

# Impacto Ambiental e das Mudanças Climáticas na Preservação do Patrimônio Arqueológico Costeiro em Zonas de Arriba, (Portugal): Um Estudo Abrangente e Urgente

## *Environmental Impact and Climate Change on the Preservation of Coastal Archaeological Heritage in Cliff Areas, (Portugal): A General and Urgent Study*

Alexandra Águeda Figueiredo <sup>ac</sup> , Sarah Martinville <sup>bd</sup> 

<sup>a</sup>Instituto Politécnico de Tomar, Centro de Geociências, Universidade Coimbra FCT, <sup>b</sup>Laboratório de Arqueologia e Conservação do Patrimônio Subaquático, Instituto Politécnico de Tomar

<sup>c</sup>[alexfiga@ipt.pt](mailto:alexfiga@ipt.pt), <sup>d</sup>[martinville\\_sj@hotmail.fr](mailto:martinville_sj@hotmail.fr)



© 2024 The authors. This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons license.

### Resumo

A mudança climática é atualmente um dos desafios para a sustentabilidade do nosso planeta. Esta problemática transcende várias esferas e dimensões, especialmente no que concerne às regiões propensas a sofrer impactos decorrentes das alterações ambientais. A intensidade e rapidez com que essas mudanças estão a observar-se têm gerado situações cada vez mais visíveis e preocupantes na esfera do patrimônio cultural. Estas demandam uma compreensão mais aprofundada e estudos mais detalhados, para garantir uma maior salvaguarda dos sítios arqueológicos presentes em zonas de interface costeira. Com base nos estudos de afetação ambiental provenientes da Agência Portuguesa do Ambiente (APA) foram identificadas várias zonas sob alto risco de transformações nos próximos anos. Da mesma forma, a base de dados do Endovélico do Patrimônio Cultural, Instituto Público (PC-IP) apresenta um conjunto de registros de sítios arqueológicos reconhecidos por diferentes projetos e investigações. A junção e análise dos dados, presentes a uma distância até 100 metros da costa, bem como o entendimento de todas as circunstâncias inerentes ao processo de registro e recolha de dados, permitiram perceber, numa aproximação quantitativa, a gravidade do estado de conservação futura destes sítios e a necessidade de implementação de estratégias de salvaguarda por parte das autoridades competentes. Alguns dados são agora possíveis de avançar pelo projeto CoastLine do Laboratório de Arqueologia e Conservação do Patrimônio Subaquático do Instituto Politécnico de Tomar, do Centro de Geociências da Universidade de Coimbra, do Centro de Investigação de Ciências Históricas e da Associação para o desenvolvimento das Aplicações Informáticas e Novas Tecnologias em Arqueologia. Neste artigo são apresentadas as principais observações decorrentes deste projeto nas zonas de arriba.

**Palavras-chave:** Riscos ambientais; Patrimônio cultural; Arqueologia; Alterações climáticas; salvaguarda.

### Abstract

The paragraph describes the challenges posed by climate change to the sustainability of our planet, particularly in regions prone to environmental impacts. The intensity and speed of these changes have led to increasingly visible and concerning situations in the sphere of cultural heritage, demanding deeper understanding and more detailed studies to ensure greater safeguarding of archaeological sites, especially in coastal interface areas. Various high-risk zones for transformations in the coming years have been identified based on environmental impact studies from the Portuguese Environment Agency (APA). Additionally, the Cultural Heritage Endovélico Database, a public institution (PC-IP), contains records of archaeological sites recognized by different projects and research. By analyzing data within 100 meters of the coast and understanding the circumstances surrounding data collection, it was possible to quantify the severity of the future conservation status of these sites and the need for implementation of safeguarding strategies by competent authorities. The CoastLine project, led by the Laboratory of Archaeology and Conservation of Underwater Heritage at the Polytechnic Institute of Tomar, in collaboration with the Center for Geosciences at the University of Coimbra, the Center for Research in Historical Sciences and CAAPortugal association, has provided valuable insights into these coastal cliff areas.

**Keywords:** Environmental risks; Cultural heritage; Archaeology; Climate change; Preservation.

### 1. Introdução

A perceção das mudanças climáticas abruptas com as quais nos deparamos é amplamente aceita pela comunidade científica e tem sido alvo de grande debate (Schneider 2004, Meehl et al. 2007, IPCC 2023). O

último relatório do Grupo Intergovernamental de Especialistas sobre Mudanças Climáticas (IPCC- sigla em inglês) enfatiza de forma incontestável que a influência humana "has warmed the atmosphere, ocean and land" (IPCC 2023, p.5). O relatório também destaca o aumento crescente da gravidade da erosão e

da subida do nível do mar. Segundo o mesmo, o nível médio global do mar aumentou  $0,20 \pm 0,05$  m entre 1901 e 2018, uma taxa de 1,3 mm/ano entre 1901 e 1971, e 1,9 mm/ano de 1971 a 2006, incrementando drasticamente para 3,7mm/ano nos últimos anos. Além disso, o relatório aborda outros impactos climáticos nos oceanos, como "*increased ocean acidification (virtually certain) and deoxygenation (high confidence)*" (IPCC 2023, p.13). Isto significa que as alterações dos parâmetros químicos da água possuem consequências significativas para a preservação dos vestígios arqueológicos submersos, como tem já sido apontado por vários especialistas e investigadores (Lehner & Peacock 1988, Lighfoot 1992, Culley Meade 2004, Monteiro 2015, Rosado 2019), sejam eles orgânicos ou inorgânicos, assim como já afetou outros setores da atividade humana. De facto, a título de exemplo, o mesmo relatório (IPCC 2023, p.6) destaca que "*have adversely affected food production from fisheries and shellfish aquaculture in some oceanic regions (high confidence)*", como discute o aumento de eventos climáticos extremos, projetando que, devido ao aumento do nível relativo do mar, situações extremas de subida das águas, que atualmente são raras (1 em cada 100 anos), deverão ocorrer com maior intensidade, apresentando valores de possibilidade de ocorrência anual, em mais de metade dos locais de medição de marés, até 2100. Na verdade, todo o documento é um apelo à utilização de medidas efetivas a serem adotadas na atualidade, apresentando valores e estudos para a comprovação da sua defesa. Para o entendimento deste assunto, explicam que a ação para limitar o aquecimento global e seus impactos é viável por meio de "*political commitment, well-aligned multilevel governance, institutional frameworks, laws, policies and strategies and enhanced access to finance and technology*" (IPCC 2023, p.32).

Para além dos grupos intergovernamentais, também os investigadores, entre eles Marie-Pierre Jézégou (Jézégou 2021) apontam que a aceleração destes processos possuem como causas, a "*diminution des apports sédimentaires fluviaux, lente montée de la mer, artificialisation du rivage depuis les années 60 et augmentation sensible des tempêtes depuis les années 1970*", inclusive estas situações estão a ser observados em ambientes que não favorecem um hidrodinamismo importante das águas costeiras (Jézégou 2021).

É crucial uma compreensão mais aprofundada das mudanças costeiras e seus impactos, dada a abrangência dos problemas ambientais de preservação da costa. Cerca de 20% da faixa costeira da União Europeia é afetada, com a costa portuguesa experimentando uma situação ainda mais grave.

Tendo conhecimento desta problemática estabeleceram-se as bases para o desenvolvimento de um projeto, que ficou designado com o acrónimo Coastline.

Este projeto visa reconhecer os locais arqueológicos presentes em zonas de risco ambiental, junto à linha de costa portuguesa, além de contribuir para mitigar o impacto das mudanças climáticas neste património. Ao apontar a problemática e ao analisar estes locais, os autores pretendem estabelecer prioridades de ação e estratégias para tomadas de decisão mais acertadas a adotar pelas autoridades competentes e comunidade, em prol da sua salvaguarda futura.

## 2. Realidade ambiental e geomorfológica da costa portuguesa

Conforme discutido por Benoît Devillers, Pau Olmos Benlloch e Père Castanyer (Devillers et al. 2021), um dos principais desafios da pesquisa arqueológica atual é a erosão costeira e o risco de destruição do património cultural. Neste sentido é fundamental conhecer o património e sua situação em zonas de risco de erosão, para poder avaliar a vulnerabilidade e a priorização de sítios a intervencionar, bem como adotar medidas adequadas para mitigar esses efeitos e garantir a sustentabilidade do conhecimento para as gerações futuras.

Em Portugal, as investigações apontam a linha de costa com ambientes muito dinâmicos, onde as mudanças morfológicas estão associadas a vários fatores e processos externos como, por exemplo, a agitação marítima e as tempestades (Fernández-Fernández et al. 2019). De acordo com Pinto (2020), 48% da costa portuguesa (414 quilómetros) são arribas rochosas, 42% são áreas baixas e arenosas, 2 % são arribas brandas e 8% é litoral baixo e rochoso, abraçando, por isso, uma grande variedade geomorfológica e diversidade paisagística, cénica e biogeográfica.

A Agência Portuguesa do Ambiente (APA) relata que os dados observados em 2010 permitiram identificar várias zonas com situações críticas ao longo da costa. Em alguns setores observou-se uma redução do processo de erosão entre 2010 e 2020 devido a "uma série de intervenções de alimentação artificial concretizadas desde 2010 no domínio imerso, emerso e cordão dunar das respetivas áreas de influência ou a barlar delas na mesma célula costeira" (Pinto et al. 2020). Esta constatação destaca a possibilidade de encontrar soluções viáveis por meio de um melhor conhecimento dos fenómenos e uma gestão eficiente da costa (Fernández-Fernández et al. 2019). A APA explica ainda que por causa da intensidade do fator erosivo, e respetivo risco associado, foi determinado que a maior parte do investimento efetuado no litoral, fosse essencialmente dirigido a intervenções de proteção e defesa costeira.

Estudos como o de Paulo Silva (2012) que analisou uma parte da costa arenosa de Portugal, entre as praias de Maceda a S. Jacinto, chegou à conclusão de que essa área está exposta "a um grande recuo da linha de costa na maioria da área de estudo, devido à redução no fornecimento de sedimentos e a condições de elevada

agitação marítima". Ao analisar os dados inseridos no sistema de informação geográfico, foi capaz de demonstrar que "o troço costeiro mostra uma taxa de erosão de cerca de 4 m/ano na zona de Maceda e taxas de acreção que alcançam os 11 m/ano na zona de S. Jacinto". Isto significa que, desde 1958, com uma previsão para 2030, Maceda poderá registar um recuo da linha de costa de 80 metros, enquanto S. Jacinto pode alcançar 220 metros de avanço.

Outros exemplos que se podem destacar incluem o sítio do Pinhão, no Algarve, que serviu de base para uma bateria construída em 1762, e que está atualmente destruída, assim como a Torre de Atalaia; ou as fortificações da região de Loulé, que foram completamente arrasadas pelos impactos da erosão (Ménanteau 2021).

Além das regiões arenosas, também as arribas têm evidenciando problemas crescentes, com enfraquecimento de suas estruturas rochosas e desabamentos constantes. Esses desafios são atribuídos tanto à ação das dinâmicas marinhas, que constantemente impactam contra as formações rochosas, quanto às condições climáticas extremas, como secas seguidas por chuvas intensas, que causam a abertura de profundas fendas e propiciam a sua instabilidade morfológica.

Observando a costa e os dados presentes na Fig. 1, podemos ver zonas de arriba em situação crítica da Murtinheira a Buarcos, próximo à Figueira da Foz; a zona da Praia do Pedrogão, no concelho de Leiria; de Concha a Falca e Nazaré; de Salgado ao Baleal e toda a costa de Peniche; a grande extensão da Consolação a Praia de Carcavelos, em Lisboa, com exceção de um pequeno troço no Seixal, Santa Rita e entre a Praia Azul e Gentias (onde os problemas registam-se essencialmente na componente de erosão e galgamento); após a cidade de Lisboa, as situações de arriba, recomeçam frente a Quintinhas, próximo a Aroeira, seguindo até perto do Parque Urbano de Albarquel, em Setúbal, também com pequenas exceções nas lagoas de Albufeira, em Sesimbra, que são substituídas por problemas essencialmente de erosão; de Carvalhal a Grândola, até próximo das Sesmarias; continuando para sul, com exceção de duas pequenas áreas nas lagoas de Santo André e Sancha, no Cabo Espichel, segue de frente a Cadaveira a Sines; ainda se observa em quase toda a parte da costa Vicentina, numa grande extensão, com exceção frente de Fonte Mouro e início da faixa pertencente ao concelho de Beja; segue logo após até à praia de Odeceixe, no limite do mesmo concelho.



Figura 1 –Apresentação da costa oeste, exceção do Algarve, por inexistência de dados da APA, com o registro das áreas em risco e os sítios arqueológicos localizados em zonas de arriba. A norte do território não existem zonas de arriba, por esse motivo não foi integrado mapa representativo. Imagem da esquerda: Zona Centro – Norte de Lisboa. Imagem da direita: Zona Centro - Sul de Lisboa.

Apesar dos arqueólogos não serem especialistas em questões ambientais, precisam envolver-se de forma multidisciplinar com investigadores da área e vice-versa, pois cada vez mais estes fatores são pertinentes no desenvolvimento do estudo dos sítios arqueológicos e a análise ambiental e de planejamentos de manutenções das faixas deve ter em consideração a presença de vestígios de antigas ocupações, muitas vezes imperceptíveis aos técnicos ambientais.

Outra questão relevante refere-se ao papel da entidade de tutela e à sua consciencialização para estes problemas, ainda que seja geral a percepção desta problemática não existem grandes estudos, que de um ponto de vista quantitativo ofereça um conhecimento da realidade portuguesa, nem recursos humanos que possam ser direcionados para o levantamento destas questões. Convém por isso encontrar soluções, envolvendo as comunidades e entidades locais.

### 3. Metodologia de trabalho e processo de análise de dados

O projeto, fundamentando-se nas preposições apresentadas no ponto de introdução, realizou um conjunto de análises abrangentes sobre os sítios arqueológicos existentes, considerando as suas cronologias, a natureza percível dos vestígios, a proximidade ou sobreposição com áreas sujeitas ou em alta probabilidade de afetação ambiental, o tipo de afetação prevista, entre outros fatores relevantes.

Com base nestas análises desenvolveu-se uma proposta de classificação, levando em conta a incidência dos impactos, no sentido de apurar prioridades de intervenção e promover uma maior conscientização sobre a vulnerabilidade destes locais, além de estimular a implementação de medidas de proteção mais eficazes.

Atendendo à relevância do estudo deu-se início a uma aproximação mais cuidada ao entendimento do número de sítios arqueológicos, presentes em costa, em situação iminente de risco de destruição provocado pelas rápidas alterações e eventos climáticos extremos.

Para arranque, equacionou-se analisar primeiramente as zonas de arriba, estando em pesquisa atual as áreas arenosas e de galgamento. Com base nos diversos levantamentos registados na base de dados Endóvelico, do PC-IP ([link](#)), optou-se por uma amostragem de integrasse todos os sítios registados, com um limite de localização até 100 metros da linha de costa, considerando que esta amostragem seria representativa e suficientemente ampla para abarcar uma perspetiva global da linha de costa, seus riscos de erosão e ocupações humanas passadas. A lista usada para trabalho, corresponde aos dados presentes no sistema no ano de 2022, pelo que outros sítios descobertos, após este ano, não foram integrados. No total contabilizaram-se 486 sítios arqueológicos presentes numa distância inferior a 100 metros da costa, na zona de interface terrestre.

Associado a este conjunto de dados foram retirados os dados geoespaciais da Agência Portuguesa do Ambiente ([link](#)), que foram registados no âmbito dos Programas da Orla Costeira (POC), que visavam definir as orientações para a gestão dos recursos litorais. Desta forma, para as análises de arribas consideraram-se os dados:

- a) As Faixas de salvaguarda para o Mar: que correspondem às áreas no sopé da arriba, ou de outras vertentes em domínio costeiro, que podem ser atingidas pelo resíduo resultante de um movimento de massa de vertente.
- b) As Faixas de Salvaguarda para Terra: que correspondem às áreas adjacentes à crista da arriba, ou de outras vertentes em domínio costeiro, com maior probabilidade de serem afetadas por movimentos de massa de vertente de diferentes tipos e dimensões.
- c) As Áreas de instabilidade potencial: que correspondem a qualquer vertente (natural ou artificial) com potencial de instabilidade e suscetibilidade à ocorrência de movimentos de massa de vertente sem que estas estejam diretamente ligadas ao fenómeno de erosão devido às ondas.

Para um melhor entendimento do processo de interrelação da informação existente para análise, na Fig. 2, a título de exemplo, é possível observar os três tipos de informação referente ao risco ambiental sobre as arribas que provieram dos estudos da APA.

A azul está a faixa de salvaguarda para o mar, que delimita a zona do sopé onde rochas podem cair devido a movimentos de vertente. A cor-de-rosa, a zona de instabilidade potencial, que são planos de vertente suscetíveis a movimentos importantes. E a verde, a faixa de salvaguarda para a terra, perto da crista das arribas, que pode ser destruída por deslizamentos ou erosão.

Importa, também, perceber que os dados provenientes da base de dados Endóvelico do PC-IP possuem algumas características limitantes que tiveram de ser consideradas na metodologia de trabalho, nomeadamente:

- a) O ponto geográfico utilizado como referência para a localização dos sítios arqueológicos representa apenas uma parcela da totalidade (um ponto). É importante ressaltar que os sítios de ocupação humana frequentemente se estendem de forma mais ampla e dispersa (em área), podendo abranger zonas significativamente maiores, estendendo-se para lá da localização referida;
- b) Muitas das referências utilizadas para a identificação dos sítios arqueológicos datam de há alguns anos e podem não ter sido registadas de forma criteriosa por meio de mecanismos ou ferramentas de posicionamento geoespaciais precisos.



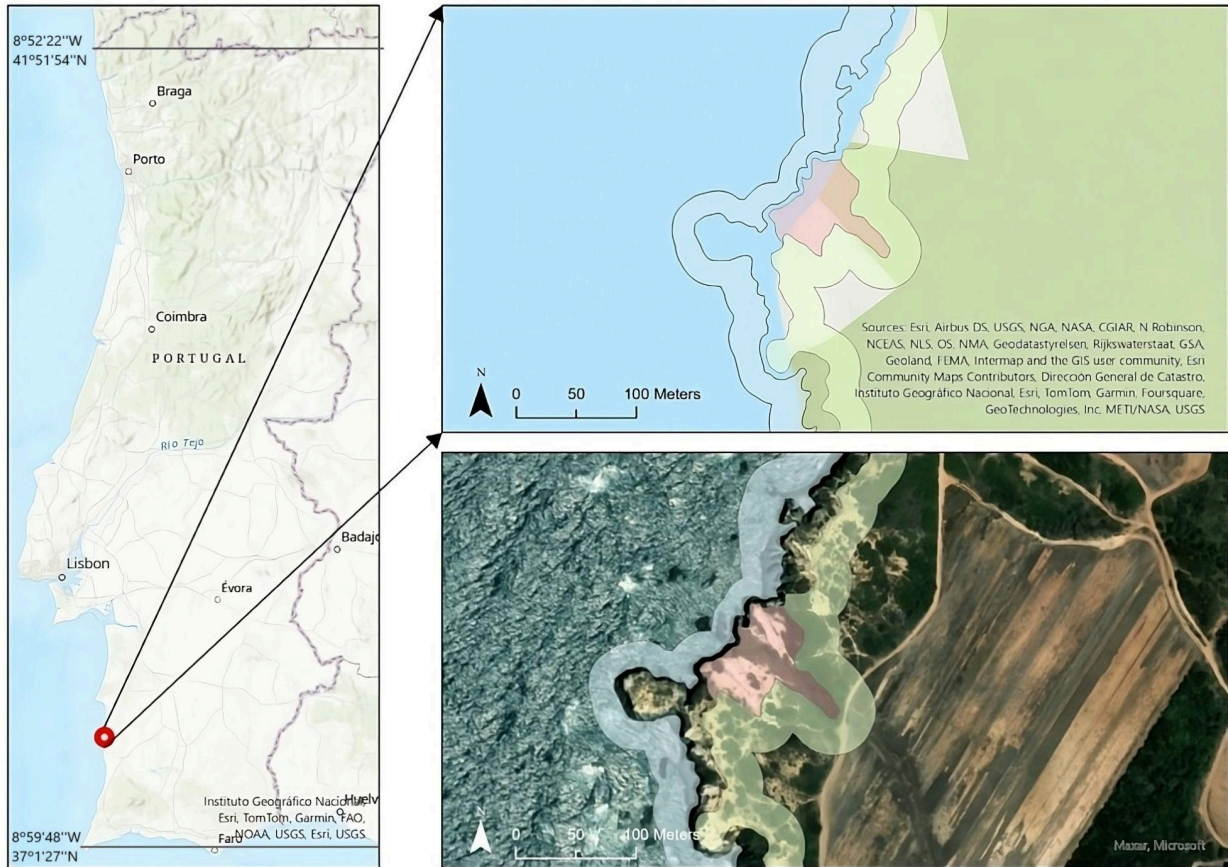


Figura 2 –Representação das faixas consideradas: Faixa de Salvaguarda para o Mar (azul), Faixa de Salvaguarda para Terra (verde), Área de instabilidade potencial (cor-de-rosa), tomando como exemplo o local de Longueira / Almogrove, em Odemira.

c) Alguns dos pontos identificados como sítios arqueológicos estão situados fora das áreas inicialmente delimitadas como de risco. Contudo, é importante salientar que a dispersão dos vestígios arqueológicos, típico das ocupações humanas, pode abranger estas áreas. Portanto, esses sítios arqueológicos poderiam não ser adequadamente contemplados em nossa análise, integrando-se em classificações de menor risco ou até excluídas. Outras situações ocorrem em zonas próximas, como fozes, que sofrem de mesmas influências e não foram analisadas (Fig. 3).

É com base nas limitações identificadas em nossa análise, que consideramos que os resultados que seguem podem subestimar a verdadeira extensão do problema, visto que há razões para crer que a proporção de locais em risco é bem superior ao apontado. Para mitigar essa lacuna e considerando a possibilidade de perda de informações relevantes devido às características dos registros, desenvolvemos uma abordagem analítica baseada nos seguintes critérios:

a) Só foram analisados os sítios em zona de interface emersos;

b) Foram considerados sítios a menos de 100 metros da linha de costa, de acordo com os seguintes critérios e proximidades (Fig. 4):

- Risco elevado (cor vermelho): Sítios localizados diretamente nas áreas de incidência ou distanciados destas com uma proximidade inferior a 100 metros, reconhecendo nesta categoria ocupações com estruturas percíveis;
- Risco médio (cor laranja): Sítios presentes numa área de proximidade de 100 a 200 metros, nos quais a natureza dos vestígios os torna particularmente sensíveis a esses fenómenos. Integram também nesta categoria os que se registam numa área de proximidade inferior a 100 metros do polígono de risco de erosão, mas que os vestígios são mais recentes ou de construções mais resistentes, como fortalezas e fortificações.
- Risco baixo (cor amarela): Sítios localizados entre os 200 e os 300 metros, ou integrados entre 100 a 200 metros, com natureza mais resistente.

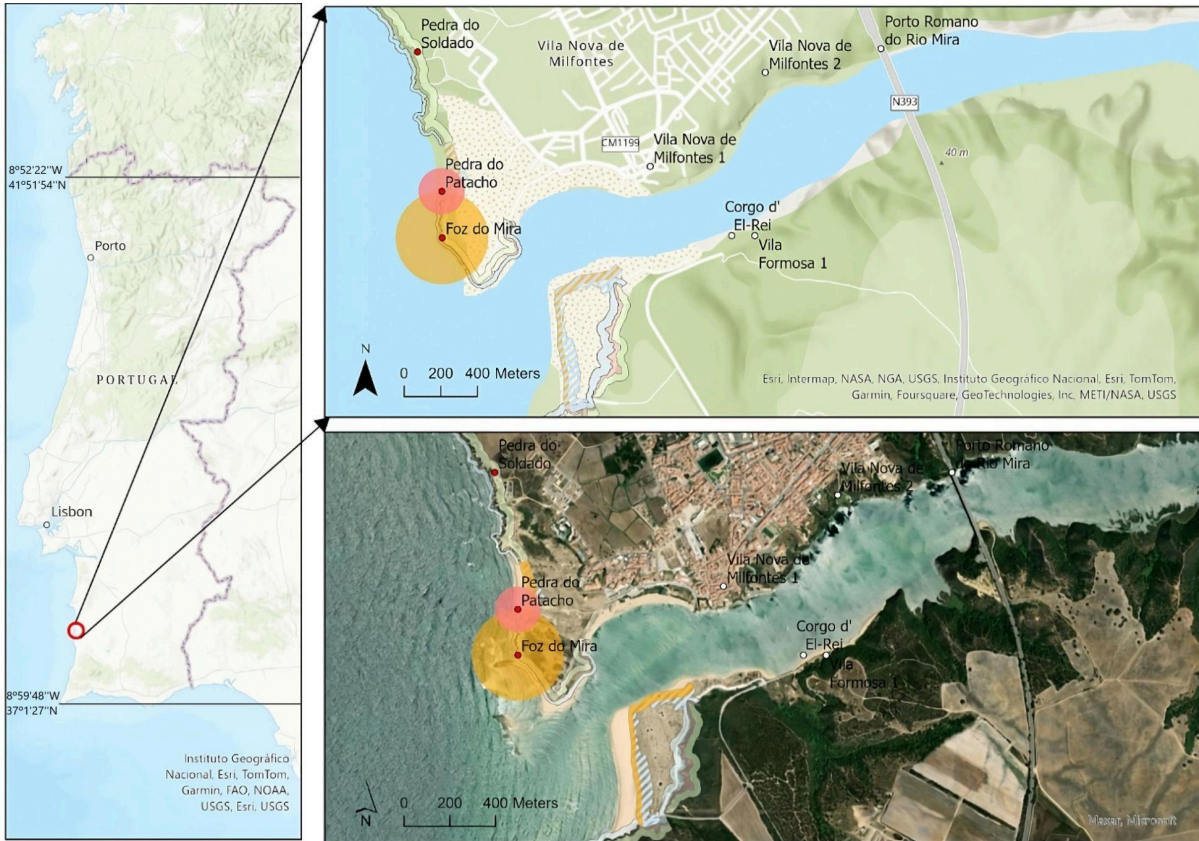


Figura 3 –Mapa representativo de uma das limitações do estudo: as fozes dos rios não estão incluídas nos dados geográficos utilizados neste mapa. Aqui podemos ver a foz do rio Mira, em Vila Nova de Milfontes, com três sítios considerados por estarem situados na costa atlântica, e outros 5 sítios não integrados na análise, por se encontrarem localizados nas margens do rio Mira. Estes sítios podem apresentar o mesmo risco de destruição, estando em zonas de arriba onde os efeitos da maré ainda se fazem sentir.

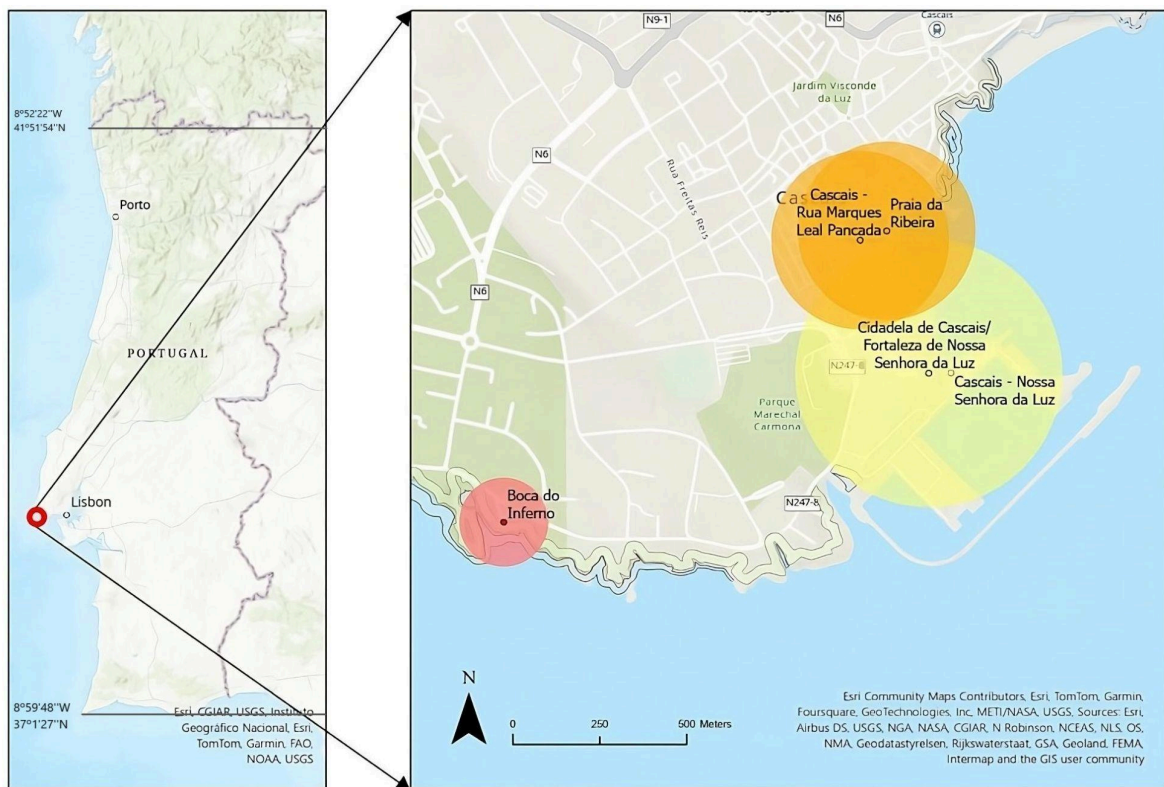


Figura 4 –Mapa revelador dos três tipos de critérios estabelecidos para a definição da classificação de risco dos sítios arqueológicos. A exemplo de caso a zona de Cascais.



#### 4. Resultados da análise

Após a definição de critérios e tendo em consideração várias características ficamos em posição de desenvolver um estudo quantitativo aos dados observados. Os dados descritivos associados aos sítios arqueológicos integraram o tipo de vestígios, as cronologias dos achados, a data do registo no Endóvelico, o tipo de levantamento para o registo da localização geográfica, a dispersão e intervenções arqueológicas que foram realizadas, entre outros parâmetros, de forma a percebermos potencialidades de trabalho que poderão ser desenvolvidos no futuro.

Não falando de todos os dados em concretos, mas para dar um exemplo:

O sítio Boca do Inferno, localizado no centro litoral português (Fig. 4), encontra-se a alguns metros da faixa de proteção para a terra e, portanto, está em alto risco. Os sítios Cascais - Rua Marques Leal Pancada e Praia da Ribeira estão a uma distância de 200 metros das zonas de risco e, portanto, são considerados em risco médio. A Cidadela de Cascais/Fortaleza de Nossa Senhora da Luz encontra-se a uma distância entre os 200 e os 300 metros das zonas de risco, sendo classificada como em risco baixo. Por fim, o sítio Cascais-Nossa Senhora da Luz está a mais de 300 metros das zonas de risco e, conseqüentemente, não foi incluído no nosso estudo

Com base na análise e extrapolando para o litoral português, exceto o Algarve, obtivemos os seguintes resultados gerais:

Cerca de 39% – 189 sítios – dos 486 sítios avaliados, presentes a menos de 100 metros da costa, estão em risco, com a maioria deles, 175 sítios, classificados como alto risco, seguidos por 12 de risco médio e 2 de risco baixo.

Aqui é importante notar que, considerando que a faixa considerada está a uma distância máxima de 100 metros da linha costeira, as zonas-tampão incluídas nos riscos médios e baixos apenas se estendem lateralmente, o que ajuda a explicar a grande diferença entre o número de sítios em alto risco e aqueles em outros níveis de risco.

Também é importante perceber que estamos somente a falar nas zonas de arriba, excluindo áreas de outras características e que o número dos sítios arqueológicos é o número total dos registados junto à costa.

Se considerarmos somente, como número total de sítios, os que se apresentam em condição sobre arriba, o número a reter é de 189 sítios, sendo que a percentagem afeta em risco elevado (175 estações arqueológicas) faz subir a percentagem para 96,6%.

Isto é absolutamente preocupante para a preservação do património cultural costeiro.

Com base nestes números, podemos identificar algumas observações.

São sobretudo seis, os concelhos mais afetados:

Odemira, apresenta 52 sítios, quase o dobro dos concelhos seguintes, sendo seguido por Peniche e Sines, com 25 e 24 sítios, Sesimbra com 21, e Cascais e Sintra com 13 cada (Fig. 5).

Os restantes apresentam valores abaixo de 10 sítios em risco.

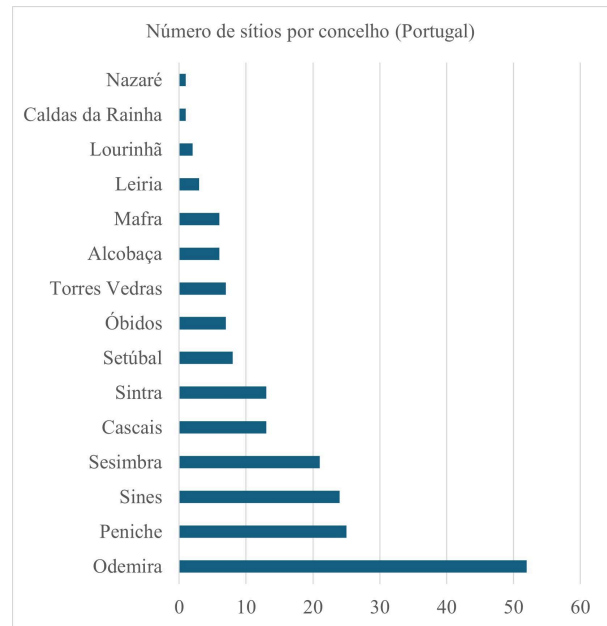


Figura 5. Número de sítios em risco por concelho.

Além disso, como é visível na Fig. 6, a grande maioria dos sítios em risco está localizada na faixa de salvaguarda para terra, com 61,9%, enquanto apenas 7,94% dos sítios afetados estão na faixa de salvaguarda para o mar. Isso pode ser explicado pelo facto de que essa faixa fica no sopé das arribas, entre as arribas e o mar. Sendo essa faixa mais reduzida, que a salvaguarda para terra.

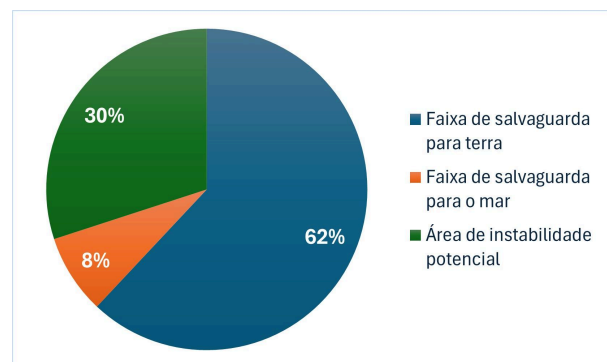


Figura 6. Distribuição dos tipos de risco

Para uma melhor perceção do tipo de sítio afetado dividimos as características apontadas na grande diversidade presente no Endóvelico (base de dados do Património Cultural, Instituto Público) por: portos e vias; estações ao ar livre; habitats sem fortificação; sítios fortificados; sítios industriais ou de comércio;

locais religiosos e templos; e por fim sítios votivos antigos, sem grandes estruturas. A grande maioria integra a tipologia de sítios arqueológicos ao ar livre, que possui no grupo uma grande componente de ocupações com vestígios antigos dispersos, também maioritariamente caracterizados por estruturas percíveis (Fig. 7). Seguem-se as estruturas de habitat (mais recentes) com ou sem fortificação.

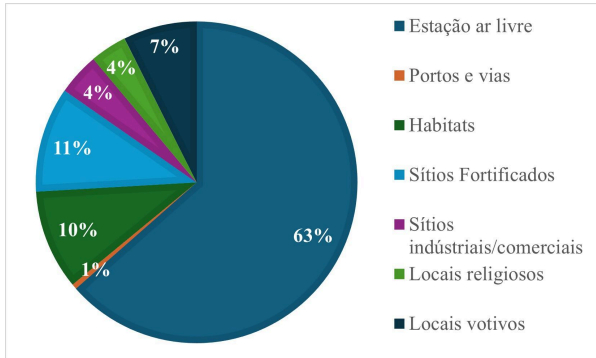


Figura 7. Distribuição dos sítios em risco por tipologia de ocupação.

Podemos também notar, como é evidente na Fig 8, que as épocas mais afetadas são referentes à pré-história, aquelas que notoriamente e de forma mais gravosa na sua conservação, apresentam estruturas e materiais mais difíceis de preservar e onde os impactos são mais destrutivos.

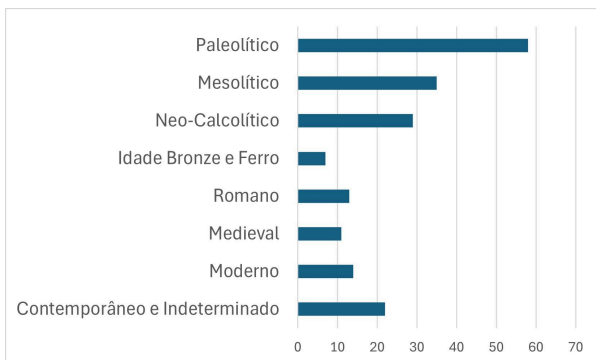


Figura 8. Distribuição dos sítios observados por cronologia.

## 5. Considerações Finais

A dinâmica natural da costa portuguesa, combinada com eventos extremos provocados pelas alterações ambientais, salientando-se os fortes recuos e avanços da costa, subida do nível das águas, erosão, tempestades e alterações da estrutura das arribas, representam ameaças sérias na preservação dos sítios arqueológicos ao longo da faixa costeira. Estes espaços, ao longo das épocas, têm sido considerados como locais privilegiados ao assentamento humano, proporcionando acesso a recursos, mobilidade, comércio e defesa (Dawson et al. 2020). Como resultado, elas abrigam uma riqueza de vestígios arqueológicos e traços da cultura, que refletem as identidades e histórias das comunidades que ocuparam estas zonas. Estas alterações também foram gradativamente registradas no passado, com maior ou

menor impacto, com a comunidade arqueológica ciente das transformações ocorridas em diferentes épocas, sobretudo durante os períodos de glaciação que foram estudadas (Ferreira 1984, 2000, Dias 2004, De Vicente et al. 2011, Cunha et al. 2015, 2016, Gouveia 2022), os quais tiveram impactos variados na preservação dos sítios arqueológicos costeiros. Contudo, o parco registro que se observa atualmente e o conhecimento existente tem sido, cada vez mais, comprometidos nos últimos anos devido ao agravamento das alterações costeiras, resultando em desabamentos em inúmeras encostas, onde esses vestígios estão localizados, tanto na superfície, como nas áreas afetadas pelo colapso.

Esses desabamentos representam uma perda irreparável do património arqueológico, com o acréscimo de que a situação tende a agravar-se e a se tornar inclusive inviável para a realização de trabalhos de intervenção e investigação arqueológica, devido a preocupações com a segurança. É, neste contexto urgente, que se chama à atenção para um investimento na recuperação máxima destes vestígios, bem como a implementação de uma abordagem integrada que permita uma gestão e manutenção destes locais, a fim de garantir que possam ser salvaguardados para as gerações futuras.

Diversos países já reconheceram a necessidade de priorizar o uso de recursos e, portanto, foram criados mapas temáticos dos locais arqueológicos mais vulneráveis às mudanças climáticas, levando em consideração critérios como exposição e sensibilidade a esses eventos.

Cada vez mais investigadores e técnicos ambientais e culturais devem caminhar de mãos dadas para uma perceção real, sustentável e responsável do património e das alterações no território.

Os dados registados pela equipa que esteve afeta ao projeto permitem concluir que ao longo da faixa costeira onde se observam arribas em situação de risco, da totalidade dos sítios arqueológicos observados, presentes até 100 metros da linha da costa, 175 locais encontram-se em risco alto.

Ao todo os sítios em risco alto presentes em zonas de arriba representam 20% dos locais de património arqueológico registados no geoportal na faixa analisada.

A falta de atualização do geoportal do PC-IP é também um reflexo de que esta percentagem é com certeza muito maior, pois outros locais podem ter sido registados nos últimos anos.

Encontram-se em estudo as outras áreas que merecerão a nossa atenção noutros artigos.

## Agradecimentos

Agradece-se ao Centro de Geociências (FCT DOI [10.54499/UIBP/00073/2020](https://doi.org/10.54499/UIBP/00073/2020)), ao Laboratório de Arqueologia e Conservação do Património Subaquático, do Instituto Politécnico de Tomar, ao



Centro de Investigação de Ciências Históricas da Universidade Autónoma de Lisboa e à ONG CAAPortugal.

### Declaração de autoria

A.F.: Conceptualization, Data curation, Formal Analysis, Funding acquisition, Investigation, Project Administration, Resources, Supervision, Methodology, Writing original draft preparation, Writing – review & editing.

S.M.: Conceptualization, Data curation, Formal Analysis, Investigation, Methodology, Writing original draft preparation, Writing – review & editing.

### Referências

- CULLEY, S., MEADE, J. E. 2004. Investigation of the impact of hydrographic and chemical changes on marine archaeological sites. *Geoarchaeology*, 19(6): 581-601
- CUNHA, P. P.; MARTINS, A. A.; CABRA, J.; GOUVEIA, M. P.; BUYLAERT, J. P.; MURRAY, A. S. 2015. – Stair cases of wave-cut platforms in Western Central Portugal (Cape Mondefo to Cape Espichel) – relevance as indicators of crustal uplift. In: Resúmenes sobre el VIII Simposio MiA15, Málaga del 21 al 23 de Septiembre de 2015
- DAWSON, T., HAMBLY, J., KELLEY, A., & MILLER, S. 2020. "Coastal heritage, global climate change, public engagement, and citizen science". *PNAS* Vol. 117, No. 15.
- DE VICENTE, G.; CLOETINGH, S.; VANWEES, J. D.; CUNHA, P. P. 2011. Tectonic classification of cenozoic Iberian foreland basins. *Tectonophysics* 502 (1-2): 38-61.
- DEVILLERS, B., BENLLOCH, P. O., & CASTANYER, P. 2017. "Entre Mer et Océan: archéologie et paysage littoral". *Empories. Conference Call*.
- DEVILLERS, B., BENLLOCH, P. O., & CASTANYER, P. 2021. "Foreword", *Méditerranée*, 133: 9-13.
- FERNÁNDEZ-FERNÁNDEZ, S., BAPTISTA, P. R. E. B., BERNARDES, C., & FERREIRA, C. C. 2019. Variação da linha de costa em praias arenosas: Aveiro (Portugal). *ResearchGate*.
- DIAS, A. (2004). A história da evolução do litoral português nos últimos vinte milénios, *Actas de Evolução Geohistórica do Litoral português e Fenómenos Correlativos*. Ed. ANTÓNIO AUGUSTO TAVARES, MARIA JOSÉ FERRO TAVARES, JOÃO LUIS CARDOSO, 157-170.
- FERREIRA, A. B. 1984. Influência de climas frios na morfogênese quaternária da região a norte de Lisboa, in *Actas da I Reunião do Quaternário Ibérico*, I, Lisboa. 85-103.
- FERREIRA, A. B. 2000. Considerações acerca do arrefecimento Plistocénico em Portugal. *Finisterra*, 35 (70): 89-101.
- IPCC, 2023. *Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Core Writing Team, H. LEE AND J. ROMERO (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 184 p.
- JÉZÉGOU, M. P. 2021. Les pavsages littoraux fluviaux et lagunaires des alentours, d'Agde De l'âge du fer à l'antigité, au regard des vestiges archaéologiques. *Méditerranée* 133: 54-66.
- GOUVEIA, J. V. 2022. Manifestações de riscos na zona costeira de Portugal continental. As capacidades de antecipação (prevenção) e de resposta (socorro). Editor: RISCOS – Associação Portuguesa de Riscos, Prevenção e Segurança, ISBN: 978-989-9053-14-4, ISBN Digital: 978-989-9053-13-7, Coimbra, 360 p.
- LEHNER, J., & PEACOCK, D. P. S. 1988. Seawater pH control: A critical factor in the preservation of submerged archaeological wood. *International Journal of Nautical Archaeology*, 17(4): 289-298
- LIGHTFOOT, K. G. 1992. Saltwater and freshwater effects on bone chemistry: evidence from the prehistoric Santa Barbara Channel region. *Journal of Archaeological Science*, 19(2): 127-145
- MEEHL, G. A., STOCKER, T. F., COLLINS, D. C., et al., 2007. *Global Climate Projections*. In: *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press.
- MÉNANTEAU, L. 2021. L'érosion côtière et ses implications archéologiques, Exemple du golfe ibéro-marocain". *Méditerranée*, 133 107-126.
- MONTEIRO, C. 2015. *Secagem de Madeiras Arqueológicas: Análise dos Comportamentos Físicos e Aplicação do Modelo de Secagem Binária*. Universidade de Traz-os-Montes e Alto Douro. Tese de doutoramento. 174p.
- PINTO, C, INACIO, A., PIRES, B., 2021. Cenários de alimentação artificial de praias no troço costeiro a sul da figueira da foz (cova-gala -lavos)" *Conference: X Congresso sobre Planeamento e Gestão das Zonas Costeiras dos Países de Expressão Portuguesa*.
- PINTO, C. A. 2020. *Gestão dos riscos costeiros no litoral de Portugal Continental. Apresentação na conferência "Processos culturais Subaquático, Arqueologia e Conservação*, 14: 91-102
- PINTO, C. A. 2020. *Gestão dos riscos costeiros no litoral de Portugal Continental. Apresentação oral na Conferência "Processos Erosivos e Movimentos de Massas. Da prevenção ao socorro*. Março, 2020. Sesimbra.
- ROSADO, L. 2019. *Arqueologia subaquática e mudanças climáticas: perspectivas para a gestão do património cultural subaquático*. *Arqueologia e Conservação*, 14: 91-102
- SCHNEIDER, S. H., 2004. *Abrupt Non-Linear Climate Change, Irreversibility, and Surprise*. In: *Avoiding Dangerous Climate Change*. Cambridge University Press.
- SILVA, P. 2012. *A tendência da linha de costa entre as praias de Maceda e S. Jacinto*. Tese de mestrado. Universidade de Aveiro.