



PROJETO BSAFE4SEA - CONTROLO DA SEGURANÇA DE QUEBRA-MARES ATRAVÉS DA ANÁLISE DE UM SISTEMA DE PREVISÃO E APOIO À DECISÃO: DESENVOLVIMENTOS INICIAIS

Maria Teresa REIS¹, Conceição FORTES¹, Rui CAPITÃO¹, Maria HENRIQUES¹, Hugo SILVA¹, Umberto ANDRIOLO², Fernando SOARES³, João A. SANTOS⁴, Maria Graça NEVES¹, Rute LEMOS¹, Ana MENDONÇA¹, Liliana PINHEIRO¹, José Nuno LIMA¹, Enrique PEÑA⁵, José SANDE⁵, Enrique MACINEIRA⁵

1. LNEC, Av. do Brasil, 101, 1700-066, Lisboa, treis@lnec.pt, jfortes@lnec.pt, rcapitao@lnec.pt, mjoao@lnec.pt, gneves@lnec.pt, rlemos@lnec.pt, lpinheiro@lnec.pt, amendonca@lnec.pt, jnplima@lnec.pt
2. INESC - Instituto de Engenharia de Sistemas e Computadores, Universidade de Coimbra, andriolo.umberto@libero.it
3. Instituto Dom Luíz, Faculdade de Ciências, Universidade de Lisboa, 1749-016 Lisboa, fsoares@fc.ul.pt
4. ISEL - Instituto Superior de Engenharia de Lisboa, Rua Conselheiro Emídio Navarro, 1900-000 Lisboa, jasantos@dec.isel.ipl.pt
5. Universidade da Coruña, Rúa da Maestranza 9, 15001 A Coruña, epena@udc.es, jose.sande@udc.es, enrique.macineira@udc.es

RESUMO

O projeto BSafe4Sea visa desenvolver, testar e comprovar o conceito de previsão do comportamento estrutural de quebra-mares de talude como a base de um sistema inovador de apoio à decisão. A utilização de fotografias aéreas obtidas com veículos aéreos não tripulados, de vídeo e de posicionamento com GNSS, juntamente com a avaliação probabilística do comportamento dos quebra-mares baseada em modelos físicos e numéricos, apoiarão o planeamento e a priorização de trabalhos de manutenção e reparação, aumentando a segurança, funcionalidade e resiliência destas obras. Este sistema é urgente devido à sua relevância para as modernas redes de transporte de mercadorias e passageiros e às condições extremas a que os quebra-mares estão sujeitos, e que se poderão agravar devido às alterações climáticas.

Palavras-Chave: BSafe4Sea; quebra-mares de talude; dano; previsão; apoio à decisão.

1. INTRODUÇÃO

“BSafe4Sea - Controlo da Segurança de Quebra-mares através da Análise de um Sistema de Previsão e Apoio à Decisão” é um projeto de investigação iniciado em janeiro de 2019 (<http://bsafe4sea.lnec.pt/>) cujos objetivos são o desenvolvimento, aplicação e teste de metodologias de previsão do comportamento estrutural de quebra-mares de talude que serão a base de um sistema WebSIG inovador, de apoio à decisão, para o planeamento e priorização de trabalhos de manutenção/reparação, aumentando, assim, a segurança, funcionalidade e resiliência destes quebra-mares. Os casos de estudo do sistema são o quebra-mar oeste do Porto de Peniche e o quebra-mar leste do Porto de Sines.

O investimento em infraestruturas portuárias é prioritário nos planos estratégicos nacionais, visando essencialmente intervenções de requalificação. O desenvolvimento de um sistema deste tipo é, assim, atual e premente, dadas as condições ambientais extremas a que os quebra-mares estão sujeitos, as quais ainda poderão ser mais gravosas devido às alterações climáticas. Estas obras são cruciais para as modernas redes de transporte de mercadorias e passageiros, tendo grande relevância socioeconómica. A sua conservação em bom estado, através da adoção de medidas mitigadoras atempadas em resultado de alertas precoces, reduzirá custos de manutenção e perdas económicas por interrupções portuárias.

Nesta comunicação, descreve-se o projeto BSafe4Sea, apresentando-se os objetivos, a metodologia do trabalho, os casos de estudo e os principais desenvolvimentos efetuados até ao momento.

2. METODOLOGIA E CONSÓRCIO

O novo sistema baseia-se na utilização de fotografias aéreas obtidas com veículos aéreos não tripulados (VANT, ou

14.º SILUSBA

vulgarmente designados por *drones*), de vídeo e de posicionamento com GNSS, para identificar alterações no manto e superestrutura dos quebra-mares (Fig. 1). Analisa-se a aplicabilidade, tanto no protótipo, como em modelo físico, de diferentes técnicas recentemente desenvolvidas para determinar a combinação mais eficaz e económica para analisar o estado dos quebra-mares.

O projeto contribui ainda para o conhecimento do comportamento hidráulico-estrutural de quebra-mares de talude, incluindo em cenários de alterações climáticas, tendo por base a comparação entre medições em protótipo e resultados de modelos físicos e numéricos (Fig. 1). Tal permite o desenvolvimento e teste de novos modelos empíricos (e a comparação com existentes) de previsão: da erosão em mantos com blocos artificiais de betão; e das forças induzidas pelas ondas na superestrutura. Estes modelos serão implementados no novo sistema de previsão do comportamento de quebra-mares de talude e de apoio à decisão pelas autoridades responsáveis pela monitorização, prevenção e gestão de situações de emergência (DGRM, Docapesca, APA, Proteção Civil, etc.).

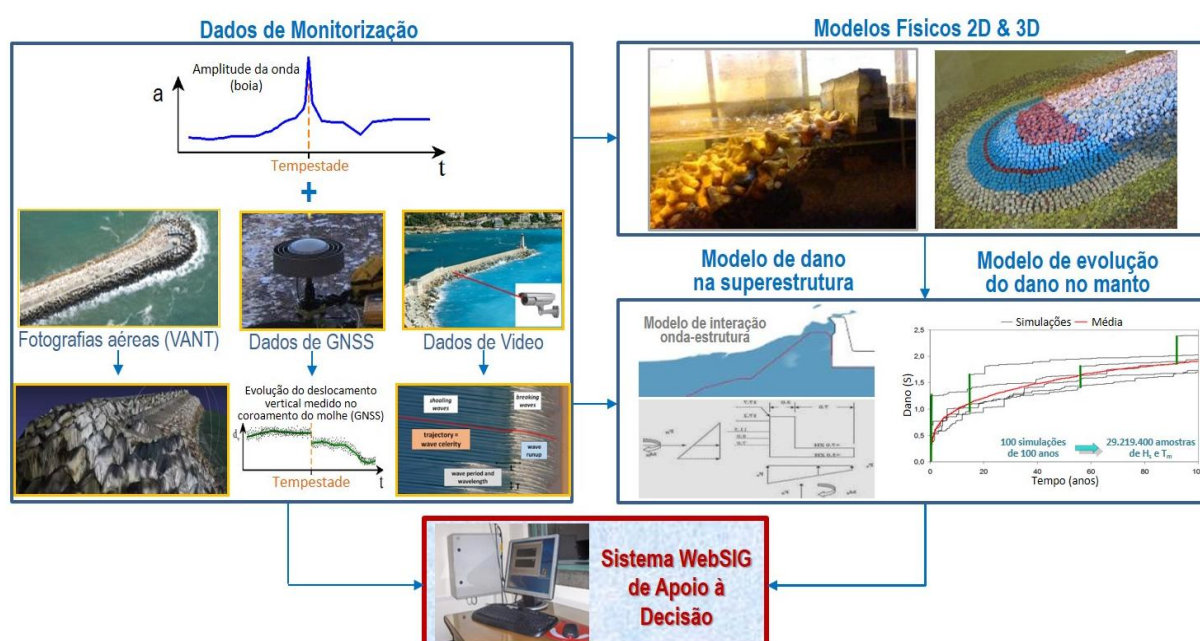


Fig. 1. Metodologia do projeto BSafe4Sea: integração de dados de campo e resultados de modelação física e numérica num sistema WebSIG de apoio à decisão

São sete as Atividades do projeto (Fig. 2):

- A1 - Medições no protótipo de alterações no manto de quebra-mares de talude;
- A2 - Medições no protótipo da hidrodinâmica e de deslocamentos na superestrutura de quebra-mares de talude;
- A3 - Modelação física 2D e 3D de quebra-mares de talude;
- A4 - Modelação numérica da evolução do dano no manto de quebra-mares de talude;
- A5 - Modelação numérica (RANS) da resposta da superestrutura de quebra-mares de talude;
- A6 - Desenvolvimento, validação e teste de dois protótipos de um sistema WebSIG de previsão do comportamento estrutural de quebra-mares de talude e apoio à decisão;
- A7 - Gestão do projeto, disseminação e exploração dos resultados.

A Fig.2 indica a forma como as Atividades estão interligadas e as entidades envolvidas em cada uma delas. Como se pode verificar, foi reunida uma equipa multidisciplinar, com competências em cinco áreas:

- Monitorização de obras de engenharia;
- Utilização de fotogrametria e técnicas de vídeo;
- Controlo da segurança de quebra-mares de talude através de metodologias clássicas;
- Análise de situações de colapso de quebra-mares de talude;
- Desenvolvimento de sistemas de alerta (ex., sistema HIDRALERTA).

14.º SILUSBA

A estreita colaboração com as administrações dos portos de Sines e Peniche é também essencial para garantir o sucesso dos resultados do projeto junto de *end-users*, bem como o apoio técnico-científico do Consultor Dr. Jentsje Van der Meer, da empresa holandesa Van der Meer Consulting B.V.

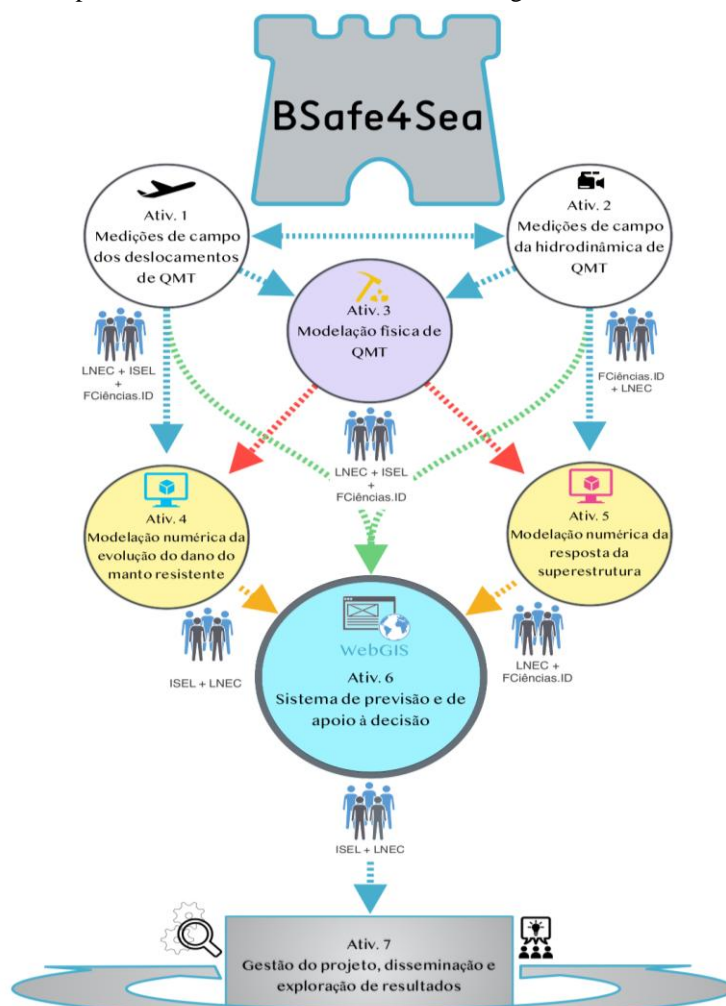


Fig. 2. Sketch do BSafe4Sea: interação entre Atividades e consórcio do projeto

3. CASOS DE ESTUDO

Os casos de estudo do sistema são o quebra-mar oeste do Porto de Peniche (Fig. 3) e o quebra-mar leste do Porto de Sines (Fig. 4), que possuem diferentes superestruturas e tipos de blocos do manto (blocos Antifer e tetrápodos, respetivamente). Estes portos apresentam um enquadramento socioeconómico contrastante, sendo o Porto de Sines um ativo estratégico nacional com relevo no contexto portuário europeu e mundial, enquanto que o Porto de Peniche, o porto mais ocidental da Europa continental, é um dos principais portos de pesca nacionais.

14.º SILUSBA



Fig. 3. Molhe oeste do Porto de Peniche



Fig. 4. Molhe leste do Porto de Sines

4. PRINCIPAIS DESENVOLVIMENTOS JÁ EFETUADOS

Os principais desenvolvimentos realizados até à data prendem-se, essencialmente, com a monitorização no protótipo da hidrodinâmica e do comportamento do manto e da superestrutura de quebra-mares de talude (Atividades 1 e 2). Implementaram-se nos quebra-mares os pontos de controlo, efetuou-se o primeiro voo com VANT no quebra-mar leste do Porto de Sines (Fig. 5) e estão a realizar-se todos os trâmites necessários para a colocação dos sistemas de vídeo monitorização nos dois portos.

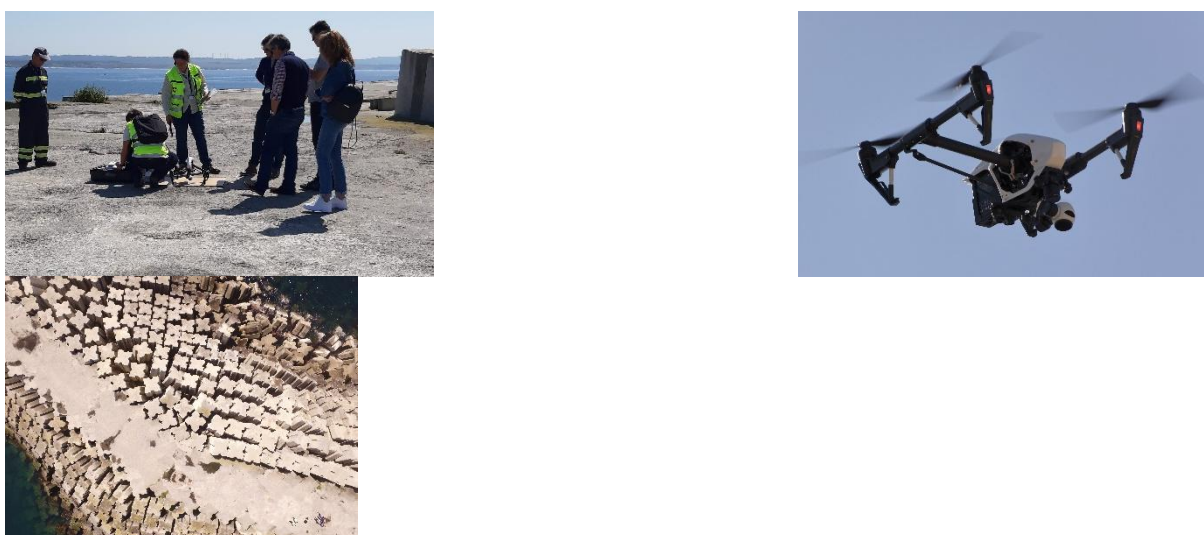


Fig. 5. Primeiro voo com *drone* no quebra-mar leste de Sines, 25 de março de 2019

5. CONCLUSÕES

O projeto BSafe4Sea representará um avanço do estado da arte em vários aspetos:



14. SILUSBA

- pela primeira vez em Portugal, será aplicado um conjunto de métodos de monitorização de alta precisão a estes quebra-mares (e.g. imagens de *drone* e vídeo), permitindo uma caracterização quantitativa do seu estado. A prática comum em Portugal baseia-se na observação visual, produzindo apenas uma caracterização qualitativa;
- a avaliação das técnicas de monitorização evidenciará os seus pontos fortes e fracos, dos pontos de vista operacional e da qualidade da informação, ajudando na definição de quais técnicas usar no campo e no laboratório;
- novos modelos da evolução do dano no manto de quebra-mares constituídos por blocos artificiais;
- um modelo numérico RANS validado não só para modelação a escalas reduzidas das forças dinâmicas devidas à ação das ondas em superestruturas, mas também para modelação à escala do protótipo;
- um sistema WebSIG de previsão e apoio à decisão, implementado e testado para dois casos de estudo.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem aos projetos: BSAFE4SEA - *Breakwaters SAFETY control through a FORecast and decision support SysEm Analysis*, Ref. PTDC/ECI-EGC/31090/2017, To-SEAlert - *Wave overtopping and flooding in coastal and port areas: Tools for an early warning, emergency planning and risk management system*, Ref. PTDC/EAM-OCE/31207/2017; e ECOMARPORT (MAC/1.1b/081 – FEDER 2014-2020). Agradecem também à Administração do Porto de Sines (APS), à Docapesca e à Direção-Geral do Património Cultural (DGPC).

REFERÊNCIA INTERNET

Bsafe4Sea. Disponível em: < <http://bsafe4sea.lnec.pt/>> Acesso em 15 de julho de 2019.