

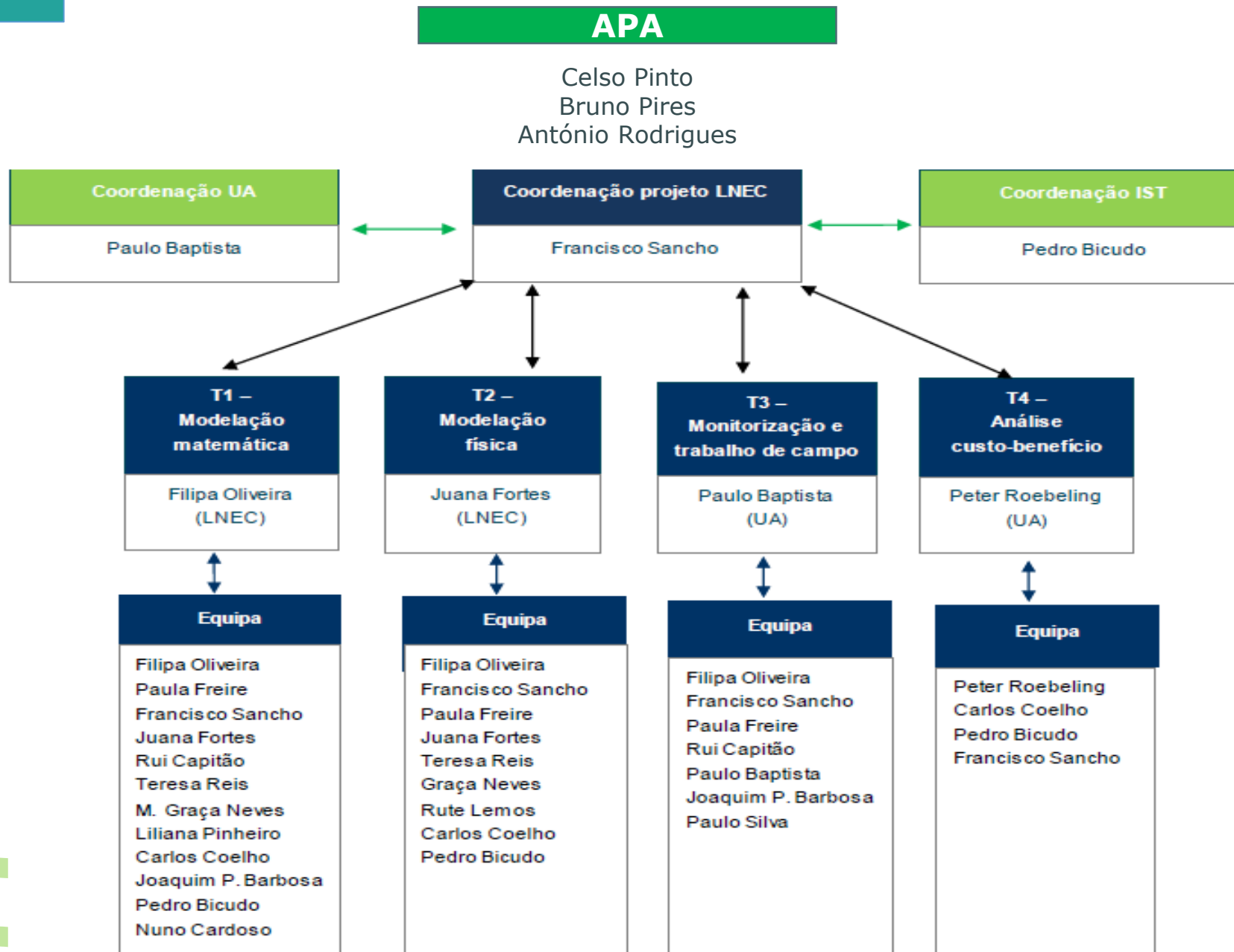


ESTUDO DE CARACTERIZAÇÃO E VIABILIDADE DE UM QUEBRA-MAR DESTACADO MULTIFUNCIONAL EM FRENTE À PRAIA DA VAGUEIRA

Celso Pinto e Bruno Pires

Cofinanciado por:





Objetivo

Cofinanciado por:



- Caracterização e definição de parâmetros de dimensionamento e localização de um quebra-mar destacado, em frente à Praia da Vagueira.
- Apresentar as alternativas e soluções para um quebra-mar destacado, um esquema da solução preliminar e sua localização, a indicação dos principais condicionamentos, um conjunto de peças escritas e desenhadas sobre os trabalhos realizados, e informação sobre a eventual necessidade de obtenção de elementos adicionais para a execução do Projeto da obra.

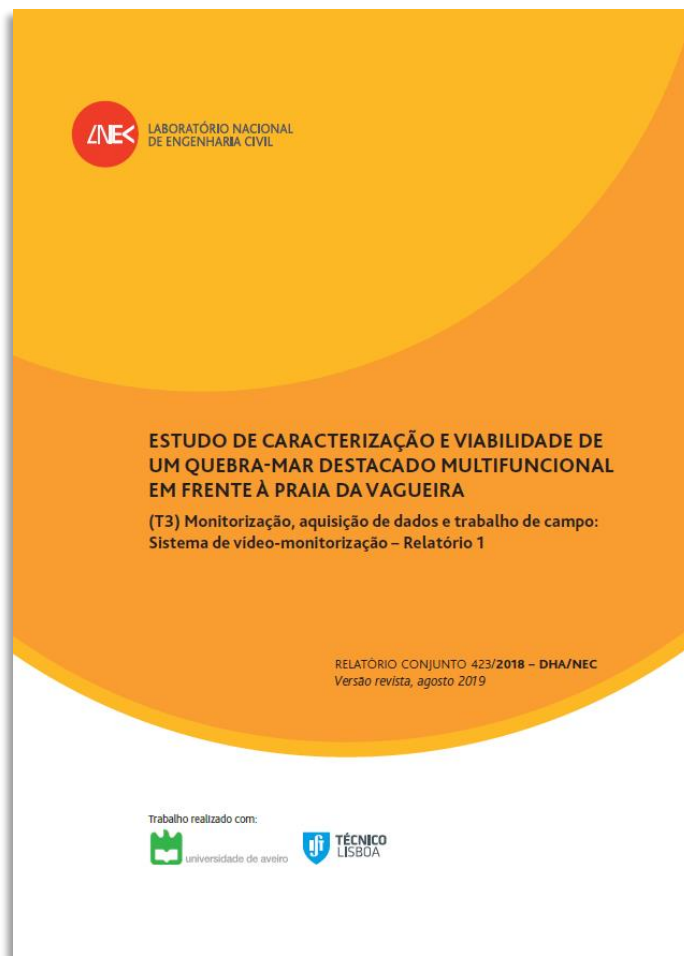
Contratação

- Concurso limitado por prévia qualificação com publicação em Jornal Oficial da União Europeia.
- Preço do Contrato – 324 597,00 € (IVA incluído).
- Operação POSEUR-02-1809-FC-000039 – 75 % de cofinanciamento.
- Prazo de Execução inicial – 24 meses.

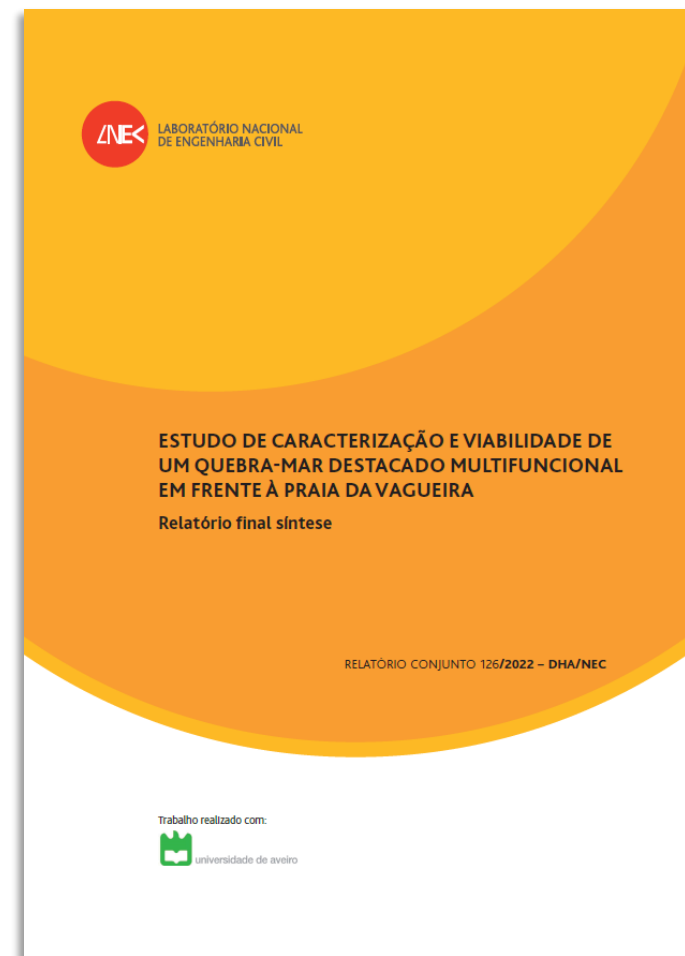
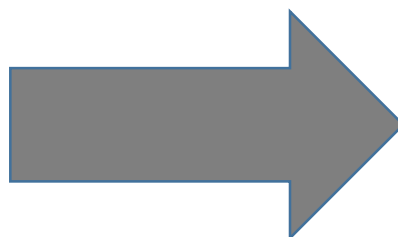


Relatórios

Cofinanciado por:



✓ **878 páginas**
✓ **14 relatórios**



Objetivos - Prioridades

Cofinanciado por:

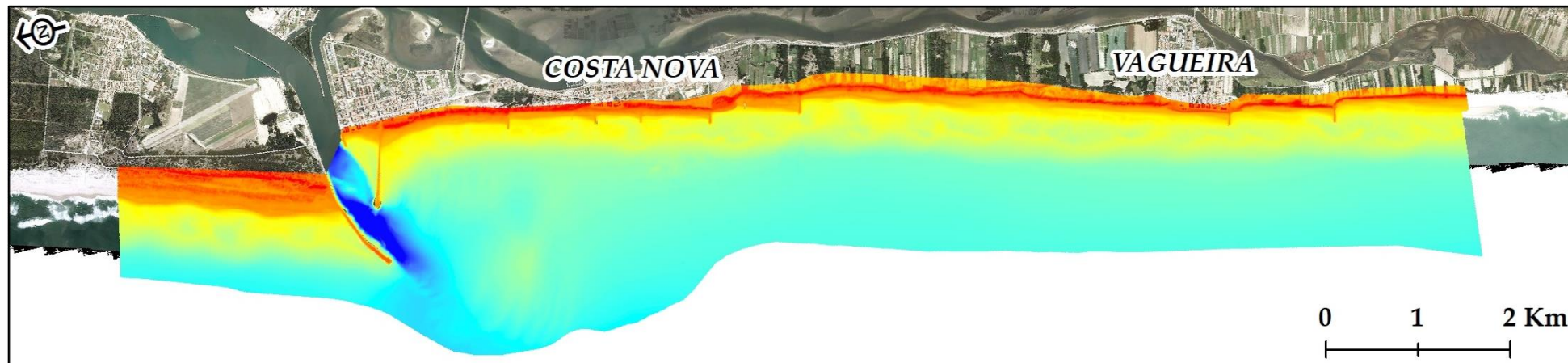


- 1. Reduzir o risco de galgamentos costeiros no aglomerado urbano da Praia da Vagueira.
- 2. Promover o eventual acréscimo do areal da praia emersa em frente à defesa aderente, reforçando a defesa natural contra a erosão e inundação costeira e fomentando o seu maior usufruto pela população e segurança balnear.
- 3. Criar condições físicas para promover ondas de surf de referência, potenciando a economia associada a esta atividade.

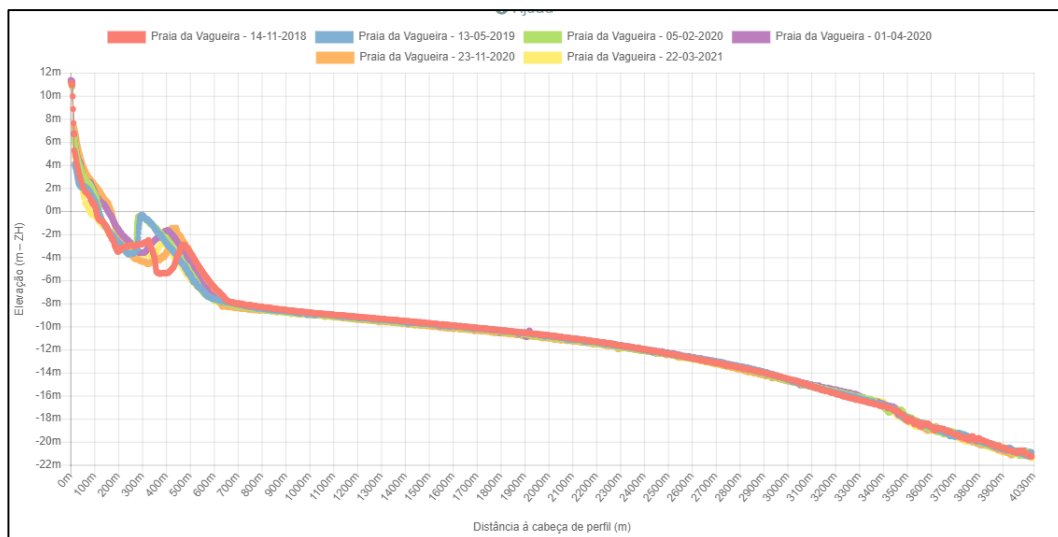


Informação base – Programa COSMO

Cofinanciado por:



■ 2018, 2019, 2020



✓ T1 – Perfil total



✓ T2 – Perfil emerso



✓ T3 – Lev. Integral – Praias



✓ T4 – Lev. Integral – Arribas



✓ T5 – Lev. topo-hidrográfico



Enquadramento

Cofinanciado por:



- Recuo médio = 140 m
- Recuo máx. = 370 m
- Taxa média = - 2.5 m/ano



- Taxa média = +0.1 m/ano



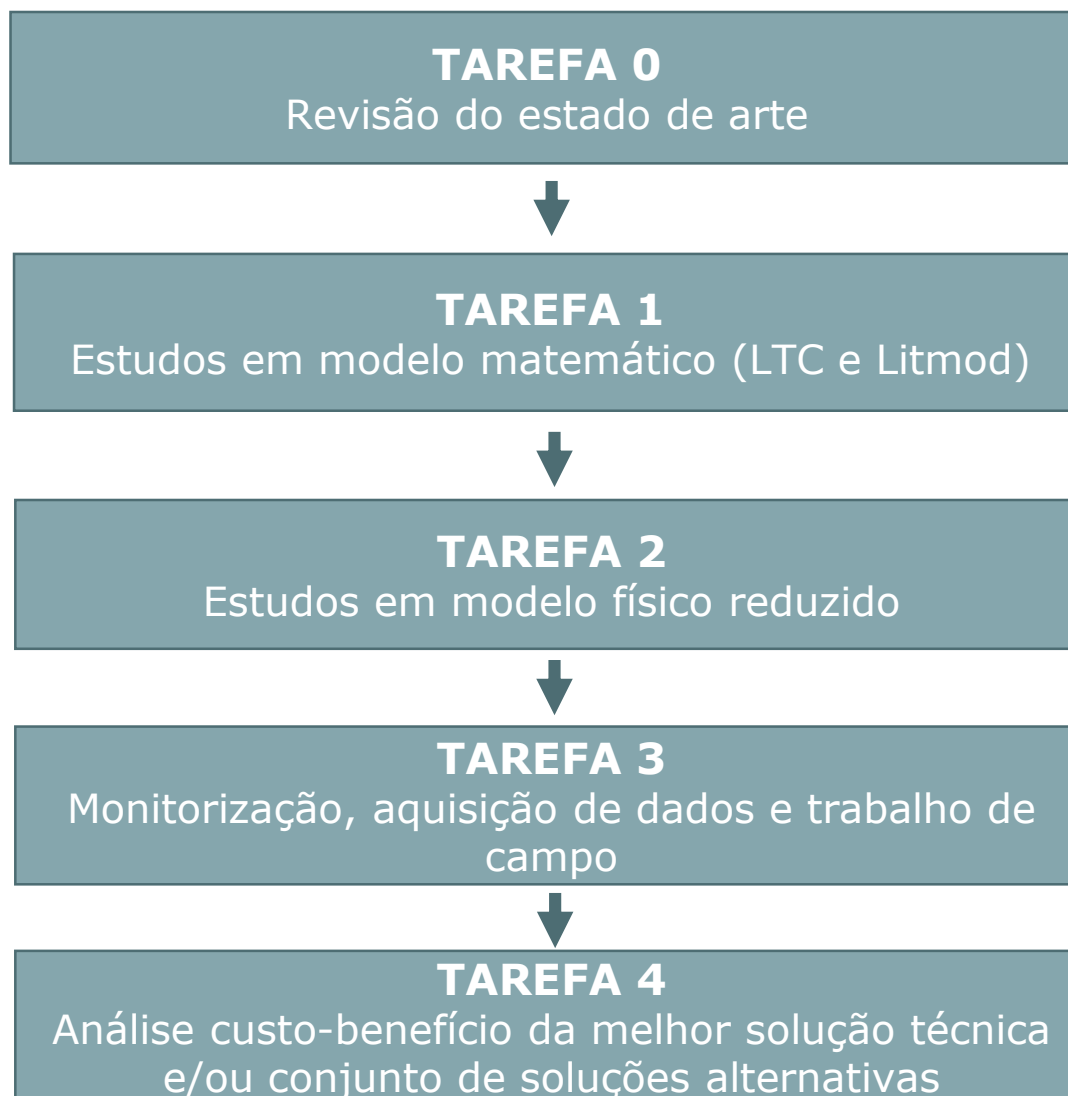
Enquadramento



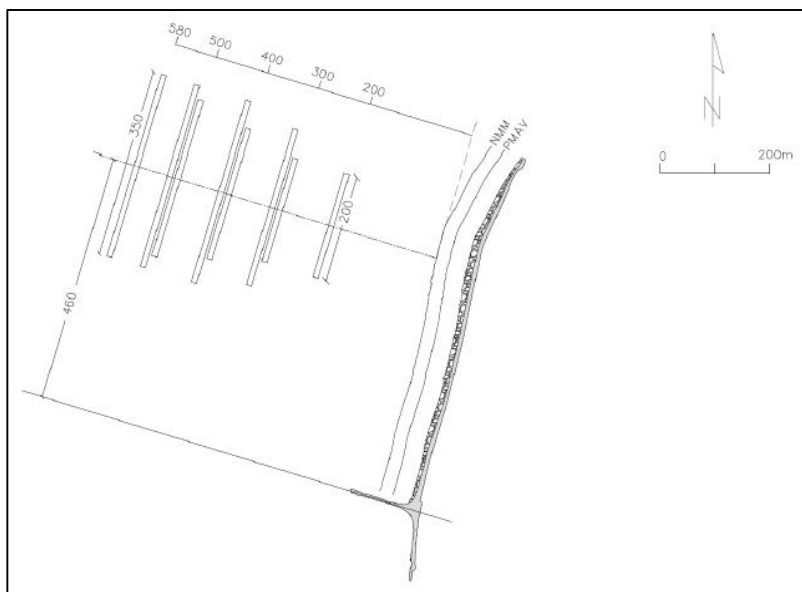
- Taxa média = +2 m/ano

Organigrama de Tarefas

Cofinanciado por:



- A pesquisa bibliográfica, as experiências mundiais existentes, a identificação dos casos de sucesso e de insucesso e os condicionantes impostos pelo litoral da Vagueira, permitiram identificar um conjunto de valores preliminares para os parâmetros mais relevantes relativos à configuração do QMD da Praia da Vagueira.
- A solução procurada ao longo do estudo excluiu, inicialmente, qualquer solução de quebra-mar destacado emerso, **procurando-se assim satisfazer os requisitos com uma estrutura submersa.**



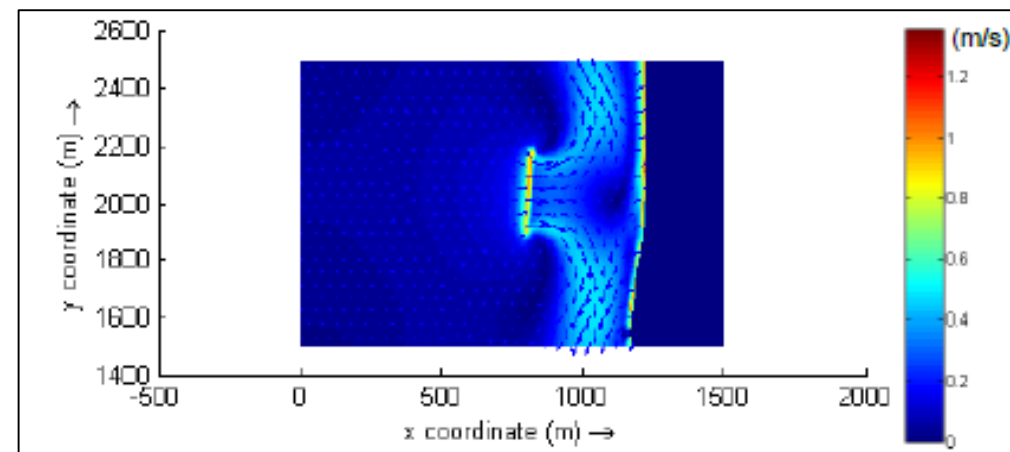
Esquema ilustrativo das localizações e comprimentos de QMD, testados em modelo matemático.

Tarefa 1 - Estudos em modelo matemático

Cofinanciado por:



- Fase A: análise da redução do galgamento e identificação das soluções mais favoráveis que satisfaçam os critérios estabelecidos para este objetivo



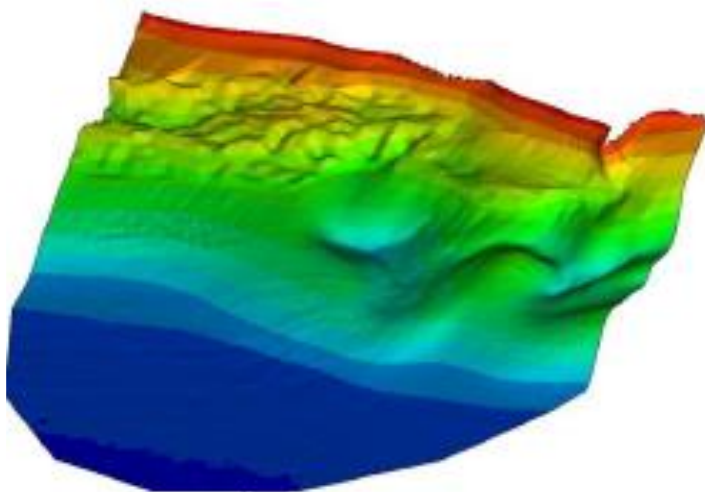
- Fase B: análise do efeito do QMD no acréscimo da praia, para as soluções satisfatórias da fase A, identificando as soluções mais favoráveis que satisfaçam os critérios quanto à redução da erosão costeira;
- Fase C: análise do desempenho do QMD, que sequencialmente constituiu a solução mais favorável das fases A e B, para as condições do surf.

Tarefa 1 - Estudos em modelo matemático

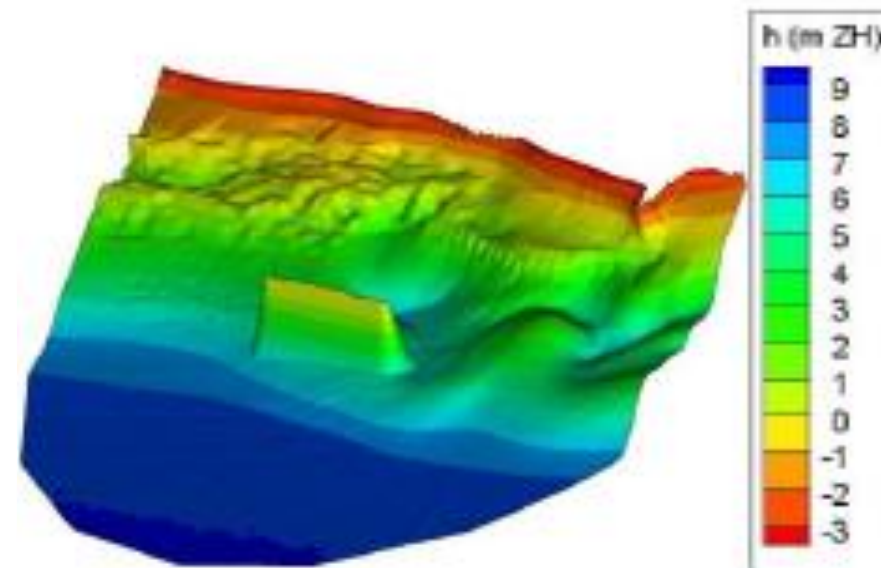
Cofinanciado por:



- Cota coroamento definida = 0,5 m abaixo do nível de baixa-mar de águas vivas média (BMAV=+0,84 m ZH), isto é, à cota $hc=+0,34$ m (ZH).



Batimetria à data de 2018



Batimetria associada à configuração QMD c300d400

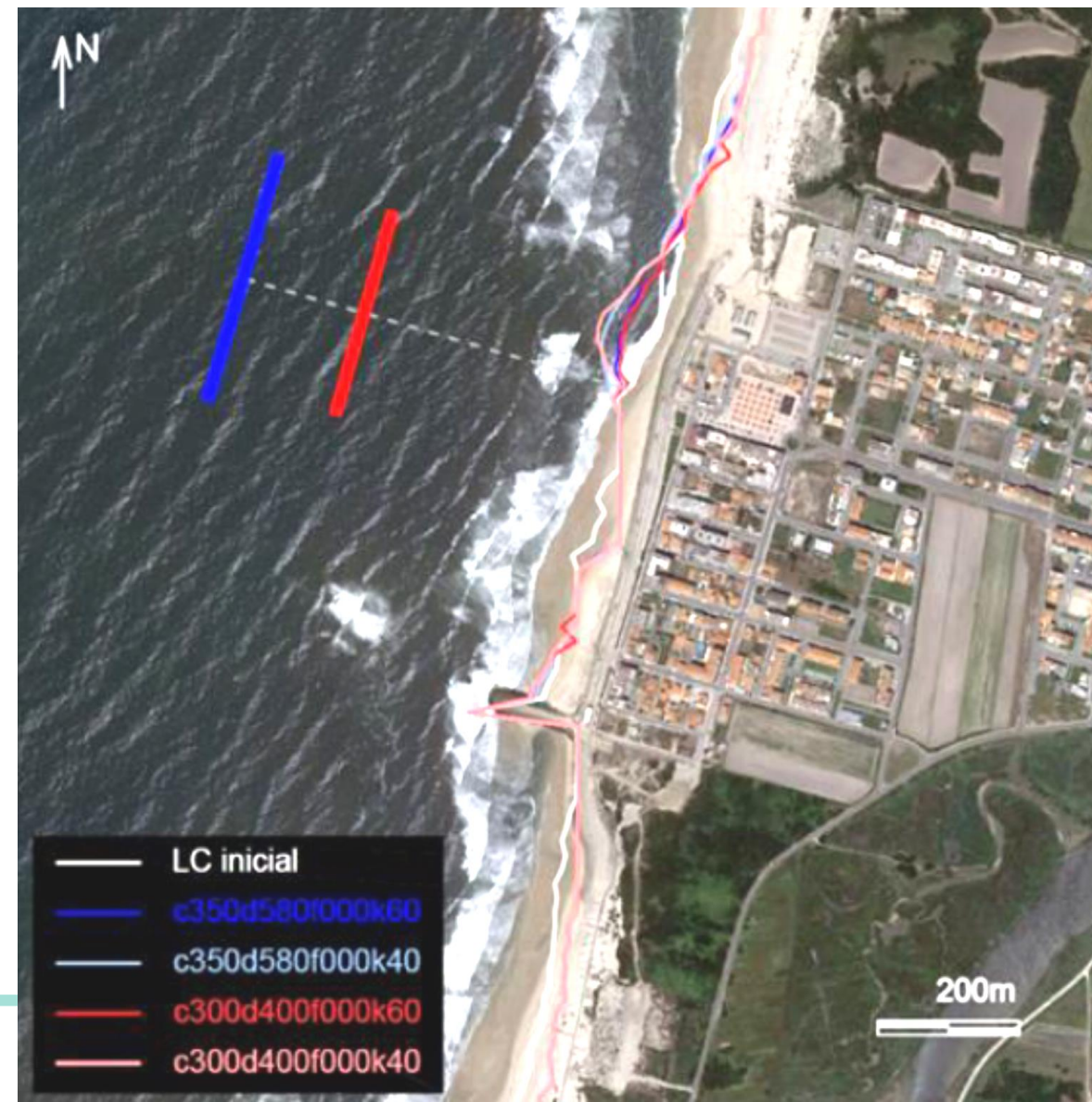
- ✓ **Melhor solução após as fases A e B – C300d400 – QM com 300 m de comprimento e distanciado da linha de costa 400 m.**

Tarefa 1 - Estudos em modelo matemático

Cofinanciado por:

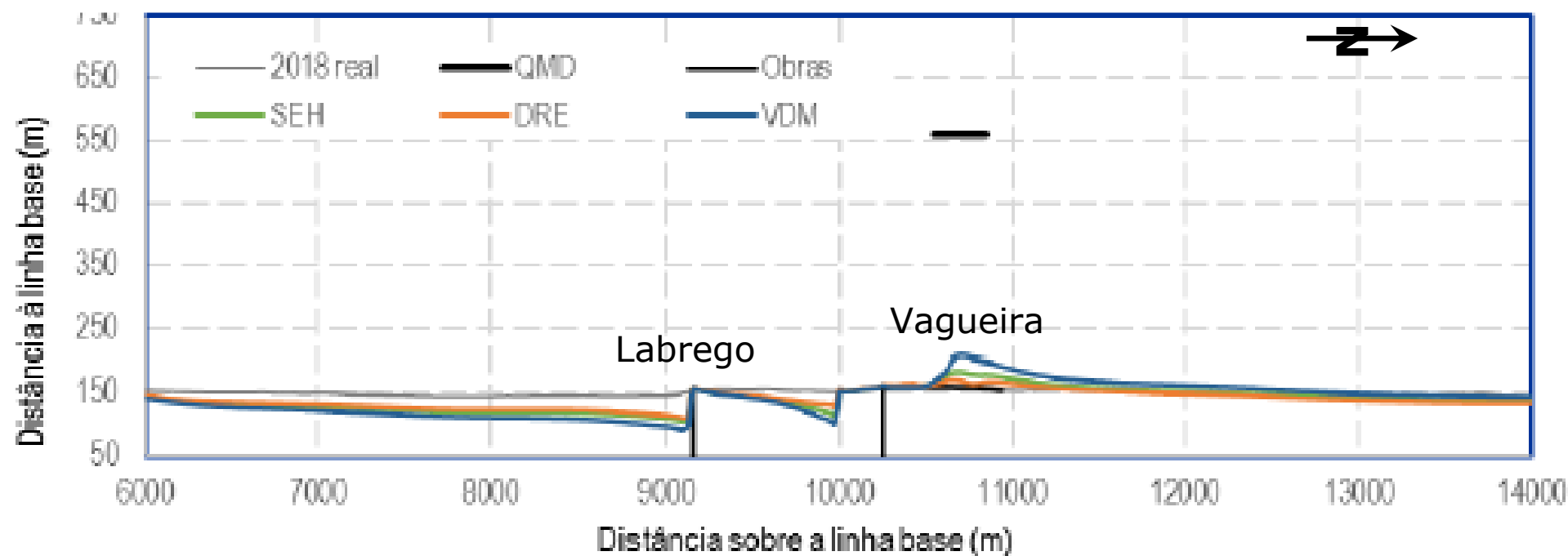


- Comparação da posição da linha de costa ao fim de 20 anos de simulação: cenário de referência (c300d400) e cenário com melhor desempenho (c350d580).



Tarefa 1 - Estudos em modelo matemático

Cofinanciado por:

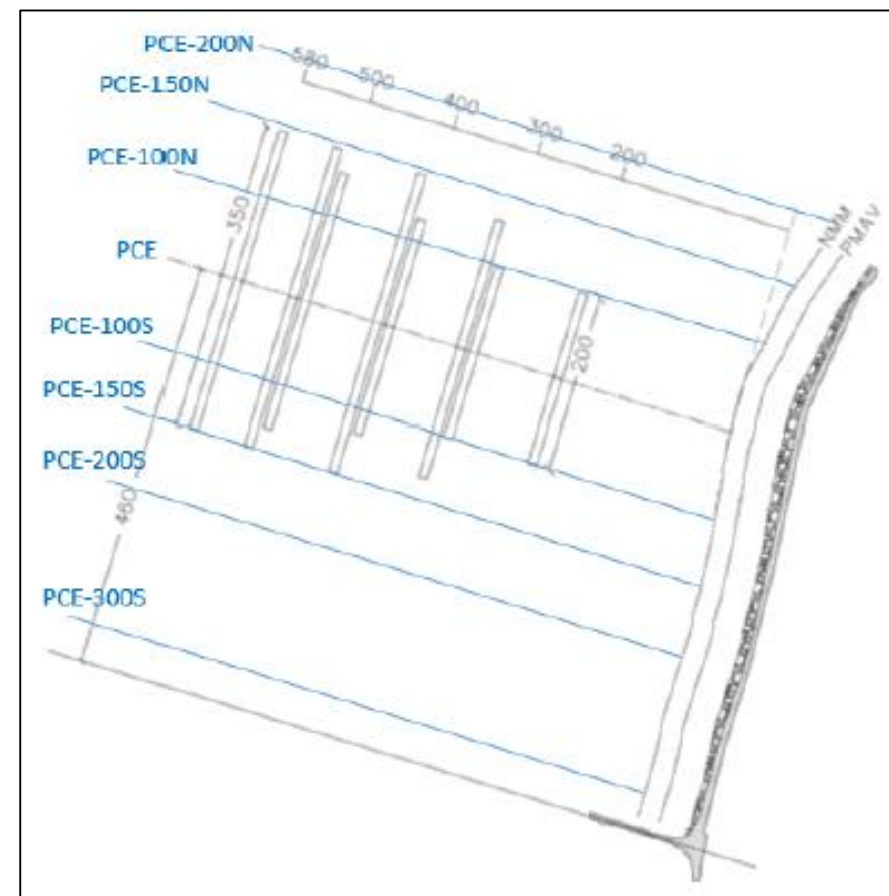


- Simulação com o modelo LITMOD, caso c300d400: evolução da linha de costa entre 2018 e 2038.



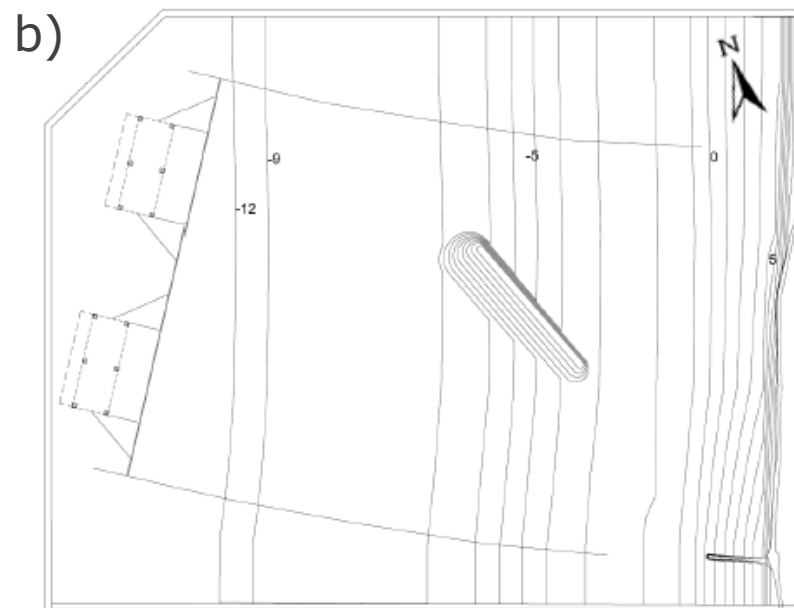
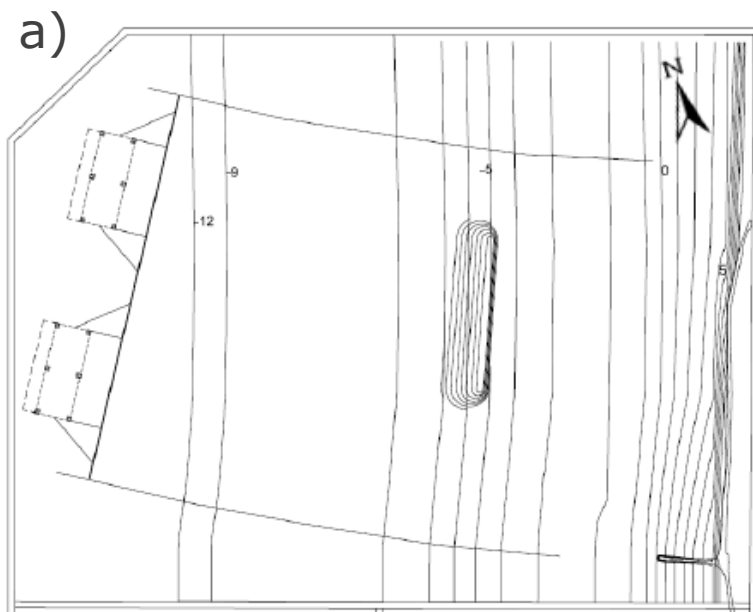
- **RISCO DE GALGAMENTO**

- ✓ Para a **situação atual obteve-se um risco insignificante para todos os perfis (i.e., não é preciso levar a cabo medidas de controlo de risco).**
- ❑ Potencial conflito entre a implantação do QMD e a mobilidade natural do sistema de barras submersas que podem ter uma elevada expressão vertical e beneficiar de intervenções de saturação da deriva a norte.

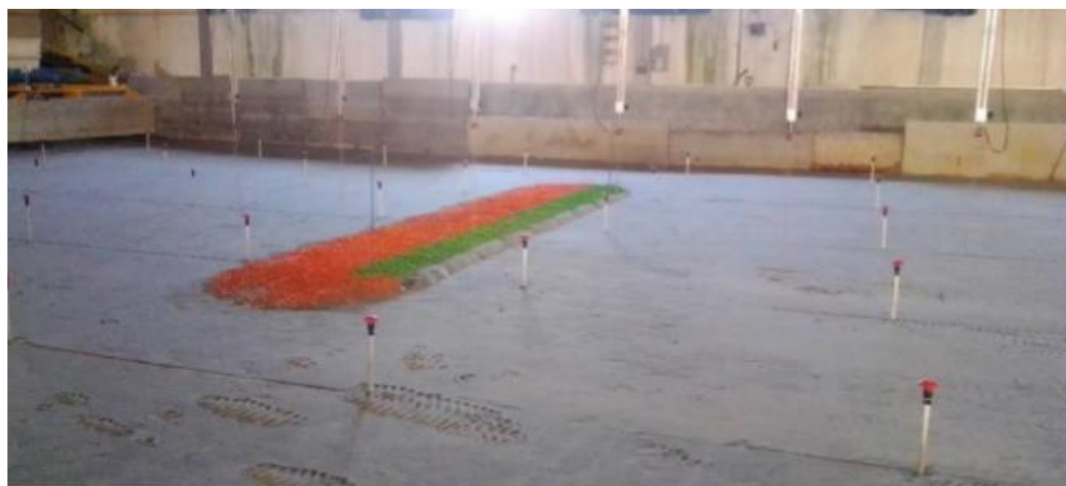


Tarefa 2 - Estudos em modelo físico reduzido

Cofinanciado por:



- Planta do modelo físico construído, com implementação da solução de QMD c300d400: a) paralelo à linha de costa; b) oblíquo à linha de costa



Tarefa 2 - Estudos em modelo físico reduzido

Cofinanciado por:



- **Promoção de ondas de surf de referência**
- Para a execução desta análise recorreu-se a duas metodologias complementares, modelação física e modelação numérica.

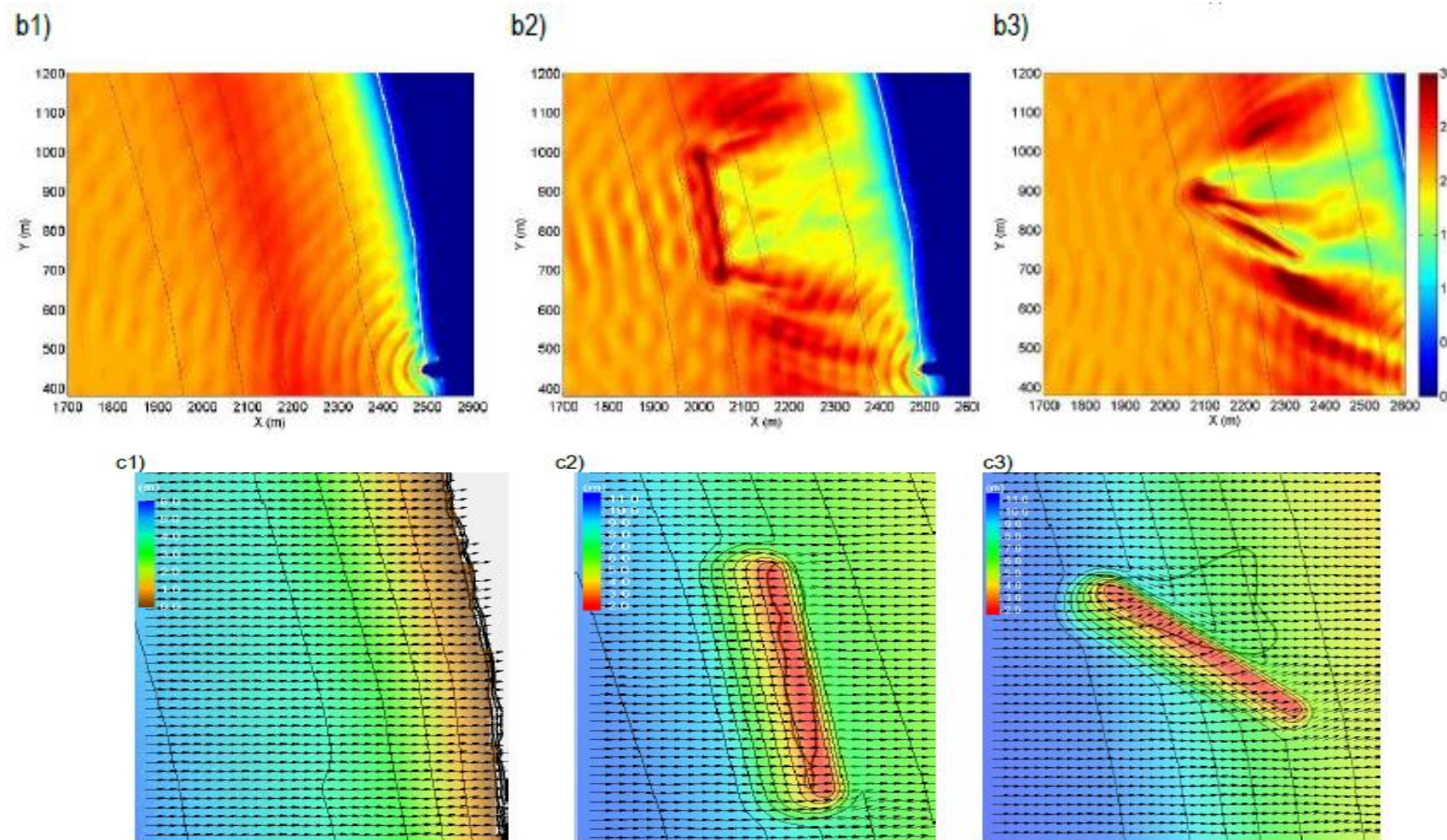


Figura 6.1 – Ensaios físicos: variação da superfície livre e posição da linha de rebentação. a1) sem QMD; a2) QMD 0°; a3) QMD 45°. Agitação regular: $T=12$ s; $H_s=2,0$ m, NMM



Promoção de ondas de surf de referência

Cofinanciado por:



Resultados numéricos: b) altura de onda significativa, c) direção de onda e posição da linha de rebentação: 1) sem QMD, 2) QMD 0°; 3) QMD 45°. Agitação regular: $T=12$ s; $H_s=2,0$ m, NMM



Promoção de ondas de surf de referência

Cofinanciado por:



- **Situação atual, sem QMD**
 - Adequada para a prática de surf.
 - Ângulos de rebentação próximos de 0° e uma rebentação do tipo progressivo, que ocorre ao longo de uma distância suficientemente longa, **proporcionam condições de surf adequadas para surfistas iniciantes;**
- **QMD paralelo à costa,**
 - Os ângulos de rebentação são próximos de 0° , **não sendo adequados para a prática de surf.**
 - Junto à costa as **condições de surf poderão piorar** na zona de sombra do QMD;
- **QMD 45°**
 - Os ângulos de rebentação variam entre 40° - 50° , **sendo adequados à prática de surf por surfistas experientes e profissionais.**
 - As **condições de surf junto à costa poderão piorar** na zona de sombra do QMD.



Cofinanciado por:



Tarefa 3 – Monitorização e aquisição de dados

Cofinanciado por:

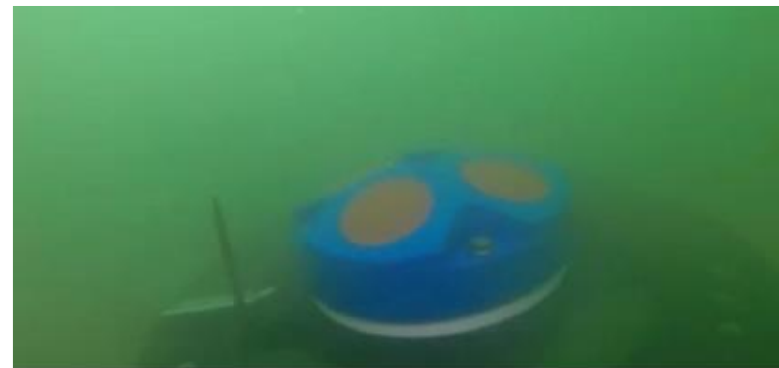


Velocidade da corrente



- Lançamento e recolha de flutuadores e exemplo de um flutuador que atingiu a praia.

- Perfil de correntes na coluna de água e parâmetros de agitação marítima (altura significativa, período, direção média, etc.)



- Correntómetros acústicos (ADCP)



Síntese T1, T2, T3

Cofinanciado por:



- Todas as 10 configurações de QMD ensaiadas induzem o crescimento de um saliente, cuja largura máxima varia, aproximadamente, entre 10 e 60 m, dependendo das características geométricas do QMD, do coeficiente de transmissão e das características da agitação marítima incidente;
- A solução c300d400, paralelo à costa, é a que melhor compatibiliza os resultados da redução do risco de erosão e de promoção do acréscimo de praia com o da redução do risco de galgamento (ainda que este atualmente seja insignificante)
- O QMD de referência favorece a formação de correntes de circulação divergentes. Nestas condições, sob o ponto de vista de atividade balnear, a magnitude das correntes é elevada, podendo pôr em causa a segurança de banhistas
- A elevada dinâmica sedimentar na zona de estudo e forte variabilidade morfológica acima da cota -8 m (ZH), não só dificulta a previsibilidade do impacto do QMD na morfologia adjacente, como também favorece a mobilidade dos canais devidos às correntes divergentes geradas pelo QMD, constringindo, assim, a estabilidade do saliente e da permanência do aumento da largura da praia.



T4 – Análise custo-benefício

Cofinanciado por:



▪ Análise custo-benefício de 4 alternativas para a construção de QMD:

- Variam no comprimento da estrutura (c) e na distância à linha de costa (d), numa combinação de 4 cenários designados c200d200, c300d400, c350d400 e c350d580.
- A análise efetuada acarreta elevada incerteza na estimativa do custo de investimento inicial e dos custos de manutenção periódica do QMD, os quais só poderão ser melhor estimados em fase de projeto da obra.

Cenário	Ano	CT (€)
c200d200	5	3 081 288
	10	3 312 825
	15	3 517 469
	20	3 698 345
c300d400	5	14 596 365
	10	15 693 176
	15	16 662 596
	20	17 519 423
c350d400	5	16 999 684
	10	18 277 086
	15	19 406 123
	20	20 404 028
c350d580	5	31 567 070
	10	33 939 105
	15	36 035 639
	20	37 888 669

LITMOD	
BT (€)	VAL (€)
1 700 440	-1 380 849
7 040 996	3 728 171
13 117 318	9 599 848
18 766 382	15 068 037
2 297 816	-12 298 550
8 672 449	-7 020 727
16 705 485	42 889
23 681 629	6 162 206
2 617 027	-14 382 656
10 091 187	-8 185 899
18 393 779	-1 012 344
25 962 161	5 558 134
2 750 638	-28 816 432
9 538 943	-24 400 162
17 092 979	-18 942 660
23 521 889	-14 366 779

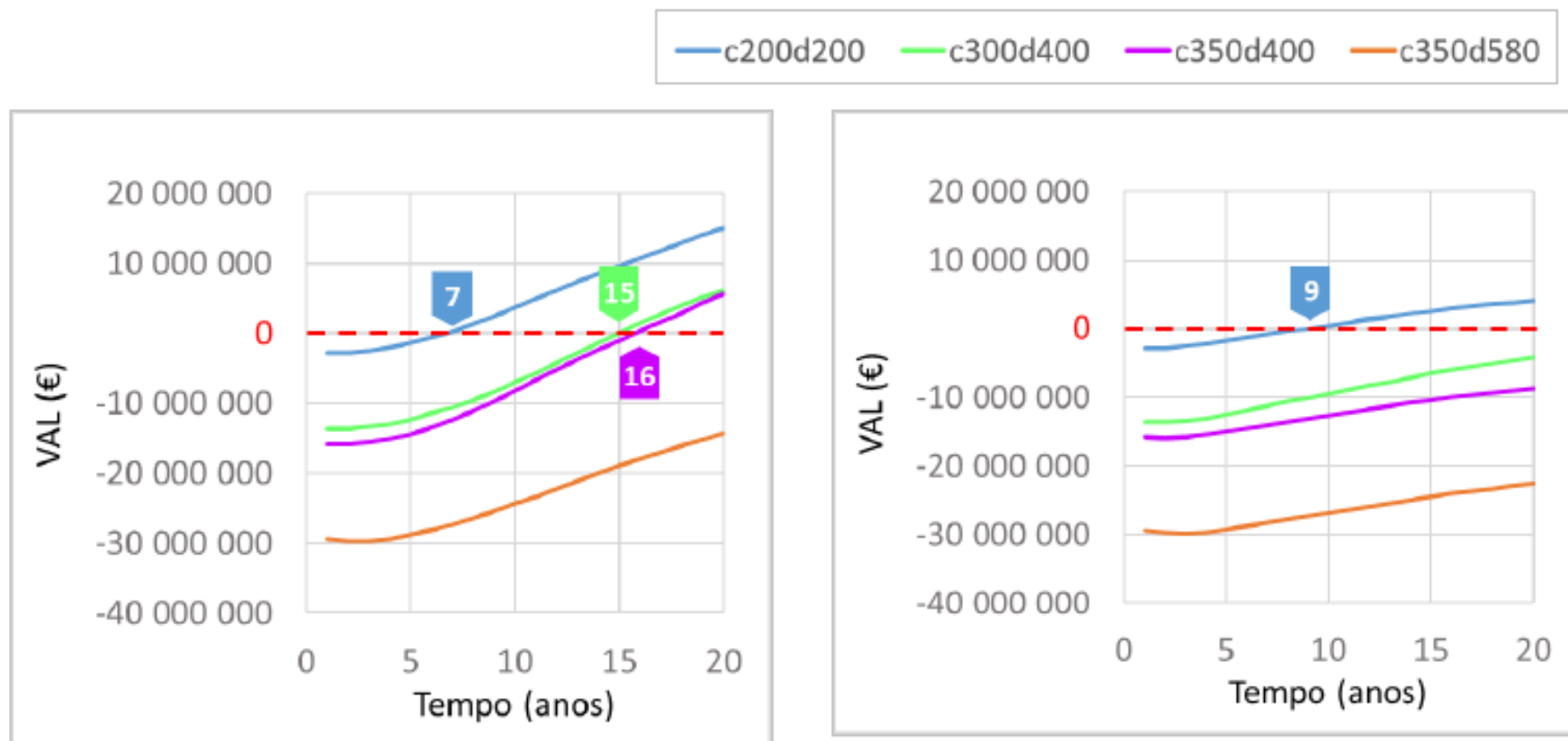
LTC	
BT (€)	VAL (€)
1 304 372	-1 776 917
3 816 789	503 964
6 098 272	2 580 803
7 801 473	4 103 128
2 137 381	-12 458 985
6 250 043	-9 443 133
10 118 036	-6 544 560
13 427 939	-4 091 484
1 964 488	-15 035 196
5 673 355	-12 603 730
9 015 451	-10 390 672
11 701 460	-8 702 568
2 350 396	-29 216 674
7 109 821	-26 829 284
11 550 829	-24 484 809
15 261 406	-22 627 262

Cenário	Valor médio €
c200d200	2 819 327
c300d400	13 355 425
c350d400	15 554 420
c350d580	28 883 330

Determinação do valor atual líquido (VAL) em função dos custos (CT) e benefícios (BT) acumulados aos anos 5, 10, 15 e 20 de simulação, para cada cenário.

T4 – Análise custo-benefício

Cofinanciado por:



Valor atual líquido (VAL) de cada cenário.

a) LITMOD

b) LTC

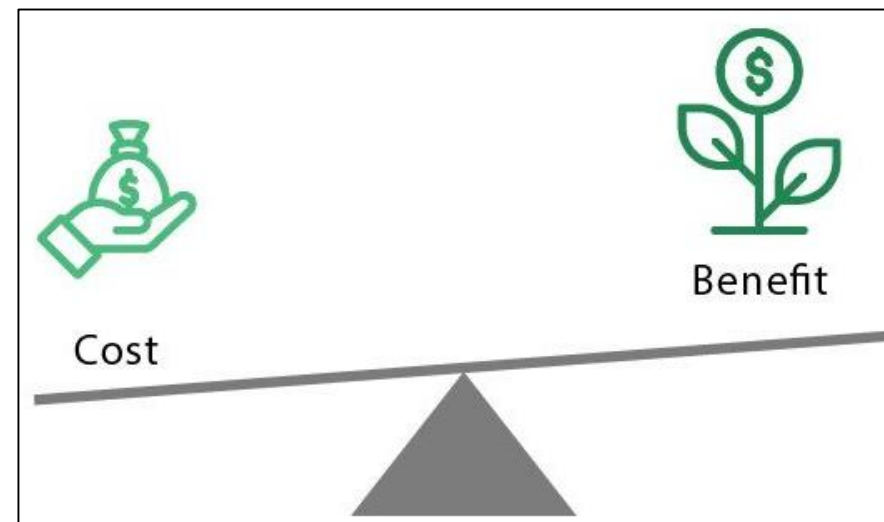


T4 – Análise custo-benefício

Cofinanciado por:



- O cenário c300d400 aparentou ser uma solução alternativa potencialmente viável atendendo às previsões do modelo de linha de costa LITMOD, mas não segundo as previsões do modelo LTC.
 - Este cenário **não deverá ser economicamente viável**.
- A intervenção alternativa c200d200 parece apresentar uma solução viável relativamente pouco dispendiosa, mas também com benefícios relativamente baixos.



■ ASPETOS POSITIVOS

- É tecnicamente viável a construção do QMD
- QMD pode acolher outras funções (e.g. aumento da biodiversidade)
- VAL positivo em 10 anos – solução com menores custos
- Solução c300d400 – compatibiliza a redução do risco de erosão, crescimento da praia e redução do galgamento

■ ASPETOS NEGATIVOS

- Saliente na linha de costa na zona protegida do QMD com largura de apenas 10m a 60m
- Assentamento QMD – perda de eficácia ao longo do tempo em termos de acréscimo da praia
- Sem intervenção de reforço aluvionar (i.e. AA) – implica maior erosão a sul do esporão da Vagueira (maior que aquela que ocorreria se não fosse construído nenhum QMD)



■ ASPETOS NEGATIVOS

- Acréscimo do areal na praia da Vagueira e redução da erosão a sotamar – só serão amplificados se forem feitas AA
- Solução c300d400 – pode não ser economicamente viável
- Incertezas e diferenças entre os modelos de projeção da evolução da linha de costa – LITMOD vs LTC
- Grande incerteza na estimativa do custo de investimento inicial e dos custos de manutenção periódica do QMD
- QMD c300d400d pode favorecer a formação de correntes de circulação que poderão por em causa a segurança de banhistas
- QMD vai aumentar a erosão a sotamar
- Caso se execute o QMD recomenda-se a sua conjugação com AA
- QMD não resolve o défice sedimentar neste troço – apenas proporciona proteção local (núcleo urbano)
- A implantação do QMD c300d400 conflitua com a mobilidade natural e morfologia do sistema de barras submersas – pode provocar alterações na dinâmica sedimentar
- Dificuldade na realização de operações de manutenção do QMD
- Grande incerteza nos resultados da análise custo-benefício (devido à elevada incerteza nas estimativas de custo e de manutenção)



▪ TRABALHOS COMPLEMENTARES

- Necessidade de comparar a viabilidade da construção do QMD com outras intervenções (AA ou alterações das estruturas existentes)
- Estudar em maior pormenor soluções alternativas (e.g. AA)

▪ **Aspetos factuais**

- Situação atual tem um risco de galgamento insignificante ao longo de quase toda a defesa longitudinal aderente.
- Entre 2018 e 2021 a zona central da praia da Vagueira tem evoluído no sentido da acreção e de ganho de volume na praia emersa.

Considerações finais

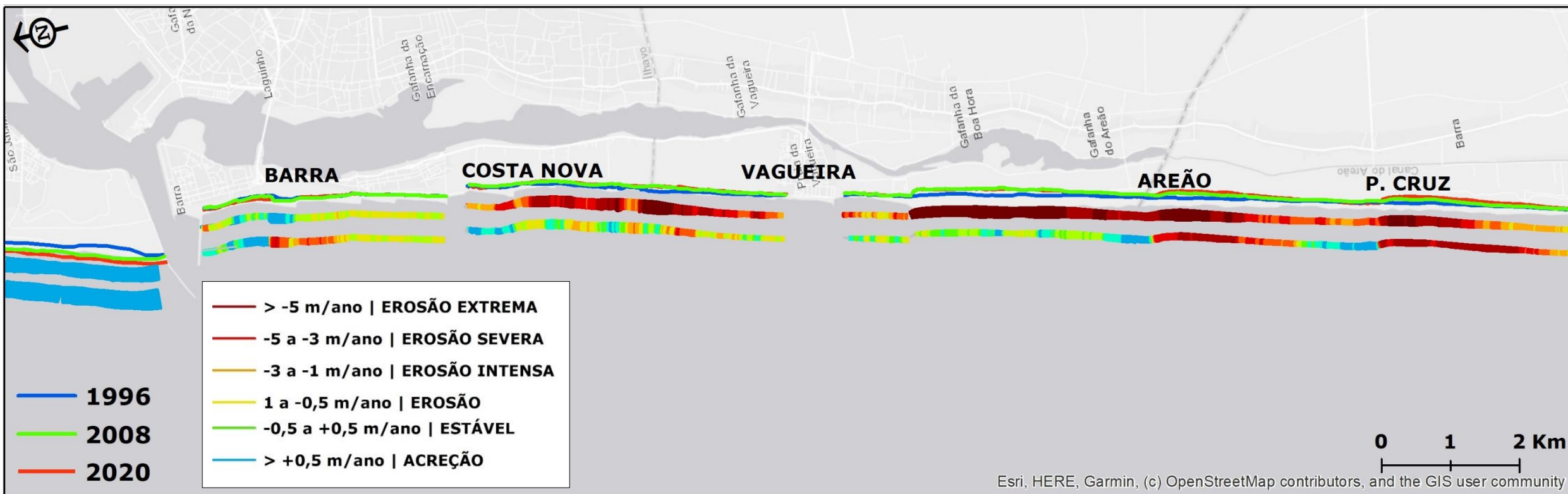
Cofinanciado por:



▪ Reposição do balanço sedimentar

▪ 1996 a 2008 $\approx 3.2 M m^3$ | $266\,000 m^3/ano$

▪ 2008 a 2020 $\approx 7.6 M m^3^*$ | $630\,000 m^3/ano$



➤ 1996 a 2008 = $-2.5 m/ano \pm 2,5$ | 75 % EROSÃO (21 % Extrema; 28 % Severa; 37 % Intensa); 25 % Estável ou Acreção

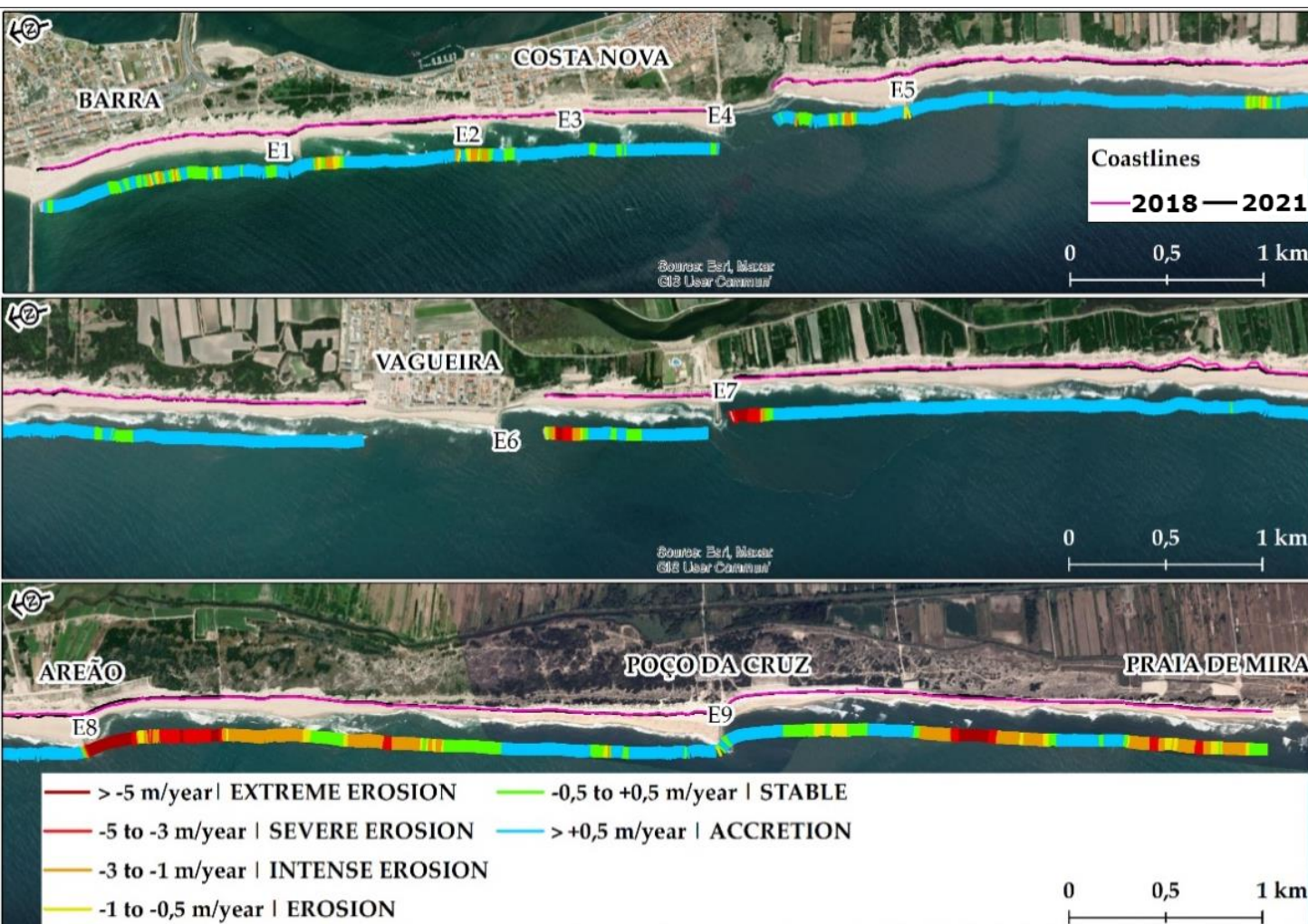
➤ 2008 a 2020 = $-0.24 m/ano \pm 0.1$ | 35 % EROSÃO (15 % Severa; 66% Intensa); 65 % Estável e Acreção

Considerações finais

Cofinanciado por:



▪ Reposição do balanço sedimentar



- 77 % do troço encontra-se classificado como “Estável” ou em “Acreção”;
- 23 % em erosão;
- Taxa = + 2 m/ano



➤ + de 7 M m³ depositados entre 2010 e 2020

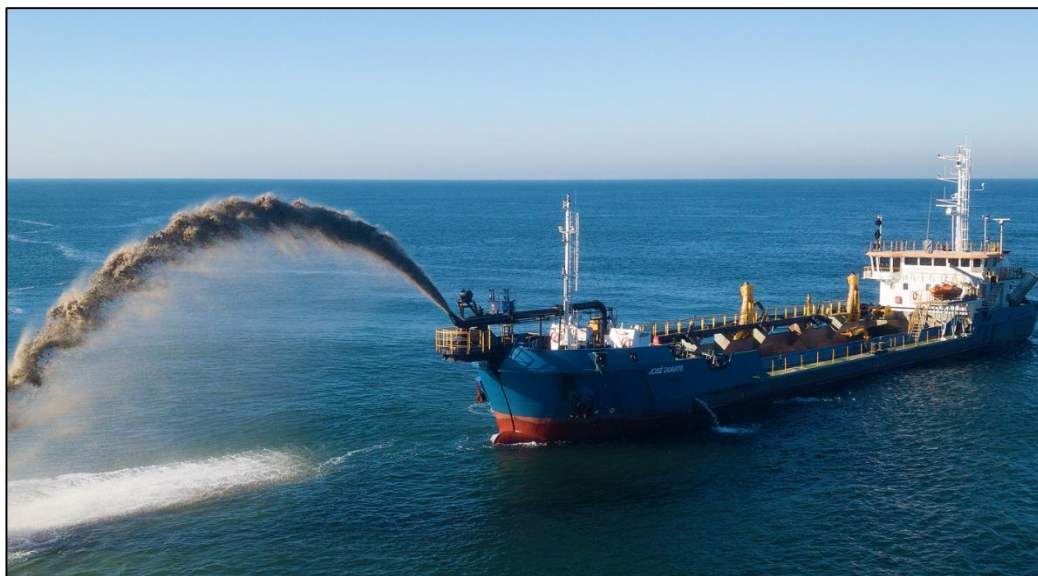
O que fazer?

Cofinanciado por:

POSUR
PROGRAMA OPERACIONAL
SUSTENTABILIDADE E EFICIÊNCIA NO USO DE RECURSOS
2014-20

PORTUGAL
2020

UNIÃO EUROPEIA
Fundo de Coesão



- Reposição do balanço sedimentar (ENGIZC, 2009; GTL, 2014; GTS, 2015; POC)
- Alimentação artificial (praia emersa ou imersa)



Como?

Cofinanciado por:



❑ Dragagem de manchas de empréstimo "offshore"



- 28 M m³ disponíveis na mancha de empréstimo
- Candidatura intervenção ao PACS (2 a 3 M m³) (EIA + PE) – 2025

❑ Dragagens de manutenção/aprofundamento associadas à atividade portuária

- Plano de Dragagens 2022-2026

- 5 anos
- 3 milhões m³
- ≈ 600 000 m³/ano

