



Validação da modelação de levantamentos com um sensor RGB-D

Maria João HENRIQUES^{1*}, Raul SEQUEIRA², Rute LEMOS³ e Conceição FORTES⁴

^{1,3,4} Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Lisboa

² SETOPO, Amadora

(mjoao@lnec.pt; rauljss@gmail.com; rlemos@lnec.pt; jfortes@lnec.pt)

Palavras-chave: Sensor RGB, Laser scanner, Validação, Modelo de quebra-mar

Resumo: Os desenvolvimentos matemáticos que têm ocorrido na área da engenharia têm permitido que muitos dos ensaios que eram realizados com modelos físicos passassem a ser realizados por modelos matemáticos, tendo-se já provado o rigor destes últimos. Tal acontece com a modelação de barragens de betão e pontes (na engenharia de estruturas) ou com correntes marítimas (no caso da hidráulica). Há, no entanto, uma área em que, comprovadamente, os modelos matemáticos não modelam corretamente o comportamento dos agentes, que é a da modelação da estabilidade hidráulica das estruturas marítimas, como por exemplo os quebra-mares de taludes. Tal leva a que continue a ser necessário construir modelos físicos das estruturas para verificar quais os efeitos do impacto da agitação, o que contribui de forma decisiva para o projeto destas estruturas. Estes modelos são construídos em tanques ou em canais de ondas irregulares, à escala, reproduzindo-se não só a estrutura, mas também a batimetria da zona. No caso dos modelos de quebra-mares, os blocos em betão utilizados reproduzem, também à escala, não só a forma, mas também a massa dos blocos reais.

Durante os ensaios, o equipamento existente nos tanques ou nos canais gera automaticamente as ondas de forma a simular efeitos, muitos destes complexos, de que se ressalta a interação onda-estrutura. A amplitude e frequência das ondas é pré-estabelecida e são incluídos, nos ensaios, situações extremas de ondulação. Após um período de geração de ondas segue-se um outro, sem qualquer ondulação, destinado a verificar a ocorrência de alterações para avaliação dos danos. Um dos equipamentos utilizados pelo Departamento de Hidráulica e Ambiente (DHA) do Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC) para obter informação de caráter geométrico (forma) do modelo tem sido o sensor RGB-D Microsoft Kinect, que recolhe dados que permitem reconstruir digitalmente a superfície da estrutura através de nuvens de pontos ou de malhas (*mesh*).

Quando, há muitos anos, o LNEC iniciou a utilização deste sensor, realizou uma série de testes para avaliar a sua qualidade e operacionalidade. No que respeita às superfícies utilizadas para teste, nunca tinham sido usadas modelos de quebra-mares completos, com extensão de vários metros. No estudo a realizar era particularmente importante evidenciar a capacidade de detetar alterações decorrente de movimentos dos blocos do manto exterior (o de proteção). No decurso do acolhimento de um membro da Ordem dos Engenheiros no Núcleo de Geodesia Aplicada do LNEC, para realizar o estágio necessário para ser admitido como membro efetivo desta Ordem, houve a possibilidade de utilizar um *laser scanner* Leica BLK 360 e o software Leica Cyclone Register 360 (BLK Edition) da empresa SETOPO. Este scanner mostrou ser particularmente adequado para o levantamento do modelo físico, o que é natural, já que foi desenvolvido para levantamentos de zonas pouco extensas, especialmente para interiores de edifícios.

Para efeitos de comparação dos modelos, foram realizados levantamentos completos, com os dois equipamentos, de um modelo de um quebra-mar de taludes de um porto nacional que está em fase de expansão. Para georreferenciar os levantamentos foi estabelecido um referencial local, materializado por alvos colocados nas paredes interiores do pavilhão do Núcleo de Portos e Estruturas Marítimas, os quais foram coordenados pela SETOPO. Cada levantamento do *laser scanner* foi georreferenciada automaticamente pelo sistema, já que em cada estacionamento era incluído o levantamento de referências. Para apoio dos levantamentos com o sensor RGB-D foram colocados alvos circulares sobre o coroamento do modelo e no pavimento, os quais foram coordenados relativamente às mesmas referências. Cada levantamento do modelo (este ocupando uma área 7×2,5m²) exigiu três estacionamentos do *laser scanner* e 18 do sensor RGB-D.

Todos os levantamentos detetaram corretamente alterações, sendo que as diferenças entre o levantamento *laser scanner* e o do RGB-D não ultrapassam 5 mm. Devido ao posicionamento dos sensores relativamente ao modelo - *laser scanner* lateralmente; RGB-D na vertical, sobre o modelo - percebeu-se que este último modelou de forma mais correta os blocos do modelo.