

Medidas de mitigação e adaptação à erosão costeira e aos efeitos das alterações climáticas

Mitigation and adaptation strategies to coastal erosion and climate change effects

Márcia LIMA¹, Filipe ALVES², Marco MARTO³, Carlos COELHO⁴

¹ RISCO & Departamento de Engenharia Civil, Universidade de Aveiro, marcia.lima@ua.pt, investigadora doutorada

² CE3C-CCIAM - Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, fmalves@fc.ul.pt, investigador mestre

³ CESAM & Departamento de Ambiente e Ordenamento, Universidade de Aveiro, marcovmarto@ua.pt, investigador mestre

⁴ RISCO & Departamento de Engenharia Civil, Universidade de Aveiro, ccoelho@ua.pt, professor auxiliar com agregação, sócio APRH n.º 1557

RESUMO: O projeto INCCA (Adaptação Integrada às Alterações Climáticas para Comunidades Resilientes) tem por objetivo promover uma abordagem que integre a adaptação às alterações climáticas e a mitigação da erosão costeira em perspetivas de curto, médio e longo-prazo. A adaptação e mitigação deve considerar as dimensões social, ambiental, económica e de engenharia, para ajudar os órgãos de decisão a conceber planos de ação para implementação de estratégias de adaptação às alterações climáticas sustentáveis e duradouras. É um projeto com uma componente participativa, que pretende envolver as populações locais e *stakeholders* através da realização de *workshops* de forma a desenvolver um modelo participativo e económico, reduzindo a vulnerabilidade dos territórios costeiros e aumentando a resiliência das comunidades locais.

Este trabalho apresenta uma componente do projeto INCCA, cujo objetivo inicial corresponde ao desenvolvimento de um manual de medidas de mitigação e adaptação à erosão costeira e às alterações climáticas, de aplicação transversal a todas as zonas costeiras de características arenosas sedimentares. Esta compilação, identificação e caracterização de medidas é um processo dinâmico, que no âmbito do projeto INCCA, conta com o envolvimento das comunidades locais e *stakeholders*, através da realização de *workshops* participativos realizados no concelho de Ovar (caso de estudo do projeto) e apresenta neste momento 53 medidas. A listagem das medidas de mitigação e adaptação à erosão costeira e às alterações climáticas, bem como, cada uma das 53 fichas individuais já construídas, estão disponíveis online (<http://incca.web.ua.pt/>) e podem ser consultadas e comentadas.

Palavras-Chave: INCCA; COAST; *workshops* participativos; impactos; análise custo-benefício.

ABSTRACT: INCCA (INtegrated Coastal Climate Change Adaptation for Resilient Communities) aims to promote an approach that integrates Climate Change Adaptation (CCA) and coastal erosion mitigation in short, medium and long-term perspectives, considering the social, environmental, economic and engineering dimensions of adaptation to help decision-makers design action-plans for implementing sustainable future-proof CCA strategies. The project intends to involve local populations and stakeholders through workshops to develop a participatory and economic model-based framework. The expected outcome of the project is to reduce the vulnerability of coastal territories and increase the resilience of local communities.

This work is part of INCCA project and aims the development of a set of mitigation and adaptation strategies to coastal erosion and climate change effects, applied to all sedimentary coastal zones. This compilation, identification and characterization of measures is a dynamic process, with the participation of local communities and stakeholders, through participatory workshops held in the municipality of Ovar (pilot study). Currently, the project presents 53 measures. The list of measures and each individual file already developed, are available online (<http://incca.web.ua.pt/>) and can be consulted and commented on.

Keywords: INCCA; COAST; *participatory workshops*; impacts; cost-benefit.

1. INTRODUÇÃO

O projeto INCCA tem por objetivo promover uma abordagem que integre a adaptação às alterações climáticas e a mitigação da erosão costeira em perspetivas de curto, médio e longo-prazo. A adaptação às alterações climáticas tende a considerar essencialmente as soluções técnicas, relegando para segundo plano as suas dimensões sócio-económicas, políticas, culturais e ambientais. Os planos de ação a longo prazo para a implementação da adaptação às alterações climáticas, com avaliação detalhada dos impactos sociais, ambientais e económicos, custos e benefícios, são ainda escassos, incompletos e/ou controversos. Assim, pretende-se com o INCCA promover uma abordagem que considere perspetivas de curto, médio e longo-prazo, considerando as dimensões social, ambiental, económica e de engenharia da adaptação para ajudar os órgãos de decisão a conceber planos de ação para implementação de estratégias de adaptação às alterações climáticas sustentáveis e duradouras.

O projeto visa reduzir a vulnerabilidade dos territórios costeiros e aumentar a resiliência das comunidades locais, seguindo, em linhas gerais, três objetivos: realizar uma análise custo-benefício de estratégias de intervenção para o litoral português em horizontes temporais de curto (2030), médio (2050) e longo-prazo (2100); avaliar os impactos socioambientais locais das opções de adaptação às alterações climáticas; e, com base nos dois objetivos anteriores, desenvolver um modelo participativo e económico para a implementação da adaptação às alterações climáticas.

Para alcançar estes objetivos, o INCCA propõe: (i) identificar e quantificar os custos (diretos e indiretos) sociais, ambientais e económicos de medidas de adaptação (e os caminhos de longo prazo originados pelas medidas); (ii) identificar e quantificar os benefícios sociais, ambientais e económicos potenciais (diretos e indiretos) das medidas de adaptação para o curto, médio e longo-prazo; (iii) desenvolver e utilizar modelos numéricos para visualizar a evolução da linha de costa no curto, médio e longo-prazo, e antecipar o comportamento das estruturas costeiras; (iv) prever os efeitos socio-ambientais das potenciais reações económicas a diferentes estratégias costeiras; (v) desenvolver um modelo integrado para avaliar e comparar o desempenho socio-ambiental e de custo-benefício de diferentes cenários de adaptação costeira para curto, médio e longo-prazo; (vi) conceber planos de ação de adaptação costeira a longo-prazo, através do desenvolvimento de um estudo-piloto.

O litoral do concelho de Ovar foi identificado como sendo uma das zonas de Portugal com maior vulnerabilidade e risco costeiro (Coelho *et al.*, 2015). Para além da sua riqueza ecológica, da elevada concentração populacional e da qualidade das praias, este território distingue-se pela forte fragilidade geológica, que aliada a uma agitação marítima de rumos muitos abertos e elevada energia resulta num dos processos erosivos mais intensos da orla costeira europeia. Por este motivo, o litoral de Ovar constitui o caso de estudo do projeto INCCA, sendo que, é neste concelho que são realizados os momentos participativos. O projeto prevê *workshops* participativos com o intuito de envolver os *stakeholders* nas diferentes fases do processo de construção da estratégia municipal, promover o debate e a discussão multidisciplinar e multisectorial, e, acima de tudo, contribuir para uma nova cultura de democracia participativa sobre o futuro da gestão costeira em Ovar.

Os principais resultados do projeto serão uma base de dados informativa das medidas de adaptação analisadas, custos, eficácia e benefícios, e um conjunto de estratégias de adaptação adequadas para implementar ao longo da costa portuguesa, explicando as características socio-ambientais específicas, os custos de implementação e o potencial retorno económico.

Este trabalho apresenta uma componente do projeto INCCA (<http://incca.web.ua.pt/>), cujo objetivo inicial corresponde ao desenvolvimento de um manual de medidas de mitigação e adaptação à erosão costeira e às alterações climáticas, de aplicação transversal a todas as zonas costeiras de características arenosas e sedimentares. Esta compilação, identificação e caracterização de medidas é um processo dinâmico, que no âmbito do projeto INCCA, conta com o envolvimento das comunidades locais e *stakeholders*, através da realização de *workshops* participativos realizados no concelho de Ovar. Até à data foram já realizados dois momentos participativos, no âmbito do 1º *Workshop*, cujo objetivo principal consiste especificamente na identificação e caracterização de estratégias, custos e benefícios (Alves, 2021).

2. MEDIDAS DE MITIGAÇÃO E ADAPTAÇÃO

Um dos principais objetivos do presente trabalho passa pela definição de estratégias de mitigação e adaptação à erosão costeira e aos efeitos das alterações climáticas, traduzido no desenvolvimento de um manual de medidas de mitigação e adaptação, de aplicação transversal a todas as zonas costeiras sedimentares, que conta,

à data, com 53 medidas de mitigação e adaptação. Importa por isso, previamente perceber as causas e consequências da erosão costeira, base fundamental para a organização do manual desenvolvido.

2.1 Causas e Consequências

Conhecer e entender as causas da erosão costeira é condição essencial para uma gestão adequada e atempada do litoral. Apesar da diversidade de situações no sistema costeiro, é consensual que o défice sedimentar e a assimétrica distribuição de sedimentos no litoral representam o principal desafio, principalmente em sistemas arenosos. Quer o défice sedimentar, quer a distribuição de sedimentos são fenómenos de natureza antropogénica intimamente ligados às intervenções fluviais e respectivas bacias hidrográficas, para o primeiro caso, e consequência directa das intervenções costeiras, para o segundo. Conhecer as causas não é suficiente para intervir, principalmente quando as causas se encontram distantes, no espaço e no tempo, e muitas vezes fora da jurisdição local ou regional das zonas afectadas. É igualmente vital aprofundar o conhecimento sobre as consequências do problema nas suas múltiplas dimensões e escalas espaço-temporais e planear a acção partindo desse ponto. É por isso fundamental pensar, planear e agir, quer ao nível das causas quer das consequências, para melhor ponderar as estratégias de mitigação e adaptação a adotar, para uma resposta integrada, holística e sustentada.

A principal divisão lógica das medidas é o seu impacto ao nível das causas ou das consequências do problema chave aqui identificado: erosão costeira por efeito de um generalizado défice sedimentar. Neste âmbito, são consideradas ações ao nível das causas, todas as medidas que visam agir diretamente no balanço sedimentar no sistema costeiro, seja pela redução do défice, pela adição de sedimentos, ou por intervenção nos fluxos e distribuição de sedimentos. Por outro lado, são consideradas ações ao nível das consequências, todas as medidas que visam reduzir os impactos causados pela erosão costeira, sejam estes em sistemas naturais ou humanos.

Importa desde já esclarecer que todas as restantes causas potenciais para o agravamento do fenómeno de erosão costeira – por exemplo alterações climáticas que possam incidir na frequência e intensidade de fenómenos extremos, ou incidir na rotação das correntes marítimas – são consideradas através do seu impacto no balanço sedimentar ou na manutenção das estruturas de proteção costeira, pelo que ações que visam combater diretamente o fenómeno das alterações climáticas – por exemplo,

através da redução de emissões de CO₂ – não são aqui consideradas nem tidas em consideração.

2.1.1 Causas

Nas praias arenosas, a erosão costeira deve-se principalmente à subida generalizada do nível do mar, à ocupação e uso inadequado do litoral, às vezes com destruição das defesas naturais (dunas), às obras portuárias exteriores à linha de costa, que resultam em perturbações no sistema litoral e, principalmente, à redução de sedimentos fornecidos ao sistema costeiro, por fontes naturais (Silva *et al.*, 2007).

Globalmente, o fornecimento de sedimentos ao sistema costeiro diminuiu drasticamente nas últimas décadas. Por exemplo, nos rios e respetivas bacias hidrográficas, várias ações antropogénicas podem ser apontadas como causas do défice de sedimentos. As obras nos rios têm impacto nos volumes de sedimentos em transporte e as intervenções nas bacias hidrográficas podem condicionar a produção de sedimentos por erosão do solo (Coelho *et al.*, 2009).

As barragens são construídas com variados fins, nomeadamente o aproveitamento hidroelétrico, regularização de caudais, abastecimento de água às populações, irrigação para a agricultura e atividades de lazer. No entanto, a construção de barragens cria albufeiras, que representam importantes reservatórios onde o escoamento fluvial apresenta baixas velocidades, sem capacidade de transportar sedimentos, e onde o caudal de ponta associado às grandes chuvadas é controlado, diminuindo a quantidade de sedimentos a serem transportados durante estes eventos. O abastecimento de água para as populações, transferindo partes do escoamento dos rios (canais naturais de leitos móveis) para os sistemas canalizados, também diminui a quantidade de sedimentos em transporte. A extração de areias (principalmente para a construção civil) alteram as características naturais dos escoamentos e geram défice de sedimentos. A dragagem de canais de navegação também conduz ao défice sedimentar, nos casos em que os sedimentos removidos não sejam restituídos ao sistema natural (Bray, 1979). O revestimento e a artificialização de canais e margens de rios para proteção, estabilização, ou melhoria das condições de vazão, reduz a degradação das margens e a erosão dos rios, mas também diminui a quantidade de sedimentos disponíveis para o transporte fluvial. Mudanças no uso do solo, nas técnicas agrícolas e na cobertura do terreno são incluídas em ações antropogénicas na bacia hidrográfica, também com impacto no fornecimento de sedimentos fluviais para o sistema costeiro (Coelho *et al.*, 2009).

As ações no litoral também representam fatores importantes para aumentar os problemas de erosão costeira. Ao longo do litoral, as infraestruturas portuárias (quebramares e molhes) limitam a dinâmica natural dos sedimentos e a deriva litoral, causando a interrupção do transporte sólido longitudinal, antecipando problemas a sotamar (Bodge, 2003, Carpinteiro, 2009). Nas entradas dos portos, as atividades de dragagem para manutenção de cotas de fundo adequadas à navegação, podem aumentar os problemas de erosão, se a reposição dos sedimentos a sotamar não for garantida. As estruturas de defesa costeira, como esporões, obras longitudinais aderentes e quebramares destacados, são construídas com um objetivo específico, mas não adicionam sedimentos ao sistema costeiro. Os efeitos negativos secundários dessas estruturas podem antecipar o déficit de sedimentos a sotamar ou agravar os efeitos de reflexão da agitação marítima, afetando a estabilidade e fixação dos sedimentos na região da intervenção. Os danos nos sistemas dunares devido a ações antropogénicas podem estar relacionados com atividades de pesca, recreação e lazer e com a urbanização. As construções sobre os sistemas dunares diminuem as proteções naturais e aumentam os níveis de risco de exposição. A destruição dos sistemas dunares leva a uma redução de sedimentos no sistema, diminuindo a capacidade natural das defesas costeiras durante os eventos de tempestades, resultando em galgamentos e inundações mais prováveis, danos e destruição de zonas edificadas ou áreas marginais (Coelho, 2005).

2.1.2 Consequências

As ações energéticas do mar (ondas, marés, correntes) têm capacidade para transportar sedimentos. O déficit de sedimentos no sistema costeiro resulta em recuo generalizado da posição da linha de costa, redução da largura da praia e perda de território, proporcionando também eventos mais frequentes de galgamento e inundação. Assim, as consequências negativas da erosão costeira são a degradação ou destruição completa dos sistemas naturais (praias e dunas) e o número crescente de novas zonas costeiras expostas à ação direta das ondas. Os danos nas estruturas de defesa e nas infraestruturas costeiras são relatados com mais frequência e a ocorrência desses eventos gera conflitos com a ocupação e uso das frentes costeiras e as atividades económicas aí desenvolvidas. Alguns valores ambientais, sociais e/ou históricos existentes ao longo do litoral também ficam comprometidos. Em resumo, as consequências da erosão costeira

representam um potencial de dano e perda, que é majorado quando este fenómeno afeta um local que combina simultaneamente elevados padrões de exposição e de vulnerabilidade. A vulnerabilidade depende da predisposição do território para a erosão, naturalmente mais sensível quando a zona costeira arenosa apresenta elevada dependência de fontes aluvionares e está exposta a climas de agitação energéticos. A consequência da erosão depende do valor do território, considerando todos os fatores económicos, sociais, patrimoniais e/ou ambientais (Samuels e Gouldby, 2009; Coelho *et al.*, 2020).

As consequências da erosão costeira são principalmente avaliadas do ponto de vista material (danos em infraestruturas costeiras, perda de território, etc.), pois não é comum o relato de vítimas entre as pessoas afetadas. No entanto, abordar os valores económicos de todos os fatores (social, patrimonial e ambiental) que possam ser afetados pela erosão não é uma tarefa consensual, devido às diferentes perspetivas e interesses. Habitantes locais, turistas, pescadores, desportistas, proprietários de bares e restaurantes, etc. são exemplos de grupos de pessoas com potencial conflito de interesses. Ao discutir como preservar o litoral contra a erosão, é necessário incluir todas as partes interessadas, numa perspetiva participativa e integradora.

2.2 Classificação das medidas de mitigação e adaptação

São diversas as possibilidades de atuar no sentido de mitigar o problema da erosão costeira. No entanto, a generalidade das ações visa um de dois objetivos, pelo que neste documento se analisam em separado as estratégias de mitigação do problema de erosão costeira que consideram a redução do déficit sedimentar (causa do problema) e as que têm por objetivo a adaptação, para diminuir os impactos e consequências da erosão.

A classificação das medidas de mitigação e adaptação definidas no projeto INCCA segue a divisão apresentada na secção 2.1: grupo A, agir ao nível das causas; grupo B, agir ao nível das consequências. Nesta linha, as medidas foram subagrupadas da seguinte forma (cada um destes subgrupos pode conter uma ou mais medidas de mitigação e adaptação):

A. AÇÃO AO NÍVEL DAS CAUSAS DE EROÇÃO COSTEIRA:

1. Redução do déficit sedimentar no sistema costeiro: Conjunto de medidas que visam combater

o défice de sedimentos que chega ao sistema costeiro, através dos rios, ou que são retirados diretamente da zona costeira.

1. Renaturalizar ou condicionar os usos do solo (bacia hidrográfica): Subconjunto de medidas que podem permitir que uma maior quantidade de sedimentos que resultam da erosão hídrica dos solos das bacias hidrográficas chegue efetivamente à costa.
 2. Redução ou remoção de obras transversais a linhas de água: Subconjunto de medidas que sugerem a redução ou remoção da deposição de sedimentos em açudes e barragens.
 3. Obras longitudinais (em margens): Subconjunto de medidas que sugerem uma menor proteção das margens fluviais (revestimentos e muros) de modo a permitir um maior fluxo de sedimentos nos rios, de modo a poderem chegar à costa.
 4. Canais – derivações: Subconjunto de medidas que sugerem um aumento do caudal líquido escoado nas linhas de água naturais, induzindo também maior transporte sólido.
 5. Extração de areias: Subconjunto de medidas que visam reduzir os volumes de extração de areias, de forma a manter as areias no sistema fluvial e costeiro.
 6. Dragagens portuárias sem reposição: Subconjunto de medidas que sugerem que as dragagens portuárias resultem na reposição das areias no sistema costeiro.
 7. Veraneantes: Subconjunto de medidas que visam controlar a saída de areia do sistema costeiro por via da utilização dos veraneantes, em situações de lazer ou desporto.
2. Regularização do fluxo de sedimentos no sistema costeiro: Conjunto de medidas que visam equilibrar o fluxo de sedimentos no sistema costeiro, permitindo a sua regularização.
1. Mobilização de areias dentro do sistema costeiro: Subconjunto de medidas que visam a transposição de areias no sistema portuário para as zonas de maior erosão, a sotamar, ou a sua movimentação no perfil de praia.
 2. Preservação dos sistemas dunares: Subconjunto de medidas que visam equilibrar e manter os sedimentos nos sistemas dunares (paliçadas, controlo do acesso às praias, plantação de vegetação).
 3. Gestão de esporões: Subconjunto de medi-

das que visam a gestão de esporões de modo a manter os sedimentos no sistema costeiro de uma forma mais eficaz.

4. Dragagens de canais de navegação Subconjunto de medidas que sugerem a deposição em zonas de maior erosão potencial, a sotamar.
3. Alimentação artificial de sedimentos no sistema costeiro: Conjunto de medidas que visam a alimentação artificial de modo a mitigar a erosão costeira.
 1. Alimentação da deriva litoral: Subconjunto de medidas focadas na alimentação artificial da deriva litoral.
 2. Alimentação da praia: Subconjunto de medidas focadas na alimentação artificial da praia.
 3. Reforço do cordão dunar: Subconjunto de medidas focadas na alimentação artificial do cordão dunar.

B. AÇÃO AO NÍVEL DAS CONSEQUÊNCIAS DA EROSIÃO

1. Proteção com estruturas costeiras: Conjunto de medidas que visam proteger infraestruturas e bens da erosão costeira, assim como dos danos causados pelo avanço do mar.
 1. Esporões: Subconjunto de medidas que promovem a retenção de sedimentos na zona a proteger, criando uma praia mais robusta.
 2. Obras longitudinais aderentes: Subconjunto de medidas que visam proteger o património junto à costa, fixando a posição da linha de costa e dissipando a energia das ondas.
 3. Muros de contenção: Subconjunto de medidas que visam proteger as encostas, terrenos e propriedades junto à costa.
 4. Quebramares destacados: Subconjunto de medidas que visam dissipar a energia das ondas numa zona mais afastada da costa, promovendo também a acumulação de sedimentos na zona abrigada.
2. Acomodação: Conjunto de medidas que visam a acomodação do litoral aos mecanismos de erosão costeira.
 1. Acomodação do edificado/urbanizado: Subconjunto de medidas que visam a adaptação dos imóveis junto à costa, para ajuste a possíveis investidas do mar.
 2. Sistemas de Alerta: Subconjunto de medidas que visam precaver a população para possí-

veis danos causados pelas investidas do mar e tempestades.

3. Educação, sensibilização e monitorização: Subconjunto de medidas que visam educar e sensibilizar a população para as consequências da erosão costeira.
4. Governança participada: Subconjunto de medidas que visam o envolvimento das partes interessadas na gestão costeira.
5. Instrumentos e incentivos financeiros: Subconjunto de medidas que visam a mitigação e compensação financeira dos riscos de perdas e danos decorrentes da erosão costeira.

3. Relocalização e/ou Retirada: Conjunto de medidas que preveem a relocalização e/ou retirada como forma de mitigação do risco de erosão costeira.

1. Relocalização do edificado: Subconjunto de medidas que visam a relocalização do edificado móvel ou semimóvel, através da demolição e construção em zona mais recuada.
2. Demolição de edificado: Subconjunto de medidas que visam a demolição do edificado como forma de evitar perdas ou danos decorrentes da erosão costeira.

Com base na classificação apresentada foram definidas diferentes medidas de mitigação e adaptação à erosão costeira e às alterações climáticas e feita uma caracterização de cada uma delas em termos de impactos positivos e negativos, tendo em conta aspetos ambientais, económicos e sociais. Esta identificação e caracterização teve por base uma abordagem participativa e análises custo-benefício e custo-eficácia.

3. METODOLOGIA

Um dos principais objetivos do projeto INCCA consiste no desenvolvimento de uma Estratégia Municipal de Mitigação e Adaptação à Erosão Costeira para o concelho de Ovar, estratégia essa que deverá integrar os diferentes impactos ambientais, sociais e económicos (positivos e negativos) para três horizontes temporais – 2030, 2050 e 2100. Esta análise dos diferentes custos e benefícios das medidas, caminhos e estratégias de mitigação e adaptação deverá ter por base modelos numéricos, desenvolvidos e calibrados especificamente para o efeito (COAST, Lima, 2018, e CEAS, Roebeling *et al.* 2018), complementados por análises multi-critério, custo-eficácia e custo-benefício, mas também o contributo das diferentes partes interessadas – *stakeholders* – na gestão costeira, nas diferentes

fases do processo de identificação, selecção, priorização e avaliação das medidas de mitigação e adaptação, através da realização de *workshops* participativos.

A aplicação da ferramenta COAST, em análises custo-eficácia e custo-benefício, a estratégias de mitigação da erosão costeira já tem vindo a ser desenvolvida noutros trabalhos (Lima e Coelho, 2019 e Lima *et al.*, 2020; Coelho *et al.*, 2020). Por outro lado, o conceito de abordagem participativa também já tem vindo a ser realizada noutros projetos (como é exemplo o projeto BASE - *Bottom-up climate Adaptation Strategies towards a sustainable Europe*, Ng *et al.*, 2016), no âmbito do qual foi aplicada uma metodologia de planeamento dinâmico e participado da adaptação costeira às alterações climáticas (método SWAP – Scenario Workshop & Adaptation Pathways), Vizinho *et al.* (2018). Esta abordagem participativa foi também acompanhada de uma análise custo-benefício (Roebeling *et al.*, 2015). Os resultados foram apresentados ao Grupo de Trabalho do Litoral que, por iniciativa do Ministério do Ambiente e Ordenamento do Território, em 2014, reuniu vários especialistas, para refletir sobre a estratégia de adaptação da costa Portuguesa às alterações climáticas (Santos *et al.*, 2017).

A abordagem participativa prevista no projeto INCCA é concretizada pela realização de *workshops* participativos ao longo do seu desenvolvimento, sendo que, os resultados do 1º workshop (realizado em novembro/dezembro de 2020) são essenciais para a definição das estratégias de mitigação e adaptação do presente trabalho.

O 1º workshop participativo, designado de “Estratégias, custos e benefícios”, teve como principal objetivo o envolvimento das comunidades locais e *stakeholders* na definição de estratégias de combate à erosão costeira com o intuito de obter respostas para questões como:

- Como devemos atuar? Ao nível das causas e/ou consequências da erosão costeira?
- Por que tipo de intervenção devemos optar?
- Qual o impacto económico, social e/ou ambiental de cada tipo de estratégia?
- Quais os custos e benefícios inerentes a cada tipo de solução?

Face à situação pandémica que Portugal atravessava no final de 2020, foram realizadas duas sessões de trabalho colaborativo virtual, nos dias 27 de novembro e 4 de dezembro de 2020 (Alves, 2021). Estes momentos contaram com a presença de cerca

de 20 *stakeholders* representativos dos diferentes atores com responsabilidade sobre a gestão, decisão e utilização costeira no concelho de Ovar (Câmara Municipal de Ovar, Agência Portuguesa do Ambiente, Juntas de Freguesia locais, Polis do Litoral da Ria de Aveiro, Bombeiros Voluntários, associações locais, investigadores, etc.).

O primeiro momento participativo visou dar a conhecer aos *stakeholders* as 27 meta medidas de mitigação e adaptação à erosão costeira em sistemas arenosos, elencadas pelo consórcio INCCA (secção 2.2), e proceder à sua seleção e priorização, tendo como foco uma estratégia municipal para o concelho de Ovar. O primeiro resultado do workshop foi a seleção do TOP 10 de medidas indispensáveis e incontornáveis numa futura estratégia municipal para o concelho de Ovar. O 2º momento participativo pretendeu uma análise mais profunda das medidas já selecionadas e priorizadas no 1º momento (conjunto final de 9 medidas), com critérios concretos e com métricas comparáveis:

1. Alimentação artificial de praias (secção 2.2, metamedida A32);
2. Preservação dos sistemas dunares (secção 2.2, metamedida A22);
3. Reforço do cordão dunar (secção 2.2, metamedida A33);
4. Alimentação da deriva litoral (secção 2.2, metamedida A31);
5. Quebramares destacados (secção 2.2, metamedida A14);
6. Acomodação do edificado urbanizado (secção 2.2, metamedida B21);
7. Educação, sensibilização e monitorização (secção 2.2, metamedida B23);
8. Governança participada (secção 2.2, metamedida B24);
9. Instrumentos financeiros (secção 2.2, metamedida B25).

As medidas identificadas no 1º momento foram trabalhadas ao nível de uma análise multi-critério. Os critérios definidos (eficácia; custo/investimento; urgência; impacto ambiental; aceitação da população local; temporalidade da medida; e nível de certeza e confiança) levaram à identificação de um TOP 3 de medidas, para as quais foi concretizada uma análise custo-benefício participada. As 3 medidas analisadas foram:

1. Preservação dos sistemas dunares (secção 2.2, metamedida A22);
2. Acomodação do edificado urbanizado (secção 2.2, metamedida B21);

3. Quebramares destacados (secção 2.2, metamedida A14).

Os dois espaços de partilha e debate que o projeto INCCA promoveu e facilitou com este 1º workshop, além de permitirem a priorização das metamedidas propostas e a análise custo-benefício das três medidas definidas como prioritárias, foram espaços de encontro e de convergência, onde diferentes vozes foram tidas em consideração, reforçando a importância da componente participativa nos processos de tomada de decisão.

4. RESULTADOS

Tendo por base as metamedidas propostas na secção 2 e a abordagem metodológica apresentada na secção 3, e tirando partido dos resultados e dados recolhidos no 1º workshop participativo, foram identificadas e caracterizadas 53 medidas de mitigação e adaptação à erosão costeira. Com recurso à bibliografia foram construídas fichas individuais para cada uma das medidas identificadas.

A Figura 1 apresenta um exemplo de uma ficha individual resultante de uma estratégia de ação ao nível das causas (grupo A, secção 2.2), enquanto que a Figura 2 diz respeito a uma estratégia de ação ao nível das consequências (grupo B, secção 2.2).

A informação disponibilizada para cada uma das fichas é semelhante, de forma a que possam ser facilmente consultadas e comparadas entre si. Cada uma das fichas individuais de mitigação e adaptação apresenta um código identificativo, com base nos grupos apresentados na secção 2.2 (exemplo da Figura 1, código A111 | *ação ao nível das causas – A, regularização do fluxo de sedimentos no sistema costeiro – 1, e preservação dos sistemas dunares – 1*; e da Figura 2, código B111 | *ação ao nível das consequências – B; proteção com estruturas costeiras – 1; e esporões – 1*). O último algarismo identifica o número da medida dentro do subgrupo. Em cada ficha é feita uma breve descrição da medida, de forma a permitir aos utilizadores o seu conhecimento genérico e é apresentada uma figura ilustrativa de cada medida. Ainda na zona introdutória de cada ficha é classificado o seu nível de ação em três componentes distintas: *Proteção, Acomodação e Relocalização* (escala de 7 níveis, - - -; - -; -; S/; +; ++; +++). Os dados gerais de cada uma das fichas terminam com a identificação do estado de implementação da medida no concelho de Ovar, caso de estudo do projeto. Na zona central de cada uma das fichas procede-se à identificação dos impactos (positivos e negativos) que caracterizam a medida, ao nível ambiental,

económico e social. A identificação de impactos está ainda numa base embrionária, sujeita a ser complementada e melhorada, por parte da equipa do projeto e dos *stakeholders* envolvidos. Para cada impacto pretende-se ainda realizar a caracterização métrica com valores (ou intervalos de valores) ajustados a cada medida. De referir que, nesta fase, estão identificadas apenas as unidades de medida para alguns dos impactos. A ficha termina com informação complementar acerca da medida, nomeadamente, identificação de casos de estudo aplicáveis, referências bibliográficas e/ou notas e observações.


A listagem das medidas de mitigação e adaptação à erosão costeira e às alterações climáticas, bem como, cada uma das 53 fichas individuais desenvolvidas no âmbito do projeto, está disponível *online* (<http://incca.web.ua.pt/>). É objetivo que estes elementos cheguem ao maior número de *stakeholders* e conhecedores/interessados na gestão costeira e que estes comentem e sugeriam alterações e/ou melhorias nos elementos já

desenvolvidos, face ao carácter participativo do projeto INCCA.


5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O projeto INCCA (Adaptação Integrada às Alterações Climáticas para Comunidades Resilientes) iniciou em fevereiro de 2020 e termina em 2023, tendo como objetivo principal promover uma abordagem que integre a adaptação às alterações climáticas e a mitigação da erosão costeira em perspetivas de curto, médio e longo-prazo, considerando as dimensões social, ambiental, económica e de engenharia da adaptação, com uma forte componente participativa, que pretende envolver as populações locais e *stakeholders* através da realização de *workshops*.

A primeira fase do projeto teve por objetivo o desenvolvimento de um manual de medidas de mitigação e adaptação à erosão costeira e às alterações climáticas, acessível ao público e em contínua melhoria e desenvolvimento ao longo do projeto. Neste trabalho foi apresentado este



INCCA | Adaptação Integrada às Alterações Climáticas para Comunidades Resilientes



A222 Retenção de areias transportadas pelo vento através de paliçadas

Medida que visa combater o défice sedimentar no sistema costeiro através da redução do transporte de areias por ação do vento, com recurso a elementos artificiais colocados nas dunas com a finalidade de as restaurar, e, no limite, reconstruir, através da função "corta-vento". As paliçadas podem ter várias formas, sendo que as linhas devem ser paralelas entre si e colocadas perpendicularmente ao vento dominante. Devem ser implementadas preferencialmente em locais de acumulação e de trânsito eólico.

Proteção

+

Acomodação

+

Relocalização

S/

Estado de Implementação em Ovar

Não iniciado / NA
Fase de estudo
Orçamentado
Em implementação
Implementado

Impactos	Ambientais	Económicos	Sociais
Positivos	- Capacidade de retenção de sedimentos costeiros e consequente proteção do cordão dunar. m ³	- Valorização do território. €/ano	- Atratividade turística e/ou paisagística. -
	- Valorização de ecossistemas e biodiversidade. €/ano	- Baixo investimento inicial. €	- Podem servir de abrigo ou corta ventos aos veraneantes. -
Negativos	- Diminuição do pisoteio -	- Re-aproveitamento de materiais para construção de paliçadas. €	- Esteticamente pouco intrusivo. -
	- Introdução de elementos artificiais no sistema dunar. -	- Custo de manutenção. -	- Restrições no acesso à praia. -
		- Curta longevidade.	- Restrições do uso e ocupação da faixa (ex. de Arte Xávega). -

Referências: Ângelo, 2001; Diogo, 2004

"Caso de estudo" se aplicável

"Observações" se aplicável

Medida de mitigação e adaptação desenvolvida no âmbito do projeto INCCA






Figura 1. Exemplo de ficha individual da medida de mitigação e adaptação A222 “Retenção de areias transportadas pelo vento através de paliçadas”.



INCCA | Adaptação Integrada às Alterações Climáticas para Comunidades Resilientes



B111 *Proteção com esporões lineares (perpendiculares ou oblíquos)*

Medida que visa a defesa de linha de costa através de estruturas lineares, perpendiculares ou oblíquas à linha de costa. O principal objetivo destas obras é a retenção de sedimentos a barlamar, promovendo a acumulação de sedimentos da deriva litoral, dando origem a uma nova praia ou expandindo a existente. Os esporões podem funcionar como solução independente ou podem ser projetados em conjunto, para funcionar como um campo de esporões (criando uma linha de costa em forma de dente de serra), estabilizando um trecho costeiro mais extenso.

Proteção

++

Acomodação

S/

Relocalização

--

Estado de Implementação em Ovar

Não iniciado / NA	Fase de estudo	Orçamentado	Em implementação	Implementado
-------------------	----------------	-------------	------------------	--------------

Impactos	Ambientais	Económicos	Sociais
Positivos	<ul style="list-style-type: none"> - Aumento da largura de praia a barlamar da estrutura m - As superfícies submersas e na zona intertidal (rochas) podem funcionar como habitat de diversa fauna e flora 	<ul style="list-style-type: none"> - Proteção das frentes urbanas € - Aumento da atratividade local devido à criação de praia € - Podem funcionar em conjunto com outras soluções de defesa costeira € 	<ul style="list-style-type: none"> - Aumento da área balnear a barlamar da estrutura m² - Promoção da atividade piscatória na zona da estrutura - - Zona de abrigo proporciona atividades de lazer e desporto -
Negativos	<ul style="list-style-type: none"> - Antecipam a erosão a sotamar. - O lado de sotamar fica mais vulnerável ao ataque da agitação, facilitando a ocorrência de galgamentos e eventuais inundações. - Obra de elevado impacto ambiental (construção e manutenção) - CO₂, Qt de material usado, etc. 	<ul style="list-style-type: none"> - Custos de construção e manutenção € - Eficiência depende do transporte de sedimentos e a eficácia é condicionada pela direção da agitação. € 	<ul style="list-style-type: none"> - Aumento do risco de exposição nas zonas localizadas a sotamar - - Impacto visual, devido à artificialização da zona costeira -

Nota: a eficiência dos esporões é dependente do transporte de sedimentos ao longo do litoral e a sua eficácia é especialmente vulnerável à direção da agitação. Se não houver transporte longitudinal de sedimentos, os esporões não promovem a acumulação de areia e se a erosão for antecipada a sotamar, o ataque do clima de agitação do lado mais vulnerável pode representar impactos significativos.


Medida de mitigação e adaptação desenvolvida no âmbito do projeto INCCA 

Figura 2. Exemplo de ficha individual da medida de mitigação e adaptação B111 “Proteção com esporões lineares (perpendiculares ou oblíquos)”.

conceito, que conta neste momento com 53 medidas identificadas e caracterizadas. Numa fase seguinte ao desenvolvimento do projeto é objetivo quantificar métricas de cada um dos impactos identificados para cada uma das medidas, com base em recolha bibliográfica, informação disponibilizada pelos *stakeholders* e realização de *workshops* participativos.

Nesta primeira fase foram já realizados dois momentos participativos, com a presença de cerca de 20 *stakeholders*, que ajudaram na priorização e caracterização das medidas de mitigação e adaptação e que, pelo feedback positivo dos participantes, reforçam a utilidade pública destes momentos.

A listagem das medidas de mitigação e adaptação à erosão costeira e às alterações climáticas, bem como, cada uma das 53 fichas individuais já construídas, mas em contínuo desenvolvimento, estão disponíveis online (<http://incca.web.ua.pt/>) e podem e devem ser consultadas e comentadas pelos *stakeholders*.

A participação pública representa um passo importante rumo a uma governança mais transparente, equilibrada e enraizada ao nível da gestão costeira, condição fundamental para a educação e sensibilização das populações locais. O envolvimento e informação da população visa uma melhor aceitação das medidas implementadas, e uma ação planeada mais eficaz, efetiva e benéfica para todos, no curto e no longo-prazo.

É neste sentido que, no projeto INCCA, estão previstos mais momentos participativos, o próximo dos quais a realizar em junho de 2021, que visa complementar os dois momentos já realizados. O 2º *workshop* participativo do projeto terá como objetivo a definição de cenários para o território e está previsto para novembro de 2021, enquanto que, no 3º *workshop*, previsto para abril de 2022, tem como objetivo a definição de caminhos de adaptação e pontos de viragem. Face à componente participativa do projeto e ao interesse para as entidades responsáveis e *stakeholders*, os resultados do INCCA serão partilhados em seminário público em janeiro de 2023.

AGRADECIMENTOS

Este trabalho foi financiado pelo projeto “Adaptação Integrada às Alterações Climáticas para Comunidades Resilientes”, INCCA - POCI-01-0145-FEDER-030842, suportado pelos orçamentos do Programa Operacional Competitividade e Internacionalização, na sua componente FEDER, e da Fundação para a Ciência e a Tecnologia, na sua componente de Orçamento de Estado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alves, F. (2021), Relatório técnico do 1º workshop participativo do projecto INCCA: análise económica das medidas de mitigação e adaptação à erosão costeira no Concelho de Ovar, FCUL-UL, Lisboa.

Bodge, K. (2003). Sediment management at inlets, Coastal Engineering Manual, Part V, Chapter V-6. Engineer Manual 1110-2-1100. U.S. Army Corps of Engineers, Washington, D.C., 209p.

Bray, R. (1979). Dredging: a handbook for engineers. Edward Arnold, London. ISBN 0-7131-3412-7, 275p.

Carpinteiro, F. (2009). Transposição artificial de areias na Barra de Aveiro. Master thesis. Aveiro University, 85p.

Coelho, C. (2005). Riscos de exposição de frentes urbanas para diferentes intervenções de defesa costeira. Ph.D. Thesis. Aveiro University, 404p.

Coelho, C., Conceição, T. Ribeiro., B. (2009). Coastal erosion due to anthropogenic impacts on sediment transport in Douro River - Portugal. Proc. Coastal Dynamics, paper n. 72.

Coelho, C., Pereira, C., Costa, S., Lima, M. (2015). Seção III, Capítulo III: A Erosão Costeira, as Tempestades e as Intervenções de Defesa Costeira no Litoral do Concelho de Ovar, Portugal, pp. 331-367.

Coelho C, Narra P, Marinho B, Lima M. (2020). Coastal Management Software to Support the Decision-Makers to Mitigate Coastal Erosion. Journal of Marine Science and Engineering. 8(1):37. <https://doi.org/10.3390/jmse8010037>.

Lima, M. (2018). Ferramenta Numérica de Análise do Impacto de Intervenções de Defesa Costeira na

Evolução da Linha de Costa: custos e benefícios. Tese de Doutoramento. Universidade de Aveiro.

Lima, M.; Coelho, C.; Veloso-Gomes, F.; Roebeling, P. (2020), An integrated physical and cost-benefit approach to assess groins as a coastal erosion mitigation strategy. Coastal Engineering, 156, 103614.

Lima, M.; Coelho, C. (2019). Assessing Costs and Benefits of Coastal Structures to Mitigate Erosion. In Proceedings of the Coastal Structures, Hannover, Germany, 30 September–2 October 2019; pp. 864–874.

Ng, K., Campos, I., & Penha Lopes, G. (Eds.). (2016). BASE adaptation inspiration book: 23 European cases of climate change adaptation to inspire European decision-makers, practitioners and citizens. Lisbon: Faculty of Sciences, University of Lisbon.

Roebeling, P., Rocha, J., Alves, F., Vizinho, A., (2015). Cost-benefit analysis of coastal erosion adaptation pathways along the BarraVagueira coastal stretch. Report prepared in the context of the project BASE (Bottom-Up Climate Adaptation Strategies for a Sustainable Europe). Department of Environment and Planning, University of Aveiro, Aveiro.

Roebeling, P., d’Elia, E., Coelho, C., and Alves, T. (2018). Efficiency in the design of coastal erosion adaptation strategies: An environmental-economic modelling approach. Ocean & Coastal Management, 160, 175-184.

Samuels, P., Gouldby, B. (2009). FLOODsite Language of Risk, 2nd edition. HRWallingford, Wallingford, UK.

Santos, F.D., Lopes, A.M., Moniz, G., Ramos, L., Taborda, R., (2017). Grupo de Trabalho do Litoral: Gestão da Zona Costeira: O desafio da mudança. Lisboa.

Silva, R., Coelho, C., Taveira-Pinto, F., Veloso-Gomes, F. (2007). Dynamical numerical simulation of medium-term coastal evolution of the West Coast of Portugal, J. Coastal Research, SI 50: 263-267.

Vizinho, A., Campos, I., Coelho, C., Pereira, C., Roebeling, P., Alves, F., Rocha, J., Alves, M.F., Duarte-Santos, F., Penha-Lopes, G. (2018); SWAP – Planeamento Participativo da Adaptação Costeira às Alterações Climáticas. Revista da Gestão Costeira Integrada, 17(2): 99-116. DOI:10.5894/rgci-n48.