

Tutorial profissional

➔ No âmbito do Earth Observation Envelope Program (EOEP-5), a ESA decidiu abordar a questão da Erosão Costeira financiando um grande projeto de 2019 a 2023.



Índice

Sobre Nós 

Necessidades dos
gestores costeiros 

Interesse dos
produtos de
observação da
Terra 

Indicadores de
dinâmica costeira 

Indicadores de
dinâmica
nearshore 

Exposição a riscos 

Indicadores
produzidos:
Portugal 

Casos de estudo 

Como aceder aos
dados 

Sobre Nós



Consórcio Space for Shore

Liderado pela i-Sea, o consórcio Space for Shore é um dos 2 projetos vencedores selecionados pela ESA para abordar a questão da Erosão Costeira. A nossa filosofia baseia-se na cooperação entre os diferentes especialistas em SAR e deteção remota ótica para abordar em conjunto os indicadores de erosão costeira mais relevantes, conforme exigido pelos gestores costeiros europeus.



Especialistas em Observação da Terra

9 parceiros técnicos (i-Sea, Brockmann Consult, Terrasigna, Terra Spatium, Harris, Hamburg univ., Univ. de Aveiro, Univ. de Harokopio), Especializados em deteção remota ótica e radar.
6 países envolvidos (França, Grécia, Alemanha, Roménia, Portugal, Noruega),
Apoio de vários especialistas locais.
Acompanhado pela Kapitech (consultoria espacial)



Ligação entre a ciência e a gestão costeira

O projeto de erosão costeira é dirigido para o usuário final. Os gestores costeiros são fulcrais porque:

- (i) definiram os produtos necessários; (ii) partilharam os seus dados de validação obtidos no seu programa de monitorização atual; e (iii) testaram os novos produtos e deram feedback sobre sua relevância.

Necessidades dos gestores costeiros

”

“

Avaliar as tendências na dinâmica costeira de longo prazo para antecipar soluções eficientes de proteção e/ou adaptação.

Definir áreas costeiras vulneráveis e suscetíveis para prevenir danos.

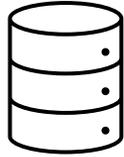
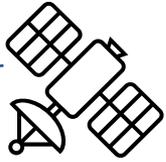
Comparar a zona costeira antes e depois de tempestades no passado.

Melhor avaliar a localização e extensão da gestão de sedimentos (Reabastecimentos de praia).

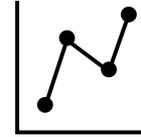
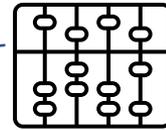
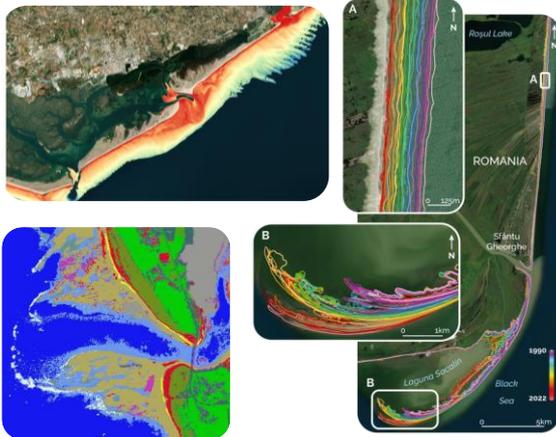
Caracterizar a dinâmica costeira para facilitar a navegação e a gestão da erosão costeira.



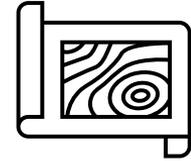
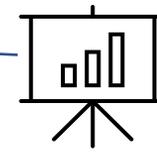
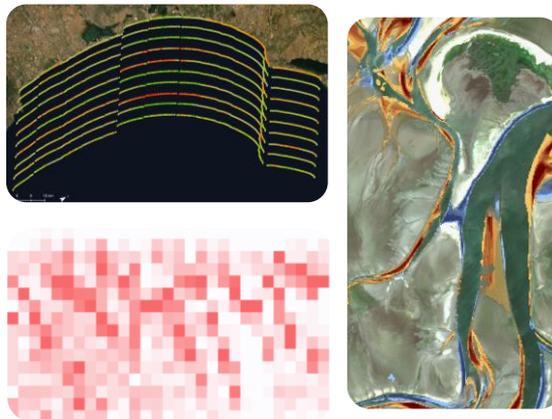
Apoiar as partes interessadas na gestão costeira com uma tecnologia rica e inovadora



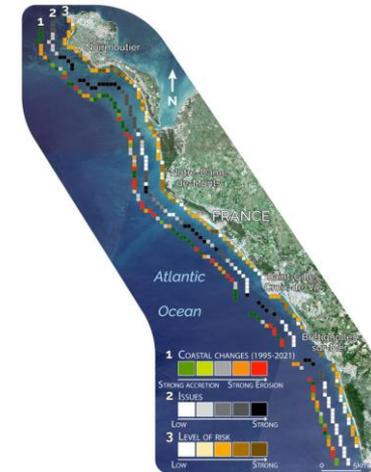
Automação na produção de grandes conjuntos de dados derivados de imagens de satélite



Análise estatística da dinâmica observada

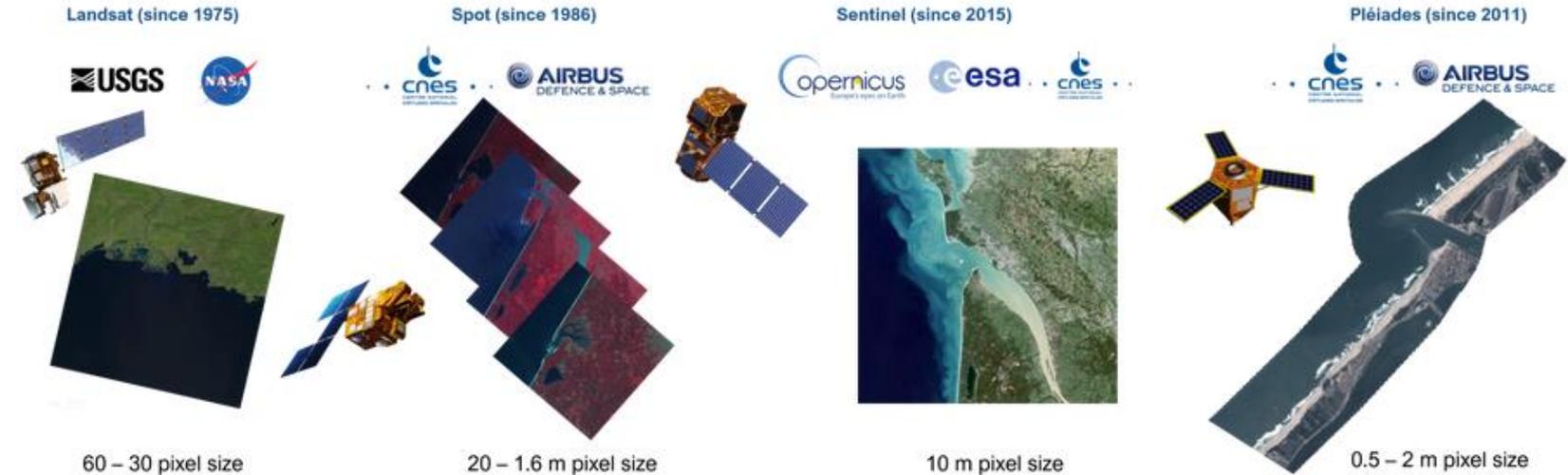


Representação sintética e adaptada das conclusões





Interesse dos produtos derivados de satélite



✓ aquisição diária

✓ Até ~ 50 anos de retrospectiva

✓ Cobertura global

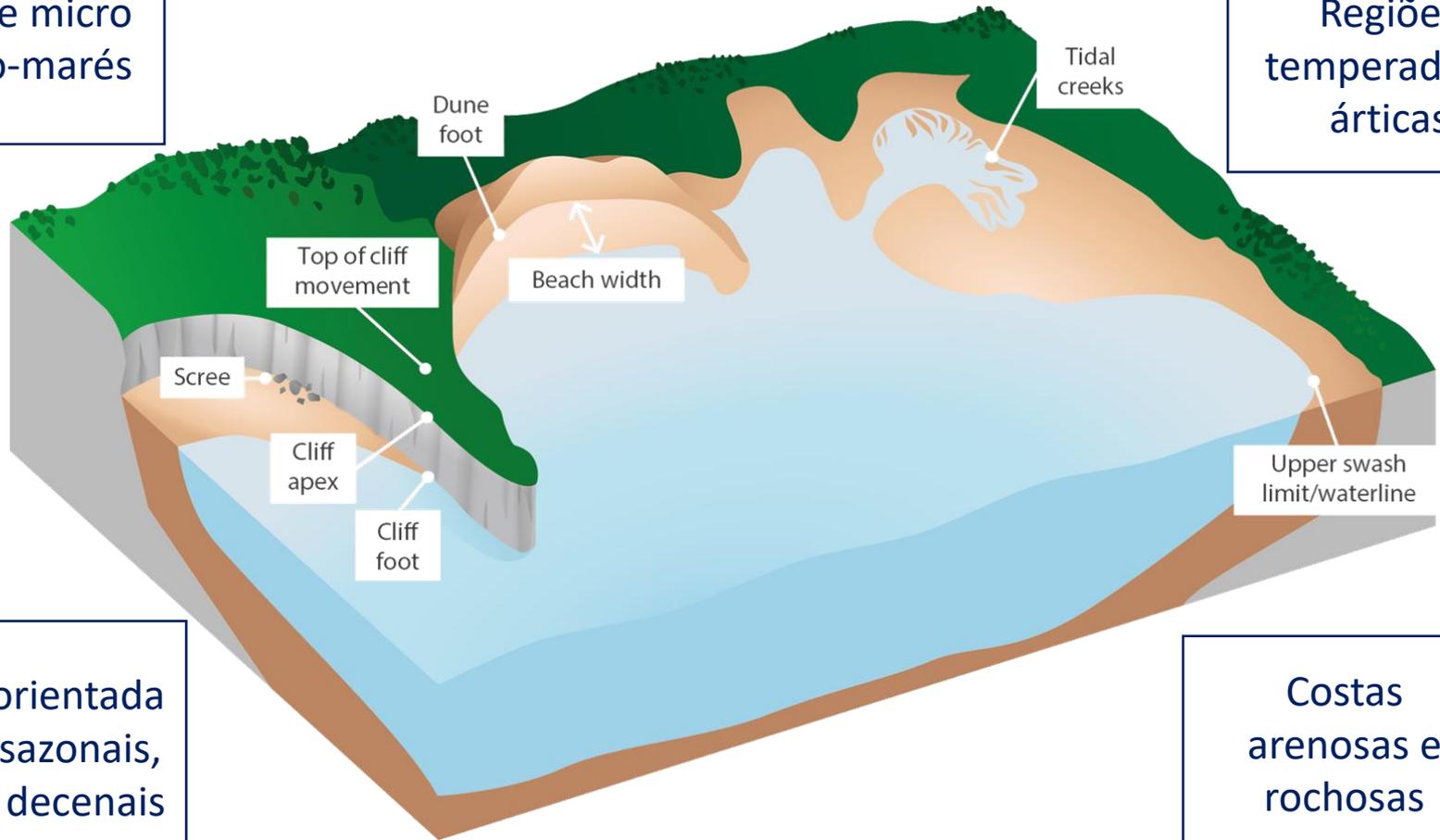
	Tempo de revisita	Cobertura	Periodo	Precisão	Tempo de processamento	Custo
Imagem de satélite de alta resolução	+++	+++	+++	+	+++	€
Imagem de satélite de muito alta resolução	+++	+++	++	++	+++	€/€€
Lidar/Fotografias Aéreas	+	++	+	+++	+	€€€
Campanhas de campo	++	+	++	+++	++	€/€€€



Indicadores de dinâmica costeira

Áreas de micro a macro-marés

Regiões temperadas a árticas



Dinâmica orientada a eventos sazonais, anuais até decenais

Costas arenosas e rochosas

Utilidade: Melhor preparar as campanhas de campo.

Monitorizar as mudanças costeiras de alta frequência temporal utilizando o indicador morfológico mais adequado.

Alimentar discussões sobre gestão costeira, tomada de decisão, soluções de engenharia,...



Indicadores de dinâmica costeira

COSTAS ARENOSAS



Arribas

Deslizamentos

Movimentos de Gravidade

Linha de água

Linha de espraio

Base da duna

Largura de Praia

Limite de vegetação

Riachos e canais entremarés

COSTAS ROCHOSAS





Informações para uso adequado de dados

Satélite	Resolução	Precisão média dos resultados	Escala máxima de leitura	Escala máxima de análise
Sentinel 1/2	10 m	3-5 m	1:2000	Exibição de no mínimo 3 pixels para identificar uma morfologia confiável
Landsat	30 m	10 m	1:6000	
SPOT	1.5-20 m	3-7 m	1:1000	
Pléiades	2 m	1.5-2 m	1:400	

Comparação entre datas

Homogeneidade sazonal para analisar uma evolução plurianual

O intervalo entre as datas deve ser adaptado à dinâmica geral conhecida do local e à precisão da medição.

Indicador extraído de várias imagens (produto multidata)

Indicador representativo de uma época ou período. Incorpora a dinâmica costeira natural entre datas.

Quanto maior o número de imagens utilizadas, mais representativo do período é o produto.

Em ambiente de macromarés, atenção especial deve ser dada às datas utilizadas.

Uso de produtos para estimar projeções futuras

A evitar em caso de evolução irregular na tendência histórica

Considerar conjuntos de mudanças futuras em vez de valores exatos

Monitorização da posição da linha de água

Linha de água

Limite entre as partes marinha e terrestre do sistema costeiro

Alterações na posição da linha de água

Transectos regularmente espaçados destacando pontos críticos de erosão costeira

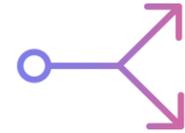
Comparação da área de superfície entre 2 datas



Adequado para comparação da condição da costa antes/depois de tempestades. Áreas de micromarés durante condições de fraca ondulação.



Não é adequado para estimar uma linha costeira representativa de uma estação, ou para quantificar mudanças sazonais, anuais ou de longo prazo.



Para as condições onde a aplicação deste indicador não é indicada, optar pelo indicador "Limite de espraio máximo e mínimo".

Linha de espraio máximo e mínimo

Limite de espraio máximo/mínimo

Posição mais alta e mais baixa alcançada pela água na praia durante um período homogêneo selecionado.

Variações na linha de espraio

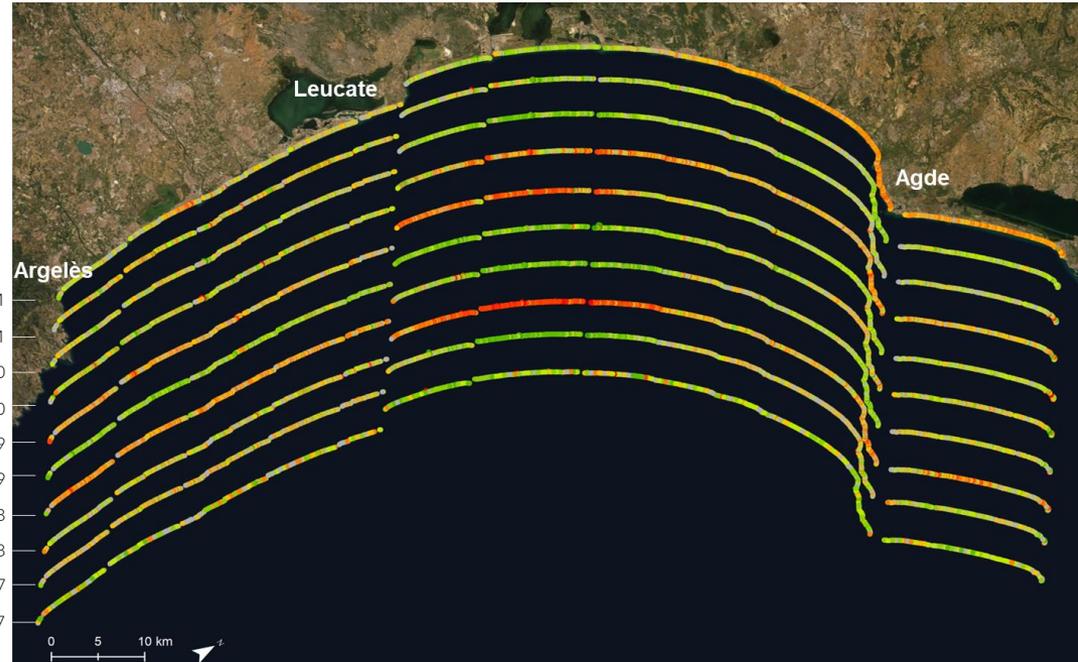
Transectos regularmente espaçados destacando pontos críticos de erosão costeira

Comparação da área de superfície entre 2 datas

Change (2016-21) (m)



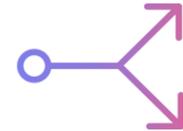
03/21 - 08/21
08/20 - 03/21
03/20 - 08/20
08/19 - 03/20
03/19 - 08/19
08/18 - 03/19
03/18 - 08/18
08/17 - 03/18
03/17 - 08/17
08/16 - 03/17



Adequado para localizar a posição sazonal da linha costeira, quantificando mudanças sazonais e anuais.



Não é adequado para monitorizar mudanças pré-pós-tempestade, ou para um ambiente de macro-marés.



Para as condições em que este indicador não é adequado, opte pelos indicadores “linha de água” ou “posição da base da duna”.

Base da Duna

Posição da base da Duna

Mudança na inclinação da base do lado da duna voltada para o mar

Alterações na posição da base da duna

Transectos regularmente espaçados destacando pontos críticos de erosão costeira

Dune foot position

1995

2022

Annual change

Accretion

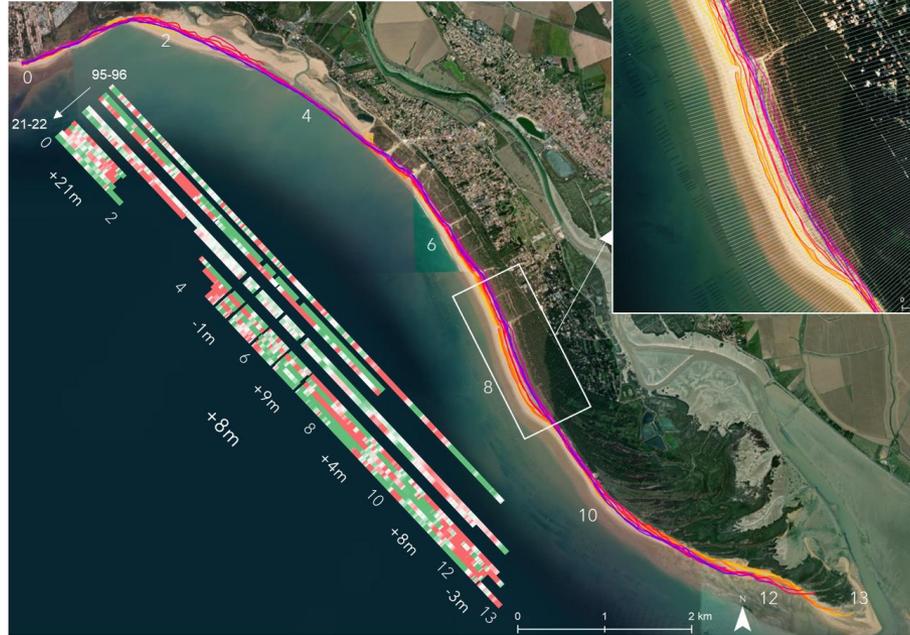
Erosion

Average:

0.45 m/an

Min : -6 m/yr

Max : + 15 m/yr



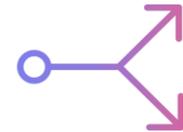
For this area:
638 transects
spaced
every 20 m



Adequado para monitorizar uma linha de costa com um sistema dunar desenvolvido, cuja dinâmica é multimétrica ao longo da frequência de monitorização escolhida.



Não é adequado para monitorizar sistemas de dunas antigas, estáveis e/ou mal desenvolvidos.



Para as condições em que este indicador não é adequado, opte pelo indicador “**Largura da Praia**”.

Largura da praia

Largura da Praia

Distância entre uma linha de referência que denota a base da duna, da arriba ou de uma estrutura de defesa e a linha de água calculada na maré baixa (largura total da praia), na maré alta (largura superior da praia) ou usando uma linha de água média no tempo (largura média da praia em ambiente de micromaré)

Alterações na Largura da Praia

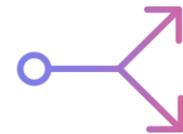
Transectos regularmente espaçados destacando pontos críticos de estreitamento da largura da praia.



Adequado para praias com várias dezenas de metros de largura, sujeitas a dinâmicas no fundo e no topo da praia.



Não indicado para praias estreitas, dada a resolução das imagens. Adapte a seleção de imagens de acordo com sua resolução.



Para as condições não adequadas, privilegie uma análise da superfície da praia. A área de superfície pode ser estimada a partir dos limites da praia usados para o cálculo da largura.

Limite da vegetação

Limites da Vegetação

Posição do limite da vegetação à beira-mar

Alterações no limite da vegetação

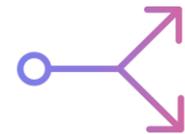
Transectos espaçados regularmente destacando pontos críticos de compressão da vegetação.



Adequado para vegetação madura, tendências de evolução de longo prazo ou eventos tempestuosos excepcionais



Não é adequado para vegetação jovem dispersa, indiretamente ligada ao mar, dinâmica sazonal ou de curto prazo.



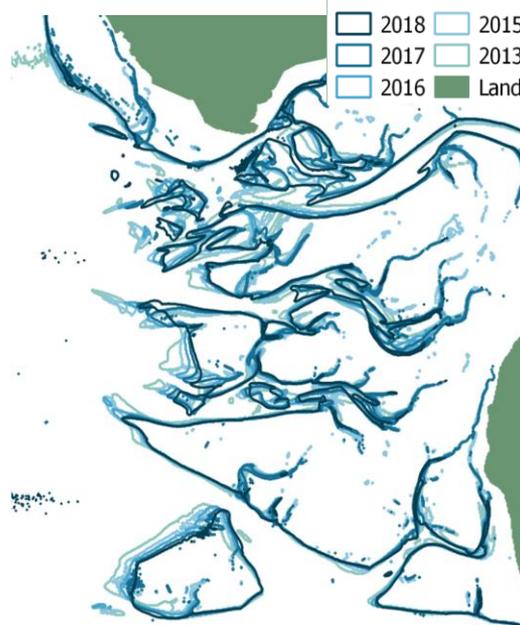
Para as condições não adequadas, privilegie os indicadores "Limite de espraio superior e inferior" ou "linha de água".



Riachos e canais entremarés

Riachos e canais entremarés

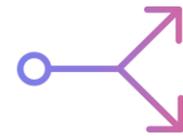
Estruturas de erosão diferencial relacionadas com a influência das águas marinhas durante os ciclos das marés no material sedimentar areno-lamoso. As margens dos riachos marcam os limites desses canais



Adequado para áreas arenosas/lamas de meso a macromarés.



Não é adequado para áreas de micro-marés.



Para as condições não adequadas, privilegie os indicadores "Limite de espraio superior e inferior" ou "linha de água".

Arribas / Falésias

Posição da Arriba / Falésia

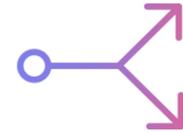
Estimado o topo e base das arribas/falésias para identificar deslizamentos.



Adequado para arribas/falésias íngremes



Não adequado para arribas/falésias estáveis.



Para as condições não adequadas, privilegie o indicador de localização “Deslizamentos”.

Deslizamentos

Deslizamentos

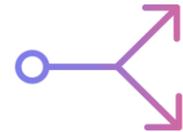
Posição e forma dos depósitos do deslizamento de arribas/falésias rochosas. Combinado com uma análise da mobilidade das linhas de base e topo das arribas/falésias, o evento pode ser datado.



Adequado para arribas/falésias íngremes



Não adequado para arribas/falésias estáveis.



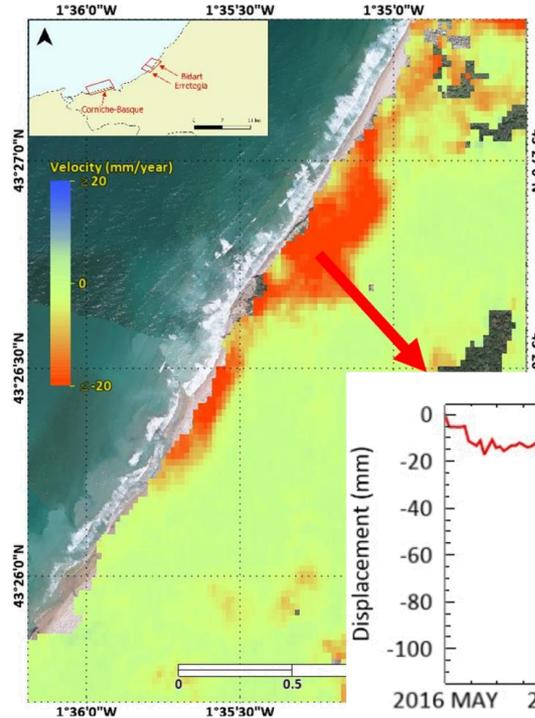
Para as condições não adequadas, privilegie o indicador “**movimentos de gravidade**” para antecipar ou observar o colapso.



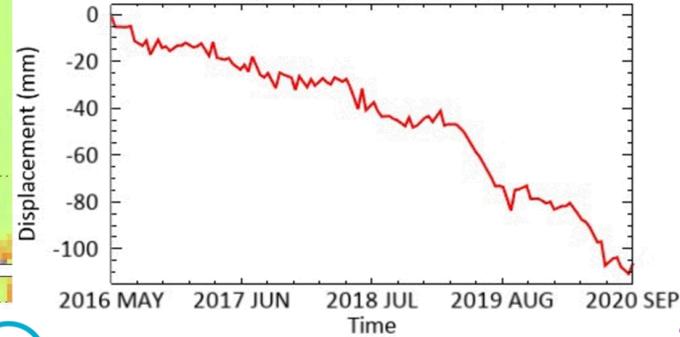
Movimentos de Gravidade

Movimentos de Gravidade

As deformações do solo são monitorizadas para prevenir ou observar deslizamentos de terra e colapsos rochosos



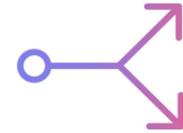
SBAS Displacement Profile



Adequado para arribas/falésias subverticais altamente erosivas.



Não é adequado para arribas/falésias antigas, vegetadas e estáveis.



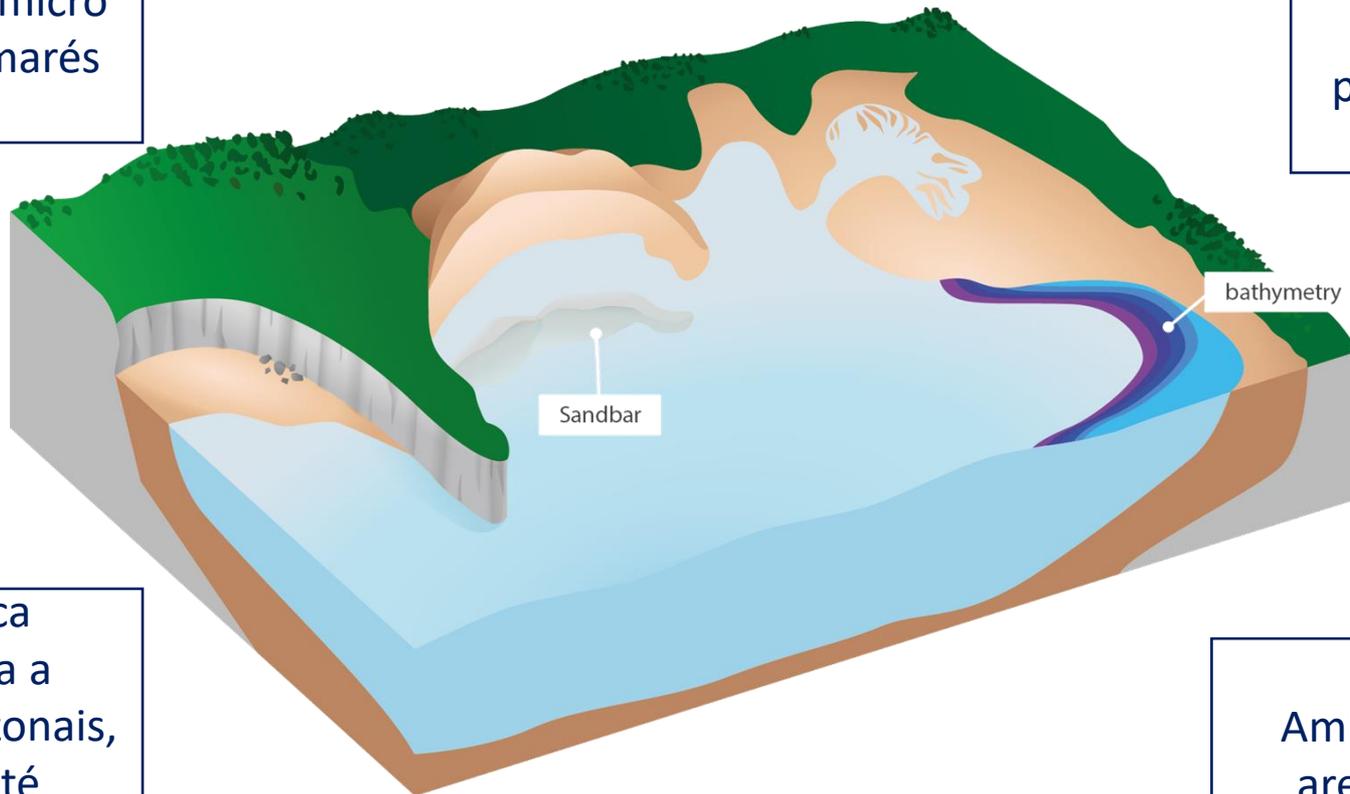
Para as condições não adequadas, privilegie a detecção de “Deslizamentos” para localizar focos erosivos.



Indicadores de dinâmica nearshore

Áreas de micro
a macromarés

Até 15m de
profundidade



Dinâmica
orientada a
eventos: sazonais,
anuais até
decenais

Ambientes
arenosos

Utilidade:

Avaliar a quantidade de sedimentos e sua variação ao longo das escalas de tempo relevantes

Dimensionar, localizar e monitorizar instalações de energia renovável no mar

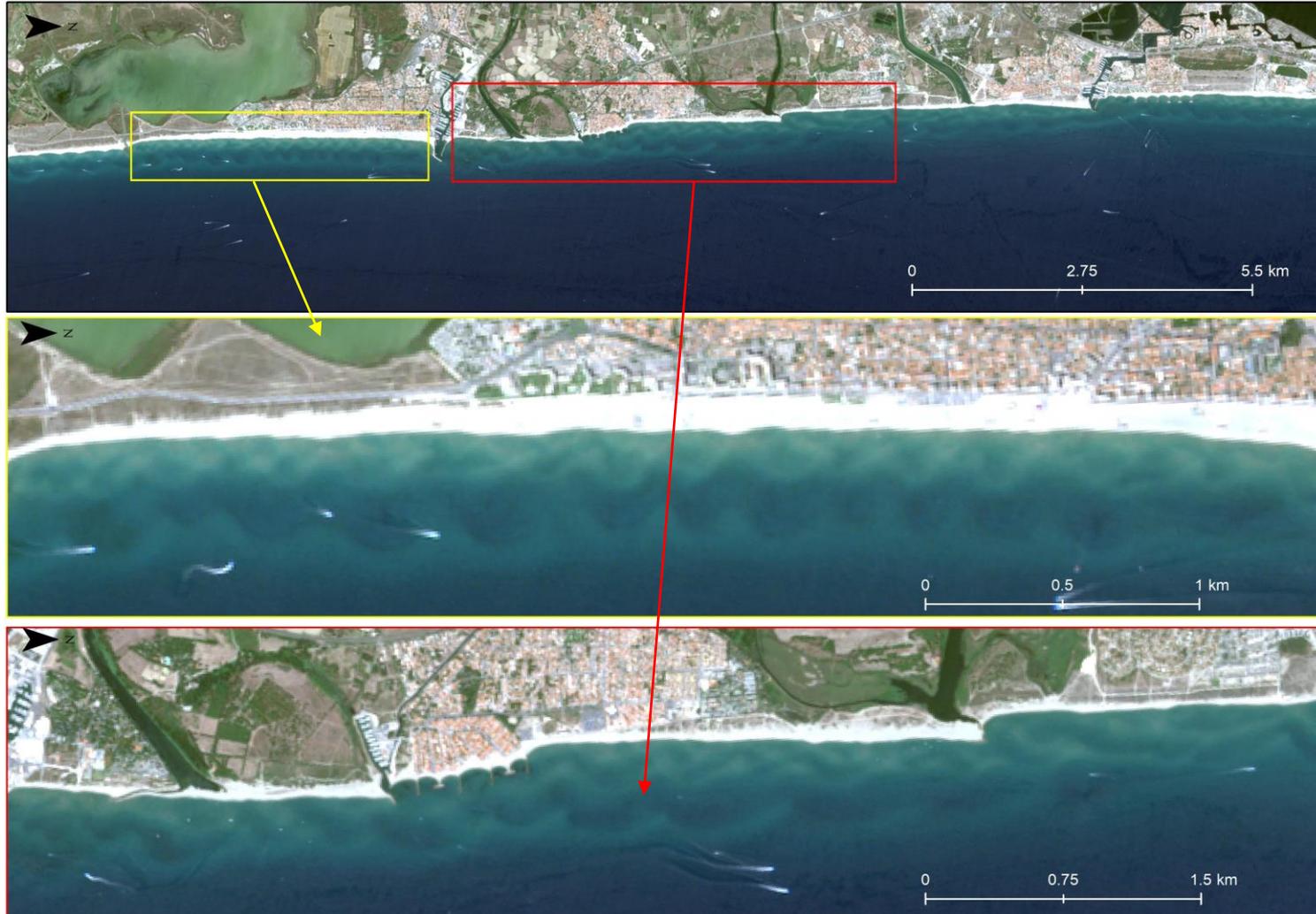
Prevenir a erosão costeira sustentável através da perda de sedimentos

Entender melhor como o nearshore se adapta aos fenômenos das tempestades...

Indicadores de dinâmica nearshore

BATIMETRIA

BARRAS ARENOSAS





Informações para uso adequado dos dados

Satélite	Resolução	Precisão media dos resultados	Escala máxima de leitura	Escala máxima de análise
Sentinel 1/2	10 m	0.4 a 1 m Para alcançar precisões de 0.4-0.5 m:	1:2000	Exibição de no mínimo 3 pixels para identificar uma morfologia confiável
Landsat	30 m	- Fundo marinho homogénio com alto valor de albedo (areia, seixos calcários)	1:6000	
SPOT	1.5-20 m	- Profundidade entre 1m e cerca de 10m	1:1000	
Pléiades	2 m	- Sem turbidez ou agitação na superfície do mar - Pontos de controle terrestre para distinguir os vários tipos de fundo do mar se existir heterogeneidade	1:400	

Comparação entre datas

Homogeneidade sazonal para analisar uma evolução plurianual

O intervalo entre as datas deve ser adaptado à dinâmica geral conhecida do local e à precisão da medição.

Indicador extraído de várias imagens (produto multidata)

Indicador representativo de uma época ou período. Incorpora a dinâmica costeira natural entre datas.

Os pixels não têm a mesma taxa de sobreposição:

Se houver várias datas para um mesmo pixel, é aplicada a média ponderada.

Se existir uma única data para um pixel, é apenas usado um único valor.

Uso de produtos para estimar volumes de stock de sedimentos

As precisões vertical e horizontal permitem uma estimativa qualitativa das quantidades de sedimentos na forma de ordens de grandeza.

Incertezas nas estimativas na precisão vertical e horizontal

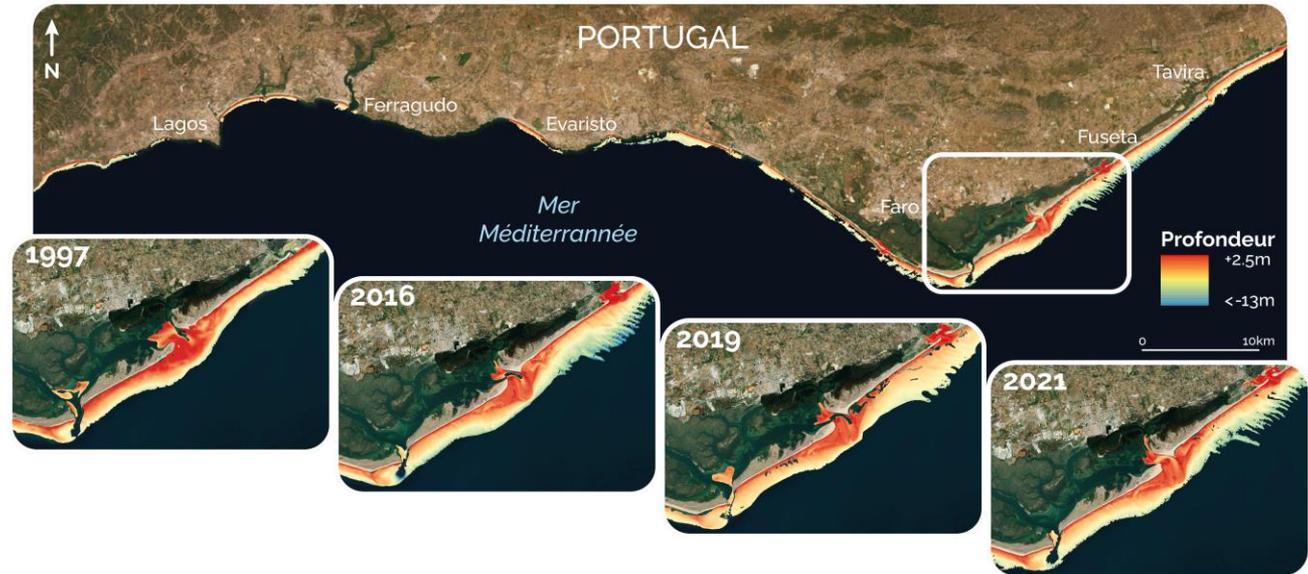
Batimetria

Batimetria

Modelos digitais de elevação em função da profundidade

Alterações batimétricas

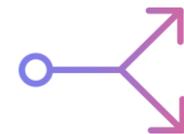
Mapeamento das diferenças verticais entre duas datas



Adequado para avaliar o equilíbrio de sedimentos sazonais a longo prazo.



Não é adequado para calibração fina de reabastecimentos de praias e dragagens.



As isóbatas extraídas da batimetria podem fornecer informações simplificadas e mais fáceis de ler no caso de batimetria complexa. Caso contrário, opte pelo indicador “[Posição da barra arenosa](#)” que dá uma indicação da zona de deriva litoral ativa e dos principais deslocamentos sedimentares.

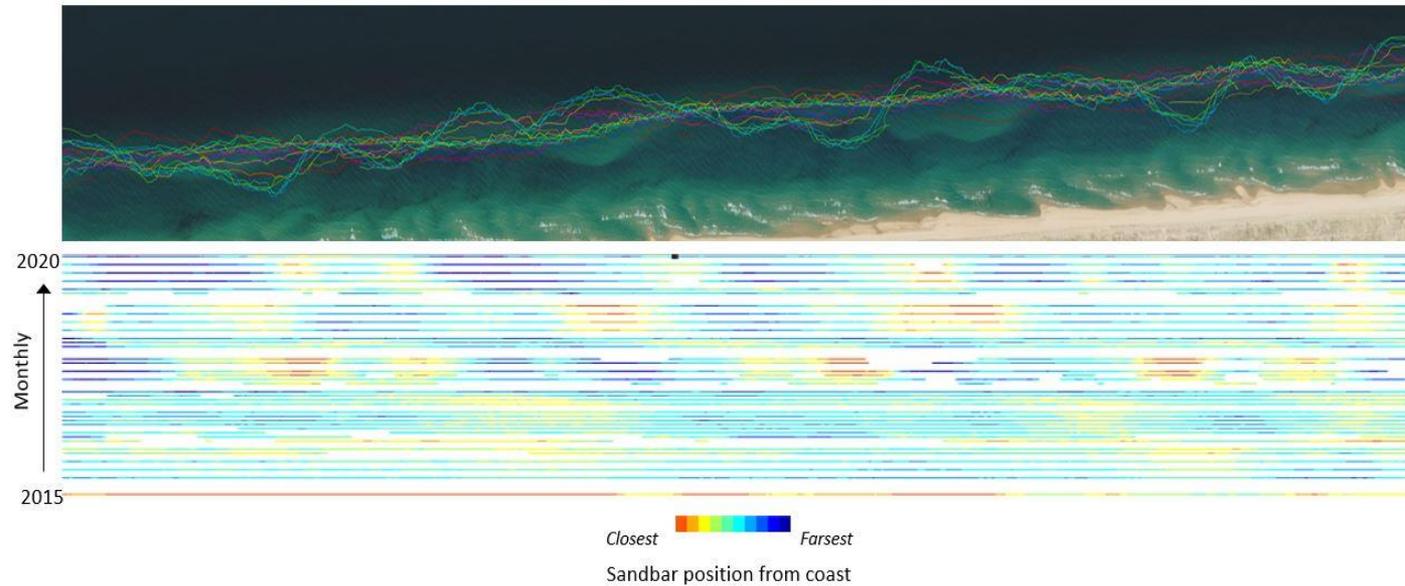
Posição da Barra arenosa

Posição da Barra arenosa

Sinal espectral associado à crista de uma barra arenosa ou à posição da rebentação da onda (proxy junto ao topo da barra).

Migração da barra

Distância do litoral ao local da barra ao longo de transectos perpendiculares



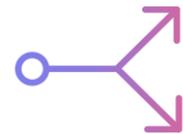
Adequado para avaliar a dinâmica de stocks sedimentares em frente a praias arenosas, para definir a dinâmica durante as temporadas de tempestades



Considerar a dinâmica natural conhecida, ajustar a frequência de monitorização.

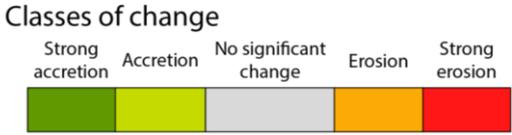
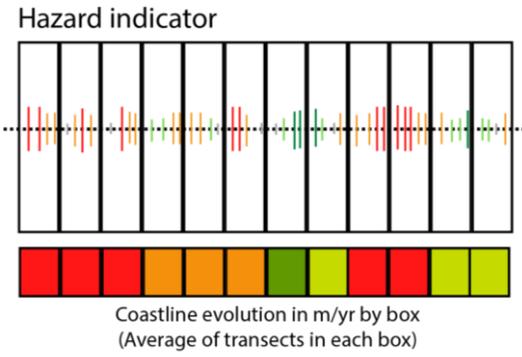
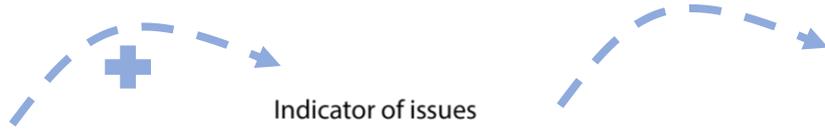
Deve ser acoplado a outros indicadores costeiros para qualquer interpretação dos stocks de sedimentos.

Requer bom conhecimento temático

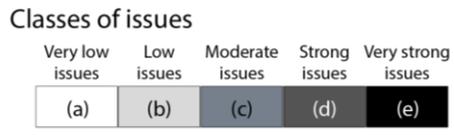
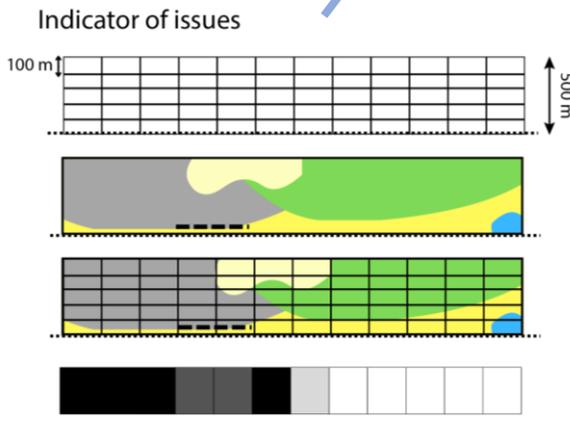


Para as condições listadas que não são adequadas para este indicador, opte pelo indicador “batimetria”.

Exposição a Riscos

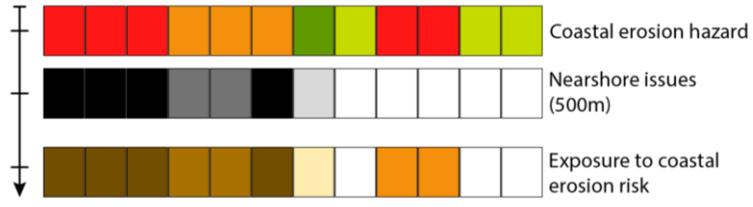


Adequado para comunicar informações resumidas, identificar facilmente locais sensíveis e apoiar a tomada de decisões.

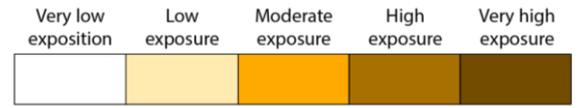


Deve ser interpretado considerando o período de análise: perigo de curto/médio/longo prazo. Pode ser adaptado e refinado com conjuntos de dados atualizados e/ou mais precisos.

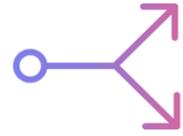
Exposure at the erosion hazard (risk)



Classes of exposure at risk



- (a) - Natural and vegetated beach
- (b) - Vegetation with artificial and/or natural protection
- (c) - Vegetation exposed to hazards
- (d) - Settlements with artificial and/or natural protection
- (e) - Settlements not protected to hazards



O peso atribuído a cada questão pode ser modificado de acordo com as prioridades do usuário. O conjunto de dados pode ser substituído por mais dados locais.

Indicadores produzidos: Portugal

Produtos – Fase 1 e 2

- ❑ BATIMETRIA (SAR)
 - ❑ Espinho a Peniche (2015-2022) – 250km

- ❑ LINHA DE COSTA (DUNA/ARRIBA)
 - ❑ Aveiro (2011, 2014 e 2018) – 15km
 - ❑ Leiria (2018 e 2020) – 7km

Indicadores produzidos: Portugal

Produtos – Fase 1 e 2

- ❑ BATIMETRIA (SAR)
 - ❑ Espinho a Peniche (2015-2022) – 250km
- ❑ LINHA DE COSTA (DUNA/ARRIBA)
 - ❑ Aveiro (2011, 2014 e 2018) – 15km
 - ❑ Leiria (2018 e 2020) – 7km

Produtos – Fase 3

- ❑ LINHA DE ESPRAIO MÁXIMA+ variações
 - ❑ Peniche (1995-2022)– 80km
 - ❑ Lisboa a Sines (1995-2022)– 99km
- ❑ LINHA DE ÁGUA + variações
 - ❑ Algarve (1995-2022)– 131km
- ❑ BASE DA DUNA/ARRIBA + variações
 - ❑ Algarve (1995-2022)– 131km
 - ❑ Lisboa a Sines (1995-2022)– 99km
- ❑ BATIMETRIA + variações
 - ❑ Algarve (1995-2022)– 131km

Indicadores produzidos: Portugal

Produtos – Fase 1 e 2

- ❑ BATIMETRIA (SAR)
 - ❑ Espinho a Peniche (2015-2022) – 250km
- ❑ LINHA DE COSTA (DUNA/ARRIBA)
 - ❑ Aveiro (2011, 2014 e 2018) – 15km
 - ❑ Leiria (2018 e 2020) – 7km

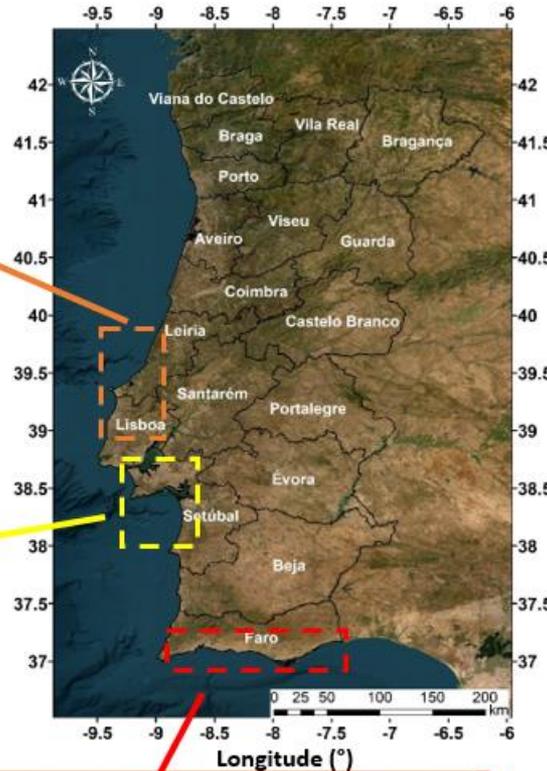
Produtos – Fase 4

- ❑ INDICADOR DE RISCO, INDICADOR DE SUSCETIBILIDADE A PROBLEMAS E INDICADOR DE EXPOSIÇÃO À EROÇÃO
 - ❑ Peniche (1995-2022)– 80km
 - ❑ Lisboa a Sines (1995-2022)– 99km
 - ❑ Algarve (1995-2022)– 131km

Produtos – Fase 3

- ❑ LINHA DE ESPRAIO MÁXIMA+ variações
 - ❑ Peniche (1995-2022)– 80km
 - ❑ Lisboa a Sines (1995-2022)– 99km
- ❑ LINHA DE ÁGUA + variações
 - ❑ Algarve (1995-2022)– 131km
- ❑ BASE DA DUNA/ARRIBA + variações
 - ❑ Algarve (1995-2022)– 131km
 - ❑ Lisboa a Sines (1995-2022)– 99km
- ❑ BATIMETRIA + variações
 - ❑ Algarve (1995-2022)– 131km

CASOS DE ESTUDO - LIMITE DO ESPRAIO DA ONDA 1995-2022



LEGENDA

Alterações na linha de praia entre 1995 e 2022 (m/ano)

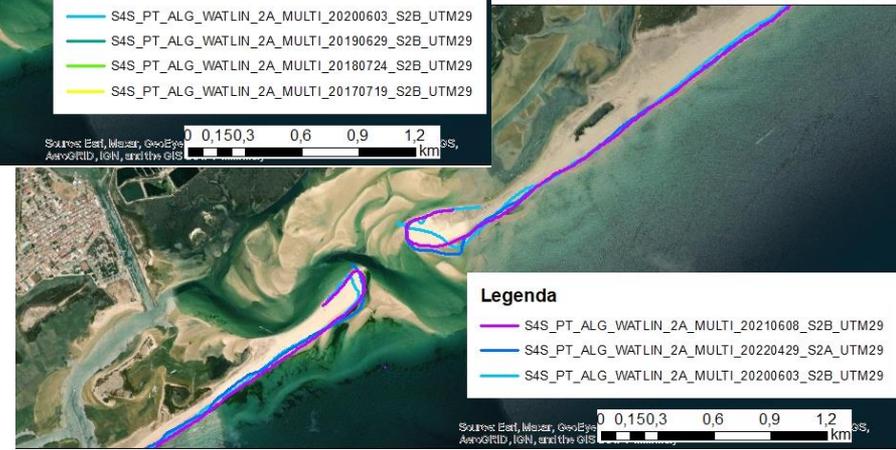
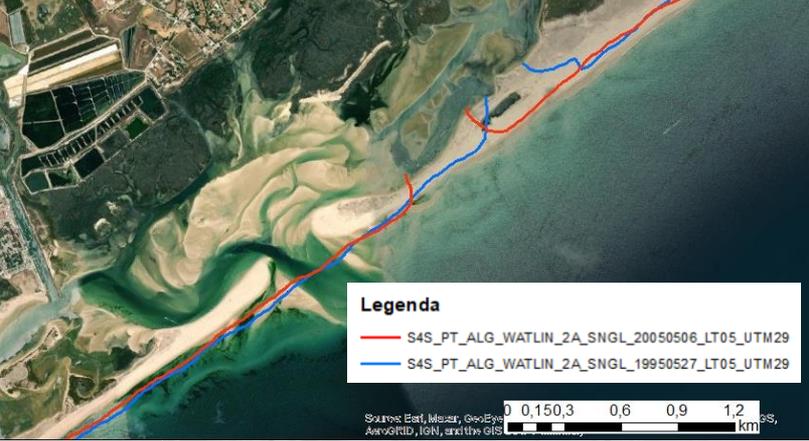
< -2	} Acção
-2 - -1	
-1 - -0.5	} Estável
-0.5 - 0.5	
0.5 - 1	} Erosão
1 - 2	
> 2	

Zonas mais dinâmicas

- 1-Praia da Cacela Velha-Perdas até 4.5m/ano
- 2-Praia da Fuseta até Praia da Barra Velha-Perdas até 3m/ano
- 3-Praia da Culatra até Praia da Amona-Ganhos até 12m/ano
- 4-Praia de Faro até Praia da Barreta-Perdas até 3.8 m/ano a oeste e Ganhos até 4.1 m/ano a este
- 5-Praia da Rocha-Ganhos de 1.8m/ano
- 6-Meia Praia-Ganhos até 1.5m/ano e Praia do Alvor-Perdas até 1.5m/ano
- 7-Troia-Ganhos até 13 m/ano
- 8-Troço Costa da Caparica até Praia da Mata-Perdas até 2.5m/ano a norte e Ganhos até 2.5 m/ano a sul
- 9-Troço Lagoa de Óbidos até Praia do Baleal-Perdas até 2.1 m/ano
- 10-Nazaré-Ganhos até 2.9 m/ano



CASOS DE ESTUDO – EVOLUÇÃO DO SISTEMA DE ILHA BARREIRA ENTRE 1995 e 2022



Praia da Fuseta – Praia da Barra Velha

Como acceder aos dados

- Conjunto de dados: uma por tipo de produto(1)
- Para cada conjunto de dados: uma descrição simples é fornecida(2)
- A qualquer momento: o usuário final pode acceder às instruções(3) sobre como obter os dados(4)

Data collections

- Recherche Avancée
- Vertical land motion ▶
- Dune Foot Position ▶
- Dune Foot Changes ▶
- Bathymetry Changes ▶
- Dune Foot Area Changes ▶
- Upper Swash Limit Position** **1** ▶
- Cliff Apex Position ▶
- Bathymetry ▶
- Upper Swash Limit Changes ▶
- Upper Swash Area Changes ▶
- Tidal Creeks position ▶
- Top of cliff vertical movement ▶
- Cliff Foot Position ▶
- Waterline Position ▶
- Submerged Sandbars Position ▶
- Beach Width ▶

Information window

Upper Swash Limit Position

2
INSTRUCTIONS
ORDER

This data collection includes shapefiles (lines) for each period for which the upper swash limit was extracted (frequencies will vary for each AOI). The upper swash limit is obtained by extracting and concatenating several single waterline positions over a period of time, usually during the summer months.

ENREGISTRÉ	FOURNISSEUR DE SERVICE	INTERFACE DE TYPE DE SERVICE
28/03/2022	i-Sea	Collecte des données

MOTS CLÉS

[upper](#) [swash](#) [products](#) [i-sea](#)

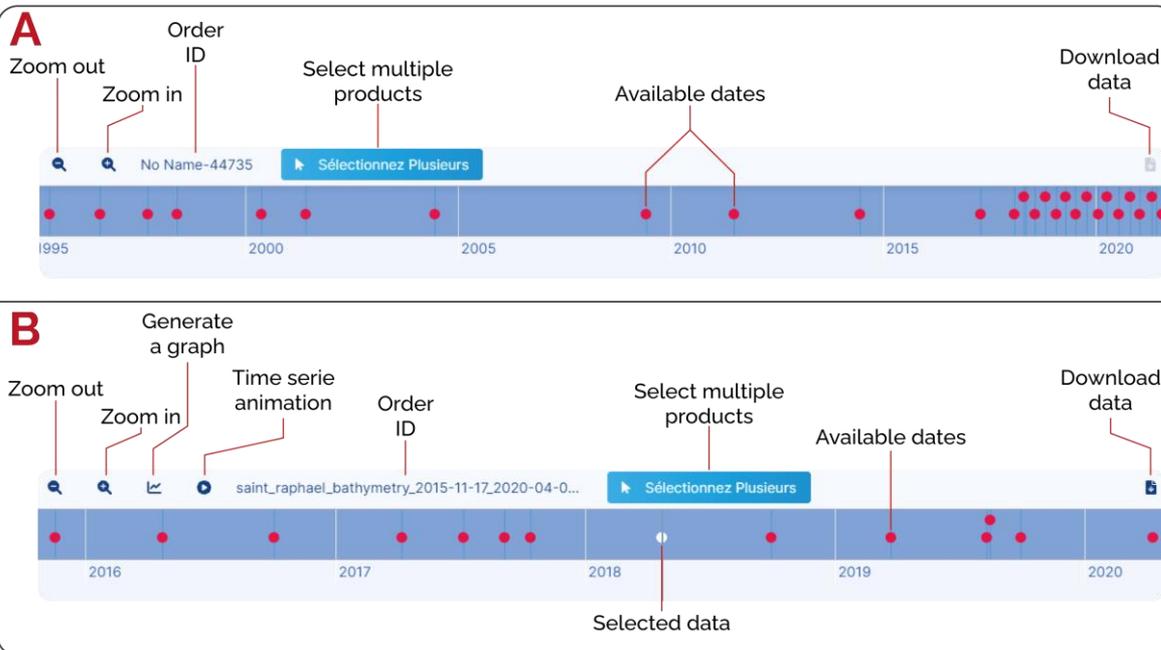
DETAILS
3
ORDER

In order to submit an order, please enter:

- Time of interest in the start and end date;
- Area of interest by drawing it in the map;
- Additional parameters that the service might require;
- Press the order button;
- Check the results in the order section of the portal.

Como acceder aos dados

- Uma linha do tempo interativa e intuitiva que permite ver rapidamente todas as datas disponíveis para um determinado produto. **(A)**
- Exibição de vários produtos ao mesmo tempo para visualizar as alterações
- Para as batimetrias: criação de gráficos e animações temporais **(B)**



Caixas pop-up de informações para todos os produtos

