



## ADAPTAÇÃO DOS PORTOS ÀS ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS E AO AUMENTO DAS DIMENSÕES DOS NAVIOS

Fernando Veloso Gomes  
Professor catedrático jubilado (DEC / FEUP, CIIMAR)  
[velosogomesfvq@gmail.com](mailto:velosogomesfvq@gmail.com)

### Resumo

A necessidade de Adaptação dos portos às Alterações Climáticas constitui uma preocupação relativamente recente, exigindo abordagens e ações a nível de planeamento estratégico, ordenamento, impacto ambiental, projeto, manutenção e operacionalidade que podem ser complexas e exigem avultados investimentos. Por outro lado, assiste-se nos últimos anos a nível mundial, a um significativo aumento da dimensão dos navios (comprimento, boca, calado) e das suas capacidades de carga. Indicam-se os principais impactos previsíveis e medidas mitigadoras nos portos associáveis às Alterações Climáticas e ao aumento das dimensões e capacidade de carga dos navios. Esta comunicação pretende evidenciar que a temática da Adaptação dos portos às Alterações Climáticas não deve ser dissociada da Adaptação dos portos ao progressivo aumento das dimensões dos navios.

### Alterações Climáticas e Alterações Globais

Para além da subida generalizada do nível médio das águas do mar, o cenário de alteração dos rumos da agitação marítima na costa oeste portuguesa começou a ser considerada no Plano Regional de Ordenamento do Centro Litoral (Veloso Gomes, 1992). A simulação de cenários de Alterações Climáticas no sistema costeiro de Aveiro, com o modelo de longo termo LTC (FEUP / UA) revelou em 2009 que num horizonte de 25 anos serão mais graves as consequências de uma hipotética alteração de rumos da agitação marítima do que a subida mais pessimista do nível médio das águas do mar (Coelho, C. et. al 2009). Nesse estudo trabalhou-se a distribuição direcional da agitação ao largo do porto de Leixões (dados 1981-2003) e admitiram-se cenários de Alterações Climáticas com rotação de rumos para norte e para sul.

As Alterações Climáticas (a nível global) muito provavelmente agravarão e tornarão mais imprevisíveis os problemas de acessibilidade e operacionalidade nos portos (alteração hidrodinâmicas e sedimentares, dinâmicas de morfologias, galgamentos com inundações, agitação e correntes). Cumulativamente existirá sempre uma variabilidade climática natural (dinâmicas naturais) e ocorrerão Alterações de origem antrópica local ou regional, associadas a atividades económicas e ocupação de territórios ribeirinhos (dinâmicas antropogénicas), pelo que na realidade a sociedade deverá fazer face a Alterações (ou dinâmicas) Globais.

As Alterações Globais em curso, resultantes da variabilidade climática natural, das ações antropogénicas locais e das Alterações Climáticas induzem modificações nos espetros de: Temperaturas da água, rumos dos ventos, rumos da agitação, marés meteorológicas, correntes (intensidade, rumos), trajetórias, duração, intensidade e frequência dos temporais, alturas e períodos das ondas, balanços sedimentares, níveis de água superficial, níveis de águas freáticas, salinidade, escoamento superficial proveniente das bacias hidrográficas. Serão particularmente críticos os portos localizados em ambientes estuarinos e lagunares.

Sofia Valente, Veloso-Gomes (2020) sintetizam, em artigo científico, um vastíssimo trabalho de doutoramento sobre a Adaptação Climática costeira em cidades portuárias com vista à identificação de déficits, barreiras e desafios futuros.

Iglesias, I. et. al (2022) apresentam o desenvolvimento de modelos hidrodinâmicos, utilizando técnicas de *Ensembles*, para projeções de Alterações Climáticas em regiões estuarinas. Historicamente muitos dos portos localizam-se nos estuários não só beneficiando de proteção



natural em relação à agitação marítima, mas também porque os estuários favorecem ligações fluviais com vastos territórios interiores.

Loza, P., Veloso-Gomes, F. (2023), através de uma revisão sistemática de literatura científica, identificam os trabalhos internacionais mais relevantes desenvolvidos no âmbito da incorporação de Medidas de Adaptação às Alterações Climáticas na conceção de novos portos e de outros projetos marítimos, identificando também as principais lacunas de conhecimento.

### Aumento das Dimensões dos Navios

Verifica-se uma clara tendência para o aumento da dimensão dos navios (comprimento, boca, calado) e da capacidade de carga dos mesmos (*deadweight*). Estes aumentos terão exigências, impactos e riscos a nível portuário e ambiental que não estão a ser cabalmente assumidos.

A redução dos custos unitários de mercadorias não pode ser apenas alcançada através do gigantismo dos navios, sem avaliação desses exigências e impactos. Merece reflexão o gigantismo dos mais recentes navios porta-contentores, de navios especializados no transporte de grandes equipamentos (por exemplo pás de torres eólicas), de navios de cruzeiros, de graneleiros (granéis sólidos e líquidos) e de navios transportadores de veículos automóveis.

Como mostra a Figura 1, os navios porta-contentores evoluíram desde 1964 (*feeder*) de comprimentos da ordem dos 120 m e 1000 TEUs (*Twenty-foot Equivalent Unit*), para 400 m e 23992 TEUs em 2022 (ULCV - *Ultra Large Container Vessel* e *Mega Container Ships*). Poderão vir a alcançar os 50000 TEUs na segunda metade do Sec. XXI. Apenas cerca de duas dezenas de portos no mundo estarão preparados para receber atualmente porta-contentores com capacidade superior a 20000 TEUs.

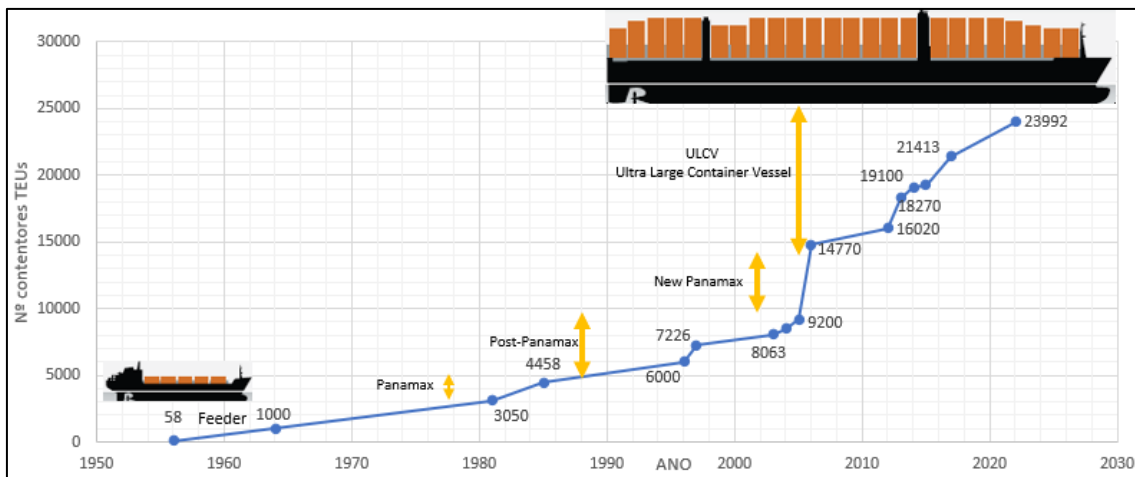


Figura 1. Evolução da capacidade de transporte, em TEUs, dos navios porta-contentores (fontes: McKinsey analysis 2017, container-xchange 2022)

Os superpetroleiros (ULCC, capacidade superior a 320000 dwt) estão a ultrapassar os 550000 dwt, 420 m de comprimento, 65 m de boca e 35 m de calado. O gigantismo previsto na década de setenta do séc. X para os petroleiros induziu a construção de um quebramar de dimensões inéditas no porto de Sines. Os acidentes de que resultou a sua quase completa destruição (finais da década de setenta) não podem ser dissociados de uma conceção para o projeto que foi extrapolada para situações de exposição à intensa ondulação e profundidades quando não havia experiência anterior para essas situações, a uma escala internacional. Basta comparar os perfis transversais tipo do projeto inicial com os perfis da reconstrução do quebramar. Aprendeu-se muito com o acidente, mas os custos foram muito elevados!



Os navios de cruzeiro estão a atingir 365 m de comprimento (7600 passageiros mais 2800 tripulantes, 250000 GT) quando entre 1922 e 1999 os maiores navios tinham cerca de 290 m e transportavam cerca de 2000 a 2500 passageiros e 1000 tripulantes.

O crescente aumento das dimensões de navios que escalam Angola tornou insuficiente a capacidade dos portos em baías abertas ou protegidas por restingas (Luanda, Lobito). Surgiram já no Sec. XXI os primeiros quebramares que tiveram impactos não assumidos (erosões graves em Porto Amboim a partir de 2010) ou preocupantes problemas técnicos, atrasos de muitos anos na construção e agravamento de custos (quebramares do Tafe e do Caio executados em Cabinda a partir de 2018).

A construção e os prolongamentos dos quebramares de Aveiro e da Figueira da Foz tiveram acentuados impactos em termos erosivos a sotamar. No último caso, geraram uma situação indesejável por excessiva, de acumulação de areias a barlar. Estes impactos não foram internalizados nos custos de exploração portuária, cabendo a sua mitigação ao Ministério do Ambiente. Suscitaram acalorada controvérsia os potenciais impactos do prolongamento (em curso) do quebramar de Leixões, prolongamento indispensável em termos de segurança da navegação em aproximação caso se mantivesse em funcionamento o terminal petrolífero.

O previsto aumento do quebramar do porto do Funchal para aumento da capacidade de acolhimento de navios de cruzeiro, para além de dificuldades técnicas e custos, poderá gerar impactos negativos, não só de natureza paisagística, mas sobretudo a nível de sobrecarga turística, muito localizada no tempo e no espaço, com congestionamento logístico e viário e perda de qualidade no acolhimento dos visitantes, da oferta turística e da qualidade de vida dos residentes.

O acidente de que resultou o bloqueio do canal do Suez em março de 2021 (porta-contentores com 400 m de comprimento e 60 m de boca), com impactos económicos negativos a uma escala mundial, fez soar o alarme para os riscos de navegação inerentes à manobrabilidade de navios de grandes dimensões.

### Medidas de Adaptação

A Tabela 1 sintetiza exemplos de Medidas de Adaptação dos Portos às Alterações Climáticas e ao aumento das dimensões dos navios.

Tabela 1. Medidas de Adaptação a considerar nos portos. Exemplos.

Planeamento Ordenamento	Estratégico de médio e longo prazo
	Adaptativo às Alterações Climáticas
	Avaliação Ambiental Estratégica de alternativas
	Análises integradas custo / benefício e custo / eficácia
Infraestruturas e edificações existentes	remoção / reconversão / realocização (se mais favorável)
Adoção de zonas tampão	para a edificabilidade e atividades portuárias
Consideração de cenários de projeto mais gravosos	aumento das ações de projeto (altura de onda, espetro direcional, ...)
	consideração de ações e efeitos persistentes e cumulativos
	consideração nos projetos de "incertezas"
Estruturas portuárias	Planeamento Adaptativo
	terminais especializados
	aumento das ações de projeto
	aumento das cotas e larguras dos coroamentos das estruturas
	reforço estrutural e das fundações
Quebramares e outras estruturas portuárias nomeadamente de acostagem e amarração	redução de ângulos de taludes
	construção de novos quebramares (se necessário) ou estruturas
	alteração da conceção, extensão e das configurações em planta
Docas, canais e bacias de rotação	aumento das profundidades e larguras
Dragagens	aumento das dragagens de primeiro estabelecimento e de manutenção
	gestão racional de sedimentos dragados incorporando-os no trânsito sedimentar, nos aterros, nas praias e nos custos de gestão portuária



Terraplenos e “portos secos” para estacionamento e armazenamento	construção, aumento, realocização
	alteração de cotas, pavimentos e sistemas de drenagem
Equipamentos de cais e estiva	modernização e especialização
	aumento da capacidade e rentabilidade
Cadeias logísticas	integração, reforço, eficiência
	melhoria das acessibilidades terrestres, fluviais e ferroviárias
	automatização, informatização
Segurança	aumento das exigências
	programas, planos e meios eficazes
	programas de manutenção
	prevenção e controlo da poluição
	prevenção e controlo de acidentes
	pré-alertas e proteção civil
Integração	no tecido urbano
	nos ambientes naturais envolventes e na paisagem
	recriação e recuperação de habitats
	diálogo e gestão de conflitos com os utilizadores e com as comunidades
Eficiência e transição energética	prioridade em todo o sistema portuário e cadeia logística
Gestão Governança	eficácia (visão e missão, funções e responsabilidades, coerências das políticas e coordenação, capacitação, base técnica e científica), eficiência, confiança, integridade, comprometimento

## Desafios

Constitui um desafio para os portos a adoção de estratégias incorporando um Planeamento e uma Gestão Adaptativos a considerar no modelo de Governança.

A “variabilidade”, as “alterações”, as “mudanças” e, portanto, as incertezas estão e estarão cada vez mais presentes não só em resultado das “ações naturais” inerentes a sistemas costeiros, mas também devido a crescentes dinâmicas climáticas e económicas. Implicam infraestruturas operacionais e de segurança mais adaptadas e resilientes.

As ações e as Medidas de Adaptação dos portos às Alterações Climáticas não devem ser dissociadas das Medidas de Adaptação dos portos ao progressivo aumento das dimensões dos navios. Têm impactos que deverão ser previamente avaliados e internalizados nos custos de operação portuária e nos territórios envolventes. Por conseguinte também terão impactos nos transportes marítimos e nos seus custos pelo que as formulações de otimização das dimensões dos navios terão de as equacionar.

## Referências Bibliográficas

Coelho, C., Silva, R., Veloso-Gomes, F., Taveira-Pinto, F. (2009). “Potential effects of climate change on Northwest Portuguese coastal zones”. *ICES Journal of Marine Science*, 66, 1497-1507.

Iglesias, Isabel, Ana Bio, Willian Melo, Paulo Avilez-Valente, José Pinho, Mariana Cruz, Ana Gomes, José Vieira, Luísa Bastos, Fernando Veloso-Gomes. (2022). “Hydrodynamic Model Ensembles for Climate Change Projections in Estuarine Regions”. *Water* 14, no. 12: 1966. <https://doi.org/10.3390/w14121966>.

Loza, P., Veloso-Gomes, F. (2023). “Literature Review on Incorporating Climate Change Adaptation Measures in the Design of New Ports and Other Maritime Projects”. *SUSTAINABILITY*, ISSN: 2071-1050, Volume: 15, Issue: 5, Pages: 4569 (12).

Sofia Valente & Fernando Veloso-Gomes (2020). “Coastal climate adaptation in port-cities: adaptation deficits, barriers, and challenges ahead”. *Journal of Environmental Planning and Management*, 63:3, 389-414, DOI: 10.1080/09640568.2018.1557609

Veloso Gomes (1992). Relatório “A Evolução Fisiográfica da Linha de Costa da Região Centro”. Que Estratégias de Gestão? PROT CL. Ed. CCDR Centro.