



AVALIAÇÃO DOS IMPACTES DAS ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS NO PORTO DE AVEIRO

José Chambel Leitão¹, Maria Manuel Cruz², Paulo Leitão¹, Pedro Lemos², João Rodrigues¹, Sofia Cardoso¹
HIDROMOD¹

Administração do Porto de Aveiro²

jcleitao@hidromod.com, mariammanuel.cruz@portodeaveiro.pt, paulo.chambel@hidromod.com,
pedro.lemos@portodeaveiro.pt, joao.rodrigues@hidromod.com, sofia.bartolomeu@hidromod.com

Resumo

No projeto ECCLIPSE, avaliaram-se os impactos das alterações climáticas no Porto de Aveiro. Foram definidos limites para parâmetros climáticos em três áreas principais: navegação, operação portuária e projeto das infraestruturas. Os parâmetros climáticos relevantes, seus valores de análise e os processos portuários afetados foram avaliados em consultas com a equipe técnica do Porto e com a comunidade portuária.

Foram utilizados modelos globais, regionais e locais, para avaliar as mudanças nos parâmetros meteo-oceanográficos devido às alterações climáticas.

O trabalho identificou o potencial impacto das alterações climáticas nas correntes, ondas, nível do mar, vento e visibilidade, comparando as suas estatísticas atuais com vários cenários de projeções futuras. Os cenários climáticos utilizados foram o RCP 4.5 e o RCP 8.5, definidos pelo 5º painel de avaliação do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas. Foram usadas projeções para meados do século (2040-2060) e para o final do século (2080-2100). Especial atenção foi dada à definição de escalas espaciais e temporais de análise de cada processo meteo-oceanográfico.

Contexto

O objetivo desta comunicação é descrever uma metodologia utilizada para avaliar os impactos das alterações climáticas em ambientes costeiros e portuários.

Esta metodologia foi também desenvolvida em simultâneo para outros portos (Bordéus, Valência, Sagunto e Gandia) no âmbito do projeto ECCLIPSE (<https://ecclipse.eu/>). Os relatórios deste projeto apresentam de forma detalhada a metodologia e resultados que aqui é apresentada de forma resumida. Além dos documentos produzidos neste projeto, em PIANC (2020) encontram-se recomendações úteis para o planeamento da adaptação dos portos às alterações climáticas.

A sequência de passos efectuada na análise dos impactos das alterações climáticas foi:

1. Identificar as infraestruturas e atividades afetadas por processos relacionados com o clima marítimo, tais como a janela operacional, tempo de inatividade e adequação estrutural.
2. Identificar os processos climáticos marítimos relevantes. Por exemplo, a janela operacional pode depender das ondas e/ou da corrente.
3. Após identificar os processos, determinar o grau de complexidade das informações a serem analisadas para cada processo, requerendo um forte conhecimento da meteorologia e hidrodinâmica da região em análise. Por exemplo, no Porto de Aveiro é necessária modelação numérica de alta resolução para analisar correntes de maré e níveis de maré na zona navegável.
4. Juntamente com a definição do grau de complexidade das informações, o tipo de análise também precisa ser definido, variando de acordo com o processo e o tipo de infraestrutura/atividade impactado. Por exemplo, a análise da agitação deve ser feita em termos de variáveis estatísticas dos parâmetros da onda e da frequência de ocorrência de eventos.



Esta análise do item 4 deve ser considerada para as condições atuais e projeções futuras, cujos resultados formarão a base para conclusões sobre o impacto do clima futuro nos portos. Além disso, é necessário determinar a correta definição das escalas espaciais e temporais para cada processo, considerando tanto as condições atuais quanto as projeções futuras. Ao considerar simulações numéricas, as especificidades das escalas espaciais são provavelmente determinadas pelo tipo de abordagem de modelação definida, enquanto a escala temporal será mais dependente do tipo de processo e de como ele é interpretado.

Necessidades de Informação Climática

Condições existentes

Os limites associados a parâmetros relacionados com o clima foram estabelecidos e divididos em três áreas principais: navegação, operação portuária e projeto de infraestruturas. O processo de classificar os problemas e limiares baseou-se em:

- Identificação de ativos, operações ou sistemas críticos.
- Impacto histórico de eventos climáticos extremos.
- Identificação dos limiares de risco climático que representam um risco para os elementos vulneráveis expostos dos portos.
- Definição dos indicadores específicos (baseados em frequência e intensidade) de ultrapassagem dos limiares.

Descrevem-se na Tabela 1 os aspetos mais importantes para a Navegação no Porto de Aveiro e como cada um dos parâmetros deve ser processado. Foi processada informação semelhante para as operações portuárias e para as infraestruturas.

Resultados

Correntes

Foram utilizados modelos hidrodinâmicos da Hidromod e da Universidade de Aveiro com intercomparação das malhas de cálculo, forçamento e validação com dados de marégrafos e correntômetros. Chegou-se assim a um conjunto de resultados com elevada fiabilidade que permitiram antever as alterações previstas para as janelas de operação no canal de navegação em vários cenários de alterações climáticas.

O cenário hidrodinâmico de referência foi simulado para o valor atual do nível do mar. Os cenários hidrodinâmicos de alterações climáticas foram simulados para os níveis do mar descritos na Tabela 2. Desta forma, foi possível obter previsões das alterações nas janelas de operação para diferentes cenários climáticos (ver Tabela 3).

A análise dos resultados do modelo foi focada no intervalo de tempo em que as correntes estão abaixo de um limite específico de velocidade. Apresentam-se na Figura 1 os resultados obtidos para a situação de referência e para a zona portuária. Para as condições de referência, a janela de tempo abaixo de 1 nó, nas condições de maré morta, têm valores mínimos da ordem de 6 horas/dia. Para maré viva, os valores mínimos da janela de tempo são da ordem de 3 horas/dia (Figura 1).

Ondas

Os valores médios dos parâmetros integrais da onda têm variações pequenas relativamente aos valores atuais. A análise dos eventos de ondas acima de 4m de altura significativa, para as projeções futuras, sugere que a principal mudança entre o clima atual e o futuro é a frequência de ocorrência de eventos, que tende a aumentar significativamente (Tabela 13). Para todas as simulações, a duração média dos eventos (Hs acima de 4 metros) é semelhante, da ordem de 1,15 dias (cerca de 28 horas), no entanto, o intervalo médio de duração passa de 22 dias (presente) para 13-14 dias (projeções). Esses resultados sugerem que o principal impacto das



ondas para a navegação no Porto de Aveiro é o aumento da frequência de períodos de inatividade.

Tabela 1 – Parâmetros mais importantes para a navegação no Porto de Aveiro e processamento de dados necessário

Navegação				
	Correntes	Ondas	Vento	Visibilidade
Descrição	As correntes no canal de navegação são principalmente devidas à maré. Há restrições à navegação para dois limiares de velocidade da corrente: (1) Acima de 1 nó para navios com mais de 150 m de comprimento e 9,0 m de calado; (2) Acima de 4 nós para navios com mais de 135 m de comprimento e 7,5 m de calado.	O Porto de Aveiro está localizado dentro da Ria de Aveiro e está bem protegido das ondas, no entanto, a operação do piloto (embarcação a bordo no mar) é impactada pelas ondas. Durante períodos de Hs acima de 4 metros, os pilotos não embarcam em navios no mar.	Ventos fortes também afetam a entrada e saída dos navios. O Porto adota dois limiares: (1) 30 nós para navios maiores que 135 metros; (2) 40 nós para todos os navios.	A visibilidade inferior a 500 m restringe a entrada de navios com mais de 135 metros.
Processamento	Avaliar as janelas de navegação disponíveis com correntes abaixo de 1 nó, com base em modelação de alta resolução para o canal de navegação.	Calcular estatísticas de ondas e avaliar a duração e frequência de eventos onde Hs excede 4 m.	Estatísticas básicas de vento e avaliar eventos onde o vento excede 30 e 40 nós, sua duração e frequência.	Avaliar eventos onde a visibilidade é inferior a 500m.

Tabela 2 – Nível médio do mar para alguns cenários de alterações climáticas (adaptado de Oppenheimer et al., 2019)

Cenários IPCC 5	RCP 4.5 (2040-2060)	RCP 8.5 (2040-2060)	RCP 4.5 (2080-2100)	RCP 8.5 (2080-2100)
Nível médio do mar (m)	0.19 – 0.34	0.23 – 0.40	0.34 – 0.64	0.51 – 0.92

Tabela 3 – Janela de operação diária com correntes inferiores a 1 nó - Referência versus cenários climáticos

Janela de operação < 1 nó	Referência [h/dia]	RCP 4.5 (2040-2060) [h/dia]	RCP 8.5 (2040-2060) [h/dia]	RCP 4.5 (2080-2100) [h/dia]	RCP 8.5 (2080-2100) [h/dia]
Ponto 1—maré viva	3.2	2.8 - 3.0	2.7 - 2.9	2.5 - 2.8	2.2 - 2.6
Ponto 2—maré viva	3.3	2.8 - 3.0	2.7 - 2.9	2.4 - 2.8	2.1 - 2.6
Ponto 1—maré morta	6.5	5.5 - 5.9	5.4 - 5.8	4.8 - 5.5	4.3 - 5.1
Ponto 2—maré morta	6.8	5.7 - 6.1	5.5 - 6.0	4.8 - 5.7	4.3 - 5.2

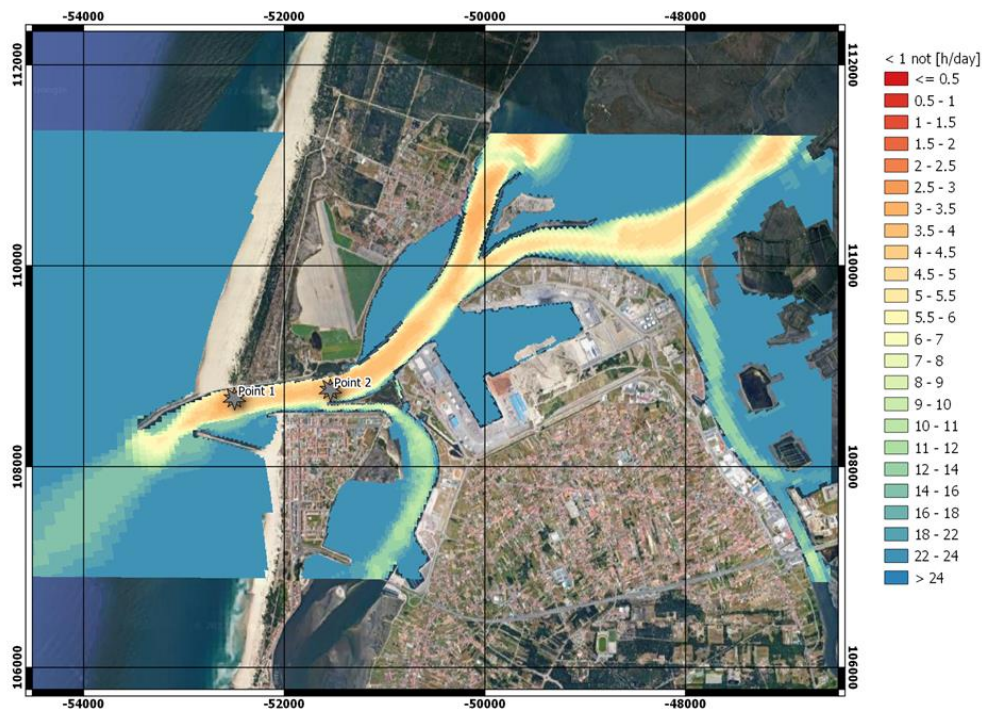


Figura 1. Janela de tempo diária com correntes inferiores a 1 nó – maré viva

Conclusões

Os portos são componentes cruciais da cadeia de abastecimento, necessitando de uma estratégia para lidar com os efeitos das alterações climáticas. Para melhorar a compreensão e quantificação dos impactos que as alterações climáticas têm nos portos, é necessária uma estratégia para identificar problemas, causas e consequências, bem como uma metodologia para comparar as condições de referência com as projeções futuras. Apresentou-se aqui um resumo da metodologia de avaliação das alterações climáticas previstas em vários processos do Porto de Aveiro.

Referências

Oppenheimer, M., B.C. Glavovic, J. Hinkel, R. van de Wal, A.K. Magnan, A. Abd-Elgawad, R. Cai, M. Cifuentes-Jara, R.M. DeConto, T. Ghosh, J. Hay, F. Isla, B. Marzeion, B. Meyssignac, Z. Sebesvari, (2019) "Sea Level Rise and Implications for Low-Lying Islands, Coasts and Communities". In: IPCC Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate [H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, V. Masson-Delmotte, P. Zhai, M. Tignor, E. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegria, M. Nicolai, A. Okem, J. Petzold, B. Rama, N.M. Weyer (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, pp. 321-445.

PIANC. (2020) "Climate change adaptation planning for ports and inland waterways". The World Association for Waterborne Transport Infrastructure. PIANC REPORT N° 178. ISBN 978-2-87223-001-3