

AVALIAÇÃO DA ESTABILIDADE DO QUEBRA-MAR DESTACADO DO PORTO INGLÊS

Rosa E. SOARES¹, Conceição E.M. FORTES¹, Rute LEMOS¹, César COSTA¹,
Luís G. SILVA¹, Lílíana V. PINHEIRO¹, M.G. NEVES²

¹ NPE/DHA, LNEC, Av. Do Brasil, 101, 1700-066 Lisboa, rsoares@lnec.pt, jfortes@lnec.pt, rlemos@lnec.pt,
ccosta@lnec.pt, lgsilva@lnec.pt, lpinheiro@lnec.pt

² Universidade Nova de Lisboa, Campus de Caparica, 2829-516 Caparica, mg.neves@fct.unl.pt

RESUMO

No âmbito do projeto das obras de expansão e requalificação do Porto Inglês, foram realizados no LNEC ensaios em modelo físico reduzido 3D que tiveram, entre outros objetivos, a caracterização da estabilidade e galgamento em torno das estruturas projetadas (quebra-mar destacado, ponte-cais e terraplano). O modelo físico foi construído e explorado à escala geométrica de 1:44. Foram realizados ensaios com três níveis de maré, simulando-se ondas irregulares, associadas a 2 direções, W10S e S10W, 4 períodos de pico, T_p , de 11 s, 14 s, 17 s e 20 s e várias alturas de onda significativa, H_s , entre 1.5 m e 3.0 m. Para medir a estabilidade e galgamento marítimo, utilizaram-se 16 sondas resistivas. Foram avaliadas as quedas e movimentos dos blocos de enrocamento (Accropodes II) que ocorreram nos diferentes setores do quebra-mar destacado. Neste artigo, efetua-se a descrição dos ensaios realizados bem como dos resultados obtidos em termos da estabilidade do quebra-mar destacado.

Palavras-Chave: Agitação, Dano, Accropodes II

INTRODUÇÃO

No âmbito do projeto das “Obras de Expansão e Modernização do Porto Inglês”, na ilha do Maio (República de Cabo-Verde), foram realizados ensaios em modelo físico tridimensional no LNEC, LNEC (2000), de acordo com as especificações da empresa projetista CONSULMAR, (Consulmar, 2000). Estes ensaios envolveram quer a caracterização da agitação marítima, das sobrelevações em torno das estruturas projetadas (quebra-mar destacado, ponte-cais e terraplano), e das pressões na ponte-cais. Foi também avaliada a estabilidade do quebra-mar destacado, que é constituído por um talude revestido de blocos Accropodes II de 152 kN e por enrocamento de 60 kN. Os ensaios foram realizados em 3 fases, correspondentes a diferentes alterações da configuração das obras (ponte-cais, quebra-mar destacado, terraplano) envolvidas neste estudo. Este artigo descreve os ensaios, em modelo reduzido tridimensional, de estabilidade do quebra-mar destacado.

ENSAIOS EM MODELO FÍSICO

O modelo físico tridimensional foi construído nas instalações experimentais do Departamento de Hidráulica e Ambiente (DHA) do LNEC, num tanque de ondas do Pavilhão de Hidráulica Marítima com 30 m de comprimento, 19.6 m de largura, equipado

com 2 geradores móveis de ondas irregulares com 6.0 m de comprimento cada, para profundidades de água até 0.75 m, Figura 1a. O modelo físico foi construído e explorado à escala geométrica de 1:44, de acordo com a lei de semelhança de Froude. Os fundos do modelo foram reproduzidos até à batimétrica 20 m(ZH), Figura 1b. Foram reproduzidos no modelo, para além de outras estruturas, o quebra-mar de taludes destacado (QMD), com fundação sensivelmente entre as cotas -12.0 m (ZH) e -6.0 m (ZH), Figura 1c.

Foram realizados ensaios para a solução inicialmente projetada (Fase 1, Solução Inicial) e para soluções semelhantes, mas correspondentes a alterações sugeridas pela projetista no decurso dos ensaios (Fases 2 e 3). Na Fase 2 (Solução Melhorada) foi alterado o peso do enrocamento do quebra-mar destacado e foi elevada a sua cota de coroamento, tendo também sido reduzida a distância entre blocos do pé do talude. Foi ainda aumentado o peso dos blocos de enrocamento de proteção da base da cortina de estacas-prancha e da proteção SW do terrapleno e aumentada a cota de coroamento da proteção SW do terrapleno e do murete exterior da ponte-cais. A Fase 3 correspondeu a alterações na ponte-cais.

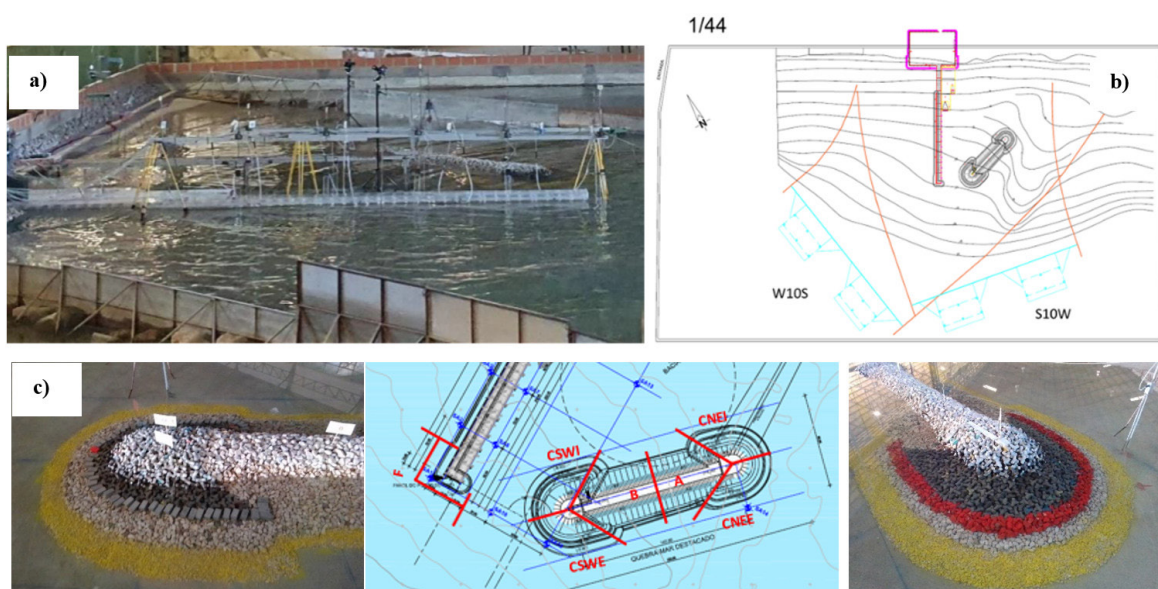


Figura 1 – Vista geral do modelo físico (a). Batimetria e esquema da implantação (b). Quebra-mar destacado (c)

Para cada uma das fases, foram realizados ensaios com três níveis de maré, simulando-se ondas irregulares com o espectro de Pierson-Moskowitz-Kitaigorodskii (PMK), associadas a duas direções (W-10-S e S-10-W) e quatro períodos de pico (entre 11 s e 20 s). Associados a cada direção, cada nível de maré e cada valor do período, foram reproduzidos vários valores de altura de onda significativa, H_s , compreendidos entre 1.5 m e 3.0 m.

A avaliação da estabilidade foi realizada quantitativamente pela contagem dos blocos removidos em cada uma das zonas em que foi dividido o quebra-mar, Figura 1c. No caso de blocos menores e enrocamento, essa avaliação foi feita qualitativamente na forma de avaliação de sua dispersão. O comportamento das diversas estruturas e respetivos elementos de proteção foi avaliado visualmente e confirmado posteriormente pela comparação de fotografias obtidas no início e no final de cada ensaio, Figura 2.



Figura 2 – Solução melhorada. Coroamento e talude interior do quebra-mar destacado. Direção S-10-W. Situação do modelo após a ação de $H_s=2.5$ m, associado a $T_p=17$ s e ao nível da maré de +1.6 m (ZH)

CONCLUSÕES

Este artigo descreve os ensaios, em modelo tridimensional reduzido, de estabilidade e galgamento realizados para a ampliação e requalificação do Porto Inglês, Ilha do Maio, República de Cabo Verde. Os ensaios foram realizados em três fases, correspondendo a diferentes soluções das estruturas portuárias, incluíram 2 direções de onda (W10S e S-10-W) e diferentes alturas significativas de onda e períodos de pico fornecidos pelo projetista.

Em conclusão geral, pode-se afirmar que a realização dos testes em modelo reduzido permitiu constatar que a solução inicial para a proteção portuária não apresentava todas as condições de robustez para atender as exigentes condições de agitação marítima especificadas para os testes de realização, que, no entanto, podem não ser adequados à vida útil das obras. Em contrapartida a Solução Melhorada (Fase 2), produziram resultados considerados aceitáveis pelo projetista, embora com danos óbvios nas condições mais extremas de agitação marinha e, de acordo com o projetista, correspondem a períodos de retorno muito mais longos do que a vida útil da estrutura.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

LNEC (2020) - Travaux d'expansion et requalification du port Inglês, île de Maio, République du Cap Vert. Etudes sur modele reduit 3D et sur modelé numérique. Rapport finale: études sur modèle réduit 3D. Report 18/2021.

CONSULMAR (2020) - Travaux d'extension et Modernisation du Port Inglês, Île de Maio, Spécification des Essais sur Modèle Physiques Réduit 3D et Simulations sur Modèle Numérique.