



XII CPGZC

XII CONGRESSO SOBRE PLANEAMENTO E GESTÃO DAS ZONAS
COSTEIRAS DOS PAÍSES DE EXPRESSÃO PORTUGUESA

Zonas Costeiras Inteligentes

ATLANTICSENSE: UMA PLATAFORMA METEOCEANOGRÁFICA OPERACIONAL PARA PREVISÃO DE PERIGOS COSTEIROS EM PORTUGAL

Nícolas de Assis Bose, Soraia Romão, Luís Pedro Almeida, Catarina
Cecílio, Andreia Silva, Francisco Campuzano, Caio Fonteles



XII CPGZC

XII CONGRESSO SOBRE PLANEAMENTO E GESTÃO DAS ZONAS
COSTEIRAS DOS PAÍSES DE EXPRESSÃO PORTUGUESA

Zonas Costeiras Inteligentes



Zonas costeiras sob pressão



Verão de 2025 — swell de longo período em praias com
ocupação máxima.

- Costa continental extensa e fortemente exposta à variabilidade meteoceanográfica do Atlântico Norte.
- Processos compostos — wave setup, run-up , maré e morfologia — geram inundação, galgamento e erosão.
- A informação de alerta permanece técnica, pouco localizada e desalinhada das necessidades operacionais.

Como transformar dados
meteoceanográficos complexos em
indicadores que apoiem decisões
rápidas, à escala da praia?



XII CPGZC

XII CONGRESSO SOBRE PLANEAMENTO E GESTÃO DAS ZONAS
COSTEIRAS DOS PAÍSES DE EXPRESSÃO PORTUGUESA

Zonas Costeiras Inteligentes

A Plataforma: AtlanticSense

6 dias

Horizonte operacional,
passo horário

Diária

Atualização das
previsões de perigo

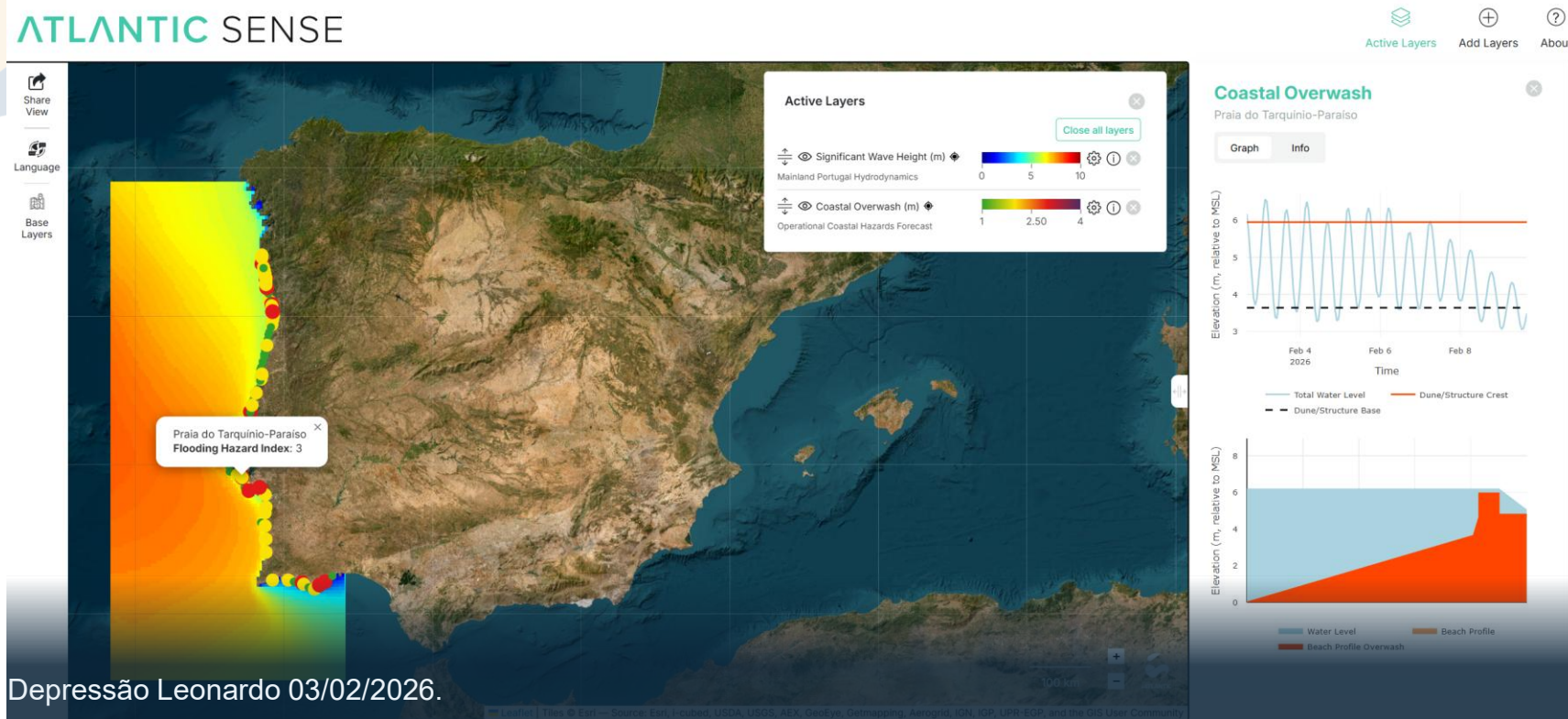
Nacional

Perfis ao longo de
praias arenosas

1ª camada

Sistema de alerta
antecipado

- Plataforma geoespacial operacional do +ATLANTIC que combina observação da Terra e modelação numérica para antecipar perigos costeiros em toda a costa continental portuguesa.
- Operational Coastal Hazard Forecast



Depressão Leonardo 03/02/2026.

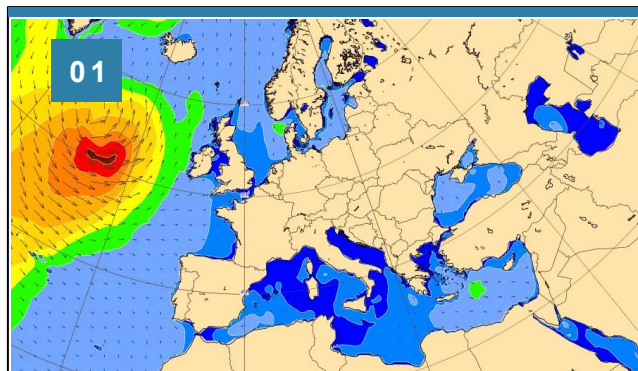


XII CPGZC

XII CONGRESSO SOBRE PLANEAMENTO E GESTÃO DAS ZONAS
COSTEIRAS DOS PAÍSES DE EXPRESSÃO PORTUGUESA

Zonas Costeiras Inteligentes

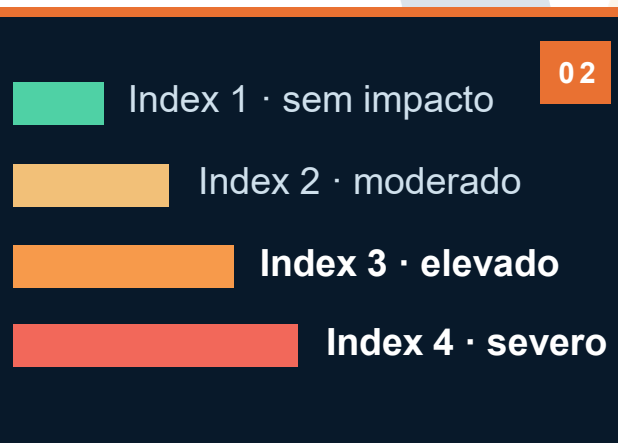
Do dado oceânico à tomada de decisão



Dados oceânico — Hs, Tp, maré, surge

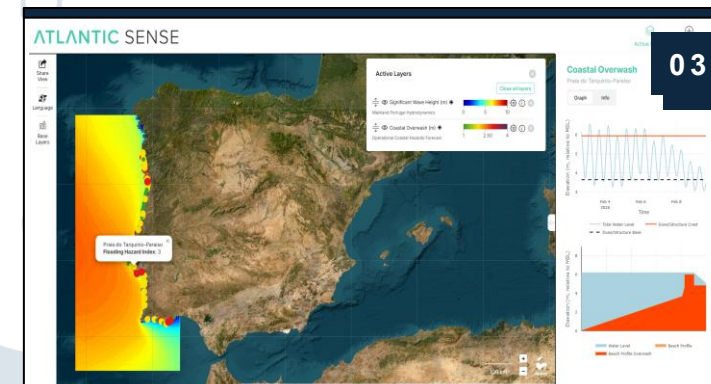
Prever

Estimar, à escala horária e nacional, o nível total da água, o *run-up* e o galgamento em praias arenosas.



Traduzir

Converter níveis de água previstos em quatro categorias operacionais de perigo — o **Flooding Hazard Index**.



Perigo por praia, atualizado diariamente

Entregar

Informação localizada e atualizada como primeira camada de um sistema de alerta precoce escalável.



XII CPGZC

XII CONGRESSO SOBRE PLANEAMENTO E GESTÃO DAS ZONAS
COSTEIRAS DOS PAÍSES DE EXPRESSÃO PORTUGUESA

Zonas Costeiras Inteligentes

Do oceano à praia, em cinco etapas

ETAPA 1

MOHID / PCOMS

maré + sobre-elevação

ETAPA 2

WAVEWATCH III

onda ao largo (Hs, Tp, dir.)

ETAPA 3

Perfil transversal

COSMO/APA · LiDAR · in situ

ETAPA 4

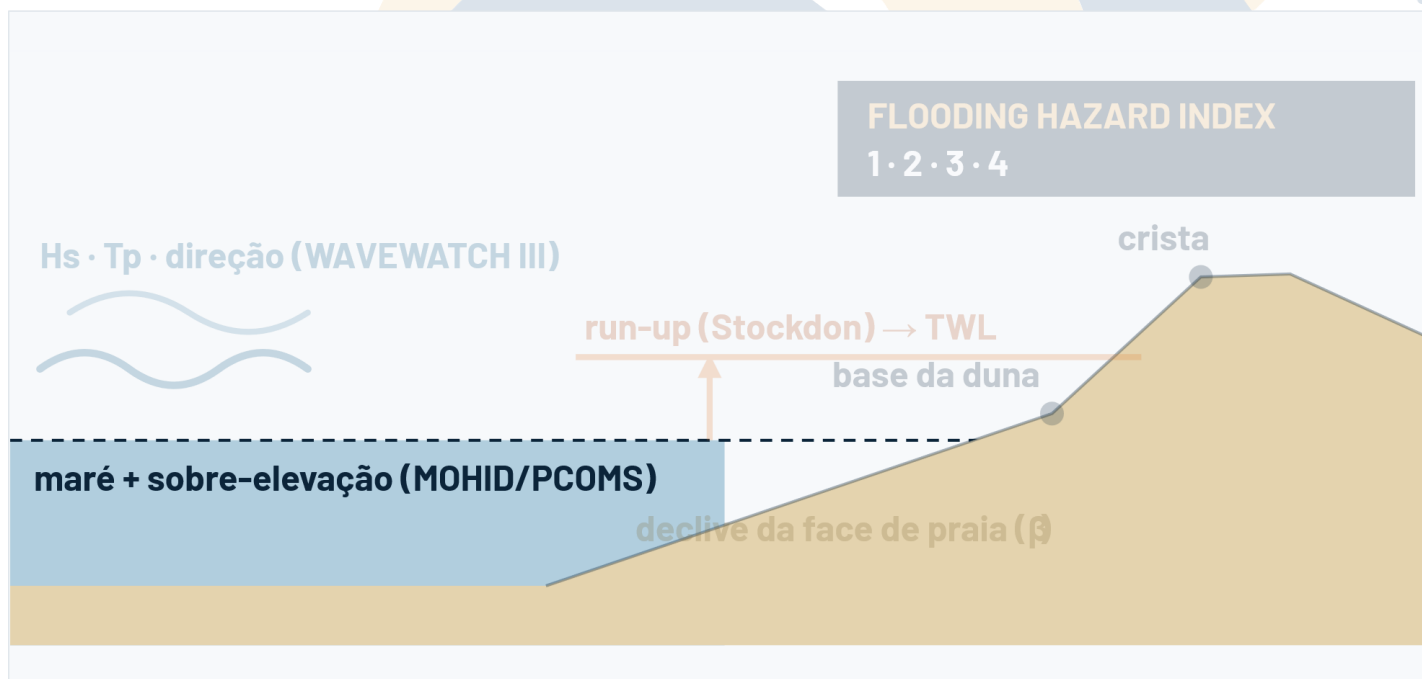
Run-up (Stockdon)

TWL = maré + surge + run-up

ETAPA 5

Escala de impacto

Sallenger · Hazard Index



ETAPA 1

MOHID / PCOMS

Modelo regional de circulação do +ATLANTIC fornece maré astronómica e sobre-elevação meteorológica na profundidade de fecho de cada perfil (Campuzano, 2018).

Horizonte de 6 dias, passo horário, para toda a costa continental – sem modelação morfodinâmica em cada praia.



XII CPGZC

XII CONGRESSO SOBRE PLANEAMENTO E GESTÃO DAS ZONAS
COSTEIRAS DOS PAÍSES DE EXPRESSÃO PORTUGUESA

Zonas Costeiras Inteligentes

Do oceano à praia, em cinco etapas

ETAPA 1

MOHID / PCOMS

maré + sobre-elevação

ETAPA 2

WAVEWATCH III

onda ao largo (Hs, Tp, dir.)

ETAPA 3

Perfil transversal

COSMO/APA · LiDAR · in situ

ETAPA 4

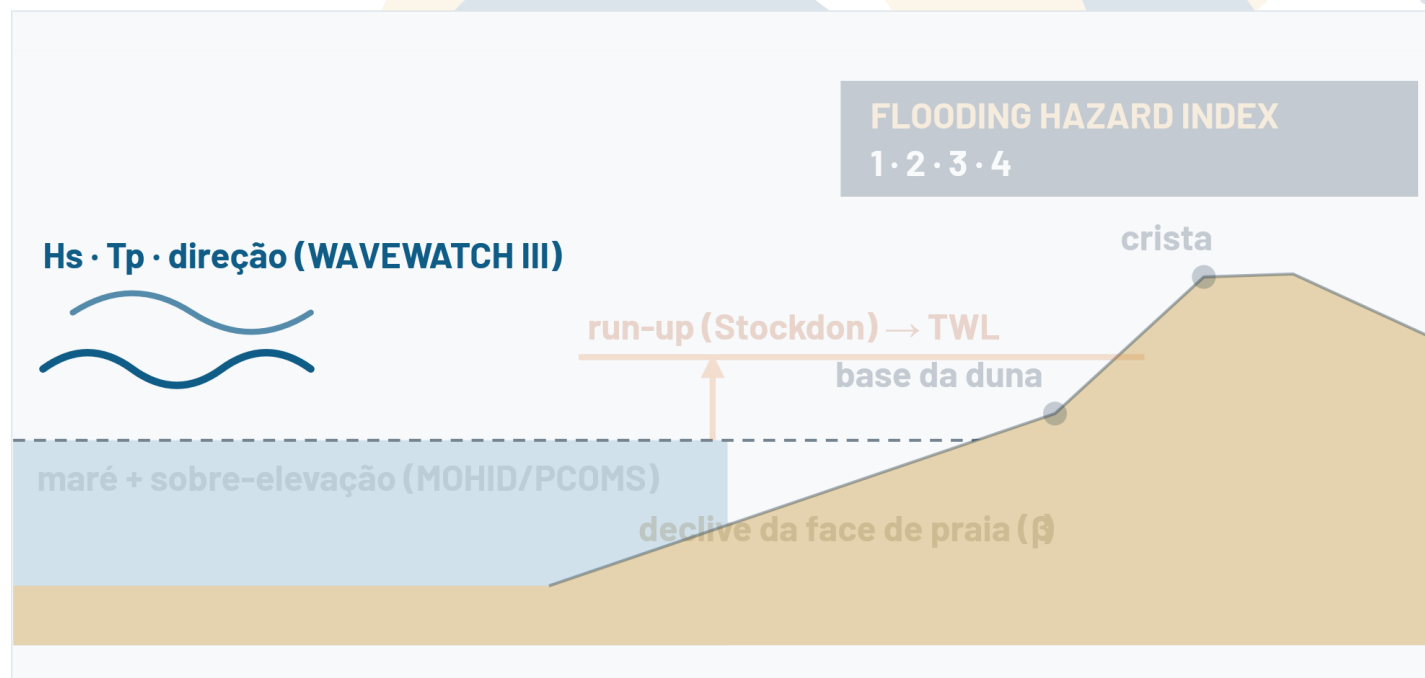
Run-up (Stockdon)

TWL = maré + surge + run-up

ETAPA 5

Escala de impacto

Sallenger · Hazard Index



ETAPA 2

WAVEWATCH III

Condições de onda ao largo — altura significativa, período de pico e direção — propagadas até ao ponto de referência de cada praia.

Horizonte de 6 dias, passo horário, para toda a costa continental — sem modelação morfodinâmica em cada praia.



XII CPGZC

XII CONGRESSO SOBRE PLANEAMENTO E GESTÃO DAS ZONAS
COSTEIRAS DOS PAÍSES DE EXPRESSÃO PORTUGUESA

Zonas Costeiras Inteligentes

Do oceano à praia, em cinco etapas

ETAPA 1

MOHID / PCOMS

maré + sobre-elevação

ETAPA 2

WAVEWATCH III

onda ao largo (Hs, Tp, dir.)

ETAPA 3

Perfil transversal

COSMO/APA · LiDAR · in situ

ETAPA 4

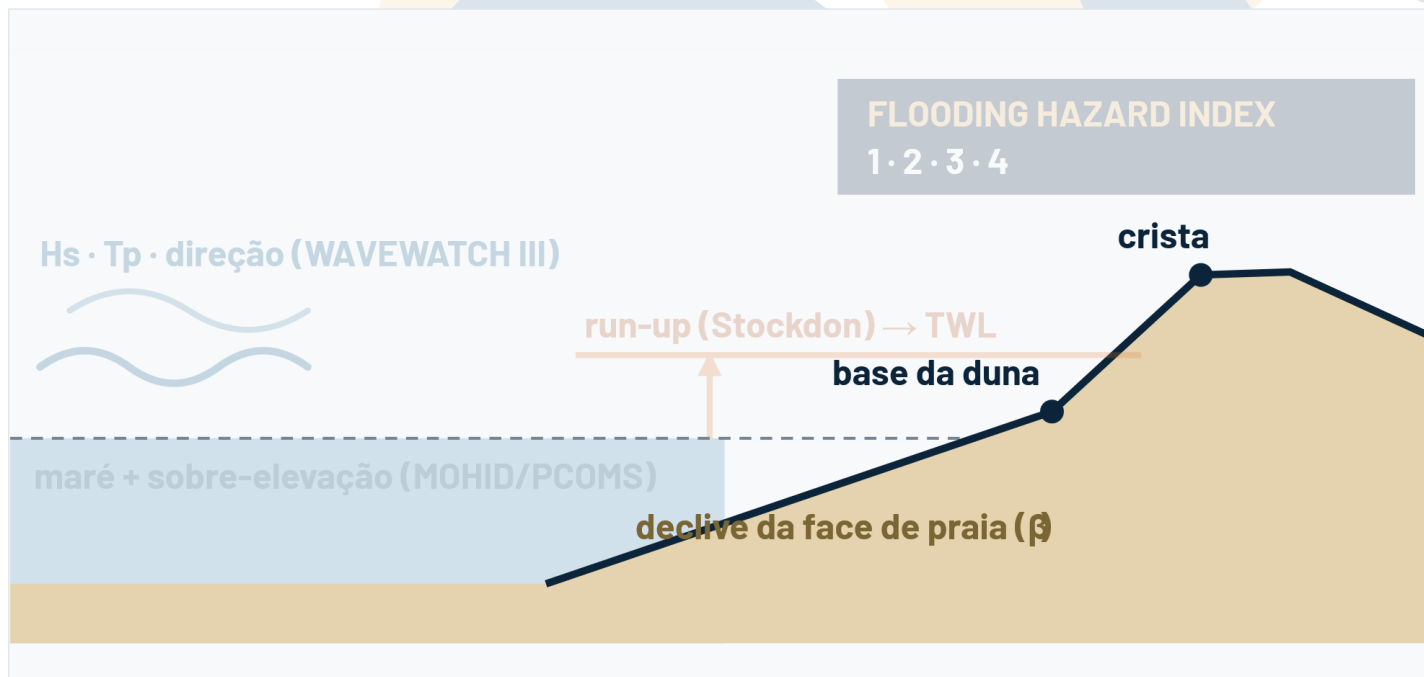
Run-up (Stockdon)

TWL = maré + surge + run-up

ETAPA 5

Escala de impacto

Sallenger · Hazard Index



ETAPA 3

Perfil transversal

Secções perpendiculares à linha de costa definidas com COSMO/APA, LiDAR 2011/DGT e observações in situ: declive da face de praia e limiares morfológicos (base e crista).

Horizonte de 6 dias, passo horário, para toda a costa continental – sem modelação morfodinâmica em cada praia.



XII CPGZC

XII CONGRESSO SOBRE PLANEAMENTO E GESTÃO DAS ZONAS
COSTEIRAS DOS PAÍSES DE EXPRESSÃO PORTUGUESA

Zonas Costeiras Inteligentes

Do oceano à praia, em cinco etapas

ETAPA 1

MOHID / PCOMS

maré + sobre-elevação

ETAPA 2

WAVEWATCH III

onda ao largo (Hs, Tp, dir.)

ETAPA 3

Perfil transversal

COSMO/APA · LiDAR · in situ

ETAPA 4

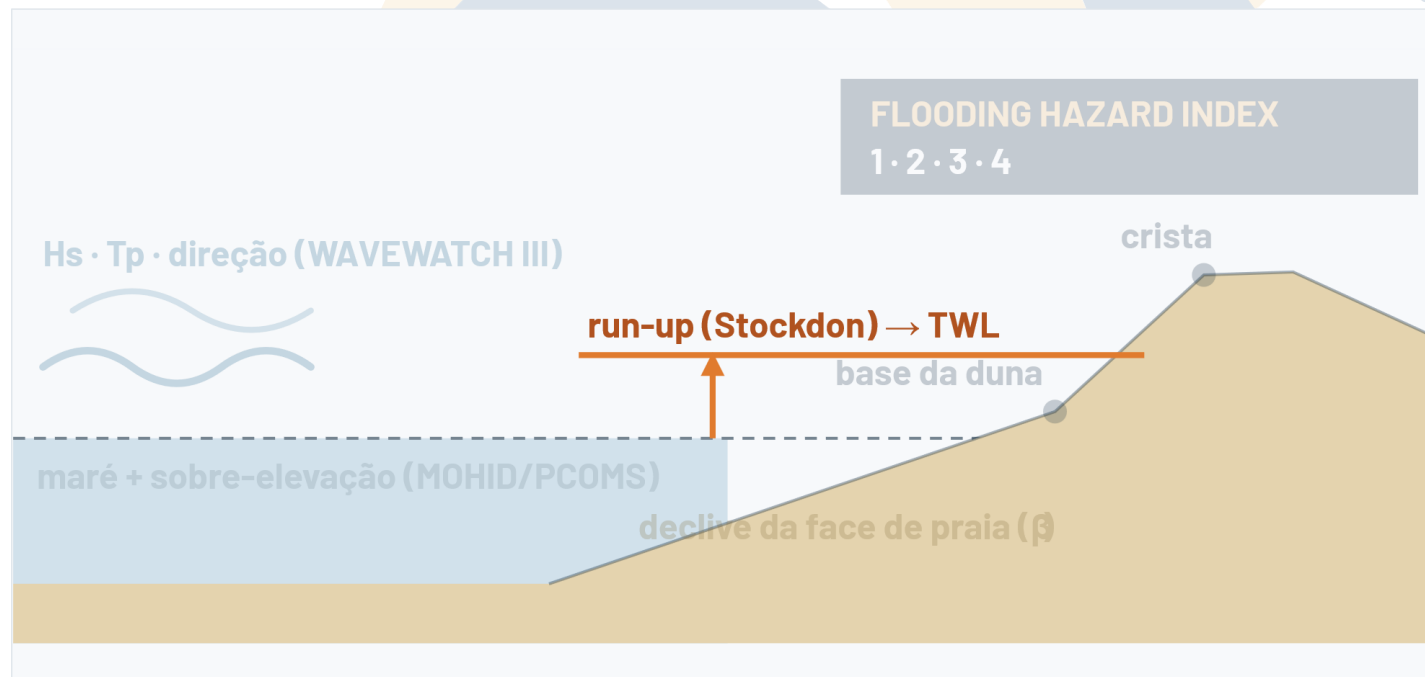
Run-up (Stockdon)

TWL = maré + surge + run-up

ETAPA 5

Escala de impacto

Sallenger · Hazard Index



ETAPA 4

Run-up e TWL

O wave run-up é estimado pela formulação de Stockdon; somado à maré e à sobre-elevação, define o nível total da água (TWL) à escala horária.

Horizonte de 6 dias, passo horário, para toda a costa continental – sem modelação morfodinâmica em cada praia.



XII CPGZC

XII CONGRESSO SOBRE PLANEAMENTO E GESTÃO DAS ZONAS
COSTEIRAS DOS PAÍSES DE EXPRESSÃO PORTUGUESA

Zonas Costeiras Inteligentes

Do oceano à praia, em cinco etapas

ETAPA 1

MOHID / PCOMS

maré + sobre-elevação

ETAPA 2

WAVEWATCH III

onda ao largo (Hs, Tp, dir.)

ETAPA 3

Perfil transversal

COSMO/APA · LiDAR · in situ

ETAPA 4

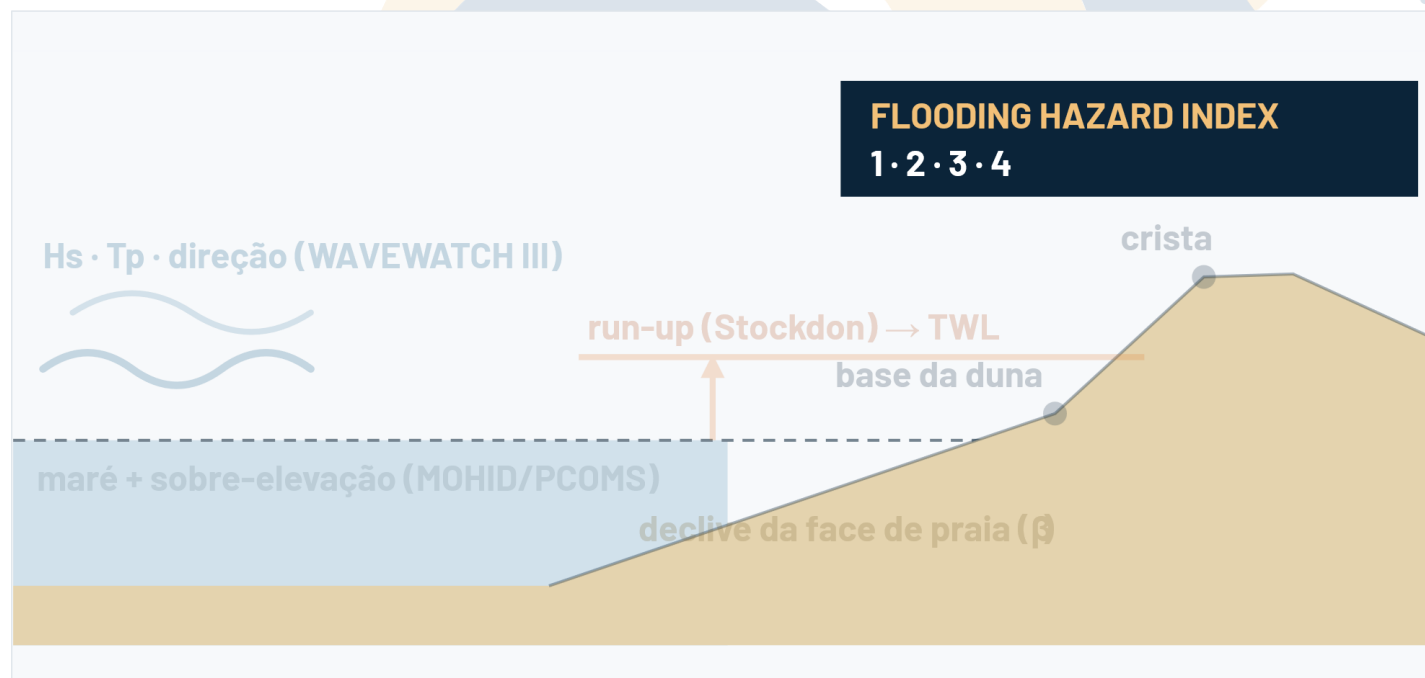
Run-up (Stockdon)

TWL = maré + surge + run-up

ETAPA 5

Escala de impacto

Sallenger · Hazard Index



ETAPA 5

Escala de impacto

O TWL é comparado com os limiares do perfil segundo a abordagem de Sallenger, gerando o Flooding Hazard Index em quatro níveis.

Horizonte de 6 dias, passo horário, para toda a costa continental – sem modelação morfodinâmica em cada praia.



XII CPGZC

XII CONGRESSO SOBRE PLANEAMENTO E GESTÃO DAS ZONAS
COSTEIRAS DOS PAÍSES DE EXPRESSÃO PORTUGUESA

Zonas Costeiras Inteligentes

Flooding Hazard Index

Index 1

Sem impacto

agitação calma; sem inundações
nem erosão visível

Index 2

Impacto moderado

ondas na base da duna/estrutura;
erosão localizada

Index 3

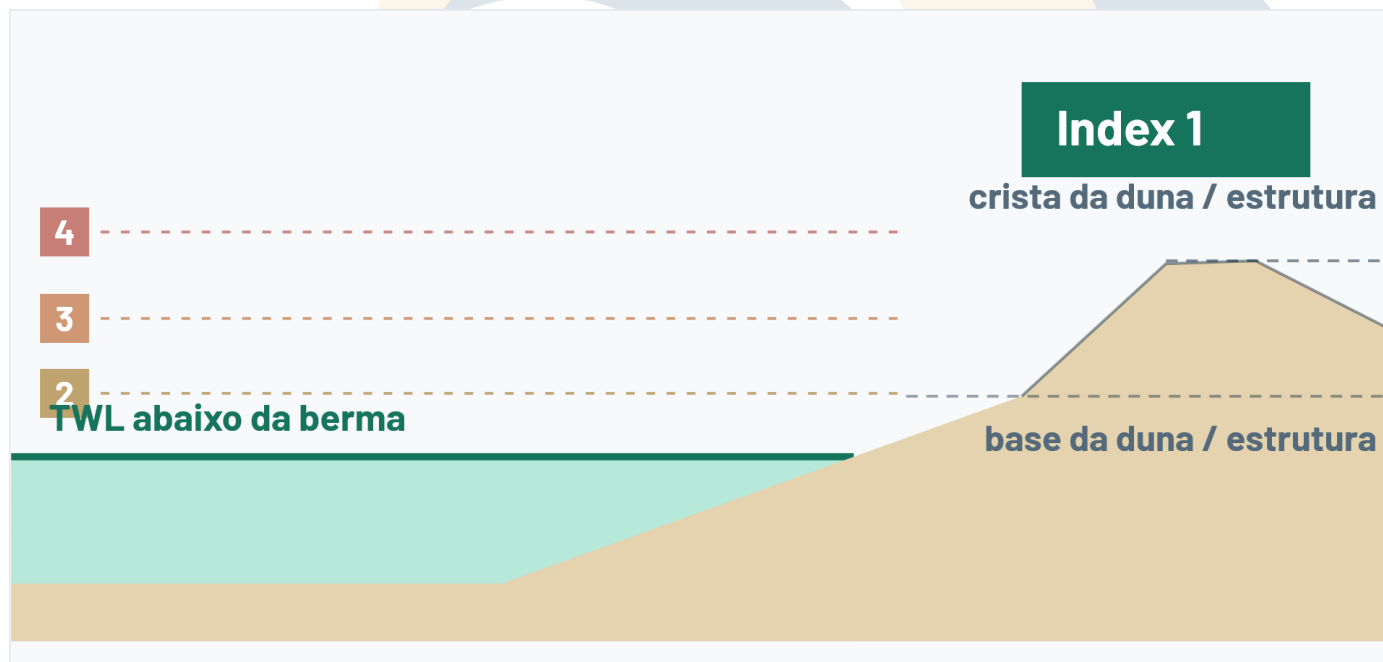
Impacto elevado

galgamento, erosão e inundações
local ocasionais

Index 4

Impacto severo

inundações contínuas atrás da duna;
ruptura da crista



CENÁRIO SELECIONADO

Index 1 — Sem impacto

Agitação marítima calma. O espraído permanece na face de praia; sem inundações nem erosão visível.

Ação típica: monitorização de rotina.

O índice é o que o utilizador operacional vê — não a série de TWL.



XII CPGZC

XII CONGRESSO SOBRE PLANEAMENTO E GESTÃO DAS ZONAS
COSTEIRAS DOS PAÍSES DE EXPRESSÃO PORTUGUESA

Zonas Costeiras Inteligentes

Flooding Hazard Index

Index 1

Sem impacto

agitação calma; sem inundações
nem erosão visível

Index 2

Impacto moderado

ondas na base da duna/estrutura;
erosão localizada

Index 3

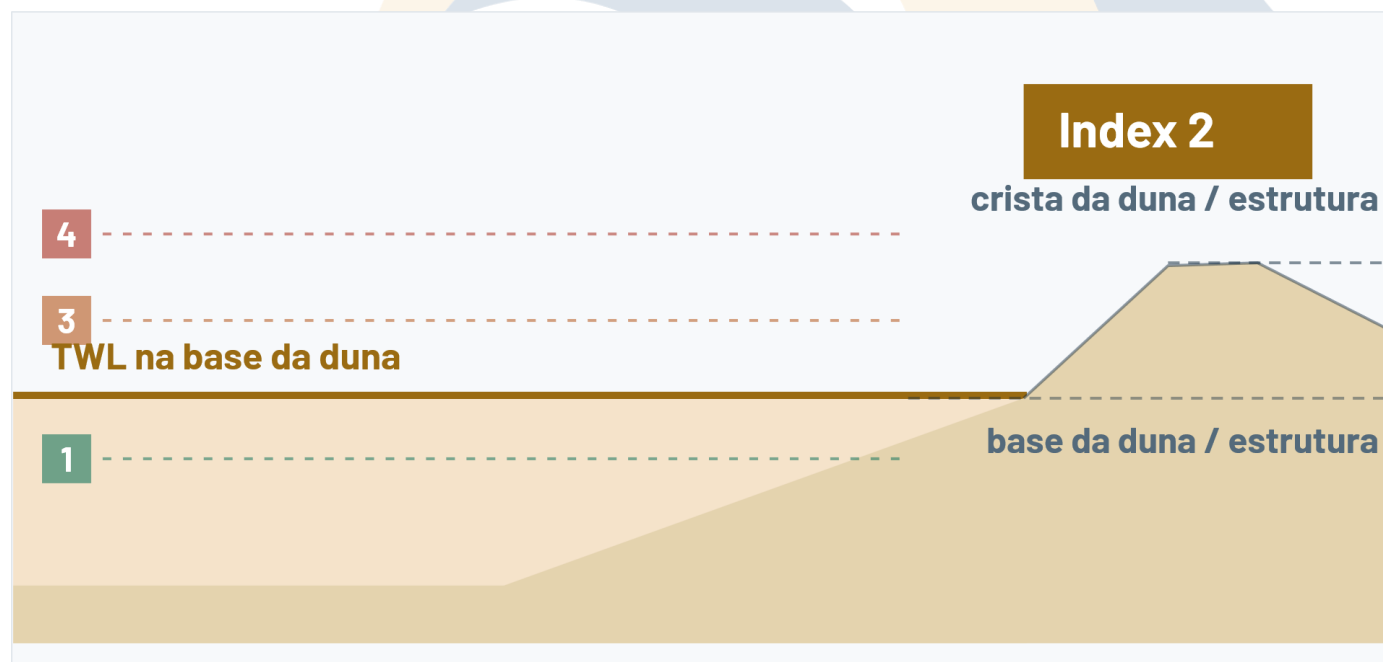
Impacto elevado

galgamento, erosão e inundações
local ocasionais

Index 4

Impacto severo

inundações contínuas atrás da duna;
ruptura da crista



CENÁRIO SELECIONADO

Index 2 — Impacto moderado

As ondas atingem a base da duna ou da estrutura costeira. Possível redução da largura da praia e erosão localizada.

Ação típica: aviso a concessionários e vigilância da praia.

O índice é o que o utilizador operacional vê — não a série de TWL.



XII CPGZC

XII CONGRESSO SOBRE PLANEAMENTO E GESTÃO DAS ZONAS
COSTEIRAS DOS PAÍSES DE EXPRESSÃO PORTUGUESA

Zonas Costeiras Inteligentes

Flooding Hazard Index

Index 1

Sem impacto

agitação calma; sem inundações;
nem erosão visível

Index 2

Impacto moderado

ondas na base da duna/estrutura;
erosão localizada

Index 3

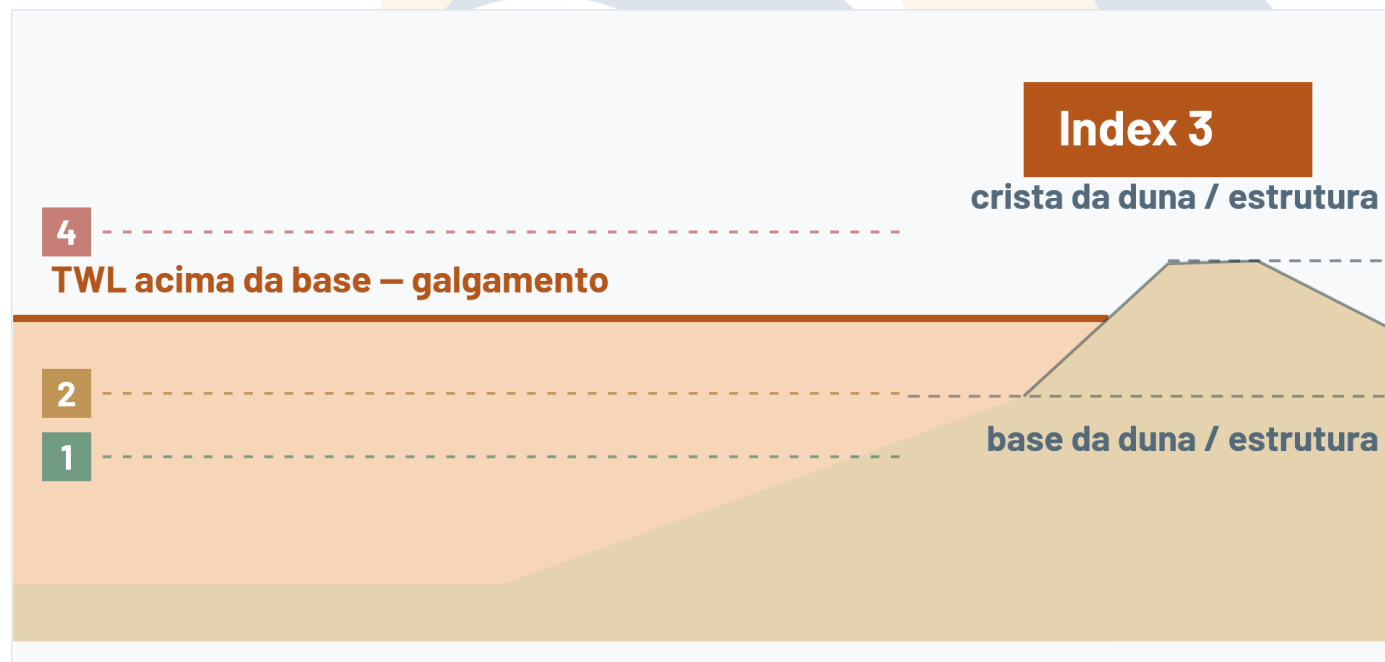
Impacto elevado

galgamento, erosão e inundações
local ocasionais

Index 4

Impacto severo

inundações contínuas atrás da duna;
ruptura da crista



CENÁRIO SELECIONADO

Index 3 — Impacto elevado

As ondas atingem diretamente estruturas costeiras: galgamento, erosão e inundações locais ocasionais.

Ação típica: interdição de acessos e passadiços.

O índice é o que o utilizador operacional vê — não a série de TWL.



XII CPGZC

XII CONGRESSO SOBRE PLANEAMENTO E GESTÃO DAS ZONAS
COSTEIRAS DOS PAÍSES DE EXPRESSÃO PORTUGUESA

Zonas Costeiras Inteligentes

Flooding Hazard Index

Index 1

Sem impacto

agitação calma; sem inundações
nem erosão visível

Index 2

Impacto moderado

ondas na base da duna/estrutura;
erosão localizada

Index 3

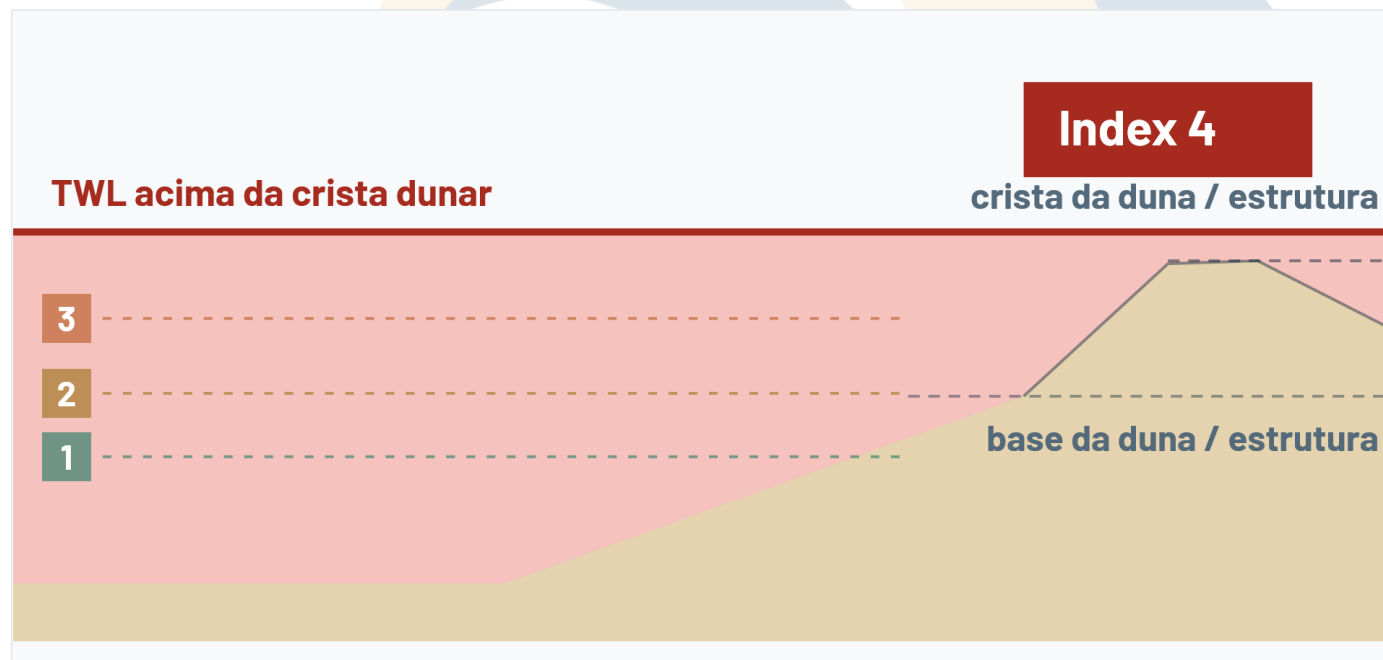
Impacto elevado

galgamento, erosão e inundações
local ocasionais

Index 4

Impacto severo

inundações contínuas atrás da duna;
ruptura da crista



CENÁRIO SELECIONADO

Index 4 — Impacto severo

Inundações contínuas atrás de dunas ou defesas costeiras, ou ruptura da crista dunar com inundações para o interior.

Ação típica: acionamento de proteção civil.

O índice é o que o utilizador operacional vê — não a série de TWL.



XII CPGZC

XII CONGRESSO SOBRE PLANEAMENTO E GESTÃO DAS ZONAS
COSTEIRAS DOS PAÍSES DE EXPRESSÃO PORTUGUESA

Zonas Costeiras Inteligentes

Como confirmamos as previsões

Beachcams

Imagens contínuas (ex.: MEO Beachcam) para verificar run-up e largura de praia.

Comunicação social

Notícias e reportagens que documentam danos e interdições após o evento.

Redes sociais

Fotos e vídeos partilhados por cidadãos — cobertura espacial e temporal difícil de igualar.

Municípios

Registos e observações locais de proteção civil e serviços costeiros.



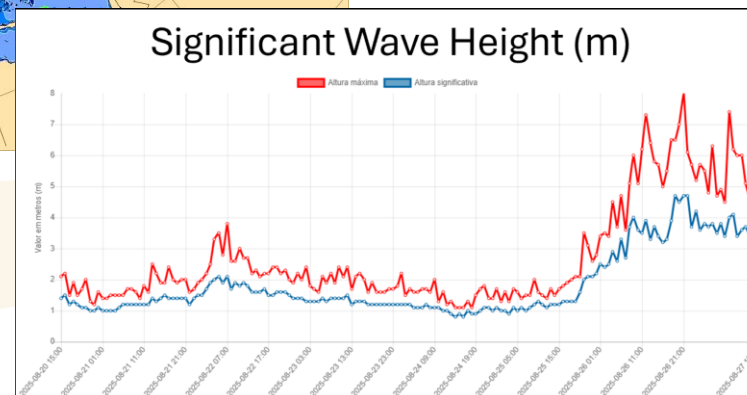
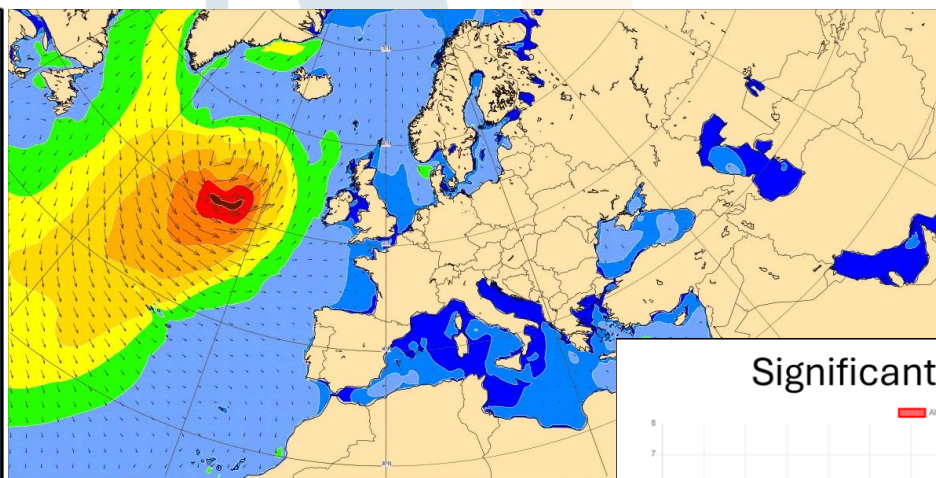
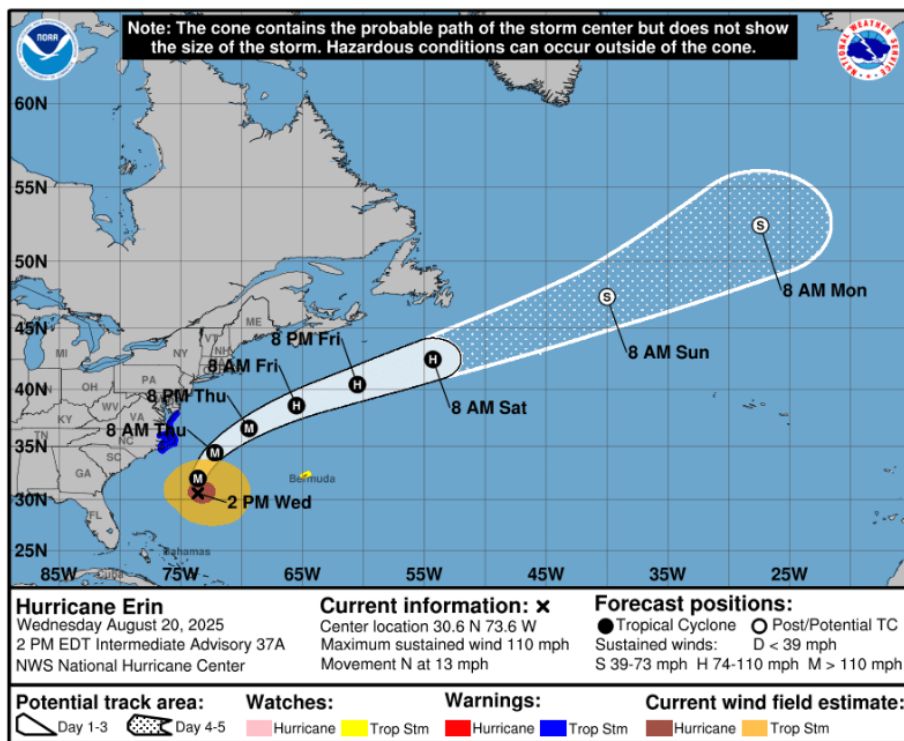


XII CPGZC

XII CONGRESSO SOBRE PLANEAMENTO E GESTÃO DAS ZONAS
COSTEIRAS DOS PAÍSES DE EXPRESSÃO PORTUGUESA

Zonas Costeiras Inteligentes

Erin: 16-27 AGO. 2025



Origem numa perturbação tropical a oeste de
Cabo Verde, em meados de agosto.

Swell chega à Europa a **25 ago.**, com pico a **26 ago.** — época alta de verão.

Direção roda para **W (280–290°)** → atinge
praias normalmente abrigadas.



XII CPGZC

XII CONGRESSO SOBRE PLANEAMENTO E GESTÃO DAS ZONAS
COSTEIRAS DOS PAÍSES DE EXPRESSÃO PORTUGUESA

Zonas Costeiras Inteligentes

1 **Praia de Moledo**
Caminha

2 **Praia do Cabedelo**
Figueira da Foz

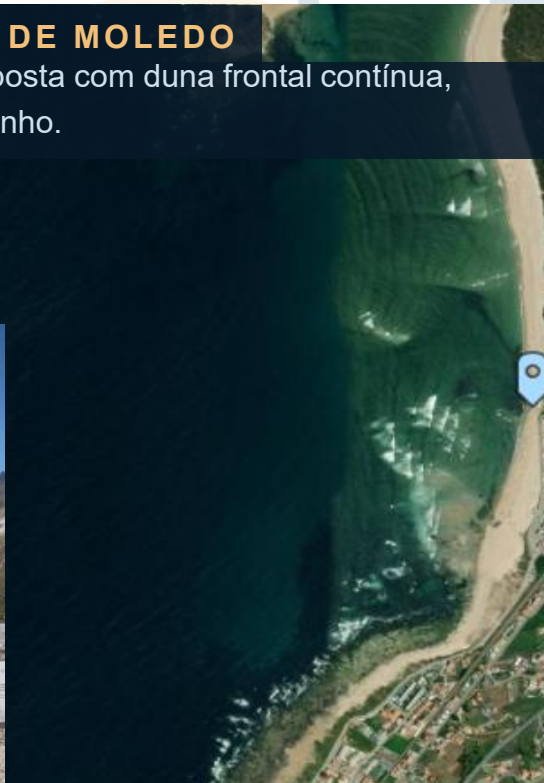
3 **Praia de São João**
Almada

4 **Praia de Cruz Quebrada**
Oeiras

5 **Praia de Carcavelos**
Cascais

PRAIA DE MOLEDO

Praia exposta com duna frontal contínua,
foz do Minho.



Como confirmamos as previsões

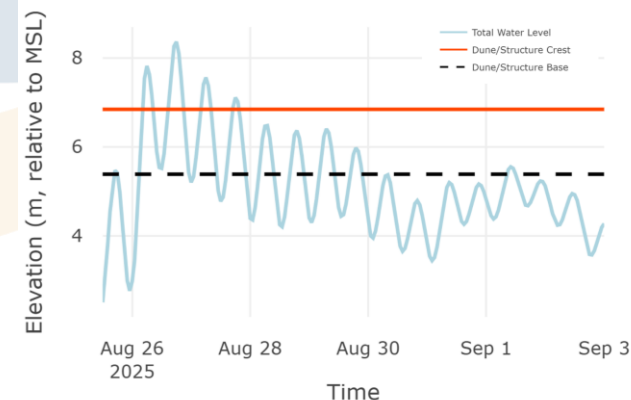
PREVISTO

Index 3

TWL previsto acima da crista da duna frontal — galgamento
e erosão dunar.

OBSERVADO

Vídeo mostra galgamento e erosão da base e da crista da
duna durante o pico do swell.



Fonte: Facebook (reel)

Previsão confirmada



XII CPGZC

XII CONGRESSO SOBRE PLANEAMENTO E GESTÃO DAS ZONAS
COSTEIRAS DOS PAÍSES DE EXPRESSÃO PORTUGUESA

Zonas Costeiras Inteligentes

- 1 **Praia de Moledo**
Caminha
- 2 **Praia do Cabedelo**
Figueira da Foz
- 3 **Praia de São João**
Almada
- 4 **Praia de Cruz Quebrada**
Oeiras
- 5 **Praia de Carcavelos**
Cascais

PRAIA DO CABEDELLO



Praia arenosa larga a sul do molhe da Figueira da Foz.

Como confirmamos as previsões

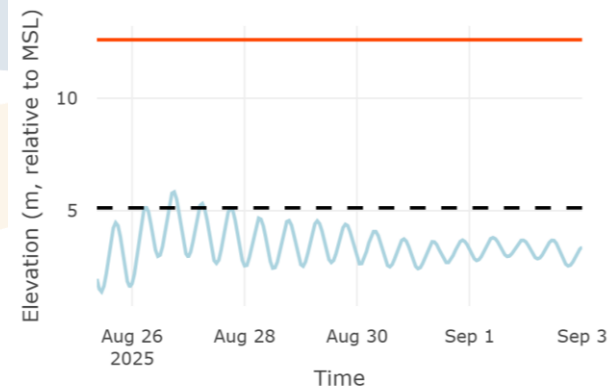
PREVISTO

Index 2

Run-up elevado com impacto limitado à base da duna;
sem galgamento generalizado.

OBSERVADO

Eventos de run-up muito longo, com o espraído a atingir
a base da duna.



Fonte: Notícias ao Minuto

Previsão confirmada



XII CPGZC

XII CONGRESSO SOBRE PLANEAMENTO E GESTÃO DAS ZONAS
COSTEIRAS DOS PAÍSES DE EXPRESSÃO PORTUGUESA

Zonas Costeiras Inteligentes

- 1 **Praia de Moledo**
Caminha
- 2 **Praia do Cabedelo**
Figueira da Foz
- 3 **Praia de São João**
Almada
- 4 **Praia de Cruz Quebrada**
Oeiras
- 5 **Praia de Carcavelos**
Cascais

PRAIA DE SÃO JOÃO

Praia estreita com passadiços e apoios na retaguarda.



Como confirmamos as previsões

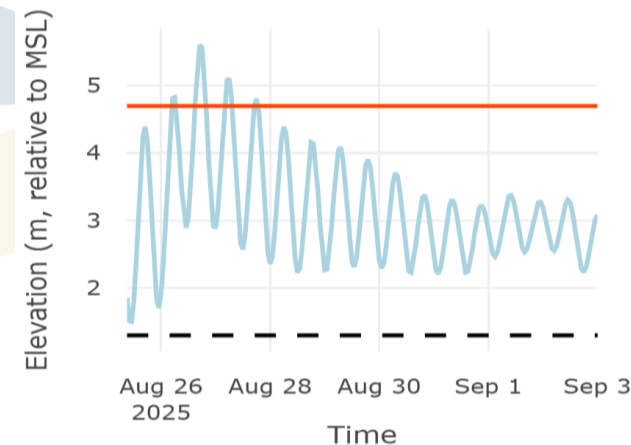
PREVISTO

Index 3

Galgamento total da praia arenosa, com inundação da retaguarda e risco para infraestruturas.

OBSERVADO

Galgamento completo da praia e danos significativos no passadiço.



Fonte: Jornal de Notícias

Previsão confirmada



XII CPGZC

XII CONGRESSO SOBRE PLANEAMENTO E GESTÃO DAS ZONAS
COSTEIRAS DOS PAÍSES DE EXPRESSÃO PORTUGUESA

Zonas Costeiras Inteligentes

Como confirmamos as previsões

- 1 **Praia de Moledo**
Caminha
- 2 **Praia do Cabedelo**
Figueira da Foz
- 3 **Praia de São João**
Almada
- 4 **Praia de Cruz Quebrada**
Oeiras
- 5 **Praia de Carcavelos**
Cascais

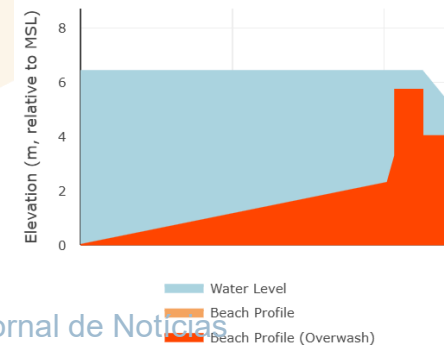
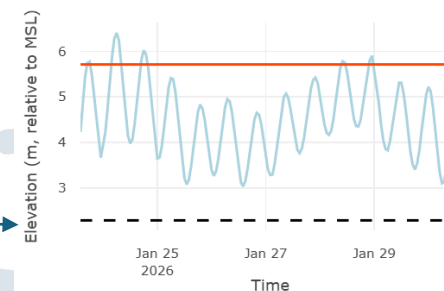


Coastal Overwash

Praia da Cruz Quebrada

Graph

Info



Fonte: Jornal de Notícias

Previsão confirmada



XII CPGZC

XII CONGRESSO SOBRE PLANEAMENTO E GESTÃO DAS ZONAS
COSTEIRAS DOS PAÍSES DE EXPRESSÃO PORTUGUESA

Zonas Costeiras Inteligentes

Como confirmamos as previsões

- 1 **Praia de Moledo**
Caminha
- 2 **Praia do Cabedelo**
Figueira da Foz
- 3 **Praia de São João**
Almada
- 4 **Praia de Cruz Quebrada**
Oeiras
- 5 **Praia de Carcavelos**
Cascais

PRAIA CARCAVELOS E PAREDE

Tempestade Leonardo- Fevereiro de 2026
Praia estreita com passadiços e apoios na retaguarda.

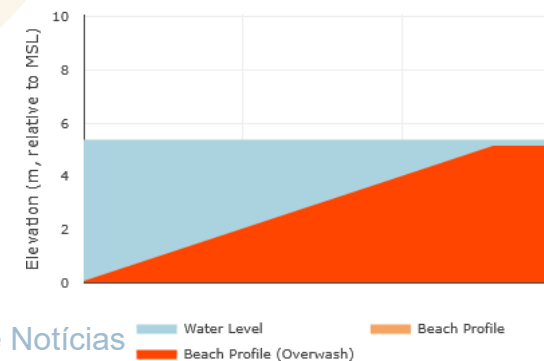
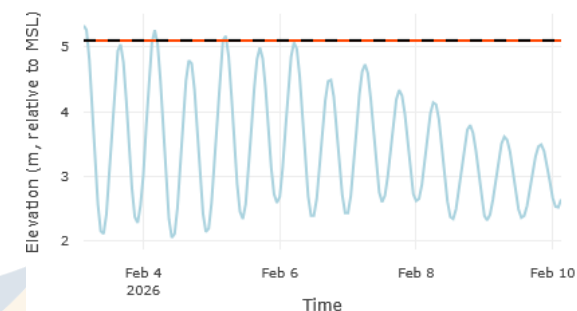


Coastal Overwash

Praia de Carcavelos

Index 3

Graph Info



Fonte: Jornal de Notícias

Previsão confirmada



XII CPGZC

XII CONGRESSO SOBRE PLANEAMENTO E GESTÃO DAS ZONAS
COSTEIRAS DOS PAÍSES DE EXPRESSÃO PORTUGUESA

Zonas Costeiras Inteligentes

Da previsão à decisão

Funciona como primeira aproximação

Um modelo empírico de complexidade reduzida antecipa a ocorrência de galgamento e inundação à escala da praia, com cobertura nacional.

Validação por registo público

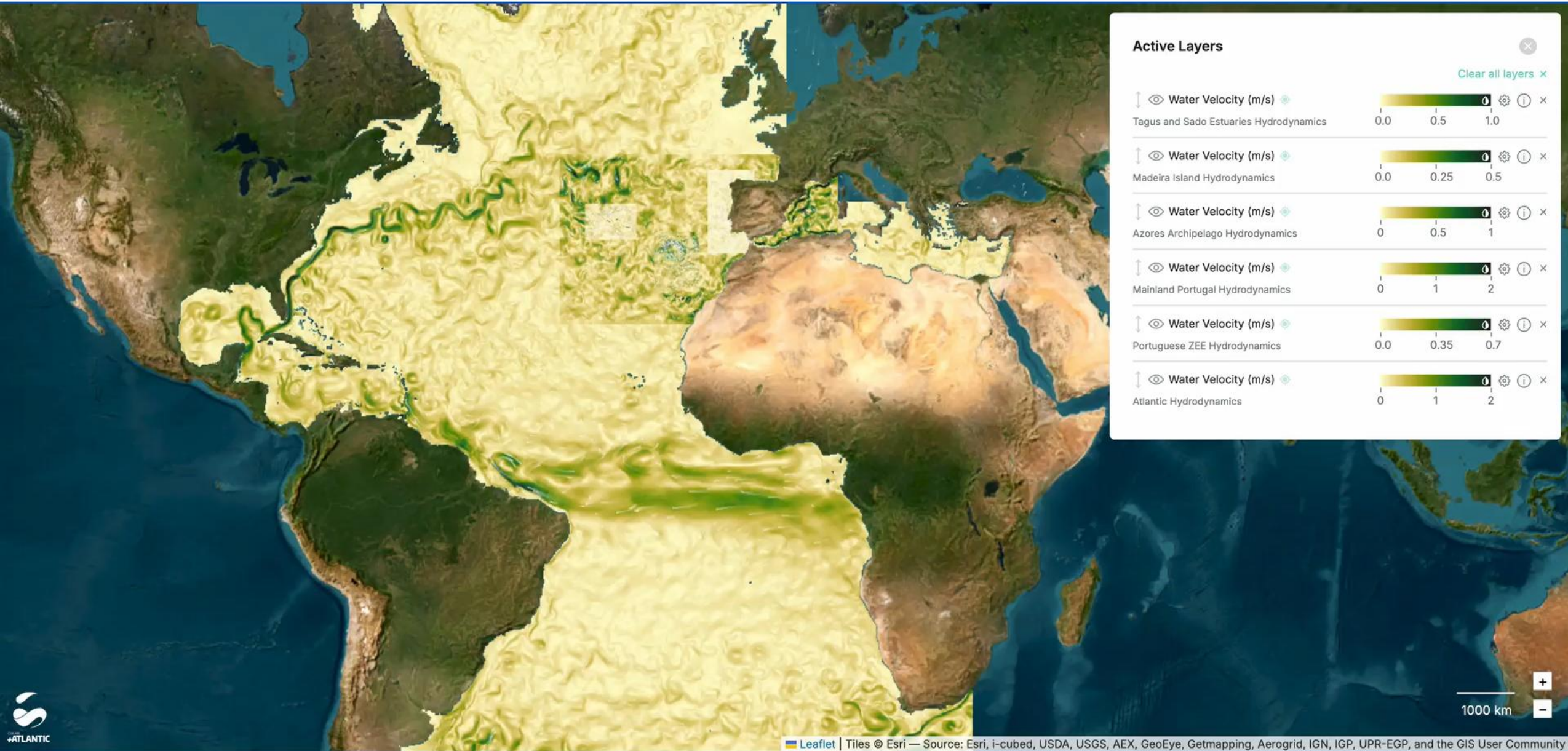
As redes sociais e a comunicação social revelaram-se um canal de validação inovador, rápido e de baixo custo para eventos extremos.

Limitação: morfologia desatualizada

Os casos de subestimação (Albufeira, Faro) apontam para a necessidade de topografia costeira atualizada e de perfis sazonais.

Escalável a outras regiões

A arquitetura — modelação operacional + perfis + índice — é transferível para outras costas de expressão portuguesa.



Obrigado

Nícolas de Assis Bose · nicolas.bose@colabatlantic.com

CoLAB +Atlantic · atlanticsense.com



Trabalho desenvolvido no âmbito dos projetos CoastSafe (FCT, doi.org/10.54499/2024.15470.PEX) e FOCCUS (UE, Grant Agreement n.º 101133911).