

# ANÁLISE COMPARATIVA DO DESEMPENHO DE UMA ESTRUTURA INOVADORA DE PROTEÇÃO COSTEIRA BASEADA NA NATUREZA COM O DE UMA ESTRUTURA TRADICIONAL

Bárbara VIEIRA<sup>1</sup>, José PINHO<sup>1</sup>, Joaquim BARROS<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Engenharia Civil, Escola de Engenharia, Universidade do Minho, Campus de Gualtar, Braga, 4710-057, Portugal; barbaravasquezvieira@gmail.com (B.V.); jpinho@civil.uminho.pt (J.P.)

<sup>2</sup> Departamento de Engenharia Civil, Escola de Engenharia, Universidade do Minho, Campus de Azurém, Guimarães, 4800-058, Portugal; barros@civil.uminho.pt

## RESUMO

As soluções tradicionais de engenharia têm demonstrado fragilidades na mitigação dos processos erosivos em zonas litorais vulneráveis, contribuindo, em alguns casos, para o seu agravamento. No presente trabalho, apresentam-se resultados de modelação hidro-morfodinâmica de um estudo comparativo do desempenho de uma estrutura marítima inovadora com o de uma estrutura tradicional (esporão), em condições de tempestade. A estrutura inovadora contempla uma geometria otimizada, baseada na natureza, que garante a dissipação de energia das ondas e a retenção de sedimentos através de condições de inversão da deriva litoral. O ambiente hidrodinâmico para simulação de processos costeiros é desenvolvido com base nos programas Delft3D e SWAN para a análise da propagação da agitação e XBeach para a análise da morfologia resultante na envolvente de cada uma das estruturas e ao longo da costa. Os resultados da modelação hidro-morfodinâmica demonstram que, junto à costa, contrariamente ao que acontece com o esporão (solução tradicional estudada), a estrutura inovadora contribui para a acumulação de sedimentos a sotamar, uma vez que não há interrupção da deriva litoral. Além disso, a sua localização intertidal integra um aspeto positivo para a promoção da biodiversidade.

**Palavras-Chave:** inversão da deriva litoral; modelação hidro-morfodinâmica; proteção da erosão costeira; solução inovadora de engenharia; transporte sedimentar.

## 1. INTRODUÇÃO

Da observação do nível do mar nos últimos anos, verifica-se uma aceleração da sua taxa de elevação, sendo de esperar que essa tendência se mantenha crescente. Como consequência, este aumento poderá contribuir para a redução da largura das praias, aumento do risco de perda de propriedades e infraestruturas e rotura de estruturas de proteção. Desta forma, são necessárias estratégias eficientes de adaptação para as zonas costeiras capazes de acompanhar as alterações climáticas e que sejam robustas e multifuncionais, de modo a proteger a sociedade, a economia e os ambientes naturais. Embora seja reconhecida a capacidade de induzir ou antecipar determinados problemas de erosão a sotamar, atualmente, grande parte de trechos costeiros estão providos de

estruturas de engenharia de proteção costeira tradicionais, sendo os esporões os mais frequentes. Considerando que estas estruturas tradicionais são, muitas vezes, ineficientes na estabilização do litoral, pretendeu-se, com este trabalho, estudar a geometria otimizada de uma estrutura marítima inovadora que garanta fenómenos de difração e refração das ondas favoráveis, comparando o seu desempenho na deposição de sedimentos a sotamar com o de um esporão. Para a caracterização da estrutura, é necessária a observação e compreensão da inversão da deriva litoral induzida por morfologias específicas, de forma a replicar o fenómeno em formato de estrutura de engenharia. A inversão de deriva litoral, devida à presença de formas naturais e, em alguns casos, de obstáculos artificiais, caracteriza-se pela inversão do padrão de transporte de sedimentos. A avaliação do desempenho comparativo foi realizada com o suporte de modelação numérica: Delft3D e SWAN para hidrodinâmica e XBeach para morfodinâmica.

## 2. METODOLOGIA

A geometria otimizada da estrutura inovadora de proteção costeira apresentada neste trabalho (denominada RB3\_S10) foi desenvolvida tendo por base a observação, à escala real, das características geométricas de condições sedimentares junto a desembocaduras fluviais e de molhes em distintas localizações onde se registam fenómenos de inversão da deriva litoral. A materialização deste fenómeno conduziu à definição de uma estrutura semi-circular, localizada numa posição perpendicular e próxima à linha de costa. A análise de desempenho desta estrutura foi desenvolvida através de estudos de modelação hidro-morfodinâmica, em condições de tempestade, com base nos programas Delft3D e SWAN para a análise da propagação da agitação e XBeach para a análise da morfologia resultante na envolvente da estrutura e ao longo da costa (Figura 1a). Para além disso, foram desenvolvidos estudos para avaliar o desempenho desta estrutura comparando-o com o de um esporão tradicional (denominado RB3\_Groin) em vários perfis ao longo de um domínio pré-estabelecido (de PN a PS). A título ilustrativo, a Figura 1b apresenta os resultados obtidos num dos perfis analisados (P5). Para todos os perfis, são também analisados os resultados de morfodinâmica em cenário sem obra (RB3). As características geométricas da estrutura inovadora e do esporão estão apresentadas nas Figuras 1c e 1d. As condições de entrada para as simulações numéricas são determinadas através da propagação de climas de agitação associados à costa Atlântica da Península Ibérica em determinados cenários projetados de alterações climáticas. Para tal, foi necessário acoplar modelos envolvendo toda a região do litoral atlântico da Península Ibérica e a zona estuarina do rio Lima, através da aplicação do programa Delft Dashboard e SWAN.

## 3. CONCLUSÕES

A estrutura inovadora de proteção costeira apresentada tem a capacidade de induzir a inversão da deriva litoral, dissipar a energia das ondas, e, quando comparada a um esporão tradicional, apresenta uma redução da erosão junto à costa e uma melhoria no transporte de sedimentos a jusante, uma vez que não se observa uma interrupção abrupta do transporte de sedimentos. Este aspeto demonstra uma contribuição positiva para uma acumulação de sedimentos perceptível não só a barlar, mas também a sotamar da estrutura marítima. De um modo geral, apesar da erosão localizada junto às extremidades da estrutura poder comprometer a sua estabilidade, a distribuição sedimentar não apresenta fossas significativas e a estabilidade da estrutura pode ser assegurada quando a fundação se encontra a uma cota mais profunda do que o nível da erosão. A localização da estrutura contribui também de forma muito positiva para a

promoção da biodiversidade, uma vez que se situa numa zona intertidal. Assim, a estrutura inovadora multifuncional baseada na natureza que é proposta é, não só, adequada para proteger edifícios próximos a zonas costeiras, uma vez que é capaz de reproduzir e manipular fenómenos de deriva e inversão da deriva litoral, como também pode contribuir para a preservação da vida marinha, por permitir a fixação de organismos marinhos.

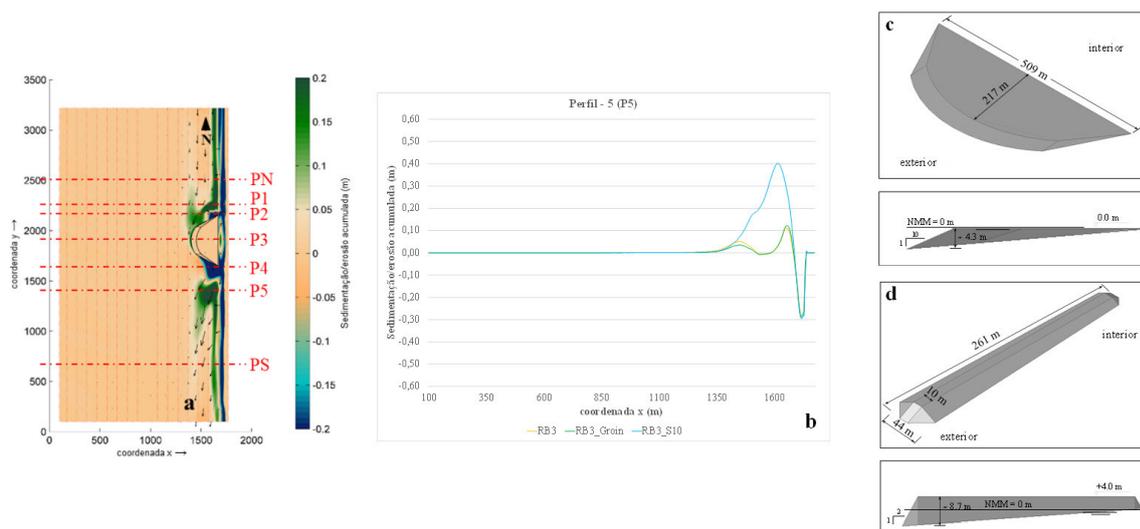


Figura 1. Resultados de morfodinâmica ao longo do domínio (a) e ao longo do perfil P5 (b). Características geométricas da estrutura inovadora (c) e do esporão tradicional (d).

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o financiamento deste trabalho fornecido pela Fundação Portuguesa para a Ciência e a Tecnologia (FCT) através de uma bolsa de doutoramento [SFRH / BD / 141381/2018].