

# Inundações e galgamentos costeiros em Portugal continental: complexidade territorial e diversidade de impactos

## Overtopping and coastal flooding on the mainland Portugal: territorial complexity and diversity of impacts

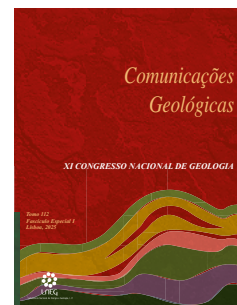
A. O. Tavares<sup>1\*</sup>, J. L. Barros<sup>2\*</sup>, P. Freire<sup>3</sup>

DOI: <https://doi.org/10.34637/s3ds-fe20>

Recebido em 18/09/2023 / Aceite em 06/02/2024

Publicado online em abril de 2025

© 2025 LNEG – Laboratório Nacional de Energia e Geologia IP



Artigo original  
Original article

**Abstract:** The mainland of Portugal presents an extensive, diversified and complex coastal zone. This diversity gives rise to diverse geologic and geomorphologic features that support different densities of human occupancy and a wide range of land uses and activities. In the last seven decades, the increasing of the coastal zone anthropic occupation led to a conflict with the natural dynamics of these areas. In the last decades, the coast of mainland Portugal has often been affected by overtopping and coastal flooding processes. Based on the division of the coastal zone into three main distinct typologies (low sandy coast, cliff coast and transitional coast), the aim of this work is to understand the impacts resulting from coastal floods and overtopping between 1980 and 2018 affecting the different typologies. The results show that the higher number of occurrences are related to the low sandy and transitional coast allowing to identify and differentiate impacts on the different coastal typologies.

**Keywords:** Coastal zone, Coastal flooding, Database, Typologies, Losses and damages

**Resumo:** Portugal Continental apresenta uma zona costeira extensa, diversificada e complexa. Essa diversidade dá origem a diversas características geológicas e geomorfológicas que suportam diferentes densidades de ocupação humana e uma variedade de atividades, de uso e de ocupação do solo. A crescente ocupação antrópica da zona costeira nas últimas sete décadas originou um conflito com a dinâmica natural dessas áreas. Nas últimas décadas, o litoral de Portugal Continental tem sido frequentemente afetado por galgamentos e inundações costeiras. Com base na divisão da zona costeira em três tipologias principais distintas (costa baixa arenosa, arriba e costa de transição), o objetivo deste trabalho é compreender os impactos de ocorrências de galgamentos e inundações costeiras entre 1980 e 2018 que afetaram as diferentes tipologias. Os resultados evidenciam o maior número de ocorrências relacionadas com litorais arenosos baixos e de transição, permitindo identificar e diferenciar impactos nas diferentes tipologias costeiras.

**Palavras-chave:** Zona costeira; Inundação costeira; Base de dados; Tipologias; Perdas e danos

### 1. Introdução

A zona costeira de Portugal continental caracteriza-se por grande complexidade e diversidade geológica, morfológica, biológica e paisagística, incluindo uma variedade de sistemas morfossedimentares como estuários, lagoas, ilhas barreira, praias, dunas e arribas (Ponte Lira *et al.*, 2016). Acrescem, ainda, diferenças significativas relacionadas com o regime de agitação marítima entre a costa oeste, mais energética e com maior capacidade de transporte sedimentar, e a costa sul, com um regime de agitação mais moderado (Ferreira e Matias, 2013). Para além das questões físicas referidas anteriormente, realça-se a crescente pressão antrópica sobre a zona costeira nas últimas sete décadas (1950-2020). Esta pressão traduz-se numa elevada densidade populacional, diversidade de atividades económicas, usos e ocupações de solo distintas que transformam esta zona numa área de grande valor estratégico nacional, mas também numa área de elevada exposição e vulnerabilidade. Salienta-se também que a zona costeira continental é uma área sujeita a múltiplos riscos associados a galgamento, inundação e erosão que tenderão a aumentar face à subida do nível médio do mar. De modo a minimizar os impactos têm sido realizadas inúmeras intervenções de proteção costeira, que contribuem para que atualmente cerca de 14% da costa esteja artificializada por estruturas de proteção. O presente trabalho pretende analisar e compreender a ocorrência de inundações e galgamentos costeiros, perdas e danos associados, face à diversidade e complexidade geológica e morfológica existente na zona costeira.

### 2. Metodologia

A avaliação das ocorrências de inundações e galgamentos costeiros, e seus impactos (perdas e danos), baseou-se numa base de dados desenvolvida por Tavares *et al.* (2021). A base de dados identifica e analisa inundações e galgamentos costeiros com recurso à análise hemerográfica de jornais nacionais e regionais, complementada com a análise de relatórios técnicos e documentos científicos, bem como com dados hindcast de condições oceanográficas para o período em causa (Fortunato *et al.*, 2016). Perante a complexidade e a heterogeneidade da área de estudo, a zona costeira foi dividida em diferentes tipologias, tendo por base o trabalho de Dinis e Tavares (2005), com as devidas adaptações. Foi possível diferenciar as seguintes tipologias: zonas de costa baixa arenosa, de transição (estuários, lagoas, portos marítimos), de arriba coesiva, mista (constituídas por alternância ou sobreposição de litologias coesivas e não coesivas, ou por litologias

<sup>1</sup> Departamento de Ciências da Terra, FCTUC e Centro de Estudos Sociais, Universidade de Coimbra, Rua Sílvio Lima, Pólo II, 3030-790, Coimbra, Portugal

<sup>2</sup> Centro de Estudos Sociais, Universidade de Coimbra, Colégio de S. Jerónimo, Apartado 3087 3000-995, Coimbra, Portugal

<sup>3</sup> Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Av. do Brasil 101, 1700-075, Lisboa, Portugal

\* Corresponding author / Autor correspondente: [leandrobarros@ces.uc.pt](mailto:leandrobarros@ces.uc.pt)

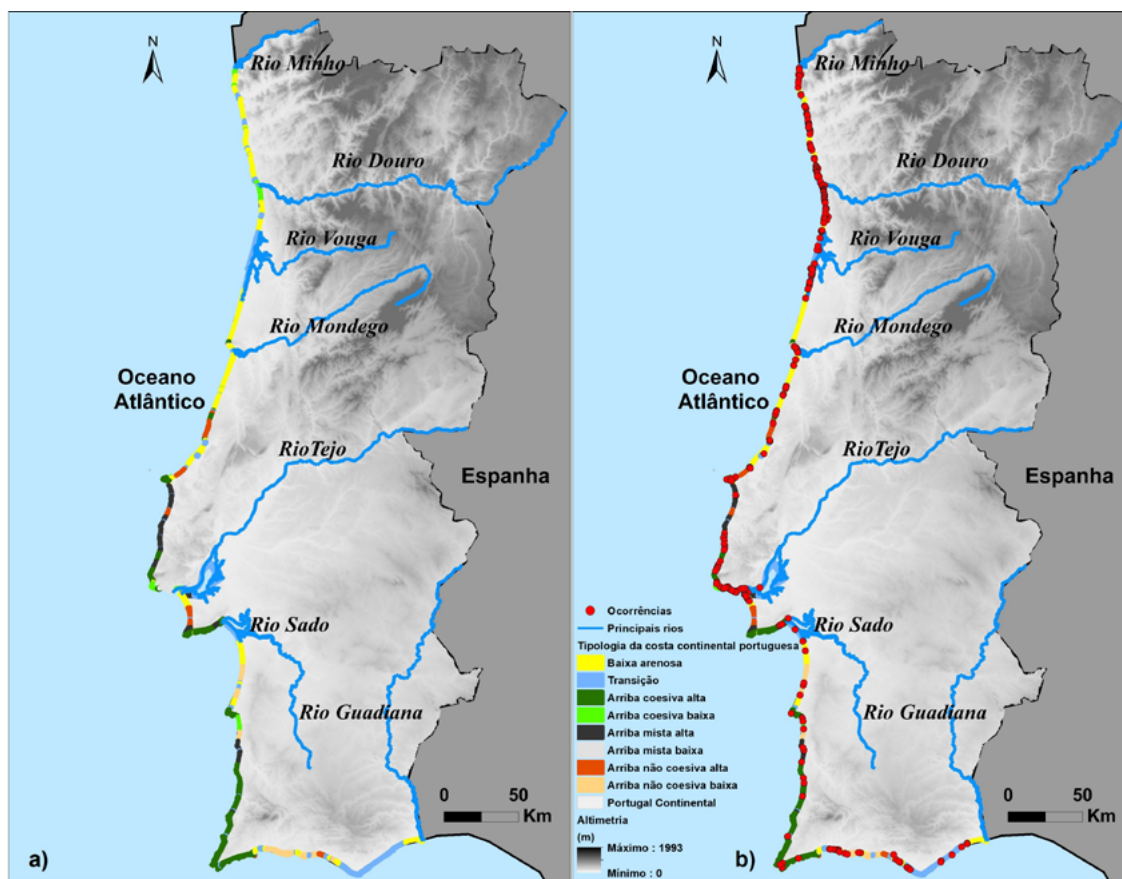


Figura 1. Litoral de Portugal Continental: a) Tipologias geomorfológicas; b) localização de inundações e galgamentos costeiros entre 1980 e 2018.

Figure 1. Coastline of Mainland Portugal: a) Geomorphological typologies; b) location of coastal floods and overtopping between 1980 and 2018.

coesivas com um grau elevado de alteração) e não coesiva (litologias clásticas com nula ou reduzida cimentação, margas ou rochas ígneas muito alteradas) (Figura 1a). A separação entre arribas altas e baixas situa-se na cota altimétrica de 25 m.

### 3. Enquadramento da área de estudo

A costa continental portuguesa estende-se por cerca de 987 km desde a foz do rio Minho até à foz do rio Guadiana. Esta extensa zona costeira está dividida em dois setores: a) a costa oeste, caracterizada por agitação marítima de alta energia com ondulação dominante de noroeste, resultando numa elevada capacidade de transporte sedimentar, e b) a costa sul, que tem uma agitação marítima mais moderada, estando protegida da ondulação de noroeste (Ferreira e Matias 2013). A atual configuração da zona costeira depende de um conjunto diversificado de fatores que interagem, dos quais se destacam os forçamentos oceanográfico e atmosférico, os contextos geológico e morfológico e a intervenção antrópica. Relativamente a este último, salienta-se que os concelhos do litoral suportam cerca de 3/4 da população e geram cerca de 80% do PIB nacional, o que se traduz numa crescente atividade económica, com destaque para o turismo, originando frequentemente pressões e conflitos (Santos *et al.*, 2017).

### 4. Resultados e discussão

A base de dados desenvolvida por Tavares *et al.* (2021) permite identificar um total de 645 ocorrências de inundações e galgamentos

costeiros (Figura 1b) para a zona costeira de Portugal Continental entre 1980 e 2018. A estas ocorrências surgem associados um conjunto diversificado e complexo de impactos que se distribuem, com uma grande variabilidade espacial e temporal, por diferentes tipologias (perdas humanas, sistemas naturais, áreas públicas, edifícios, infraestruturas, degradação ambiental e propriedade móvel) totalizando 1645 no período considerado. Tendo em consideração o trabalho de Dinis e Tavares (2005) foram identificadas um total de 8 tipologias geomorfológicas (Figura 1a) representativas da diversidade da costa continental portuguesa. A análise entre a espacialização das ocorrências e as diferentes tipologias geomorfológicas, permite identificar que a maioria (71%) das ocorrências e impactos surgem em tipologias costeiras associadas a costas baixas e arenosas (38%) e em áreas costeiras de transição (33%), associados a contextos de elevada densidade populacional e de exposição e vulnerabilidade territorial moderada a muito elevada tal como referido por Barros *et al.* (2022). Relativamente às primeiras destaca-se a zona costeira compreendida entre o município de Caminha e de Ovar e também o setor da Costa da Caparica. No que respeita às segundas verifica-se uma concentração na zona costeira do concelho do Porto, entre Ovar e Vagos e a sul entre Loulé e Vila Real de Santo António.

A análise dos impactos permite constatar diferenças espaciais e temporais distintas entre as diferentes tipologias geomorfológicas. As perdas humanas ocorrem exclusivamente em costas baixas arenosas, de transição, mas também associadas a arribas coesivas baixas. Os danos, relacionados com o sistema natural, degradação ambiental e áreas públicas são transversais a todas as tipologias costeiras. Destaca-



Figura 2. Tipologias e sub-tipologias de impactos nas costas baixas arenosas e de transição.

Figure 2. Typologies and sub-typologies of impacts on low sandy and transitional coasts.

se ainda a relevância dos danos em infraestruturas, nomeadamente de proteção costeira, nas áreas de tipologias de costa baixa arenosa, de transição e de arriba mista baixa, e dos danos em edifícios em todas as tipologias, com exceção da costa com arriba não coesiva alta. A Figura 2 demonstra a variedade dos impactos associados a inundações e galgamentos costeiros nas duas tipologias geomorfológicas que concentram maior número de ocorrências e impactos, assim como o contributo (número) de cada sub-tipologia de impactos. Há a salientar ainda a diferenciação não só entre tipologias e sub-tipologias de impactos observada nas costas baixas arenosas e de transição. Nas primeiras destacam-se os impactos nas áreas públicas e um equilíbrio relativamente às restantes. Nas segundas, há um claro predomínio das perdas humanas e uma diversificação nas suas sub-tipologias. Através dos impactos é também possível analisar a exposição, usos e ocupações diferenciadas. Salientam-se os contextos de artificialização do solo e da crescente infraestruturização, a presença de edificado denso e o desenvolvimento de estratégias estruturais “pesadas” de defesa e proteção costeira. Esta crescente pressão antrópica está, muitas das vezes, conectada com os impactos nos sistemas naturais

e na degradação ambiental, mostrando o carácter sistémico dos riscos costeiros, em especial os relacionados com inundações e galgamentos e os seus efeitos em cascata.

Para além da variabilidade espacial referida anteriormente, é também possível identificar uma variabilidade temporal dos impactos nas diferentes tipologias geomorfológicas costeiras identificadas. A década de 80, do século XX, foi marcada por impactos associados às áreas públicas, degradação ambiental e infraestruturas. A década seguinte é marcada por uma maior diversidade de impactos, com destaque para o aumento das perdas humanas e impactos nos edifícios, com destaque para as tipologias de costa baixa arenosa e de transição. Na primeira década do século XXI, verifica-se uma diminuição das ocorrências e dos impactos, transversal a todas as tipologias geomorfológicas. Entre

2010 e 2018 constata-se um incremento acentuado transversal das ocorrências e dos impactos. De realçar a evolução dos impactos nas costas baixas arenosas e de transição neste período. Nas primeiras verifica-se um incremento em todas as tipologias de impactos com a exceção das perdas humanas que registam uma quebra acentuada

comparativamente a períodos anteriores. Nas segundas salienta-se o aumento destes em todas as tipologias de impactos, com destaque para os relacionados com perdas humanas.

## 5. Conclusões

O trabalho aqui apresentado pretende sistematizar os impactos por inundação e galgamento na zona costeira de Portugal Continental, identificando as especificidades e complexidades territoriais a diferentes escalas espaciais (regional e local). Contribui-se, desta forma, para uma gestão diferenciada da zona costeira. Tal pode ser obtido com o cruzamento dos resultados deste trabalho e do desenvolvido por Barros *et al.* (2023). Com base nos diferentes clusters identificados naquele trabalho, e considerando as duas tipologias geomorfológicas com maior número de ocorrências e impactos, é possível definir que as medidas de mitigação e de adaptação na costa baixa arenosa devem centrar-se, predominantemente, nas áreas artificializadas. Relativamente às costas de transição essa gestão diferenciada deve focar-se não só nas áreas artificializadas como também nos sistemas naturais em desequilíbrio. O trabalho realizado e a possibilidade de conexão com outros estudos, pode contribuir para auxiliar os agentes de políticas públicas no desenvolvimento de políticas integradas de gestão costeira, bem como na implementação de medidas diferenciadas de prevenção, mitigação e adaptação que tenham em consideração a complexidade territorial local.

## Agradecimentos

Este trabalho é financiado por fundos nacionais através da FCT – Fundação para a Ciência e Tecnologia, I.P., no âmbito do projeto MOSAIC.pt (PTDC/CTA-AMB/28909/2017) e pelo projeto RiskAquaSoil – Plano Atlântico de Gestão do Risco no Solo e na Água cofinanciado pelo Fundo Europeu de Desenvolvimento Regional (FEDER) através do programa de cooperação Espaço Atlântico INTERREG com a referência EPA\_272/2016.

## Referências

- Barros, J. L., Tavares, A. O., Santos, P. P., Freire, P., 2022. Enhancing a coastal territorial vulnerability index: anticipating the impacts of coastal flooding with a local scale approach. *Coastal Management*, **50**: 442-468.
- Barros, J. L., Santos, P. P., Tavares, A. O., Freire, P., Fortunato, A. B., Rilo, A., Oliveira, F. S., 2023. The complexity of the coastal zone: Definition of typologies in Portugal as a contribution to coastal disaster risk reduction and management. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, **86**: 103556.
- Dinis, J., Tavares, A.O., 2005. Susceptibilidade geomorfológica da costa ocidental portuguesa a tsunamis. In *III Congresso sobre Planeamento e Gestão das Zonas Costeiras dos Países de Expressão Portuguesa - Perspectivas de Gestão e Sustentabilidade da Zona Costeira*, 5-8.
- Ferreira, O., Matias, A., 2013. Portugal, In: Pranzini, E., Williams, A. (Eds.). *Coastal Erosion and Protection in Europe*. Routledge, 275-293.
- Fortunato, A.B., Li, K., Bertin, X., Rodrigues, M., Miguez, B.M., 2016. Determination of extreme sea levels along the Iberian Atlantic coast. *Ocean Engineering*, **111**: 471–482.
- Ponte Lira, C., Nobre Silva, A., Taborda, R., Freire de Andrade, C., 2016. Coastline evolution of Portuguese low-lying sandy coast in the last 50 years: an integrated approach. *Earth System Science Data*, **8**: 265-278.
- Santos, F. D., Lopes, A. M., Moniz, G., Ramos, L., Taborda, R., 2014. Grupo de Trabalho do Litoral: Gestão da Zona Costeira: O desafio da mudança. Lisboa.
- Tavares, A.O., Barros, J.L., Freire, P., Santos, P.P., Perdiz, L., Fortunato, A.B., 2021. A coastal flooding database from 1980 to 2018 for the continental Portuguese coastal zone. *Applied Geography*, **135**: 102534