



XII CPGZC

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

Zonas Costeiras Inteligentes

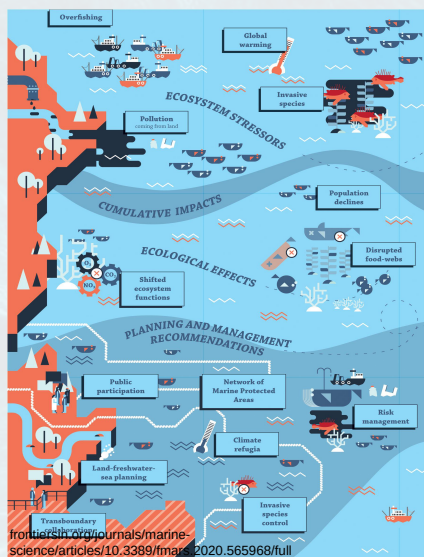
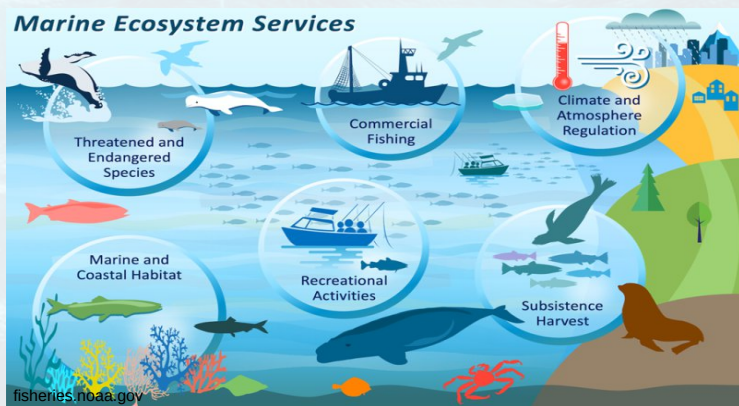
Multiscale Assessment of Ecosystem Services Under Climate and Anthropogenic Pressures Along the North West Coast of Portugal

Jacinto Cunha¹, Edna Cabecinha², Sebastian Villasante³, Stefano Balbi^{4, 5}, Michael Elliott^{6, 7}, Sandra Ramos^{1, 8}

¹CIIMAR, University of Porto, PORTUGAL. jcunha@ciimar.up.pt. ²CITAB/Inov4Agro, University of Trás-os-Montes and Alto Douro, PORTUGAL. ³EqualSea Lab - CRETUS, University of Santiago de Compostela, SPAIN. ⁴Basque Centre for Climate Change (BC3), SPAIN. ⁵IKERBASQUE, SPAIN. ⁶School of Environmental and Life Sciences, University of Hull, UK. ⁷IECS, UK. ⁸Biology Department, Faculty of Sciences of the University of Porto, PORTUGAL.



Ecosystems Costeiros e Marinhos. Principais desafios e necessidades:



Crescente **pressão** nos ecossistemas devido a actividades humanas e alterações climáticas, requerem estratégias costeiras sustentáveis

Aumento da aplicação dos conceitos dos serviços de ecossistema (**ES**) e gestão baseada em ecossistemas (**EBM**) em sistemas marinhos e costeiros

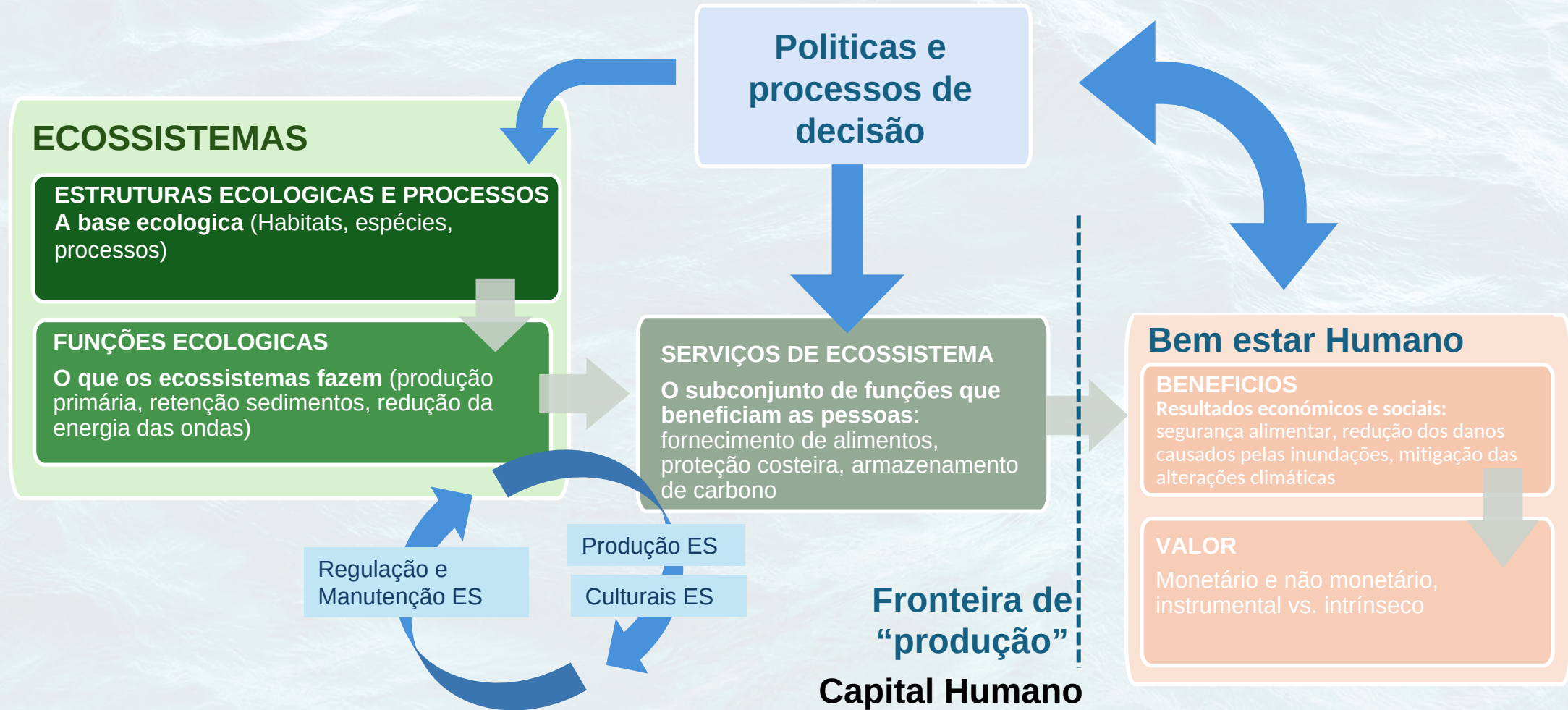
EBM holística incorporando os níveis **regional/local**, alinhada com políticas nacionais, europeias e globais (e.g., SDGs, Blue Growth)

Envolvimento dos **stakeholders** para tomada de **decisão inclusivas** além de cientificamente válidas

Construção de **cenários** para avaliação de risco e planeamento adaptativo a longo prazo.

Ecossistemas Costeiros e Marinhos. A cascata de serviços

Das estruturas ecológicas ao bem estar humano

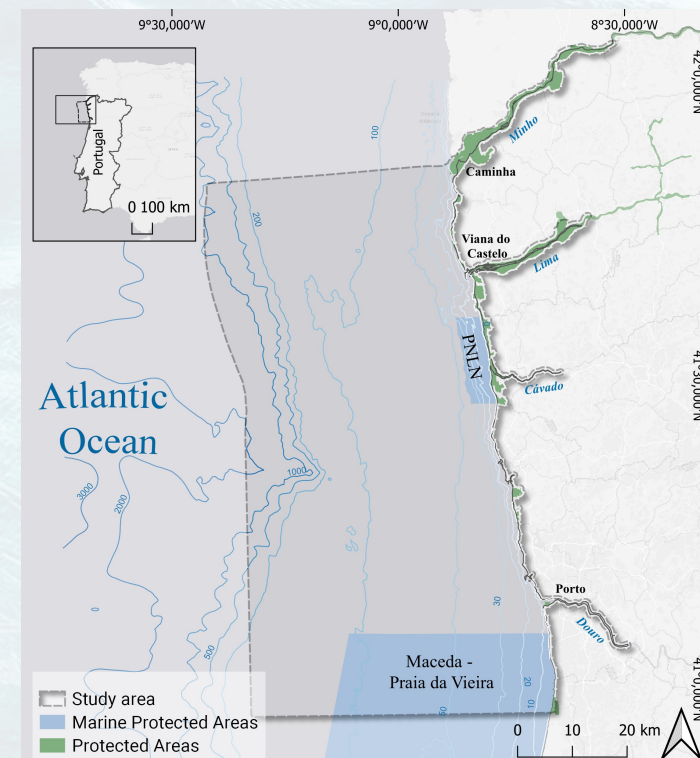


"A cascata torna explícito que a degradação da estrutura ecológica enfraquece progressivamente a prestação de serviços; a gestão deve incidir no nível adequado." (Haines-Young & Potschin 2010)

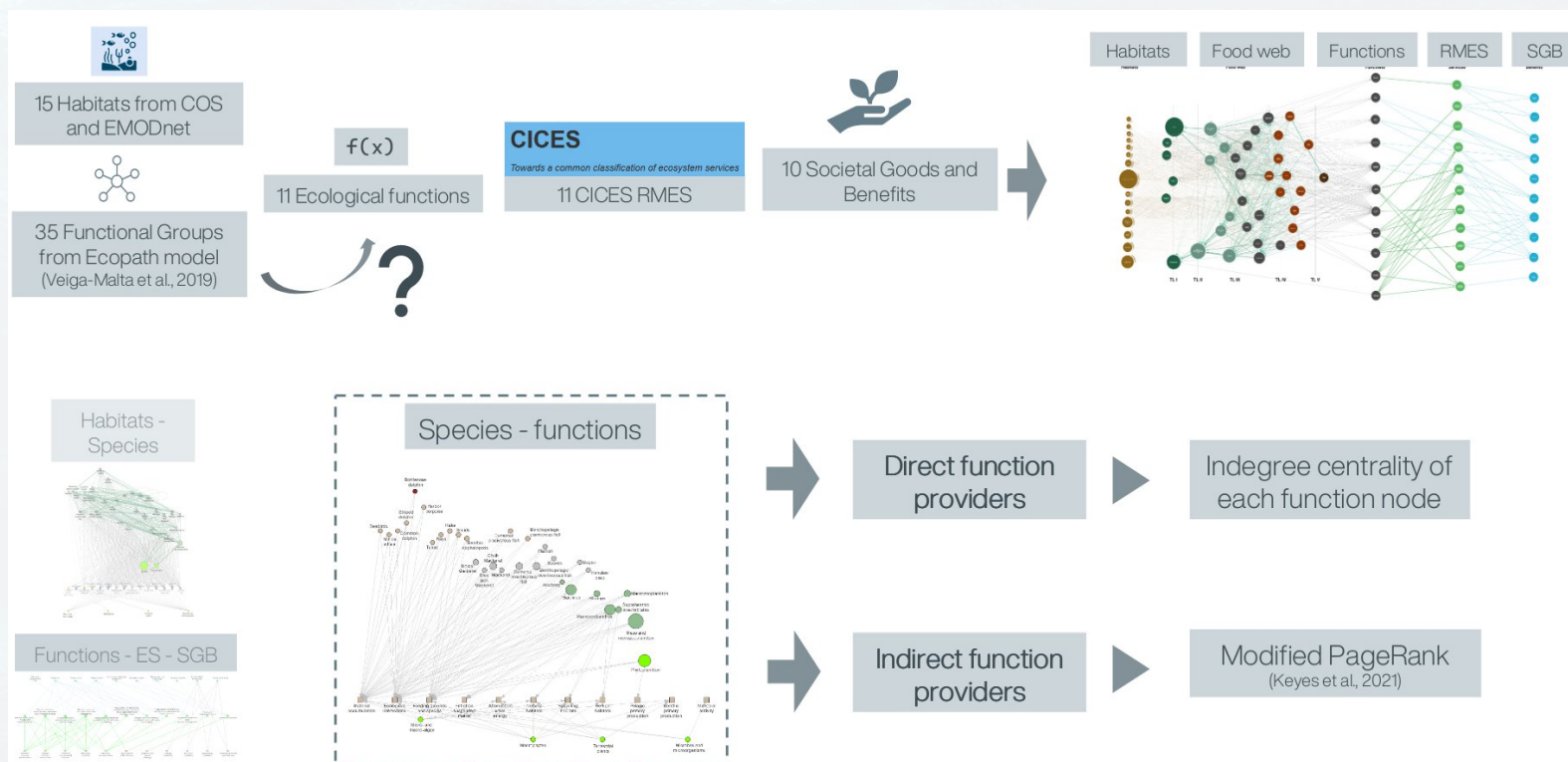
Objectivo principal

Aumento da compreensão científica do fornecimento de **ES de Regulação e Manutenção** em regiões costeiras e marinhas e potenciais impactos das **actividades antropogénicas e alterações climáticas**.

1. Desvendar a “cadeia de produção” destes ES
2. Definir hotspots de fornecimento
3. Quantificação de carbono azul e vulnerabilidade a SLR
4. Avaliação do risco cumulativo no ecossistema
5. Integração do conhecimento científico e local para melhorar a gestão



Área de estudo: Costa Norte de Portugal

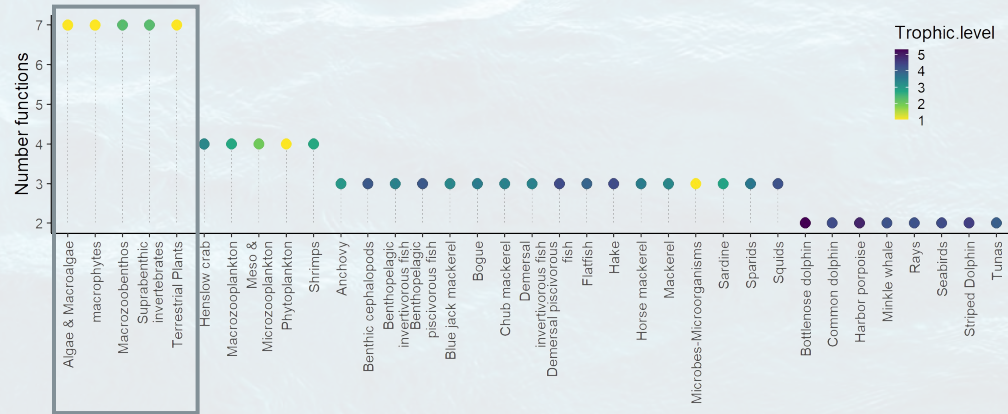


Desvendando a estrutura ecológica subjacente ao fornecimento de RMES num continuum costeiro-marinho

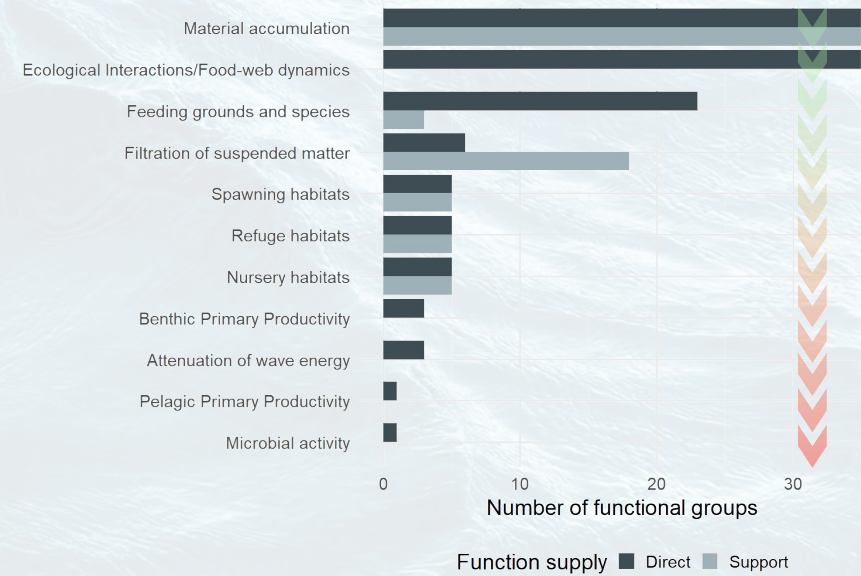
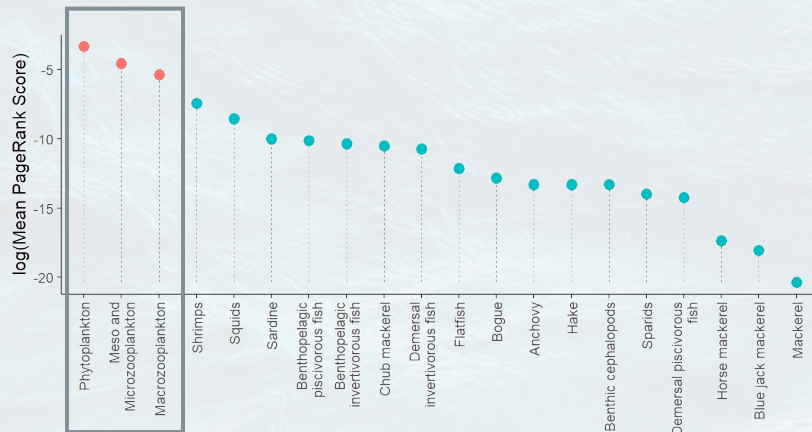
Objectivo 1

1. Desvendando a cadeia de produção: *Resultados*

Contribuição directa para funções ecológicas



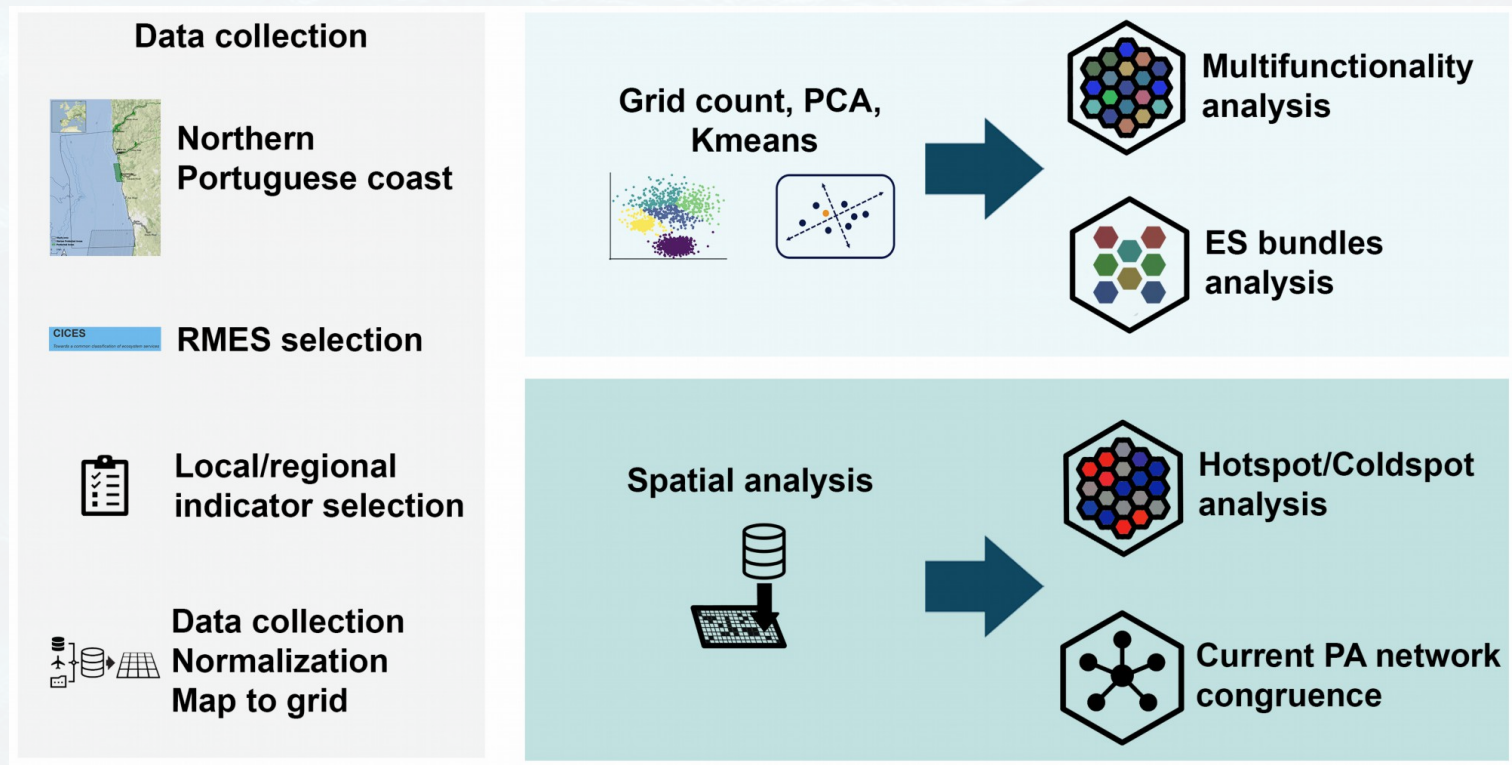
Contribuição indirecta para funções ecológicas



Fornecimento de funções ecológicas com **variável resistência e resiliência** face a vectores de mudança (drivers of change)

1. Função desempenhada por mais grupos: **maior** resistência e resiliência potenciais

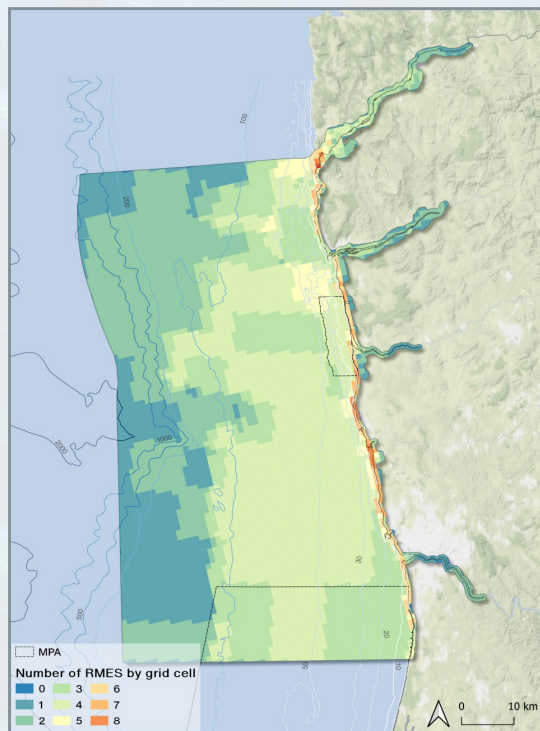
2. Função desempenhada por menos grupos: potencial **menor** resistência e resiliência



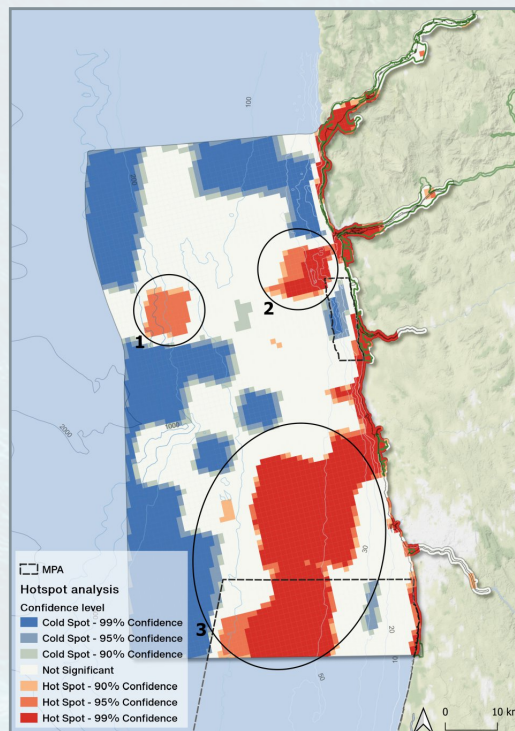
A definição de hotspots e coldspots de RMES é fundamental para uma gestão marinha eficaz – uma avaliação do gradiente entre a zona costeira e o mar em Portugal

2. Definir hotspots de fornecimento: *Resultados*

Multifuncionalidade



Hotspots marinhos de fornecimento



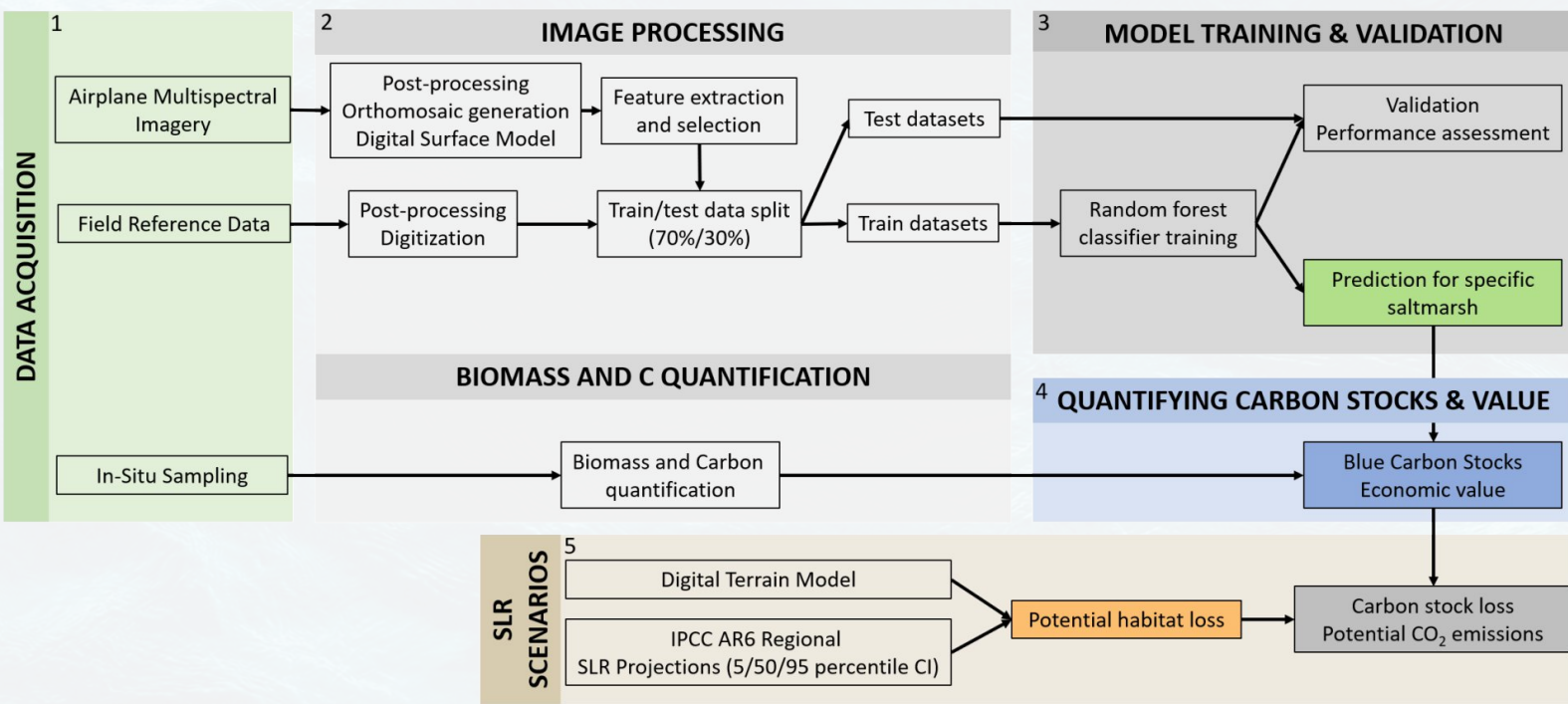
Cunha et al. 2023

Zonas costeiras, estuários e três áreas marinhas principais como pontos-chave.

20 % da região classificada como hotspot do fornecimento de RMES.

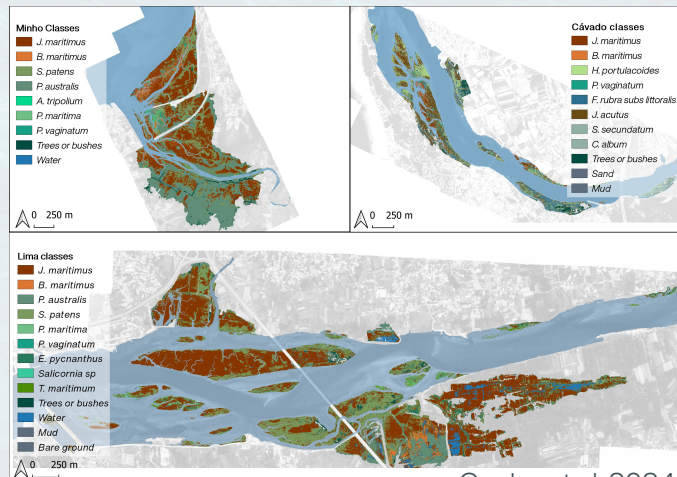
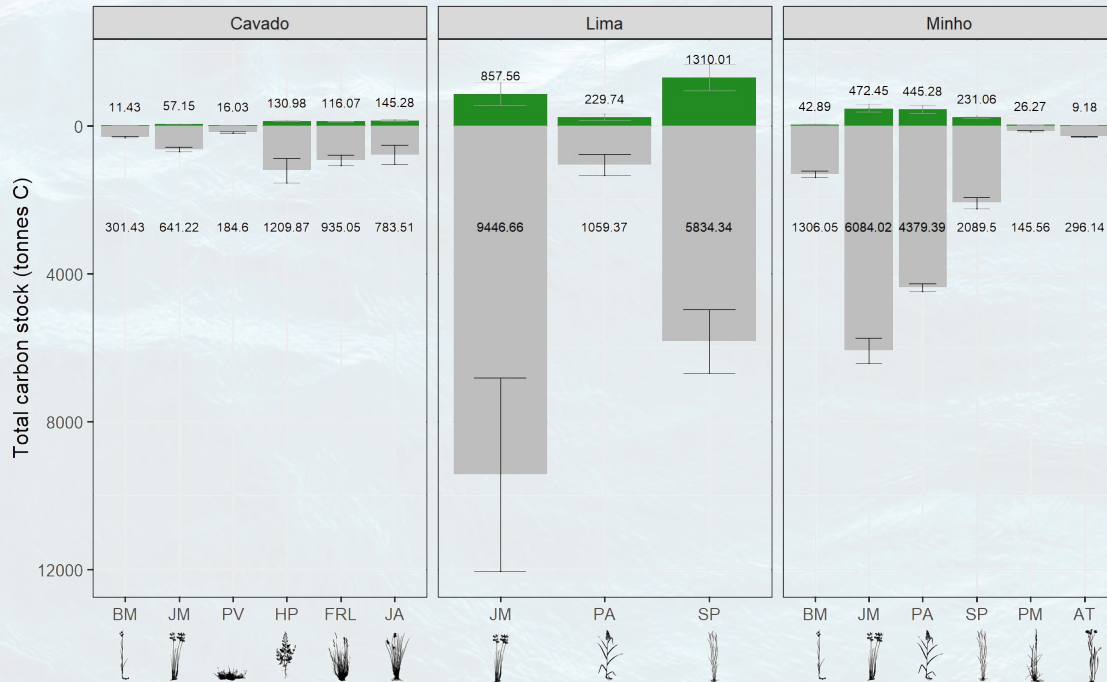
No geral, **39%** dos hotspots já se encontram protegidos.

Apenas **30%** dos hotspots no meio marinho se encontram atualmente protegidas.



Quantificação do papel dos sapais como sumidouros de carbono vulneráveis: um estudo de caso do norte de Portugal

3. Quantificação das reservas de carbono dos sapais e da sua vulnerabilidade à subida do nível do mar: *Resultados*



Cunha et al. 2024

Diferenças significativas a nível local e regional nos valores de carbono entre espécies e entre sapais

Stock total carbono orgânico: $\approx 40000 \text{ t C}$ (vegetação + 30 cm superiores do sedimento)

Cávado: $4565 \pm 457 \text{ tonnes C}$

Lima: $19763 \pm 1961 \text{ tonnes C}$

Minho: $15524 \pm 401 \text{ tonnes C}$

Valor económico do stock total:

$\sim 4 \text{ M€}$ (EU ETS 102.03 €/ton, March 2023)

3. Quantificação das reservas de carbono dos sapais e da sua vulnerabilidade à subida do nível do mar: *Resultados*

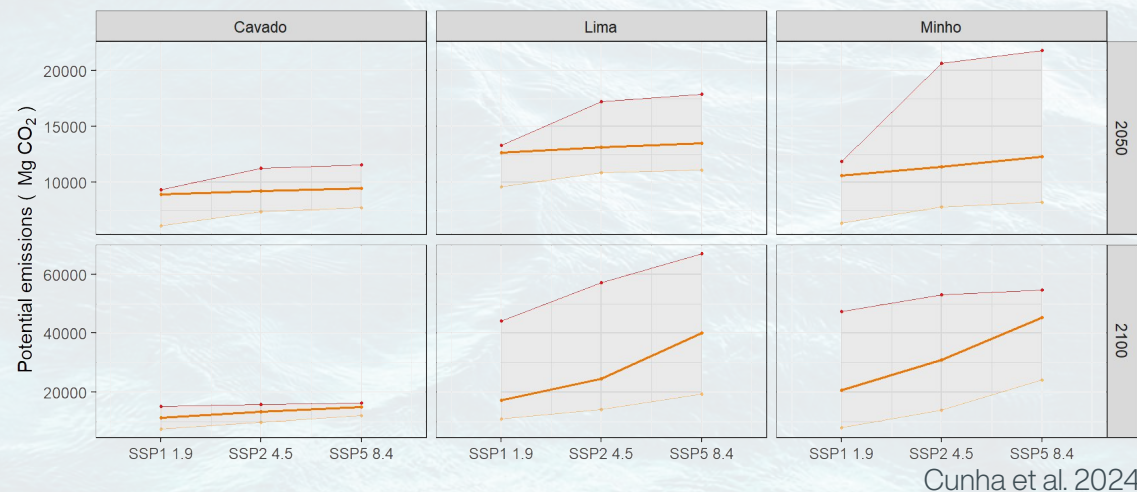
Potencial perda de habitat



Potencial perda de carbono

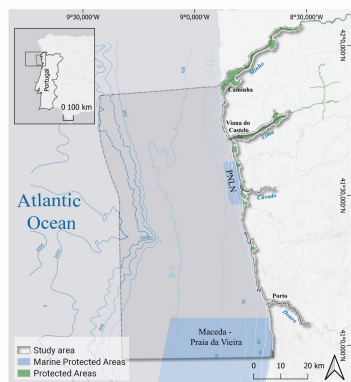


Potencias emissões CO₂



- 2050: 22000 - 43000 t CO₂
- 2100: 18000 - 130000 t CO₂

Coastal marine system NW Portugal

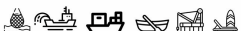


1 Spatial information

• 12 Habitats



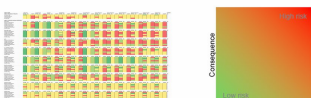
• 20 Human activities & uses



• 2 Climate change pressures

- Increased SST
- Increased Coastal Exposure

2 Literature & Expert knowledge Habitat - Stressor Exposure and Consequence criteria



Invest Habitat Risk Assessment
model



3 Management narratives and Climatic scenarios

Present **2050** **2100**

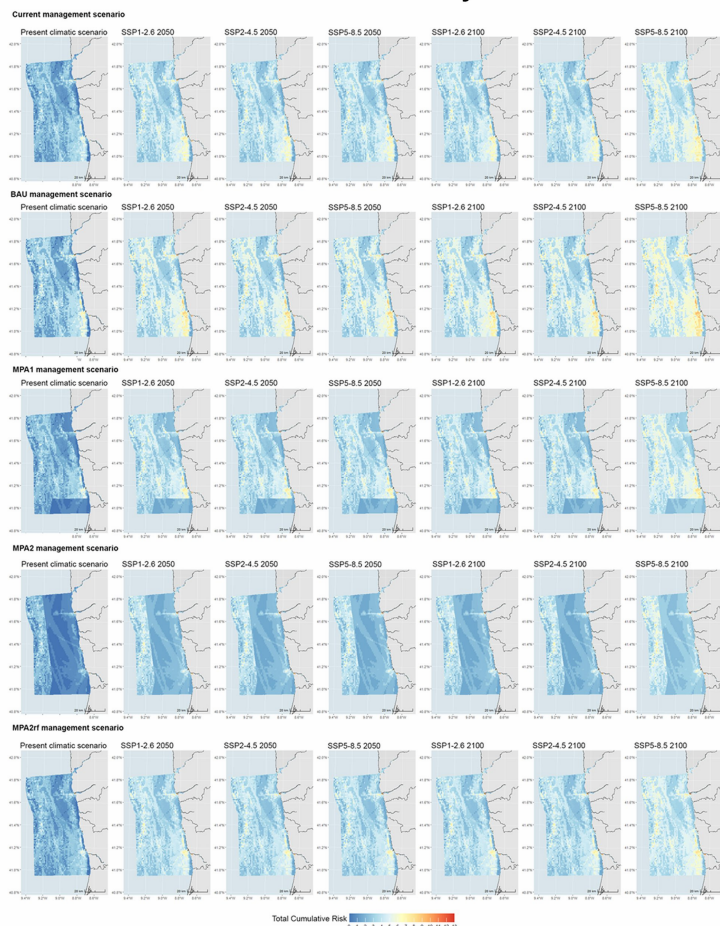
Management narratives

- Current
- Conservation
- Business as usual

Climatic change pressures

- SSP1-2.6
- SSP2-4.5
- SSP5-8.5

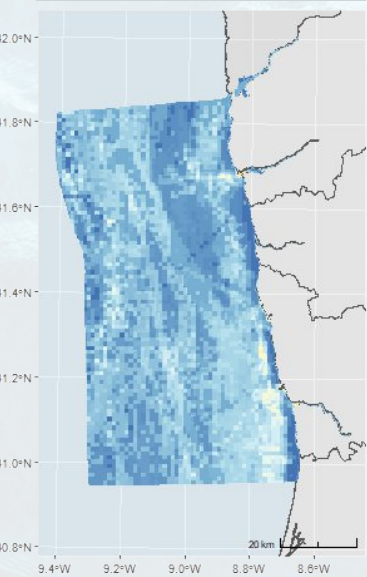
4 Cumulative Risk to habitats and ecosystem



Avaliação dos riscos
cumulativos para os
habitats das zonas
costeiras em cenários de
gestão e de alterações
climáticas

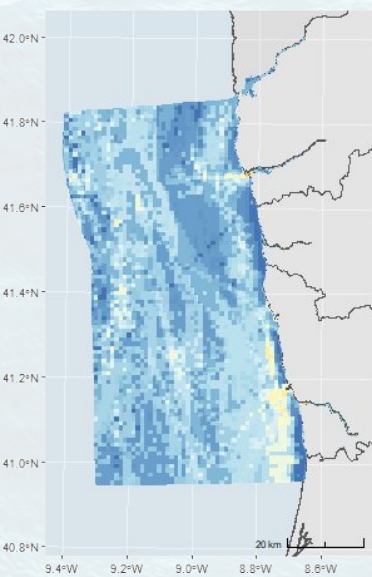
4. Avaliação do risco cumulativo para o ecossistema: Resultados

 **Currente**



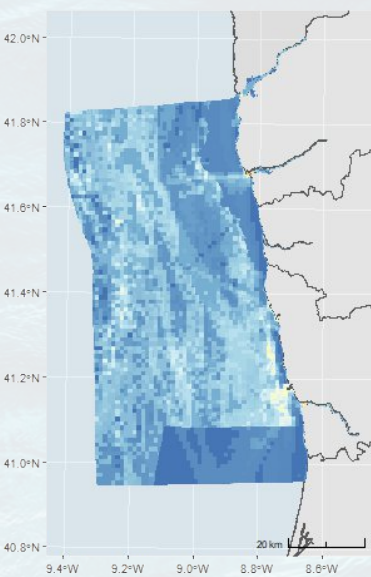
25% Áreas com alto risco

 **BAU**



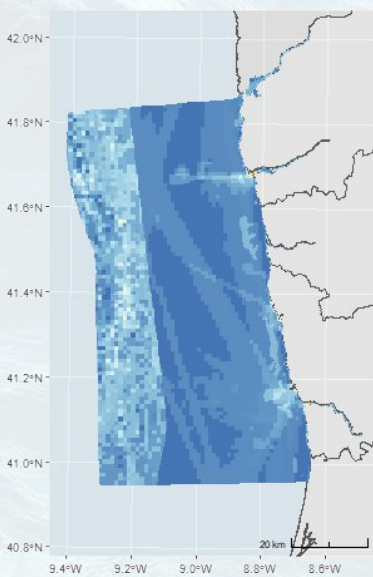
+ 18% Áreas com alto risco

 **MPA1**



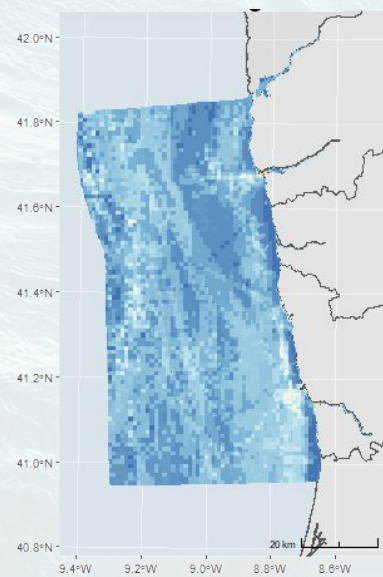
-6% Áreas com alto risco

 **MPA2**



-18% Áreas com alto risco

 **MPA2rf**

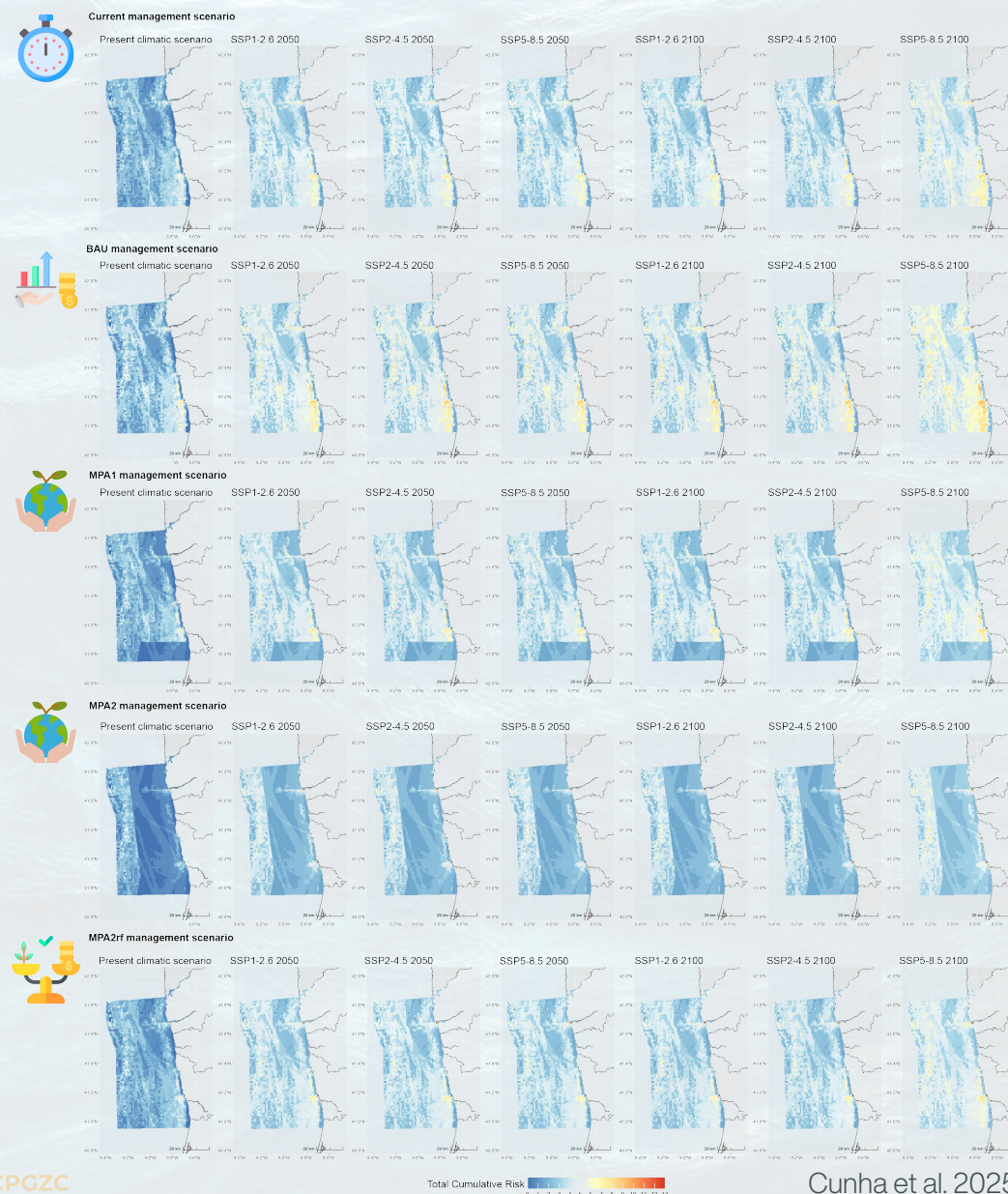


-11% Áreas com alto risco

Cunha et al. 2025

Risco mais elevado nas praias, nos fundos afóticos finos e rochosos, e nos estuários

4. Avaliação do risco cumulativo para o ecossistema: **Resultados**



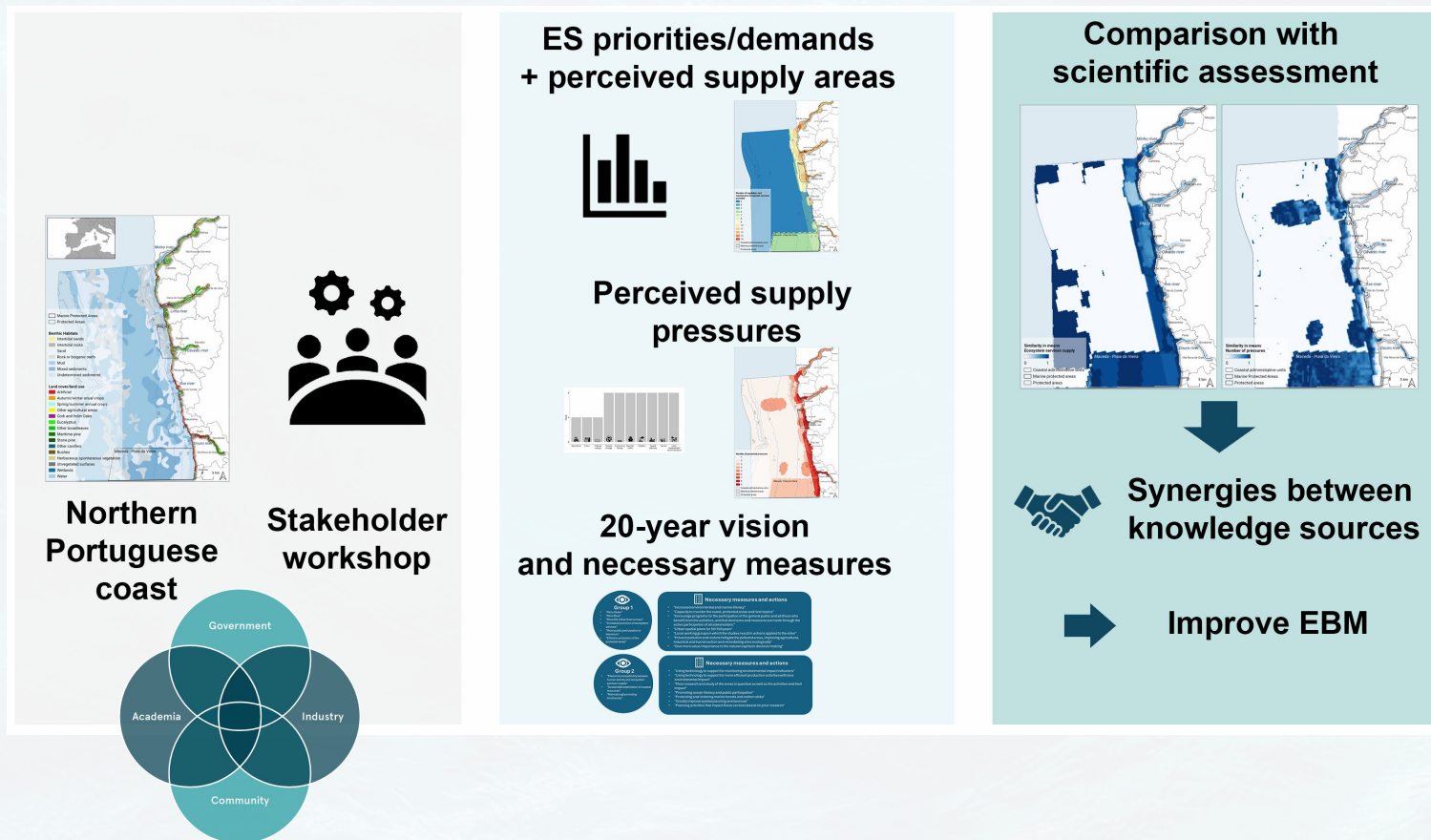
Os fatores de stress locais existentes têm um impacto mais acentuado no risco do ecossistema do que as pressões resultantes das alterações climáticas.

As pressões resultantes das alterações climáticas podem agravar o perfil de risco de áreas já consideradas de alto risco, particularmente na zona costeira, sem alteração significativa dos padrões espaciais gerais de risco.

Principais pressões em todos os cenários:

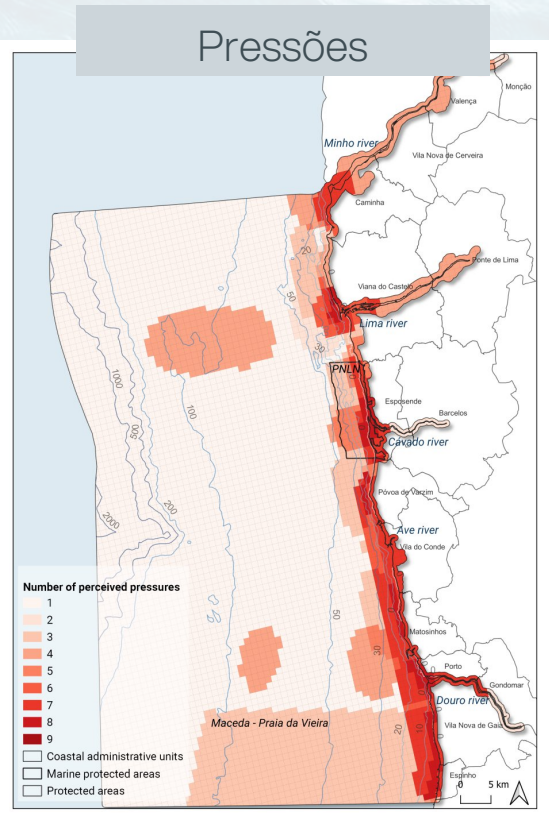
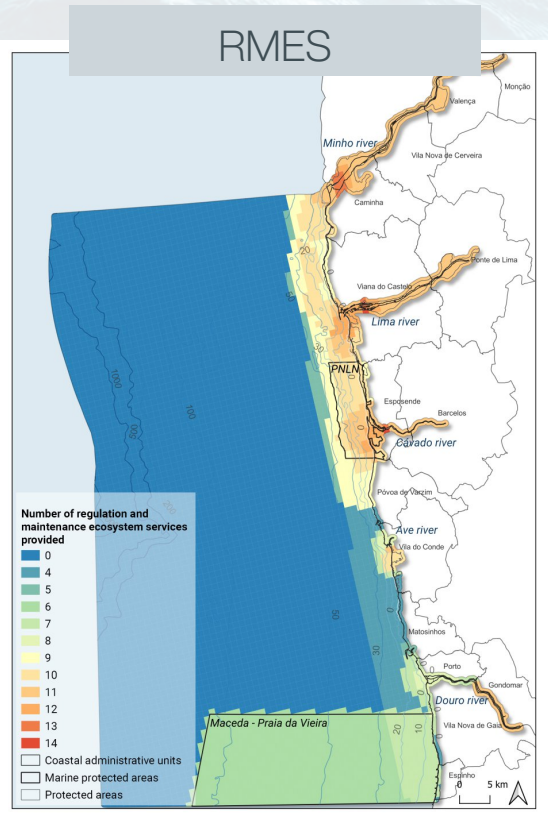
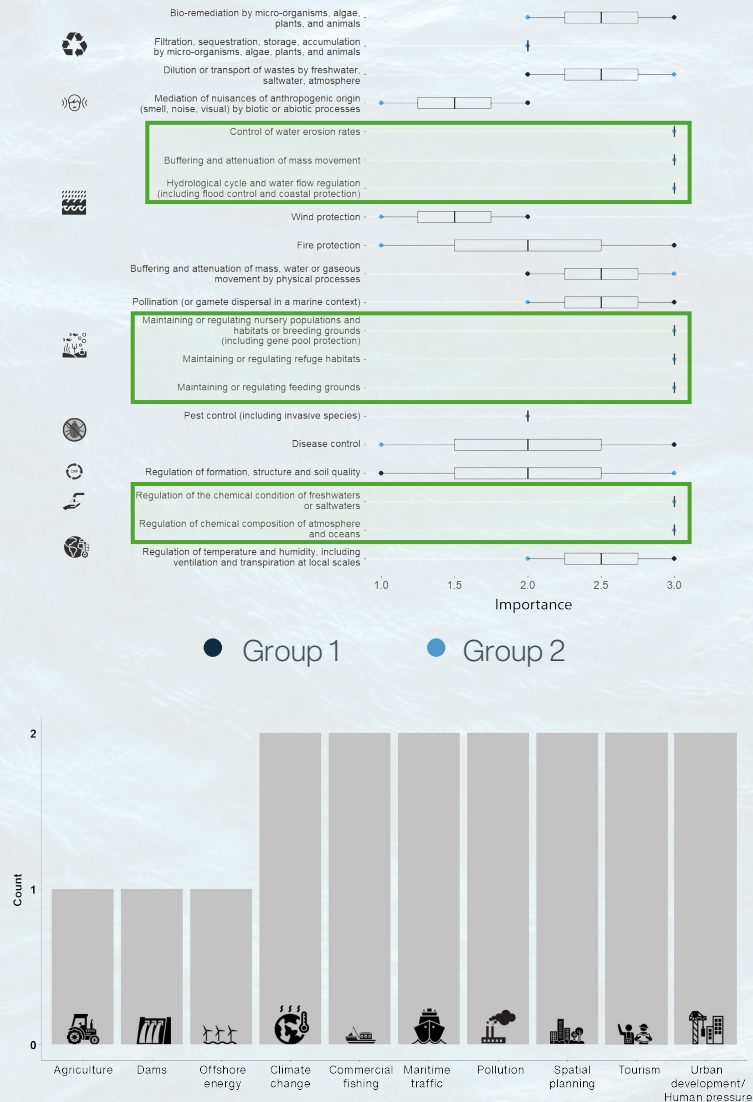
Pressões ingeríveis: SST, exposição costeira

Pressões geríveis: pesca, turismo e tráfego marítimo



Sintetização do conhecimento científico e local para avaliação dos ES: um estudo de caso no norte de Portugal

5. Integração do conhecimento científico e local para melhorar EBM: Resultados



Cunha et al. 2026

Áreas potenciais de fornecimento de ES e pressões (mapeamento participativo pelos stakeholders).

5. Integração do conhecimento científico e local para melhorar EBM: *Resultados*

Visão do Grupo para a região a 20 anos

- *"Mais verde", e "Mais azul"*
- *"Mais vida (além da humana)"*
- *"Maior fornecimento de serviços de ecossistema"*
- *"Maior participação pública nas decisões"*
- *"Efectiva protecção das zonas protegidas"*
- *"Maximizar a compatibilidade entre actividade humana e os serviços de ecossistema"*
- *"Exploração sustentável dos recursos costeiros"*
- *"Manutenção/promoção da biodiversidade"*

Medidas necessárias e acções para atingir a visão do grupo



Proteção e restauro dos habitats

"Prevenir a poluição e restaurar/atenuar as zonas poluídas, melhorando acção agricultura, industrial e humana e remediar os locais de forma ecológica"

"Dar mais valor/importância aos bens naturais nas decisões políticas"



Aumento da literacia ambiental e marinha e aumento da participação pública nas tomadas de decisão

"Maior literacia ambiental e marinha"

"Incentivar programas de participação do público geral e todas que tiram proveito das actividades, e decisão participativa de todos os actores nas medidas"

"Criação de grupos de trabalho locais"



Melhoramento do planeamento

"Planos ornamento urbanísticos a 50/100 anos"

"Planeamento das actividades que impactam estes serviços baseada em investigação prévia"

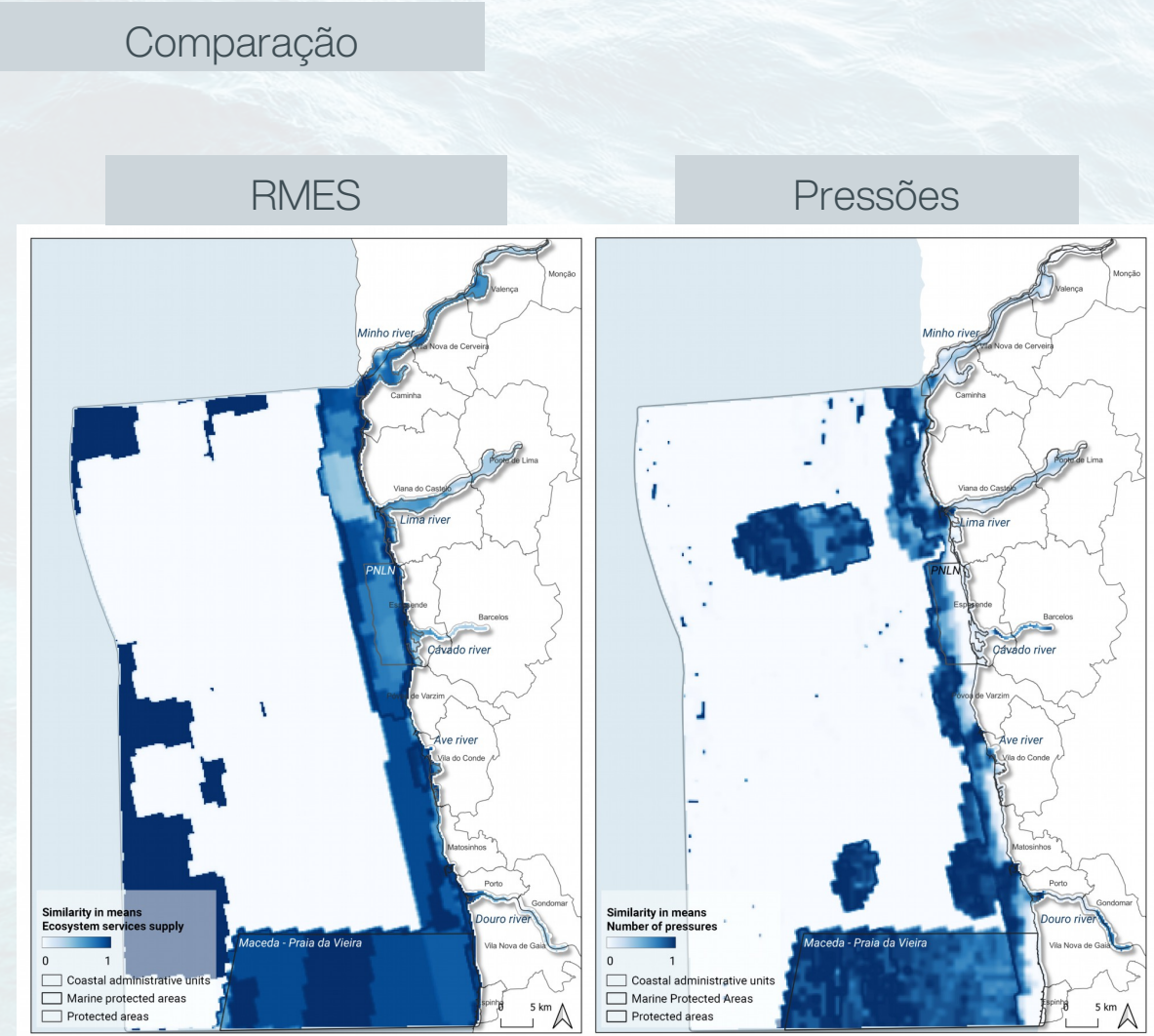
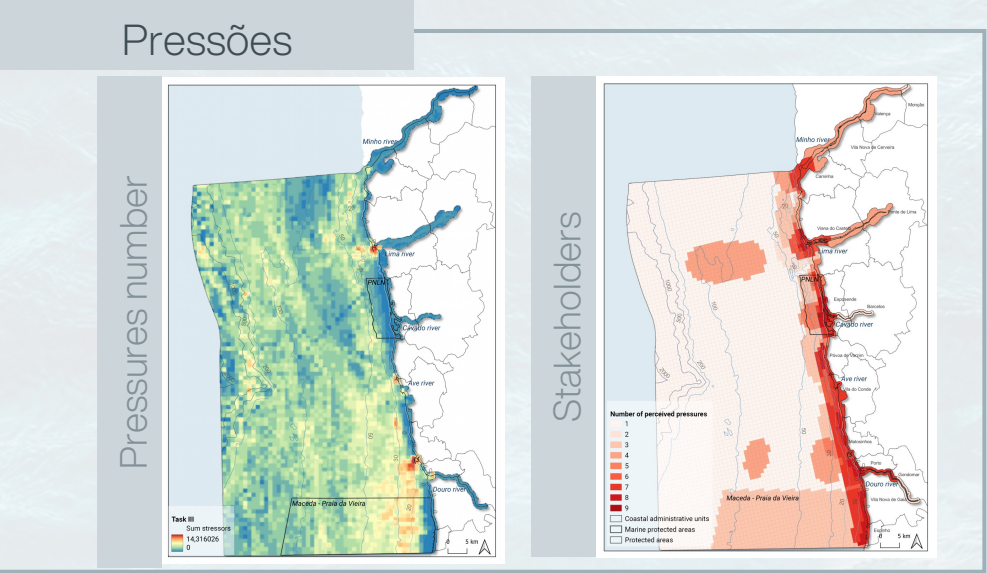
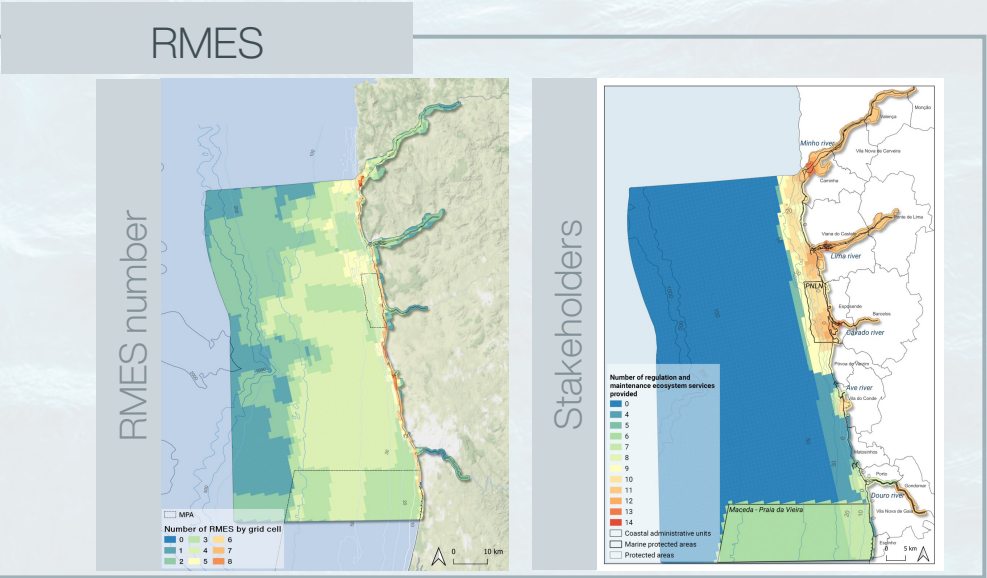


Aumento da monitorização e investigação

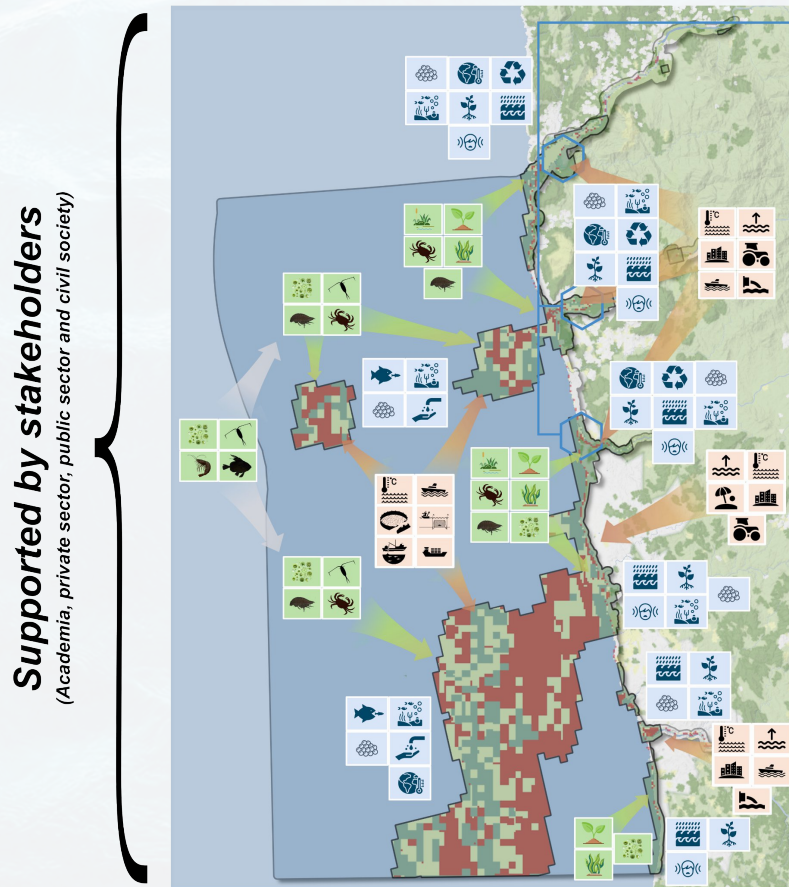
"Capacidade monitorização da costa, áreas protegidas e bacias hidrográficas"

"Investigação e estudo das áreas em questão assim como das actividades e seu impacto"

5. Synthesising scientific and local knowledge for EBM: Resultados



Cunha et al. 2026



Legend

Waters supply habitats (60%)
Current medium risk areas
Current high risk areas
Biotic group contribution
Biotic group reduced contribution
Pressures

Biotic groups

Terrestrial plants
Macrobenthos
Shrimps
Macrozooplankton
Algae
Phytoplankton
Zooplankton
Suprafaunal invertebrates

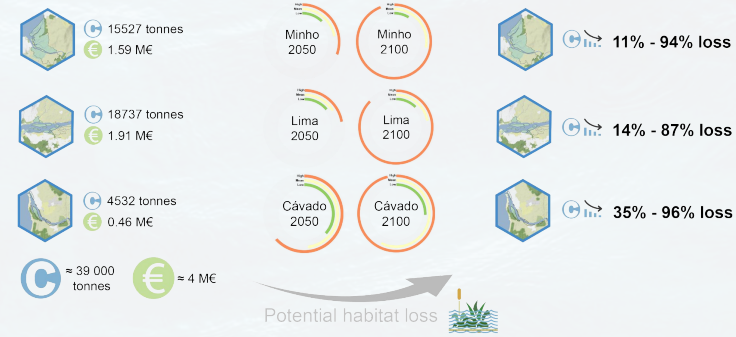
Ecosystem services

Reduction of wastes or toxic substances of anthropogenic origin by living processes
Buffering and attenuation of mass recruitment
Hydrological cycle and water flow regulation
Inshore food control and coastal protection
Moderation of nuisances of anthropogenic origin
Landscape maintenance, habitat and gene pool protection, feeding grounds
Landscape maintenance, habitat and gene pool protection, refuge habitats

Pressures

Increased sea surface temperature
Increased sea level
Fishing gear series
Fishing net gillnets
Fishing trawlers
Maritime transport
Maritime transport recreation
Artificial areas
Agricultural areas
Dredging
Recreational activities

Blue carbon in saltmarshes

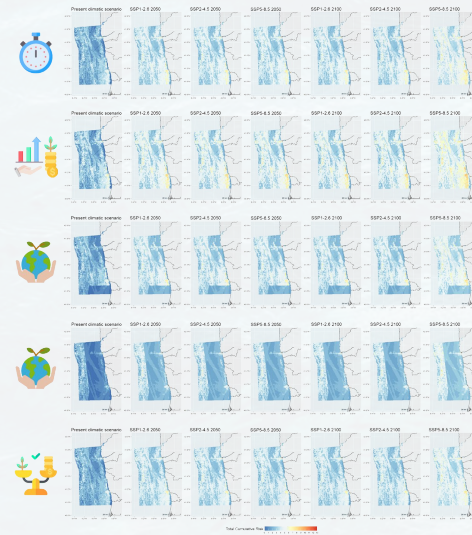


Climatic change severity
Present

2050

2100

Management risk narratives



Conclusões

Perspectiva socio-ecológica: domínio natural, ecológico

- Dinâmica do fornecimento de funções ecológicas:
 - Grupos funcionais de nível trófico inferiores são cruciais para o fornecimento de RMES,
 - Fornecimento de funções ecológicas com níveis variáveis de resiliência e resistência a agentes de mudança
 - A perturbação das espécies de suporte pode reduzir o fornecimento de RMES e ES
- Lacunas na proteção marinha e desajustes espaciais:
 - Apenas 30 % dos *hotspots do fornecimento* de RMES marinhos se encontram dentro de AMP
 - As conclusões apoiam a expansão das AMP e servem de base para a MSFD e o MSP
- Sapais e carbono azul
 - Sapais extremamente vulneráveis a SLR, com potencial libertação de até 130000 toneladas de CO₂
 - Necessidade de medidas e políticas de conservação
 - Melhor gestão dos sedimentos

Perspectiva socio-ecológica: domínio humano, social

- Áreas de alto risco coincidem com hotspots do fornecimento de RMES, ameaçando a integridade do ecossistema e o seu fornecimento.
 - As atividades humanas são os principais fatores de risco para os habitats, sobretudo em estuários, dunas e fundos afóticos finos e rochosos
- Fontes complementares de conhecimento para a gestão
 - conhecimento científico + conhecimento local: aumenta o conhecimento e colmata potenciais lacunas de dados para uma gestão inclusiva
- Informação geoespacial explícita
 - para apoiar uma gestão mais holística, adaptativa e informada dos ecossistemas costeiros e marinhos face às pressões atuais e futuras.



XII CPGZC

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

Zonas Costeiras Inteligentes

Multiscale Assessment of Ecosystem Services Under Climate and Anthropogenic Pressures Along the North West Coast of Portugal

Jacinto Cunha, Edna Cabecinha, Sebastian Villasante, Stefano Balbi, Michael Elliott, Sandra Ramos

Questões?

Contacto:

Jacinto Cunha, PhD

Fish Ecology and Sustainability Group, CIIMAR



✉ jcunha@ciimar.up.pt

🔗 LinkedIn: Jacinto Cunha

🌐 jacintocunha.com

Agradecimentos:

Fundação para a Ciência e Tecnologia (FCT) (grant PD/BD/150359/2019). Projects: Ocean3R, ATLANTIDA, Mar2Protect



ciimar



utad

UNIVERSIDADE
DE TRÁS-OS-MONTES
E ALTO DOURO



fct
Fundação
para a Ciência
e a Tecnologia



COMPETE
2020



CIÊNCIA, TECNOLOGIA
E ENSINO SUPERIOR

