica.						
<b>De que forma o projeto integra possíveis impactos resultantes de alterações climáticas</b>						
-						
<b>Compatibilidade com os objetivos da DIRETIVA-QUADRO DA ÁGUA</b>						
-						
Prioridade da medida						
Muito-Alta	Alta	Média	Moderada	Baixa		
Programação física e financeira						
Fases de implementação						
-						
<b>Calendário de execução</b>	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Financeira						
Investimento (€)						
Execução Física						
<b>Custo total da medida</b>						
Investimento (€): 50 000,00						
Valor a que acresce o IVA à taxa legal em vigor.						
Financiamento						
Fontes de financiamento						
Fonte	Comparticipação (%)	Entidade responsável	Entidades envolvidas			
-	-	-	-			
Indicadores de acompanhamento da medida						
Indicadores de monitorização						
-						

Ficha da ARPSIC da Ribeira da Madalena do Mar			
Nome ARPSI: Madalena do Mar	Código ARPSI: 1		
Bacia Hidrográfica		Aterragem em relação ao 1.º Ciclo	Não
Curso de Água	Madalena do Mar	Tipo de inundação	Fluxial
Nova ARPSI (Sim/Não)	Não	ARPSI transfronteiriça	Não
Critérios de seleção 2.º ciclo – Evento de maior impacto			
População potencialmente afetada pelo exterior da cheia na planície de inundação	Muito Elevado > mais de 100 pessoas afetadas		
Impactos no ambiente (industrias poluentes afetadas e áreas protegidas)	Sim		
Impactos em atividades económicas	Elevado		
Prejuízos	Elevado > 300 000 a 500 000 €		
N.º de eventos com impacto significativos		Causas porta de cheia (m³/s)	
Anterior a 2011	2011 a 2018	T20 (anos)	T100 (anos)
0	1	1	1
Impactos – 1.º Ciclo		Impactos – 2.º Ciclo	
	T20 (anos)	T100 (anos)	T1000 (anos)
Área (m2)			
N.º Habitantes afetados			
Atividades Económicas			
Património Cultural (Nº Edifícios)			
Ambiente (Nº Estruturas)			
ELEMENTOS EXPOSTOS			
Edifícios Sensíveis Potencialmente Afetados			
Designação	Categoria	Localização	Período de retorno (anos)
Fontes de Poluição Potencialmente Afetadas			
Designação	Categoria	Localização	Período de retorno (anos)



# (RE)VISITA ÀS ARPSIC (OUT-NOV 2022)



Machico



Porto Moniz



Santa Cruz



Madalena do Mar



# Muito obrigado pela vossa atenção

