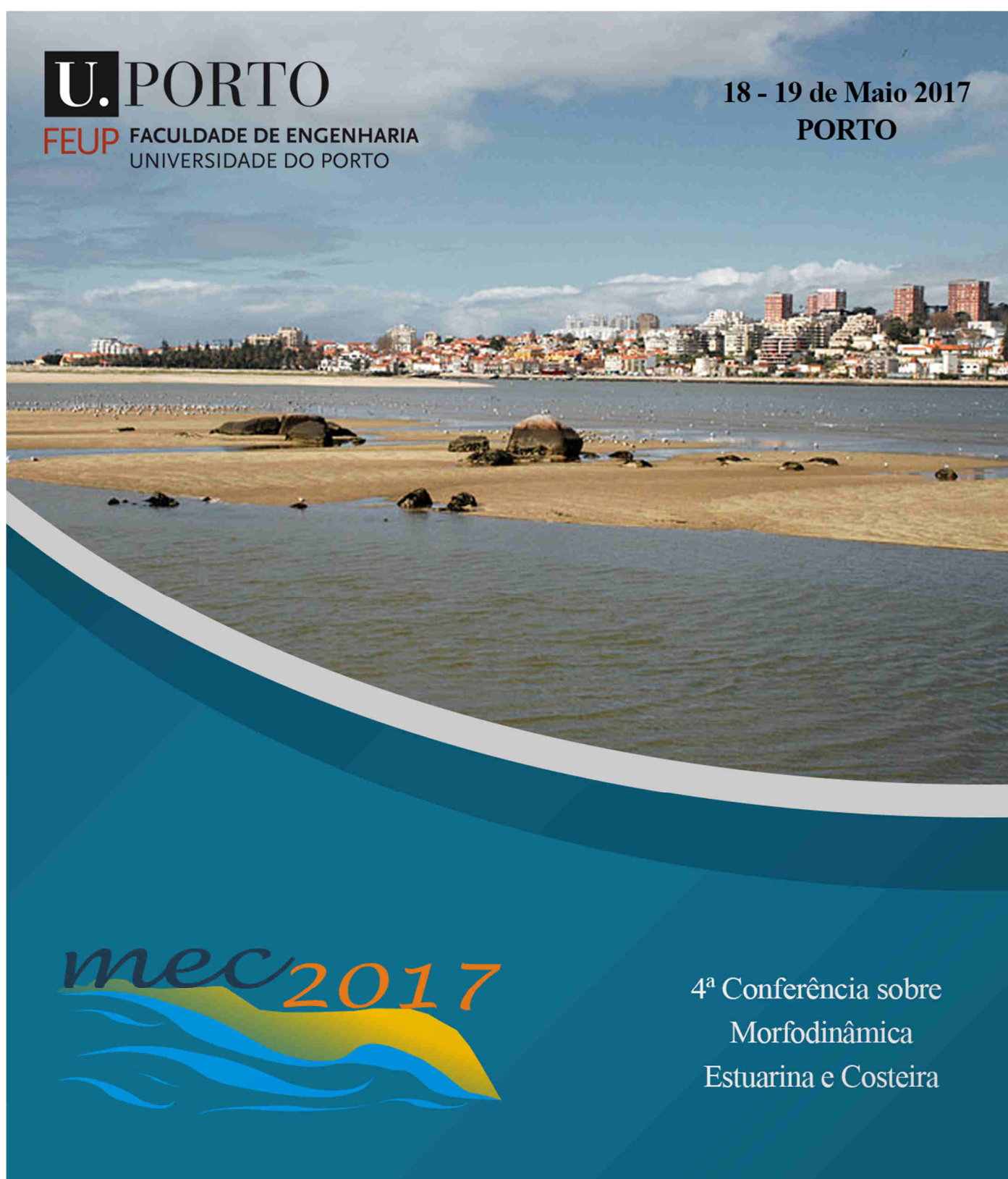


U. PORTO

FEUP FACULDADE DE ENGENHARIA
UNIVERSIDADE DO PORTO

18 - 19 de Maio 2017
PORTO



mec2017

4ª Conferência sobre
Morfodinâmica
Estuarina e Costeira

Livro de Resumos

U. PORTO
FEUP FACULDADE DE ENGENHARIA
UNIVERSIDADE DO PORTO

 **UAlg**
UNIVERSIDADE DO ALGARVE

 **LNEC** LABORATÓRIO NACIONAL
DE ENGENHARIA CIVIL

 **universidade
de aveiro**

 **Ciências
ULisboa**

 **UAlg CIMA**
UNIVERSIDADE DO ALGARVE
CENTRO DE INVESTIGAÇÃO MARÍTIMA E AMBIENTAL

 **CESAM**

 **ASSOCIAÇÃO
PORTUGUESA DOS
RECURSOS HÍDRICOS**



**INSTITUTO
DOM LUIZ**

Porto.

4^a Conferência
sobre Morfodinâmica Estuarina e
Costeira
MEC2017

Editado por:

Francisco Taveira Pinto
SHRHA | FEUP

Secretariado por:

Joana Monteiro

Nota Introdutória	I
Comissões MEC2017	II
Palestras por Oradores Convidados	III

Monitorização Costeira e Alterações Climáticas

Moderador: Francisco Taveira Pinto

Beach Scarp Generation: Insights from Field Experiments and Database Analyses.

Soraia Teixeira, Ana Maria Silva e Rui Taborda..... 1

O Ordenamento do Território e as Alterações Climáticas: Considerações sobre o Processo de Adaptação das Zonas Costeiras.

Bruno Neves, André Fernandes, Rui Pedro Julião, Sérgio Rosendo e Louis Celliers..... 3

Spatial Response of the Caldeira de Tróia Salt Marsh (Sado Estuary, Portugal) to Sea Level Rise.

Miguel Inácio, Ana Cunha, M.^a da Conceição Freitas, Carlos Antunes, César Andrade e V. Lopes..... 5

Monitorização da Duna de São João da Caparica.

Daniela Rato, César Andrade, Ana Pestana Bastos, Patrícia Silva, N. Lopes e Catarina Freitas 8

Dinâmica Estuarina e de Embocaduras

Moderadores: Maria da Conceição Freitas e Isabel Iglésias

Cost-effective Dredging of the Guadiana Entrance Channel.

Erwan Garel e Luana Castilho..... 10

Modelação Numérica para a Previsão dos Níveis de Cheias no Estuário do Douro.

Isabel Iglesias, Stênio Venâncio, Raquel Peixoto, José Luis Pinho, Paulo Avilez-Valente, Marili Viitak e José Vieira 12

Avaliação de Soluções de Gestão do Assoreamento em Embocaduras com Base em Modelação Morfodinâmica.

José Rafael Coelho, José Luis Pinho, Stênio Venâncio e José Vieira 14

Hydrodynamic and Sediment Dynamics Impact Assessment for the Eden City and Divina Island Project.

João Ribeiro, Adélio Silva, Paulo Leitão, João Rodrigues, Madalena Malhadas e Manuel Madeira 16

Dependência da Morfologia de uma Embocadura na Agitação Marítima.

*Soraia Romão, Paulo A. Silva, Paulo Baptista, Ângela Fontán-Bouzas,
Sandra Fernández-Fernández, Caroline Ferreira, Cristina Bernardes e Carlos Coelho* 18

Contributo de Mapas do Século XIX para o Estudo da Evolução Morfodinâmica da Barra do Tejo.

Fátima Valverde, Rui Taborda e Pedro Cabral 20

Morfodinâmica Costeira e Sistemas Dunares

Moderador: Óscar Ferreira

Impacto de uma Alimentação Artificial de Sedimentos com Base em Ensaios Laboratoriais.

André Guimarães, Carlos Coelho, Fernando Veloso-Gomes e Paulo A. Silva 22

A Comprehensive Morphological Model for Multiple Sediment Classes Applied to Coastal Systems.

Guilherme Franz, Lígia Pinto e Ramiro Neves 24

Caracterização Morfossedimentar das Dunas da Manta Rota (Sotavento Algarvio, Portugal).

Ana Fernandes, M.^a da Conceição Freitas e César Andrade 27

Sediment Dynamics Offshore Tavira Using Sand Traces.

João Cascalho, Ivana Bosnic, Rui Taborda, Teresa Drago e M. Rosa 29

Characterizing the Sediment Deposition in Caldeira de Tróia Salt Marsh (Sado Estuary, Portugal).

*Ana Guimarães Cunha, Miguel Inácio, M.^a da Conceição Freitas, Tiago Adrião Silva,
César Andrade, Roberto Bao, M. Leira e V. Lopes* 31

Duna Artificial da Lagoa de Albufeira – O que Subsiste Após Duas Décadas de Evolução?

Sandra Moreira, M.^a da Conceição Freitas e César Andrade 34

Metodologias de Estudo e Análise de Dados

Moderadores: Rui Taborda e Tiago Ferradosa

Comparison of Terrestrial and Airborne 3D Survey Methods for the Coastal Zone.

Ana Bio, José A. Gonçalves, Sérgio Madeira, Américo Magalhães e Luísa Bastos 37

Bathymetric Inversion from Video Imagery: Investigation in the Surf Zone.

Umberto Andriolo, Diogo Mendes, Alberto Azevedo, Rui Taborda, Ana Nobre Silva 39

Observação da Circulação Litoral com Flutuadores Derivantes Superficiais de Fácil Operação e Baixo Custo.

António Jorge da Silva, Diogo Mendes, Bruno Loureiro e Artur Rocha 42

Evolução do Tipo de Cobertura do Solo através da Plataforma Molusca: Aplicabilidade na Gestão Costeira.

Lucas de Lima, Carlos Weiss e Cristina Bernardes..... 44

Hidrodinâmica Costeira I

Moderador: André Fortunato

Parameters Influencing Overwash Hydrodynamics

Ana Matias, Ana Rita Carrasco, Carlos Loureiro, Umberto Andriolo, Gerhard Masselink, Marta Guerreiro, André Pacheco, Robert McCall, Óscar Ferreira e Theocharis Plomaritis 46

Modelação da Agitação Marítima na Região da Figueira da Foz.

Caroline Ferreira, Paulo A. Silva, Sandra Fernández-Fernández, Paulo Baptista, Tiago Abreu, Soraia Romão, Ángela Fontán-Bouzas e Xavier Bertin 48

Sandbar Effects on Infragravity Wave Dynamics: A Numerical Study.

Diogo Mendes, José P. Pinto, António A. Pires-Silva e André B. Fortunato 51

Infragravity Wave Amplification in a Small Bay.

Diogo Mendes, José P. Pinto, André B. Fortunato e António A. Pires-Silva 53

High Resolution Simulation of Coastal Circulation: Marmara Sea Study Case.

João R. Rodrigues, João Ribeiro, Paulo Chambel Leitão e Adélio Silva..... 55

Modelling Wave Patterns and their Associated Coastal Risks for the West Iberian Coast.

Marili Viitak, Isabel Iglésias, Paulo Avilez-Valente, Ana Bio e Luísa Bastos 57

Apresentação de Projetos de Investigação

Moderador: Paulo Silva

The Everest Project: Evolution and Resilience of Barrier Island Systems

Ana Matias, Katerina Kombiadou, Rita Carrasco, Óscar Ferreira, Susana Costas e Theocharis Plomaritis 59

BINGO: Bringing Innovation into Ongoing Water Management. O Caso de Estudo do Estuário do Tejo.

André B. Fortunato, Marta Rodrigues e Paula Freire 61

UBEST: Compreensão da Capacidade de Regulação Biogeoquímica dos Estuários num Contexto de Alterações Climáticas e das Fontes Antropogénicas.

Marta Rodrigues, Alexandra Cravo, André B. Fortunato, Anabela Oliveira, José Jacob, Ricardo Martins, João Rogeiro, Alberto Azevedo e Alexandra Rosa 64

Modelling Floods in Estuaries. From the Hazard to the Critical Management.

Paula Freire, Alexandre O. Tavares, André B. Fortunato, Luís Sá, Anabela Oliveira, Pedro P. Santos, Ana Rilo e Maria Adriana Cardoso..... 67

Coastal Waters Research Sinergy Framework (Co-ReSyF): Project Overview and SAR-Bathymetry Estimation.

Francisco Sancho, Alberto Azevedo, José P. Pinto e Luísa Lamas..... 70

RISC-KIT: Coastal Risk Assessment Tools.

Óscar Ferreira e Ap van Dongeren..... 72

Hidrodinâmica Costeira II

Moderador: Paula Freire

Avaliação da Hidrodinâmica e dos Níveis de Galgamento na Praia do Furadouro.

Análise Comparativa da Situação Atual e com a Construção de Quebramares Destacados.

Ana Rita Martins, Conceição Juana Fortes, Francisco Taveira-Pinto, Pedro Poseiro e Maria Teresa Reis 74

Modelling of Storm Surges on the Portuguese Coast.

Ana Raquel Gonçalves, António Trigo Teixeira e Amélia Araújo..... 76

Eventos de Temporal: Dados Observados ou Simulados.

Sandra Fernández-Fernández, Paulo A. Silva, Caroline Ferreira, Soraia Romão, Paulo Baptista e Ángela Fontán-Bouzas..... 78

Clima de Agitação Equivalente para Cálculos Morfodinâmicos.

Carla Pereira, Carlos Coelho, Paulo A. Silva e Caroline Ferreira..... 80

Modelação de Perfis Transversais de Praia com Recurso a Séries Sintéticas.

Ana Moreira e Tiago Abreu..... 83

Operational Forecast of Wave Propagation in Littoral Areas Using Smartwave.

José P. Pinto e Diogo Mendes..... 85

Dinâmica Sedimentar

Moderador: Ana Matias

Influência da Construção do Quebramar Destacado na Foz do Rio Douro na Evolução da Restinga. Análise do Período 2002-2010.

Fernando Veloso Gomes, Francisco Taveira Pinto, Guilherme Paredes e Pedro Pereira 87

Tagus and Ericeira Shelf Muddy Deposits – Sedimentary Record of High Energy Events.

Anabela Oliveira, João Duarte, Ana Isabel Santos e Joaquim Pombo..... 89

Design of an Artificial Beach in Cape Verde.

Francisco Constantino, António Trigo-Teixeira e Silvia Di Bona..... 91

Determining Sediment Exchanges in the Lower Minho Estuary Using Acoustic Methods.

Ana I. Santos, Anabela Oliveira, António Jorge da Silva, José Paulo Pinto

e M.^a da Conceição Freitas..... 93

Posters I (18 de Maio)

Estimativa das Perdas Ecológicas na Zona Costeira do Atlântico.

Luiz Norberto Lacerda Magalhães Filho e Peter Cornelis Roebeling..... 96

Evolução Recente do Prisma de Maré nas Barras do Sector Oeste da Ria Formosa.

José Jacob e Alexandra Cravo..... 98

Posters II (19 de Maio)

Extração Seletiva de Fósforo em Sedimentos Estuarinos.

Luíza Dezem Ambrósio e Eduardo Anselmo Ferreira da Silva 100

Caracterização da Tempestade Hércules Utilizando Técnicas de Estatística Multivariada.

Diogo Mendes e Marta Gomes 102

Nota: Os textos e a qualidade das imagens são da responsabilidade dos autores.

Nota Introdutória

Realiza-se na Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto (FEUP), nos dias 18 e 19 maio de 2017, a 4ª Conferência sobre Morfodinâmica Estuarina e Costeira - MEC2017.

O evento pretende ser um fórum de apresentação de trabalhos de investigação relacionados com os temas associados à morfodinâmica das zonas costeiras, e de discussão de ideias, conhecimento e informação sobre a zona costeira portuguesa.

A organização da conferência MEC2017 foi coordenada pela Comissão Organizadora que integra membros da Universidade do Algarve, do CIMA, da Universidade de Aveiro, da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto e do Laboratório Nacional de Engenharia Civil.

Em nome da Comissão Organizadora agradece-se aos membros da Comissão Científica que avaliaram os resumos submetidos.

Porto e Feup, Maio de 2017

Francisco Taveira Pinto

Comissões:

1. Comissão Organizadora

Ana Matias (UALG)	Paula Freire (LNEC)
André Fortunato (LNEC)	Paulo Rosa Santos (FEUP)
Francisco Taveira Pinto (FEUP)	Paulo Silva (UA)
Isabel Iglésias (CIIMAR)	Rui Taborda (FCUL)
Maria da Conceição Freitas (FCUL)	Tiago Ferradosa (FEUP)
Mario López Gallego (Univ. de Oviedo)	Joana Monteiro (FEUP – Secretariado)
Óscar Ferreira (UALG)	

2. Comissão Científica

Ana Matias (UALG)	João Miguel Dias (UA)
Anabela Oliveira (IH)	José Luís Pinho (UM)
Anabela Oliveira (LNEC)	Luciana das Neves (FEUP)
André Fortunato (LNEC)	Maria da Conceição Freitas (FCUL)
António Pires Silva (IST)	Óscar Ferreira (UALG)
Adélio Silva (HIDROMOD)	Paula Freire (LNEC)
Carlos Coelho (UA)	Paulo Rosa Santos (FEUP)
César Andrade (FCUL)	Paulo Silva (UA)
Cristina Bernardes (UA)	Renato Henriques (UM)
Cristina Lira (FCUL)	Rita Carvalho (UC)
Fernando Veloso Gomes (FEUP)	Rui Taborda (FCUL)
Francisco Taveira Pinto (FEUP)	Teresa Drago (IPMA)

Palestras por Oradores Convidados

A conferência MEC2017 tem a honra de contar com duas palestras proferidas por investigadores do Reino Unido e de Espanha.

The Organizing Committee is extremely grateful to Prof. Gerhard Masselink and to Prof. Manuel Díez for their prompt willingness to travel to Universidade do Porto for participating on the conference. The knowledge shared in their key-note lectures will certainly raise the scientific quality of discussions between conference attendants.

1. Extreme Atlantic Storms on Europe's Coast: Storm Dynamics, Impacts and Recovery

Professor Gerhard Masselink

Coastal Geomorphology

School of Biological & Marine Sciences

(Faculty of Science & Engineering – University of Plymouth)

2. Flow-Sediment Feedback in the Guadalquivir Estuary - Observations, Physics and Management Aspects

Professor Manuel Díez-Minguito

Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos

Dep. de Mecánica de Estructuras e Ingeniería Hidráulica

(Universidad de Granada)

BEACH SCARP GENERATION: INSIGHTS FROM FIELD EXPERIMENTS AND DATABASE ANALYSES

Soraia Teixeira ⁽¹⁾, Ana Maria Silva ⁽²⁾ e Rui Taborda ⁽³⁾

⁽¹⁾ H2Doc - Environmental Hydraulics and Hydrology, Lisboa, Portugal,
soraia.teixeira@tecnico.ulisboa.pt,

⁽²⁾ Departamento Geologia, Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, Instituto Dom Luiz, Lisboa, Portugal
amasilva@fc.ul.pt; rtaborda@ciencias.ulisboa.pt.

Abstract

This study aims to understand the response of the beach to intense erosive events, namely the formation of beach scarps. To meet this objective, specific short term field campaigns were carried out and a four year morpho-hydrodynamic database concerning the Lisbon (district) coast was analysed. It was found that the generation of scarps on the beach face occurs when the slope of the beach deviates significantly from the equilibrium profile, and when the runup does not exceed the maximum level of the obstacle (e.g. crest berm). It was also concluded that the K^* Sunamura's parameter is a good indicator for identifying potential conditions for the formation of beach scarps. This work also demonstrates the need of a high frequency monitoring allowing an understanding of the time of beach response to changes in incident wave conditions.

Keywords: Beach scarps; K^* Parameter; Artificial reliefs; CISML project.

1. Introduction

Beach scarps are common morphological features that frequently occur on eroding beaches. However, the knowledge of beach scarp occurrence and their morphodynamics is far from being complete (Bonte and Levoy, 2015). This work aims to contribute to the knowledge of the processes associated with the generation of beach scarps.

2. Methods

Two complementary approaches were used: creation of an artificial (instantaneous) alteration of the beach profile and the systematic analysis of a set of beach scarp records and the simultaneous time series of incident wave conditions. This latter approach involved the analysis of topographic surveys performed quarterly, for 4 years, in Lisbon district beaches (CISML Project - Andrade *et al.*, 2013). To explain and understand the beach behavior some beach morphodynamic parameters were rehearsed, including the Sunamura (1985) K^* (Eq. [1]). This parameter considers the wave height at the surf (H_b), the wave period at the surf (T), mean sediment size (D) and acceleration of gravity (g). The Sunamura model can be subdivided into an accretionary sequence (migration of the submarine bar to land) and another erosive (formation of a bar and migration to the sea). Particularly relevant in this model is the fact that the formation of beach scarps occurs as early as the first phases of the erosive sequence.

$$K_* = \frac{\bar{H}_b^2}{g\bar{T}^2 D} \quad [1]$$

3. Results and Conclusions

Field work results showed that the formation of beach scarps, formed in at least one of the monitored profiles, only developed when artificially generated slopes were significantly larger than the slope of equilibrium, and the swash did not overtop the crest of the artificial relief. From the database analysis, obtained on the west central portuguese coast, it was possible to compile all beach scarp field observations and link their occurrence with the temporal variation, of the K^* parameter (Figure 1) calculated with offshore wave regime values. It was also showed dates where there were significant variations (more than one meter) and abrupt (less than half a day) of the wave regime in the 15 days before the date of the campaign where the scarps was detected.

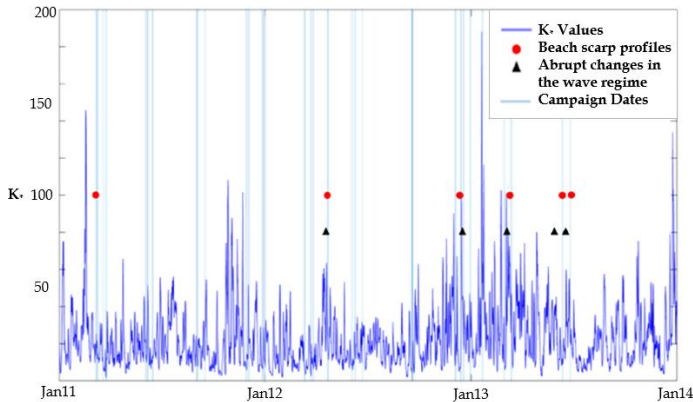


Figure 1. Time variation of the morphodynamic K^* parameter.

The scarps identified show a correspondence with high K^* values, so the parameter K^* seems to be a good indicator of the conditions for scarp generation. However, in certain characteristics of sea conditions with high potential for scarps formation (i.e. high K^* values), scarps were not observed in the database because: 1) the escarpment process did not actually take place since the profile in winter is not likely to form a beach escarpment, due to the small volumes of sand (and the model did not fully adjust to the beaches studied) or 2) because the escarpment phenomenon may not have been recorded due to the interval between campaigns (three-month).

Acknowledgements

This work was conducted under MSc dissertation in Marine Sciences, FCUL. Soraia Teixeira is now supported by the H2Doc Doctoral Programme granted by FCT led at the IST-LNEC.

References

- Andrade, C., Marques, F., & Freitas, C., 2013. "Criação e Implementação de um Sistema de Monitorização no Litoral Abrangido pela Área de Jurisdição da Administração da Região Hidrográfica do Tejo - relatório final". Retrieved from APA - Project
- Bonte, Y., & Levoy, F., 2015. "Morphodynamic of Beach Scarps on a Macrotidal Coast During Exceptional Water Level Events (Normandy, France)". Int. Conf. Coastal. Eng, 1(33).
- Sunamura, T., 1985. "Prediction of On/Offshore Sediment Transport Rate in the Surf Zone Including Swash Zone". Conf. Coastal Eng, 60(1-4), 316-320.

O ORDENAMENTO DO TERRITÓRIO E AS ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS: CONSIDERAÇÕES SOBRE O PROCESSO DE ADAPTAÇÃO DAS ZONAS COSTEIRAS

Bruno Neves ⁽¹⁾, André Fernandes ⁽¹⁾, Rui Pedro Julião ⁽¹⁾, Sérgio Rosendo ⁽¹⁾ e Louis Celliers ⁽²⁾

⁽¹⁾ CICS.NOVA – Centro Interdisciplinar de Ciências Sociais, Faculdade de Ciências Sociais e Humanas,
Universidade Nova de Lisboa, Lisboa, Portugal

brunomaneves@fcsh.unl.pt; andre.fernandes@fcsh.unl.pt; rpj@fcsh.unl.pt; sergiorosendo@fcsh.unl.pt

⁽²⁾ CSIR – Council for Scientific and Industrial Research, Durban, South Africa
lcelliers@csir.co.za

Resumo

As zonas costeiras, em particular as zonas estuarinas, apresentam-se vulneráveis às alterações climáticas, designadamente aos efeitos da subida do nível médio do mar. Tal tem levado à adoção de medidas de adaptação para aumentar a resiliência destes territórios, de que é exemplo a implementação de linhas de gestão costeira. Neste contexto, analisa-se e discute-se a forma como os instrumentos de gestão territorial interpretam a vulnerabilidade das zonas costeiras, constatando-se que é aos instrumentos de âmbito regional e local que é apontada uma maior responsabilidade para a capacitação de resposta aos riscos das zonas costeiras.

Palavras-chave: Alterações climáticas; Linhas de gestão costeira; Instrumentos de gestão territorial, Zonas costeiras.

1. Introdução

A situação geográfica das zonas costeiras de Portugal Continental confere-lhe uma importante posição geoestratégica no contexto do Atlântico Norte. A atratividade exercida por estas áreas traduziu-se numa intensa ocupação humana, tanto no que respeita à população, como a diversas atividades económicas, incluindo comércio, atividades de recreio e lazer, infraestruturas e serviços (DGOTDU 2007). Note-se que em Portugal Continental cerca de ¾ da população reside junto à costa, sendo este território responsável por 85% do Produto Interno Bruto (PIB). Uma realidade que importa equacionar e discutir à luz das pressões presentes e futuras a que estes territórios estão sujeitos, nomeadamente as que decorrem do fenómeno das alterações climáticas e, em particular, da subida do nível médio do mar (NMM) (APA 2016).

2. Métodos

A análise centra-se no caso do Estuário do Tejo e áreas envolventes, contemplando a análise dos Instrumentos de Gestão Territorial (IGT) de âmbito nacional e regional com incidência neste território. Através desta análise procura-se: (i) aferir se os IGT reconhecem os riscos e vulnerabilidades que decorrem dos efeitos das alterações climáticas; (ii) aferir se estes instrumentos procedem à delimitação de linhas de gestão costeira ou se reconhecem a importância da sua delimitação; (iii) analisar a natureza das medidas preconizadas para promover a adaptação das zonas costeiras à subida do NMM, tornando estes territórios mais resilientes.

3. Discussões e Conclusões

Os riscos decorrentes das alterações climáticas e da subida do NMM têm vindo a ser reconhecidos e assinalados nas agendas políticas nacionais, traduzindo-se na sua contemplação em vários documentos de natureza estratégica e nos IGT de diferentes âmbitos. Em relação a estes últimos, tem vindo a ser dado particular enfoque à noção de governança, incitando-se a um maior envolvimento dos cidadãos nos desafios decorrentes das alterações climáticas (APA 2015b; APA 2015a; APA 2015c), sendo aos IGT de âmbito regional e local que é apontada uma maior responsabilidade e capacitação de resposta face aos riscos e suscetibilidade das zonas costeiras (APA 2015c). Em relação à natureza das medidas preconizadas para promover a adaptação das zonas costeiras, verifica-se que o recuo da ocupação em frentes de água edificadas e, sobretudo, a interdição de novas construções são apontadas em vários instrumentos através de normas e orientações, que devem ser aplicadas pelos Planos Municipais de Ordenamento do Território (Presidência do Conselho de Ministros 2009), e que estão previstas para o Estuário do Tejo (CCDRLVT 2002; APA 2016). É ainda de notar que o Programa Nacional da Política de Ordenamento do Território (PNPOT), à semelhança do Plano Regional de Ordenamento do Território da Área Metropolitana de Lisboa (PROT-AML) em vigor, ainda que reconhecendo as fragilidades e vulnerabilidades das frentes ribeirinhas e das zonas costeiras, nomeadamente na AML, não aprofunda a sua relação com as alterações climáticas (DGOTDU 2007; CCDRLVT 2002). Tal relação é assinalada pela Proposta de Alteração ao PROT-AML (não aprovada) e no atual Plano de Gestão de Bacia Hidrográfica do Rio Tejo. Embora este conjunto de instrumentos não proceda à delimitação de linhas de gestão costeiras, é de assinalar que este último reconhece a importância de delimitação de faixas de salvaguarda por parte dos novos Programas de Orla Costeira, e para as quais devem ser definidas medidas de adaptação (CCDRLVT 2010; APA 2016).

Referências

- APA. 2015a. "Estratégia Nacional de Adaptação às Alterações Climáticas (ENAAC 2020)". Agência Portuguesa do Ambiente.
- APA. 2015b. "Programa Nacional para as Alterações Climáticas 2020/2030". Agência Portuguesa do Ambiente.
- APA. 2015c. "Quadro Estratégico da Política Climática (QEPiC)". Agência Portuguesa do Ambiente.
- APA. 2016. "Plano de Gestão de Região Hidrográfica. Parte 2 - Caracterização e Diagnóstico. Região Hidrográfica do Tejo e Ribeiras do Oeste (RH5)". Agência Portuguesa do Ambiente.
- CCDRLVT. 2002. "Plano Regional de Ordenamento do Território da Área Metropolitana de Lisboa". Lisboa: Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional de Lisboa e Vale do Tejo.
- CCDRLVT. 2010. "Plano Regional de Ordenamento do Território da Área Metropolitana de Lisboa, Proposta Técnica Final". Lisboa: Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional de Lisboa e Vale do Tejo.
- DGOTDU. 2007. "Programa Nacional da Política de Ordenamento do Território". Lisboa: Direção-Geral do Ordenamento do Território e Desenvolvimento Urbano.
- Presidência do Conselho de Ministros. 2009. "Estratégia Nacional para a Gestão Integrada da Zona Costeira".

SPATIAL RESPONSE OF THE CALDEIRA DE TRÓIA SALT MARSH (SADO ESTUARY, PORTUGAL) TO SEA LEVEL RISE

Miguel Inácio⁽¹⁾, Ana Cunha^(1,2), M^a. da Conceição Freitas^(1,2), Carlos Antunes⁽²⁾,
César Andrade^(1,2) e V. Lopes^(1,2)

⁽¹⁾ Departamento de Geologia, Faculdade de Ciências, Universidade de Lisboa, Lisboa, Portugal
miguel-inacio@outlook.com; agcunha@fc.ul.pt; cfreitas@fc.ul.pt; candrade@fc.ul.pt; vlopes@fc.ul.pt

⁽²⁾ Instituto Dom Luiz, Faculdade de Ciências, Universidade de Lisboa, Lisboa, Portugal
cmantunes@fc.ul.pt; vplopes@fc.ul.pt

Abstract

The resilience of salt marshes to climate change and sea level rise mainly depends on the balance between sedimentation rates and sea level rise rates. A model was developed to forecast how Caldeira de Tróia salt marsh will respond to that global forcing factor. The results indicate that the salt marsh can tolerate the projected rise in sea level for 2050. In 2100, a significant loss of high marsh is observed, indicating a regression trend in marsh maturity.

Keywords: Sedimentation rates; Spatial modeling; Accretion; Morphodynamic; Global change.

1. Introduction and Study Area

The fate of intertidal environments – salt marshes and tidal flats - in the context of climate change is a relevant issue from ecological and economic perspectives. Their vulnerability to sea level rise (SLR) driven by climate change depends on different factors such as local geomorphology, sediment supply, vegetation and rate of SLR. The northern sector of the Caldeira de Tróia (C. Tróia (N)) (Sado estuary), sheltered by the tip of the Tróia sand spit, encompasses a salt marsh covering ca. 4.1 ha that presents high vulnerability to sea level rise. This intertidal area has been used as a pilot area to implement a methodology that allowed forecasting marsh responses to that global forcing factor.

2. Materials and Methods

Four different parameters have been used to address the geomorphological evolution of C. Tróia (N) under one SLR scenario: sedimentation rates in high/low marsh and tidal flat domains; high-resolution spatial-elevation surveys; sea level rise rates adapted to the study area; and local tidal data.

Cunha *et al.* (2017, this conference) used 210Pb isotopic activity in cored sediments to propose a 2.9 mm/yr sedimentation rate for the low marsh (LM). According to the literature, the sedimentation rates will be higher in the tidal flat (TF) and lower or similar in the high marsh (HM) domains; due to the lack of objective data, a 5.8 mm/yr value was assumed for the TF (i.e. doubling the LM sedimentation rate) and 2.9 mm/yr was considered for the HM (similar to the LM). A high resolution (2m) digital terrain model (DTM) was obtained from the LIDAR (Silva *et al.*, 2012) survey, validated with DGPS-RTK field data.

The sea level rise scenario follows Antunes (2016) and considers an initial SLR rate of 2.1 mm/yr in 2000 and an acceleration of 0.08 mm/yr² from that time onwards. These parameters were estimated using the daily mean sea-level data series of Cascais tide gauge (seasonal signal removed, inverse barometric correction applied and relative vertical velocity of gauge subsidence corrected). Based on the harmonic analysis of Setúbal-Tróia tide gauge 2005 data, the tide model was estimated and used to build tidal tables for 2000 to 2016. Mean high water springs MHWS, mean high water MHW and mean high water neaps MHWN were determined for the same time span. MHWS (1.59m) was considered as the limiting elevation allowing for high marsh accretion, MHW (1.25m) as the high/low salt marsh interface and MHWN (0.88m) as the low salt marsh/tidal flat interface.

The model updates the elevation of each pixel of the DTM using Matlab R2016a and ArcGis 10.2 software for 2050 and 2100, considering these rates and tidal boundaries. In both projections, the colonization of the surrounding areas by high marsh was allowed. The ratio between the area of HM and LM was also calculated and the classification: HM/LM >1: mature; HM/LM = 1: intermediate; HM/LM <1: young, was applied.

3. Results and Conclusion

Figure 1 presents the distribution of the three environments (HM, LM and TF) in C. Tróia (N) at present, in 2050 and 2100. At present, a mature salt marsh (HM/LM = 2.8) fills and dominates the marginal area. In both projections, the total marsh surface decreases, by 2% in 2050 and 60% in 2100. In 2050 the maturity will diminish (HM/LM = 1.4), which, together with the global decrease, shows a considerable regression of the whole marsh, in particular the high marsh. In 2100 the maturity is drastically lower (HM/LM = 0.5), showing inability of the high marsh to keep pace with the rise in sea level (-82.4%), in contrast with the low marsh (-2.6%).

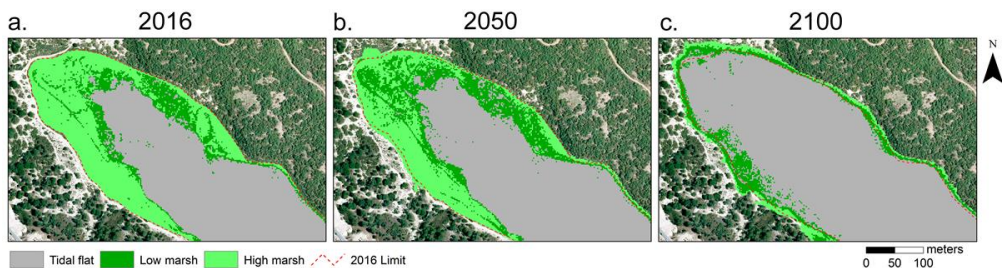


Figure 1. Distribution of the high marsh, low marsh and tidal flat areas in Caldeira de Tróia (N).

The C. de Tróia salt marsh shows a low resilience to future rise in sea level. In 2050 the system is sustained by a growth of the low marsh. In 2100, a translation of the whole marsh occurs and there are some high marsh zones replaced by low marsh. If the salt marsh surrounding area was anthropically limited, its surface will almost disappear by that time.

References

Antunes, C., 2016. "Subida do Nível Médio do Mar em Cascais, Revisão da Taxa Actual". Actas, 4.^{as} Jornadas de Engenharia Hidrográfica, Instituto Hidrográfico. ISBN - 978-989-705-097-8

- Cunha, A., Inácio, M., Freitas, M.C., Silva, T.A., Andrade, C., Bao, R., Leira, M., Lopes, V., 2017. "Characterizing the sediment deposition in Caldeira de Tróia salt marsh (Sado Estuary – Portugal)." *Resumos, 4ª Conferência sobre Morfodinâmica Estuarina e Costeira*, Porto, 2017.
- Silva, M., Patrício, P., Mariano, A., Moraes, M., Valério, M., 2012. "Obtenção de Dados LiDAR para as Zonas Costeiras de Portugal Continental". *Actas, 2.ª Jornadas de Engenharia Hidrográfica*, Instituto Hidrográfico. ISBN – 978-989-705-035-0

MONITORIZAÇÃO DA DUNA DE SÃO JOÃO DA CAPARICA

Daniela Rato ⁽¹⁾, César Andrade ^(1, 2), Ana Pestana Bastos ^(1, 2) Patrícia Silva ⁽³⁾, N. Lopes ⁽³⁾
e Catarina Freitas ⁽³⁾

⁽¹⁾ Departamento de Geologia, Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, Lisboa, Portugal,
danielaterato@hotmail.com.

⁽²⁾ Instituto Dom Luiz, Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, Lisboa, Portugal,
candrade@fc.ul.pt, anapbastos@gmail.com

⁽³⁾ Departamento de Energia, Clima, Ambiente e Mobilidade, Câmara Municipal de Almada., Almada, Portugal,
pasilva@cma.m-almada.pt, nlopes@cma.m-almada.pt, cfreitas@cma.m-almada.pt

Resumo

A duna de S. João da Caparica foi monitorizada durante 2 anos, entre fevereiro 2015 e novembro 2016, para avaliar o desempenho do projecto de restauração ecológica ReDuna. O balanço sedimentar entre campanhas reflete elevada variabilidade sazonal, incluindo períodos de erosão. O balanço global foi de 5100 m³ (acumulação). Este volume concentrou-se na fachada barlavento da duna, sobre a primeira fiada de paliçadas de retenção. A restante superfície manteve-se estável ou registou evolução diminuta e espacialmente descontinua.

Palavras-chave: Duna costeira; Monitorização; Balanço Sedimentar; Projeto ReDuna.

1. Introdução

A praia e duna de S. João da Caparica (concelho de Almada), com orientação geral NNW-SSE e com um longo historial de erosão, são formadas por areia média a fina, bem calibrada, essencialmente quártzica. A duna tem cerca de 1 km de comprimento, 25 a 80 m de largura e cotas de 2 m (em relação ao nível médio do mar - nmm) no sopé da face barlavento, a 10 m, na crista. A duna frontal foi galgada e erodida pelo temporal Christina (janeiro 2014). No seguimento desta ocorrência, o Município de Almada, em parceria com a Agência Portuguesa do Ambiente, implementou o projeto ReDuna – Recuperação e Restauração Ecológica do Sistema Dunar de S. João da Caparica, com o objetivo de promover a resiliência natural do sistema costeiro através da restauração ecológica e do robustecimento do cordão dunar. O projeto incluiu a remodelação da superfície, a instalação de células de retenção e plantação de espécies nativas para captura e fixação de areias eólicas, a construção de acessos e a colocação de sinalética.

2. Metodologia

O desempenho do projeto, quanto à retenção de areias, foi avaliado através de levantamentos topográficos sistemáticos da totalidade da duna com equipamento GPS-RTK. Realizaram-se oito campanhas entre 6 fevereiro 2015 e 16 novembro 2016. Estes dados foram utilizados para gerar modelos digitais de terreno (MDT) utilizando software da ESRI (ArcMap® v.10.4). Os MDT permitiram mapear diferenças de elevação entre campanhas e quantificar a distribuição da erosão e da acreção no espaço e no tempo. A área de estudo corresponde a um polígono com 5.0 ha e exclui a superfície ocupada pelos apoios e equipamentos de praia.

3. Resultados e Discussão

O balanço sedimentar no final do período de monitorização foi positivo (acumulação) e de 5100 m³ (Figura 1). Porém, a respetiva magnitude e sinal variaram significativamente no tempo. Entre fevereiro 2015 (situação de referência, logo após instalação das células de retenção) e fevereiro 2016 o balanço foi sempre positivo, levando a uma acumulação global de 8300 m³, dos quais cerca de metade (4600 m³) se perderam no mês de fevereiro 2016. Até setembro a duna recuperou 3400m³, observando-se depois nova redução volumétrica, pelo que o balanço de 2016 foi de apenas +200 m³. Admite-se que os episódios de erosão correspondam a períodos de precipitação ou de vento offshore intensos ou erosão do sopé da duna pelo espraio das ondas.

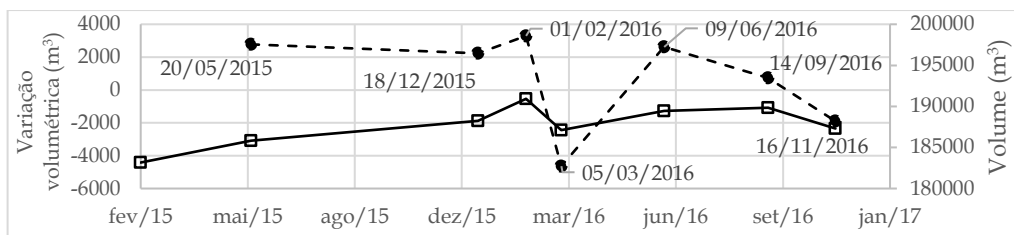


Figura 1. Variação do balanço sedimentar da duna (●) e volume retido acima da cota +2m nmm (□).

A distribuição espacial da acumulação (Figura 2) evidencia uma faixa contínua, de acreção significativa, correspondente ao crescimento de um novo cordão dunar primário em concordância com a fiada das paliçadas localizada mais a oeste. Para terra deste cordão observa-se estabilidade e/ou erosão de pequena magnitude e espacialmente descontínua. Num segmento restrito do tardo da duna, observa-se acumulação significativa e bem localizada.



Figura 2. Distribuição espacial da erosão e acreção na duna de São João (Fev'15-Nov'16).

4. Conclusões

A monitorização da duna de S. João indica uma evolução global concordante com os objetivos do projeto ReDuna (acumulação de 5060 m³ em cerca de 2 anos), embora a magnitude dos balanços de escala sazonal seja variável e inclua períodos de erosão. A quase totalidade da acumulação de areias associa-se a um cordão dunar frontal, contínuo, em acreção desde a implantação do projeto, contrastando com a relativa estabilidade da região interna. A continuação da monitorização permitirá compreender melhor o efeito dos processos eólicos neste sistema costeiro a diferentes escalas espaciais e temporais, no contexto da incerteza dos métodos do levantamento e variações dos agentes de forçamento, atmosféricos e oceanográficos.

COST-EFFECTIVE DREDGING OF THE GUADIANA ENTRANCE CHANNEL

Erwan Garel ⁽¹⁾ and Luana Castilho ⁽¹⁾

⁽¹⁾ Centre for Marine and Environmental Research, Universidade do Algarve, Faro, Portugal,
egarel@ualg.pt

Abstract

This study aims at defining the most effective management strategy to maintain a safe navigation channel at the Guadiana ebb-delta. An analytical model calibrated with observed inlet volume variations is implemented to estimate the optimal (minimum) recovery rate (m^3/yr) of the channel after dredging in function of various dredged volume scenario. Results indicate that 0.1 Mm^3 should be dredged in the channel and that the next operation should be performed 6 years later to maintain navigability.

Keywords: Ebb-delta; Dredging; Management; Jetty; Inlet reservoir model.

1. Introduction

The entrance of the Guadiana Estuary has been stabilized in 1972–1974 by jetties to improve boat access. In response, a modern delta characterized by an outer shoal and lateral bars has developed off the mouth (Figure 1a, Garel *et al.*, 2014). The growing of the outer bar has reduced locally the depth of the entrance channel to less than 3 m (ZH), justifying dredging operations performed in 1986 and 2015 (Garel *et al.*, 2015). In 2015, for example, 0.063 Mm^3 of sand was dredged to reach a minimum target depth of 3.5 m in the channel. The objective of the present study is to evaluate best management strategy for the maintenance of a safe navigation channel. To this end, the volumetric evolution of the dredged channel was simulated using the Inlet Reservoir Model (IRM, Kraus, 2000).

2. Material and Methods

IRM is an analytical model of volume evolution based on mass conservation that considers each morphological elements of the delta as particular deposition areas (reservoirs). Typically, each morphological feature develops toward an equilibrium volume which is controlled by waves. The model was applied to the dredged channel area to evaluate its response to prospective dredging of various volumes (Figure 1a). The model was first calibrated based on a series of 16 bathymetric maps (from 1969 to 2016) to estimate the average rate of sediment inputs within the considered area, which results from (unknown) contributions of the littoral transport, river export and eroding adjacent shoals. Dredging efficiency was then evaluated based on the recovery rate (m^3/yr) of the channel area for each volume dredging scenario. This rate was derived from the dredged volume and corresponding channel recovery time (i.e., the time until when another maintenance dredging is required).

3. Results

Observations indicate a rapid sand accumulation within the channel after jetty construction, which progressively slowed down and finally stabilized around 0.34 Mm^3 in 2001 (with minor effect of the 2015 dredging). Thus, the channel area is presently at an equilibrium volume (controlled by waves and tidal currents), supporting the suitability of the IRM model for the proposed study. In agreement, the model reproduced remarkably well the observed channel volume evolution ($r^2=0.97$), with a reasonable sediment input rate ($0.05 \text{ Mm}^3/\text{yr}$). For dredging scenario, a channel area with volume $< 0.3 \text{ Mm}^3$ was considered as maintained (i.e., safe). This limit was selected based on the observed channel volume variability over the last 15 years and the dredging operation performed in 2015 (observed to be close to the minimum dredging volume requirement). The best management strategy (indicated by the minimum recovery rate) is for a dredged volume of 0.1 Mm^3 (Figure 1b). In this scenario, the recovery time (i.e., the time required for the channel volume to become $> 0.3 \text{ Mm}^3$) is 6 years. Considering a fixed dredging price of 5 €/m^3 , the associated effective cost of the operation is $\sim 80,000 \text{ €}$ per year.

4. Conclusions

IRN model simulations of the Guadiana inlet channel volumetric evolution matches remarkably well observations, supporting the suitability of the method to guide the selection of effective dredging strategies. Results indicate that the lowest recovery rate - and thus most efficient option - is obtained with a dredging of 0.1 Mm^3 . In this scenario, another dredging will be required 6 years later to maintain a functional (safe) navigation channel.

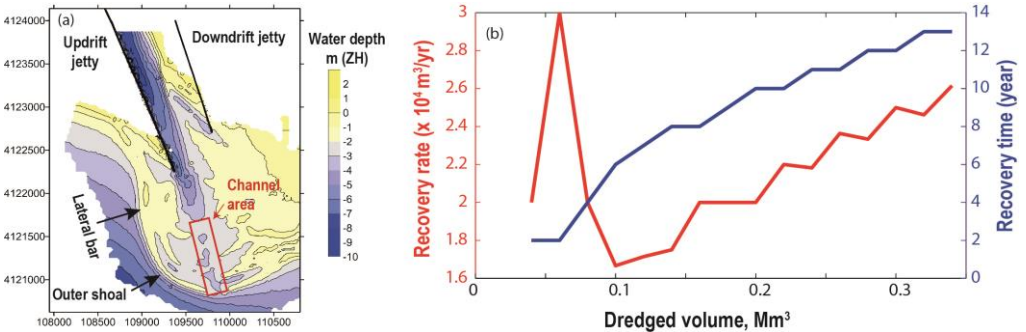


Figure 1. (a) 2016 bathymetry of the Guadiana delta; (b) modelled recovery rate (m^3/yr , red) and recovery time (year, blue) of the channel in function of the dredged volume (Mm^3).

References

- Garel, E., Sousa, C., Ferreira, Ó., 2015. "Sand Bypass and Updrift Beach Evolution After Jetty Construction at an Ebb-Tidal Delta". *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 1-10.
- Garel, E., Sousa, C., Ferreira, Ó., Morales, J.A., 2014. "Decadal Morphological Response of an Ebb-Tidal Delta and Down-Drift Beach to Artificial Breaching and Inlet Stabilisation." *Geomorphology* 216, 13-25.
- Kraus, N.C., 2000. "Reservoir Model of Ebb-Tidal Delta Evolution and Sand Bypassing". *Journal of Waterway, Port, Coastal, and Ocean Engineering*, 126, 305-313.

MODELAÇÃO NUMÉRICA PARA PREVISÃO DOS NÍVEIS DE CHEIAS NO ESTUÁRIO DO DOURO

Isabel Iglesias⁽¹⁾, Stênio Venâncio^(2,3), Raquel Peixoto⁽⁴⁾, José Luis Pinho⁽²⁾,
Paulo Avilez-Valente^(1,4), Marili Viitak⁽¹⁾ e José Vieira⁽²⁾

⁽¹⁾ Centro Interdisciplinar de Investigação Marinha e Ambiental, Universidade do Porto, Matosinhos, Portugal.
iiglesias@ciimar.up.pt, mviitak@ciimar.up.pt

⁽²⁾ Centro do Território, Ambiente e Construção, Departamento de Eng. Civil, Univ. do Minho, Braga, Portugal
stenio.venancio@uflm.edu.br, jpinho@civil.uminho.pt, jvieira@civil.uminho.pt

⁽³⁾ Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal do Triângulo Mineiro, Uberaba/MG, Brasil
stenio.venancio@uflm.edu.br

⁽⁴⁾ Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto, Porto, Portugal
pvalente@fe.up.pt, ec11331@fe.up.pt

Resumo

Neste trabalho se utilizaram dois modelos numéricos para o estudo da hidrodinâmica do estuário do Douro e previsão dos efeitos das cheias nas margens estuarinas. Os modelos numéricos (Delf3D e OpenTelemac) foram validados de forma a obter resultados mais precisos.

Aplicaram-se a duas configurações diferentes representando o efeito da atual configuração do sistema restinga/molhes na elevação da superfície da água para avaliar os possíveis riscos no caso da repetição das cheias históricas.

Palavras-chave: Hidrodinâmica; Modelos numéricos; Estuário; Cheias; Estuário do Douro.

1. Introdução

As cheias são um dos eventos extremos mais prejudiciais dos ambientes estuarinos. Para prever os seus efeitos e detetar as áreas de risco é preciso a utilização de modelos numéricos.

O estuário do Douro, altamente urbanizado, tem vindo a sofrer o efeito de cheias. No ano de 2008 foram construídos molhes na foz do estuário para impedir a migração da restinga para o interior do estuário e reduzir o assoreamento do canal de navegação e a propagação das ondas no interior da área estuarina. Estes molhes tem vindo a interferir com os padrões hidrodinâmicos e de sedimentação, produzindo um assoreamento da Baía de São Paio e um aumento na área e volume da restinga (Bastos *et al.*, 2012). A atual configuração impede que a restinga seja galgada/quebrada durante as cheias, aumentando as perdas económicas e a danificação de estruturas.

2. Métodos

Os dois modelos numéricos utilizados para a representação das cheias foram o Delf3D e o OpenTelemac, ambos na configuração 2DH. Foram definidas duas grelhas para cada modelo representando o estuário antes e após a construção dos quebra-mares (Figura 1).

As simulações elegidas representaram uma situação normal, antes da construção dos molhes, para a validação/calibração do modelo. Foram consideradas 5 cheias históricas (1962, 1966, 1979, 1996 e 2001) que serviram para calibrar os modelos na simulação destes eventos. Estas 5 simulações foram repetidas com as grelhas após a construção dos molhes para comparação dos resultados.

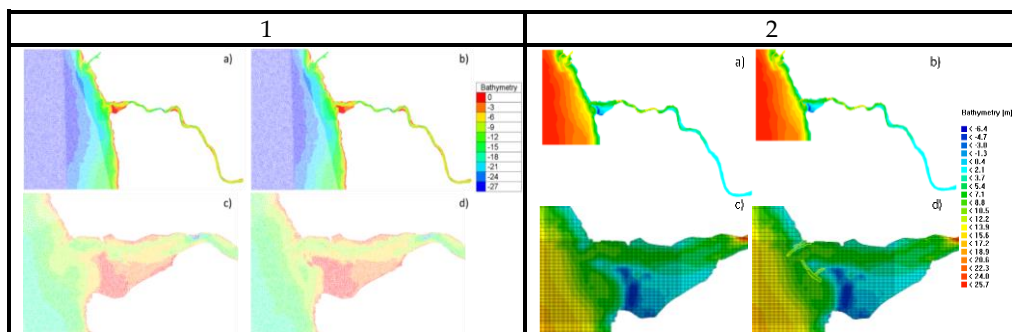


Figura 1. Grelhas utilizadas para as simulações do estuário. 1: OpenTelemac; 2: Delf3D; a) antes da construção dos molhes; b) após a construção dos molhes; c) detalhe de a; d) detalhe de b.

3. Resultados e Conclusões

Os resultados de calibração/validação demonstram um adequado desempenho dos modelos e dos coeficientes definidos na elevação da superfície da água durante altas e baixas marés e na velocidade média da coluna de água. Também a elevação da superfície da água foi validada com medições das marcas de cheias feitas em várias edificações da área estuarina.

Observou-se que, em condições de cheia, não há efeito da maré dentro do estuário, e que o efeito da construção dos molhes produziria um aumento da elevação da superfície da água, o que se traduz num nível médio de água entre 4.4 e 7.2 m. O aumento máximo é observado no limite oceânico da região estuarina (localização dos quebra-mares e da restinga) devido a estas estruturas diminuírem a área da secção transversal do fluxo de cheia. Estando as cotas das margens estuarinas urbanizadas entre os 3 e os 5 m sobre o nível médio do mar, produzira-se um aumento das áreas inundáveis.

Agradecimentos

Este trabalho foi parcialmente financiado pela linha de investigação ECOSERVICES, integrada no Projeto Estruturado de I&D&I INNOVMAR - Innovation and Sustainability in the Management and Exploitation of Marine Resources (NORTE-01-0145-FEDER-000035), cofinanciado pelo Programa Operacional Regional do Norte (NORTE 2020), através do Portugal 2020 e do Fundo Europeu de Desenvolvimento Regional (FEDER) e pelo CNPq através de uma bolsa de pós doutoramento concedida ao segundo autor (200016 / 2014-8).

Referências

Bastos L, Bio A, Pinho JLS, Granja H, Jorge da Silva A., 2012, "Dynamics of the Douro estuary sand spit before and after breakwater construction", *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 109, 53–69.

AValiação de Soluções de Gestão do Assoreamento em Embocaduras com Base em Modelação Morfodinâmica

José Rafael Coelho⁽¹⁾, José Luis Pinho⁽¹⁾, Stênio Venâncio^(1,2) e José Vieira⁽¹⁾

⁽¹⁾ Centro do Território, Ambiente e Construção, Departamento de Eng. Civil, Univ. do Minho, Braga, Portugal
jpinho@civil.uminho.pt

⁽²⁾ Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal do Triângulo Mineiro, Uberaba/MG, Brasil

Resumo

O presente trabalho utiliza modelação numérica, com base no programa Delft3D, para estudar a dinâmica sedimentar na embocadura do estuário do rio Lima. Considerando dados hidráulicos e características típicas dos sedimentos no estuário, a capacidade de estruturas destinadas ao confinamento do assoreamento na embocadura é avaliada. Os resultados preliminares apontam para uma alternativa viável de algumas das soluções avaliadas, com impacto positivo direto para a navegação e gestão de dragagens.

Palavras-chave: Morfodinâmica; Estuário do rio Lima; Embocadura; Estruturas submersas; Delft3D.

1. Introdução

Um dos principais problemas associados aos estuários é o assoreamento, com grandes impactos na navegação, sobretudo nas zonas de embocadura ou áreas portuárias. A elevação de fundo, resultado da deposição sedimentar, limita as condições de navegabilidade. Este facto é superado pelas manutenções periódicas realizadas através das dragagens, precedidas, por vezes, da dificuldade de determinação da distribuição espacial do assoreamento no estuário. Deste modo, uma caracterização espaço-temporal das condicionantes hidráulicas e morfológicas, que determinam o transporte sedimentar, torna-se necessária. O desenvolvimento da hidroinformática associado à complexidade do comportamento morfodinâmico estuarino (Vieira e Pinho, 2010) representa um ganho para análises, diagnósticos e prognósticos de médio e longo prazo, inclusive, permitindo avaliar soluções inovadoras para a gestão do assoreamento. Este estudo apresenta resultados preliminares em que se avalia a viabilidade da utilização de estruturas imersas e emersas na embocadura, no processo de gestão do assoreamento, através da modelação computacional, com o Delft3D e aplicando-se ao caso de estudo do estuário do rio Lima.

2. Métodos

O estudo em desenvolvimento inclui trabalho de campo que consiste na medição de níveis de água no estuário. Para este trabalho obtiveram-se registos através de sondas instaladas em diferentes locais do estuário (Lanheses e Deocristes) além de registos obtidos numa localização próxima do marégrafo de Viana do Castelo. Na calibração e validação do modelo numérico foram considerados, além dos níveis registados pelas sondas, os caudais médios descarregados no aproveitamento de Touvedo e as séries astronómicas de marés correspondentes ao período de campanha (10 a 12/jun/2016 e 14 a 16/jun/2016).

Os sedimentos utilizados na análise são não coesivos com diâmetros médios de 200 e 400 μm , típicos do estuário. Várias configurações estruturais foram testadas, sendo com posicionamento transversal ou longitudinal ao fluxo, constituídas de material erodível e não erodível. As avaliações realizadas basearam-se nos padrões de assoreamento resultantes na embocadura, considerando ou não estruturas que alteram aqueles padrões, em situações de caudal de cheia milenar dos aproveitamentos de montante, ou seja, 3200 m^3/s , considerando ainda diferentes alturas de maré (vivas e mortas).

3. Resultados e Conclusões

Apresenta-se, a título ilustrativo, na Figura 1 resultados obtidos com uma das estruturas emersas, não erodíveis e transversal ao fluxo, enraizada na margem esquerda do estuário e localizada na proximidade da ponte Eiffel.

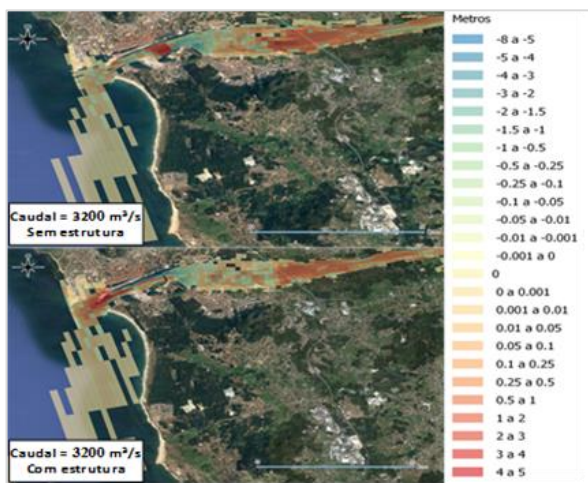


Figura 1. Erosão/Deposição com e sem estrutura.

Note-se que o assoreamento simulado (valores positivos) sem a presença da estrutura acontece com maior intensidade a montante da embocadura, enquanto que com a estrutura, a maior deposição fica confinada na mesma. Isto deve-se ao estrangulamento do escoamento pelas margens, com um aumento da velocidade local e também do transporte sedimentar, ocorrendo o processo de deposição com a redução da velocidade após a transposição da estrutura. Esta característica faz concentrar o assoreamento intenso na zona específica da embocadura, facilitando a sua identificação para eventuais operações de dragagens.

Agradecimentos

Ao CNPq pela bolsa de pós-doutoramento concedida ao terceiro autor (200016/2014-8).

Referências

Vieira, J. & Pinho, J. L. S., 2010. "Salt Distribution In River Lima Estuary For Different Hydrodynamic Regimes", Associação Portuguesa dos Recursos Hídricos

HYDRODYNAMIC AND SEDIMENT DYNAMICS IMPACT ASSESSMENT FOR THE EDEN CITY AND DIVINA ISLAND PROJECT

João Ribeiro⁽¹⁾, Adélio Silva⁽¹⁾, Paulo Leitão⁽¹⁾, João Rodrigues⁽¹⁾, Madalena Malhadas⁽¹⁾
e Manuel Madeira⁽²⁾

⁽¹⁾ Hidromod Lda., Porto Salvo, Portugal,
hidromod@hidromod.com

⁽²⁾ Consulgal SA., Oeiras, Portugal,
geral@consulgal.pt

Abstract

The objective of the present study is to perform a hydrodynamic and sediment dynamics characterization of the present conditions and the potential impacts associated with the foreseen structures for the Eden City Real Estate Development Project in Yeroskipou/Paphos (Cyprus). This Development Project includes the construction of an artificial island of about 105 ha (reclaimed land, protections and beaches).

Keywords: Morphodynamics; Coastal erosion; Estuary; Sediments; Waves.

1. Introduction

The present study describes the procedure and results for the Eden City Real Estate Development Project in Yeroskipou/Paphos (Cyprus) which includes the construction of an artificial island, Divina Island, (Figure 1) of about 105 ha (reclaimed land, protections and beaches). The objective is to perform a hydrodynamic and sediment dynamics' characterization of the present conditions and the potential impacts assessment associated with the foreseen structures. In order to achieve this objective hydrodynamic and wave models were implemented and validated.



Figure 1. Divina Island Project (white lines) and Natura 2000 protection area for the posidonia seagrass (red box).

2. Methodology

The model's validation was mainly based on local ADCP data covering both summer and winter periods. It includes comparisons of modelled and computed values of water levels, currents and water temperature, concerning hydrodynamics, and values of wave height, wave period and wave direction.

The hydrodynamic model was set up using MOHID (Leitão et al., 2005) modelling system and the wave model was setup using SWAN (Ribeiro et al., 2009). For both models a one-way nesting approach (with several levels) was implemented. Also for both models boundary conditions were defined using large scale modelling solutions publicly available. Once the models were properly validated a set of different scenarios were simulated to assess the impacts on hydrodynamics and waves. The scenarios for these simulations were defined through the analysis of the available meteorological data (from a local meteorological station located in Paphos airport and from NOAA meteorological reanalysis).

3. Results and Discussion

The hydrodynamic impact assessment was made for 5 different meteorological scenarios and the wave's impact evaluation was made for 5 different offshore wave conditions. The results obtained show that the potential impacts regarding these two descriptors (currents and waves) are of low magnitude. The local currents are weak (usually under 20 cm/s in the Divina island location) and in this context any modification of the currents introduced by the new structures will hardly have enough energy to produce relevant changes in the local dynamic.

The transport patterns due to the combined action of currents and waves were also assessed. Finally a set of simulations were made to characterize the deposition of posidonia mats on nearby beaches.

References

- Leitão, P., Coelho, H., Santos, A., Neves, R., 2005. "Modelling the Main Features of the Algarve Coastal Circulation during July 2004: A Downscaling Approach". *Journal of Atmospheric and Ocean Science*, 10 (4), pp. 1-42.
- Ribeiro, J., Silva, A., Leitão, J., 2009. "Modelos Operacionais de Previsão da Agitação para Suporte à Navegação e à Gestão de Riscos". *Atas das 6.^{as} Jornadas Portuguesas de Engenharia Costeira e Portuária*, Funchal

DEPENDÊNCIA DA MORFOLOGIA DE UMA EMBOCADURA NA AGITAÇÃO MARÍTIMA

Soraia Romão⁽¹⁾, Paulo A. Silva⁽¹⁾, Paulo Baptista⁽¹⁾, Ángela Fontán-Bouzas⁽¹⁾,
Sandra Fernández-Fernández⁽¹⁾, Caroline Ferreira⁽¹⁾, Cristina Bernardes⁽¹⁾ e Carlos Coelho⁽²⁾

⁽¹⁾ Centro de Estudos do Ambiente e do Mar (CESAM), Universidade de Aveiro, Aveiro, Portugal,
srmr@ua.pt; psilva@ua.pt; renato.baganha@ua.pt; abouzas@ua.pt; sandrafernandez@ua.pt; carolineferreira@ua.pt;
cbernardes@ua.pt

⁽²⁾ Riscos e Sustentabilidade na CONstrução (RISCO), Dep. de Engenharia Civil, Univ. de Aveiro, Aveiro, Portugal,
ccoelho@ua.pt

Resumo

A entrada do Porto da Figueira da Foz, localizada no estuário do rio Mondego, apresenta intenso transporte sedimentar, associado a condições de temporal que induz variações significativas na morfologia na embocadura. A dinâmica sedimentar condiciona o acesso dos navios às instalações portuárias, pelo que este trabalho tem como objetivo relacionar os balanços sedimentares na embocadura com os eventos de temporal e as dragagens efetuadas. Os resultados obtidos mostram que estes parâmetros estão diretamente relacionados.

Palavras-chave: Morfodinâmica; Levantamentos batimétricos; Barra submersa; Temporais.

1. Introdução

O Porto da Figueira da Foz, situado na foz do rio Mondego, encontra-se no limite de dois setores costeiros com características morfodinâmicas distintas: a zona norte entre o Cabo Mondego e a Figueira da Foz, onde se encontram as praias semi-encastadas de Buarcos e da Figueira da Foz e o sector sul entre a foz do rio Mondego e S. Pedro de Moel, caracterizado pela existência de uma praia contínua pontuada por esporões e obras longitudinais aderentes. A entrada do Porto da Figueira da Foz é afetada por problemas de assoreamento que condicionam a navegabilidade. Esta situação resulta de um transporte sedimentar intenso de norte para sul desde a praia da Figueira da Foz associado a condições de temporal que tende a criar uma barra submersa na embocadura. Para melhor compreender este processo, neste trabalho relacionou-se o balanço sedimentar na embocadura no verão e inverno marítimos com eventos de temporal e dragagens para o período entre 2014 e 2016.

2. Dados e métodos

A análise efetuada baseou-se no conjunto de dados batimétricos fornecidos pela Administração do Porto da Figueira da Foz (APFF, S.A.) para o período compreendido entre março de 2014 e dezembro de 2016. Para gerar modelos digitais de terreno e calcular os balanços sedimentares utilizou-se o software ArcGis 10.4 (www.esri.com). Para quantificar os eventos de temporal recorreu-se aos resultados numéricos do modelo WAM operado pelos “Puertos del Estado” (Espanha) para um ponto ao largo próximo da Figueira da Foz, SIMAR 1042062 (9.50° W 40.50° N) (www.puertos.es).

A comparação dos resultados numéricos deste modelo com os registados na boia de Leixões mostra que existe uma boa concordância (Romão, 2014). No âmbito da presente análise considera-se como um evento de temporal, os registos da ondulação com altura significativa maior que 4 m e uma duração continuada superior a 12 h (Pinto *et al.*, 2014).

3. Resultados e discussão

A evolução da morfologia da embocadura apresenta dois períodos distintos: o inverno marítimo, com maior incidência de eventos de temporal, contribuindo para uma maior acreção sedimentar na barra; e o verão marítimo, onde os temporais se existirem são de baixa intensidade e de curta duração, não contribuindo para alterações significativas na morfologia (Figura 1).. A comparação do saldo líquido (acreção – erosão), calculado na área da embocadura, com a potência acumulada durante o período da ondulação correspondente aos temporais (Power Storm Index, $PSI=H_s^2.d$) mostra que estas duas quantidades estão diretamente relacionadas.

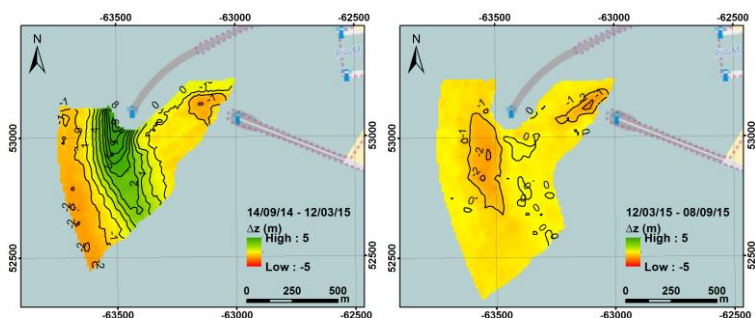


Figura 1. Mapas de diferenças de cotas para o inverno marítimo de 2014/2015 (à esquerda) e para o verão marítimo de 2015 (à direita). Os tons verdes correspondem a acreção e os vermelhos a erosão; as linhas representam valores constantes da diferença de cotas.

4. Conclusões

A distinção entre regimes calmos a médios e regimes extremos de agitação marítima permitiu avaliar as condições de agitação que contribuem para o desenvolvimento de uma barra submersa na embocadura do Porto da Figueira da Foz, após a realização de dragagens.

Agradecimentos

Trabalho desenvolvido no âmbito do projeto “Elaboração do estudo de cenários de dragagens e locais de deposição de sedimentos na embocadura da Barra do Porto da Figueira da Foz”, financiado pela APFF, S.A.. Os autores agradecem aos “Puertos del Estado” (Espanha) pela cedência dos dados de agitação marítima.

Referências

- Pinto, J., Mota, P., Costa, M., 2014, “Evolução da Climatologia de Agitação Marítima em Portugal Continental”, *Atas das 3^{as} Jornadas de Engenharia Hidrográfica*. ISBN 978-989-705-073-2, Lisboa, Portugal, pp. 195-198.
- Romão, S. (2014), “Balanço Sedimentar Costeiro no Troço Litoral entre a Praia da Barra e a Praia de Mira”. Tese de mestrado em Engenharia Geológica. Universidade de Aveiro. 104p.

CONTRIBUTO DE MAPAS DO SÉCULO XIX PARA O ESTUDO DA EVOLUÇÃO MORFODINÂMICA DA BARRA DO TEJO.

Fátima Valverde⁽¹⁾, Rui Taborda ⁽²⁾ e Pedro Cabral⁽³⁾

⁽¹⁾ Nova Information Management School - Universidade Nova de Lisboa, Lisboa, Portugal.
g2011103@novaims.unl.pt

⁽²⁾ Departamento de Geologia, Faculdade de Ciências - Universidade de Lisboa, Lisboa, Portugal.
rtaborda@fc.ul.pt

⁽³⁾ Nova Information Management School - Universidade Nova de Lisboa, Lisboa, Portugal.
pcabral@novaims.unl.pt

1. Introdução

A morfodinâmica da região da foz do rio Tejo tem sido objeto de diversos estudos que mostram que, apesar dos seus principais elementos morfológicos (canal principal/Barra Sul e bancos marginais arenosos -Cachopo Norte e Sul/Banco do Bugio) já existirem desde o século XVI (Valverde, 2016), estes elementos apresentam uma mobilidade importante (Mota-Oliveira, 1992). É neste âmbito que se enquadra o recurso a dados históricos para complementar as séries temporais mais recentes e obter resultados quantitativos por comparação batimétrica.

Palavras-chave: Estuário do Tejo; Mapas Antigos; Batimetria; Georreferenciação; Álgebra em MDT.

2. Dados e Métodos

Este trabalho recorreu a uma metodologia de georreferenciação, produção de modelos digitais de terreno e álgebra de mapas antigos, para comparação das profundidades da zona. Um conjunto de 20 mapas dos séculos XVI ao XIX, contendo dados batimétricos, foram georreferenciados. Destes, apenas dois mapas do século XIX (1811 e 1857), cumpriram o critério de validação (erro médio quadrático (EMQ) da georeferenciação ≤ 100 m) para geração dos respectivos modelos digitais de profundidade (MDP). A estes foi aplicada a álgebra de mapas $|MDP_{recente}| - |MDP_{antigo}|$, que permitiu produzir os *Raster* de Diferenças de Profundidade (RDP), entre a Situação de Referência (século XX) e as datas oitocentistas referidas e que mostram variações de profundidades (aumento ou diminuição), à escala secular, na barra do Tejo.

3. Resultados

Quadro 1. Resumo dos principais resultados obtidos.

	1811	1857
EMQ na georreferenciação.	40,18 m	17,91 m
Profundidade Máxima no MDP.	-38,78 m	-41,30 m
Média das Profundidades; Desvio Padrão no MDP.	-14,76 m; 7,76	-12,32 m; 7,41
Profundidade máxima; mínima do Canal Sul a SW do Bugio no MDP.	-35,05 m; -16,49 m	-29,51 m; -11,28 m

O RDP gerado entre 1857 e 1811 (Figura 1) mostra que, nesta área de estudo, os valores de diferenças de profundidade entre as duas datas se encontram maioritariamente dentro do intervalo de tolerância de medição, portanto, sem modificações significativas da profundidade. No entanto, revela extensas áreas onde estes valores são negativos (neste trabalho assumidas como deposição de material / acreção) ao longo do Canal Sul e no Banco do Bugio, enquanto que as áreas com valores de diferença de profundidade positivos (neste trabalho assumidas como remoção de material / erosão), ocorrem em pequenas áreas dispersas.

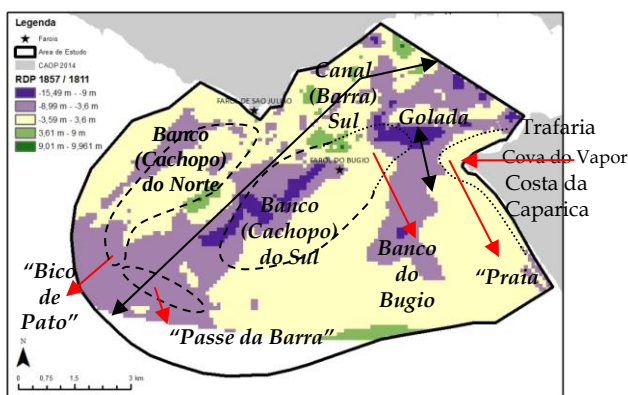


Figura 1 – Raster de Diferenças de Profundidade. Côr creme – valores dentro do ITM. Cores roxas - valores negativos (acreção). Cores verdes - valores positivos (erosão). Localizações aprox., a preto, de elementos morfológicos na Foz Rio Tejo (Taborda e Andrade, 2014).

4. Conclusões

Deste exercício metodológico, conclui-se a inadequação do método de comparação de modelos digitais de profundidades para mapas anteriores ao século XIX e/ou que não possuam adequada qualidade de dados. Os resultados obtidos nos MDP confirmam a manutenção dos principais elementos morfológicos na Foz do Rio Tejo e o RDP da figura 1, aponta uma diminuição de profundidades, em zonas específicas da área de estudo, no século XIX.

Referências

- Mota Oliveira, I., 1992. "Port of Lisbon. Improvement of the Access Conditions through the Tagus Estuary Entrance", 23rd International Conference on Coastal Engineering, Veneza.
- Taborda, R. e Andrade, C., 2014, "Morfodinâmica do Estuário Exterior do Tejo e Intervenção na Região da Caparica". – v1, Anexo I/ Documento de Trabalho incluído no Relatório do Grupo de Trabalho do Litoral Gestão da Zona Costeira: o Desafio da Mudança. Ministério do Ambiente, Ordenamento do Território e Energia.
- Valverde, F., 2016. "Uma Análise SIG de Cartografia dos Séculos XVI ao XIX como Contributo para o Conhecimento da Evolução Morfodinâmica da Foz do Rio Tejo". Trabalho de projeto para obtenção do grau de Mestre em Ciência e Sistemas de Informação Geográfica, Nova Information Management School, Universidade Nova de Lisboa, Lisboa.

IMPACTO DE UMA ALIMENTAÇÃO ARTIFICIAL DE SEDIMENTOS COM BASE EM ENSAIOS LABORATORIAIS

André Guimarães⁽¹⁾, Carlos Coelho⁽¹⁾, Fernando Veloso-Gomes⁽²⁾ e Paulo A. Silva⁽³⁾

⁽¹⁾ RISCO e Departamento de Engenharia Civil, Universidade de Aveiro, Aveiro, Portugal,
asaguimaraes@ua.pt; ccoelho@ua.pt

⁽²⁾ Departamento de Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, Portugal,
vgomes@fe.up.pt

⁽³⁾ CESAM e Departamento de Física, Universidade de Aveiro, Aveiro, Portugal,
psilva@ua.pt

Resumo

Neste trabalho foram realizados ensaios laboratoriais com o intuito de identificar e quantificar os impactos das alimentações artificiais no transporte sedimentar numa praia retilínea. Foram realizados dois ensaios em modelo físico, um sem e outro com alimentação artificial. Em ambos os ensaios as maiores taxas de transporte sedimentar ocorreram nos primeiros instantes e os valores totais para o transporte sólido longitudinal foram semelhantes em ambos os ensaios.

Palavras-chave: Modelo físico; Morfodinâmica; Transporte sedimentar; Distribuição transversal; Hidrodinâmica.

1. Introdução

De modo a garantir uma maior eficiência das alimentações artificiais é necessário desenvolver critérios de dimensionamento que tenham em conta a influência dos sedimentos no transporte sedimentar, hidrodinâmica e morfodinâmica da praia intervencionada, bem como das praias adjacentes. Este trabalho teve como objetivo o estudo em laboratório das características do transporte sedimentar e da morfodinâmica de uma praia retilínea antes e após a realização de uma alimentação artificial. Os ensaios laboratoriais foram realizados no tanque de ondas do laboratório de hidráulica da Faculdade de Engenharia Civil da Universidade do Porto (FEUP), descrito em Silva (2010). O modelo físico ensaiado foi definido com base nas características hidrodinâmicas e sedimentares representativas da generalidade das praias da costa noroeste portuguesa, adotando o critério de semelhança de Froude.

2. Ensaio Laboratoriais

Foram definidos dois cenários, cada um com duração total de 20h: cenário A.1, que representa uma praia retilínea (Fig. 1); e cenário A.2, que representa a mesma praia, mas com a presença de uma alimentação artificial (Fig. 2). Trata-se de um modelo geometricamente não distorcido, realizado à escala 1/20, onde a dimensão dos sedimentos (diâmetro mediano de 0,27 mm) não respeita a escala geométrica. As dimensões longitudinal e transversal do modelo são ambas de 10 m, sendo o perfil submerso caracterizado pela forma do perfil de equilíbrio de Dean (1991) e o emerso caracterizado por um declive de 0,03. A agitação foi definida por um espectro JONSWAP para uma altura significativa de onda de 12,5 cm e um período de pico de 2,13 s, com um ângulo de incidência ao largo de 10°.

A alimentação artificial estende-se por 6,5 m de comprimento e teve como objetivo aumentar a largura de praia em 2,5 m, abrangendo as zonas submersa e emersa do perfil. Foram utilizados 3 velocímetros (ADV) para medir velocidades, 2 sensores óticos (OBS) e um sensor de fibra ótica para determinar as concentrações de sedimentos em suspensão. Os equipamentos foram colocados sobre um perfil localizado a meio da extensão longitudinal da praia. As variações batimétricas ao longo dos ensaios foram medidas em 7 perfis transversais, com recurso a um perfilador de fundos (Silva, 2010).



Figura 1. Perspetiva do laboratório no cenário A.1



Figura 2. Perspetiva do laboratório no cenário A.2

3. Resultados e conclusões

Através dos valores medidos das velocidades e das concentrações de sedimentos em suspensão obteve-se uma estimativa do transporte sedimentar longitudinal total e da sua distribuição transversal no perfil de praia. A dinâmica sedimentar, combinada com os dados relativos à evolução batimétrica da praia, permitiu quantificar o impacto da alimentação artificial no transporte sedimentar. Foram ainda determinadas as taxas de espalhamento da alimentação, as taxas de erosão e acreção ao longo da extensão da praia e o movimento da linha de costa. Após a colocação da alimentação artificial, as alterações morfológicas e de dinâmica sedimentar mais significativas registaram-se na primeira meia hora de ensaio. Durante esse intervalo de tempo houve um movimento rápido dos sedimentos da zona da alimentação, no sentido do transporte longitudinal, preferencialmente para sotamar. Mesmo após o espalhamento da alimentação artificial, verificou-se um recuo rápido de toda a linha de costa. Nos dois cenários obtiveram-se valores semelhantes para o valor total do transporte sedimentar longitudinal.

Agradecimentos

O autor André Guimarães é financiado pela Fundação para a Ciência e Tecnologia através da bolsa individual de doutoramento SFRH/BD/103694/2014. Agradece-se ao Nuno Oliveira, Watgrid Solutions, a disponibilização do sensor ótico e ao laboratório de hidráulica da FEUP.

Referências

- Dean, R.G., 1991. 'Equilibrium Beach Profiles: Characteristics and Applications', *Journal of Coastal Research*, 7, 1, 53-84.
- Silva, R., 2010. 'Avaliação Experimental e Numérica de Parâmetros Associados a Modelos de Evolução da Linha de Costa', Tese de Doutoramento, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Portugal, 397p.

A COMPREHENSIVE MORPHOLOGICAL MODEL FOR MULTIPLE SEDIMENT CLASSES APPLIED TO COASTAL SYSTEMS

Guilherme Franz, Lígia Pinto and Ramiro Neves⁽¹⁾

⁽¹⁾ MARETEC, Instituto Superior Técnico, Universidade de Lisboa, Lisbon, Portugal
guilherme.franz@tecnico.ulisboa.pt; ligia.pinto@tecnico.ulisboa.pt; ramiro.neves@tecnico.ulisboa.pt

Abstract

A comprehensive morphological model was developed to predict the sediment transport and bed evolution in coastal systems, such as estuaries and beaches. The action of waves and currents was taken into account, allowing for the study of beach response for different designs of coastal defence structures. The model was applied in the Tagus estuary and Costa da Caparica, in addition to several tests considering schematic cases and laboratory experiments. The outcomes of diverse test cases confirmed the model's capacity to be used as a valuable tool for scientific and engineering studies.

Keywords: Morphodynamics, Coastal erosion, Numerical Model, MOHID modelling system.

1. Introduction

Sediment transport and morphodynamics are relevant issues for the management of coastal systems. Numerical models can be used to provide essential information for decision makers, such as the prediction of the effects of human interventions. This is particularly relevant for studying the impacts of different designs of coastal defence structures in order to select the best option. The sediment dynamics in coastal systems is associated with natural processes with different spatial and temporal scales, such as the astronomical tides and wind waves that can be generated by storms hundreds of kilometres away from the affected beach. Moreover, sediment transport and morphological evolution depend on the basic characteristics of the sediments (e.g. granulometry) in a specific area. The complexity of sediment dynamics can be better understood by applying numerical models. A comprehensive morphological model was implemented in MOHID, a modelling system that solves the three-dimensional hydrodynamics and advection-diffusion transport of suspended sediments. Multiple sediment classes were taken into account (non-cohesive and cohesive) considering the effects of sediment mixtures and consolidation on resistance to erosion. The sediment column can be divided into several layers to represent sediment stratigraphy. The use of an acceleration factor to speed up morphological changes permitted the modelling of bed evolution over long time periods.

2. Results and Discussion

Model results were assessed in test cases through comparison with analytic solutions and experimental data. The outcomes demonstrate the model's capacity to simulate the dynamics of non-cohesive and cohesive sediments. Limitations in the availability of bed composition data can be overcome by considering a warm-up run to provide realistic initial conditions for further predictions of morphological developments.

A test case for the Tagus Estuary demonstrated the model's potential for generating a realistic sediment distribution based on the local hydrodynamic conditions (Fig.1), considering a two-dimensional depth-averaged (2DH) model previously applied to study cohesive sediment dynamics (Franz *et al.*, 2014).

To evaluate different designs of coastal defence structures, the morphological model was applied considering the combined action of waves and currents by coupling MOHID and the SWAN wave model. The results of bathymetric evolution in a schematic beach following a 2DH approach are in agreement with the patterns found in the literature for several existing structures (Fig.2). The model was also applied in a 3D test case to simulate the formation of sandbars by undertow currents (Fig.2). The methodology is currently being applied to study the hydrodynamics and sediment transport during events of highly energetic waves in the Costa da Caparica (Fig.3). Although these initial results are just a qualitative assessment of sediment transport, the applicability of the modelling methodology to complex cases was demonstrated. In the future, with a more representative set of data, quantitative studies could be performed and different designs of defence structures can be evaluated in order to propose more efficient solutions for the intense erosion observed on the coast of the Costa da Caparica.

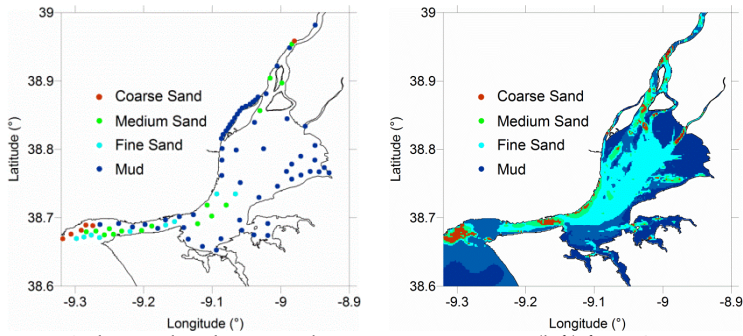


Figure 1. Sediment distribution in the Tagus Estuary. Data (left) from Canário and Vale (2007) and model results (right) after a warm-up run in which sediment fractions were distributed according to the local hydrodynamic conditions.

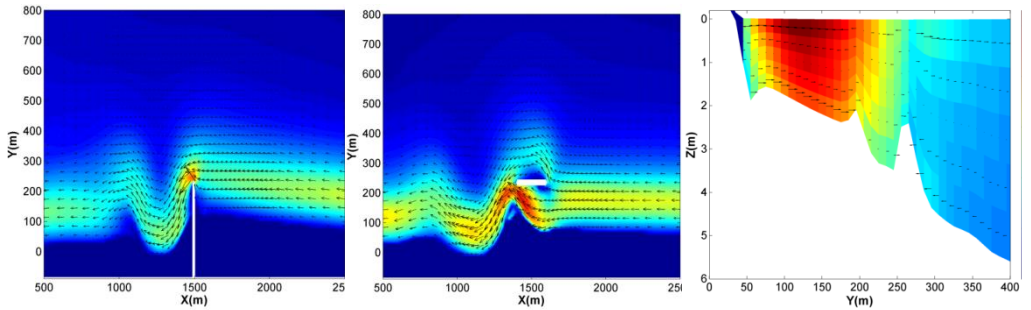


Figure 2. Wave-induced longitudinal currents in a schematic beach with a groyne (left) and a detached breakwater (middle) after reaching the simulated equilibrium bathymetry. Cross-shore currents in a vertical cut (right) of the same schematic beach without defence structures showing the formation of multiple sandbars on the beach slope.

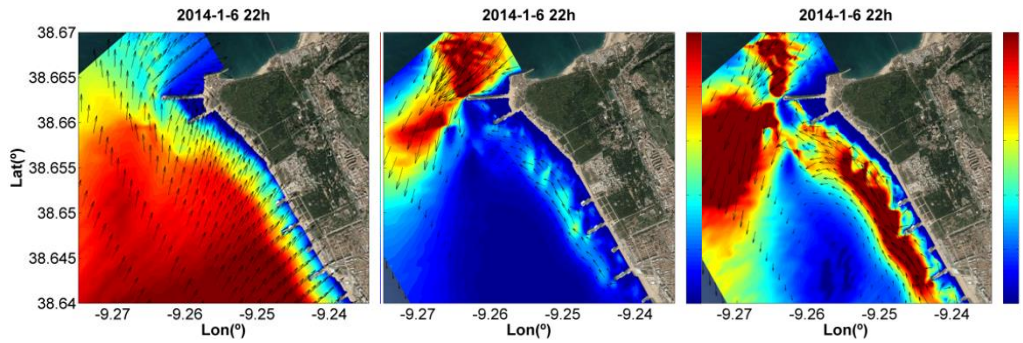


Figure 3. Significant wave height (left), near bottom currents (middle) and bedload sediment transport (right) in the coast of Costa da Caparica during an ebb tide and under extreme wave conditions.

Acknowledgments

The authors are grateful to the Portuguese Environment Agency (APA) for providing the coastal bathymetry data for the Costa da Caparica.

References

- Canário, J., Vale, C., 2007. "Monitoring Program for the Tagus Estuary and Tributaries." Scientific Report, IPIMAR, June 2007.
- Franz, G., Pinto, L., Ascione, I., Mateus, M., Fernandes, R., Leitão, P., Neves, R., 2014. "Modelling of Cohesive Sediment Dynamics in Tidal Estuary Systems: Case Study of Tagus Estuary, Portugal". *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 151, 34-44.

CARACTERIZAÇÃO SEDIMENTAR DAS DUNAS DA MANTA ROTA (SOTAVENTO ALGARVIO, PORTUGAL)

Ana Fernandes⁽¹⁾, M.^a da Conceição Freitas^(1,2) e César Andrade^(1,2)

⁽¹⁾ Departamento de Geologia, Faculdade de Ciências, Universidade de Lisboa, Lisboa, Portugal,
filipa28f@gmail.com

⁽²⁾ Instituto Dom Luiz, Faculdade de Ciências, Universidade de Lisboa, Lisboa, Portugal,
cfreitas@fc.ul.pt; candrade@fc.ul.pt

Resumo

Apresenta-se uma caracterização dos sedimentos da planície costeira da Manta Rota no que respeita à granulometria e teor em bioclastos. Recolheram-se amostras de areia ao longo de um perfil N-S, desde a duna mais interna até à praia. Conclui-se que as amostras localizadas a norte correspondem a areias mais grosseiras e menos carbonatadas que a sul, coincidindo as primeiras com dunas depositadas antes de 1876 e as segundas com os cordões acrecionados essencialmente após a segunda metade do séc. XX..

Palavras-chave: Morfodinâmica; Cordões dunares; Evolução do litoral; Sedimentos.

1. Introdução

A planície costeira da Manta Rota situa-se no extremo leste do Algarve junto ao rio Guadiana (fronteira com Espanha) e inclui a Mata Nacional das Dunas Litorais de Vila Real de Santo António. Esta planície é constituída por um sistema praia/duna frontal que margina um campo de sucessivos cordões dunares fixados por coberto vegetal. Ao contrário da generalidade do litoral português, este troço costeiro tem sofrido acreção e progradação, tendo a sua evolução morfológica sido estudada por diversos autores (Ferreira *et al.*, 2016 para uma síntese). Todavia, as areias que compõem esta planície costeira não foram ainda estudadas, propondo-se neste trabalho uma avaliação das suas características texturais e composicionais.

2. Metodologia

Para a concretização do objetivo enunciado, recolheram-se 24 amostras de areia ao longo de um perfil com orientação N-S entre a praia de Vila Real de Santo António e o limite interno da planície costeira. As amostras foram colhidas no ponto mais alto das várias cristas dunares identificadas no terreno, 40 cm abaixo da superfície topográfica, e ainda à superfície, na duna frontal, duna embrionária e praia (berma, face e terraço de baixa-mar).

No laboratório, as areias foram lavadas, secas em estufa e quarteadas para ensaio granulométrico por crivagem a seco (com intervalo dimensional de 0.5 ϕ) e determinação do teor em carbonato de cálcio (derivado da presença de bioclastos) pelo método gasométrico, utilizando um calcímetro Eijkelkamp. A caracterização dimensional dos sedimentos baseou-se nas estatísticas da distribuição granulométrica, determinadas com o programa GRADISTAT.

3. Resultados e Conclusões

As areias classificam-se como médias a finas, bem calibradas, com teor em bioclastos carbonatados inferior a 14% (Figura 1). O diâmetro médio ($Mz\phi$) e o teor de $CaCO_3$ exibem uma tendência de N para S, no sentido da diminuição do primeiro e aumento do segundo

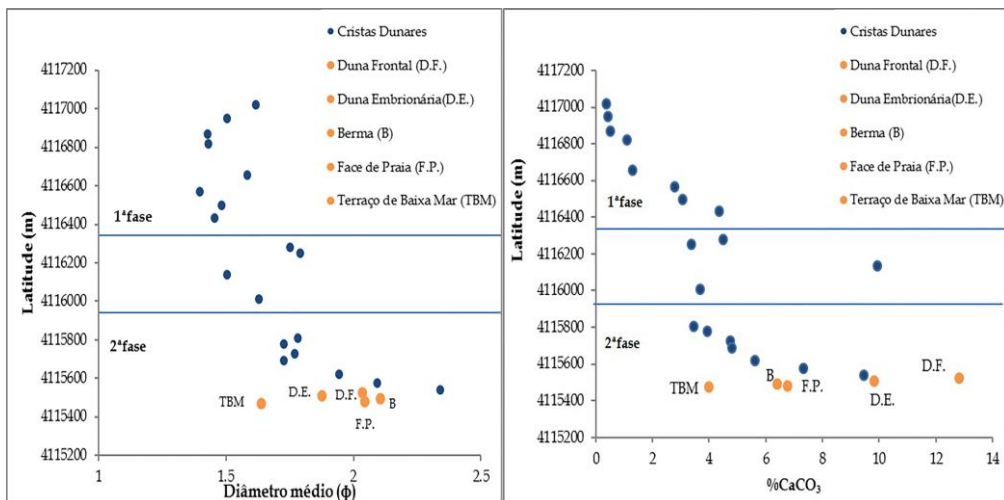


Figura 1. Variação do diâmetro médio (esquerda) e percentagem do carbonato de cálcio (direita) com a latitude no perfil de amostragem da planície da Manta Rota.

As amostras estudadas agrupam-se em dois conjuntos, separados por uma zona de transição, que têm correspondência espacial no terreno. O conjunto norte, formado por areias com $Mz\phi$ de modo geral inferior a 1.6 ϕ e teores de $CaCO_3$ inferiores a 5%, corresponde a dunas mais antigas e coincide com a área cartografada em Gonzalez *et al.* (2001) como formas anteriores a 1876 (1ª fase). O segundo conjunto, localizado a sul (e que inclui a praia actual), terá sido, de acordo com aqueles autores, acumulado essencialmente após a segunda metade do séc. XX (2ª fase) e corresponde a areias com diâmetro médio superior a 1.6 ϕ e teores de $CaCO_3$ que podem atingir 14%. A faixa intermédia constitui uma zona de transição, onde as amostras mais interiores apresentam características próximas das do segundo grupo e vice-versa, as quais terão sido depositadas também antes de 1876.

Agradecimentos

Este trabalho foi suportado pelo Projeto FCT- UID/GEO/50019/2013 - Instituto Dom Luiz. Os autores agradecem a Vera Lopes pelo auxílio prestado no laboratório.

Referências

- Ferreira Ó., Matias A., Pacheco A., 2016. "The East Coast of Algarve: a Barrier-Island Dominated Coast". *Thalassas: An International Journal of Marine Science*, 32, 2, 75-85.
- Gonzalez R., Dias J., Ferreira O., 2001. "Recent Rapid Evolution of Guadiana Estuary Mouth (Southwestern Iberian Peninsula)". *Journal of Coastal Research*, 20, 10, 516-527.

SEDIMENT DYNAMICS OFFSHORE TAVIRA USING SAND TRACERS

João Cascalho⁽¹⁾, Ivana Bosnic^(3,4), Rui Taborda⁽³⁾, Teresa Drago^(2, 3) and M. Rosa⁽²⁾

⁽¹⁾ *Inst. Dom Luiz, Fac. de Ciências e Museu Nacional de História Natural e da Ciência (Univ. de Lisboa), Portugal, jpcascalho@ciencias.ulisboa.pt*

⁽²⁾ *Instituto Português do Mar e da Atmosfera, IPMA, Olhão, Portugal,*

⁽³⁾ *Instituto Dom Luiz, Faculdade de Ciências, Universidade de Lisboa, , Lisboa, Portugal*

Abstract

This work describes the results of a sand tracer experiment that took place offshore Tavira (Portugal) at 12 m depth (msl). The experiment included the release of about 300 kg of sand tracer on February the 13th, 2015 and the monitoring of tracer movement during about 2 months. Results shows a significant dispersion of the tracer around the injection point superimposed by a small displacement of its mass center of about 7 m to SW. Tracer movement was found to be related with high energy wave event (“Levante”) that occurred during the experience..

Keywords: Sand tracer; Sediment transport; Continental shelf.

1. Introduction and Objective

The quantification of the nearshore sediment transport is essential to understand the coastal sedimentary budget but remains a challenging task. One of the most adequate technique to measure the sediment transport on nearshore environments is based on the utilization of native sand tagged with fluorescent ink (Black *et al.*, 2007). Most of sediment transport studies based on this technique were conducted on the beach environment, normally characterized by high transport rates (Ciavola *et al.*, 1997). The present work describes the results of a sand tracer experiment that took place offshore Tavira, at 12 m depth (msl). As such, the main objective of this work is to obtain quantitative insights on nearshore sediment transport based on the analysis of tracer movement.

2. Methods

This work is based on oceanographic and sedimentological data sets that cover about 2 months. The tracer experiment includes the use of about 300 kg of tagged sand with green fluorescent ink that was released offshore Tavira on February the 13th, 2015, with the help of 2 divers. After this operation, on April the 16th, 2015, 44 sediment bottom samples were collected on a grid around the injection point, using a Van Veen grab sampler. The detection and counting of the tagged grains were performed automatically through an image processing routine developed in the scope of this work and available at <http://sandcode.fc.ul.pt/ImageAnalysis.html>.

3. Results

The results show the displacement of the tracer center of mass 7 m towards SW of the injection point (Figure 1). The tracer center of mass advection can be estimated in about 0.11 m/day.

Also, the tracer cloud exhibit high diffusion with an alongshelf diffusion coefficient of $1.75 \times 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$ and a cross-shelf coefficient of $2.37 \times 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$.

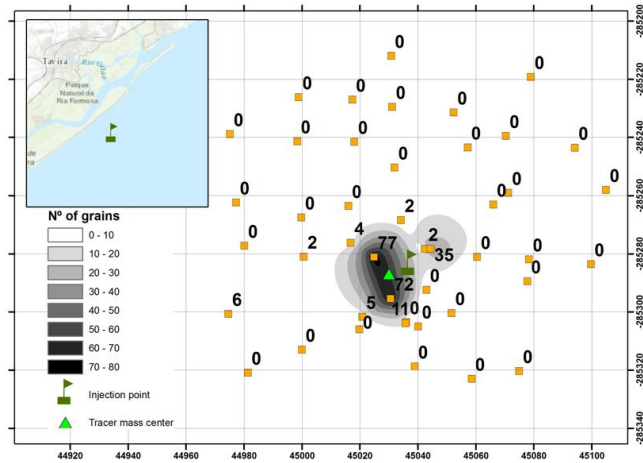


Figure 1. Dispersion of the tagged grains around the injection point.

4. Discussion and Conclusions

Tracer cloud movement was dominated by diffusion over advection. Tracer movement results (advection and diffusion) are consistent with the ones described in Bosnic *et al.*, 2017, obtained during a similar experience that took place at the same period about 350 m offshore, at 14 m depth (msl). Tracer displacement towards SW probably reflects the influence of high energetic waves generated by SE winds (called “Levante”) that were observed during the first days of April of 2015 (Bosnic *et al.*, 2017).

Acknowledgements

This study was funded by the Portuguese Science Foundation (FCT), under grants UID/GEO/50019/2013.

References

- Black, K., Athey, S., Wilson, P., Evans, D., 2007. “The Use of Particle Tracking in Sediment Transport Studies: a Review”. In Balson, P.S., Collins, M.B. (Eds.), Coastal and Shelf Sediment Transport. *Geological Society of London*, pp. 73–91. special publications Edition.
- Bosnic, I., Cascalho, J., Taborda, R., Drago, T., Hermínio, J., Rosa, M., Dias, J., Garel, E, 2017. “Neashore Sediment Transport: Coupling Sand Tracer Dynamics with Oceanographic Forcing”. *Marine Geology*, 385, 293-303.
- Ciavola, P., Taborda, R., Ferreira, O., Dias, J.A., 1997. “Field Measurements of Longshore Sand Transport and Control Processes on a Steep Meso-Tidal Beach in Portugal. *Journal of Coastal Research* 13 (4), 1119–1129.

CHARACTERIZING THE SEDIMENT DEPOSITION IN CALDEIRA DE TRÓIA SALT MARSH (SADO ESTUARY - PORTUGAL)

Ana Guimarães Cunha^(1,2), Miguel Inácio⁽²⁾, M.^a da Conceição Freitas^(1,2), Tiago Adrião Silva^(3,4),
César Andrade^(1,2), Roberto Bao⁽⁵⁾, M. Leira⁽¹⁾, V. Lopes^(1,2)

⁽¹⁾ Instituto Dom Luiz, Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, Lisboa, Portugal,
agcunha@fc.ul.pt; cfreitas@fc.ul.pt, candrade@fc.ul.pt, mleira@fc.ul.pt, vlopes@fc.ul.pt

⁽²⁾ Departamento de Geologia, Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, Lisboa, Portugal,
miguel-inacio@outlook.com

⁽³⁾ Departement F.A.- Forel for Environmental and Aquatic Sciences, University of Geneva, Switzerland,
tiago.adriao@unige.ch

⁽⁴⁾ Department of Earth Sciences, University of Geneva, Switzerland
tiago.adriao@unige.ch

⁽⁵⁾ Faculdade de Ciencias, Universidade da Coruña, Spain
roberto.bao@udc.es

Abstract

Although research focus mostly on high marshes the understanding of sedimentation rates and patterns along the whole intertidal environment is key to improve projection models in different scenarios of sea level rise (SLR). This study presents the results from the analysis of a sediment core collected in a low marsh on the North bank of *Caldeira de Tróia*. The methodology presented will also be applied in cores from the high marsh, the mudflat and from the South bank. This work was developed under the scope of the project “Climate change, sea level rise and risk of inundation of high intertidal areas”, which aims to build a response model of the *Caldeira de Tróia* salt marshes to sea level rise.

Keywords: Salt marsh, Morphodynamic, Sado estuary, Sedimentation rates, ²¹⁰Pb, ¹³⁷Cs.

1. Introduction and Study Area

Salt marshes are essential ecosystems from both ecological and biological points of view, besides being important social niches, providing valuable economic and protection functions. Understanding their rates and patterns of sedimentation is critical for functional management and rehabilitation, especially under scenarios of sea level rise. The Sado estuary, located 40 km south of Lisbon is a bar built feature, with the Tróia barrier providing shelter to *Caldeira de Tróia*, allowing a salt marsh with ca. 2.1 ha to develop.

2. Materials and Methods

In June 2016 two replicas of a sediment core were collected in the low marsh of the *Caldeira de Tróia* north bank using a Van der Horst sampler. The location of each replica was surveyed using a DGPS-RTK Leica Viva NetRover GS08. The cores were sub-sampled at every 1 to 2cm. Sediment was freeze-dried and organic matter content (OM) determined by loss-on-ignition.

Wet sieving was performed to separate coarse ($>63 \mu\text{m}$) and fine ($<63 \mu\text{m}$) fractions. Calcium carbonate content was determined using an Eijelkamp calcimeter. Organic elemental CN and stable isotope analysis were determined at the University of Coruña. Fifteen samples were chosen for ^{210}Pb and ^{137}Cs determination at University of Geneva.

3. Results and Discussion

Four depositional units were defined (Fig.1). Over a sandy layer (Unit 1) – low values of OM, N and C – corresponding to the back barrier environment, sediment becomes muddy sand to sandy mud and richer in OM (Unit 2). Between 32 and 85 cm (MSL) sediment is essentially mud with the highest values of OM (Unit 3). In Unit 4 O decreases, together with C and N. $\delta^{13}\text{C}$ is stable along the core ($\approx -18\text{‰}$), except from 45 to 70 cm (MSL) where it decreases to -21‰ . A sedimentation rate of 2.96 mm/year was derived from ^{210}Pb (Fig. 2) using the Constant Flux Constant Sedimentation (CFCs) model (Sanchez-Cabeza and Ruiz-Fernández, 2012).

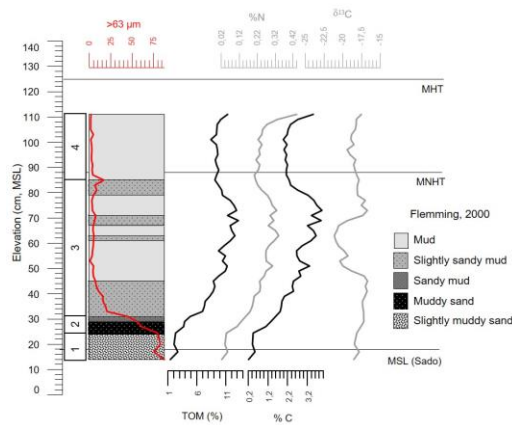


Figure 1. Main parameters and sedimentation units. Tidal limits are those presented in Inácio *et al.* (this conference).

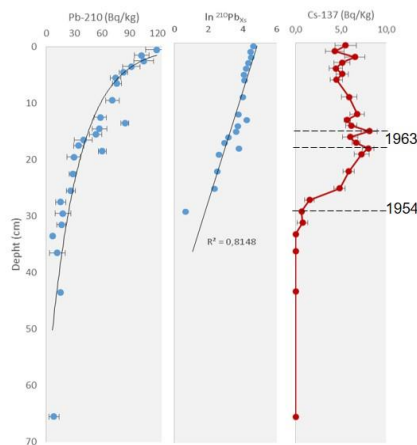


Figure 2. Vertical variation of ^{210}Pb and ^{137}Cs .

The highest correlation of a logarithmic fit to the data ($r^2=0.8148$) is obtained without considering a mixing layer at the top. The ^{137}Cs profile shows a beginning in activity (1954) at 29.5 cm. A peak in activity (1963) is observed between 15.50 and 18.50 cm, giving a 3.1 mm/year sedimentation rate for the past 53 years. These rates are within the range of those obtained in nearby marshes.

Acknowledgments

Research supported by FCT - Ref.: PD/BD/106074/2015

Publication supported by FCT- project UID/GEO/50019/2013 - Instituto Dom Luiz.

References

- Flemming, B.W., 2000. "A Revised Textural Classification of Gravel-Free Muddy Sediments on the Basis of Ternary Diagrams". *Continental Shelf Research* 20, 1125-1137.
- Inácio, M., Cunha, A.G., Freitas, M.C., Antunes, C., Andrade, C., Lopes, V., 2017. "Spatial Response of the Caldeira de Tróia Salt Marsh (Sado estuary, Portugal) to Sea Level Rise". *Resumos, 4.^a Conferência sobre Morfodinâmica Estuarina e Costeira*, Porto, 2017.
- Sanchez-Cabeza, J.A., Ruiz-Fernández, A.C., 2012. "210Pb Sediment Radiochronology: An Integrated Formulation and Classification of Dating Models". *Geochimica et Cosmochimica Acta* 82, 183-200.

DUNA ARTIFICIAL DA LAGOA DE ALBUFEIRA - O QUE SUBSISTE APÓS DUAS DÉCADAS DE EVOLUÇÃO?

Sandra Moreira⁽¹⁾, M.^a da Conceição Freitas^(2,3) e César Andrade^(2,3)

⁽¹⁾ Divisão de Geologia Marinha, Instituto Hidrográfico – Marinha, Lisboa, Portugal,
sandra.moreira@hidrografico.pt

⁽²⁾ Departamento de Geologia, Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, Lisboa, Portugal,
cfreitas@fc.ul.pt e candrade@fc.ul.pt

⁽³⁾ Instituto Dom Luiz, Universidade de Lisboa, Lisboa, Portugal

Resumo

Em 1996 construiu-se uma duna artificial na barreira da Lagoa de Albufeira para fixar a barra de maré e inibir galgamentos oceânicos. Os processos naturais têm vindo a erodir progressivamente a duna; após 1998 ocorreu uma redução da sua extensão e volume em ~80% à custa de: erosão persistente da extremidade sul, quando, a ondulação é de ~W-SW após abertura da barra de maré, e biselamento e emagrecimento da sua ponta sul, induzido pela meandrização dos canais de maré em condição de mar de NW.

Palavras-chave: Laguna; Barra de maré; Faixa de divagação; Erosão costeira.

1. Introdução

A barreira arenosa da Lagoa de Albufeira (localizada 25 km a sul de Lisboa) separa-a do oceano e consiste num cordão com 1200 m de comprimento marginado por depósitos interiores. Em março/abril de cada ano procede-se à reabertura artificial de uma barra de maré que evolui naturalmente até colmatar, passando por diversos estádios de reorganização morfológica. A regularidade desta operação e a migração da barra de maré, a favor da deriva litoral, promovem o rejuvenescimento da barreira a intervalos temporais demasiado pequenos para permitir o desenvolvimento de dunas costeiras no troço de cordão litoral afetado por estes processos. Em abril/maio de 1996, no âmbito do projeto “Recuperação e Valorização da Lagoa de Albufeira” do então ICN (atual ICNF), os depósitos interiores foram dragados, e 90000 m³ de areia depositados na barreira ao longo de 550 m, formando uma duna artificial (DA) com configuração prismática de secção trapezoidal. No topo aplanado, à cota de 7-8 m (NMM), foi implantada uma paliçada para retenção de areias eólicas. Em 1998, as areias de nova dragagem de aprofundamento da barra de maré foram depositadas no intradorso da DA até à cota de ~7 m (NMM), escadeando-lhe o tardo. Pretendeu-se com esta obra de reforço e estabilização da duna frontal, que até então existia apenas no extremo norte do cordão litoral, a fixação da barra de maré, inibindo a sua divagação e prevenindo o galgamento oceânico. Porém, tem-se verificado erosão progressiva da DA, levando à redução da sua expressão morfológica. Este estudo visa apresentar a evolução morfológica da DA nos últimos 20 anos e identificar os principais fatores forçadores das modificações observadas.

2. Metodologia

A informação morfológica sobre a DA (configuração, extensão e volume acima de 4,5 m (NMM)) resulta do processamento em ambiente SIG de dados vetoriais obtidos em 5 levantamentos topográficos efetuados em 2010, 2013, 2014 (fevereiro e dezembro) e 2016, em situação de barra fechada, com GPS-diferencial em modo de aquisição RTK (erro 3D <0,07 m). Recorreu-se ainda aos levantamentos de 1998 (PROMAN-levantamento topo-batimétrico com estação total) e de 2002 (INAG- levantamento aerofotogramétrico), em situação de barra aberta.

3. Resultados e Conclusões

Em julho de 1998 a DA, já erodida ao longo de 90 m, retinha 62800 m³ de areia. Nos 4 anos seguintes perdeu apenas 3 m de comprimento, permanecendo a base, retangular, em posição planimétrica similar a 1998; porém, o aterro secundário foi completamente erodido neste período (Fig. 1), justificando a redução do volume para 39950 m³. Entre 2002 e 2010 observou-se erosão e redução do comprimento da DA em 114 m, adquirindo a extremidade sul um aspeto biselado; todavia, o seu volume aumentou para 54300 m³ devido à acumulação de areias acima da cota 8 m (NMM) nas paliçadas de retenção e também nos taludes virados ao mar e à laguna. Após 2010 a DA perdeu comprimento e volume, sem variação significativa da cota apical e dos limites daqueles taludes. Relativamente a 2010, a erosão linear e volumétrica da DA foi de 136 m e 24800 m³ até março de 2013, 182 m e 33250 m³ até fevereiro de 2014, 214 m e 37350 m³ até dezembro de 2014 e 229 m e 40000 m³ até fevereiro de 2016, respetivamente.

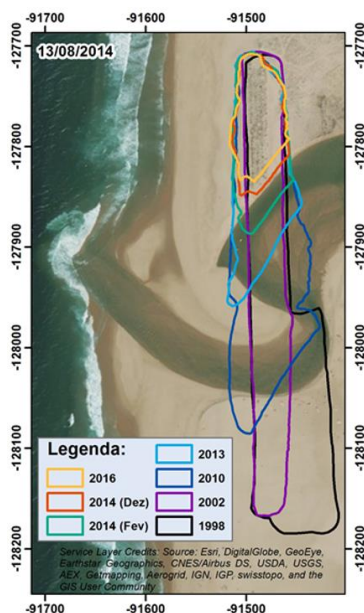


Figura 1. Evolução morfológica da duna artificial da Lagoa de Albufeira

Conclui-se que as operações de reabertura da barra de maré da Lagoa de Albufeira conduziram à erosão progressiva da duna artificial. Tal resulta primariamente da amputação da extremidade sul devido à migração da barra de maré para norte, induzida por ondulação de W ou rodada a sul do oeste (pouco frequente, típica de temporal), quando esta ocorre logo após a abertura.

Adicionalmente, a meandrização do canal da barra, em resultado da sua divagação para sul induzida por ondulação de NW (situação mais frequente), promove a erosão da margem lagunar da DA, biselando a extremidade sul. Atualmente, a DA encontra-se reduzida a 1/3 do seu comprimento inicial (114 m) e retém 23% do volume de 1998. Com base nestas tendências, julga-se que os processos naturais se encarregarão, num curto intervalo de tempo, de devolver a configuração natural ao sistema praia-duna da barreira deste sistema lagunar.

Agradecimentos

Aos projetos CISMIL da APA, I.P. e QREN - POVT (Operação POVT-12-0233-FCOES-000034) e FCT UID/GEO/50019/2013 do Instituto Dom Luiz. Os autores agradecem a colaboração de A. R. Pires, T. Silva e R. Matildes no decorrer deste estudo.

COMPARISON OF TERRESTRIAL AND AIRBORNE 3D SURVEY METHODS FOR THE COASTAL ZONE

Ana Bio⁽¹⁾, José A. Gonçalves^(1,2), Sérgio Madeira^(1,3), Américo Magalhães⁽⁴⁾ and Luísa Bastos ^(1,2)

⁽¹⁾ CIMAR/CIIMAR – Centro Interdisciplinar de Investigação Marinha e Ambiental, Univ. do Porto, Porto, Portugal
anabio@ciimar.up.pt, jagoncal@fc.up.pt, smadeira@utad.pt, lcbastos@fc.up.pt

⁽²⁾ Dep. de Geociências, Ambiente e Ordenamento do Território, Fac. de Ciências da Univ. do Porto, Porto, Portugal
jagoncal@fc.up.pt, lcbastos@fc.up.pt

⁽³⁾ Departamento de Matemática, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Vila Real, Portugal
smadeira@utad.pt

⁽⁴⁾ Observatório Astronómico, Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, Vila Nova de Gaia, Portugal,
americo.magalhaes@fc.up.pt,

Abstract

With recent developments in unmanned aerial vehicles (UAVs), drones, and high-resolution cameras, providing better and more affordable data, coastal monitoring will increasingly rely on airborne remote sensing technologies. We present a comparison of a stereoscopic video-based terrestrial mobile mapping system and three airborne digital photogrammetry systems. Results show that the choice of an observation system should consider the specific survey objectives, as well as local conditions and characteristics of the surveyed area.

Keywords: Morphodynamics; Digital elevation models; UAV; Videogrammetry; Photogrammetry

1. Introduction

Coastal zones are highly dynamic land-ocean interfaces, continuously shaped by natural factors and human interventions. Coastal management is hence a demanding task, requiring information on morphology at adequate temporal and spatial scales, to understand dynamics, vulnerabilities and risks, and to allow for informed decisions, e.g. about protection and mitigation measures. Every survey method has its limitations. System applicability and adequacy will depend on survey objectives (e.g. required spatial and temporal resolution), the type and accessibility of the area, its size, and the expected rates of change, next to the availability of equipment and expertise. Systems may complement each other to provide a comprehensive picture of coastal morphology and dynamics considering their applicability and cost-benefit ratios for specific survey aims, areas and local conditions.

2. Surveys and Results

Case studies were carried out at the North-Portuguese Atlantic coast, using: (i) a video-based terrestrial mobile mapping system (MMS) with two video cameras taking measurements continuously, in kinematic mode (Bastos *et al.*, 2012); (ii) a Cessna airplane equipped with a digital photogrammetric camera, taking high resolution images with 10 cm ground sampling distance (GSD) (Bio *et al.*, 2015); (iii) a fixed-wing drone with an off-the-shelf digital camera operating at 100 m to 200 m height taking images with 4 cm to 8 cm GSDs;

and (iv) a multi-rotor flying as low as 20 m to 50 m, resulting in 1 cm to 2.5 cm GSDs. Methods were evaluated in terms of features (e.g. autonomy and information supplied) and constraints, e.g. due to meteorological conditions, and consequences for system applicability.

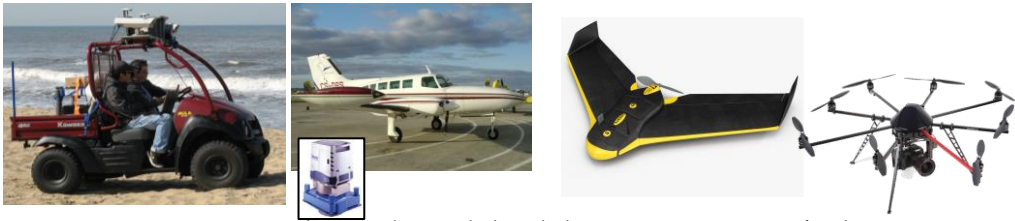


Figure 1. Terrestrial MMS, plane with digital photogrammetric camera, fixed-wing and multi-rotor.

Table 1. Technical features and efficiency of the survey methods (Obs.: Observation).

System	Obs. height	GSD	Max. wind	Area covered	Time/km ²
Terrestrial MMS	~2 m	5 cm	N/A	3 km ²	2 h
Airplane	1000 m	10 cm	40 km/h	< 50 km ²	0.1 h
Fixed wing UAV	100 – 200 m	4 – 8 cm	20 km/h	1 km ²	2 – 3 h
Multi-rotor UAV	20 – 100 m	1 – 4 cm	20 km/h	0.5 km ²	4 – 8 h

3. Conclusions

Drones are more appropriate for higher-resolution studies of small areas, being limited by their autonomy (battery life) and wind conditions. Planes imply more logistics and are costly but cover large areas efficiently. All airborne methods are somehow dependent on weather conditions. Terrestrial systems are relatively cheap, easily deployed, and can operate even in bad weather, but have they are invasive and only applicable on accessible sandy coasts.

Acknowledgments

This article is a result of the project INNOVMAR - Innovation and Sustainability in the Management and Exploitation of Marine Resources (reference NORTE-01-0145-FEDER-000035, within Research Line ECOSERVICES, supported by North Portugal Regional Operational Programme (NORTE 2020), under the PORTUGAL 2020 Partnership Agreement, through the European Regional Development Fund (ERDF), and was supported by the Strategic Funding UID/Multi/04423/2013 through national funds provided by FCT – Foundation for Science and Technology and ERDF, in the framework of the programme PT2020.

References

- Bastos, L., Bio, A., Silva, J., Pinho, J.L.S., Granja, H., 2012. “Dynamics of the Douro Estuary Sand Spit Before and After breakwater construction”, *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 109, 53–69. DOI: 10.1016/j.ecss.2012.05.017.
- Bio, A., Bastos, L., Granja, H., Pinho, J.L.S., Gonçalves, J.A., Henriques, R., Madeira, S., Magalhães, A., Rodrigues, D., 2015. “Methods for Coastal Monitoring and Rrosion Risk Assessment: Two Portuguese Case Studies/Métodos de Monitorização e Análise de Risco de Erosão Costeira: Dois Casos de Estudo Portugueses”, *Journal of Integrated Coastal Management*, 15(1), 47–63. <http://dx.doi.org/10.5894/rgci490>.

BATHYMETRIC INVERSION FROM VIDEO IMAGERY: INVESTIGATION IN THE SURF ZONE

Umberto Andriolo⁽¹⁾, Diogo Mendes⁽²⁾, Alberto Azevedo⁽³⁾, Rui Taborda⁽¹⁾, Ana Nobre Silva⁽¹⁾

⁽¹⁾ Instituto Dom Luiz, Universidade de Lisboa, Lisboa, Portugal.

uandriolo@fc.ul.pt, rtaborda@fc.ul.pt, amasilva@fc.ul.pt

⁽²⁾ Instituto Superior Técnico, CERIS, Lisboa, Portugal.

ddiogsm@gmail.com

⁽³⁾ Laboratório Nacional de Engenharia Civil, LNEC-DHA, Lisboa, Portugal.

aazevedo@lnec.pt

Abstract

This communication describes two methodologies to derive surf zone bathymetry by video imagery. The linear wave theory was applied to celerity obtained by two different techniques: Cross-Correlation (CC) and Image Processing Algorithm (IPA). Sea bottom height of a 45 m – extent cross-shore profile was estimated with a RMS Error of 0.29 m and 0.16 m, respectively.

Keywords: Coastal morphology, Remote sensing, Wave celerity, Image processing

1. Introduction

Quantifying surf zone bathymetry is a key parameter to understand coastal processes and to predict wave impact on the coast. Video monitoring can be used to measure wave celerity and thus estimating surf zone depth (Almar *et al.*, 2008, Catalan & Haller, 2008). This work aimed to test the use of two techniques to video-derive surf zone bathymetry.

2. Methods

Fieldwork took place at Lagoa de Albufeira, west coast of Portugal, on 22/06/2016. An IP camera Mobotix M12 was temporary installed acquiring images at 1 Hz from 13:00 to 19:00 local time. Tide and wave properties were measured by a pressure transducer installed for the aim in the surf zone. Tidal level raised from -0.3 m to 1.7 m MSL. Measured average significant wave height and peak wave period were 1 m and 11 s, accordingly. Timestack images were produced by sampling time series of pixel brightness intensity along a cross-shore transect (Figure 1, b). Wave celerity in the surf zone was estimated by two methodologies based on Timestacks: Cross-Correlation (CC) and Image Processing Algorithm (IPA). CC computed wave celerity as the distance between two positions divided for the time lag corresponding to the maximum cross-correlation value (Almar *et al.*, 2008). IPA consisted instead in automatically detecting breaking wave features on images. Wave celerity was carried out by derivations of wave trajectories extracted through the image processing algorithm (Andriolo *et al.*, 2016). Surf zone depth h was derived using modified linear wave theory in shallow waters:

$$h = (c/1.3)^2 * g \quad [1]$$

where g is gravity acceleration, c is wave celerity (median values from 30 images), and 1.3 is a coefficient introduced to approximate linear theory for breaking waves (see Catalan & Haller, 2008 and references therein). The results were corrected to tide elevation and compared to the profile surveyed by DGPS.

3. Results and Conclusions

The surf zone bathymetry was acceptably estimated with both methodologies (Figure 1, a), despite observations being limited to half of tidal cycle. Considering the 45 m cross-shore section seaward from the shoreline, the RMS Error was 0.29 m for CC and 0.16 m for IPA. The low camera angle did not allow a complete monitoring of the swash zone, resulting in low accuracy from around 15 m shoreward. Regarding CC method, the depth miscalculation at around 34 m was attributed to the wave celerity computation at breaking point, where waves accelerated. From 40 m seaward, CC did not allow for precise depth estimation due to non-breaking wave conditions.

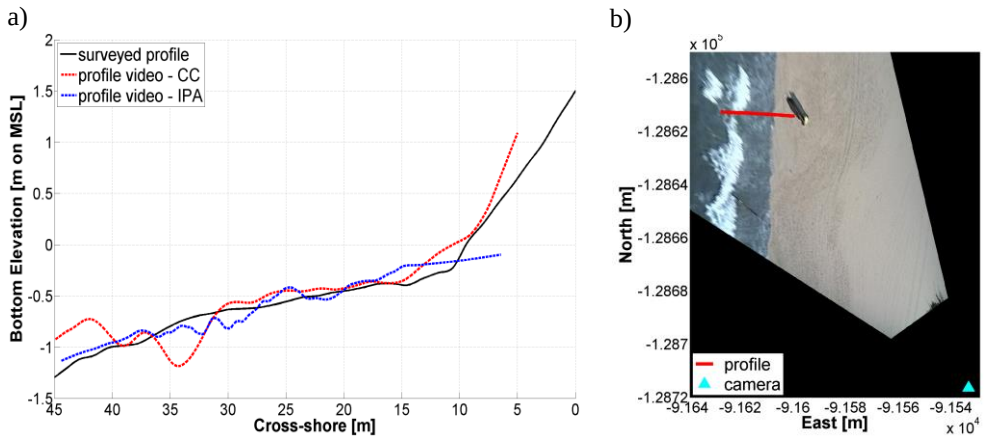


Figure 1. a) Surveyed beach profile (in black), and computed by video imagery (in red by CC, in blue by IPA). Profiles derived by video are plotted with a moving average window of 5 m; b) rectified image. Camera position and considered profile are shown.

Surf zone bathymetry was assessed using video imagery. The modified linear wave theory for shallow water [1] was found appropriate for bathymetric inversion. IPA method resulted to be less sensitive to breaking wave acceleration, thus the most accurate.

Acknowledgments

The Co-ReSyF project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement n. 687289. Umberto Andriolo was supported by the EARTHSYSTEM Doctorate Programme led by IDL at the University of Lisbon (SFRH/BD/52558/2014).

References

Almar, R., Bonneton, P., Senechal, N., Roelvink, D., 2008, "Wave Celerity from Video Imaging: A New Method". Proc. of 31st Int. Conference on Coastal Engineering, Hamburg, Germany.

- Andriolo, U., Azevedo, A., Nobre Silva, A.M., Taborda, R., 2016, "Video Imagery Technique for Wave Celerities Estimation: Results Over a Rocky-Shore Platform". 4^{as} Jornadas de Engenharia Hidrográfica, Lisbon, Portugal.
- Catalán, P. and Haller, M., 2008, "Remote Sensing of Breaking Wave Phase Speeds with Application to Nonlinear Depth Inversion", Coastal Engineering, 55, 93-111.

OBSERVAÇÃO DA CIRCULAÇÃO LITORAL COM FLUTUADORES DERIVANTES SUPERFICIAIS DE FÁCIL OPERAÇÃO E BAIXO CUSTO

António Jorge da Silva ⁽¹⁾, Diogo Mendes⁽¹⁾, Bruno Loureiro⁽²⁾ e Artur Rocha⁽³⁾

⁽¹⁾ Instituto Hidrográfico, Lisboa, Portugal,
jorge.silva@hidrografico.pt, diogo.mendes@hidrografico.pt

⁽²⁾ Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, Portugal,
brunolour@gmail.com

⁽³⁾ Instituto de Engenharia de Sistemas e Computadores, Tecnologia e Ciência, Porto, Portugal
artur.rocha@inesctec.pt

Resumo

Numa iniciativa do Observatório Costeiro RAIA, foram desenvolvidos pequenos flutuadores esféricos totalmente estanques, para operar na zona de *surf*, com capacidade de aquisição de posição GPS a 1 Hz durante cerca de 36 horas. Os flutuadores, designados WAVYs, foram utilizados em duas campanhas de praia, com um retorno de dados muito perto de 100%, trajetórias coerentes, permitindo clara caracterização das áreas de empolamento, rebentação e espraio, e identificação de detalhes da circulação, como as correntes de retorno concentrado.

Palavras-chave: Circulação litoral; Flutuadores derivantes; Correntes de retorno concentrado.

1. Introdução

Os traçadores lagrangeanos habitualmente utilizados nas observações da dinâmica litoral baseiam-se no dispositivo desenvolvido por Schmidt et al. (2003). Trata-se de um cilindro com cerca de 0.5 m de altura, lastrado para garantir uma submersão quase total, com um amortecedor vertical e uma antena GPS com 0.7 m montada no topo por forma a nunca submergir. Permitindo caracterizar a corrente média nos primeiros 0.5 m, não são adequados a medir a corrente na proximidade da superfície. São volumosos, pesados e difíceis de manejar, sendo pouco adequados a lançamentos simultâneos numa posição, não permitindo por isso estudos de dispersão. Com vista a colmatar algumas destas lacunas, foi desenvolvido, no quadro do Observatório Costeiro RAIA, um pequeno flutuador de baixo custo capaz de observar a corrente nos 10 cm superficiais no interior de um campo de ondas, o qual recebeu o nome WAVY.

2. Instrumentação

O WAVY (Figura 1) é um flutuador esférico com 12 cm de diâmetro e 750 g de peso, formado por dois encapsulamentos concêntricos: no interior, duas semiesferas em resina de poliuretano, perfeitamente ajustadas, protegem a eletrónica dos impactos, enquanto uma camada de Clear Flex® sela completamente o sistema pelo exterior. O payload consiste num recetor GPS e respetiva antena, um microprocessador, módulos Bluetooth e GPRS, uma outra antena para transmissão de dados em tempo real, caso necessário, uma bateria carregável por indução e um lastro.

Todas as operações são desencadeadas por um interruptor magnético inserido numa de duas ranhuras estanques no encapsulamento externo. A flutuabilidade do WAVY foi otimizada por forma para garantir a máxima submersão possível, reduzindo a exposição direta ao vento, sem comprometer a aquisição de dados posicionais até 1 Hz. As posições são registadas internamente para descarga posterior, mas as trajetórias podem ser visualizadas em tempo quase real, através de um visor.

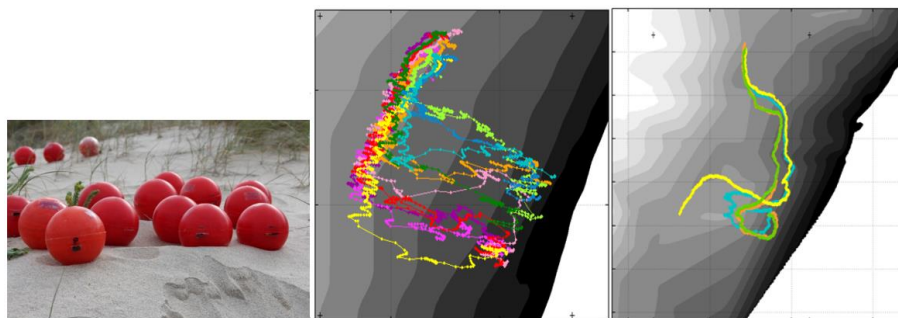


Figura 1. Flutuadores WAVY e evolução em PM (centro) e BM (direita) na campanha de S. Jacinto.

3. Resultados e Conclusões

Os WAVYs foram experimentados nas praias de S. Jacinto e Gelfa (Costa *et al.*, 2016; Jorge da Silva *et al.*, 2016) em duas campanhas, com lançamentos em baixa-mar (BM) na zona de empolamento, a partir de motas de água, e em preia-mar (PM), à mão, a partir da praia, para a zona da rebentação. Os WAVY mostraram uma excelente performance em ambas as campanhas, adquirindo consistentemente posição mesmo no interior da zona de rebentação. O retorno global de dados foi superior a 99.8%. Por seu turno, o visor, inicialmente concebido para monitorizar as trajetórias em tempo real, acabou por servir também para manter um registo histórico do seu comportamento nas experiências.

Agradecimentos

Este trabalho é uma contribuição para o Projeto RAIA.co, Observatório Marinho da Margem Ibérica e do Litoral, (0520_RAIA_CO_1_E), financiado pelo FEDER através do Programa Operacional de Cooperação Transfronteiriça Espanha-Portugal (POCTEC).

Referências

- Costa, N., Mendes, D., Boto das Neves, B. and Jorge da Silva, A., 2016, "Observações de Processos Litorais: Casos de Estudo de S. Jacinto e Gelfa". *Actas das 4as Jornadas de Engenharia Hidrográfica*, 451-454.
- Jorge da Silva, A., Mendes, D., Pinto, J., Loureiro, B., Oliveira, M., e Rocha, A., 2016, "Observation of the Near-Shore Circulation with Lagrangian Drifters Developed by the RAIA Coastal Observatory". *Actas das 4as Jornadas de Engenharia Hidrográfica*, 455-458.
- Schmidt, W. E., Woodward, B. T., Millikan, K. S., Guza, R. T., Raubenheimer, B., & Elgar, S., 2003, "A GPS-Tracked Surf Zone Drifter". *Journal of Atmospheric and Oceanic Technology*, **20**(7), 1069-1075

EVOLUÇÃO DO TIPO DE COBERTURA DO SOLO ATRAVÉS DA PLATAFORMA MOLUSCE: APLICABILIDADE NA GESTÃO COSTEIRA

Lucas de Lima⁽¹⁾, Carlos Weiss⁽²⁾ e Cristina Bernardes⁽¹⁾

⁽¹⁾ Departamento de Geociências, Universidade de Aveiro, Aveiro, Portugal,
lucasterres@ua.pt, cbernardes@ua.pt

⁽²⁾ Instituto Hidrográfico, Universidade de Cantábria, Santander, Espanha,
c.vnicius@msn.com

Resumo

Os modelos de predição da cobertura do solo permitem estimar como ocorrerá a evolução de uma paisagem no futuro e são ferramentas auxiliares para diversos problemas costeiros. Os objetivos deste estudo são aplicar o modelo potencial de transição por redes neurais e simulação de autómatos celulares para simular o tipo de uso do solo em 2030 e avaliar o potencial e aplicabilidade em estimativas de perda de solo em regiões costeiras.

Palavras-chave: Geoprocessamento; Detecção Remota; Redes Neurais.

1. Introdução

Trabalhos de gestão costeira usualmente possuem abordagens que incluem a necessidade de compreender como decorrerá a evolução do uso do solo para décadas futuras. Para tentar quantificar a perda e/ou alteração do tipo de uso de solo para intervalos de décadas, é possível utilizar modelos de análise de transição potencial. A plataforma MOLUSCE desenvolvida pela NextGIS e Asia Air Survey permite fazer predições por meio de redes neurais artificiais e simulação de autómatos celulares a partir de uma pequena série histórica de mapas de cobertura do solo. Os objetivos deste trabalho são simular as mudanças da cobertura do solo para 2030 em Tramandaí e Imbé, no litoral norte do Rio Grande do Sul – Brasil, e avaliar o potencial desta plataforma na gestão costeira.

2. Metodologia

O módulo utiliza a Eq. [1] (NextGIS, 2017), tendo o modelo sido validado com os mapas de cobertura de solo relativos aos anos de 2002 e 2008, para posterior aplicação à cobertura real de 2016. Após a validação, obteve-se uma previsão para o ano de 2030, em que para o efeito foram escolhidas as coberturas de 2008 e 2016.

$$YrFtr = YrAfr + (YrAfr - YrBfr) \quad [1]$$

Onde,

$YrAfr$ é o mapa do ano mais recente em análise, $YrBfr$ compreende o mapa de um ano anterior ao $YrAfr$ e $YrFtr$ é o ano que será simulado.

Para criação dos mapas do tipo de cobertura do solo foram utilizadas imagens de satélite *Landsat* 5, 7 e 8 classificadas em nove classes (Reflorestamento, Água, Dunas, Antrópico Urbano, Áreas Húmidas, Praias, Florestas Nativas, Praias e Dunas com Vegetação, Antrópico Rural) com a plataforma *IMPACT Toolbox* (JRC, 2017) e, posteriormente, corrigidas com o software *QGIS*. O modelo foi calibrado através do algoritmo de Redes Neurais, na adequação da taxa de aprendizagem, máximo de interações, camadas escondidas, *momentum* e alterações da matriz de transição para obter um melhor resultado. Conjuntamente, foram realizados testes para a inclusão das variáveis espaciais, tendo sendo escolhidas a Distância de Estradas e a Distância dos Recursos Hídricos por apresentar melhor relação espacial com as mudanças das classes.

3. Resultados

O resultado do processo de validação, a partir dos anos 2002 e 2009, quando comparado com a cartografia obtida para 2016, mostra cerca de 84.16% de precisão, sendo que alguns desvios, como é o caso das manchas florestais, possam ser explicados pelas campanhas de reflorestação entretanto realizadas (Figura 1).

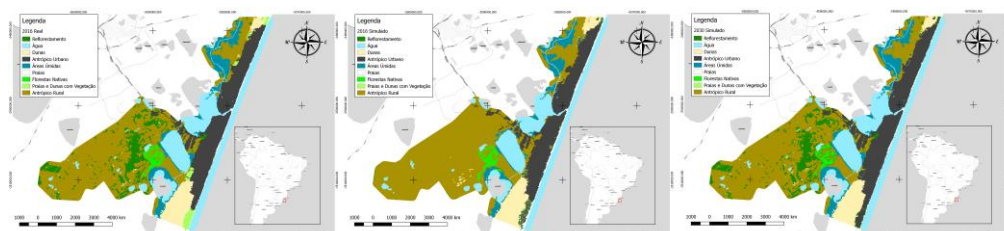


Figura 1. Os mapas mostram, da esquerda para a direita, a cartografia obtida para a cobertura do solo em 2016, a simulação para o mesmo ano e a previsão para 2030.

As projeções para 2030 (Figura 1) mostram que haverá um aumento de cerca de 425 hectares na classe Antrópico Urbano e perdas equivalentes a 80 hectares na classe áreas húmidas. A classe Matas Nativas terá perdas de aproximadamente 30 hectares, enquanto a classe Dunas exhibe perdas de 20 hectares, a classe Praias de 35 hectares e a classe Dunas e Praias Vegetadas terão perdas de 250 hectares. As classes Reflorestamento, Antrópico Rural e Água permanecem sem alterações significativas.

4. Conclusões

A plataforma *MOLUSCE* revelou-se uma ferramenta pertinente na previsão da evolução da cobertura do solo e com potencial para contribuir para a gestão costeira. Entretanto, alguns padrões espaciais de algumas classes consideradas não são bem entendidos pelo modelo, resultando em cenários discutíveis. Os resultados para o ano de 2030 sugerem mudanças na paisagem, como o aumento da área urbana em regiões já na atualidade sobre pressão urbanística e a diminuição de áreas naturais.

Referências

- NextGIS, 2017, *NextGIS*, [Online]. Disponível: <http://nextgis.com/blog/molusce/> [03/02/2017].
- JRC, 2017, Joint Research Centre, [Online]. Disponível: [03/02/2017].

PARAMETERS INFLUENCING OVERWASH HYDRODYNAMICS

Ana Matias⁽¹⁾, Ana Rita Carrasco⁽¹⁾, Carlos Loureiro⁽²⁾, Umberto Andriolo⁽³⁾,
Gerhard Masselink⁽⁴⁾, Marta Guerreiro⁽⁵⁾, André Pacheco⁽¹⁾, Robert McCall⁽⁶⁾,
Óscar Ferreira⁽¹⁾, Theocharis Plomaritis⁽¹⁾

⁽¹⁾ CIMA, Universidade do Algarve, Portugal,
ammatias@ualg.pt, azarcos@ualg.pt, ampacheco@ualg.pt, offerreir@ualg.pt, tplomaritis@ualg.pt

⁽²⁾ Ulster University, Northern Ireland.
c.loureiro@ulster.ac.uk

⁽³⁾ Universidade de Lisboa, Portugal,
andriolo.umberto@libero.it

⁽⁴⁾ Plymouth University, United Kingdom.
g.masselink@plymouth.ac.uk

⁽⁵⁾ Instituto Hidrográfico, Portugal,
martha.guerreiro@hidrografico.pt

⁽⁶⁾ Deltares, The Netherlands.
robert.mccall@deltares.nl

Abstract

Overwash hydrodynamics were measured during a storm event. Data from literature and fieldwork were used to setup a numerical model, using XBeach in non-hydrostatic mode. Different simulations were conducted to assess the influence of several factors on overwash statistics. Nearshore morphology was found to greatly influence overwash. Sediment mean grain-size, and less importantly, lagoon water levels also produce measurable effects.

Keywords: Overwash; XBeach; Storms; Hydrodynamics; Fieldwork dataset.

1. Introduction

Overwash hydrodynamic datasets are mixed in quality and scope, and are hard to obtain due to fieldwork experimental difficulties. The objectives of this work are to present accurate fieldwork data on overwash and to develop a reliable model of overwash hydrodynamics for a low-lying sandy barrier in order to study overwash conditioning factors.

2. Study Area and Field Work

Fieldwork was performed on Barreta Island (Ria Formosa, southern Portugal), during an overwash episode that took place on 13/12/2013. Tides reached 0.9 m above Mean Sea Level (MSL), and storm surge was negligible. Offshore waves had average Hs of 2.5 m and Tp of 11 s. SWAN nearshore wave propagation model (Booij et al., 1999) was used to obtain wave spectral parameters in the nearshore. The episode was monitored with a video camera, pressure transducers and a current-meter. For more than 4 hours, circa 120 shallow (average depth = 0.07 m) and fast (average velocity = 2 ms⁻¹) overwash events occurred. Barrier morphology changed by erosion of the oceanic beach and accumulation on the barrier top.

3. Hydrodynamic Model Setup

This study used the one-dimensional approach of XBeach model of Roelvink et al. (2009) in non-hydrostatic mode. The boundary forcings were parameterized using the available fieldwork measurements (nearshore and barrier profile, wave spectra, tidal levels, and D50).

4. Results and Discussion

The calibrated model over predicts overwash (average of +4 events, each time-step) with better results during the rising-tide. The baseline model was forced to simulate overwash conditions with a different nearshore morphology (measured during surveys between 2012 and 2013), grain-size (coarser and finer), and lagoon water level (0.88 and -0.28 m, MSL). For all tests, overwash average depth and velocity remained relatively similar. Nevertheless, an average decrease of ~30% overwash was obtained due to changes in nearshore morphology (Fig. 1). The coarser and finer grain-size runs produced an 11% difference in overwash, lower on the coarser barrier. Changing lagoon water levels had a reduced effect.

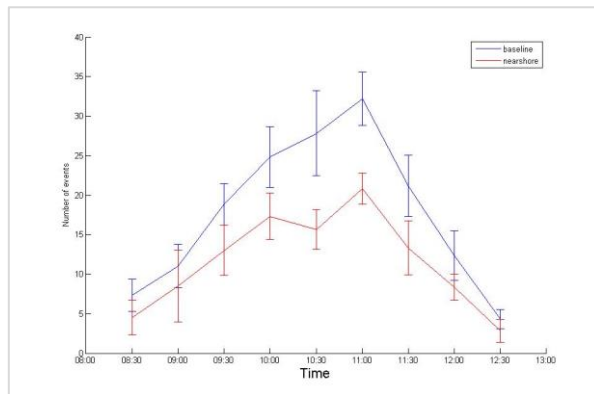


Figure 1. Number of overwash during each time-step for the baseline model and a model with different nearshore morphology.

Acknowledgements

FCT funded this study through EVREST project (PTDC/MAR-EST/1031/2014), A. Matias (IF/00354/2012) and A. Pacheco (IF/00286/2014) contracts, and A.R. Carrasco grant (SFRH/BPD/88485/2012). T. Plomaritis was funded by the EU FP7 project Risc-Kit (RISC-KIT-GA-2013-603458). The authors acknowledge Instituto Hidrográfico for the spectral wave data.

References

- Booij, N., Ris, R.C., Holthuijsen, L.H., 1999, "A Third-Generation Wave Model for Coastal Regions, Part I, Model Description and Validation", *Journal of Geophysical Research*, C4, 104, 7649-7666.
- Roelvink, J.A., et al., 2009. "Modeling Storm Impacts on Beaches, Dunes and Barrier Islands." *Coastal Engineering*, 56, 1133-1152.

MODELAÇÃO DA AGITAÇÃO MARÍTIMA NA REGIÃO DA FIGUEIRA DA FOZ

Caroline Ferreira⁽¹⁾, Paulo A. Silva⁽¹⁾, Sandra Fernández-Fernández ⁽¹⁾, Paulo Baptista⁽²⁾, Tiago Abreu⁽³⁾, Soraia Romão⁽¹⁾, Ángela Fontán-Bouzas⁽¹⁾, Xavier Bertin⁽⁴⁾

⁽¹⁾ Departamento de Física, Universidade de Aveiro, Aveiro, Portugal,
carolineferreira@ua.pt, psilva@ua.pt, sandrafernandez@ua.pt, srmr@ua.pt e abouzas@ua.pt

⁽²⁾ Departamento de Geociências, Universidade de Aveiro, Aveiro, Portugal,
renato.baganha@ua.pt

⁽³⁾ Departamento de Engenharia Civil, Instituto Superior de Engenharia do Porto, Porto, Portugal,
taa@isep.ipp.pt

⁽⁴⁾ Universidade de La Rochelle, França,
xavier.bertin@univ-lr.fr

Resumo

A morfologia da embocadura do porto da Figueira da Foz é determinada pela conjugação de diferentes processos hidrodinâmicos e é caracterizada pela presença de uma barra que coloca em risco a navegabilidade nesta zona. Para compreender os processos físicos associados à formação e desenvolvimento da barra é necessário explorar uma componente de modelação de propagação da agitação marítima e do transporte sedimentar resultante. Este trabalho apresenta a validação da componente de agitação marítima para a região costeira da Figueira da Foz.

Palavras-chave: Costa Oeste Portuguesa; WWIII; SWAN; Delft3D.

1. Introdução

A região costeira da Figueira da Foz é um sistema particular na costa oeste portuguesa, uma vez que a ondulação proveniente dos quadrantes mais frequentes (NNW-WNW) é modificada pela presença do Cabo Mondego o que tem um especial relevo nos mecanismos associados ao transporte sedimentar. A inexistência de medições *in situ* da propagação da agitação marítima junto à costa requer a aplicação de modelos numéricos que têm de ser inicialmente validados.

O presente trabalho tem como objetivo validar os resultados numéricos do modelo Delft3D-WAVE, para o caso de estudo em questão. Este trabalho serve como base para o estudo das características da ondulação na embocadura do porto da Figueira da Foz e das praias adjacentes a norte e a sul.

2. Modelação Numérica - DELFT3D - WAVE

Para a componente da agitação marítima, Delft3D-WAVE, é utilizado o modelo SWAN, sendo que foram desenvolvidos 3 domínios numéricos aninhados. O domínio 1 (Figura 1a) estende-se dos 42°N até 39°N, abarcando toda a Plataforma Continental (10°W), atingindo profundidades de cerca de 4000 metros. O domínio 2 estende-se desde o Furadouro (40.899°N/8.667°W) até Pedra do Ouro (39.703°N/9.051°W), atingindo profundidades de 3000 metros.

O domínio 3 circunda a região da Figueira da Foz, do norte do Cabo Mondego (40.266°N/8.872°W) até a Costa de Lavos (40.090°N/8.878°W), até uma profundidade de 35m. O modelo de propagação de ondas foi forçado com os resultados espectrais do modelo WWIII (Bertin et al., 2013) em diferentes pontos da fronteira aberta do domínio 1, de forma a ter uma melhor representação da agitação marítima.

Para validar os resultados numéricos obtidos nos três domínios (altura significativa, período médio e direção média da onda) foi feita a comparação com dados obtidos *in situ*, extraídos da boia ondógrafo de Leixões (BL- 41°19'00"N/8°59'00"W), bem como das boias do projeto MAST WAVEMOD localizadas a 40°13'00"N/8°55'00"W (WAVEMOD 4040, 19.7m de profundidade) e a 40°15'00"N/9°04'00"W (WAVEMOD 4042, 72m de profundidade) (Barstow e Haug,1994). Na Figura 1 compara-se apenas os valores de H_s calculados e os medidos para a WAVEMOD 4042.

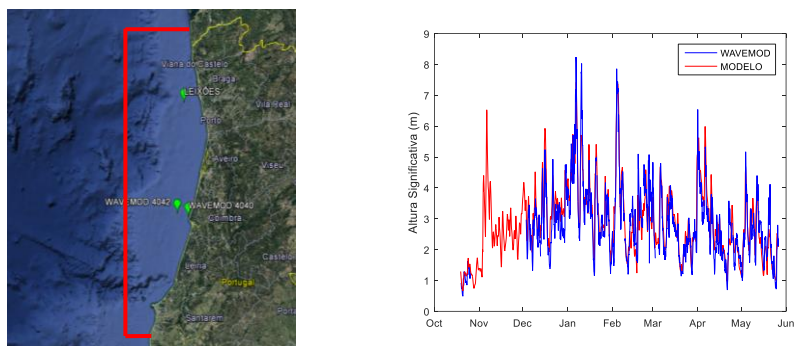


Figura 1. (a) Domínio 1 e localização dos pontos WAVEMOD e da BL;
(b) Altura de onda significativa simulada (a vermelho) e medida (a azul) na boia WAVEMOD 4042(1993-1994).

3. Conclusões

A comparação entre os resultados numéricos do modelo e os observados mostra que o erro quadrático médio para a altura significativa variou entre 0.38 e 0.60m e o coeficiente de correlação entre 0.88 e 0.95. Através desta análise foi possível validar a solução numérica nos domínios computacionais considerados e comprovar que o modelo simula relativamente bem a agitação marítima. Contudo, algumas diferenças podem ser causadas pela ausência do campo de ventos nas simulações. A simulação da agitação marítima na região costeira da Figueira da Foz é determinante para a correta simulação da morfodinâmica da embocadura do porto.

Agradecimentos

Este trabalho desenvolveu-se no âmbito do projeto: “Elaboração do Estudo de cenários de dragagens e locais de deposição de sedimentos na embocadura da barra do porto da Figueira da Foz”, financiado pela APFF, S.A.- Administração do Porto da Figueira da Foz. Os autores agradecem ao Dr. Marc Prevost (CIFREMER, França) a disponibilização dos dados das boias do projeto MAST WAVEMOD.

Referências

- Barstow, S.F., Haug, O., 1994, "Wave Data Collection on the Coast of Portugal in the MAST WAVEMOD Project." Technical Report. 42 p.
- Bertin, X., Prouteau, E. et Letetrel, C., 2013, "A Significant Increase in Wave Height in the North Atlantic Ocean over the 20th Century". Global and Planetary Change 106, 77-83.

SANDBAR EFFECTS ON INFRAGRAVITY WAVE DYNAMICS: A NUMERICAL STUDY

Diogo Mendes^(1,2,3), José P. Pinto⁽²⁾, António A. Pires-Silva⁽¹⁾ and André B. Fortunato⁽³⁾

⁽¹⁾ CERIS, Instituto Superior Técnico, Universidade de Lisboa, Av. Rovisco Pais, 1049-001 Lisbon, Portugal,
ddiogsm@gmail.com; antonio.pires.silva@ist.utl.pt

⁽²⁾ OC, Instituto Hidrográfico, Rua das Trinas, 1249-093 Lisbon, Portugal,
paulo.pinto@hidrografico.pt

⁽³⁾ LNEC, Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Av. do Brasil, 1700-066 Lisbon, Portugal,
afortunato@lnec.pt

Abstract

Numerical simulations with SWASH model were performed for three different barred and non-barred profiles to study the sandbar influence on the IG wave dissipation and the IG wave nonlinear energy transfer across the surf zone. The simulations were analysed with spectral and cross-spectral analyses. The presence of a sandbar enlarged the zone where IG waves received energy through nonlinear energy transfer. This explains the increase in 8% of the maximum IG wave height for a barred profile when compared to a non-barred profile.

Keywords: Infragravity waves; Non-linear energy transfer; SWASH model; Sandbar.

1. Introduction

Most of the nearshore process-based numerical models do not take into account infragravity (IG) wave energy transformations that occur close to the shoreline and are due to non-linear energy transfer to short waves (e.g. Henderson *et al.*, 2006) or IG wave breaking (e.g. De Bakker *et al.*, 2016). These previous studies did not consider in detail the influence that a sandbar might have on previous processes. Here, the influence of a sandbar on these processes across the surf zone was studied.

2. Methods

Simulations were performed with the non-hydrostatic SWASH model for three barred and non-barred beach profiles with a constant slope of 1:80 (NOBAR). The sandbar was added as a discontinuity on the planar profile at a water depth of 3 m and using bar widths of 100 m (BAR) and 200 m (BAR2). The model was forced with a JONSWAP spectrum with a significant wave height of 1.5 m and a peak period of 10 s. The SWASH model was ran for 2 h using a two-layer configuration, along a one-dimensional (cross-shore) profile. Sea-surface elevation and depth-averaged velocity were outputted every 0.25 s on a 5 m grid.

When reflection is weak and in the absence of IG wave breaking, the cross-shore IG energy flux gradient (dF_x) is balanced by the nonlinear energy transfers (W) to and from IG waves frequencies (Henderson *et al.*, 2006). We estimated dF_x and W following Fiedler *et al.* (2015). Cross-spectral estimates had a frequency resolution of 0.0039 Hz and 54 degrees of freedom.

3. Results and Discussion

The sandbar did not influence dF_x and W seaward of the bar crest (Figure 1). Shorewards, there was a positive dF_x followed by a positive W for BAR and BAR2. This positive zone was larger for BAR2 than for BAR. Close to the shoreline, the sandbar did not influence IG wave breaking because negative values of dF_x were similar for the three profiles. The positive zone of W was where IG waves received energy, more likely, from short waves. This can explain the increase of the maximum IG wave height by 8% for BAR2 when compared to NOBAR profile.

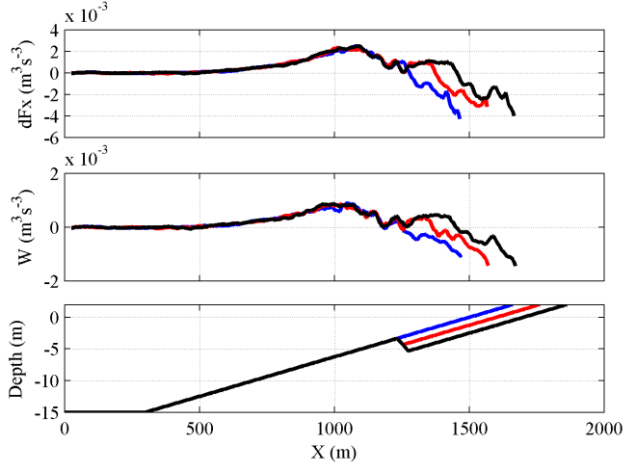


Figure 1. IG wave energy flux gradient (top), nonlinear IG wave energy transfers (middle) and non-barred (blue) and barred (red and black) beach profiles.

4. Conclusion

The sandbar enlarged the width of the zone where IG waves are receiving energy from nonlinear energy interactions. This explained why the maximum IG wave height for the widest barred profile increased by 8% when compared to the non-barred profile.

Acknowledgements

Diogo Mendes acknowledges a PhD fellowship granted by Fundação para a Ciência e Tecnologia, (FCT), the Portuguese funding agency (grant PD/BD/114463/2016).

References

- De Bakker, A. T. M., Tissier, M. F. S., and Ruessink, B. G., 2016, "Beach Steepness Effects on Nonlinear Infragravity-Wave Interactions: A Numerical Study". *Journal of Geophysical Research: Oceans*, 121(1), 554-570.
- Fiedler, J. W., Brodie, K. L., McNinch, J. E., and Guza, R. T., 2015, "Observations of Runup and Energy Flux on a Low-Slope Beach with High-Energy, Long-Period Ocean Swell". *Geophysical Research Letters*, 42(22), 9933-9941.
- Henderson, S. M., Guza, R. T., Elgar, S., Herbers, T. H. C., and Bowen, A. J., 2006, "Nonlinear Generation and Loss of Infragravity Wave Energy". *Journal of Geophysical Research: Oceans*, 111(C12).

INFRAGRAVITY WAVE AMPLIFICATION IN A SMALL BAY

Diogo Mendes^(1,2,3), José P. Pinto⁽²⁾, André B. Fortunato⁽³⁾ and António A. Pires-Silva⁽¹⁾

⁽¹⁾ CERIS, Instituto Superior Técnico, Universidade de Lisboa, Av. Rovisco Pais, 1049-001 Lisbon, Portugal,
ddiogsm@gmail.com; antonio.pires.silva@ist.utl.pt

⁽²⁾ OC, Instituto Hidrográfico, Rua das Trinas, 1249-093 Lisbon, Portugal,
paulo.pinto@hidrografico.pt

⁽³⁾ LNEC, Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Av. do Brasil, 1700-066 Lisbon, Portugal,
afortunato@lnec.pt

Abstract

Near-bottom pressure data recorded in a small bay (Vila Praia de Âncora, Portugal) displayed higher infragravity (IG) wave heights than would be expected from the incident short wave conditions. The numerical model XBeach was applied to understand if the natural resonance frequency of this bay falls within the IG wave frequency band. For a particular location at the inter-tidal zone, the IG wave frequency observed in the measured pressure spectrum coincided with the natural resonance frequency of this bay.

Keywords: Infragravity waves; Natural resonance frequency; XBeach model; Embayed beach.

1. Introduction

Low-frequency sea surface waves with periods between 25 and 250 s are known as infragravity (IG) waves and play an important role close to the shoreline (Guza and Thornton, 1982). Under mild short wave (SW) conditions, the significant IG wave height is around 10% of the significant SW height (e.g. Henderson *et al.*, 2006). The near-bottom pressure measurements collected at Vila Praia de Âncora bay recorded significant IG wave heights up to 25% of the incident significant SW heights, especially at the inter-tidal zone. Here, we hypothesized that the natural resonance frequencies (f_{nat}) of this bay were excited by the incident IG waves, thereby explaining such increase.

2. Methods

The model XBeach was used to determine the natural resonance frequency of Vila Praia de Âncora bay. The wave module was turned off and a low-frequency wave with an amplitude of 0.05 m was imposed along the offshore boundary of the circulation module over a constant tidal level of 2 m. The model was ran for 11 wave frequencies within the range of 0.004 and 0.02 Hz (Figure 1 - bottom). Each simulation lasts for 1800 s and the sea-surface elevation (η) was outputted every 5 s at the location of each instrument i (Figure 1 - top). The amplification factor (A) was used to quantitatively assess f_{nat} and was calculated as follows, where σ is the standard deviation:

$$A_i = \sigma_{\eta}^i / (0.05/\sqrt{2}) \quad [1]$$

3. Results and Discussion

The highest values of the amplification factor corresponded to frequencies between 0.014 and 0.02 Hz (50 – 71 s), for the instruments near the small rip channel, and 0.008 Hz (125 s), for the most shoreward instrument (Figure 1 – top right). This last frequency coincided with the frequencies that were observed in the wave spectrum of that instrument (not shown).

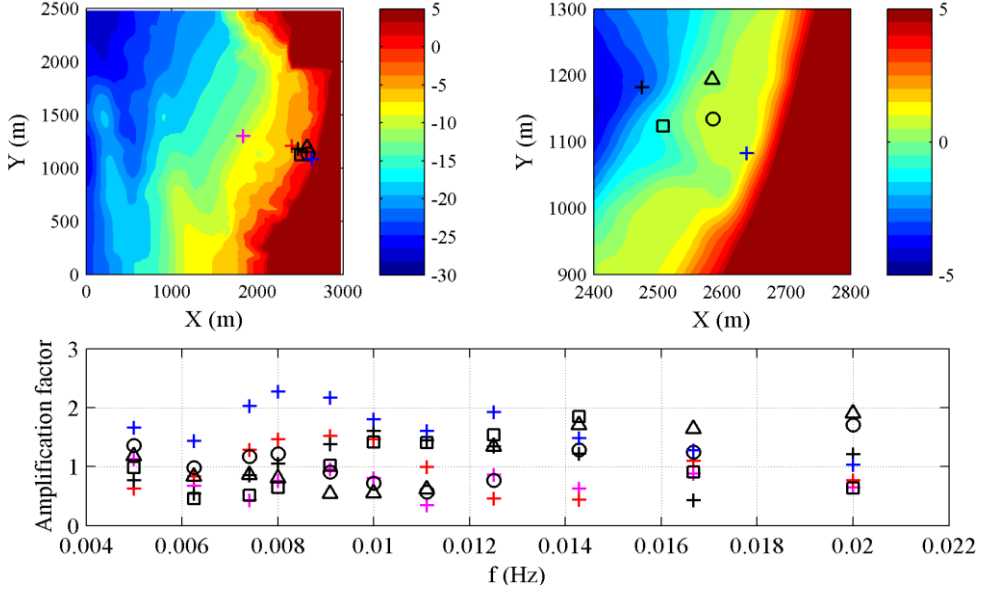


Figure 1. Topo-bathymetry of Vila Praia de Âncora bay (top left) and zoom in over the instrument locations (symbols). Water depths are in meters relative to chart datum. Amplification factor for several frequencies and for each instrument locations, represented by symbols (top right).

4. Conclusion

The natural resonance frequencies of Vila Praia de Âncora bay were estimated based on numerical simulations. At the inter-tidal zone, one of this frequencies matched the most energetic IG wave frequency in the wave spectrum which confirms the increase in the IG wave heights.

Acknowledgements

Diogo Mendes acknowledges a PhD fellowship granted by Fundação para a Ciência e Tecnologia, (FCT), the Portuguese funding agency (grant PD/BD/114463/2016).

References

- Guza, R. T., and Thornton, E. B., 1982, "Swash Oscillations on a Natural Beach". *Journal of Geophysical Research: Oceans*, 87(C1), 483-491.
- Henderson, S. M., Guza, R. T., Elgar, S., Herbers, T. H. C., and Bowen, A. J., 2006, "Nonlinear Generation and Loss of Infragravity Wave Energy". *Journal of Geophysical Research: Oceans*, 111(C12).

HIGH RESOLUTION SIMULATION OF COASTAL CIRCULATION: MARMARA SEA STUDY CASE

João R. Rodrigues ⁽¹⁾, João Ribeiro ⁽¹⁾, Paulo Chambel Leitão ⁽¹⁾ e Adélio Silva ⁽¹⁾

⁽¹⁾ Hidromod, Porto-Salvo, Portugal,

joao.rodrigues@hidromod.com, joao.ribeiro@hidromod.com, paulo.chambel@hidromod.com, adelio@hidromod.com

Abstract

With the goal of simulate the current patterns in a detail way along the Marmara Sea / Istanbul coast a hydrodynamic model was set up using MOHID modelling system. The high resolution model (20 m) was able to capture the main low and high frequency trends for the level and temperature at the Marmara sea scale, while for the salinity, sucessfully reproduced the bibliography halocline. Further studies will be realized to undestand artificial maritime structures effect on the currents dynamic and intensity and coast line evolution.

Keywords: Marmara Sea, MOHID, Downscaling, Coastal circulation.

1. Introduction

This study is centred in the Marmara Sea, a small continental sea located between the Black Sea and the Mediterranean. This system is characterized by a two-layer stratification and two-layer current systems, driven by the density and sea level differences between the adjoining seas (Gerin et al., 2013). The persistence of these two layer structures is due to salinity differences. The low salinity Black Sea waters (~18 PSU) flows into the Marmara Sea through the Bosphorus strait while denser salty Aegean waters (~38.5 PSU) flows into the Sea of Marmara through the Dardanelles strait (Chigiato *et al.*, 2012).

2. Methodology and Data

The open source model MOHID, a three-dimensional water modelling system was implemented. The model validation was based in data from three tidal gauges and satellite data for a period of approximately of 1 month (8th of October to 13th of November of 2016). Additionally, the halocline depth validation was based in data presented in the literature. In the case of salinity, only a qualitative validation was done due to the lack of public available data.

2.1 Data

Publicly available data was used as boundary conditions for the model MOHID implementation and validation. Model bathymetry was based in two data sources: local nautical charts for the project area and EMODnet data. The surface boundary condition was defined based in the GFS (Global Forecast System) with quarter degree spatial resolution every three hours. The open boundary condition was defined adding the CMEMS global solution (low frequency circulation) to the FES2012 global tidal solution (astronomic tide). Model validation were performed using GLOSS tidal gauge and SST MODIS-Aqua remote sensing imagery and average values of the halocline depth in the Marmara Sea publish in the literature.

2.2 Model Implementation

A multi-nesting one-way approach was followed, from a starting grid of 2 Km to a final grid of 20 m. The model surface boundary condition was defined using the GFS atmospheric solution. The bathymetries were built using a composite solution from the EMODnet database and nautical charts. Tide was forced in the oceanic open boundary in the first level.

3. Results and Discussion

The two different water masses are separated by a sharp pycnocline at a depth of roughly 25 m (Beşiktepe *et al.*, 1994). Chigiato *et al.*, 2012 presents field data and model results where the halocline depth in the Marmara Sea is located approximately 25 m depth. The model implemented in the framework of this report reproduced similar halocline depth results. The adopted downscaling methodology allows MOHID to simulate the joint effect of the astronomic tide, atmospheric pressure, density gradient and wind over the sea level, with the model reproducing very accurately tide over three distinct hydrodynamic systems (Figure 1).

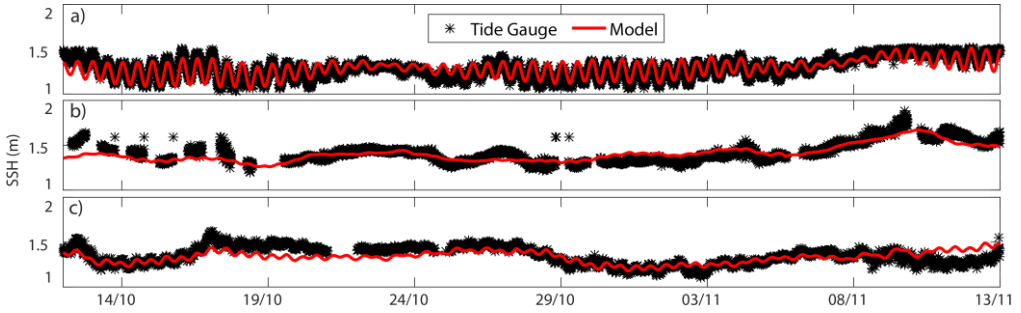


Figure 1. Tide comparisons for the a) Aegean Sea (Gokceada, Turkey), b) Marmara Sea (Ereglisi, Turkey) and Black Sea (Mangalia, Romania) tidal gauge and the model.

Overall deviation of the predicted SST comparatively to the remote sensing show values under 1°C. In spite of the differences, the objective is the accurate spatial variation reproduction.

4. Conclusion

The model implementation for this region was a success, with good validation results allowing developing further studies. As future work, the objective is to study the hydrodynamic effect on coastal line evolution for intense currents near shore.

References

- Beşiktepe, Ş., Sur, H.I., Özsoy, E., Latif, M.A., Oğuz, T., Ünlüata, Ü., 1994, "The Circulation and Hydrography of the Marmara Sea", *Progress in Oceanography*, 34, 285-334.
- Chiggiato, J., Jarosz, E., Book, J.W., Dykes, J., Torrisi, L., Poulain, P.-M., 2012, "Dynamics of the Circulation in the Sea of Marmara: Numerical Modeling Experiments and Observations from the Turkish Straits System Experiment", *Ocean Dynamics*, 62 (1), 139-159.
- Gerin, R., Poulain, P. M., Beşiktepe, Ş. T., & Zanasca, P., 2013, "On the Surface Circulation of the Marmara Sea as Deduced from Drifters", *Turkish Journal of Earth Sciences*, 22(6), 919-930.

MODELLING WAVE PATTERNS FOR THE WEST IBERIAN COAST

Marili Viitak⁽¹⁾, Isabel Iglésias⁽¹⁾, Paulo Avilez-Valente ^(1,2), Ana Bio⁽¹⁾ and Luísa Bastos ^(1,3)

⁽¹⁾ Centro Interdisciplinar de Investigação Marinha e Ambiental, Universidade do Porto, Matosinhos, Portugal,
mviitak@ciimar.up.pt, iiglesias@ciimar.up.pt, anabio@ciimar.up.pt

⁽²⁾ Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto, Porto, Portugal.
pvalente@fe.up.pt

⁽³⁾ Faculdade de Ciências, Universidade do Porto, Porto, Portugal.
lcbastos@fc.up.pt

Abstract

The study aims to implement, configure and validate the SWAN (Simulating Waves Nearshore) wave model in the western coast of the Iberian Peninsula to characterize the wave climate. This can be a useful tool to predict associated coastal risks. Extended nesting techniques are used to transfer wind and wave information into increasingly denser grids. Two weather scenarios, calm and storm conditions, were considered. The model was validated against several sets of wave buoy data revealing overall good agreement for both scenarios.

Keywords: Wave activity; SWAN; Coastal processes and risks; West Iberian Peninsula coast.

1. Introduction

The wave action in coastal zones can generate strong erosive processes. During extreme events, it might induce significant water level rise and hazardous wave conditions, resulting in significant risks to coastal infrastructures, ecosystems and population. The winter of 2013-2014, when several heavy storms reached the Portuguese coast, is an example of this type of events. Waves caused extensive damage to several infrastructures, such as roads and ports (Ruso *et al.*, 2015).

To minimise the risks on vulnerable coastal areas, which are relevant from both the socio-economic and environment aspects, it's necessary to anticipate the impacts of storms in order to increase the resilience of the coast. Hence, there is a need to implement early warning tools based on numerical models that can predict the effects of the storms. Our aim is the implementation and validation of a wave model that can be used as a tool to further understand coastal processes.

In the West Iberian Peninsula two test cases were considered based on the characteristics of the region. An average calm sea condition occurring in mid-June 2015 (01 – 14/06/15) and a winter storm event (27/12/13 – 07/01/14).

2. Methods

In the numerical model SWAN waves are described by the two-dimensional wave action density spectrum (Booij *et al.*, 1999).

The GEBCO and the Instituto Hidrográfico (IH) bathymetries and the ERA-Interim and WRF winds were used in the model. To improve the results at several spatial scales and also to obtain swell information and boundary conditions, a nesting approach was used utilizing five grids with various sizes and resolutions (Fig. 1a).

Model results were validated with data provided by Puertos del Estado and IH (Fig. 1b) wave buoys. To assess the quality of the results statistical analysis was performed for the wave parameters, significant wave height and wave period. Four statistical parameters, the root mean square error, the scatter index, the mean error and correlation coefficient were considered. These results will be presented at the conference.

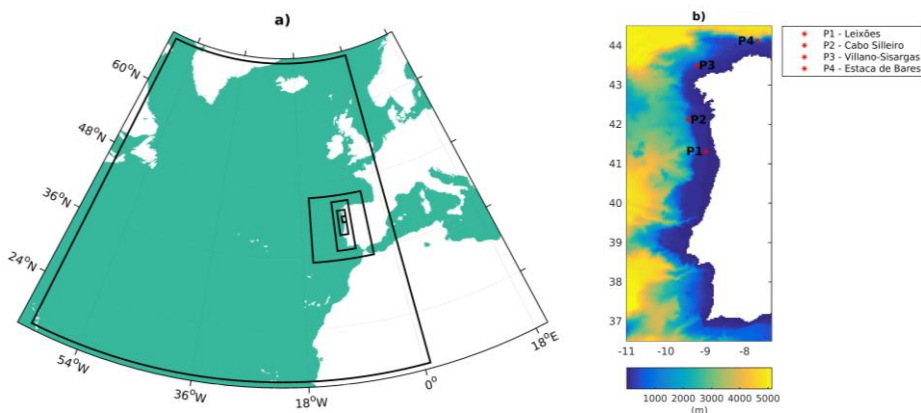


Figure 1. a) Nesting set up and b) buoys locations

3. Results and Conclusions

The method applied to simulate the West Iberian coast sea states with SWAN is generally reliable. It succeeds to predict calm and extreme wave conditions, with relatively good accuracy, depicting the wave field development during storm events. This tool can be very helpful in characterizing the hazardous events, their associated water level rise and potential risks.

Acknowledgments

ECOSERVICES, integrated in the Structured Program of R&D&I INNOVMAR: Innovation and Sustainability in the Management and Exploitation of Marine Resources (NORTE-01-0145-FEDER-000035), funded by the Northern Regional Operational Programme (NORTE2020) through the European Regional Development Fund (ERDF).

References

- Rusu, L., de León, S. P., Soares, C. G., 2015, "Numerical Modelling of the North Atlantic Storms Affecting the West Iberian Coast", *Maritime Technology and Engineering*, Taylor & Francis Group, London, UK, 1365-1370.
- Booij, N., Ris, R.C., Holthuijsen, L.H., 1999, "A Third-Generation Wave Model for Coastal Regions: 1. Model Description and Validation", *J. Geophys. Res.*, 104, C4, 7649-7666.

THE EVREST PROJECT: EVOLUTION AND RESILIENCE OF BARRIER ISLAND SYSTEMS

Ana Matias⁽¹⁾, Katerina Kombiadou⁽¹⁾, Rita Carrasco⁽¹⁾, Óscar Ferreira⁽¹⁾, Susana Costas⁽¹⁾ and
Theocharis Plomaritis⁽¹⁾

⁽¹⁾ Centre for Marine and Environmental Research, University of Algarve, Faro, Portugal,
ammatias@ualg.pt, akompiadou@ualg.pt, azarcos@ualg.pt, offerreir@ualg.pt, scotero@ualg.pt and
tplomaritis@ualg.pt

Abstract

The present paper focusses on the objectives and methodology of the EVREST project regarding the identification of natural mechanisms that promote resilience in barrier island systems, both in oceanfront and backbarrier environments. The study area of the project is the Ria Formosa barrier island system, located in southern Portugal.

Keywords: Resilience; Barrier islands; Dunes; Marshes; Ria Formosa.

1. Introduction

Even though the Ria Formosa barrier system is one of the most extensively studied coastal systems of Portugal, a dedicated analysis and assessment of its resilience has yet to be developed. This is the main aim of the EVREST project, namely to develop a resilience conceptual scheme and indexes that identify coastal barrier environments self-organisation capacity and limits of the system to absorb disturbance. More specifically, the objectives of EVREST include: 1) identification of natural mechanisms that promote resilience in oceanfront and backbarrier environments, 2) quantification of evolutionary rates in response to several coastal change drivers and 3) evaluation of scenarios of barrier system evolution based on numerical modelling simulations.

2. Fundamentals and Methods

The resilience of a complex system, such as Ria Formosa, can be defined as its capacity to absorb disturbances or shocks, re-organize and adapt to change while retaining its structure, identity and feedbacks (Folke, 2006). Theories of complex systems view them as process-dependent systems with feedbacks among multiple scales that allow them to self-organize (Figure 1a). As elaborated in the concept of *panarchy* (Gunderson and Holling, 2002), resilience studies seek to investigate the interaction between longer term, slow changes and drivers of change (e.g. climate change) and rapid ones (e.g. storms). Thus, to assess the resilience of Ria Formosa, the system will be analysed as a nested set of adaptive cycles, dividing subsystems according to their spatial and temporal scales, while accounting for the connections between the cycles in conditions of change (Figure 1a). These cross-scale connections, termed '*revolt*' and '*remember*' by Gunderson and Holling (2002), correspond to the impact that a collapsing level (Ω phase) can have on the next larger and slower one and to the influence that the conservation (K) phase can have to the renewal of a level, by drawing on potential accumulated and stored in a larger, slower cycle.

Examples of potential interactions between drivers promoting change and the related impacts on different aspects of Ria Formosa are presented in Figure 1b, referring to distinct temporal and spatial scales. The EVREST project focusses on four geomorphological environments: a) barrier islands (Cabanas/Cacela Island), b) dunes (Barreta Island), c) salt marshes (Culatra Island) and d) pristine stable zones (Tavira Island). The data utilised to this aim include vertical aerial photographs, bathymetric and topographic maps, high-resolution LIDAR-based terrain models, tidal gauge, wave buoy and wave hindcast time-series, as well as results reported in literature.

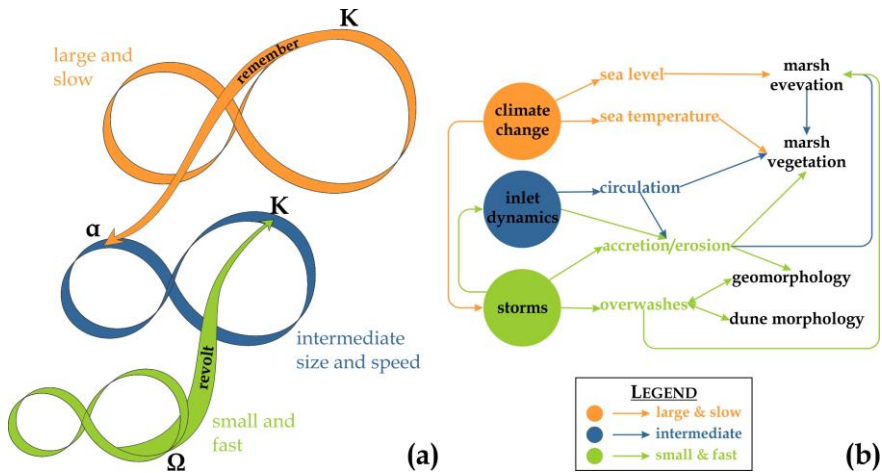


Figure 1. Schematic representations of: (a) a *panarchy* consisting of a nested set of adaptive cycles [modified after Gunderson and Holling, 2002] and (b) driver-impact links in Ria Formosa.

3. Conclusions

Aim of the paper is to present the general objectives and methodology of the EVREST project. EVREST aspires to determine the medium and long-term resilience of the complex Ria Formosa barrier island system, assessment that will be performed for the first time, based on the most complete and accurate representation of the eco-geomorphological system and utilizing all available data sources.

Acknowledgements

The EVREST project (PTDC/MAR-EST/1031/2014) is funded by FCT, Portugal. A. Matias was supported by the contract IF/00354/2012 and A.R. Carrasco was supported by the grant SFRH/BPD/88485/2012, both funded by FCT.

References

- Gunderson L.H. & Holling C.S., 2002, "Panarchy : Understanding Transformations in Human and Natural Systems", Washington DC, Island Press. ISBN 1-55963-856-7.
- Folke C., 2006. "Resilience: The Emergence of a Perspective for Social-Ecological Systems Analyses", *Global Environmental Change*, 16, 3, 253–267.

BINGO: BRINGING INNOVATION INTO ONGOING WATER MANAGEMENT. O CASO DE ESTUDO DO ESTUÁRIO DO TEJO

André B. Fortunato⁽¹⁾, Marta Rodrigues⁽¹⁾ e Paula Freire⁽¹⁾

⁽¹⁾ Núcleo de Estuários e Zonas Costeiras, Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Lisboa, Portugal,
afortunato@lnec.pt, mfr Rodrigues@lnec.pt, pfreire@lnec.pt

Resumo

O projeto BINGO (www.projectbingo.eu) visa ajudar os gestores da água e decisores afetados pelas alterações climáticas a melhor lidar com as projeções climáticas, em particular no que se refere a secas e cheias. Está organizado em torno de seis casos de estudo em diferentes países (Alemanha, Chipre, Espanha, Holanda, Noruega e Portugal), incluindo o trecho inferior do rio Tejo e o seu estuário. Descrevem-se os principais objetivos do projeto para este caso de estudo e apresentam-se resultados preliminares.

Palavras Chave: Estuário do Tejo; Modelação numérica; Inundação; Intrusão salina; Alterações climáticas.

1. Introdução e Objetivos

A necessidade de adaptação às alterações climáticas é particularmente sentida no sector da água. Coordenado pelo LNEC, o projeto BINGO (Figura 1) foca-se nas alterações a curto prazo (década de 2015-2024) e, mais especificamente, naquelas que resultam em cheias e secas severas.

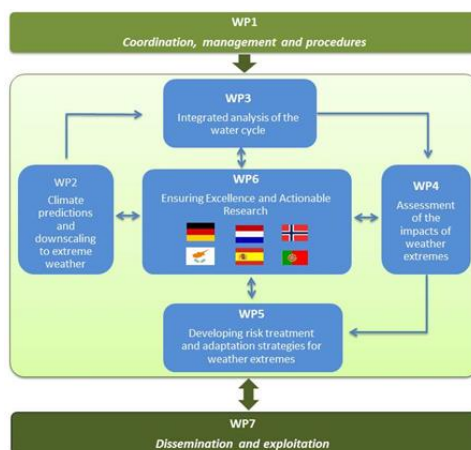


Figura 1. Estrutura do projeto BINGO.

Para tal são feitos *downscalings* de previsões climáticas para a próxima década em todos os casos de estudo (WP2). O efeito destes cenários climáticos em cada caso de estudo é analisado através de modelos hidráulicos e hidrológicos apropriados (WP3). Por exemplo, o modelo SCHISM (Zhang *et al.*, 2016) é usado para estudar as inundações e a intrusão salina no estuário do Tejo em cenários extremos.

Estes resultados permitem avaliar os impactos destes eventos extremos em atividades econômicas, tais como a agricultura ou a distribuição de água (WP4). Estratégias de tratamento do risco e adaptação a eventos extremos são depois desenvolvidas (WP5). Para garantir que os resultados da investigação produzida são efetivamente úteis e utilizados pelos *end-users*, vários *workshops* são conduzidos entre estes e os investigadores (WP6).

2. Abordagem e Resultados Preliminares

No caso de estudo do estuário do Tejo, durante a fase inicial do projeto, foram recolhidos e tratados dados de campo (incluindo de duas estações online), e desenvolvidos e validados modelos numéricos. Especificamente, desenvolveu-se um modelo hidrodinâmico barotrópico 2D acoplado a um modelo de agitação marítima para estudar a inundação das margens e um modelo hidrodinâmico 3D baroclínico para estudar a intrusão salina.

A simulação da tempestade mais grave do século XX no estuário do Tejo (o ciclone de 1941) permitiu caracterizar situações de inundações extremas (Figura 2a) e compreender a importância relativa dos diferentes processos físicos nos níveis extremos (Fortunato *et al.*, em revisão). Mostrou-se por exemplo que a combinação de uma tempestade extrema com uma maré muito viva conduz ao galgamento de diques e   inundação de 400 km  de terreno agrícola na zona superior do estuário.

Foi também realizada uma análise preliminar da evolução da salinidade no estuário do Tejo, considerando diferentes cenários de subida do nível médio do mar e de caudal fluvial (Figura 2b, Rodrigues *et al.*, 2016). Os resultados mostram a possibilidade de a tomada de água da Lezíria Grande de Vila Franca de Xira ser atingida por valores de salinidade superiores aos admissíveis para rega, um problema que se agravar  com a subida do nível médio do mar.

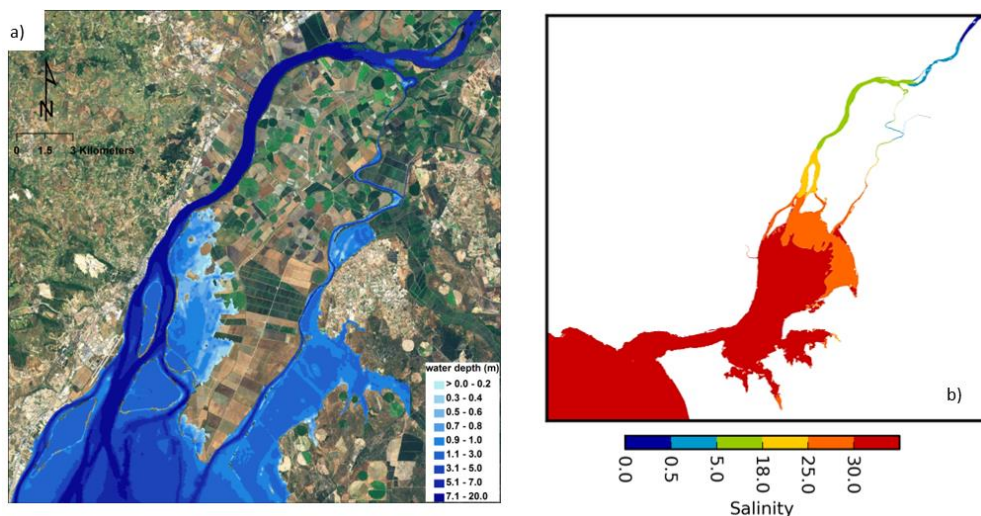


Figura 1. Resultados preliminares: a) inundação da lez ria do Tejo para uma tempestade extrema (Fortunato *et al.*, submetido); b) caracterização da salinidade baseada no sistema de Veneza para um cenário de seca e o nível médio do mar atual

3. Considerações Finais

Após cerca de um ano e meio de duração, o projeto BINGO teve já resultados significativos. Salientam-se os seguintes:

- Desenvolveu-se um conjunto significativo de cenários climáticos futuros, a pequena escala, para todos os casos de estudo;
- Desenvolveu-se e validou-se um modelo que permite determinar os níveis extremos no estuário do Tejo com uma precisão da ordem do decímetro;
- Determinaram-se os agentes forçadores responsáveis pela inundação das margens estuarinas;
- Desenvolveu-se um modelo hidrodinâmico baroclínico capaz de reproduzir adequadamente a estratificação no estuário e a intrusão salina em situação de seca;
- Caracterizou-se a intrusão salina em função do caudal e da amplitude de maré;
- Estimulou-se uma interação profícua entre investigadores e end-users através de workshops dedicados.

Agradecimentos

O projeto BINGO é financiado pelo Programa H2020 da Comissão Europeia sob o contrato n.º 641739. A segunda autora é co-financiada pela FCT através da bolsa SFRH/BPD/87512/2012.

Referências

- Fortunato AB, Freire P, Bertin X, Rodrigues M, Ferreira J, Liberato MLR, em revisão, "A Numerical Study of the February 15, 1941 Storm in the Tagus Estuary", *Continental Shelf Research*.
- Rodrigues M, Fortunato AB, Freire P, 2016, "Salinity Evolution in the Tagus Estuary Relative to Climate Change", *Atas das 4^{as} Jornadas de Engenharia Hidrográfica* (Lisboa, Portugal), 179-181.
- Zhang YJ, Ye F, Stanev EV, Grashorn S., 2016, "Seamless Cross-Scale Modeling with SCHISM", *Ocean Modelling*, 102: 64-81.

UBEST: COMPREENSÃO DA CAPACIDADE DE REGULAÇÃO BIOGEOQUÍMICA DOS ESTUÁRIOS NUM CONTEXTO DE ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS E DAS FONTES ANTROPOGÉNICAS

Marta Rodrigues⁽¹⁾, Alexandra Cravo⁽²⁾, André B. Fortunato⁽¹⁾, Anabela Oliveira⁽¹⁾, José Jacob⁽²⁾,
Ricardo Martins⁽¹⁾, João Rogeiro⁽¹⁾, Alberto Azevedo⁽¹⁾ e Alexandra Rosa⁽²⁾

⁽¹⁾ Departamento de Hidráulica e Ambiente, Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Lisboa, Portugal,
mfrodrigues@lnec.pt, afortunato@lnec.pt, aoliveira@lnec.pt, rjmartins@lnec.pt, jrogeiro@lnec.pt, aazevedo@lnec.pt

⁽²⁾ Centro de Investigação Marinha e Ambiental, Universidade do Algarve, Faro, Portugal,
acravo@ualg.pt, jjacob@ualg.pt, airosa@ualg.pt

Resumo

O projeto UBEST visa melhorar a compreensão global da capacidade de regulação biogeoquímica dos estuários e da sua vulnerabilidade face a cenários de alterações climáticas e de pressões antropogénicas, de forma a apoiar a gestão efectiva a curto e a longo prazo destes sistemas. Este objetivo será alcançado através da implementação de "observatórios", que integram os resultados de modelos numéricos e dados de campo. De modo a promover a generalização das conclusões, serão considerados dois casos de estudo com características muito distintas: o estuário do Tejo e a Ria Formosa.

Palavras-chave: Estuário; Modelação numérica; Observações; Hidrodinâmica; Dinâmica biogeoquímica.

1. Introdução

Os estuários estão entre os ecossistemas mais produtivos do planeta e fornecem múltiplos serviços de elevada importância (e.g. Barbier *et al.*, 2011). Ecologicamente, suportam diversas espécies e protegem a zona costeira adjacente do aumento das cargas de nutrientes e de outros contaminantes. Simultaneamente sustentam diversas actividades humanas (e.g. pesca, turismo), proporcionando resiliência económica às comunidades costeiras e protegendo-as de riscos naturais.

No entanto, o crescimento previsto das actividades humanas nos estuários, conjuntamente com as alterações climáticas, podem aumentar as pressões nos sistemas estuarinos e alterar a dinâmica dos seus ecossistemas (e.g. Rabalais *et al.*, 2009; Statham, 2012).

O projeto UBEST - Compreensão da capacidade de regulação biogeoquímica dos estuários num contexto de alterações climáticas e das fontes antropogénicas (<http://ubest.lnec.pt>) visa melhorar a compreensão global da capacidade de regulação biogeoquímica dos estuários e da sua vulnerabilidade face a cenários de alterações climáticas e de pressões antropogénicas. Este objetivo será alcançado através da implementação de ferramentas emergentes de apoio à gestão, os "observatórios" (Batista, 2006), que integram resultados de modelos numéricos e observações.

2. Objetivos e Metodologia

Os objetivos do projeto UBEST são: i) a implementação de uma rede de monitorização de parâmetros biológicos e químicos, que incluirá uma estação de monitorização em tempo real e um conjunto de estações convencionais; ii) a implementação/melhoria e validação de um modelo acoplado hidrodinâmico-biogeoquímico, baseado em processos, em cada sistema; iii) a quantificação da capacidade de regulação biogeoquímica de cada estuário para a situação presente e para cenários de subida do nível médio do mar, e de alterações nos regimes hidrológicos, na temperatura do ar e nas cargas de nutrientes; iv) a avaliação das características físicas e tróficas dos dois estuários, com base em métricas de classificação globais, e a sua comparação com outros estuários mundiais. Para atingir os objetivos propostos, o projeto UBEST desenvolver-se-á em seis tarefas principais e serão considerados dois casos de estudo com características muito distintas: o estuário do Tejo e a Ria Formosa (Figura 1).

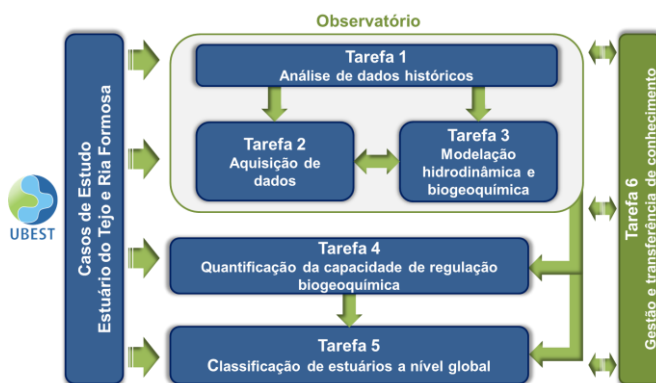


Figura 1. Plano de trabalhos do projeto UBEST.

3. Considerações Finais

O projeto UBEST contribuirá para melhorar a gestão a curto e longo prazo de estuários e sistemas costeiros através do desenvolvimento de uma plataforma WebSIG customizável e integradora, que dará acesso a observações históricas e em tempo real, previsões em tempo real e cenários futuros, e permitirá melhorar a compreensão dos processos físicos e biogeoquímicos nestes sistemas. Contribuirá também para posicionar o estuário do Tejo e a Ria Formosa em termos globais, relativamente ao seu estado físico e trófico e permitirá obter informação para o desenvolvimento de sistemas de classificação baseados em características biogeoquímicas.

Agradecimentos

O projeto UBEST - PTDC/AAG-MAA/6899/2014 é financiado pela FCT. A primeira autora é co-financiada pela FCT através da bolsa SFRH/BPD/87512/2012.

Referências

Baptista AM, 2006, "CORIE: the first Decade of a Coastal-Margin Collaborative Observatory. Oceans'06", MTS/ IEEE, Boston, MA.

- Barbier EB, Hacker SD, Kennedy C, Koch EW, Stier AC, Silliman BR, 2011, "The Value of Estuarine and Coastal Ecosystem Services", *Ecological Monographs* 2011, 81(2), 169-193.
- Rabalais NN, Turner RE, Díaz RJ, Justić D, 2009 "Global Change and Eutrophication of Coastal Waters", *ICES Journal of Marine Science*, 66, 1528-1537.
- Statham PJ, 2012. "Nutrients in estuaries — An Overview and the Potential Impacts of Climate Change", *Science of Total Environment*, 434, 213-227.

MODELLING FLOODS IN ESTUARIES. FROM THE HAZARD TO THE CRITICAL MANAGEMENT

Paula Freire⁽¹⁾, Alexandre O. Tavares⁽²⁾, André B. Fortunato⁽¹⁾, Luís Sá⁽³⁾, Anabela Oliveira⁽¹⁾,
Pedro P. Santos⁽²⁾, Ana Rilo^(1,4), Maria Adriana Cardoso⁽¹⁾

⁽¹⁾ *Hydraulics and Environmental Department, National Civil Engineering Laboratory, Lisbon, Portugal,
pfreire@lnec.pt, afortunato@lnec.pt, aoliveira@lnec.pt, arilo@lnec.pt, macardoso@lnec.pt*

⁽²⁾ *Centre for Social Studies of the University of Coimbra, Coimbra, Portugal,
atavares@ci.uc.pt, pedrosantos@ces.uc.pt*

⁽³⁾ *National Authority for Civil Protection, Carnaxide, Portugal,
luis.sa@prociv.pt*

⁽⁴⁾ *RISKam, CEG, Institute of Geography and Spatial Planning, Universidade de Lisboa, Lisbon, Portugal*

Abstract

Due to the extensive occupation of their adjacent low-lying areas, estuaries are among the coastal systems where flood risk is higher. The project MOLINES developed an innovative approach to support flood risk management in estuaries. The outcomes include the definition of a new decision-making supporting framework and a WebGIS platform providing an innovative early-warning system.

Keywords: Estuarine flooding; Territorial vulnerability; Extreme events; Early-warning; Risk management.

1. Introduction

In the context of the sea level rise predictions, floods in estuarine lowland areas are becoming a general concern. The scientific community is asked to present validated tools to support territorial and emergency management, as reflected in the European Floods Directive. The project *MOLINES*¹ aimed to improve the understanding of floods in estuaries, to develop an integrated approach for risk assessment and to deliver supporting tools for managing flood risk in estuaries. The main results of the project are summarized below.

2. Methodological Approach and Study Area

The main challenge of the project was to consider different spatial scales of analysis (regional, municipal and local) and the integration of strategies and approaches that are normally used independently in flood risk analysis. The Tagus estuary (Portugal) was chosen as case study, in which the Seixal Municipality and the urban drainage catchment of Dafundo were the testbeds for detailed analyses. The analysis of historical information supported and validated the hazard assessments based on numerical modelling, for different scenarios.

¹*Modelling floods in estuaries. From the hazard to the critical management*, funded by the Portuguese Foundation for Science and Technology (FCT-PTDC/AAG-AA/2811/2012)

Territorial vulnerability, exposed elements and risk assessments allowed the identification of the locations with the highest risk of flooding.

3. Main Achievements

A new decision-making supporting framework was constructed for the high risk areas, considering two dimensions of the flood risk management: 1) the emergency planning and response to floods, based on a real-time forecast and an early-warning system; 2) the territorial planning instruments based on potential flooding areas for different climate scenarios. A dedicated WebGIS platform integrates the results and provides an early-warning system for the locations with highest risk of flooding (Figure 1, Gomes *et al.*, 2017). Some of the specific achievements of the project are: a regional geodatabase of estuarine flood occurrences (Rilo *et al.*, 2015); territorial vulnerability assessments for different spatial scales (Tavares, *et al.*, 2015); maps of extreme water levels in the Tagus estuary (Guerreiro *et al.*, 2015) and in the urban catchment surface (Cardoso *et al.*, 2015), for different climate scenarios and return periods; risk assessment for different climate scenarios (Santos *et al.*, 2015); emergency planning guidelines for preparedness and emergency response, and land-use and occupation adaptation actions to flooding and future sea-level rise (Freire *et al.*, 2016); flood Risk Management Guidelines for Actors, listing the best practices and existing tools for the management of floods.

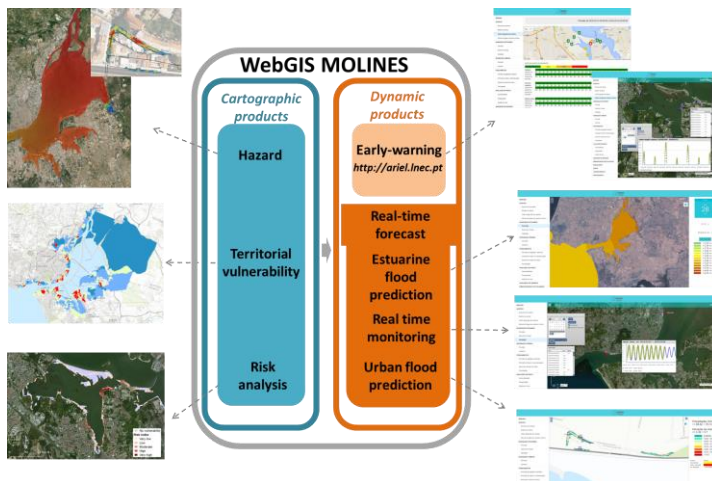


Figure 1. WebGIS platform of the MOLINES project.

References

- Cardoso M. A. , Almeida M. C. *et al.*, 2015, "Integrated Modelling of Urban Drainage in Estuarine Areas: Flooding Assessment for Climatic Scenarios". *10th National Congress of Water Utilities*, ENEG 2015, Porto, Portugal, 1-4 December.
- Freire, P., Tavares, A., Sá, L., Oliveira, A., Fortunato, A., dos Santos, P., Rilo, A., Gomes J. L., Rogeiro, J., Pablo, R., Pinto, P., 2016, "A Local Scale Approach to Estuarine Flood Risk Management", *Nat Hazards*, 84 (3): 1705-1739.
- Gomes J. L., Jesus G. *et al.*, 2017. "An Innovative Platform for Flood Risk Management, Advances in Network Systems, Advances in Intelligent Systems and Computing", 461, 271-231.
- Guerreiro M., Fortunato, A. B. *et al.*, 2015, "Evolution of the Hydrodynamics of the Tagus Estuary (Portugal) in the 21st Century", *Revista de Gestão Costeira Integrada* 15/1: 65-80.

- Rilo, A., Freire, P. et al., 2015, "Historical Flood Events in the Tagus Estuary: Contribution to Risk Assessment and Management Tools". *Safety and Reliability of Complex Engineered Systems*, Podofillini et al. (Eds) 2015, Taylor & Francis Group, London: 4281-4286.
- Santos, P. P., Tavares, A. O. et al., 2015, "Territorial Vulnerability to Flooding in an Estuarine Area: Challenges Valuing the Structural and Societal Local Ensemble". In: *Safety and Reliability of Complex Engineered Systems*, Podofillini et al. (Eds) 2015, Taylor & Francis Group, London: 4273-4280.
- Tavares A. O., Santos. P. P. et al., 2015, "Flooding Hazard in the Tagus Estuarine Area: The Challenge of Scale in Vulnerability Assessment". *Environ Sci Policy* 51 (2015): 238-255.

COASTAL WATERS RESEARCH SYNERGY FRAMEWORK (Co-ReSyF): PROJECT OVERVIEW AND SAR-BATHYMETRY ESTIMATION

Francisco Sancho⁽¹⁾, Alberto Azevedo⁽¹⁾, José P. Pinto⁽²⁾ e Luísa Lamas⁽²⁾

⁽¹⁾ *Departamento de Hidráulica e Ambiente, Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Lisboa, Portugal,
fsancho@lnec.pt; aazevedo@lnec.pt*

⁽²⁾ *Divisão de Oceanografia, Instituto Hidrográfico, Lisboa, Portugal,
paulo.pinto@hidrografico.pt; luisa.lamas@hidrografico.pt*

Abstract

This paper presents the Coastal waters Research Synergy Framework (Co-ReSyF) project, which aims at developing a framework (cloud platform) that simplifies the incorporation of EO data into coastal research, and eases and supports diverse applications by coastal experts. It is further detailed one of the applications to estimate the coastal bathymetry from SAR-imagery.

Keywords: Earth Observation; Synthetic Aperture Radar; Bathymetry; Satellite Image.

1. Introduction

Coastal areas are exposed and subject to several natural risks, and represent a region where the majority of the world's population, infrastructures and economic activities are concentrated. Consequently, the National Authorities frequently highlight the need to monitor the coastline and the coastal zone bathymetry. Simultaneously, Earth observation from space has become a preferred method for the monitoring of extensive coastal areas. Its low cost (per unit area) can be highly rewarding when compared with traditional methods such as aerial photography or in situ surveys. Moreover, in highly energetic sandy coasts, the underwater morphology can change significantly at storm timescales, compatible to satellite revisiting periods.

2. Co-ReSyF Project Overview

The Co-ReSyF (Coastal waters Research Synergy Framework) aims to facilitate access to Earth Observation (EO) data and various processing tools by the coastal and oceanic research community, towards the future provision of services based on EO data. Co-ReSyF will deliver a (computational, on-line, web-based) platform supporting the development and use of applications, tailored ultimately to sustain and monitor economic and social coastal activities (e.g. fisheries, harbour operations, ship traffic monitoring, oil spill detection). This platform, based on cloud computing to maximise processing effort and task orchestration, will allow combined data accessing, processing, visualisation and output, all in one place (figure 1).

A set of coastal Research Applications (RA) are being implemented within the Co-ReSyF platform during the setup of it, namely: bathymetry determination from SAR Images; bathymetry determination, benthic habitat classification and water quality from optical sensors; vessel and oil spill detection; hyper-temporal optical data analysis; and ocean coastal altimetry. An open call to the scientific community outside the project has also been conducted, in order to allow for other applications to be developed and enhance the platform usage.

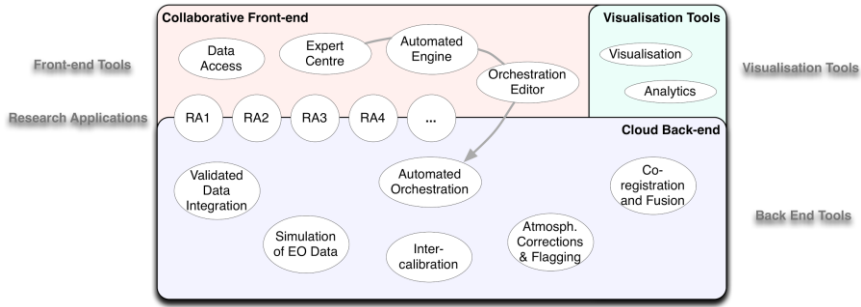


Figure 1. Diagram showing the various components and their interdependence within the Co-ReSyF project (credits to Deimos Engenharia, S.A.).

3. SAR-Bathymetry Application

The SAR-bathymetry application aims at deriving coastal bathymetry from SAR satellite data. The application is based on the detection of the swell wave pattern (wave crests and troughs) in SAR images (Fig. 2a) that, by means of image-spatial mathematical transformations (e.g., FFT), enable the detection of the local ocean wavelength. Presently, the method uses the linear dispersion relationship to relate the (peak) wavelength with the underneath water depth (Fig. 2b). This step also makes use of wave period estimates, determined from in-situ and/or model-hindcast data. The output of the algorithm consists in a DEM (Digital Elevation Model) for the target area, and/or a geo-referenced map with bathymetric contours computed from the DEM.

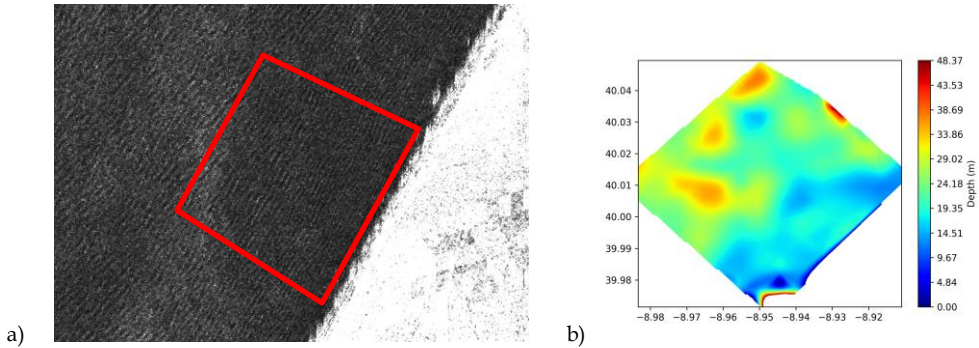


Figure 2. a) Example of a Sentinel-1 SAR-image for a selected area, south of Figueira da Foz; b) Estimated depth for the selected region at the left.

Acknowledgments

The Co-ReSyF project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement No 687289. The authors acknowledge the Korean Aerospace Research Institute (KARI) and SI Imaging Services (SIIS) for providing KOMPSAT-5 images.

RISC-KIT: COASTAL RISK ASSESSMENT TOOLS

Óscar Ferreira⁽¹⁾ e Ap van Dongeren⁽²⁾

⁽¹⁾ Centro de Investigação Marinha e Ambiental, Universidade do Algarve, Faro, Portugal,
oferreir@ualg.pt

⁽²⁾ Department of Marine and Coastal Systems, Deltares, Delft, The Netherlands
ap.vandongeren@deltares.nl

Abstract

RISC-KIT (www.RISC-KIT.eu) is a project dedicated to provide assessment and management tools towards coastal risks, to be used by the coastal community (scientists, technicians, managers). This work presents two of the developed tools. The CRAF (Coastal Risk Assessment Framework) with two goals: i) hotspot identification at regional scale (~100 km), and ii) risk evaluation and ranking within selected hotspots. An early warning system coupled with a decision support system (EWS/DSS) with two main uses: i) as an assessment tool to evaluate potential hazards and disaster risk reduction measures before an event and ii) as an Early Warning System prior to a storm event.

Keywords: Risk; Tools; Erosion; Overwash.

1. Introduction

Storms impacting coastal areas are responsible for severe hazards (e.g. overwash, inundation, erosion), which can lead to the destruction of goods and loss of life. Detailed assessment of risk at coastal regions and evaluation of disaster risk reduction (DRR) measures is still rarely performed. The above results mainly from the lack of integrated, easily available and ready-to-use tools to perform coastal risk assessments. The development of tools to identify areas prone to coastal risk is therefore important in order to prevent or mitigate disasters, promote early warnings and decide the best management options. The main goal of the RISC-KIT project is to provide such tools to the coastal community. Among the developed tools two are devoted to assess the storm-induced risk and have been applied on 10 different European coastlines: the Coastal Risk Assessment Framework (CRAF) and an early warning system coupled with a decision support system (EWS/DSS). The main goal of this paper is to present these tools and to provide insights from their use at ten case studies covering the European regional seas.

2. RISC-KIT Assessment Tools

CRAF has two goals: i) hotspot identification at regional scale ii) risk evaluation and ranking within selected hotspots. It is applied at a regional scale (order of ~100 km), and uses simplified approaches based on simple models and on a screening process to identify and rank hotspots on the order of ~1km. The CRAF provides two levels of analysis (2 phases). Phase 1 (CRAF 1) is a coastal-index approach to identify potential hotspots. Phase 2 (CRAF 2) utilises a suite of more complex modelling processes to rank hotspots and to select the most-at-risk hotspots.

The EWS/DSS is applied at the hotspot level and makes use of complex-modelling techniques (2DH process-based, multi-hazard, 2DH flooding model, Bayesian Network analysis) to: i) assess potential hazards and the effectiveness of DRR measures well before an event and ii) as an Early Warning System prior to a storm event. The demand in terms of data, time and resources is subsequently greater than that for the CRAF. This is organized using the following structure: data import from external sources (i.e. NOAA GFS, local meteorology, measurement stations); data processing; model runs (WaveWatchIII, Delft3D, Telemac, XBeach); data post-processing; and export to external processes (Bayesian network and web viewer).

3. Summary of Tools Application

CRAF Phase 1 identified potential hotspots at ten European case studies. It was relatively simple and quick to apply at the regional scale. The approach is adaptable to the input data characteristics. The hazard indicator is based on a probabilistic description of the considered hazards, which implies the use of long-term datasets. CRAF 1 uses simple approaches, formulations, databases, and indicators. However, it correctly highlighted the majority of hotspots existing at the study sites, and a positive validation was achieved for all assessed hazards. CRAF 2 has been applied to assess and rank hotspots identified in CRAF 1. CRAF 2 risk analysis was done by jointly performing a hazard assessment using multi-hazard process-based models, and an impact evaluation. The ranking was obtained through the use of a multi criteria analysis to weight varying impact parameters (household displacement, household financial recovery, regional business disruption, business financial recovery, risk to life, regional utilities service disruption, and regional transport service disruption). Difficulties and uncertainties on the application of CRAF2 were mainly related to the lack of available socio-economic data (namely “regional business disruption” and “household displacement”). Overall, even taking into consideration these limitations, the method proved to be robust in a wide range of applications.

The developed EWS/DSS systems included a model train to compute local hazard intensities by downscaling storm events and to assess the effectiveness of hazard-influencing DRR measures at the hotspot scale. Each EWS/DSS contains a Bayesian Network (BN) used to predict the impact of storms. The BN replaces the computationally-expensive high-resolution hazard models with an instantaneous prediction of local hazards and impacts. The EWS/DSS were used to evaluate how effective a DRR measure or a combination of measures will be in reducing the impact of storm events. The main limitation for a more extensive and accurate assessment of the method was the lack of high quality hazard and impact measurements to validate the EWS/DSS.

Acknowledgments

This work was supported by the European Community's 7th Framework Programme through the grant to RISC-KIT (“Resilience-increasing Strategies for Coasts – Toolkit”), contract no. 603458, and by contributions by the partner institutes.

AVALIAÇÃO DA HIDRODINÂMICA E DOS NÍVEIS DE GALGAMENTO NA PRAIA DO FURADOURO. ANÁLISE COMPARATIVA DA SITUAÇÃO ATUAL E COM A CONSTRUÇÃO DE QUEBRAMARES DESTACADOS

Ana Rita Martins⁽¹⁾, Conceição Juana Fortes⁽²⁾, Francisco Taveira-Pinto⁽³⁾, Pedro Poseiro⁽⁴⁾
e Maria Teresa Reis⁽⁵⁾

⁽¹⁾ Elemento Finito, Porto, Portugal,
rita.martins99@gmail.com

⁽²⁾ Departamento de Hidráulica e Ambiente, Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Lisboa, Portugal,
jfortes@lnec.pt

⁽³⁾ Departamento de Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, Portugal,
fpinto@fe.up.pt

⁽⁴⁾ Departamento de Hidráulica e Ambiente, Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Lisboa, Portugal,
pposeiro@lnec.pt

⁽⁵⁾ Departamento de Hidráulica e Ambiente Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Lisboa, Portugal,
treis@lnec.pt

Resumo

A praia do Furadouro, situada no distrito de Ovar, está inserida numa das zonas costeiras portuguesas mais sensíveis à ocorrência de erosão, recuo da linha de costa e galgamentos, sendo de grande importância o estudo de medidas de proteção desta zona.

Neste sentido foi efetuada uma avaliação do grau de risco de galgamentos desta zona de estudo, através de uma metodologia simples desenvolvida pelo Laboratório Nacional de Engenharia Civil, LNEC, analisando-se os galgamentos para a situação atual e com a construção de uma solução de defesa costeira, Martins (2016).

Inicialmente foi caracterizado o regime de agitação marítima na zona de estudo, tendo sido aplicado o modelo numérico SWAN (Team, 2007). Assim, com base num período de trinta e seis anos (1979 – 2015) de estimativas de agitação marítima e de nível de mar ao largo da zona do Furadouro, foi realizada a transferência dessas características até uma zona próxima da costa, i.e, até vários pontos selecionados, com batimétrica igual a 10m, 20m, 40m e 50m. Foi ainda considerado um ponto coincidente com a bóia ondógrafo de Leixões, para validação dos resultados através da comparação com os dados registados.

Em seguida, para avaliação dos galgamentos para a situação atual, foram utilizadas 3 metodologias diferentes: as fórmulas empíricas de Mase (Mase *et al.*, 2013), a rede neuronal NN_OVERTOPPING2 (Coeveld *et al.*, 2005) e o SWASH (Zijlema *et al.*, 2011).

A estrutura de defesa considerada foi a de um quebramar destacado, Castro (2015). De forma a avaliar os galgamentos ao longo da praia do Furadouro com a presença dessa estrutura foi utilizado apenas o modelo SWASH, uma vez que permite ter em conta as alterações da agitação marítima com a presença de um obstáculo físico ao contrário das outras metodologias.

Uma vez conhecidos os galgamentos, a avaliação do risco compreende a determinação da probabilidade de ocorrência de galgamentos acima de limiares predefinidos de acordo com as recomendações de Pullen *et al.* (2007) e que dependem das atividades que se desenvolvem na zona em estudo e do tipo de estrutura galgada, e pela avaliação das consequências dessas ocorrências. No âmbito da avaliação de riscos, a análise das consequências é feita de forma qualitativa, segundo a metodologia expedita correntemente utilizada no LNEC. Assim, para cada uma das metodologias, para a situação atual e para a situação com um quebramar destacado, efetuou-se o cálculo do grau de risco e foram realizados os mapas de risco, permitindo uma maior facilidade de leitura do risco de cada zona, bem como facilitando uma comparação dos resultados obtidos por cada método.

Este estudo permitiu concluir que as zonas que apresentam um maior risco de galgamento situam-se nas imediações do esporão norte, sendo necessária uma proteção acrescida nestes locais, pois as estruturas atualmente existentes não são suficientes.

Concluiu-se ainda que a construção de um quebramar destacado traria benefícios essencialmente na proteção da zona a sotamar deste, resultando em menores ocorrências de galgamentos e com menor magnitude, mas com alguns efeitos negativos a barlar do esporão norte e a sul do quebramar destacado. Estas conclusões ilustram a necessidade de uma otimização da solução proposta.

Palavras-chave: Galgamentos; Furadouro; Quebramares destacados.

Referências

Martins, A. R., 2016, “Avaliação da Hidrodinâmica e dos Níveis de Galgamento na Praia do Furadouro. Análise Comparativa da Situação Atual e com a Construção de Quebramares Destacados”, FEUP, Dissertação de Mestrado Integrado em Engenharia Civil.

MODELLING OF STORM SURGES ON THE PORTUGUESE COAST

Ana Raquel Gonçalves⁽¹⁾, António Trigo Teixeira⁽²⁾ e Amélia Araújo⁽³⁾

⁽¹⁾ Departamento de Engenharia Civil e Arquitetura e Geo-Recursos, Instituto Superior Técnico, Lisboa, Portugal,
ana.r.goncalves@ist.utl.pt

⁽²⁾ Departamento de Engenharia Civil e Arquitetura e Geo-Recursos, Instituto Superior Técnico, Lisboa, Portugal,
trigo.teixeira@tecnico.ulisboa.pt

⁽³⁾ Centre for Environment, Fisheries and Aquaculture Science, Suffolk, United Kingdom,
ameliaaraujo@gmail.com

Abstract

This work deals with the modelling of storm surges on the Portuguese coast previously identified by Pinotes (2014), for the last forty years in three locations, Viana do Castelo, Aveiro and Cascais. Water level during these storms were not registered by the tide gauges. Yet, another goal is to confirm the water levels estimated by the same author, which used methods that take only into account the meteorology, whenever the difference to the gauge value is greater or equal to 20 cm. For the hydrodynamic modeling the ADCIRC model was used, which includes astronomical and meteorological forcing. Meteorological forcings were wind and the atmospheric pressure. Wind and atmospheric pressure were applied in each mesh node whereas in the ocean boundaries the inverse barometric effect was used. For the astronomical simulations harmonic constituents were retrieved from the Le Provost's dataset (Le Provost *et al.*, 1998). The model showed a non-linear interaction between astronomy and meteorology. Therefore, for the determination of storm surge, the model was forced with the meteorology and astronomy simultaneously, removing the astronomy in the end. In this work, similarities between the extreme values and the values estimated by the methodology of Pinotes (2014) were obtained. Finally, it was concluded that the wave breaking effect (wave-setup) which was not considered in the study has a large importance because the values of the simulations are lower than the results of Pinotes (2014) and lower than some values recorded by the tide gauges.

Keywords. Storm surges; ADCIRC; Hydrodynamic modelling; Meteorological forcing; Astronomical constituent

1. Introduction

The first goal of this study was to fill the gaps of the values of the sea surface elevation that were not registered by the three tide gauges. The second objective, was to verify some values estimated by Pinotes (2014) whenever they have a difference equal or higher than 20 cm from the observed values. Finally, the values obtained from both methods (empirical relationships and mathematical modeling) were compared. Pinotes (2014) uses a cause-effect method based on the meteorology which needs further verification using hydrodynamic modelling.

2. Discussion of Results

After every simulations and analyzing all values, it was concluded that the highest storm surge happened in January 1973, in the 3 tide gauges studied.

Secondly, the storm surge was analyzed to understand if the peak of the storm estimated by Pinotes (2014) occurs on the same day as the modelled ADCIRC value or if the peak of the storm is on a different day. The majority of peaks of storms surges modelled take place on the day estimated by Pinotes (2014). After that, the model values and Pinotes (2014) values were compared. As Figure 1 shows the values are different: the values of the model are lower than the values registered because as it was mentioned, the wave set up effect was not considered, on the other hand, the values estimated by Pinotes (2014) are higher than the values registered by the tide gauges,(based on existing values).

It was studied if there was a pattern between the values of the model and the values of Pinotes (2014), but it was not found. However, there are some similarities in the graphs, for example, the highest values for the storm surges occurred at the same period in the model and Pinotes (2014).

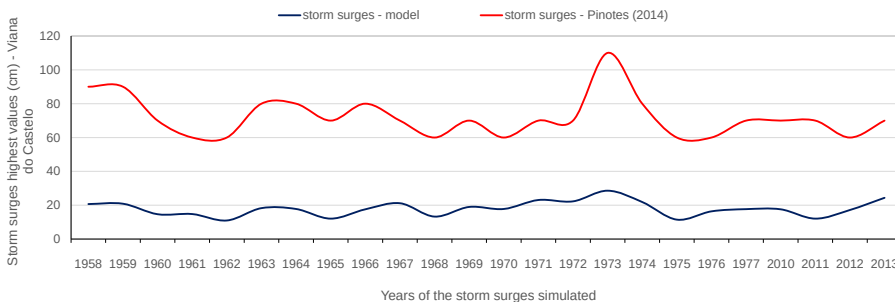


Figure 1. Storm surges simulated by the ADCIRC model (cm) and storms surges estimated by Pinotes (2014) (cm), in Viana do Castelo.

3. Conclusions

This study improves our understanding of storm surges on the Portuguese coast with the ADCIRC model, where the values not registered by tide gauges were estimated. After that, it was possible to simulate more accurately the propagation of storm surges and compare these results with the ones estimated by Pinotes (2014) showing the validity of empirical methods which use the meteorology. Further studies, includes the coupling of ADCIRC with SWAN or STWAVE (Hope *et al.*, 2013), to study the effects of the waves setup.

References

- Gonçalves, A. 2016. Master's Thesis. "Modelling of Storm Surges on Portuguese Coast", Instituto Superior Técnico.
- Pinotes, P. 2014. Master's Thesis. "Identification of Storm Surges on the Portuguese Coast .", Instituto Superior Técnico.
- C. Le Provost, F.Lyart, J.M. Molines, M. L. Genco and F. Rabiloud. 1998. "A Hydrodynamic Ocean Tide Model Improved by Assimilating a Satellite Altimeter-Derived Data Set", Laboratory of Geophysical and Industrial Flows, Grenoble .

EVENTOS DE TEMPORAL: DADOS OBSERVADOS OU SIMULADOS

Sandra Fernández-Fernández ⁽¹⁾, Paulo A. Silva ⁽¹⁾, Caroline Ferreira ⁽¹⁾, Soraia Romão ⁽¹⁾, Paulo Baptista ⁽²⁾, Ángela Fontán-Bouzas ⁽¹⁾

⁽¹⁾ Centro de Estudos do Ambiente e do Mar (CESAM), Dep. Física, Universidade de Aveiro, Aveiro, Portugal.
sandrafernandez@ua.pt; psilva@ua.pt; carolineferreira@ua.pt; srmr@ua.pt; abouzas@ua.pt

⁽²⁾ Centro de Estudos do Ambiente e do Mar (CESAM), Dep. Geociências, Universidade de Aveiro, Aveiro, Portugal.
renato.baganha@ua.pt

Resumo

O conhecimento dos regimes de ondulação de temporal é primordial para mitigar os impactos na zona costeira, mas nem sempre existem dados de agitação medidos com boias ondógrafo junto dos locais de interesse. Este trabalho compara os temporais identificados a partir dos registos da boia de Leixões, a mais próxima da zona costeira de Aveiro/Figueira da Foz, com os das simulações do modelo WAM. Os resultados mostram uma elevada correlação entre os distintos parâmetros estudados indicando a validade da utilização dos dados simulados.

Palavras-chave: Agitação marítima, Boia ondógrafo, Modelo WAM.

1. Introdução

As condições de agitação marítima de temporal têm um grande impacto na morfologia das praias e das embocaduras. Na região costeira de Aveiro e da Figueira da Foz não existem boias ondógrafo em permanência pelo que a ondulação incidente pode ser determinada a partir dos dados da boia mais próxima, a de Leixões, ou com base em dados simulados por modelos numéricos, por exemplo, o modelo WAM operado pelos *Puertos del Estado* (Espanha), em pontos próximos dessa área. Abreu *et al.* (2016) aferiram a qualidade dos dados desse modelo por comparação com os dados da boia de Leixões. O objetivo deste trabalho é comparar os eventos de temporal identificados a partir dos dados de agitação marítima registados e os simulados ao largo da zona costeira de Aveiro/ Figueira da Foz.

2. Metodologia

A análise dos eventos de temporal baseou-se nas séries de dados, mais próximas à Figueira da Foz, provenientes da boia de Leixões (41° 19' N e 8° 59' W, 83 m de profundidade) e das simulações com o modelo WAM para o ponto SIMAR 1042062 (40° 30' N e 9° 30' W) (www.puertos.es) para o período compreendido entre outubro de 2014 e novembro de 2016.

3. Resultados e Discussão

A análise das duas fontes de dados permitiu identificar os eventos de temporal: 31 (boia Leixões) e 42 (ponto SIMAR 1042062), sendo 26 coincidentes. Na Figura 1 apresentam-se os distintos parâmetros característicos dos eventos de temporal com interesse em estudos morfodinâmicos.

Os resultados dos parâmetros estatísticos (coeficiente de correlação, raiz do erro quadrático médio normalizado e viés normalizado) verificam o ajuste entre dados observados e simulados (Figura 1). As elevadas correlações entre os valores observados e simulados da altura significativa da onda, período pico e direção também foram obtidas noutros trabalhos para diferentes regimes de ondulação (p. ex. Abreu *et al.*, 2016).

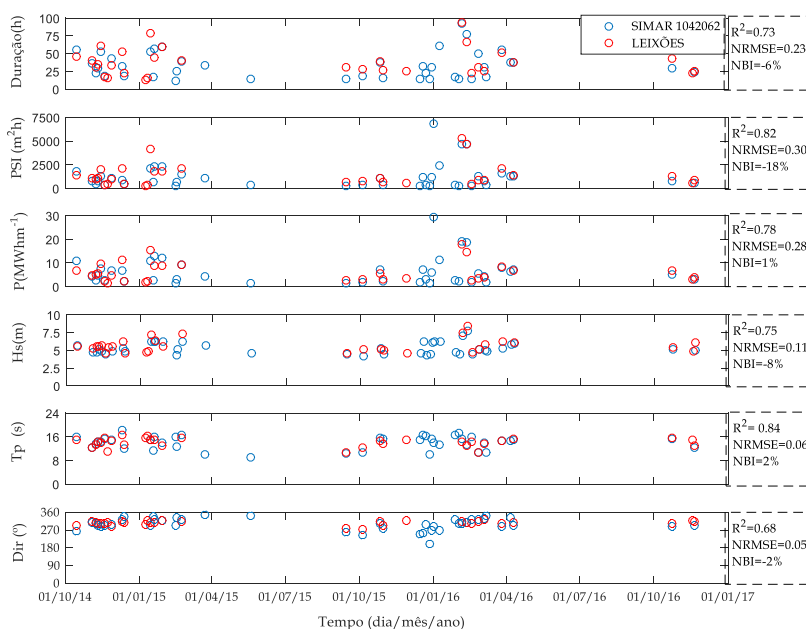


Figura 1. Duração, índice da potencia do temporal (*PSI*), potencia (*P*), altura significativa máxima (*Hs*) período pico médio (*Tp*) e direção média (*Dir*) dos temporais identificados no período de estudo. Valores de coeficiente de correlação (R^2), raiz do erro quadrático médio normalizado (NRMSE) e viés normalizado (NBI). Nota: A boia de Leixões esteve inoperacional em: 23/03/2015; 1/05/2015-20/05/2015; 18/12/2015-05/02/2016.

4. Conclusões

Com base nos resultados obtidos considera-se adequada a utilização dos dados simulados pelo modelo WAM para caracterizar eventos de temporal na zona costeira Aveiro/Figueira da Foz.

Agradecimentos

A APFF, S.A. pelo financiamento do projeto (Elaboração do estudo de cenários de dragagens e locais de deposição de sedimentos na embocadura da barra do porto da Figueira da Foz) e, o Instituto Hidrográfico (Portugal) e *Puertos del Estado* (Espanha) pela cedência dos dados.

Referências

Abreu, T., Baptista, P., Bouzas, A., Silva, P.A., Ferreira, C., Bernardes, C. 2016. “Comparação de Dados entre a Boia Ondógrafo de Leixões e Outros Registos/Modelações”. 4as Jornadas de Engenharia Hidrográfica.

Puertos del Estado (España) [www.puertos.es/es-es/oceanografia/Paginas/portus.aspx]

CLIMA DE AGITAÇÃO EQUIVALENTE PARA CÁLCULOS MORFODINÂMICOS

Carla Pereira ⁽¹⁾, Carlos Coelho ⁽¹⁾, Paulo A. Silva ⁽²⁾ e Caroline Ferreira ⁽²⁾

⁽¹⁾ *Riscos e Sustentabilidade na Construção (RISCO), Dep. de Engenharia Civil, Univ. de Aveiro, Aveiro, Portugal, alexandrapereira@ua.pt; ccoelho@ua.pt*

⁽²⁾ *Centro de Estudos do Ambiente e do Mar (CESAM), Dep. Física, Universidade de Aveiro, Aveiro, Portugal, psilva@ua.pt; carolineferreira@ua.pt*

Resumo

Os estudos morfodinâmicos em modelo numérico requerem a consideração de climas de agitação representativos. No entanto, analisar uma quantidade grande de registos ao longo de vários anos pode ser uma tarefa complexa. Neste trabalho apresenta-se a análise de diferentes séries de registos de agitação para definição do clima de agitação equivalente no estudo do transporte sólido longitudinal ao longo da costa Noroeste Portuguesa.

Palavras-chave: Agitação marítima; Ondas representativas; Transporte sólido; Modelação numérica; Noroeste Português.

1. Introdução

Nos estudos da morfodinâmica costeira à escala de anos ou da dezena de anos, por exemplo, na projeção de cenários futuros de evolução da linha de costa, é importante definir um regime de agitação equivalente. Uma das metodologias utilizadas (Barata *et al.*, 1996; Plecha *et al.*, 2007) consiste em determinar um conjunto de condições de onda singulares que produzem um transporte longilitoral anual que é equivalente ao obtido com o regime de agitação medido. Outra metodologia, considerada neste trabalho, consiste em avaliar séries de registos existentes e identificar os anos cujo transporte sólido médio anual é mais próximo de um valor de referência. O presente trabalho teve como objetivo definir um clima de agitação equivalente para a região costeira de Aveiro/Figueira da Foz.

2. Dados e métodos

Consideraram-se 4 séries de climas de agitação, estimando-se para todas elas o volume de sedimentos em transporte ao longo de cada ano com recurso à fórmula de CERC. As séries de agitação consideradas representam climas de agitação registados na boia de Leixões ou modelados ao largo com base no modelo de onda espectral WWIII (séries MICORE, <http://disepla.fc.ul.pt/Micore/Micore.html>, SONEL, <http://www.sonel.org/e> AdaptRia, 2013). A fórmula de CERC determina o transporte longilitoral com base nas condições da ondulação na rebentação, a altura e a direção da onda. As características da agitação na rebentação foram determinadas a partir da propagação da agitação do largo para a costa.

3. Resultados

Após análise preliminar, a série SONEL foi considerada para avaliação do transporte longilitoral, já que é mais recente e corrigiu alguns pontos da série anterior (MICORE). A Figura 1 apresenta os valores de transporte sólido longitudinal calculados para cada ano de registos na série SONEL (entre 1953 e 2008, Bertin *et al.*, 2013), considerando a teoria linear para determinar as características da ondulação na rebentação. Identificaram-se os 5 anos com o transporte sólido médio anual mais próximo do valor de $1,6 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{ano}$, que é considerado como referência para a região costeira em estudo (Oliveira, 1997). Os anos identificados nessas condições foram 1957, 1973, 1983, 1995 e 2004, com valores de transporte sólido anual de 1.61, 1.69, 1.45, 1.56 e $1.72 \times 10^6 \text{ m}^3$ respetivamente, para condições da agitação na rebentação. Foram ainda identificados mais dois anos, cada um representativo de situações extremas de transporte sólido longitudinal, um no sentido norte-sul (1986), com valores totais líquidos de $3.19 \times 10^6 \text{ m}^3$ e outro no sentido sul-norte (1966), com transporte sólido longitudinal líquido de $0.18 \times 10^6 \text{ m}^3$.

Os 5 anos considerados representativos apresentam tendências de comportamento das características de agitação semelhantes ao longo do tempo, com a altura de onda significativa média a oscilar entre 2,2 e 2,6 m e predominância dos caudais sólidos nos meses de inverno.

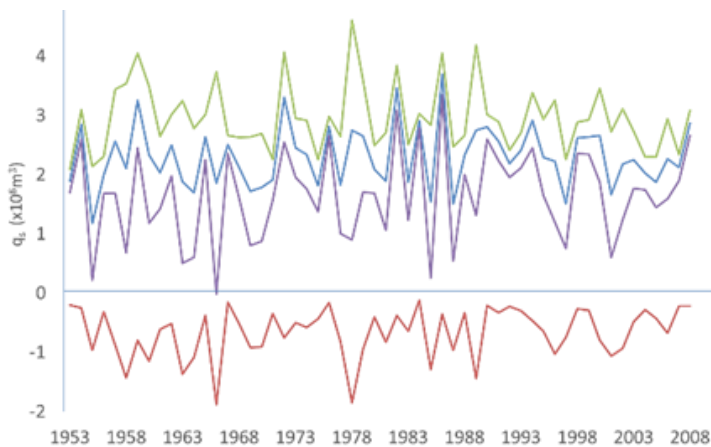


Figura 1. Volumes de transporte sólido no sentido Norte-Sul (azul), Sul-Norte (vermelho), o volume líquido (roxo) e o volume bruto (verde) para a série SONEL [1953-2008]

4. Conclusões

No presente trabalho foram estabelecidos os anos de agitação marítima que produzem um transporte longilitoral equivalente ao considerado representativo na zona costeira de Aveiro/Figueira da Foz. Foi feita uma análise comparativa dos resultados em função dos dados de agitação ao largo e da estimativa dos parâmetros da onda na rebentação.

Referências

ADAPTARIA, 2013, “Climate Change Modelling on Ria de Aveiro Littoral – Adaptation Strategy for Coastal and Fluvial Flooding”, <http://climetua.fis.ua.pt/legacy/adaptaria/>

- Barata, M.G.O.A., Teles, M.J.B.S., Vieira, J.A.R., 1996, "Seleccção de Ondas Representativas da Agitação Marítima para Efeito da Avaliação do Transporte Litoral na Costa de Aveiro." *Recursos Hídricos*, Vol 17, no1, pp. 43-74.
- Bertin, X., Prouteau, E., Letetrel, C., 2013, "A Significant Increase in Wave Height in the North Atlantic Ocean over the 20th Century". *Global and Planetary Change* 106, 77-83.
- Oliveira, I.B.M., 1997, "Proteger ou Não Proteger ou Sobre a Viabilidade das Diferentes Opções Face à Erosão da Costa Portuguesa", *Coletânea de Ideias sobre a zona Costeira de Portugal*, Associação EUROCOAST Portugal, Porto, Portugal, 205-227.
- Plecha, S., Sancho, F., Silva, P., Dias, J.M., 2007, "Representative Waves for Morphological Simulations", *Journal of Coastal Research*, Special Issue 50(21-24), pp.995-999.

MODELAÇÃO DE PERFIS TRANSVERSAIS DE PRAIA COM RECURSO A SÉRIES SINTÉTICAS

Ana Sofia Moreira⁽¹⁾ e Tiago Abreu⁽²⁾

⁽¹⁾ Departamento de Engenharia Civil, Instituto Superior de Engenharia do Porto – IPP, Porto, Portugal,
sofiacstromoreira@gmail.com

⁽²⁾ Departamento de Engenharia Civil, Instituto Superior de Engenharia do Porto – IPP & CESAM, Porto, Portugal,
taa@isep.ipp.pt

Resumo

A acuidade da modelação da morfodinâmica costeira depende de um conjunto de processos complexos. Neste trabalho procura-se analisar a influência da altura significativa da onda em modelar um perfil transversal de praia, utilizando séries sintéticas da agitação. Recorreu-se a dados provenientes de um trabalho experimental obtidos no projeto europeu “Large Installations Plan - LIP”. Os resultados sugerem que o conhecimento da rebentação das ondas é relevante para a previsão morfológica.

Palavras-chave: Morfodinâmica; Séries sintéticas; Altura significativa da onda; Sedimentos.

1. Introdução

A zona costeira é uma zona de grande mobilidade de sedimentos, pois está sujeita a variados processos que interferem com a morfodinâmica costeira. O principal objetivo deste trabalho prende-se com a realização de simulações numéricas, recorrendo a um modelo numérico de morfodinâmica. Procura-se avaliar as alterações no perfil transversal de praia aquando da introdução de variações da altura significativa da onda, H_s . Para esse efeito, utilizam-se séries sintéticas de agitação, de maneira a perceber se a ordem de ocorrência de H_s influencia os resultados finais.

Criaram-se diversos cenários e compararam-se os perfis de fundo com o perfil original, para entender as alterações sofridas. Os dados provêm de uma experiência com fundo arenoso realizada em canal de ondas de grandes dimensões (Arcilla *et al.*, 1994; Roelvink e Reniers, 1995). Este estudo foca os testes LIP1B e LIP1C que integram parte dessa experiência.

2. Resultados

A figura 1 apresenta parte dos resultados referentes à experiência LIP1B (18h de duração). Considera-se o ponto $x = 0$ como a linha de costa, onde a elevação da superfície livre é, em média, nula. A figura reporta a 3.ª hipótese de um conjunto de seis cenários testados, onde a altura significativa, H_s , foi crescendo de 1,2 para 1,6 m, continuando, em média, a igualar 1,4 m. O período de pico, T_p , foi mantido constante e igual ao da experiência, i.e., 5 s. O perfil de comparação representa o resultado do perfil de fundo obtido para uma altura significativa constante de 1,4 m.

Da análise da figura ressaltam diferenças nos perfis de fundo. Essencialmente, é a partir da zona da primeira rebentação ($x \approx 115$ m) que se verificam maiores diferenças morfológicas. É precisamente nessa zona que se verificam maiores correntes de fundo (*undertow*) sendo, por isso, zonas mais energéticas e propensas a uma elevada mobilização de sedimentos. Assim sendo, é bastante aceitável que o fundo se altere com mais incidência nessa zona e a resposta dos fundos dependa da sequência de dados de agitação considerada.

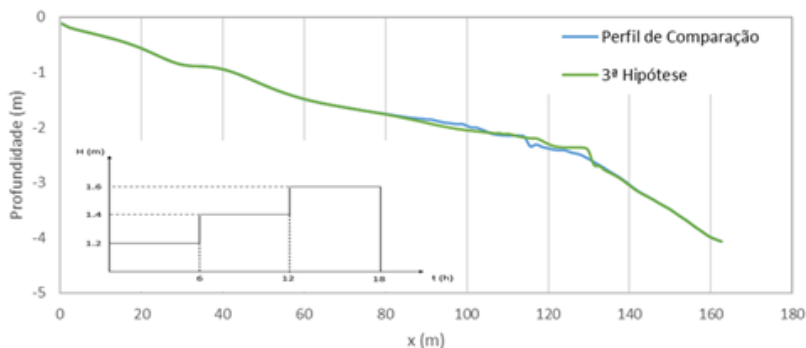


Figura 1. Perfis de fundo para a 3ª hipótese e para o perfil de comparação da experiência LIP1B.

3. Conclusões

Neste trabalho estudou-se a influência de séries sintéticas de agitação em perfis transversais de praia. Criaram-se vários cenários com o objetivo de simular o efeito da variação da altura da onda na morfologia do fundo. Observou-se que o conhecimento da rebentação das ondas é relevante para a previsão morfológica. O local de rebentação leva ao aparecimento de uma pequena barra litoral nessa posição e a migração de barras relaciona-se com o local onde a rebentação ocorre. Além disso, quanto maior for a altura da onda, mais longe da costa ela irá rebentar. Para variações de H_s crescentes no tempo, a onda tende a rebentar mais ao largo (longe da costa), enquanto se a variação for decrescente, a onda rebenta mais perto da costa. Os resultados revelam uma influência significativa nos resultados morfológicos relativamente ao local da primeira rebentação.

Agradecimentos

Este trabalho foi apoiado por fundos europeus, através do COMPETE e por fundos nacionais através da Fundação para a Ciência e Tecnologia (FCT) no âmbito dos projetos PEst-C/MAR/LA0017/2013 e UID/AMB/50017/2013.

Referências

- Arcilla, A., Roelvink, J., O'Connor, B., Reniers, A. e Jiménez, J., 1994. "The Delta Flume93 Experiment", *Coastal Dynamics - Proc. Int. Conf.*, ASCE, Barcelona, Espanha, pp. 488-502.
- Roelvink, J., Reniers, A., 1995. "LIP 11D Delta Flume Experiments, a Profile Dataset for Profile Model Validation", Report H2130, The Netherlands: Delft Hydraulics.

OPERATIONAL FORECAST OF WAVE PROPAGATION IN LITTORAL AREAS USING SMARTWAVE

José P. Pinto⁽¹⁾ and Diogo Mendes⁽¹⁾

⁽¹⁾ OC, Instituto Hidrográfico, Rua das Trinas, 1249-093 Lisbon, Portugal,
paulo.pinto@hidrografico.pt, ddiogosm@gmail.com

Abstract

This study aims to test a numerical model able to operational forecast the wave propagation in littoral areas. This model simulates the wave propagation in shallow waters based on a hyperbolic formulation of the mild-slope equation coupled to a near-shore wave-induced 2D current module. Measurements collected in a field campaign held in September 2015 at Vila Praia de Âncora bay were used for model verification.

Keywords: Operational forecast, Mild-slope equation, SMARTWAVE.

1. Introduction

Forecasting wave propagation in littoral areas is important for harbour authorities, coastal management and military operations but it constitutes a challenging task due to the temporal scales of the physical processes involved and the computational effort required for operational purposes. The model developed for this study (SMARTWAVE) overcomes this drawback by solving an efficient but physically effective formulation based on the mild-slope hypothesis. In this study, the model is tested against field measurements in order to assess its performance.

2. Methods

SMARTWAVE is implemented for curvilinear grids and takes into account wave refraction, both bottom and current induced, diffraction, shoaling, bottom induced breaking and bottom friction (Pinto and Mendes, 2016). For the present simulations a nested scheme was considered, using SWAN model to propagate the wave conditions recorded at Silleiro buoy to the high resolution model offshore boundary. Topo-bathymetric model results from a combination of the LIDAR 2011, inter-tidal zone measurements collected during the campaign and depths sounds from hydrographic surveys. Spatially constant tidal level is updated every 20 min.

3. Results

During the observation period, corresponding to three spring tide cycles, the mean wave conditions for significant wave height (Hs) and peak wave period (Tp) at the offshore ADCP were 0.67 m and 10.90 s. The maximum Hs recorded was 1.03 m. The results from observed and simulated Hs comparison are summarized in Table I. The forcing wave conditions provided by a SWAN simulation had a positive bias of the order of 10 cm for Hs and, with few exceptions, this shift occurs in all observations points (OP). Three OP (the two ADCP and the pressure sensor PT-WC) were positioned outside the breaking zone at all times, and the model error values follow closely the corresponding offshore error values.

In low tide, the remaining pressure sensors are close to the breaker line (PT-EC, PT-EN) or inside the breaking zone (PT-S3, PT-S5, PT-S1), resulting in a strong tide modulation of the H_s (see figure) with a slight increase of the statistical error parameters with respect to the corresponding offshore values.

Table I – Statistical error parameters for each equipment sorted in depth (ZH reference) descending order for three model simulations; SWAN, SMARTWAVE with (MODEL-ON) and without (MODEL-OFF) wave-current coupling.

	MODEL - OFF			MODEL-ON			SWAN		
	RMSE	BIAS	SI	RMSE	BIAS	SI	RMSE	BIAS	SI
ADCP (11.35)							0.11	0.08	0.15
ADCP (4.05)	0.17	0.14	0.25	0.16	0.13	0.23	0.16	0.13	0.22
PT-WC (2.75)	0.18	0.17	0.22	0.09	0.04	0.11			
PT-EC (1.60)	0.24	0.15	0.43	0.21	0.13	0.38			
PT-EN (1.40)	0.32	0.25	0.42	0.30	0.23	0.39			
PT-S3 (0.80)	0.50	-0.49	0.69	0.42	-0.39	0.58			
PT-S5 (0.60)	0.18	-0.16	0.25	0.14	0.09	0.19			
PT-S1 (-0.10)	0.18	-0.09	0.28	0.23	0.03	0.36			

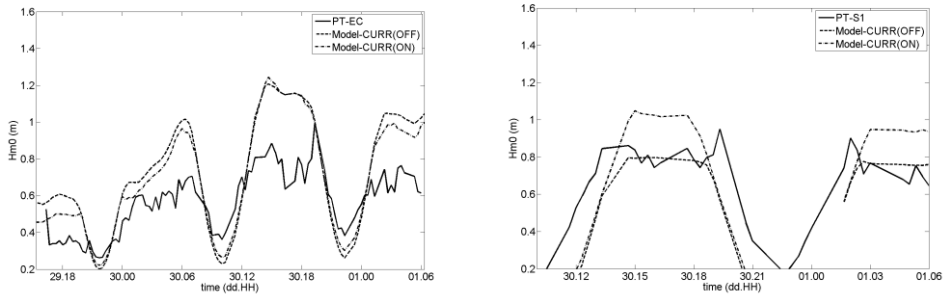


Figure 1. Model and observations of H_s at PT-EC pressure sensor (left) and PT-S1 pressure sensor (right)

4. Conclusion

The agreement between model and observations is quite promising. The implemented wave-current coupling has a small but positive effect and the tide induced breaking line oscillation is fairly described by SMARTWAVE model.

Acknowledgements

This research is a contribution to project RAIA.CO (0520_RAIA_CO_1_E), funded by EFDR through the (POCTEC) program.

References

Pinto, J. and Mendes, D., 2016, "Forecasting Wave Propagation in Littoral Areas Using SMARTWAVE. *4as Jornadas de Engenharia Hidrográfica*, Instituto Hidrográfico, 21-23 June 2016, Lisbon.

INFLUÊNCIA DA CONSTRUÇÃO DO QUEBRAMAR DESTACADO NA FOZ DO RIO DOURO NA EVOLUÇÃO DA RESTINGA. ANÁLISE DO PERÍODO 2002-2010

Fernando Veloso Gomes⁽¹⁾, Francisco Taveira Pinto⁽²⁾, Guilherme Paredes e Pedro Pereira

⁽¹⁾ Departamento de Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, Portugal,
vgomes@fe.up.pt

⁽²⁾ Departamento de Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, Portugal,
fpinto@fe.up.pt

Resumo

Ao longo da sua história, a embocadura do rio Douro apresentou dificuldades várias a todos aqueles que tinham necessidade de a transpor. No sentido de se melhorarem as condições de segurança das zonas ribeirinhas, as condições de acesso à barra e impedir, ou até reverter, o processo erosivo em curso, foram projetados e construídos dois quebramares na foz do rio Douro. A sua construção teve como consequência a alteração do comportamento da barra, com efeitos que têm sido monitorizados. Este artigo pretende analisar a influência dos quebramares na restinga, em particular do quebramar destacado.

Palavras-chave: Embocadura, Restinga, Quebramar destacado, Evolução fisiográfica.

1. Introdução

Ao longo da sua história, a embocadura do rio Douro apresentou dificuldades várias a todos aqueles que tinham necessidade de a transpor. Mais recentemente, a construção do porto de Leixões e das diferentes barragens do Douro, bem como a extração de inertes, diminuíram significativamente o fornecimento de areia à restinga do rio Douro. Em resultado disto, o transporte litoral associado à agitação tornou-se dominante face ao processo de deposição associado aos eventos de cheia, verificando-se, como consequência, a diminuição do volume da restinga e o seu recuo para o interior do estuário. Por sua vez, o recuo da restinga aumentou o perímetro do estuário exposto à agitação, com graves consequências para a segurança desta zona e para a população nela residente.

Como forma de assegurar a navegabilidade da barra foram realizadas diversas dragagens que, não só eram soluções temporárias (o canal voltava a assorear rapidamente) e economicamente insustentáveis, como, ao retirarem sedimentos da barra, contribuíram largamente para a fragilização da restinga. No sentido de se melhorarem as condições de segurança das zonas ribeirinhas, as condições de acesso à barra e impedir, ou até reverter, o processo erosivo em curso, foram projetados e construídos dois quebramares na foz do rio Douro.

A sua construção teve como consequência a alteração do comportamento da barra, com efeitos que têm sido monitorizados, em particular do quebramar destacado.

2. Resultados

Esperava-se que esta estrutura (quebramar destacado) tivesse dois efeitos fundamentais: por um lado, que contribuísse para a estabilização e recuperação da restinga, permitindo o aumento do seu volume e o seu avanço; por outro, ao limitar o transporte sedimentar entre a restinga e o canal de navegação, pretendia-se também que impedisse o seu assoreamento, diminuindo ou reduzindo significativamente a necessidade de dragagens de manutenção.

Como foi referido, antes do início da construção do quebramar destacado havia um comportamento muito dinâmico da restinga, no que diz respeito ao seu volume, à variação da posição da linha de água e à variação interna de volumes. Apesar desse comportamento, havia uma tendência geral para o recuo da posição da linha de água e para a diminuição do volume de sedimentos. Após o início da construção do quebramar destacado, a tendência de recuo alterou-se. Na zona de encontro com o quebramar, passou a verificar-se um avanço a grande ritmo, que atualmente parece começar a estabilizar. Na zona central e de enraizamento da frente oeste verificou-se, no início, erosão que, com a estabilização do processo de acreção no encontro, parece estar a inverter-se. O fenómeno referido (acreção no encontro à custa de erosão no enraizamento) poderá ser a explicação da fase que se seguiu à construção do quebramar, Figura 1.

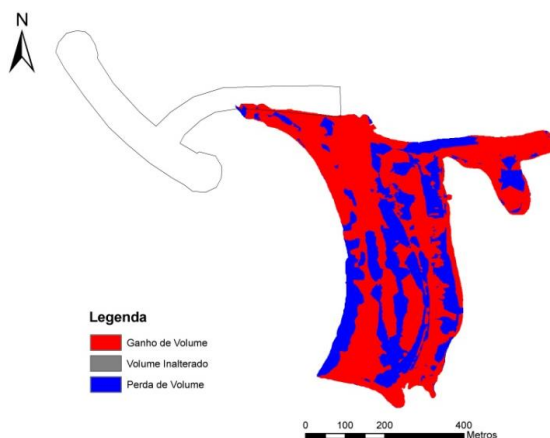


Figura 1. Variações de volume entre Setembro de 2007 e Outubro de 2008.

3. Conclusões

Para além do já referido, nos anos de 2008 a 2010 tem-se verificado o fenómeno de acreção em toda a frente oeste da restinga. No que diz respeito ao restante corpo da restinga, não foram detetadas alterações significativas em resultado da construção do quebramar.

É também de salientar que a evolução ocorrida até ao momento não evidencia totalmente a tendência para a formação de um tómbolo, em menor ou maior escala, ocorrendo apenas alguma acumulação de areias a sotamar do lado sul do quebramar destacado.

Referências

IHRH, 2011. "Estudo da Evolução da Fisiografia da Restinga e dos Fundos da Barra do Rio Douro entre 2002 e 2010".

TAGUS AND ERICEIRA SHELF MUDDY DEPOSITS – SEDIMENTARY RECORD OF HIGH ENERGY EVENTS

Anabela Oliveira⁽¹⁾, João Duarte⁽¹⁾, Ana Isabel Santos⁽¹⁾ e Joaquim Pombo⁽¹⁾

⁽¹⁾ Divisão de Geologia Marinha, Instituto Hidrográfico, Lisboa, Portugal

anabela.oliveira@hidrografico.pt, joao.duarte@hidrografico.pt, ana.santos@hidrografico.pt,

joaquim.pombo@hidrografico.pt

Abstract

Four box core samples collected in June 2015, onboard of NRP “Alm. Gago Coutinho”, and 18 grab samples collected in May 2015 (SEDIMENTEX 2015) were used to study the main sediment dynamic of the Tagus and Ericeira muddy deposits. Box-cores were sampled (1 cm) in the lab and analysed for magnetic susceptibility, P-wave velocity, grain-size, bulk density, carbonate content, total organic carbon, water content and mineralogy (X ray diffraction). The first results show that the box-core collected in the Tagus outer estuary is the most detrital showing interlayers of fine sand, very rich in organic matter (vegetation fragments), interpreted as high energy events related with floods. The box-core collected north of Roca Cape is coarser, richer in carbonates and also show sandy layering. The sand layers present a distinctive mode (210 µm) interpreted as evidence of storm events with corresponding intrusions of inner-mid shelf sands in deeper waters.

Keywords: Estuary; Muddy deposits; Box-cores; Floods; Storms.

1. Introduction

The Tagus muddy deposit extends in front of the Tagus outlet between 50 and 130m water depth (WD) (IH, 2005), accumulating riverine and marine-borne fine grained materials. The Ericeira muddy deposit was initially recognized in the 1999 SED 4 - Sedimentological chart surveys (IH, 2010) and extends between the 60 and 120 m depths in front of Ericeira village. This study's main objectives are to contribute to a better understanding of the Tagus and Ericeira muddy deposits sediment dynamics, establishing possible relations between them, and also to detect the presence of high energy events (floods and storms) in the sedimentary record.

2. Methods

The sedimentological data were obtained using four box cores (BC01, 19 m WD, Tagus outer estuary; BC03, 124 WD Ericeira muddy deposit; BC04, 94m WD, north of Roca Cape; BC 06, 173 m WD, Tagus muddy deposit) collected in June 2015, onboard of NRP “Alm. Gago Coutinho”, and 18 grab samples collected in May 2015, onboard NRP “Andrômeda”. In the lab, the box-cores were visually observed, sampled (1 cm) and analysed for magnetic susceptibility, P-wave velocity, grain-size, bulk density, carbonates, organic carbon, water content and mineralogy (X ray diffraction). Grab samples were analyzed for grain-size and the main statistic parameters were determined.

3. Results and Discussion

The magnetic susceptibility and P-waves signal show great vertical homogeneity but with variations between samples, reflecting differences in grain -size and composition. The dominant grain-size fraction in the four cores was silt (49-66%) followed by sand (9-32%) and clay (18-24%). Total organic carbon content and carbonates varied from 0.5% to 2.6% and 5% to 30%, respectively. The X ray compositional analysis shows as principal minerals: plagioclase (6-29%), quartz (8-27%), K-Feldspar (3-22%), calcite (2-61%), dolomite (0-14%) and clay minerals (mica/illite, kaolinite, chlorite) and pyrite (<5%) as a vestigial component. The grain-size curves are normally bi-modal showing four primary modes (9.5-13.5 μ m, 37-52.5 μ m, 105-148 μ m, 210 μ m). The finer mode was identified in all box-cores, being primary or secondary in different levels, with the exception of BC06 where this mode always prevails. The 37-52.5 μ m mode was only identified in BC03, possibly related with biogenic remains. The 105-148 μ m mode was identified, in BC 01 and the 210 μ m in the BC04, prevailing in the upper 2 cm and in the base (27 cm). BC01 presents marked fine sand layers, richer in organic carbon, related with the incorporation of terrestrial plant fragments, with sand content increasing downward (lower 10 cm). This fine sand layers can be interpreted as evidences of flooding with a modal signature of 105-148 μ m. BC01 present also the lower values of carbonates with upward decrease (<12.5%), due to the main siliciclastic composition. BC04 presents an important increase of sand in the upper 10 cm (mode 210 μ m), rich in carbonates (>20%) and some inter-layering episodes possibly reflecting the incorporation of sand particles during storms. This explanation can be corroborated by the prevailing grain size distribution of the grab samples. The samples collected in the fine sand deposits (33-40 m water depth) show the 210 μ m as the primary mode. Data suggests that this inner shelf sand is transported by southward littoral drift and, during major storms, lighter particles (rich in carbonate biogenic remains) seem to be transported and incorporated in the mid shelf muddy deposits.

4. Final Remarks

The four box-cores collected in the muddy areas of Tagus and Ericeira shelf are mostly formed by silt with a characteristic mode of 9.5-13.5 μ m, in the sortable silt domain. This mode can be traced in all the collected samples. However some differences were found mostly related with the increase of carbonates and the incorporation of fine sand in BC01 and BC04. The first results show that BC01 is the most detrital and showing interlayer's of fine sand, very rich in organic carbon (vegetation fragments), that were interpreted as high energy events related with floods. BC04 is coarser with sandy layers here interpreted as intrusions of inner shelf carbonate rich sands during storms.

References

- IH, 2005, "Sedimentos Superficiais da Plataforma Continental". Folha SED 5 (Cabo da Roca ao Cabo de Sines), esc. 1:150 000, 1^o edição.
- IH, 2010, "Sedimentos Superficiais da Plataforma Continental". Folha SED 4 (Cabo Carvoeiro ao Cabo da Roca), esc. 1:150 000, 1^o edição.

DESIGN OF AN ARTIFICIAL BEACH IN CAPE VERDE

Francisco Constantino⁽¹⁾, António Trigo-Teixeira⁽²⁾ e Silvia Di Bona⁽³⁾

⁽¹⁾ ENGIFOCUS, Lisboa, Portugal,
francisco.constantino@engifocus.com

⁽²⁾ CERIS, Instituto Superior Técnico, Lisboa, Portugal
trigo.teixeira@ist.utl.pt

⁽³⁾ Università degli Studi di Padova, Facoltà di Ingegneria per l'Ambiente ed il Territorio, Padova, Italia,
silviadibona8@gmail.com

Abstract

This study deals with the design of an artificial pocket beach in Saint Vincent Island, Cape Verde. In order to get the design wave event, statistical and extreme events analysis of the offshore wave climate was performed. The wave data are hindcast data acquired from a wave forecast company. STWAVE model is used to propagate the design wave event from the offshore to the nearshore: several scenarios were considered in order to verify the design wave direction and period and to test the wind and tide influence. CGWAVE model is then used to simulate wave propagation close to the shore and to the beach confinement structures. Local wave heights and wave crests orientation are used for the preliminary design of the structures and the beach geometry in plan, respectively.

Key words: Artificial beach; Hindcast wave data; Extreme events analysis; Wave propagation; Design wave event.

1. Introduction

The company ENGIFOCUS Lda in collaboration with FUNDEC – IST has been commissioned to design an artificial beach in Salamansa bay in Saint Vincent island, Cape Verde. The shape and the configuration of the beach was discussed with the client: a pocket beach delimited by two structures. The Salamansa bay is located in the north east part of the island and it is northward oriented. The local wave climate is characterized by N-NE directions, while the prevailing winds come from NE (trade winds). Hindcast data are used as offshore wave climate input. Data are acquired from MetOcean Solutions Ltd. They consist of a series of 36 years, from 1979 to 2014, with 3 hours interval.

2. Getting the Design Wave Event

The project needs a reference design wave event (significant wave height, wave direction and wave peak period). The reference return period for this type of project is 100 yrs. The maximum annual significant wave height is taken as random variable and Gumbel frequency distribution is used to describe the extreme values of the observation sample. Both the maximum likelihood method and the moments method are considered to calculate the distribution parameters. The moments method provides the best fitting: the related design significant wave height is equal to $H=5.5\text{m}$. The design wave direction and wave peak period are derived based on further statistical analysis on the observation sample ($\text{Dir}=\text{N}$, $T_p=15\text{s}$).

3. Wave Propagation from Offshore to Nearshore

The design wave event is taken as reference to perform STWAVE simulations. However since the statistical analysis confirms the presence of NE waves, a second STWAVE model is set up to better investigate the offshore waves propagation from both N and NE directions. Different scenarios test the tide and wind influence too. The results confirm the design wave event (N direction) to be the most dangerous for the bay. On the other hand waves coming from NE approach the shore most refracted and diffracted i.e. weakened. The tide and the wind do not have relevant influence on the wave's propagation.

4. Local Wave Propagation

CGWAVE model is used to propagate the design wave event close to the beach and the structures, Figure 1. Again different scenarios are considered according to the N, NNE and NE directions. The results show that as the wave direction changes from NE to N it is easier for the waves to enter the bay. This confirms again the design wave event (N direction) to be the reference event for this project. The local orientation of the wave crests is considered for the preliminary plan design of the beach. The local wave heights are taken as reference for the preliminary design of the structures.

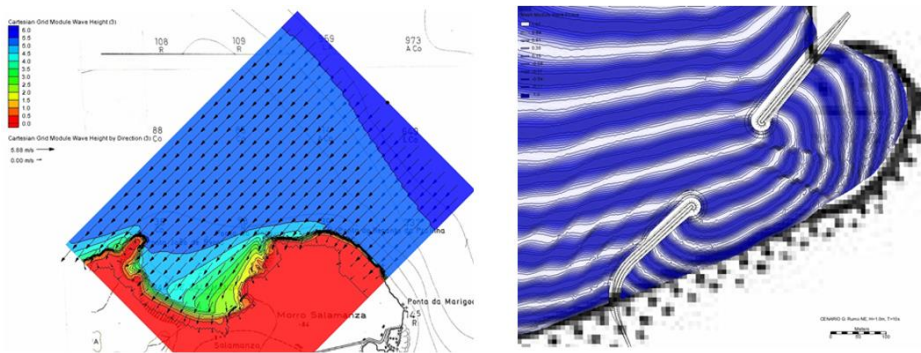


Figure 1. NE incoming waves in STWAVE and CGWAVE models.

5. Conclusions

This study example shows how to find the final configuration of the confined beach using offshore hindcast wave data. Hindcast wave data play an important role as it is now available for regions all over the world with no measurements and can be easily acquired. Propagation models, STWAVE and CGWAVE, allow achieving the final goal: bring the wave events at the location of interest. The local wave parameters are the starting point for the beach design.

References

FUNDEC-IST, July 2016. "Estudo de Agitação Marítima e de uma Praia Artificial. Baía de Salamansa - Cabo Verde" Estudo realizado para ENGIFOCUS, Relatório CERIS: EP nº 21/2016, Relatório FUNDEC: PS nº 19/2016.

DETERMINING SEDIMENT EXCHANGES IN THE LOWER MINHO ESTUARY USING ACOUSTIC METHODS

Ana I. Santos^(1,2), Anabela Oliveira⁽¹⁾, António Jorge da Silva⁽¹⁾, José Paulo Pinto⁽¹⁾
and M.^a da Conceição Freitas⁽²⁾

⁽¹⁾ Instituto Hidrográfico, Marinha, R. das Trinas, n.º 49 1293-049, Lisboa, Portugal,
ana.santos@hidrografico.pt; anabela.oliveira@hidrografico.pt; jorge.silva@hidrografico.pt; paulo.pinto@hidrografico.pt

⁽²⁾ IDL, Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, Campo Grande, 1749-016 Lisboa, Portugal.
cfreitas@fc.ul.pt

Abstract

ADCP (Acoustic Doppler Current Profiler) data in two transversal sections of the lower Minho estuary and suspended sediment data at a fixed station located in one of these sections were collected by IH in March 2006. These datasets were used to determine sediment fluxes, calculated across the sections revealing that, with river flow values ranging from 200-800 m³/s, the Minho estuary effectively exports sediments into the inner shelf, with fluxes of 5-6 kg/s (downstream) in both sections during spring tides.

Keywords: Estuaries, Acoustics, Sediment transport,

1. Introduction

Project ECOIS (Estuarine Contributions to Inner Shelf Dynamics) aimed to evaluate how the Douro and Minho flow variations induce changes in estuary dynamics and consequently in the sediment transfer rates between the estuaries and the inner continental shelf and coastal zone. Three sets of field data were collected in the Douro and Minho estuaries between 2005 and 2007, covering different seasonal flow regimes and tide forcing. Based on current data collected using acoustic profilers in two transversal sections of the lower Minho estuary, and on suspended sediment concentrations determined at a fixed station located in the upstream section, this work aims to determine water and sediment fluxes that go through these sections during a neap and spring semi-diurnal tidal period, under river flow conditions ranging from 200 to 800 m³/s.

2. Methods

ADCP data were collected along two transversal sections of the Minho lower estuary (Fig.1) using a 1200 kHz ADCP coupled with bottom tracking and configured to observe the water column vertically from surface to bottom. These sections were surveyed hourly during approximately a spring and neap semi-diurnal tidal period during the March 2006 survey. Suspended sediment samples were collected hourly at a fixed station along the uppermost section of the Minho estuary, during both spring and neap tide, tentatively simultaneously with the transect coverage. Acoustic backscatter data (echo intensity - EI) is linearly related, on logarithmic axes, to the features of scattering particles that are suspended within the water column.

Therefore, the possibility of quantifying suspended sediment from ADCP echo measurements consists of accurately assessing the slope and intercept of a calibrated linear regression. The approach described by USGS (Wall et al., 2006) was used to convert ADCP EI into SSC, using a multi-regression between the suspended sediment concentrations determined at the fixed station, the ADCP EI converted into Acoustic Backscatter (ABS) and corrected for the appropriate environmental and deployment variables and water temperature (T), according to equation [1], where b_1 , b_2 and A are the multi regression coefficients:

$$SSC = 10^{b_1 \cdot ABS + b_2 \cdot T + A} \quad [1]$$

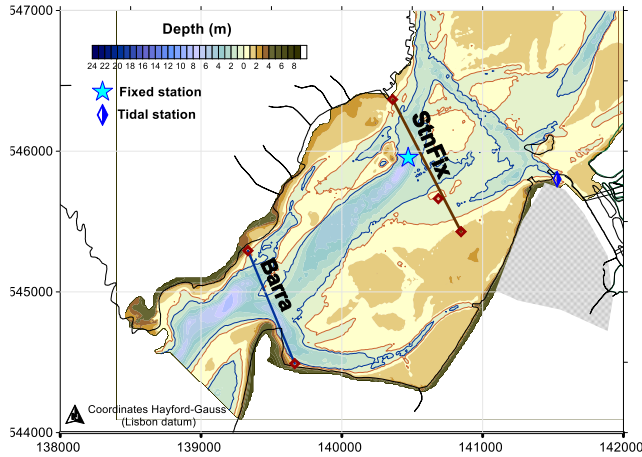


Figure 1. Bathymetric map of the Minho estuary with the location of the ADCP transects, and the fixed and tidal stations.

3. Results and Discussion

Water flows going through the lower Minho estuary under winter flow conditions are in the order of 200-1000 m³/s during neaps and 200-2000 m³/s during spring tides, with maxima in the downstream direction during ebbs in both observations and sections. Sediment fluxes follow the same trend with maxima reaching 5-6 kg/s (downstream) in both sections during spring tides. The net result of both spring and neap tides present an effective export of sediments, with sediment moving upstream for a short period during maximum flood currents in both measured sections. Further field work remains to be done to determine the type of sediment that is being exported, namely to determine if sand particles are being transported into the inner shelf/coastal zone, reinforcing the southern directed littoral drift, with significant impact on coastal management issues in this part of the Portuguese coast.

References

Wall, G.R., Nystrom, E.A., Litten, S., 2006, "Use of an ADCP to Compute Suspended Sediment Discharge in the Tidal Hudson River, New York: U.S.", Geological Survey Scientific Investigations Report 2006-5055.

POSTERS

ESTIMATIVA DAS PERDAS ECOSISTÊMICAS NA ZONA COSTEIRA DO OCEANO ATLÂNTICO

Luiz Norberto Lacerda Magalhães Filho e Peter Cornelis Roebeling

*Centro de Estudos do Ambiente e do Mar – Departamento de Ambiente e Ordenamento, Universidade de Aveiro,
Aveiro, Portugal, luizlmf@gmail.com, peter.roebeling@ua.pt*

Resumo

A zona costeira do oceano Atlântico é uma região de grande importância social, económica e ambiental, que margeiam os continentes das Américas, África e Europa. Dimensionar os serviços ecossistêmicos da zona costeira é uma importante tarefa, pois possibilita um diagnóstico para recuperar as regiões com maiores perdas e proteger as áreas de maior valor agregado. Dessa forma, esse estudo propôs aplicar o método de Transferência de Benefícios para determinar o valor dos serviços ecossistêmicos costeiros dos continentes banhados pelo oceano Atlântico durante os anos de 1990, 2000 e 2010.

Palavras-chave: Serviços ecossistêmicos; Costa Atlântica, Transferência de benefícios.

1. Introdução

Os serviços prestados pelos ecossistemas costeiros são de difícil quantificação, a nível absoluto, mas são de inestimável importância para a sociedade humana e para a vida na Terra. Estes incluem uma linha de defesa contra eventos extremos (como tempestades e furacões), armazenamento e reciclagem de nutrientes, manutenção da biodiversidade e zonas de habitats, assim como áreas para cultura, turismo e lazer.

A costa Atlântica possui grande importância económica, financeira e também ambiental, por prover serviços ecossistêmicos importantes nos diversos países banhados pelo oceano. Entretanto, ela sofre com a pressão humana, que gera danos que ultrapassam a escala local, e acarretam perdas na qualidade do ambiente e bem-estar da população. Quantificar as mudanças dos serviços ecossistêmicos na região costeira Atlântica é a principal questão determinada neste trabalho.

2. Metodologia

O trabalho se desenvolveu com base em dados económicos e ambientais, e combinou padrões de uso do solo com métodos de Transferência de Benefícios (TB: transferência de valor e transferência de função de valor). Inicialmente, criou-se a base de dados relativa ao uso do solo na zona costeira (referente aos anos de 1990, 2000 e 2010), utilizando dados da NASA e ESA. A determinação das categorias e uso do solo permitiram estimar as modificações nos valores dos serviços ecossistêmicos, usando valores dos ecossistemas costeiros provenientes de estudos que estimam os valores ecossistêmicos dos diversos biomas no mundo (Costanza *et al.*, 2014). Para ajustar estes valores para ecossistemas costeiros, aplicou-se uma função que insere como incremento a utilização do Índice Cultural (Ic) e do Índice do PIB *per capita* (IPib), da forma seguinte:

$$V(SEC)_{cont} = \sum V(US) \times IC \times IPib \quad [1]$$

Onde $V(SEC)_{cont}$ é o valor dos serviços ecossistêmicos costeiros para um dado continente (em €/ano); $\sum V(US)$ é o valor ecossistêmico dos diversos tipos de uso do solo encontrados de acordo com o estudo realizado por Costanza *et al.* (2014) (em €/ano); IC é o índice cultural para o continente disponível no estudo elaborado por House *et al.* (2004) e; $IPib$ é o índice baseado na divisão entre PIB *per capita* dos países costeiros de um continente pelo PIB *per capita* mundial.

3. Resultados

O Quadro 1 apresenta a aplicação da Eq. [1] que definiu o valor dos serviços ecossistêmicos costeiros para cada continente durante os anos em análise. Foram perdidos mais de 3,2 bilhões de euros no decorrer dos 20 anos em toda a costa Atlântica (-11%), devido principalmente a fatores humanos que transformaram zonas naturais em zonas urbanas e rurais. Os impactos são mais fortes na América Central, América do Norte e Europa (-15%, -12% and -11%, respetivamente), e menos fortes em África e América do Sul (-5% e -1%, respetivamente).

Quadro 1. Valor anual dos serviços ecossistêmicos costeiros

Região	1990 (10 ⁹ €/ANO)	2000 (10 ⁹ €/ANO)	2010 (10 ⁹ €/ANO)
ÁFRICA	705.0	644.6	671.2
AMÉRICA CENTRAL	616.5	586.1	525.7
AMÉRICA DO NORTE	7,584.9	7,993.6	6,643.2
AMÉRICA DO SUL	2,130.3	2,123.5	2,101.2
EUROPA	18,927.3	17,627.0	16,730.7
COSTA ATLÂNTICA (TOTAL)	29,964.0	28,974.8	26,672.0

4. Conclusões

Com este trabalho pretende-se contribuir para a gestão sustentável da zona costeira, com o intuito de evidenciar mudanças ao longo da costa tendo em conta os processos de artificialização/litoralização.

Agradecimentos

Este trabalho foi apoiado pela CAPES, Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil. Além disso, agradecemos ao Centro de Estudos do Ambiente e do Mar (UID/AMB/50017), à FCT/MEC via fundos nacionais, e ao FEDER pelo co-financiamento no âmbito do PT2020 *Partnership Agreement* e *Compete 2020*.

Referências

- Constanza, R. Groot, R. Sutton, P. Van der Ploeg, S. Sharolyn, J. A. Kubiszewski, I. Farber, S. Turner, R. K., 2014, "Changes in the Global Value of Ecosystem Services", *Global Environmental Change*, 26: 152-158.
- House, R. Hanges, P. Javidan, M. Dorfman, P. Gupta, V., 2004, "Culture, leadership, and organizations: The GLOBE study of 62 societies". Sage Publications, Beverly Hills, CA.

EVOLUÇÃO RECENTE DO PRISMA DE MARÉ NAS BARRAS DO SECTOR OESTE DA RIA FORMOSA

José Jacob⁽¹⁾ e Alexandra Cravo⁽¹⁾

⁽¹⁾ Faculdade de Ciências e Tecnologia, CIMA, Universidade do Algarve, Faro, Portugal,
jjacob@ualg.pt, acravo@ualg.pt

Resumo

Neste trabalho apresenta-se um estudo da evolução recente do prisma de maré nas três barras do setor oeste da Ria Formosa. O prisma de maré diminuiu na barra do Ancão em condições de maré viva, principalmente devido à sua migração para leste, enquanto o estreitamento progressivo da barra da Armona foi responsável pela diminuição do prisma de maré aí observado em condições de maré morta.

Palavras-chave: Lagoa costeira; Ria Formosa; Barras de maré; Prismas de maré; Circulação residual.

1. Introdução

O sector oeste da Ria Formosa representa aproximadamente 90% do prisma de maré total da ria (Pacheco *et al.*, 2010) e inclui 3 barras, Ancão, Faro-Olhão e Armona. Em sistemas com diversas barras, como a Ria Formosa, uma mudança morfológica numa barra pode modificar a circulação da água nas outras barras e canais adjacentes. Essas mudanças são, em geral, uma função do prisma de maré (Ferreira *et al.*, 2016). Neste trabalho apresenta-se um estudo da evolução recente dos prismas de maré nas barras do sector oeste antes da última realocização da barra do Ancão, em 29 de novembro de 2015, utilizando os resultados das campanhas do projeto COALA (Jacob *et al.*, 2013), de campanhas anteriores na barra do Ancão (Alcântara *et al.*, 2012) e os resultados de Pacheco *et al.* (2010), usados como referência.

2. Resultados e Discussão

O projecto COALA teve como objetivo caracterizar a hidrodinâmica e avaliar as trocas de nutrientes e matéria em suspensão entre a Ria Formosa e o oceano, em marés mortas e vivas e incluiu cinco conjuntos de campanhas experimentais de ciclo de maré semi-diurna, realizadas em diferentes alturas do ano, nas três barras do sector oeste. Os prismas de maré de enchente, de vazante e residual nas três barras foram determinados com base nos caudais obtidos a partir da velocidade da corrente medida de hora a hora ao longo da secção reta em cada barra.

Na Figura 1 apresentam-se os resultados para os dois conjuntos de campanhas realizadas nas três barras, no Outono de 2011 e na Primavera de 2012. Nela estão representados os prismas de enchente e de vazante em relação ao prisma total do sector oeste (soma dos prismas nas três barras). Os dados são também comparados com os resultados de Pacheco *et al.* (2010), obtidos nas mesmas barras em campanhas realizadas entre 2004 e 2007. Esta comparação revela uma evolução temporal das condições hidrodinâmicas nas barras e no interior da ria. Os resultados confirmam a barra de Faro-Olhão como a que mais contribui para o prisma total. A contribuição da barra do Ancão é inferior a 6% em maré viva e morta, em ambas as estações.

A barra do Ancão perdeu eficiência hidráulica para a barra da Armona em enchente e para as barras da Armona e de Faro-Olhão na vazante, em maré viva. Em maré morta a barra da Armona perdeu eficiência para a barra de Faro-Olhão enquanto o prisma de maré na barra do Ancão permaneceu estável. Os resultados de Pacheco *et al.* (2010) mostram prismas em maré morta semelhantes em Faro-Olhão e na Armona. A evolução temporal dos prismas de maré pode ser justificada pelas alterações morfológicas e batimétricas e evolução das barras do Ancão e Armona. É importante ter em conta a migração para leste da barra do Ancão e o estreitamento da barra da Armona. A barra de Faro-Olhão foi estabilizada e permanece inalterada artificialmente. Apresenta prismas de enchente maiores do que de vazante em marés morta e viva (prismas residuais positivos), o que sugere uma circulação residual em direção às barras do Ancão e da Armona. Refira-se ainda, como exemplo, que a diminuição temporal do prisma de enchente em maré viva na barra do Ancão ($\sim 4,69 \times 10^6 \text{ m}^3$) é 27 vezes superior ao majorante do erro no cálculo deste prisma na primavera de 2012 ($\sim 1,95 \times 10^5 \text{ m}^3$).

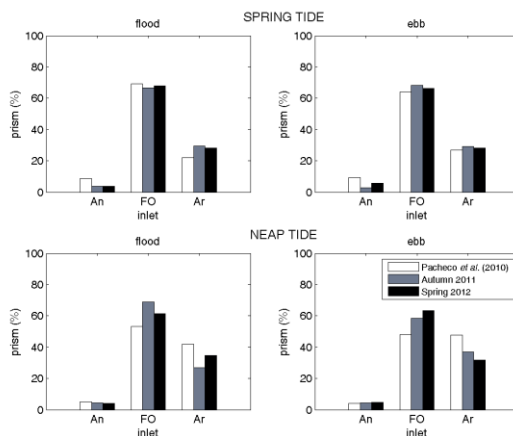


Figura 1. Prismas de maré relativos nas barras do sector oeste da Ria Formosa: Pacheco *et al.* (barras brancas) *versus* campanhas COALA, Outono 2011 (barras cinzentas) e Primavera 2012 (barras pretas). An – barra do Ancão, FO – barra de Faro-Olhão e Ar- barra da Armona.

Agradecimentos

Este trabalho foi financiado pela Fundação para a Ciência e Tecnologia (FCT) no âmbito do projecto "PTDC / MAR / 114217/2009-COALA".

Referências

- Alcântara, P., Cravo, A. and Jacob, J., 2012, "Variability of Nutrients and Chlorophyll-*a* in Ancão Inlet During a Spring Tidal Cycle in April 2009". *Ciencias Marinas*, 30 (1B), 161-176.
- Ferreira, O., Matias, A. and Pacheco, A., 2016, "The East Coast of Algarve: a Barrier Island Dominated Coast". *Thalassas*, 1-10.
- Jacob, J., Cardeira, S., Rodrigues, M., Bruneau, N., Azevedo, A., Fortunato, A.B., Rosa, M. and Cravo, A., 2013, "Experimental and Numerical Study of the Hydrodynamics of the Western Sector of Ria Formosa". *Journal of Coastal Research*, 65, 2011-2016.
- Pacheco, A., Ferreira, Ó., Williams, J.J., Garel, E., Vila-Concejo, A. and Dias, J.A., 2010, "Hydrodynamics and equilibrium of a Multiple-Inlet System". *Marine Geology*, 274, 32-42.

EXTRAÇÃO SELETIVA DE FÓSFORO EM SEDIMENTOS ESTUARINOS

Luiza Dezem Ambrósio⁽¹⁾ e Eduardo Anselmo Ferreira da Silva⁽¹⁾

⁽¹⁾ Departamento de Geociências, Universidade de Aveiro, Aveiro, Portugal,
dezemluiza@ua.pt, eafsilva@ua.pt

Resumo

O aporte de fósforo em estuários pode causar mudanças ambientais profundas no sistema (decaimento da qualidade da água, mudanças de potencial hidrogeniônico e liberação de toxinas), destacando assim a relevância do estudo desse nutriente nos sedimentos. As frações de fósforo a se obter nos ensaios baseia-se na escolha da metodologia extrativa que mais se adequa à análise ecossistêmica que se deseja alcançar. Portanto o conhecimento de metodologias extrativas de fósforo e seus fracionamentos faz-se importante.

Palavras-chave: Estuários; Fósforo; Metodologias Extrativas; Fracionamentos; Mudanças Ambientais.

1. Introdução

Os estuários são ecossistemas costeiros que atuam como corredores facilitadores da passagem de materiais dissolvidos ou em suspensão, advindos do continente em direção ao mar, bem como zona de deposição de alguns compostos químicos (Paula Filho, 2004). Grande parte do fósforo gerado em atividades antrópicas percorrem a bacia hidrográfica e se depositam nos estuários. Estudos mostraram que sistemas estuarinos, como mangues e sapais, podem reter grande quantidade de fósforo de fontes eutrofizadas bem como atuar como fonte de fósforo para outros sistemas e águas costeiras (Nóbrega et al., 2014). O conhecimento das frações total, inorgânica e orgânica (e seus detalhamentos) do fósforo nos sedimentos permite a obtenção de uma visão completa da dinâmica desse elemento no sistema estuarino sedimentar (Paula Filho, 2004)

2. Extração Seletiva

O fracionamento do fósforo em sedimentos pode ser realizado a fim de separar as frações: total, orgânico, inorgânico; as subfrações do fósforo inorgânico, que incluem o fósforo ligado a oxihidróxidos de Ferro, Alumínio e Manganês, fósforo acético (ligado a carbonatos), fósforo detritico (referente ao fósforo residual da matriz mineralógica), e, por fim, do fósforo ligado ao componente microbiano dos sedimentos. Os métodos de extração seletiva, que determinam o fracionamento do fósforo, são definidos conforme a reatividade da fração que se deseja extrair do elemento, em relação a uma solução extratora conhecida. A escolha de um extrator eficiente resulta em resultados analíticos melhores, e consequentemente, é desempenhador fundamental para a qualidade da extração. Estudos desenvolvidos, ao longo do tempo, geraram procedimentos específicos para as diversas frações do fósforo. As várias metodologias de fracionamento de fósforo, propostas por diversos autores, vão de acordo com o interesse do estudo e das formas fracionadas deste elemento a serem extraídas. O Quadro 1 mostra autores e suas respectivas frações extraídas.

Quadro 1. Autores e as frações de fósforo extraídas em suas respectivas metodologias

Autores	Fracionamento
Hieltjes & Lijklema (1980)	$P_{total} + P_{inorg}$
Bowman & Cole (1978); Ivanoff et al. (1998)	$P_{total} + P_{org}$
Ruttenberg (1992) ; Pardo et al. (2003); Tiessen & Moir (2008); Aspila et al. (1976)	$P_{total} + P_{inorg} + P_{org}$
Hedley et al. (1982)	$P_{total} + P_{org} + P_{inorg} + P_{mic}$
Golterman (1996); Zhang (2000); Ruttenberg (1992); Willians et al. (1976)	$P_{total} + P_{org} + P_{inorg}$ (e suas frações)

3. Considerações Finais

A disponibilidade do fósforo em ambientes sedimentares é considerado um parâmetro crítico para o diagnóstico ambiental, sendo a qualidade e quantidade encontradas demonstradores da importância do sedimento como fonte ou depósito desse elemento. As metodologias de Willians et al. (1976) e Golterman (1996) servirão de base para estudo que será realizado em sedimento estuarino que tem como objetivo a avaliação da dinâmica do fósforo em dois ecossistemas aquáticos costeiros (um mangal brasileiro e um sapal, a laguna costeira Ria de Aveiro) e possível análise das pressões ambientais. Assim tornando possível avaliar em que medida esta dinâmica pode ser alterada no contexto das alterações climáticas.

Referências

- Aspila, K. I. Agemian, H. Chau, A. S. Y., 1976, "A Semi-Automated Method for the Determination of Inorganic, Organic and Total Phosphate in Sediments", *Analyst*, 101: 187-197.
- Bowman, R. A., & Cole, C. V., 1978, "Transformations of Organic Phosphorus Substrates in Soils as Evaluated by NaHCO_3 Extraction". *Soil Science*. 125: 49-54.
- Golterman, H. L., 1996, "Fractionation of Sediment Phosphate with Chelating Compounds: a Simplification, and Comparison with other Methods", *Hydrobiologia*. 335: 87-95.
- Hedley, M. J. Stewart, J. W. B. Chauhan, B. S., 1982, "Changes in Inorganic and Organic Soil Phosphorus Fractions Induced by Cultivation Practices and by Laboratory Incubations". *Soil Science Society of America Journal*. 46: 970-976.
- Hieltjes, A. H. M. Lijklema, L., 1980, "Fractionation of Inorganic Phosphates in Calcareous Sediments". *Journal of Environmental Quality*. 9: 405-407.
- Nóbrega, G. N. Otero, X. L. Macías, F. Ferreira, T. O., 2014, "Phosphorus Geochemistry in a Brazilian Semiarid Mangrove Soil Affected by Shrimp Farm Effluents". *Environmental Monitoring and Assessment*. 186: 5749-5762.
- Pardo, P. Lopez-Sanchez, J. F. Rauret, G., 2003 "Relationships Between Phosphorus Fractionation and Major Components in Sediments Using the SMT Harmonized Extraction Procedure". *Analytical and Bioanalytical Chemistry*. 376, 248-254.
- Paula Filho, F. J. de., 2004, "Distribuição e Partição Geoquímica de Fósforo em Sedimentos Estuarinos do Rio Jaguaribe/CE". Dissertação de Mestrado em Ciências Marinhas Tropicais. Universidade Federal do Ceara. Brasil. Ceará, 88 p.
- Ruttenberg, K. C., 1992, "Development of a Sequential Extraction Method for Different Forms of Phosphorus in Marine Sediments", *Limnology and Oceanography*. 37: 1460-1482.
- Tiessen, H., & Moir, J. O., 2008, "Soil Sampling and Methods of Analysis", M. R. Carter & E. G. Gregorich (Eds.). Boca Raton: CRC. 2ª ed. p. 293-306. ISBN 9780849335860.
- Williams, J. D. H. Jaquet, J. M. Thomas, R. L., 1976, "Forms of Phosphorus in the Surficial Sediments of Lake Erie". *Journal of the Fisheries Research Board of Canada*. 33: 430 - 439.
- Zhang, H., 2000, "Methods of Phosphorus Analysis for Soils, Sediments, Residuals, and Waters". SAAESD. North Carolina State University, USA, p. 50-59.

CARACTERIZAÇÃO DA TEMPESTADE HÉRCULES UTILIZANDO TÉCNICAS DE ESTATÍSTICA MULTIVARIADA

Diogo Mendes⁽¹⁾ e Marta Gomes⁽¹⁾

⁽¹⁾ CERIS, Instituto Superior Técnico, Universidade de Lisboa, Lisboa, Portugal,
ddiogism@gmail.com, marta.gomes@tecnico.ulisboa.pt

Resumo

A tempestade Hércules foi uma das maiores tempestades que atingiu a costa portuguesa nas últimas décadas. Utilizaram-se 9 variáveis meteo-oceanográficas de 36 locais na bacia do Atlântico Norte retiradas da reanálise ERA-Interim. A tempestade foi espacialmente caracterizada utilizando técnicas de estatística multivariada, nomeadamente a análise de clusters pelo método *k-means*. Foram detetadas duas zonas distintas: a zona onde a tempestade esteve mais energética e o centro depressionário. As zonas identificadas foram descritas com base nas diferenças observadas para as variáveis físicas.

Palavras-chave: Tempestade Hércules; Estatística multivariada; método *k-means*;

1. Introdução

A tempestade Hércules atingiu a costa oeste continental Portuguesa a 6 de Janeiro de 2014, provocando a destruição de infra-estruturas em zonas costeiras e promovendo o agravamento da erosão costeira (Santos et al., 2014). As técnicas de estatística multivariada (TEM) permitem analisar volumes de dados elevados e efectuar agrupamentos, mas têm sido aplicadas ao estudo do clima de agitação marítima (Camus et al., 2011). Neste trabalho aplicaram-se TEM ao caso de estudo da tempestade Hércules, com vista fim à sua caracterização recorrendo a variáveis de agitação marítima e atmosféricas.

2. Métodos

Na análise estatística utilizaram-se 3 variáveis de agitação marítima (altura da onda significativa - H_s , período médio da onda - T_m , e direcção média da onda - W_d) e 4 variáveis atmosféricas (temperatura do ar a 2 m da superfície - aT , pressão atmosférica ao nível médio do mar - Pa , componente Norte-Sul da velocidade do vento - vW , e componente Este-Oeste da velocidade do vento - uW). Estas variáveis foram obtidas para as 18h00 de dia 6 de Janeiro de 2014 em 36 locais igualmente distribuídos na bacia Norte do oceano Atlântico (Figura 1 - esquerda). Os dados são provenientes da reanálise ERA-Interim (Dee et al., 2011).

Com o objetivo de caracterizar a tempestade, utilizou-se a análise estatística univariada, bivariada e multivariada. Relativamente a esta última, as técnicas usadas compreenderam a análise de componentes principais e a análise de *clusters*, após normalização das variáveis, com base em métodos hierárquicos e não-hierárquicos (método *k-means*). Apresentam-se os resultados obtidos pelo método *k-means* (definindo *a priori* 3 *clusters*) devido à sua relevância para o objetivo de caracterização da tempestade Hércules.

3. Resultados e Discussão

A distribuição espacial dos *clusters*/grupos formados apresentou uma distinção entre a zona Norte (*cluster* C3) e a zona Sul (*cluster* C1) da área em estudo (Figura 1 - esquerda). A inclusão do terceiro grupo (*cluster* C2, representado por cruzes vermelhas) permitiu identificar uma região que se encontra envolvente às zonas terrestres com características distintas das outras duas. As diferenças entre *clusters* são mais notáveis em função das variáveis do problema (Figura 1 - direita). O *cluster* 1 distingue-se dos restantes pelos valores mais elevados no que respeita às variáveis *vW*, *Hs* e *Tm*. Apesar das semelhanças entre os *clusters* 2 e 3, o *cluster* 2 distingue-se por apresentar o valor mais elevado de *Pa* e o *cluster* 3 os valores mais reduzidos de *aT* e *Pa*. A tempestade Hércules teve uma trajetória Oeste-Este e por isso, o *cluster* 1 é representativo da zona onde a tempestade esteve mais energética porque tem as variáveis de agitação marítima (*Hs* e *Tm*) mais díspares. O *cluster* 3 pode ser caracterizador do centro depressionário da tempestade Hércules devido aos valores de *aT* e *Pa* mais baixos.

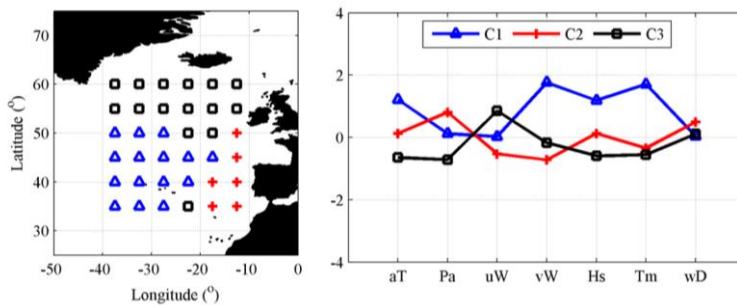


Figura 1. Resultado do método *k-means* considerando 3 *clusters*: distribuição espacial (à esquerda) e gráfico das médias das variáveis (standartizadas) nos *clusters* C1, C2 e C3 (à direita).

4. Conclusões

A utilização de técnicas estatísticas multivariadas aplicadas à tempestade Hércules permitiu agrupar duas zonas com características distintas entre si e caracterizá-las com base em parâmetros físicos: a zona de tempestade e o centro depressionário. De referir que não foram encontrados na literatura estudos de caracterização de tempestades usando a análise estatística multivariada. Sugere-se ainda a aplicação destas técnicas no estudo da morfodinâmica associada a perfis de praia.

Referências

- Camus, P., Mendez, F. J., Medina, R., and Cofiño, A. S., 2011, "Analysis of Clustering and Selection Algorithms for the Study of Multivariate Wave Climate". *Coastal Engineering*, 58(6), 453-462.
- Dee, D. P et al., 2011. "The ERA-Interim Reanalysis: Configuration and Performance of the Data Assimilation System". *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, 137(656), 553-597.
- Santos, Â., Mendes, S., and Corte-Real, J., 2014, "Impacts of the Storm Hercules in Portugal". *Finisterra*, 49(98).