

Roteiro Nacional para a Adaptação 2100

Avaliação da vulnerabilidade do território Português às
alterações climáticas 2100

Zonas Costeiras - ALENTEJO

Gil Lemos (grlemos@ciencias.ulisboa.pt)

Carlos Antunes (cmantunes@ciencias.ulisboa.pt)

FCUL Team

Contextualização

- As **zonas costeiras** serão severamente afectadas pelas alterações climáticas
- Alterações nos **níveis das águas**, motivadas não só pela **subida do nível médio do mar**, mas também pela sua combinação com **marés**, **sobrelevações meteorológicas** e **agitação marítima** poderão acelerar os processos de **erosão** e causar **inundações costeiras** mais generalizadas, pondo em risco pessoas e bens.



Caparica, 2007



Ofir, 2014



Fuzeta, 2018

Objectivos do RNA2100 no sector das Zonas Costeiras

Conduzir uma análise de vulnerabilidade e risco costeiro em alta resolução

Obter resultados de forma consistente à escala nacional, baseados em modelação dinâmica de alta resolução

Produzir cartografia de vulnerabilidade, exposição e risco costeiro, sugerir medidas de adaptação, e calcular custos de inação e adaptação

Dados

Nível médio do mar

Projeções de um **ensemble de 22 GCMs** até 2100 segundo os cenários RCP4.5 e RCP8.5

Marés

Projeções de maré geradas através de análise harmónica para os principais portos Portugueses

Os mesmos GCMs

Agitação marítima

Ensemble de 6 membros gerado usando o modelo WW3 com projeções até 2100 segundo os cenários RCP4.5 e RCP8.5 (costa portuguesa com resolução de $\sim 0.5^\circ$)

Vieses corrigidos com dados de bóias

Sobrelevação meteorológica

Ensemble de 6 membros gerado usando o modelo Delft3D-FLOW com projeções até 2100 segundo os cenários RCP4.5 e RCP8.5 (costa portuguesa com resolução de $\sim 0.5^\circ$)

Modelos Digitais de Terreno (MDT)

Aerofotogramétricos (2008, 2015; 2018) + LiDAR (2011) + projectados (método PCR)

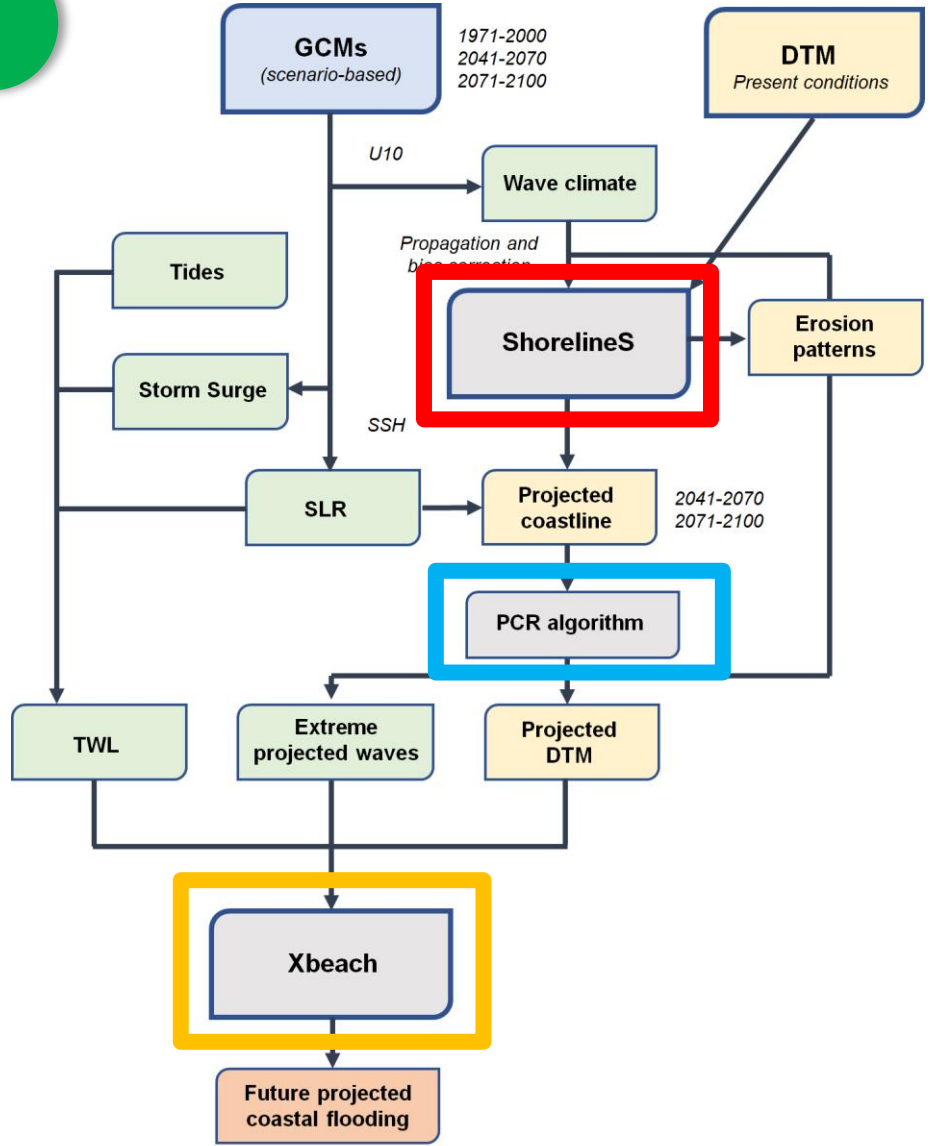
Metodologia

Modelação dinâmica de alta resolução
Resultados locais & Calibração

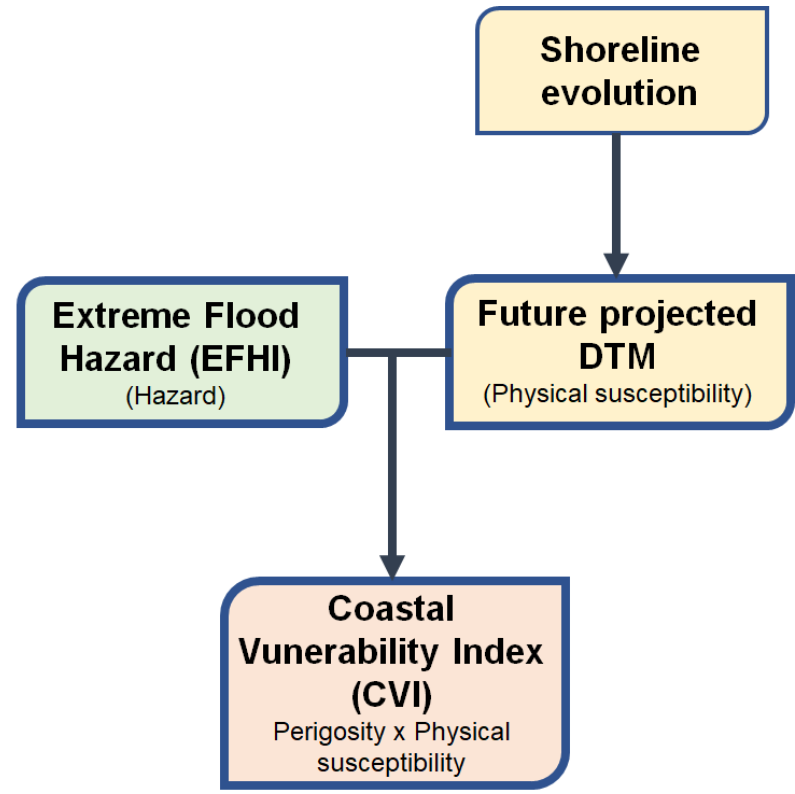
Costa da Caparica



Praia de Faro



Modelação paramétrica à escala nacional



Resultados Locais

Projeções de evolução da LINHA DE COSTA

Costa da Caparica

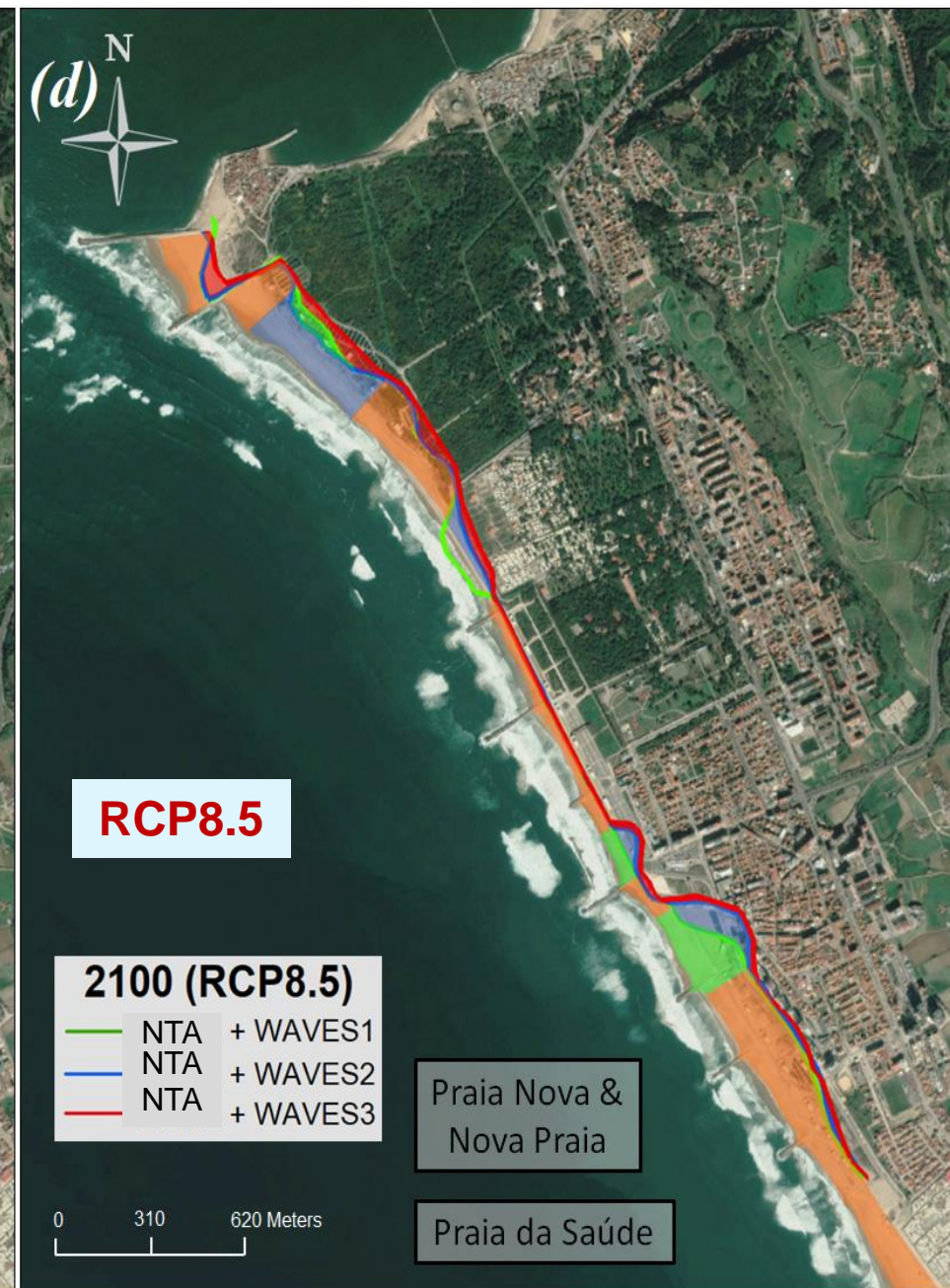


Resultados Locais

Projeções de INUNDAÇÃO COSTEIRA

NTA com período de retorno de 25 anos + eventos extremos de agitação marítima (incerteza do ensemble)

Costa da Caparica



Metodologia

A cartografia de vulnerabilidade costeira, representativa do índice composto de vulnerabilidade costeira (IVC), é o produto da **Perigosidade** com a **Susceptibilidade Física**.

$$\text{IVC} = \text{Perigosidade} \times \text{Susceptibilidade Física}$$

$$= \text{LME} \times \text{MDT futuro}$$

Linha de Máximo Espraio

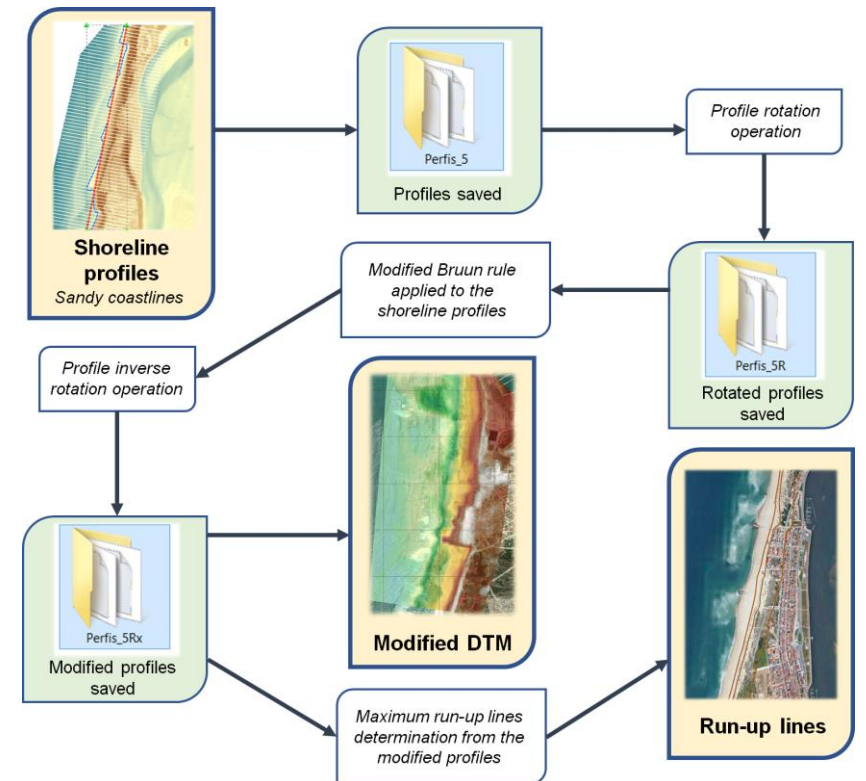
IVC dividido em três níveis:

Baixo (Nível 1) – associado a uma LME com período de retorno de **100 anos**

Moderado (Nível 2) – associado a uma LME com período de retorno de **25 anos**

Elevado (Nível 3) – associado a uma LME com período de retorno de **4 anos**

Obtido através do método **Parameterical Coastal Retreat (PaCR)** desenvolvido na FCUL, com base nos recuos médios da linha de costa calibrados em 5 locais de estudo.

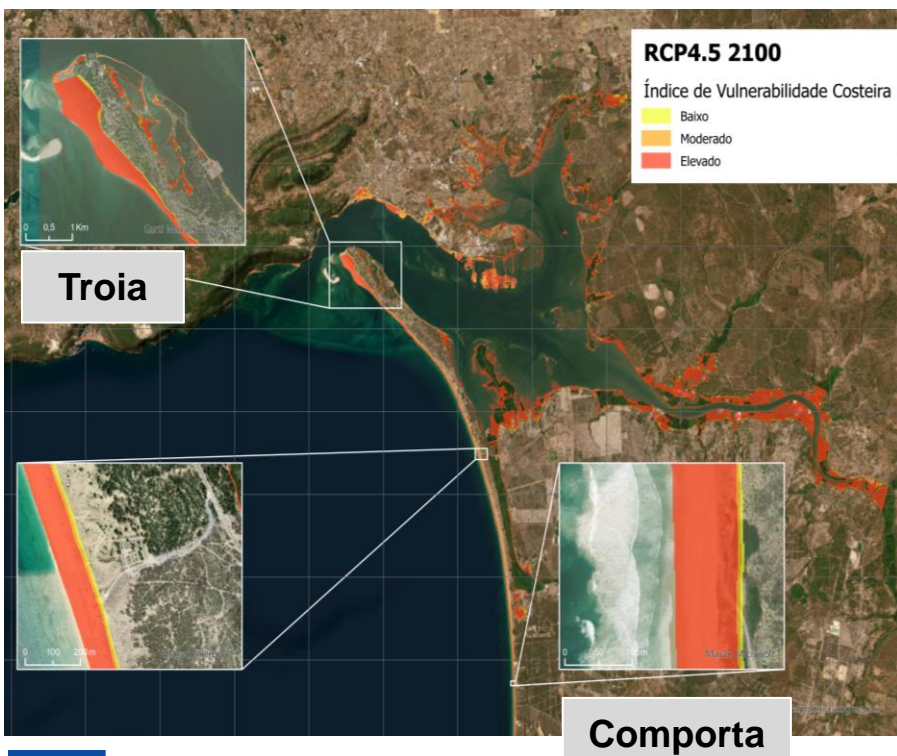


Resultados

Índice de Vulnerabilidade Costeira (IVC) ALENTEJO

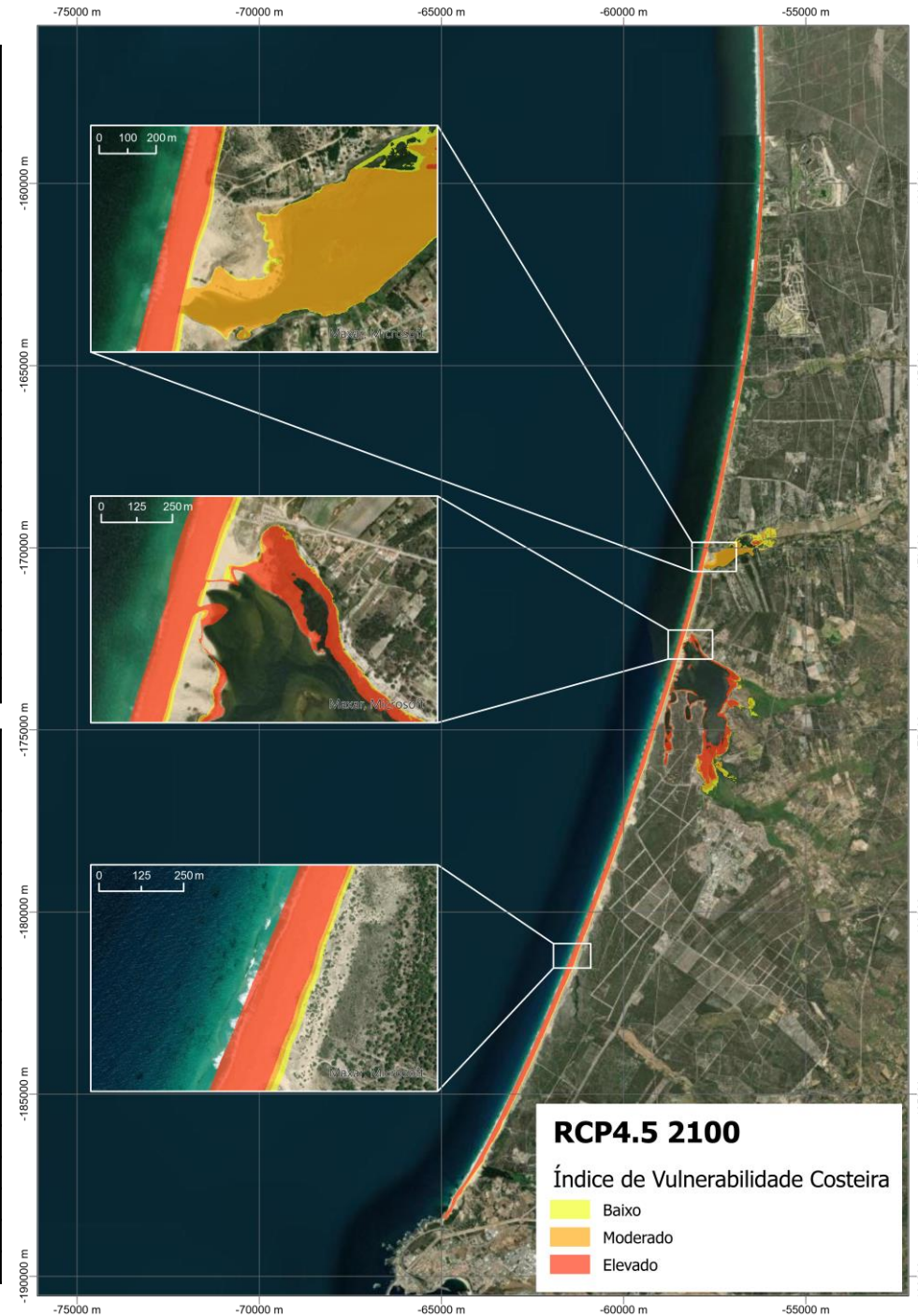
Área nacional perdida entre 1958 e 2021: **13.5 km²**

Nota: área vulnerável não implica área perdida



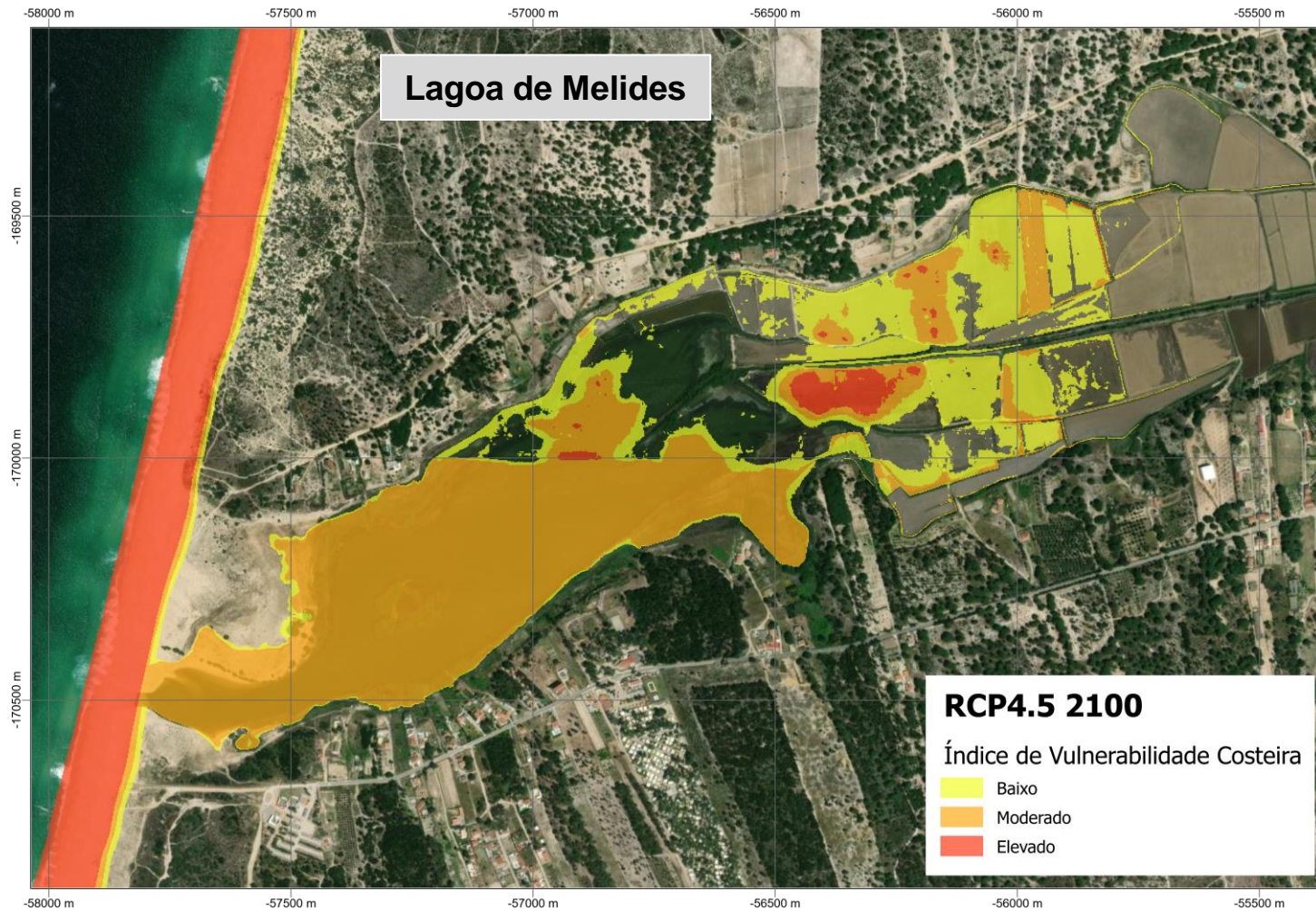
Município	IVC	Total (km ²)	Costa aberta (km ²)	Águas Interiores (km ²)
Azambuja	3	49.604	0.000	44.522
	2		0.000	3.098
	1		0.000	1.985
Cartaxo	3	19.982	0.000	15.840
	2		0.000	2.563
	1		0.000	1.579
Santarém	3	0.763	0.000	0.398
	2		0.000	0.222
	1		0.000	0.143
Alpiarça	3	0.003	0.000	0.000
	2		0.000	0.001
	1		0.000	0.002
Almeirim	3	0.502	0.000	0.319
	2		0.000	0.101
	1		0.000	0.082
Salvaterra de Magos	3	14.085	0.000	10.992
	2		0.000	2.001
	1		0.000	1.093
Coruche	3	0.050	0.000	0.010
	2		0.000	0.016
	1		0.000	0.024
Benavente	3	90.423	0.000	81.670
	2		0.000	5.813
	1		0.000	2.939

Município	IVC	Total (km ²)	Costa aberta (km ²)	Águas Interiores (km ²)
Alcácer do Sal	3	25.940	0.000	24.444
	2		0.000	1.019
	1		0.000	0.478
Grândola	3	8.538	5.376	1.521
	2		0.382	0.616
	1		0.327	0.316
Santiago do Cacém	3	3.552	1.815	1.097
	2		0.086	0.240
	1		0.077	0.237
Sines	3	1.501	1.187	0.000
	2		0.161	0.000
	1		0.154	0.000
Odemira	3	2.095	0.868	1.038
	2		0.027	0.080
	1		0.026	0.055



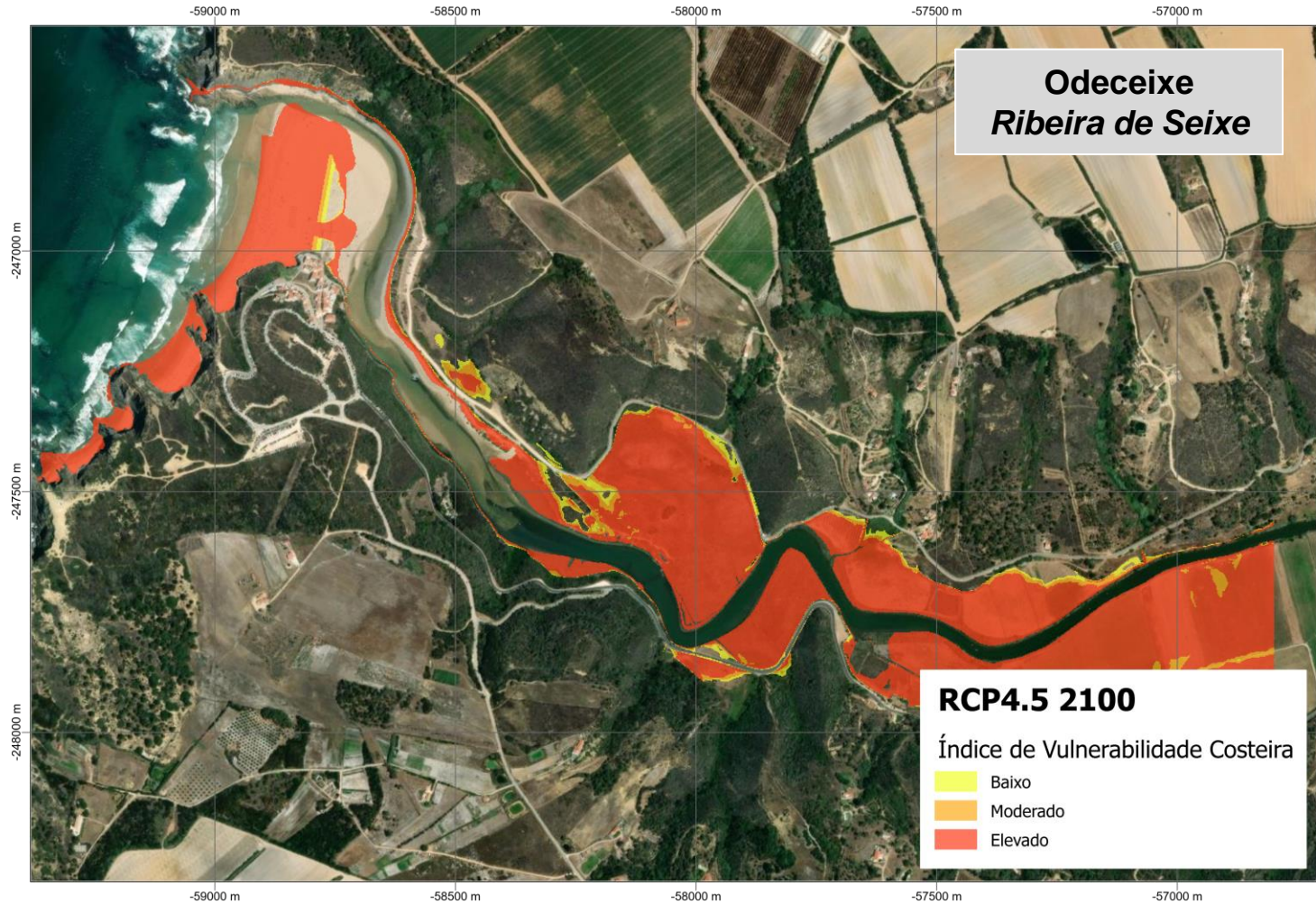
Resultados

Índice de Vulnerabilidade Costeira (IVC) ALENTEJO



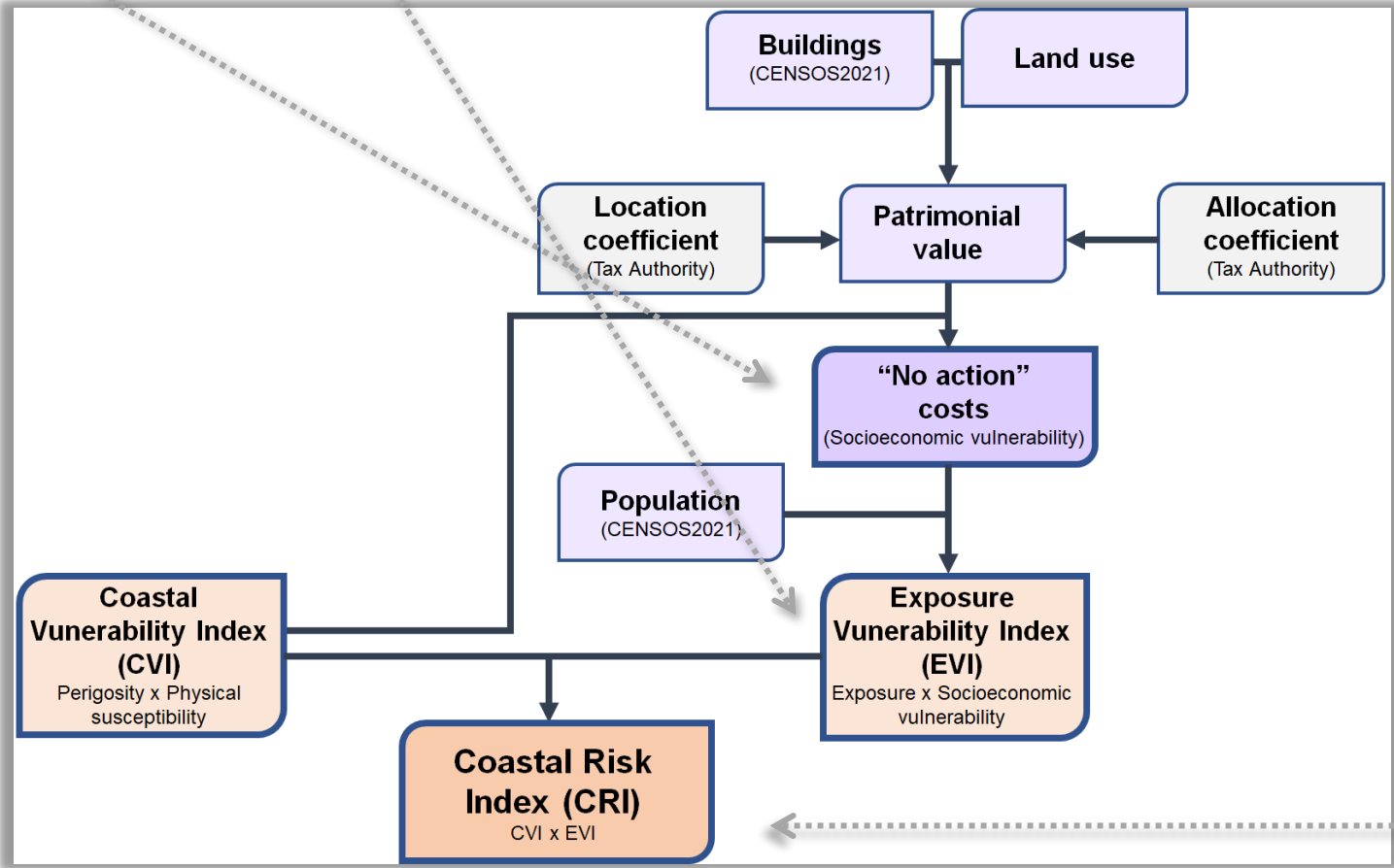
Resultados

Índice de Vulnerabilidade Costeira (IVC) ALENTEJO



Metodologia

Custos Totais de Inação (CTI), Exposição (IE) e Risco Costeiro (IRC)



Resultados

Estatística Demográfica

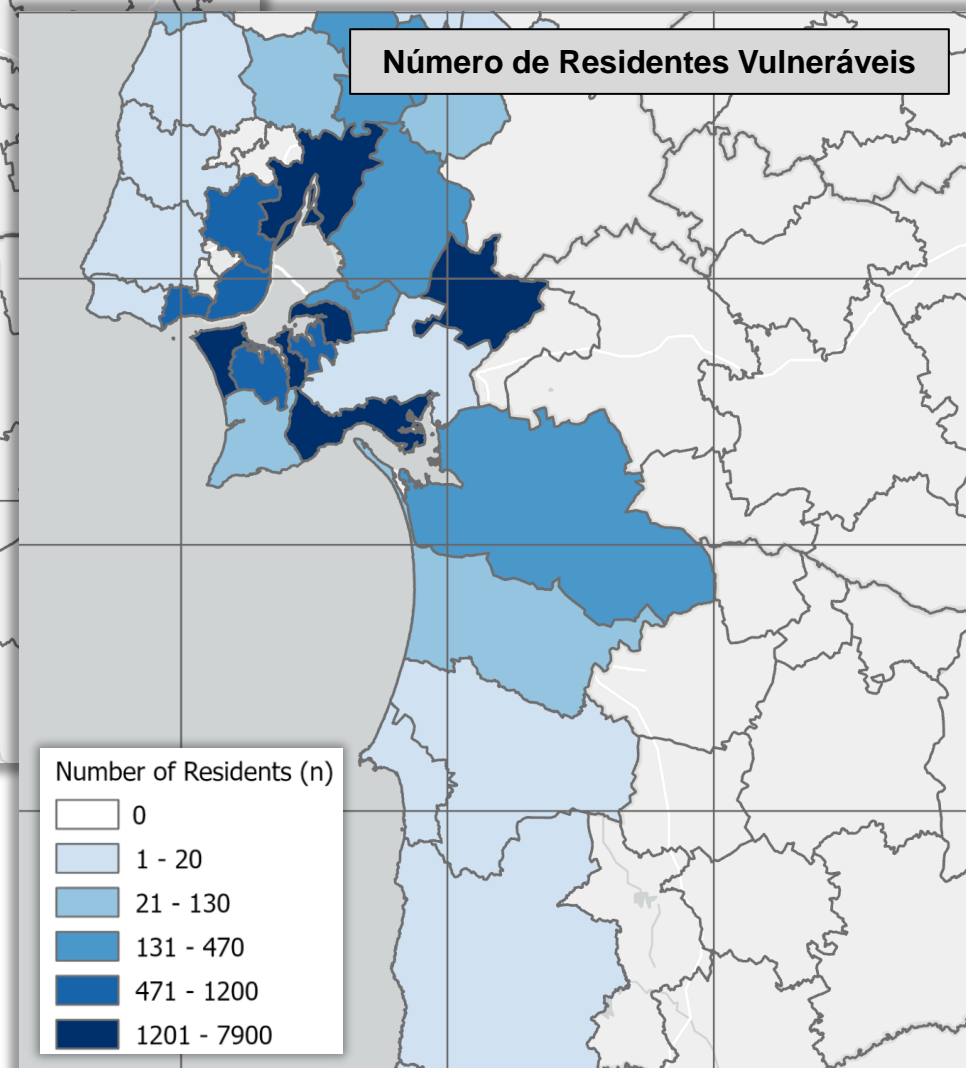
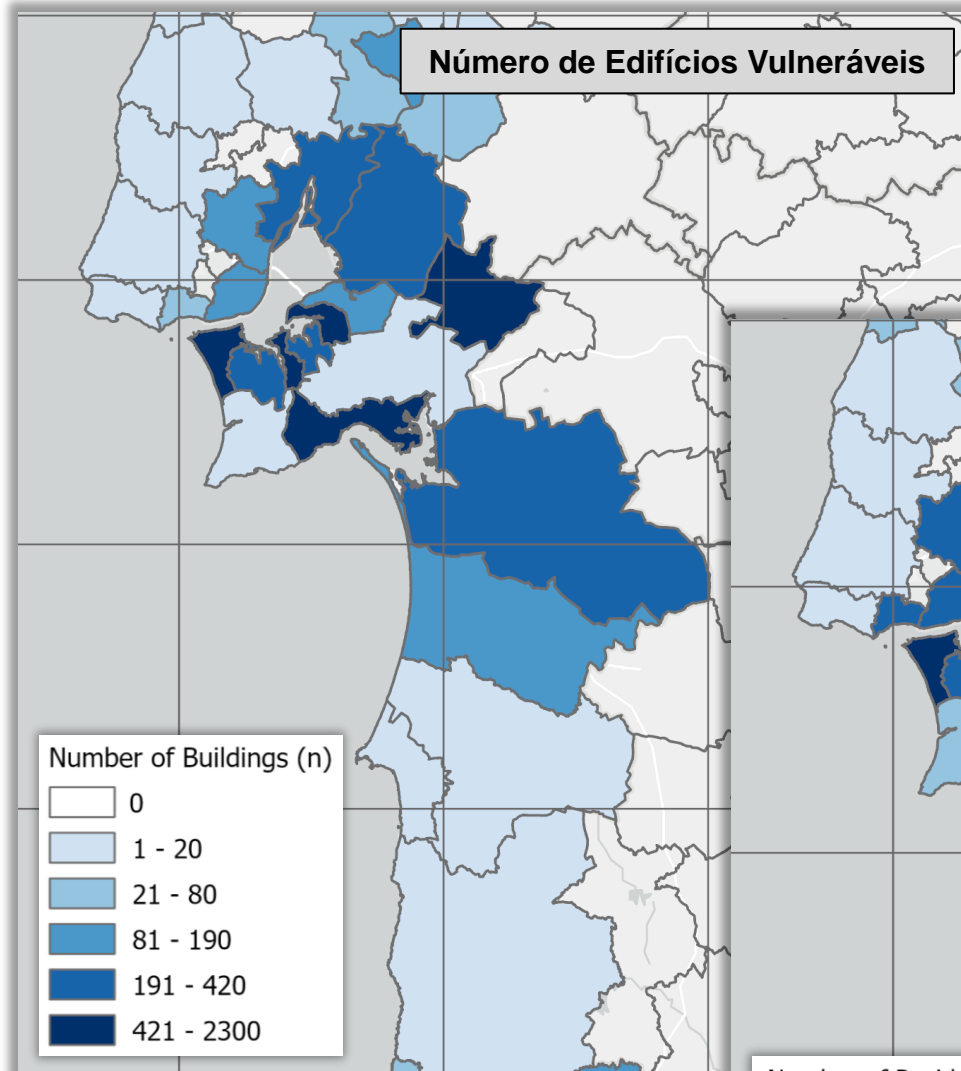
2100 (RCP4.5)

ALENTEJO

Número de Edifícios e Residentes em zonas de IVC – Dados dos CENSOS 2021

Municípios	Edifícios Vulneráveis	Residentes Vulneráveis
Azambuja	68	167
Cartaxo	119	134
Santarém	10	20
Almeirim	1	1
Salvaterra de Magos	57	115
Benavente	195	314

Municípios	Edifícios Vulneráveis	Residentes Vulneráveis
Grândola	182	60
Santiago do Cacém	4	6
Sines	3	6
Odemira	13	15

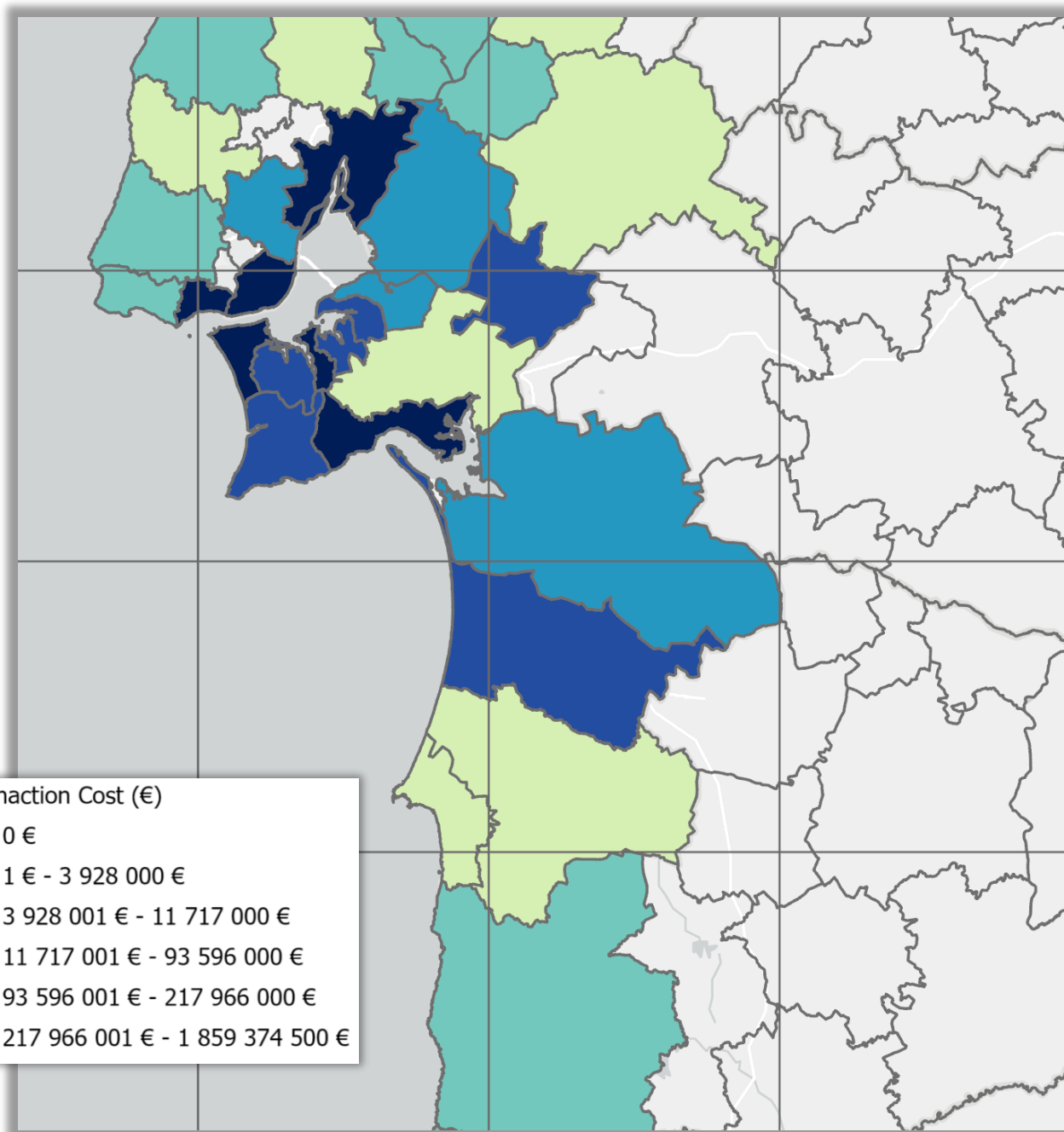


Resultados

Custos de Inação
2100 (RCP4.5)
ALENTEJO

Municípios	CTI max (M€)
Azambuja	5.8
Cartaxo	7.2
Santarém	0.7
Almeirim	0.06
Salvaterra de Magos	5.3
Benavente	15.9

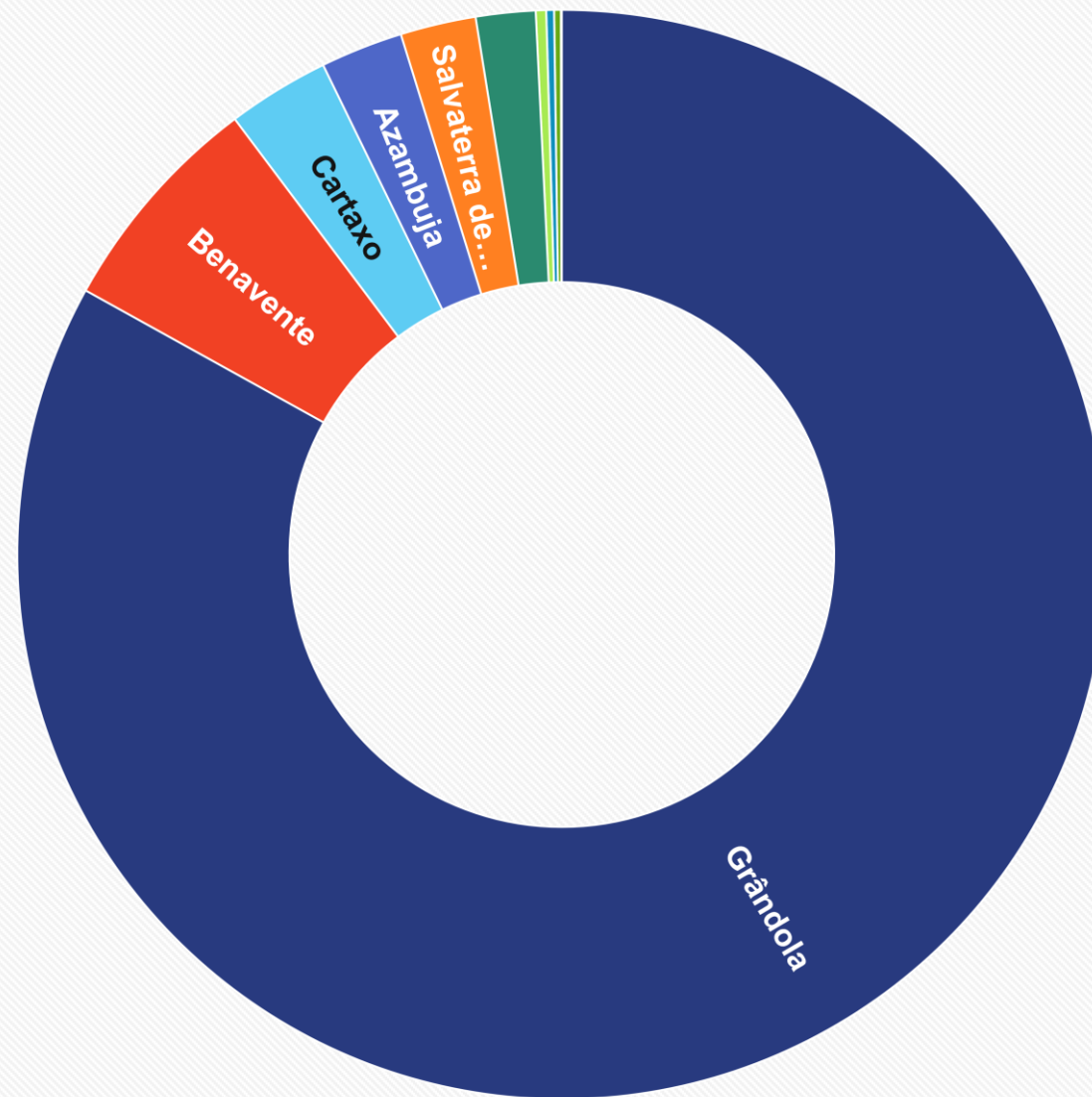
Municípios	CTI max (M€)
Grândola	197.3
Santiago do Cacém	0.6
Sines	0.5
Odemira	4.2



Resultados

Custos de Inação
2100 (RCP4.5)
ALENTEJO

Custo Total de Inação max (€) por Município da Região do Alentejo

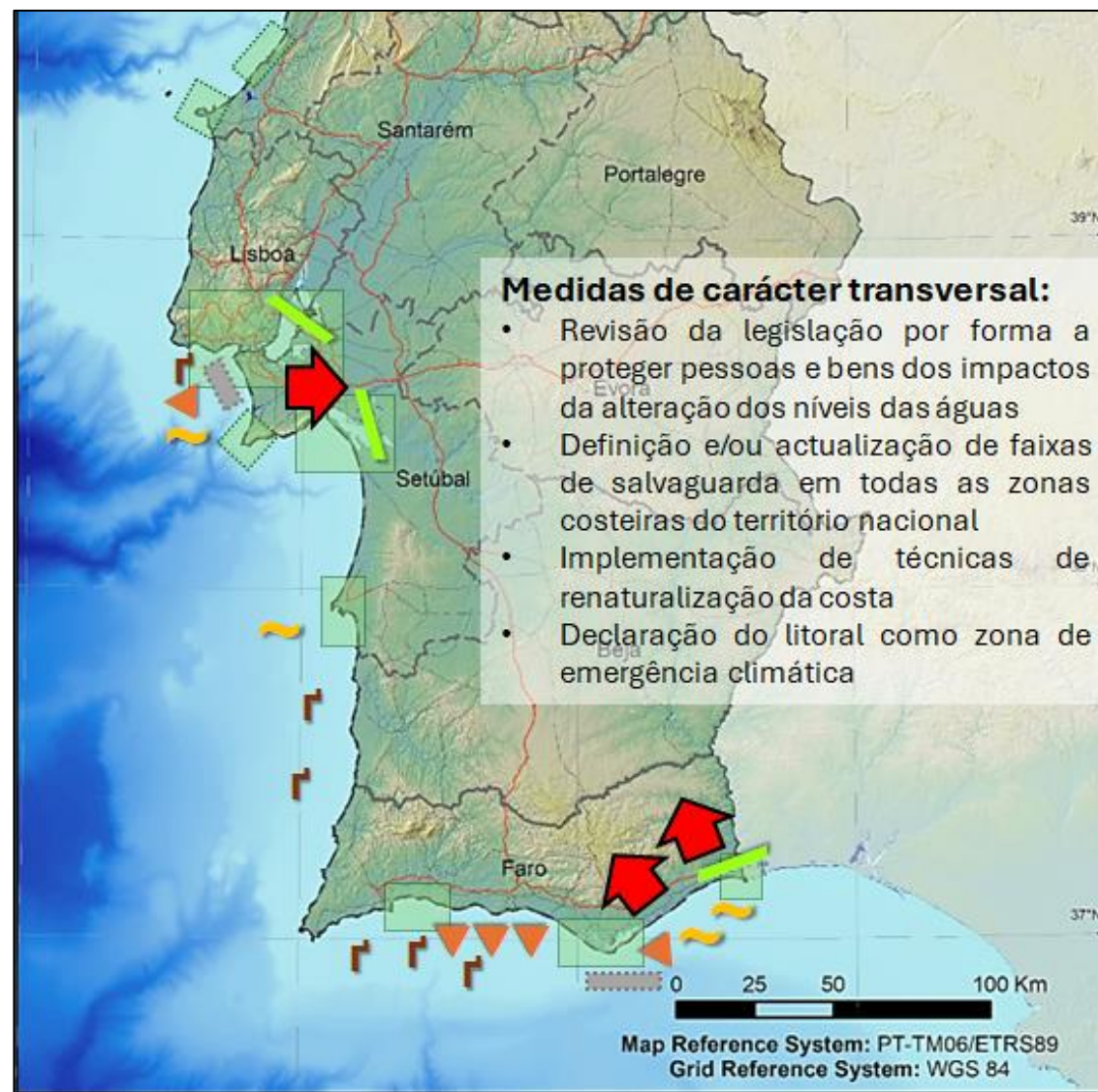
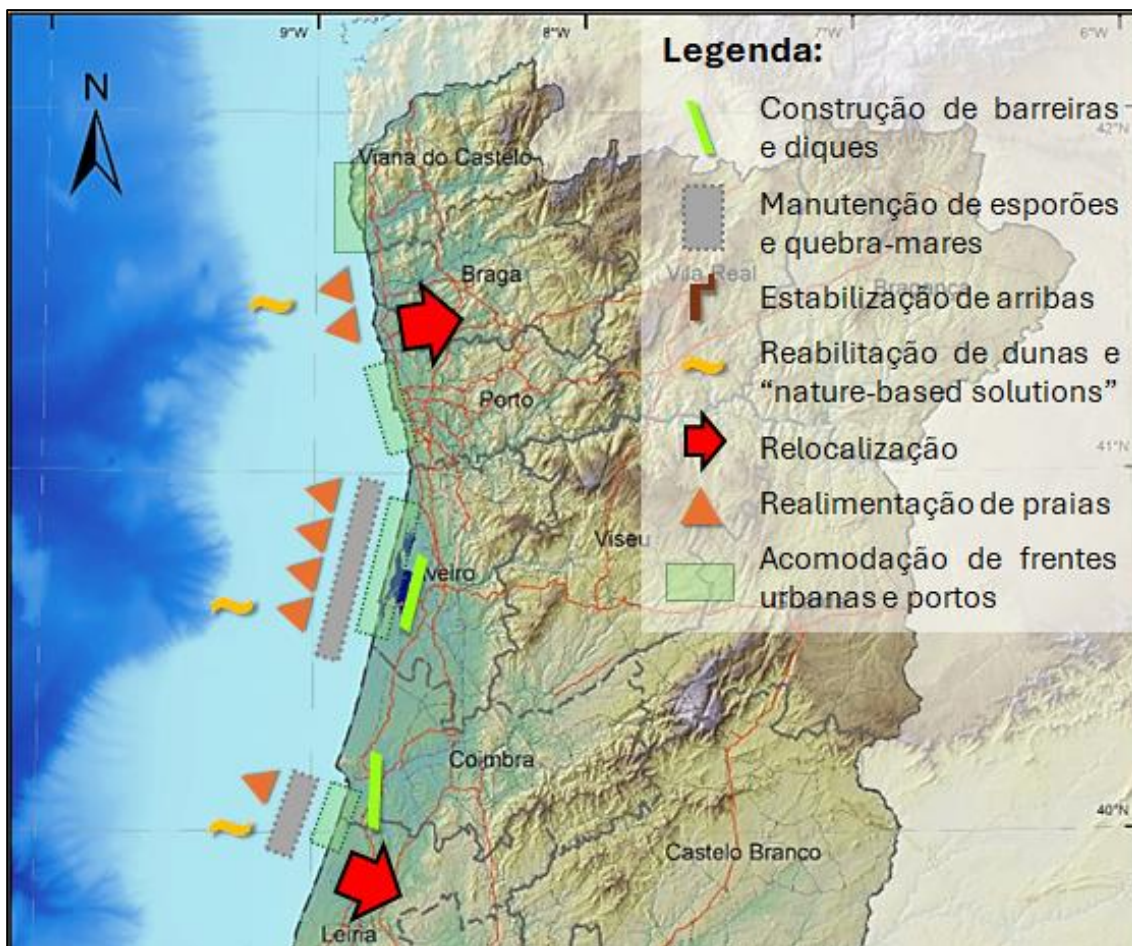


- | | | | |
|---|--|--|---|
| ■ Azambuja | ■ Cartaxo | ■ Santarém | ■ Almeirim |
| ■ Salvaterra de Magos | ■ Benavente | ■ Grândola | ■ Santiago do Cacém |
| ■ Sines | ■ Odemira | | |

Resultados

Medidas de adaptação propostas

Obtidas através de contacto directo com entidades locais e decisores-chave, através de um trabalho de selecção e priorização (WP1).



Resultados

Custos de Adaptação

NOTA: exclusivos para os domínios dos POC

Custos (em €, actualizados a 2023) associados a:

- 1) **Manutenção** das estruturas de protecção pré-existentes
- 2) **Realimentação de praias** de acordo com as tendências projectadas do transporte longitudinal de sedimentos (através da modelação dinâmica)
- 3) **Acomodação de estruturas** através da elevação da cota de coroamento, por forma a suportar as alterações projectadas dos NTAs

Estratégias de adaptação consideradas:

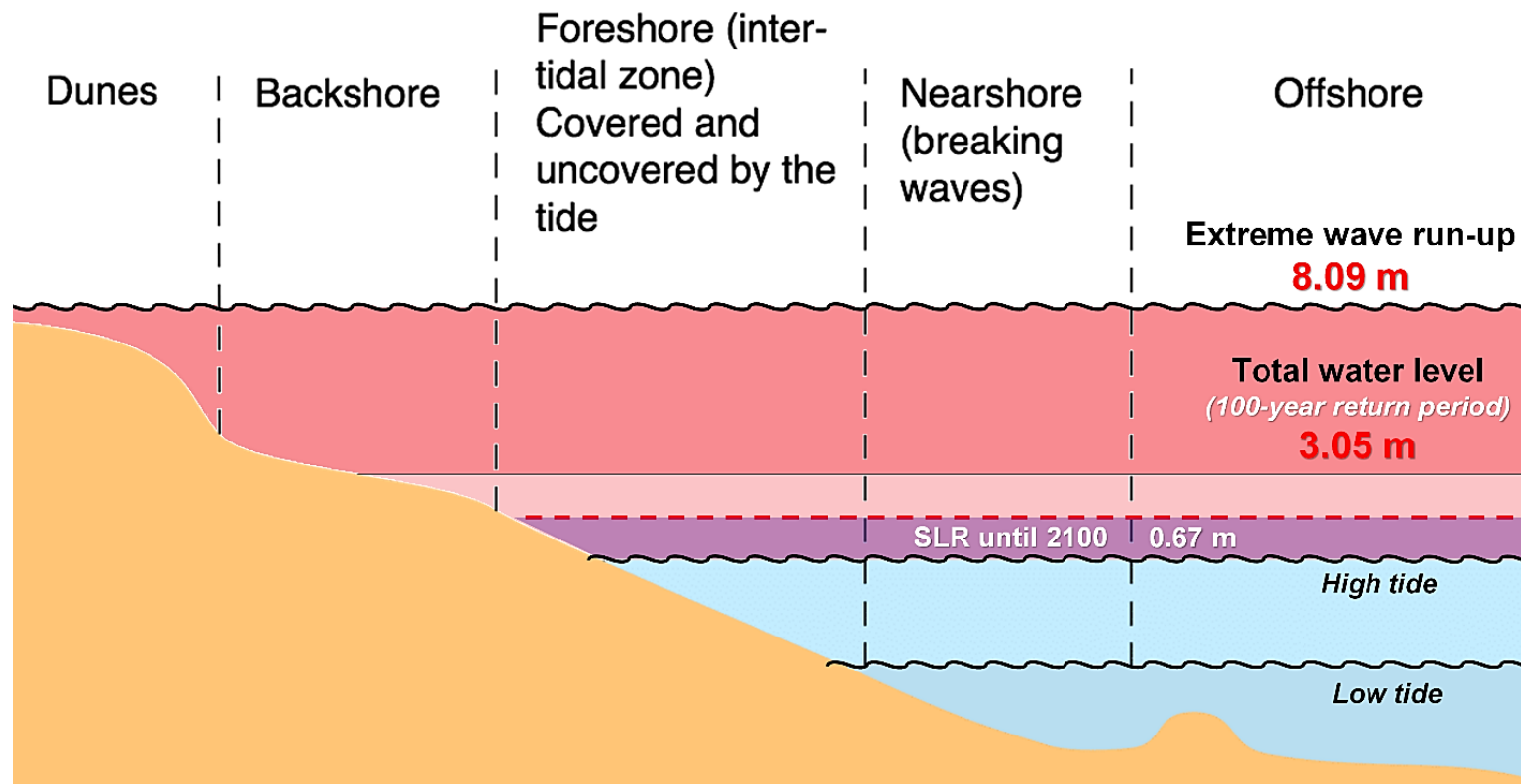
- 1) Realimentação de praias
- 2) Esporões
- 3) Estruturas aderentes
- 4) Quebra-mares (portuários)
- 5) Diques
- 6) Estabilização de arribas



Resultados

RESUMO ALENTEJO

Áreas vulneráveis – ALENTEJO (km ²)		
	2041-2070 (RCP4.5)	2071-2100 (RCP4.5)
Costa aberta	7.9	10.5
Águas Interiores	198.8	206.5
Total	206.7	217.0



ALENTEJO (NUTSII)	2070 (RCP4.5)	2100 (RCP4.5)
Residentes vulneráveis	739	838
Edifícios vulneráveis	520	652
Custo Total de Inação (CTI máximo)	195.6 M€	237.5 M€
CTI máximo (Costa Aberta)	91.1 M€	107.7 M€
Custo de Adaptação (Costa Aberta)	726.4 M€	1165.1 M€
CTI máximo anualizado	4.2 M€/year	3.1 M€/year
Custo de Adaptação anualizado	15.5 M€/year	15.1 M€/year

Troia-Sines

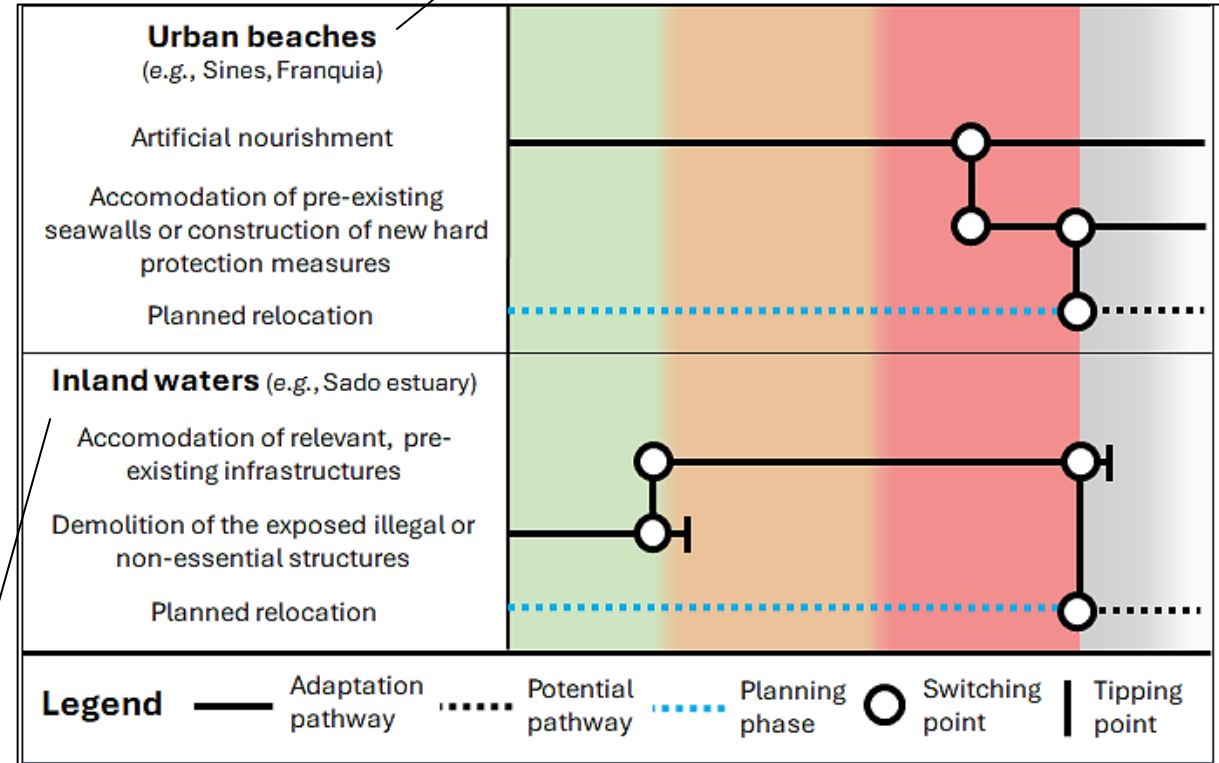
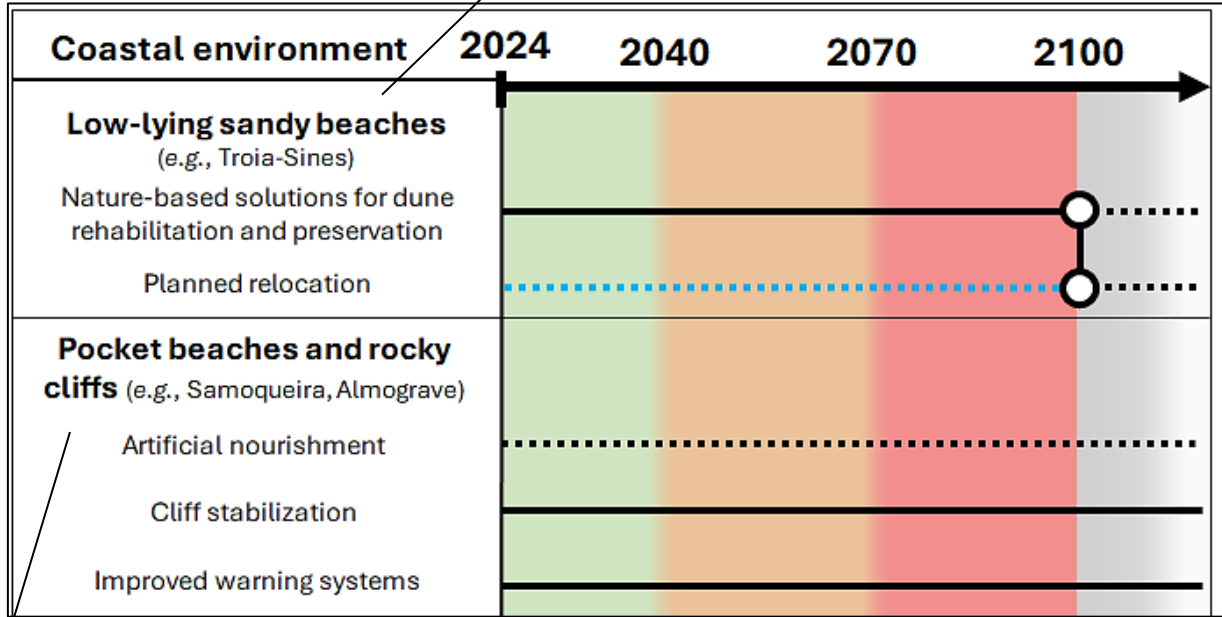


Sines



Resultados

Narrativa de adaptação ALENTEJO



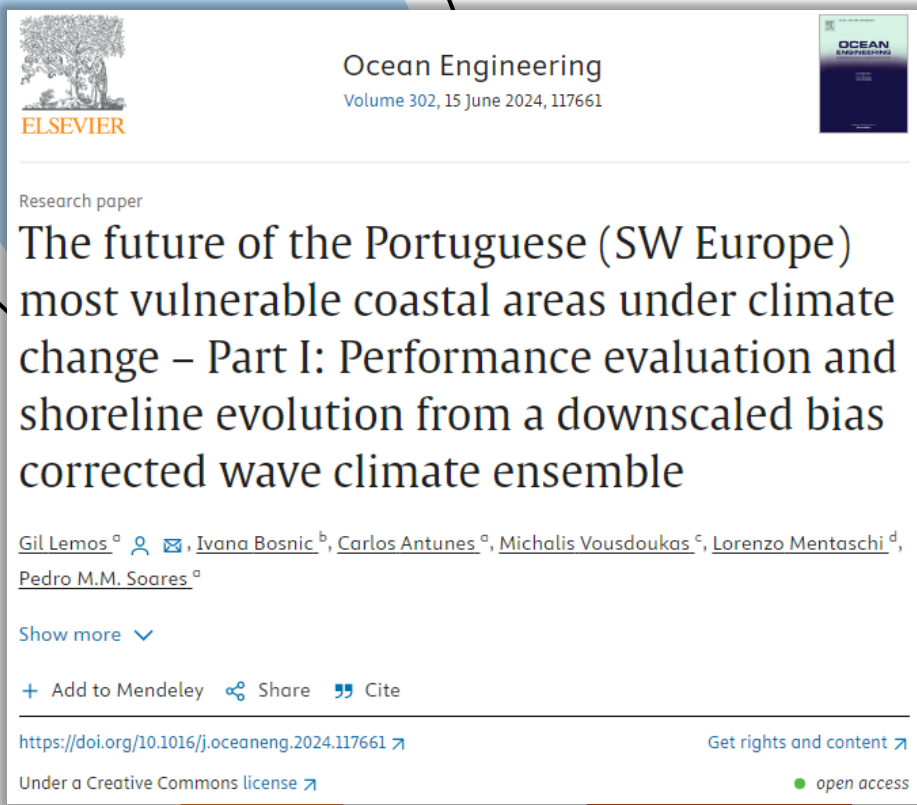
Porto Covo - Samoqueira



Estuário do Sado

Legend — Adaptation pathway - - - - - Potential pathway - - - - - Planning phase ○ Switching point | Tipping point

MUITO OBRIGADO!



Ocean Engineering
Volume 302, 15 June 2024, 117661

Research paper

The future of the Portuguese (SW Europe) most vulnerable coastal areas under climate change – Part I: Performance evaluation and shoreline evolution from a downscaled bias corrected wave climate ensemble

Gil Lemos^a, Ivana Bosnic^b, Carlos Antunes^a, Michalis Vousdoukas^c, Lorenzo Mentaschi^d, Pedro M.M. Soares^a

<https://doi.org/10.1016/j.oceaneng.2024.117661>

Under a Creative Commons license [open access](#)

Roteiro Nacional para a Adaptação 2100

Avaliação da vulnerabilidade do território Português às alterações climáticas 2100

Zonas Costeiras - ALENTEJO

Gil Lemos (grlemos@ciencias.ulisboa.pt)

Carlos Antunes (cmantunes@ciencias.ulisboa.pt)

FCUL Team