

Sistema de vídeo-monitorização para extração de parâmetros hidromorfológicos. O caso de estudo da praia da Vagueira

Santos, F. (1); Baptista, P. (1); Silva, P. (2); Pais-Barbosa, J. (2); Andriolo, U. (3); Sancho, F. (4)

- (1) Departamento de Geociências e Centro de Estudos do Ambiente e do Mar, Univ. de Aveiro, Campus Univ. de Santiago, 3810-193 Aveiro. fabioacsantos@ua.pt.
- (2) Departamento de Física e Centro de Estudos do Ambiente e do Mar, Univ. de Aveiro, Campus Univ. de Santiago, 3810-193 Aveiro.
- (3) INESC-Coimbra, Institute for Systems Engineering and Computers, University of Coimbra, Coimbra.
- (4) Dep. de Hidráulica e Ambiente, LNEC, Av. Do Brasil, 101, Lisboa.

Resumo: Observações de alta frequência de processos hidro-morfológicos são fundamentais para apoiar os gestores e engenheiros costeiros. Os sistemas costeiros de vídeo-monitorização provaram ser uma forma eficiente e económica de fornecer uma base de dados de medições remotas. No âmbito de um projeto em curso de estudo de viabilidade de um quebra-mar multifuncional destacado em frente à praia da Vagueira, foi instalado um sistema de vídeo-monitorização de baixo custo. Imagens Timex têm sido produzidos e arquivados continuamente desde junho de 2019 para detetar as posições da barra arenosa e da linha de costa. Neste trabalho, as séries temporais construídas desses indicadores costeiros são usadas para analisar as mudanças sazonais. As estatísticas sobre as posições da barra e da linha da costa são mostradas e discutidas, e os resultados são comparados com dados do programa COSMO.

Palavras-chave: deteção da barra submersa, deteção da linha de costa, programa COSMO, vídeo-monitorização.

1. INTRODUÇÃO

As zonas costeiras apresentam um complexo conjunto de processos hidro-morfológicos que ocorrem a escalas temporais muito diferenciadas. São também zonas expostas a diversos tipos de eventos extremos de origem oceânica e meteorológica.

No caso das frentes urbanas, os galgamentos e a inundação de zonas internas, com fortes impactos socioeconómicos, são fenómenos frequentes em zonas mais vulneráveis mesmo quando estas estão protegidas por obras de defesa aderente.

Neste contexto, a monitorização de parâmetros hidromorfológicos na zona costeira torna-se um importante meio para a geração de bases de dados que permitam analisar as tendências que ocorrem às várias escalas e auxiliar na gestão e planeamento do litoral.

Embora o recurso a medições in situ de parâmetros hidromorfológicos seja fundamental, estas têm custos relativamente elevados e dependem de instrumentos cuja utilização em condições de agitação marítima adversas se torna inviável.

O uso de sistemas de vídeo-monitorização permite ultrapassar algumas destas dificuldades, uma vez que são sistemas remotos de observação, de relativo baixo custo, que fornecem em modo automático e contínuo dados por períodos tão longos quando se pretenda. Contudo, existe a limitação da cobertura destes sistemas estar restringida a distâncias da ordem das centenas de metros e de, na maioria dos casos, só recolherem dados durante o período diurno.

No âmbito do “Estudo de caracterização e viabilidade de um quebra-mar destacado multifuncional em frente à Praia da Vagueira”, efetuado pelo LNEC-UAveiro-IST para a Agência Portuguesa do Ambiente, foi implementado um sistema de vídeo na praia da Vagueira. O sistema é composto por uma câmara, que obedece a especificações de robustez para operar em ambientes agressivos, como é o caso das zonas costeiras. A câmara foi instalada num edifício próximo do esporão sul da praia da Vagueira, cuja escolha respeitou um conjunto de requisitos técnicos para maximizar a qualidade dos dados adquiridos (altura de 20,5 m relativamente ao nível médio do mar, câmara virada a noroeste e proximidade à zona de interesse, que inclui a defesa aderente e a praia adjacente). O sistema está em funcionamento desde o início de junho de 2019, adquirindo, em modo praticamente contínuo, vídeos durante o período diurno.

2. METODOLOGIA

O sistema de vídeo entrou em funcionamento a 7 de junho de 2019, gravando continuamente vídeos de 10 minutos durante o período diurno. Até ao final de julho de 2020 obteve-se um total de 27653 vídeos (correspondendo a 354 dias de operação) e produziu-se automaticamente o mesmo número de imagens Timex e Variância.

Com base nas imagens obtidas foram estimadas as localizações da linha de costa e da barra submersa e analisadas as suas variações sazonais.

2.1. Calibração da câmara e retificação da imagem

De modo a extrair informação quantitativa das imagens é necessário realizar dois procedimentos, a calibração da câmara e a retificação das imagens. A calibração consiste na determinação dos parâmetros intrínsecos, que representam as características óticas e geométricas internas da câmara (Heikkila e Silven, 1996). Estes parâmetros são necessários para a correção das imagens, que consiste na eliminação dos efeitos induzidos pela curvatura da lente (Figura 1).

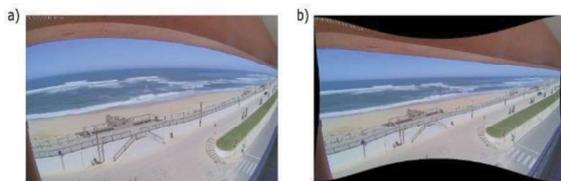


Fig. 1. Correção das imagens. a) Imagem original; b) Imagem corrigida.

Com a retificação das imagens (Figura 2) pretende-se relacionar as coordenadas da imagem com as coordenadas do terreno (obtidas através de pontos de controlo), de modo a que seja possível medições quantitativas através da imagem.

Neste trabalho foram utilizados 2 tipos de imagens, as Timex e Variância (Andriolo *et al.*, 2019).

As imagens Timex (Figura 2a) permitem obter a localização das zonas de rebentação (Andriolo *et al.*, 2020) que são um bom indicador de barras submersas e da existência de correntes de retorno, permitindo uma estimativa da morfologia do fundo (Holman e Stanley, 2007). A suavização das oscilações da linha de costa nestas imagens também permite estimar a posição dessa mesma linha.

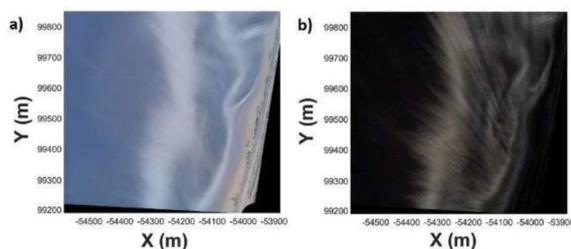


Fig. 2. Produtos obtidos pelo sistema de vídeo. a) Imagem Timex retificada; b) Imagem Variância retificada.

As imagens Variância permitem identificar as zonas que mudam ao longo do tempo, assim, zonas que não variam apresentam-se a preto, ao passo que zonas onde ocorrem grandes modificações vão aparecer

brilhantes (Figura 2b). Estas imagens são úteis para a identificar as zonas de rebentação e espraio das ondas (Holman e Stanley, 2007).

3. DETERMINAÇÃO DAS POSIÇÕES DA LINHA DE COSTA E DA BARRA SUBMERSA

3.1. Posição da linha de costa

A posição da linha de costa é definida como a fronteira entre a água do mar e a areia da praia e neste trabalho foi extraída através das imagens Timex. A localização da barra submersa está associada à zona preferencial para a rebentação das ondas, e para a sua localização foram utilizadas imagens Timex e Variância.

Em Baptista *et al.*, 2019 são descritos dois métodos computacionais para a determinação da posição da linha de costa, tendo-se optado pelo método SLVE (ShoreLine pixel Value Extraction) uma vez que os resultados foram mais eficazes.

Foram determinadas duas localizações da linha de costa, uma referente ao momento da preia-mar e outra referente ao momento em que a maré interceta o nível médio do mar (NMM). Uma vez que a base de dados inclui diversos dias com visibilidade nula, por causa de nevoeiro ou de sujidade acumulada na lente da câmara, obtiveram-se, de um total de 354 dias, 301 imagens para o momento da preia-mar e 322 para o momento da maré NMM.

3.2. Posição da barra submersa

Para a localização da posição da barra submersa os métodos automáticos disponíveis não se revelaram eficazes, principalmente devido à variação da forma da barra e à existência de barras secundárias. Assim, optou-se por localizar manualmente a posição da barra submersa. Foram utilizadas preferencialmente as imagens Timex e no caso da zona de rebentação não ser muito visível recorreu-se às imagens Variância. A visibilidade das zonas de rebentação está dependente de fatores como o nevoeiro ou a sujidade na lente da câmara e também a altura da onda. Assim, para uma melhor visibilidade das zonas de rebentação foram selecionadas as imagens no momento da baixa-mar, obtendo-se 260 imagens de um total de 354.

3.3. Comparação com dados do programa COSMO

De modo a validar o método adotado para a localização da barra submersa foi feita uma comparação com os dados obtidos pelo programa COSMO da Agência Portuguesa do Ambiente.

Assim, compararam-se as posições das barras detetadas no perfil total PT_PC6 do COSMO com as detetadas a partir das imagens Timex. Utilizaram-se os dados do COSMO para a praia da Vagueira obtidos nos dias 05-02-2020 (existiam imagens do sistema de vídeo para esse dia) e 13-05-2019 (neste caso, por não haver imagens desse dia, utilizou-se a imagem Timex mais próxima dessa data, 07-06-2019).

O método utilizado para fazer a comparação consistiu em utilizar uma imagem Timex, com boa visibilidade e próxima do momento da baixa-mar em cada uma das datas, e sobre cada imagem foi sobreposto o correspondente perfil utilizado no levantamento do COSMO. Seguidamente sobre esse perfil foram extraídas as intensidades dos pixels para as 3 bandas da imagem (RGB). Os valores das intensidades dos pixels e dos resultados do COSMO foram normalizados e comparados.

4. RESULTADOS

4.1. Validação com dados do programa COSMO

Na Figura 3 apresentam-se os resultados obtidos, em cima os resultados para o dia 07-06-2019 e em baixo para o dia 13-05-2020, à esquerda os perfis utilizados pelo COSMO sobrepostos sobre a imagem Timex de onde se extraíram as intensidades dos pixels e à direita a comparação dos resultados.

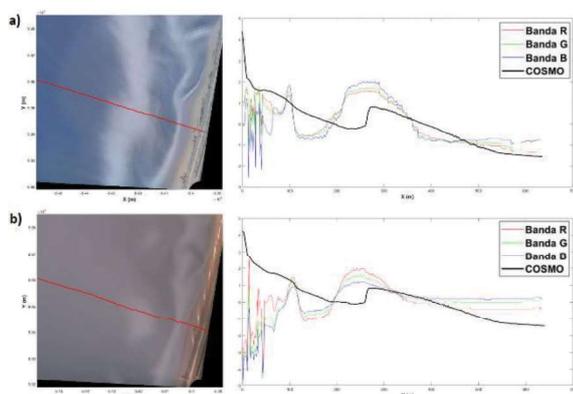


Fig. 3. Comparação dos resultados da batimetria obtida pelo COSMO e das intensidades dos pixels obtidos pelas imagens Timex. Resultados para o levantamento do dia a) 13-05-2019; b) 05-02-2020.

A comparação entre a batimetria obtida pelo COSMO e as intensidades dos pixels das imagens Timex mostra haver correlação. A zona de rebentação, corresponde a um aumento da intensidade dos pixels, que demonstra coincidência com o surgimento de uma barra submersa. Apesar do levantamento de 13-05-2019 ter um desfasamento de 23 dias com a imagem Timex mais contemporânea, pode-se concluir que em ambos os casos as zonas de

rebentação detetadas através das imagens correspondem à posição da barra submersa e que o uso das imagens são um bom indicador dessa posição.

4.2. Determinação da posição média da barra submersa e da linha de costa

Após a identificação, para todo o conjunto de dados, de todas as posições das linhas de costa e da barra submersa foram calculadas as médias dessas posições. Este cálculo foi dividido em 3 grupos, tendo-se calculado a média total de cada parâmetro e a média para os períodos de verão e inverno marítimo (de abril a setembro e de outubro a março, respetivamente). Os resultados das posições médias encontram-se apresentados na Figura 4.

Verifica-se que durante o verão marítimo as linhas de costa estão mais afastadas da defesa aderente, aumentando assim a largura da praia, ao passo que durante o inverno marítimo as linhas se encontram mais próximas da estrutura de defesa, reduzindo assim a largura da praia. No sentido inverso, a barra submersa está mais próxima da praia durante o verão marítimo e mais afastada durante o inverno marítimo. Isto faz com que a distância entre a zona de rebentação e a linha de costa seja mais curta no verão marítimo, e maior no inverno marítimo. Também se verifica que na parte mais a sul da praia, as posições da barra nos diferentes períodos são muito coincidentes. A justificação pode estar na presença de um esporão situado imediatamente a sul do limite da imagem.

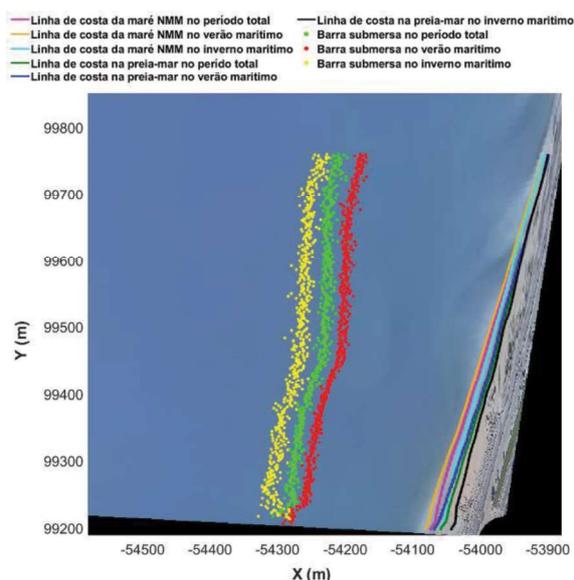


Fig. 4. Posições médias da barra submersa e das linhas de costa para os momentos de preia-mar e de maré NMM para os diferentes períodos.

Relativamente às distâncias entre a barra e a base da defesa aderente, determinou-se que a barra se

encontra mais próxima dessa estrutura na parte mais a sul, próxima do esporão, e mais afastada na zona mais a norte da praia. Durante o período de verão marítimo a barra situa-se em média a cerca 230 m da defesa aderente na zona sul da praia e a cerca de 260 m na zona norte, enquanto que no período de inverno marítimo as distâncias são, respetivamente, cerca de 330 m e 370 m.

Considerando o conjunto total, verifica-se que a posição média da barra se situa entre as posições médias do verão e inverno marítimos. Na parte mais a sul da praia, a distância entre a defesa aderente e a posição média da barra é cerca de 275 metros, enquanto que na parte mais a norte essa distância é cerca de 320 metros.

De modo a avaliar a variabilidade das localizações determinadas foram calculadas as médias do desvio padrão ($\Delta\sigma$), ou seja, a média longitudinal de todos os valores encontrados em cada localização, para cada parâmetro e período considerado (Tabela I).

Tabela I. Média do desvio padrão para cada parâmetro e período considerado.

$\Delta\sigma$ Período	Linha de costa - maré NMM	Linha de costa - maré preia-mar	Barra submersa
Total	14,02 m	13,64 m	45,45 m
Verão marítimo	12,63 m	13,12 m	26,44 m
Inverno marítimo	13,19 m	12,40 m	44,86 m

Dos valores obtidos para a média do desvio padrão é notório que os valores para a localização da barra submersa são muito superiores, uma vez que esta apresenta muito mais variabilidade da sua posição ao longo do tempo do que as linhas de costa. Verifica-se também que o período de inverno marítimo apresenta maior variabilidade da posição da barra submersa, coincidente com o período total, ao passo que no verão marítimo a variação é cerca de metade.

Relativamente à posição da linha de costa os valores são muito idênticos para os diferentes períodos e também para os momentos de preia-mar e de maré NMM, concluindo-se que a variação das linhas de costa é mais uniforme, não sofrendo as variabilidades de posições que acontecem para a barra submersa.

5. CONCLUSÕES

Os resultados obtidos revelam que a barra submersa na zona em estudo apresenta uma elevada dinâmica que se relaciona com a própria variação da

localização da linha de costa e que, por conseguinte, diagnóstica trocas sazonais sedimentares transversais na praia. O domínio médio da sua localização é variável entre os 230 e os 370 metros relativamente à defesa aderente, mas os valores de desvio padrão sugerem a presença de uma maior variabilidade das posições em resposta, por um lado, aos eventos extremos e, por outro, à variabilidade das condições de agitação marítima que ocorrem ao longo do ano. Deste modo, qualquer opção relativamente à viabilidade de construção de um quebra-mar destacado deve ter em consideração a posição e a dinâmica sazonal da barra submersa. Conclui-se que a manutenção do sistema de vídeo-monitorização em funcionamento é relevante para captar não só a dinâmica sazonal, mas também a resposta a eventos extremos.

Agradecimentos

Os autores agradecem a todos os membros da equipa, a todos os colaboradores e à Câmara Municipal de Vagos pelo apoio na obtenção da permissão para a instalação da câmara em propriedade privada.

REFERÊNCIAS

- Andriolo, U., Mendes, D., Taborda, R., 2020. Breaking wave height estimation from timex images: Two methods for coastal video monitoring systems. *Remote Sens.* 12, 204. <https://doi.org/10.3390/rs12020204>
- Andriolo, U., Sánchez-García, E., Taborda, R., 2019. Operational use of surfcam online streaming images for coastal morphodynamic studies. *Remote Sens.* 11. <https://doi.org/10.3390/rs11010078>.
- Baptista, P.R., Barbosa, J.P., Silva, P.A., Andriolo, U., Santos, F., Carvalheiro, L., Sancho, F. (2019). Estudo de caracterização e viabilidade de um quebra-mar destacado multifuncional em frente à Praia da Vagueira; (T3) Monitorização contínua através de sistema de vídeo-monitorização: Instalação da estação de vídeo-monitorização – Relatório 3. Relatório 240/2019 – DHA/LNEC.
- Heikkilä, J. and Silvén, O. (1996) Calibration procedure for short focal length off-the-shelf CCD cameras. *Proc. 13th International Conference on Pattern Recognition*, Vienna, Austria, p. 166-170.
- Holman, R. A., and Stanley, J. (2007). The history and technical capabilities of Argus. *Coastal Engineering*, 54(6–7), 477–491.