Artigo 23558

INFRAESTRUTURAS PORTUÁRIAS. DESAFIOS E ADAPTAÇÃO NUM CONTEXTO DE DINAMICAS RECENTES

Veloso-Gomes, Fernando
Universidade do Porto, Faculdade de Engenharia, Porto, Portugal
Email: velosogomesfvg@gmail.com

RESUMO

As infraestruturas portuárias estão pressionadas por crescentes dinâmicas de expansão económica e da dimensão / especialização dos navios, para além das "ações climáticas naturais" (variabilidade e alterações na ondulação, marés, ventos, correntes) inerentes a sistemas costeiros onde se localizam. Estas dinâmicas exigem infraestruturas operacionais e de segurança mais adaptadas, sustentáveis e resilientes. Considerando as dinâmicas em curso e os principais impactos previsíveis nos ecossistemas, nas infraestruturas, no território e nas populações, serão apresentados de uma forma sintética exemplos de Medidas de Adaptação dos Portos, aplicáveis a nível internacional e em particular, aos Países de Expressão Portuguesa. Constitui um desafio para os portos a adoção de estratégias incorporando um Planeamento e uma Gestão Adaptativos a considerar no modelo de Governação.

***Palavras-chave**:* portos, transportes marítimos, dimensão dos navios, variabilidade e alterações climáticas, medidas de adaptação

ENQUADRAMENTO

Os sistemas costeiros onde os portos se localizam são, pela sua natureza, muito diversificados e dinâmicos: estuários, sistemas lagunares, restingas, baías, ilhas.

Em relação aos portos e sistemas costeiros há que considerar uma complexidade, diversidade e interação de:

- Agentes, Ambientes e Sistemas Naturais.
- Sistemas Sociais / Culturais / Comunicacionais.
- Sistemas Económicos / Energéticos / Institucionais.

Dinâmicas económicas em curso a uma escala mundial, regional e local estão a originar:

- o crescimento dos fluxos dos transportes por via marítima,
- a expansão e especialização das infraestruturas portuárias e
- o aumento das capacidades de carga e dimensões dos navios.

Estes aumentos terão exigências, impactos e riscos a nível portuário e ambiental que poderão não estar a ser cabalmente previstos e assumidos.

As questões climáticas (variabilidade e alterações), o aumento dos fluxos dos transportes por via marítima e o aumento das dimensões dos navios, bem como a sua especialização, exigem medidas de adapção.

CRESCIMENTO DOS FLUXOS DOS TRANSPORTES POR VIA MARÍTIMA E EXPANSÃO E ESPECIALIZAÇÃO DAS INFRAESTRUTURAS PORTUÁRIAS

Em 2024, registou-se um aumento no comércio marítimo mundial, com projeção de crescimento de 2%. A capacidade de transporte da frota mundial atingiu 2 350 milhões de toneladas de porte bruto (TPB, dwt), com petroleiros e graneleiros representando a maioria. No entanto, o setor também enfrentou desafios como o aumento dos custos de frete, conflitos geopolíticos e riscos climáticos, que tiveram impactos nas rotas comerciais e nas cadeias logísticas.

Em 2024 os portos brasileiros registaram a maior movimentação da história com 1320 milhões de toneladas. Movimentam 95% do comércio exterior sendo peças-chave na economia nacional com crescimento recorde nas exportações e importações.

Os portos públicos brasileiros tiveram um aumento de 5,13%, movimentando 474,38 milhões de toneladas (Figura 1).

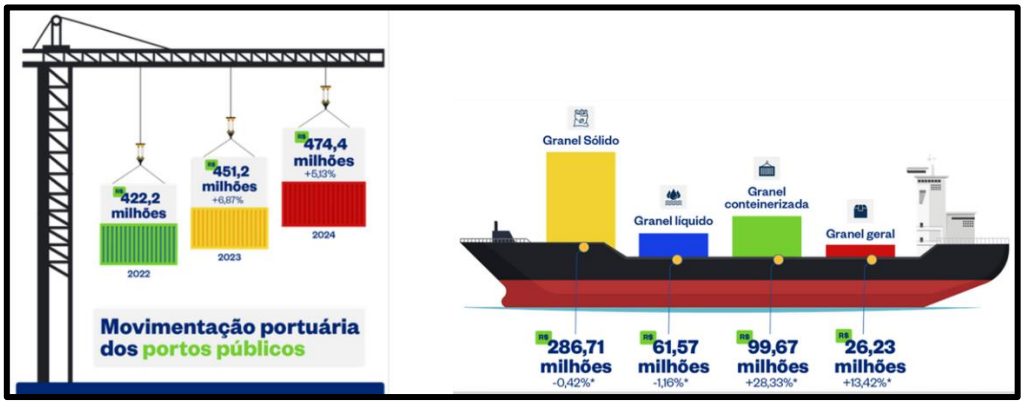


Figura 1. Movimentação nos portos públicos brasileiros entre 2022 e 2024 e distribuição por tipologia de mercadorias (fonte: Gov.br)

O sistema portuário português do continente registou um crescimento global de 6% no volume total de mercadorias movimentadas em 2024, atingindo os 88 milhões de toneladas, face aos 82,8 milhões de toneladas em 2023 (fonte: https://www.portugal.gov.pt).

Trata-se de uma inversão da tendência de declínio do movimento dos portos portugueses nos últimos anos, desde 2016/2017, altura em que se registaram movimentos de 94 e 96 milhões de toneladas, respetivamente, depois de forte crescimento desde 2012.

No aumento de movimentos registados, destacam-se os seguintes aspetos:

- A carga geral fracionada cresceu 3%, ultrapassando os 5,7 milhões de toneladas, com o contributo de Leixões, Aveiro, Figueira da Foz e Setúbal.
- A carga geral contentorizada teve um aumento de 11%, superando as 37 milhões de toneladas. O destaque vai para Sines, que movimentou mais de 23 milhões de toneladas, representando 62% do total deste tipo de carga. Na carga roll-on roll-off (Ro.Ro transporte de veículos) Setúbal registou um ligeiro crescimento (+2%).
- Os Granéis Sólidos registaram um ligeiro decréscimo. Os Granéis Líquidos apresentaram uma subida de 7%, totalizando quase 30 milhões de toneladas, com Sines na liderança com 81% da carga.

Em Moçambique são recentes ou estão em curso grandes dinâmicas e investimentos associados ao aumento dos transportes e especialização realizados por via marítima, frequentemente associados a corredores internacionais (Figura 2).

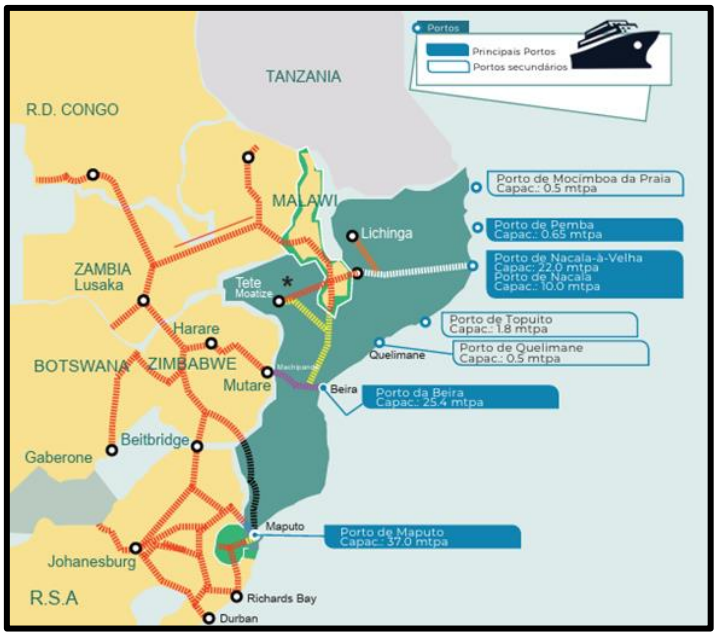


Figura 2. Portos de Moçambique e corredores internacionais

Apresentam-se exemplos dessas dinâmicas.

- Porto de Maputo, no estuário do rio Matola: Expansão do terminal de contentores com um investimento de 164 milhões de dólares, aumento de 250 m para 650 m de comprimento de cais para receber navios de até 366 m (classe pós-Panamax), aumento dos fundos acostáveis de -12 m para -16 m, aumento do parque de armazenagem de contentores para 6,48 hectares, aumento da capacidade do terminal de contentores de 255 mil TEUs para 530 mil TEUs por ano. O projeto de expansão da capacidade do terminal de cereais visa aumentar a capacidade de 170 mil para 350 mil tonelada por ano.
- Porto da Beira, no estuário do Púnguè. Canal dragado em 28 km. Movimento de carga anual: 13,9 milhões de toneladas em 2023, ano em que foi considerado o porto mais eficiente na África austral. Terminais de carga geral, contentores, petróleo. A melhoria de equipamento e informatização permitem um aumento da capacidade anual de movimentação de 4 para 5 milhões toneladas de carga geral e um aumento de 350 para 900 mil TEUs de contentores /ano.
- Porto de Nacala, a Sul da baía de Bengo, abrigado pela Península. O maior porto natural de águas profundas da costa oriental de África. Movimentou 14,8 milhões de toneladas em 2023. Em outubro 2023 concluíram-se oficialmente as obras de reabilitação, expansão e modernização do porto. Em 2024 o crescimento foi de 7,6% (1.4 milhões de toneladas) e ultrapassa os 100 mil contentores (TEU). O terminal de carga geral movimenta 2M toneladas/ano). Aumentou a capacidade de movimentação de contentores de 100 mil para 252 mil toneladas por ano.
- Porto de Pemba, baía de Pemba, abrigado pela Península de Pemba. Canal de acesso extensão 1800 m e 50 m de profundidade. Recentemente ganhou relevância com a implementação dos projetos de gás da Bacia do Rovuma e com a importação de derivados de petróleo. Cais com 135 m de extensão e fundos a -8 ZH. Projeto de expansão do cais de contentores para 500 m. Novo terminal flutuante.

AUMENTO DAS CAPACIDADES DE CARGA E 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 (dwt *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 do transporte de mercadorias não pode ser apenas alcançada através do gigantismo dos navios, sem avaliação dessas exigências e impactos.

Merece reflexão o gigantismo dos mais recentes de navios especializados no transporte de grandes equipamentos (por exemplo pás de torres eólicas), de navios de cruzeiros, de graneleiros (granéis sólidos e líquidos - superpetroleiros), de navios porta-contentores e de navios transportadores de veículos (*Ro.Ro.*).

Os navios de cruzeiro estão a atingir 365 m de comprimento, com uma capacidade de 7 600 passageiros mais 2800 tripulantes (250 000 GT) quando entre 1922 e 1999 os maiores navios tinham cerca de 290 m e transportavam cerca de 2 000 a 2 500 passageiros e 1 000 tripulantes.

Sugiram impactos negativos do aumento da dimensão e da frequência exagerada das escalas em locais turísticos, de que se destacam a excessiva pressão sobre as comunidades residentes, ecossistemas, infraestruturas, segurança…

Como casos críticos a nível internacional, destacam-se pelo mediatismo e reações adversas de populações locais:

- Veneza (Itália)
- Barcelona (Espanha)
- Dubrovnik (Croácia)
- Amesterdão (Países Baixos)
- São Diego (USA)

Os superpetroleiros (ULCC, navios com capacidade superior a 320 000 dwt) estão a ultrapassar os 550 000 dwt, 420 m de comprimento, 65 m de boca e 35 m de calado.

Este gigantismo já tinha sido previsto já na década de setenta do séc. XX.

Em Portugal motivou então a construção de um quebramar de dimensões inéditas no porto de Sines para abrigar um terminal.

Acidentes por ação de temporais resultaram na quase completa destruição desse quebramar nos finais da década de setenta. Os acidentes não podem ser dissociados de uma conceção para o projeto que foi extrapolada para situações de exposição à intensa ondulação e elevadas profundidades quando não havia experiência anterior para essas situações, a uma escala internacional.

Comparando os perfis transversais tipo do projeto inicial com os perfis tipo da reconstrução do quebramar atualmente existente (Figura 3), pode-se concluir que se aprendeu muito com o acidente a nível de projeto, mas os custos foram muito elevados!

As modificações mais relevantes verificam-se a nível de redução das inclinações dos taludes expostos, do aumento da largura do coroamento, do reforço de banquetas e da substituição dos blocos do tipo "*dolos"* de 42 tf (favoráveis sob o ponto de vista hidráulico mas estruturalmente frágeis) por "*cubos antifer"* de 90 tf.

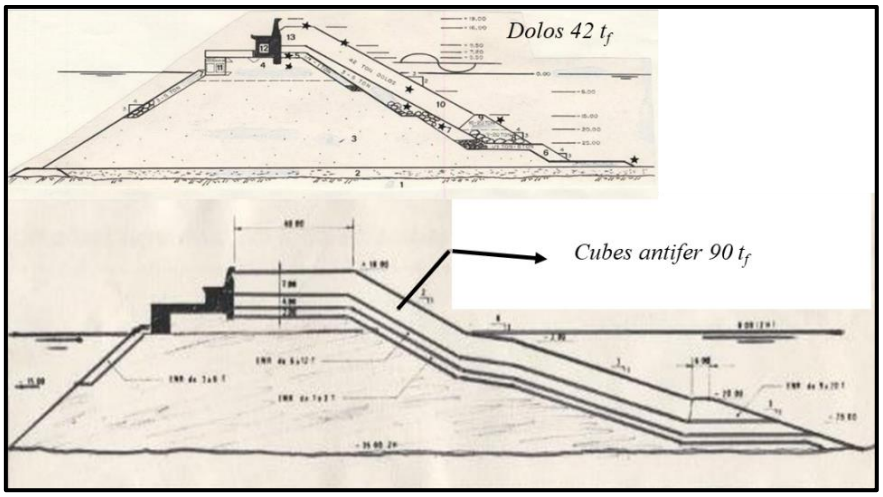


Figura 3. Comparação entre os perfis transversais tipo do quebramar do terminal de grandes petroleiros de Sines, antes dos acidentes por ação das ondas do mar e após a reconstrução.

Em ambientes marítimos menos energéticos (ondulação), a utilização de robustas boias flutuantes para a amarração e interface de descarga de petroleiros constitui uma possível medida de adaptação ao aumento das suas dimensões e capacidade de transporte.

A evolução da capacidade de transporte, em TEUs, dos navios porta-contentores está ilustrada nas Figura 4 e 5.

Este preocupante aumento das dimensões dos navios porta-contentores exige maiores extensões e profundidades de cais acostáveis, maiores áreas de parqueamento para contentores no porto e em centros logísticos, canais de navegação e bacias de rotação mais amplos, equipamentos de cais e de parque muito eficientes, automatização, reforço das redes rodoviárias e ferroviárias de acesso ao *hinterland*.

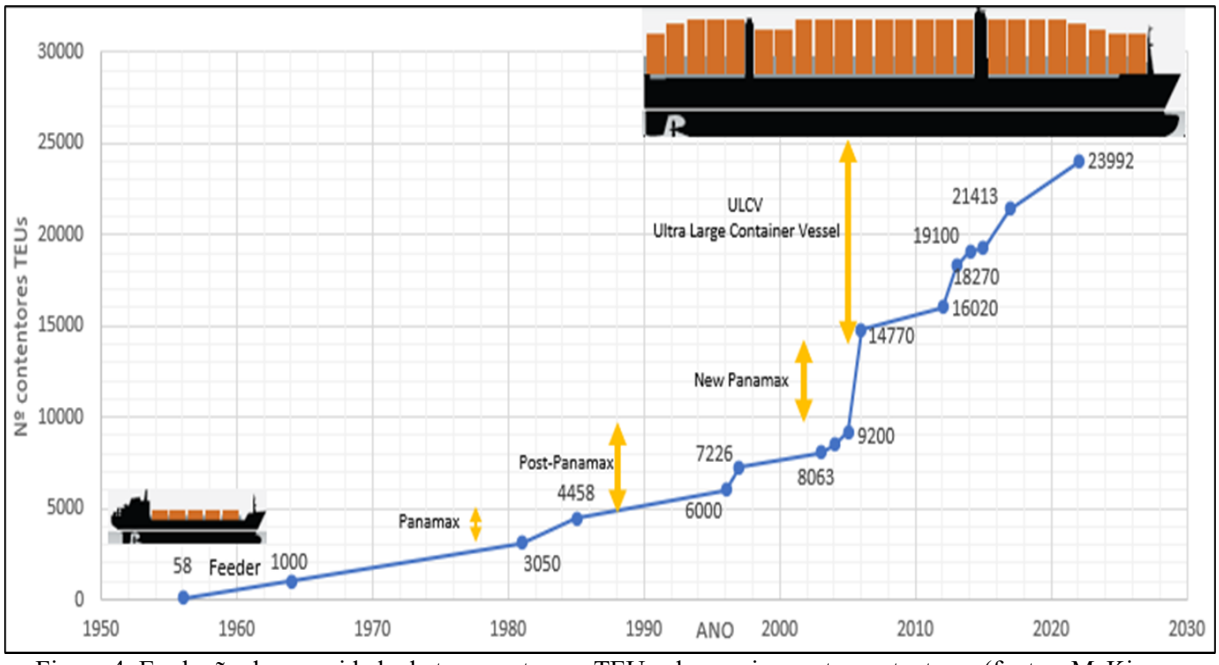


Figura 4. Evolução da capacidade de transporte, em TEUs, dos navios porta-contentores (fontes: McKinsey Analysis 2017, Container-Xchange 2022)

Geração	Designação	Comprimento [m]	Calado [m]	Capacidade [TEU]
1ª [1956-1970]	Converted Cargo Vessel	135-200	<9	500-800
2ª [1970-1980]	CellularContainership	215	10	1 000-2 500
3ª [1980-1988]	PanamaxClass	250-290	11-12	3 000-4 000
4ª [1988-2000]	PostPanamax	275-305	11-13	4 000-5 000
5ª [2000-2005]	PostPanamaxPlus	335	13-14	5 000-8 000
6ª [2006-presente]	New Panamax	397	15,5	11 000-14 500

Figura 5. Evolução das dimensões e capacidade de navios porta-contentores

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.

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 em Angola (Figura 6).

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 terminal de águas profundas do Caio, executados em Cabinda a partir de 2018).



Figura 6. Quebramares relativamente recentes em portos angolanos.

Nos maiores portos existentes, nomeadamente Luanda e Lobito, verifica-se uma acentuada expansão portuária com aterros sobre o plano de água da baía, numa procura de cais com maiores profundidades e novas áreas de parqueamento mas também por pressão imobiliária (Figura 7).



Figura 7. Comparação da linha de costa na Baía de Luanda (porto de Luanda) entre janeiro de 2000 e fevereiro de 2016, evidenciando os aterros efetuados (POP, Veloso Gomes 2016).

VARIABILIDADE CLIMÁTICA E ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS

A localização, o planeamento e o projeto de portos e infraestruturas portuárias sempre tiveram em consideração o clima ao largo e local, nomeadamente em relação a ondas, marés e correntes.

A uma escala de projeto de engenharia (20, 50, 100 anos) esse clima local evidencia uma variabilidade ao longo dos ciclos de maré, dos dias do ano, das estações e dos anos. Daí a consideração de períodos de retorno associados a eventos extremos, valores médios, significativos e extremos, espetros e distribuição de frequências de agitação marítima, rosas de ventos e correntes, entre outros. É a Variabilidade Climática.

Mas num contexto de Alterações Climáticas, para além da variabilidade natural, podem surgir alterações (manifestadas por tendências a uma escala de décadas) nos espetros, nas intensidades e nas frequências de ocorrência:

- 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, incluindo nível médio das águas do mar
- Níveis de águas freáticas
- Temperaturas e salinidade das águas

- Escoamento superficial proveniente das bacias hidrográficas (caudais, sedimentos, nutrientes, composição química).

Os portos, sendo infraestruturas vitais para a esmagadora maioria dos Países, autênticos pilares estratégicos das trocas comerciais e portanto da economia, têm infraestruturas que geram ou potenciam impactes ambientais desfavoráveis: Danos e acidentes, erosões e sedimentações (alteração do balanço sedimentar), emissões sólidas, líquidas e gasosas, destruição e alteração de habitats, artificialização das paisagens, geração de tráfico terrestre, entre outros.

Estes impactes ambientais nem sempre foram assumidos na internalização dos custos de exploração portuária (Figura 8).

O mesmo estará a ocorrer com o aumento acentuado das dimensões dos navios.

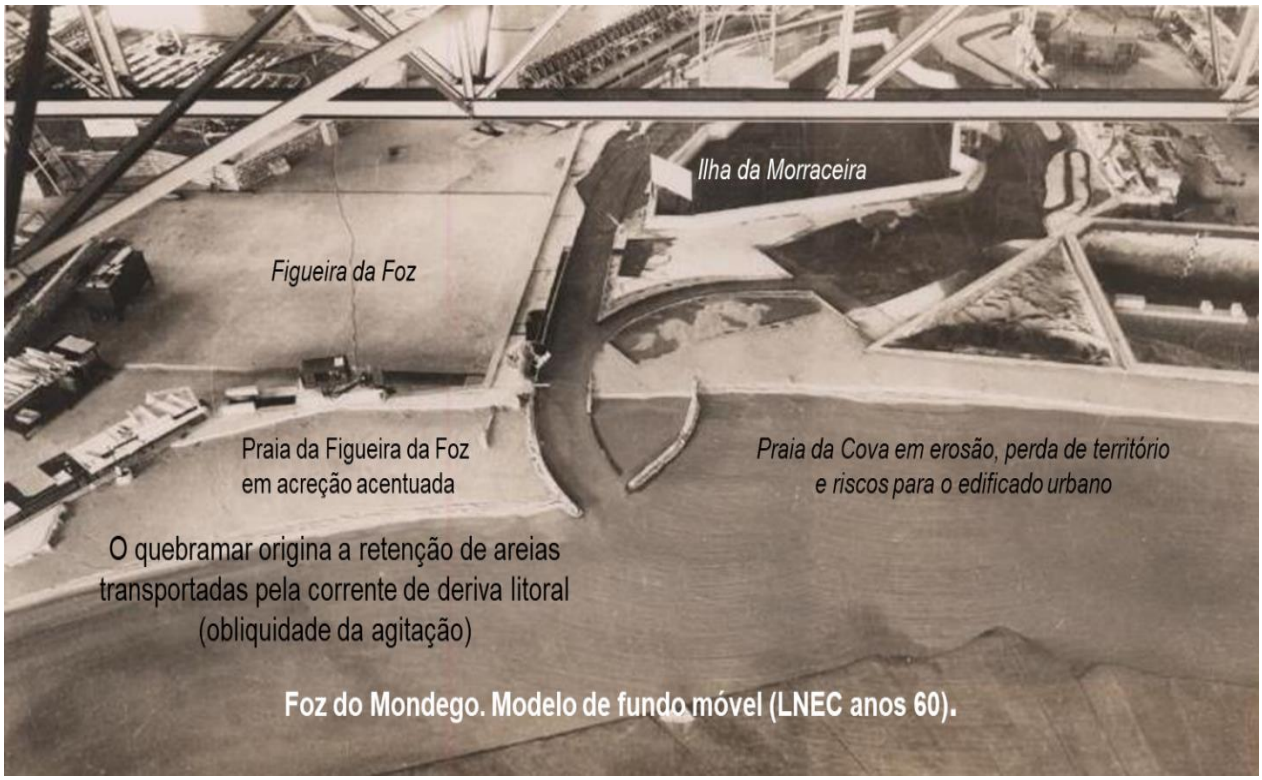


Figura 8. Apesar dos impacto fisiográficos negativos dos quebramares e canais de navegação terem sido há muito previstos e verificados, a responsabilidade da sua mitigação frequentemente não é assumida pelas entidades gestoras portuárias e autoridades nacionais.

As alterações climáticas muito provavelmente agravarão e tornarão mais imprevisíveis os problemas já existentes nas zonas costeiras e nos portos, muitos dos quais de origem antrópica local ou regional.

No Planeamento para o futuro a incerteza deverá ser considerada como uma certeza pelo que é necessário trabalhar com Cenários. Evitar crises passa por estratégias que incorporem a gestão de riscos naturais (variabilidade, alterações) e antrópicos.

A quantificação de riscos tem evoluído muito nos últimos anos mas continua a ser muito problemática face às limitações na capacidade de previsão de acontecimentos extremos (probabilidades conjuntas), na quantificação antecipada de fatalidades (vidas e feridos) e do "valor" dos sinistros, do "valor" das áreas terrestres e bens que poderão desaparecer, dos valores

cénicos e ambientais, das incidências nas atividades económicas, da eficiência a médio e longo termo de medidas estruturais de intervenção.

Mas no presente qual é a Perceção Institucional dos Riscos? E a Perceção Pública dos Riscos?

Existe uma grande diversidade de situações entre países, sociedades e instituições.

É necessária prevenção e planeamento com horizontes de projeto de médio e longo prazo.

Na Figura 9 apresentam-se possíveis cenários de alteração dos rumos da agitação marítima que incide no porto de Leixões em Portugal. O porto, através dos seus quebramares, está preparado e é muito eficaz na proteção em relação a temporais provenientes dos rumos históricos dos quadrantes W até NW. Uma mudança de rumos dos temporais poderá originar "fechos da barra à navegação", situação que muito raramente até agora ocorreu.

Também em relação às praias, a situação poderá vir a alterar-se de acordo com as representações de cenários da Figura 10.



Figura 9. Cenários de alteração dos rumos dominantes de agitação marítima numa infraestrutura portuária protegida com quebramares (porto de Leixões, Portugal).

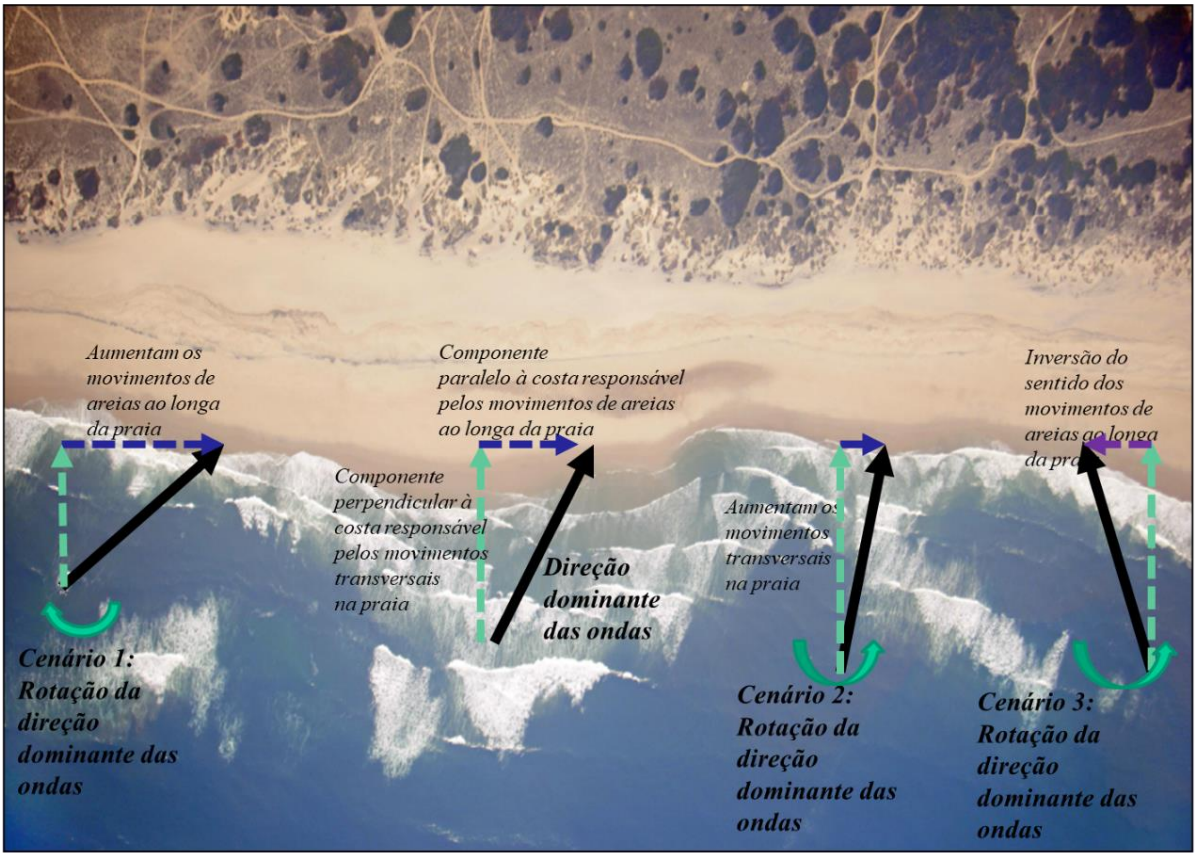


Figura 10. Cenários de alteração dos rumos dominantes de agitação marítima com incidência numa praia, com implicações nos balanços sedimentares.

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 (tese de doutoramento: Adaptative Planning for Coastal Climate Adaptation in Port-Cities - Integrating Adaptation Pathways into Planning Instruments)

Isabel Iglesias 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 (Projeto FCT EscoEnsembles, coordenador Veloso-Gomes).

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 (tese de doutoramento).

A Figura 11 ilustra o que está em causa nos portos: são alterações ou mudanças globais.

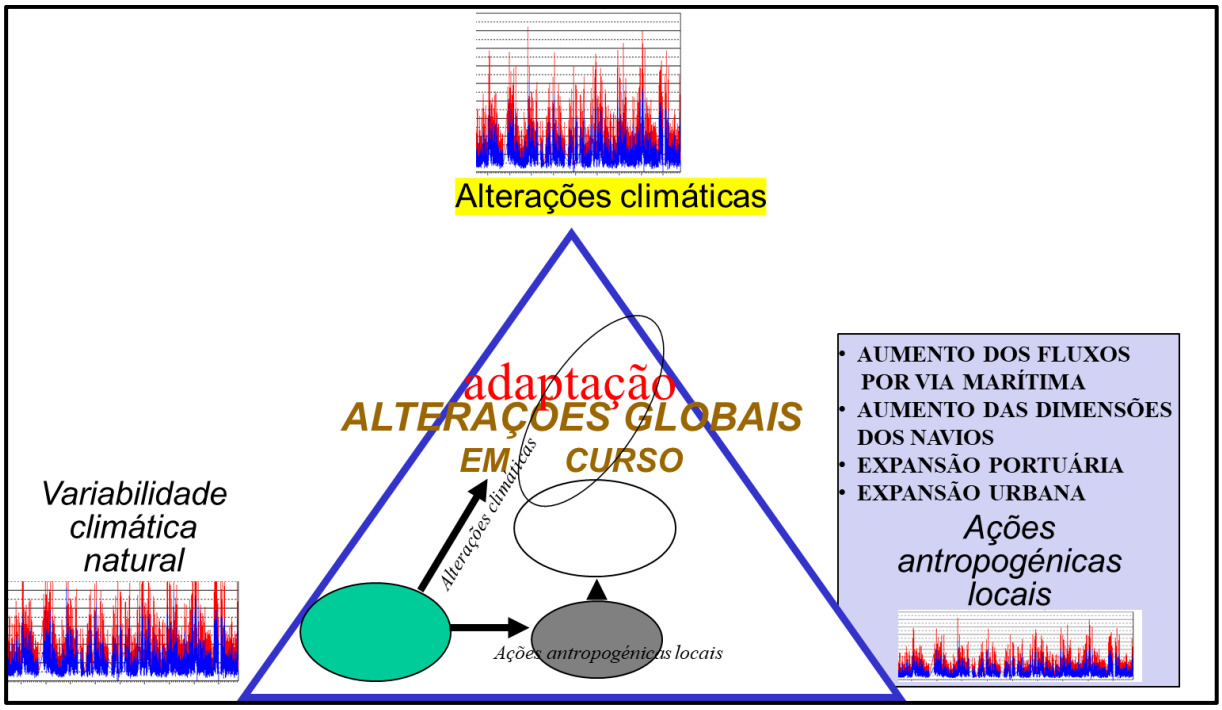


Figura 11. Alterações ou mudanças globais nos portos e zonas costeiras

ADAPTAÇÃO DOS PORTOS

A Governança dos sistemas hídricos onde estão inseridos os portos, com o suporte da educação, investigação (ciência e tecnologia) e da sensibilização, exige:

- Diagnóstico,
- Envolvimento da sociedade civil e utilizadores,
- Estabelecimento de princípios e objetivos,
- Formulação de cenários e de estratégias coerentes,
- Prioridades na decisão,
- Implementação de Políticas / Programas Adaptativos,
- Projetos,
- Planos de contingência
- Regulação e responsabilização,
- Monitorização/avaliação,
- Reformulação (ciclos evolutivos)

A pobreza, a corrupção, a incompetência e a falta de recursos humanos não possibilitam um modelo de Governança eficaz. Aprende-se com as Boas Práticas e com as Más Práticas.

A Adaptação deve fazer parte do processo decisório, do planeamento e dos projetos.

Considerando as dinâmicas em curso e os principais impactos previsíveis, as Figuras 12 e 13 apresentam de uma forma sintética exemplos de possíveis Medidas de Adaptação dos Portos, aplicáveis a nível internacional e em particular, aos Países de Expressão Portuguesa.

Estas Medidas enquadram-se em Domínios como:

- Planeamento e Ordenamento Estratégicos e Adaptativos.
- Engenharia e Gestão portuária,
- Cadeias Logísticas.

- Segurança e Gestão de Riscos.
- Integração nos ambientes naturais e edificados envolventes.
- Eficiência Energética
- Governança.

Medidas de Adaptação a considerar nos portos. Exemplos.	DOMÍNIOS	MEDIDAS
	Planeamento Ordenamento	Estratégico de médio e longo prazo
		Adaptativo às Alterações Climáticas e às Dinâmicas Económicas
		Avaliação Ambiental Estratégica de alternativas
		Análises integradas custo / benefício / eficácia
	Infraestruturas e edificações existentes	remoção / reconversão / relocalização (se mais favorável)
	Adoção de zonas tampão (segurança e ecossistemas)	para a edificabilidade e atividades portuárias
	Consideração de cenários de projeto mais prováveis e também os 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"
		Planeamento Adaptativo
	Estruturas portuárias	terminais especializados
		aumento das ações de projeto
		aumento das cotas e larguras dos coroamentos das estruturas
		reforço estrutural e das fundações
		redução de ângulos de taludes
	Quebramares e outras estruturas portuárias nomeadamente de acostagem e amarração	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 sed imentar, nos aterros, nas praias e nos custos de gestão portuária
	Terraplenos e "portos secos" para parqueamento e armazenamento	construção, aumento, relocalização
		alteração de cotas, pavimentos e sistemas de drenagem
	Equipamentos de cais e estiva	modernização e especialização
		aumento da capacidade e rentabilidade

Figura 12. Medidas de adaptação dos portos a dinâmicas recentes em diversos domínios

Medidas de Adaptação a considerar nos portos. Exemplos.	DOMÍNIOS	MEDIDAS
	Planeamento Ordenamento	Estratégico de médio e longo prazo
	Cadeias logísticas	integração, reforço, eficiência
		melhoria das acessibilidades terrestres, fluviais e ferroviárias
		automatização, informatização
	Segurança e Eficiência	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

Figura 13. Medidas de adaptação dos portos a dinâmicas recentes em diversos domínios

CONCLUSÕES

A Adaptação dos portos ao trinómio (1) crescimento dos fluxos dos transportes por via marítima, (2) expansão e especialização das infraestruturas portuárias e (3) aumento das capacidades de carga e dimensões dos navios, deverá conduzir a objetivos estratégicos prioritários, exigindo abordagens e ações a nível de planeamento estratégico, ordenamento, impacto ambiental, projeto, manutenção e operacionalidade.

As ações de resposta às mudanças antrópicas locais ou regionais a atividades económicas e à ocupação de territórios ribeirinhos podem ser complexas e exigir avultados investimentos.

A Adaptação dos portos às Alterações Climáticas não pode ser dissociada da Adaptação aos outros vetores referidos já que estão a ocorrer em simultâneo, sendo difíceis de dissociar em termos de impactos previsíveis e de medidas de mitigadoras ou de adaptação.

Estas dinâmicas globais muito provavelmente agravarão e tornarão mais imprevisíveis os problemas de acessibilidade, segurança e operacionalidade nos portos (alterações hidrodinâmicas e sedimentares, morfologias, galgamentos com inundações, agitação e correntes).

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

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 dos fluxos de mercadorias e das dimensões dos navios. Estes induzem impactes que deverão ser previamente avaliados e internalizados nos custos de operação portuária e nos territórios envolventes. Por conseguinte também terão impactes nos transportes marítimos e nos seus custos pelo que as formulações de otimização das dimensões dos navios terão de as equacionar.

REFERÊNCIAS

Baptista P., Coelho C., Pereira C., Benardes C., Veloso Gomes F. Beach morphology and shoreline evolution: Monitoring and modelling medium-term responses (Portuguese NW coast study site). Coastal Engineering, nº 84, 23-37, 2014.

Coelho, C., Silva, R., Veloso-Gomes, F., Taveira-Pinto, F. Potential effects of climate change on northwest portuguese coastal zones. ICES Journal of Marine Science, 1497-1507, 2009.

Isabel Iglesias; José Luís Pinho; Paulo Avilez Valente; William Melo; Ana Bio; Ana Gomes; José Vieira; Luísa Bastos; Fernando Veloso Gomes. Improving Estuarine Hydrodynamic Forecasts Through Numerical Model Ensembles. Frontiers in Marine Science Vol. 11 p. 18 DOI: 10.3389/fmars.2022.812255, 2022.

Loza, Pedro; Fernando Veloso Gomes. Literature Review on Incorporating Climate Change Adaptation Measures in the Design of New Ports and Other Maritime Projects. Sustainability Vol. 15 p. 4569. DOI: 10.3390/su15054569, 2023.

Nicolas Hoepffner, Dowell M., Green D.R., Sanchez-Arcilla A., Veloso Gomes F., outros. Marine and Coastal Dimension of Climate Change in Europe. J.R.C., European Commission EUR 22554, 2006.

Valente, Sofia; Fernando Veloso Gomes. Coastal climate adaptation in port-cities: adaptation deficits, barriers, and challenges ahead, Journal of Environmental Planning and Management Vol. 63 Nº. 3 p. 389-414, 2020

Veloso-Gomes; Fernando. Management and Mixed Coastal Protection Measures in Highly Vulnerable and Edge Risk areas, Costa da Caparica Case Study. IAHR World Congress Proceedings, pp.6071- 6080, ISSN: 2521-716X (Online), 2521-7119 (Print), 2017.