



Fernando Veloso Gomes
velosogomesfvg@gmail.com

*XI Congresso sobre Planeamento e Gestão das Zonas Costeiras
dos Países de Expressão Portuguesa*

**ADAPTAÇÃO DOS PORTOS ÀS ALTERAÇÕES
CLIMÁTICAS E AO AUMENTO DOS FLUXOS POR VIA
MARÍTIMA E DAS DIMENSÕES DOS NAVIOS**

16.º SILUSBA / XI Congresso Zonas Costeiras 2025

Tema Geral **Gestão dos Recursos Hídricos e das Zonas Costeiras em Cenário de Adaptação Climática**

PORTOS E SISTEMAS COSTEIROS:

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

OS SISTEMAS COSTEIROS ONDE OS PORTOS SE LOCALIZAM são, pela sua natureza, muito *diversificados e dinâmicos*

ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS
AUMENTO DOS FLUXOS POR VIA MARÍTIMA
AUMENTO DAS DIMENSÕES DOS NAVIOS

ADAPTAÇÃO

*Variabilidade
Alterações
Mudanças*

Dinâmicas: 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 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 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 - superpetroleiros) e de **NAVIOS TRANSPORTADORES DE VEÍCULOS (RoRo)**.

DINÂMICAS: Crescimento “dramático” dos transportes marítimos, do número e dimensões dos portos e dos navios



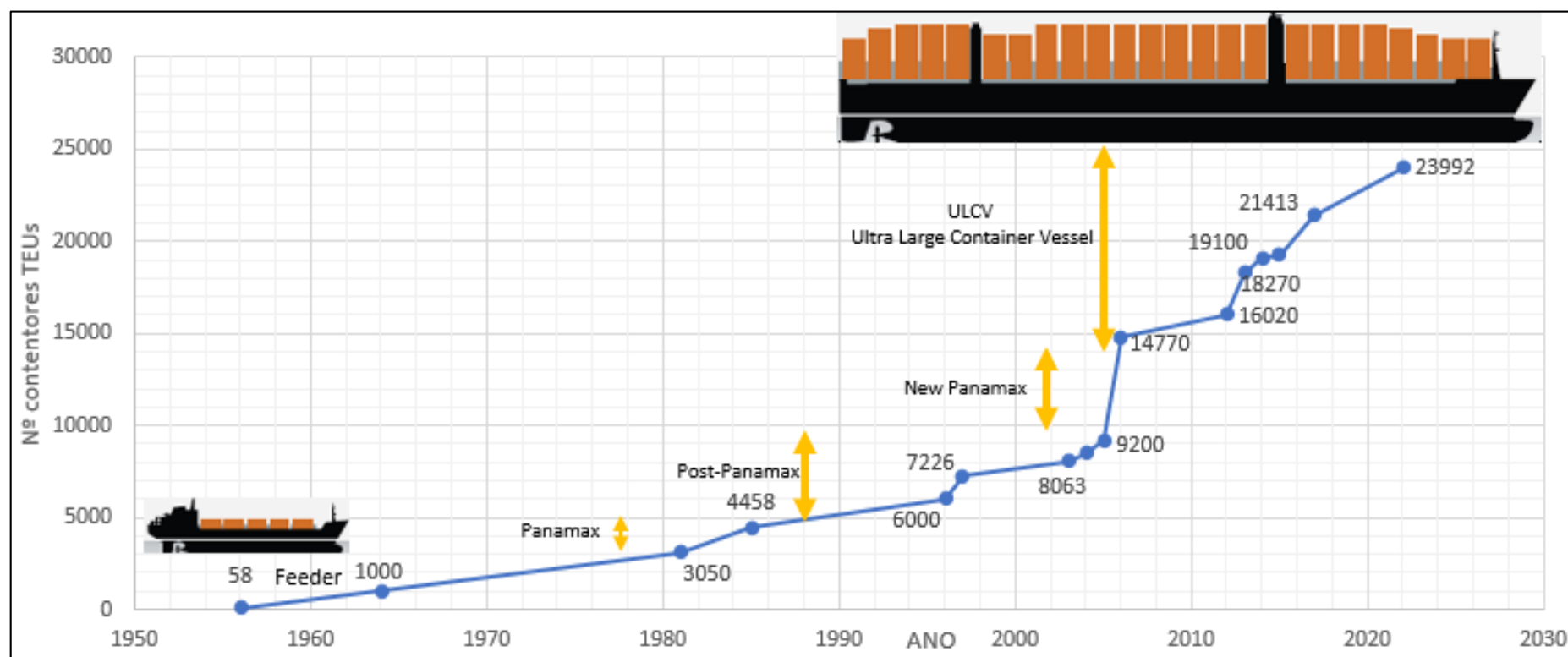
L.O.A.	2 84.58 m
L.B.P.	2 69.00 m
B	32.29 m
D	23.30 m
T	12.68 m
Deadweight	4 7763 tons
S.H.P.	2 x 20710 shp
V	21 knots
Containers Above Deck	722
Containers Below Deck	1924
Total Containers	2646
Displacement	69 743 tons

CONTAINERSHIP LARA		
1974	GENERAL ARRANGEMENT	
DESIGN: F. Veloso Gomes C. Markopolos	UNIVERSITY COLLEGE LONDON	

Geração	Designação	Comprimento [m]	Calado [m]	Capacidade [TEU]
1ª [1956-1970]	Converted Cargo Vessel	135-200	<9	500-800
2ª [1970-1980]	Cellular Containership	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

EVOLUÇÃO DAS CARATERÍSTICAS DOS NAVIOS PORTACONTENTORES

DINÂMICAS: Crescimento “dramático” das dimensões dos navios com implicações portuárias e nos canais



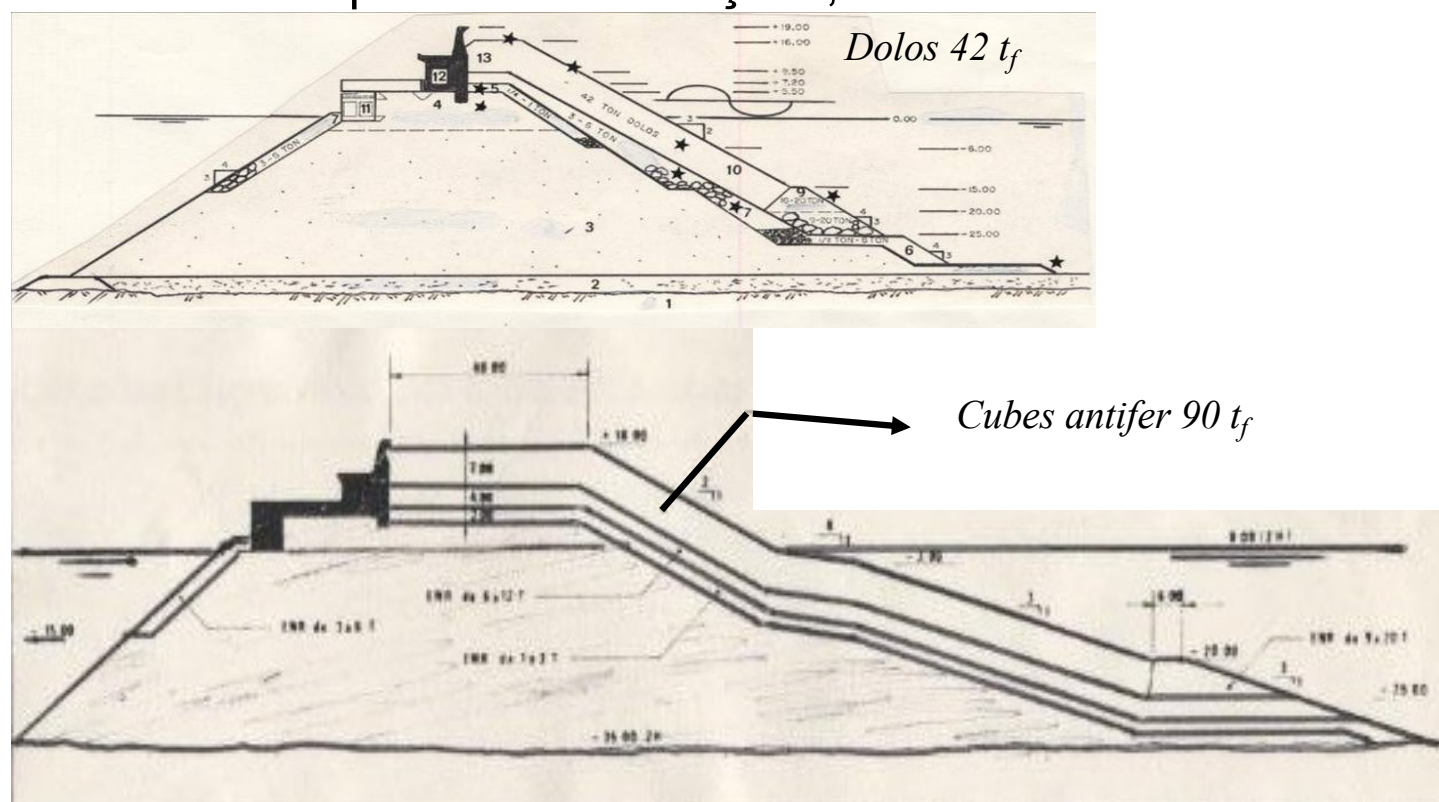
Evolução da capacidade de transporte, em TEUs, dos NAVIOS PORTA-CONTENTORES (fontes: McKinsey analysis 2017, container-xchange 2022)

Os **SUPERPETROLEIROS** (ULCC, capacidade superior a 320000 dwt) estão a ultrapassar os 550 000 dwt, 420 m de comprimento, 65 m de boca e 35 m de calado.

O gigantismo previsto já 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.

Impactos negativos do aumento da dimensão e da frequência exagerada das escalas em locais turísticos: Excessiva pressão sobre as comunidades residentes, ecossistemas, infraestruturas, segurança...

Exemplos de casos críticos

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

Dinâmicas: Aumento dos Fluxos de Mercadorias Via Marítima

Principais Portos de Moçambique:

- Maputo
- Beira
- Nacala
- Pemba

Outros portos:

Xai-Xai, Inhambane, Quelimane, Mocimbo.



Gestão dos portos em Moçambique até 1989: antiga Direção Nacional de Portos e Caminhos de Ferro. Após 1989: empresa estatal Empresa Nacional de Portos e Caminhos de Ferro de Moçambique (CFM, Decreto n.º 6/89, 11 de Maio 1989).

Com o lançamento do regime de concessões portuárias pelo Estado – nomeadamente nos portos de Maputo, Beira e Quelimane – a CFM foi substituída pelos respetivos concessionários como operador portuário em cada um desses portos. Nesse contexto, o modelo de “landlord”, baseado em parcerias público-privadas sob regime de concessão, tornou-se o principal modelo portuário em Moçambique.

PORTO DE MAPUTO

Margem esquerda **estuário do rio Matola**. O maior do País em movimento de carga anual: 30,9 milhões de t em 2024 (ligeira redução de 1% em relação a 2023, volumes ferroviários cresceram 7% para 3 milhões de t).

- Porto Comercial. Terminais de pesca, cabotagem, carga geral, líquidos, açúcar, contentores, carros, aços e melaços



Concessão do porto de Maputo à MPDC até 2058. Investimento nos primeiros três anos de 600 milhões de dólares (empresa privada moçambicana, parceria entre os CFM e a Portus Indico, esta constituída pela Grindrod, DP World e a empresa Mozambique Gestores

PORTO DE MAPUTO

- Terminais de Graneis da Matola: carvão, petróleo, cereais e alumínio.

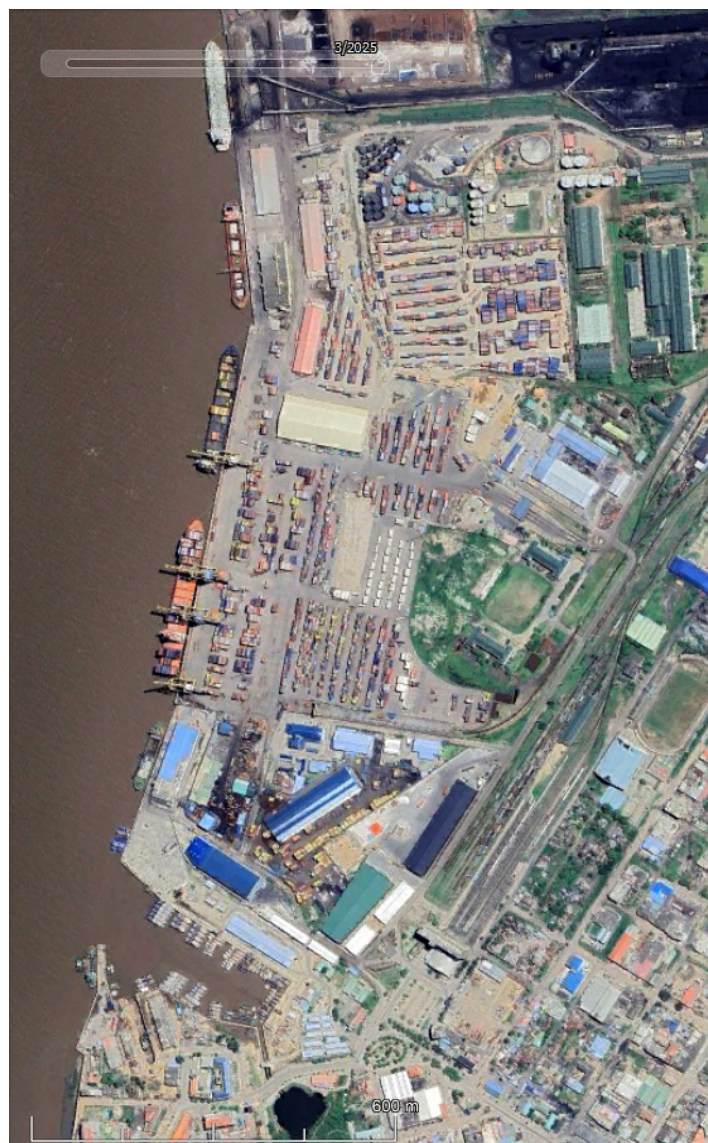
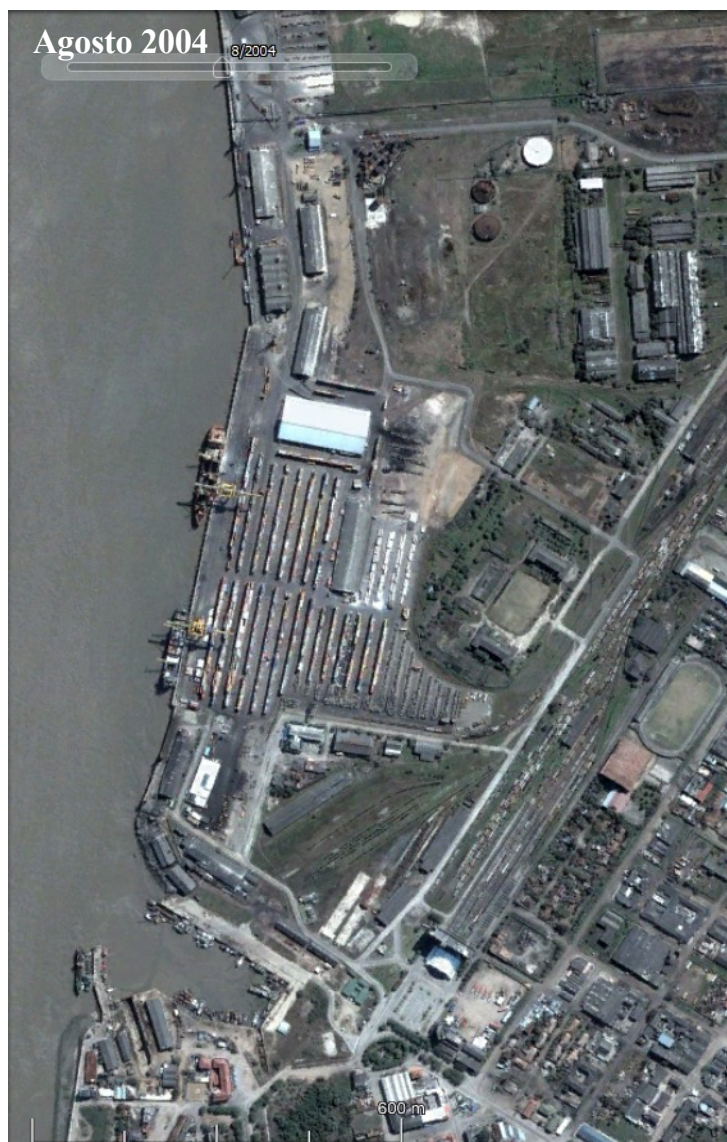


Expansão do terminal de contentores do Porto de Maputo: 164 milhões de dólares, aumento de 250 m para 650 m de cais para receber navios de até 366 m (classe pós-Panamax), aumento dos fundos de -12 m para -16 m, aumento do parque de armazenagem de contentores para 6,48 hectares, aumento da capacidade do terminal de 255 mil TEUs para 530 mil TEUs por ano.

Projeto de expansão da capacidade do terminal de cereais visa aumentar a capacidade de 170 mil t para 350 mil t por ano.

PORTO DA BEIRA

Estuário do Púnguè. Canal dragado 28 km. Movimento de carga anual: 13,9 milhões de t em 2023, ano em que foi considerado o porto mais eficiente na África austral. Terminais de carga geral, contentores, petróleo.



Melhoria de equipamento e informatização permitem um aumento:

- da capacidade anual de movimentação de 4 para 5 milhões t de carga geral
- de 350 para 900 mil TEU_s de contentores /ano.

PORTO DE NACALA

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 t em 2023.

Outubro 2023: conclusão das obras de reabilitação, expansão e modernização do porto.

Em 2024 crescimento de 7,6% (1.4 milhões de t) e ultrapassa os 100 mil contentores (TEU)

Terminais: carga geral (2M t/ano), contentores e graneis líquidos.

Aumentou a capacidade de movimentação de contentores de 100 mil t para 252 mil t por ano



Terminal de carvão
(912 km de ferrovia até
à Província de Tete
permitirá exportação 18
M t/ano).



Novo terminal de carvão em Nacala a
Velha



PORTO DE PEMBA

Baía de Pemba, abrigado pela Península de Pemba.

Canal de acesso extensão 1800 m e 50m 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 a -8 ZH. Projeto de expansão contentores cais 500m. Novo terminal flutuante.

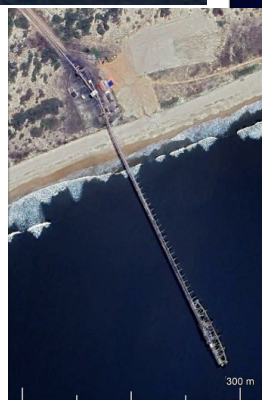


PORTO DE TOPUITO (Nampula)

Sem proteção natural

Apoia parque industrial

Movimentou 1 M de t em 2023



Dinâmicas: Aumento das Dimensões dos Navios e dos Fluxos de Mercadorias Via Marítima

ANGOLA

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).

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.

Comparação da linha de costa na Baía de Luanda entre Janeiro de 2000 e Fevereiro de 2016, evidenciando os aterros efetuados (POP, Veloso Gomes 2016).



DINÂMICAS: *Crescimento “dramático” de aterros sobre o plano de água para fins imobiliários e portuários*



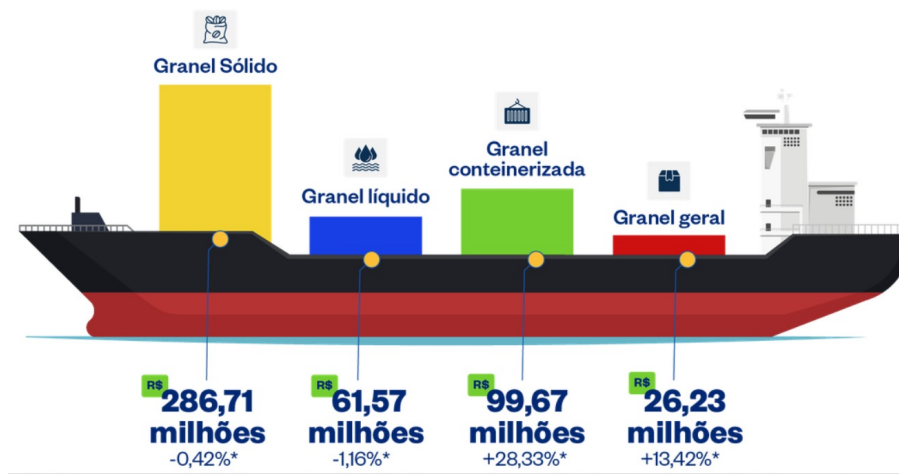
BRASIL

Crescimento portuário em 2024 (fonte Gov.br)

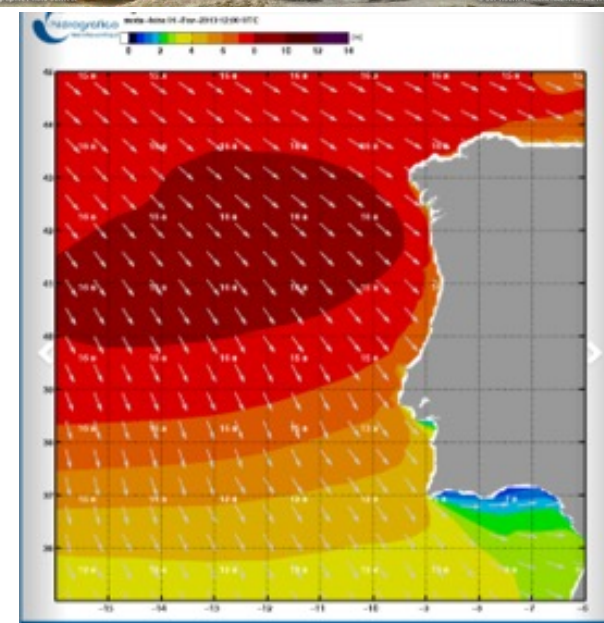
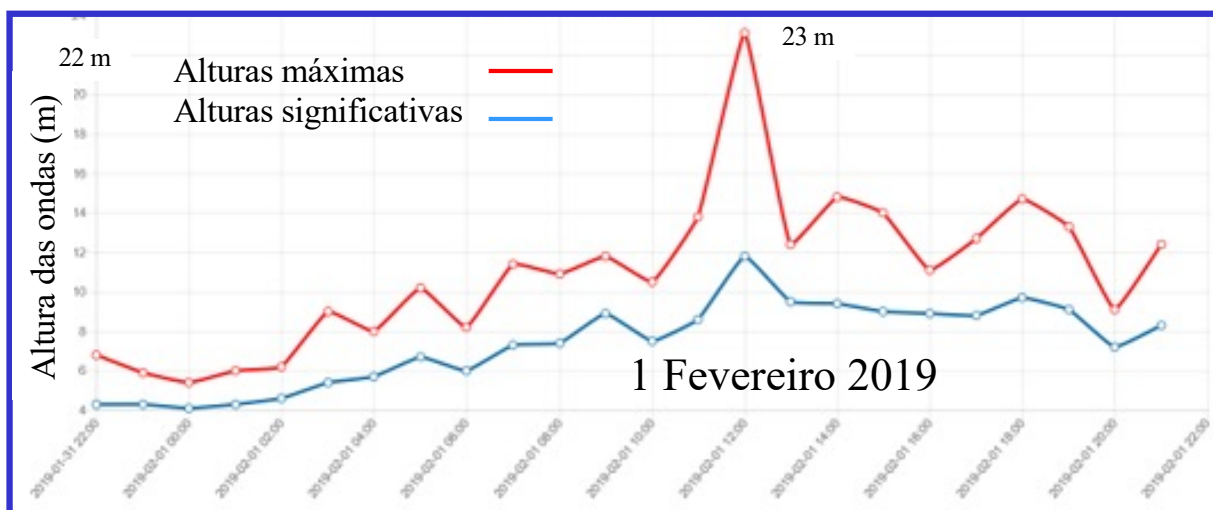
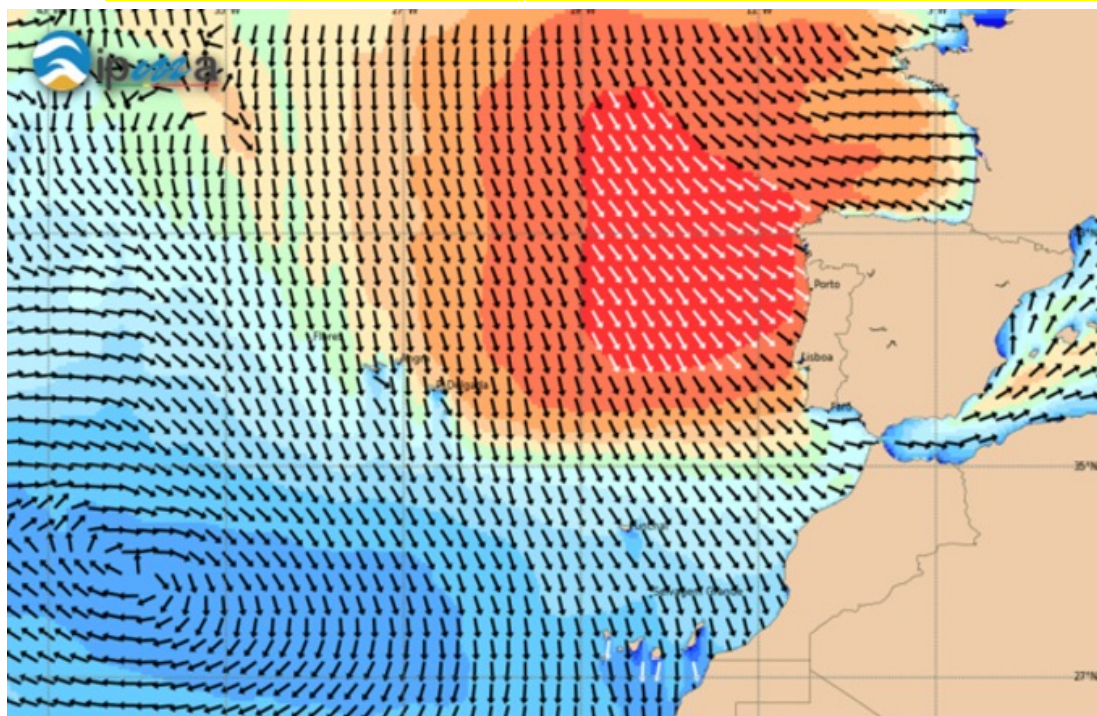
“Portos brasileiros registram maior movimentação da história com 1320 milhões de toneladas em 2024

Movimentam 95% do comércio exterior .São peças-chave na economia nacional com crescimento recorde nas exportações e importações

Portos públicos tiveram alta de 5,13% e movimentam 474,38 milhões de toneladas”



DINÂMICAS: Agitação marítima (Ondulação , vagas,..), Marés, Correntes,....



DINÂMICAS: AGITAÇÃO MARÍTIMA LOCAL

Os valores locais da agitação (altura de onda, rumo e período) são influenciados pelas fronteiras sólidas naturais (fundos e margens, sedimentares ou rochosos) e fronteiras artificiais (quebramares e outras estruturas portuárias, estruturas de defesa costeira).

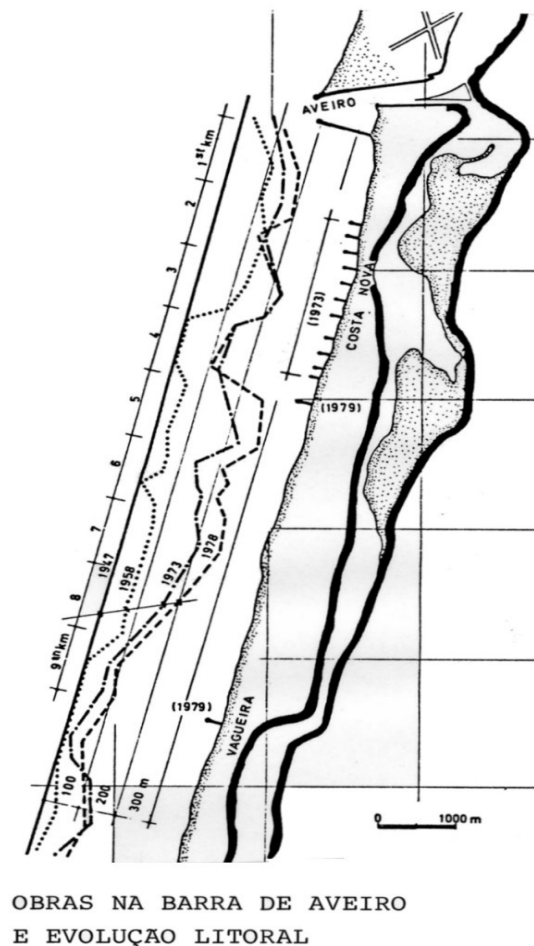
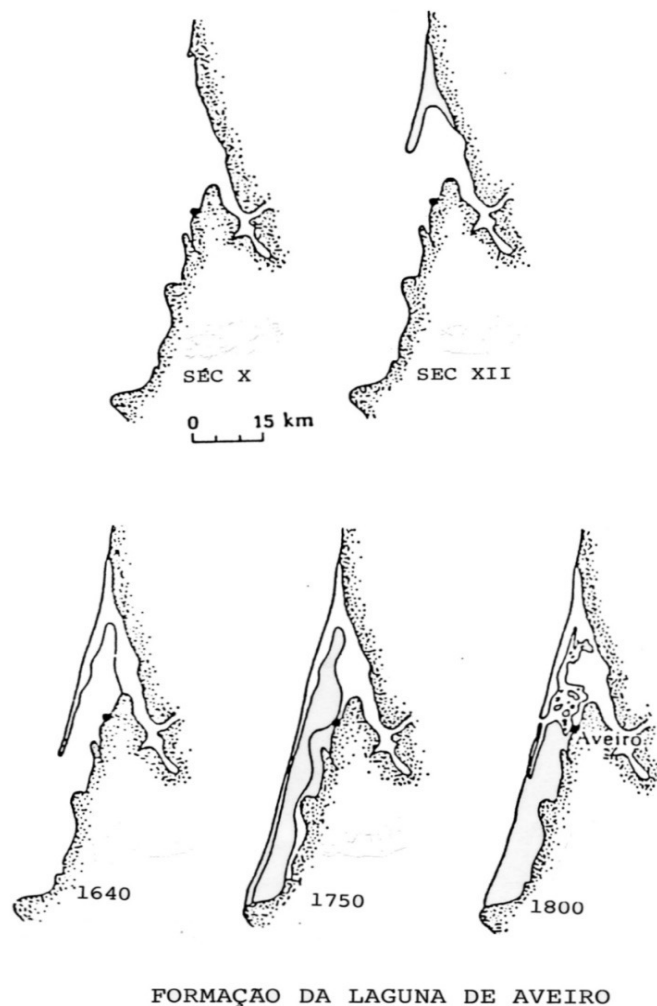
Ocorrem fenómenos locais de

- Empolamento
- Refracção
- Difraccção
- Rebentação
- Reflexão
- Espraçamento
- Refluxo
- Galgamento

Após o temporal....

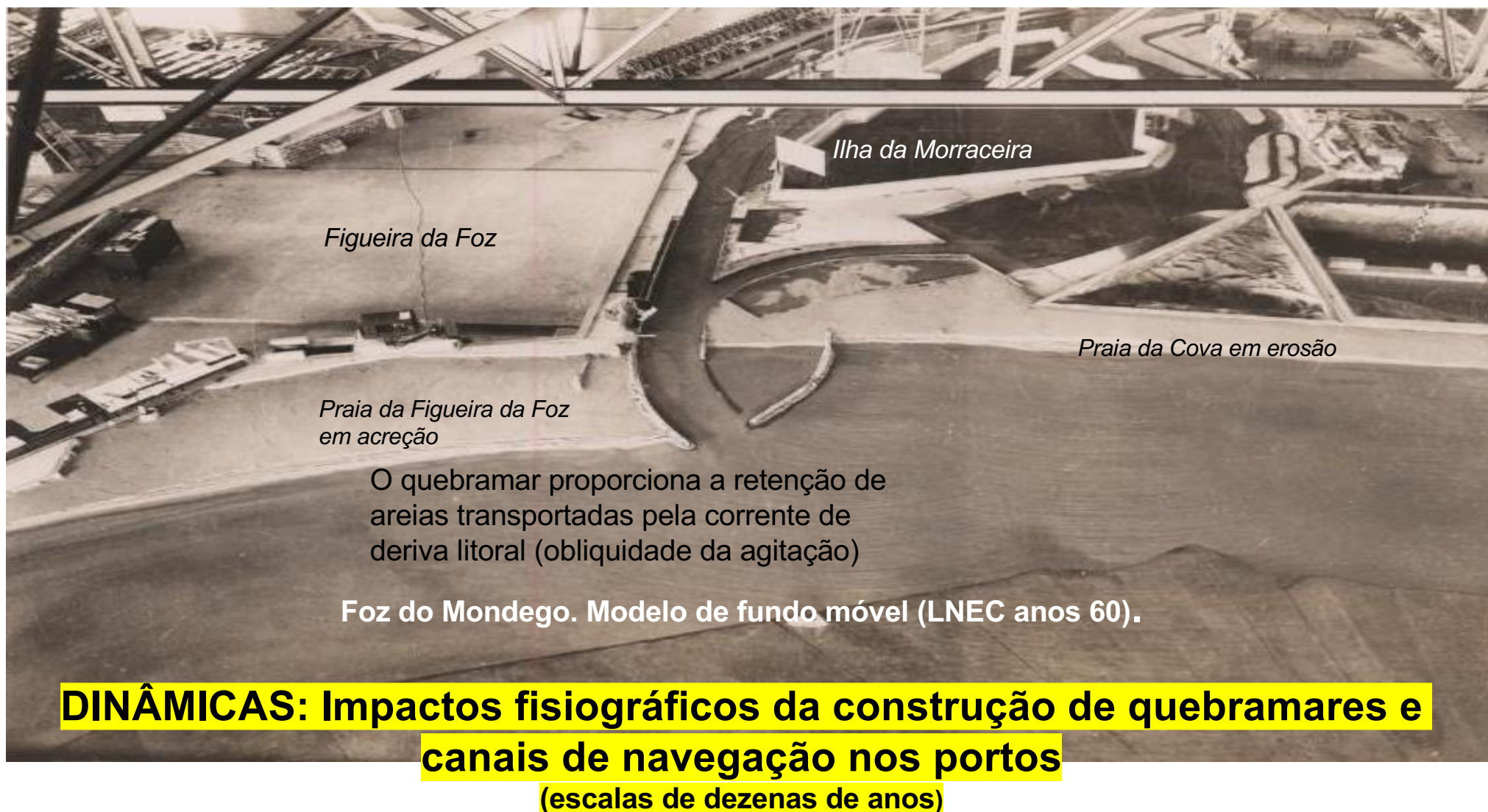


DINÂMICAS: Os ecossistemas costeiros são naturalmente muito dinâmicos e o Homem tende a contrariar essa dinâmica



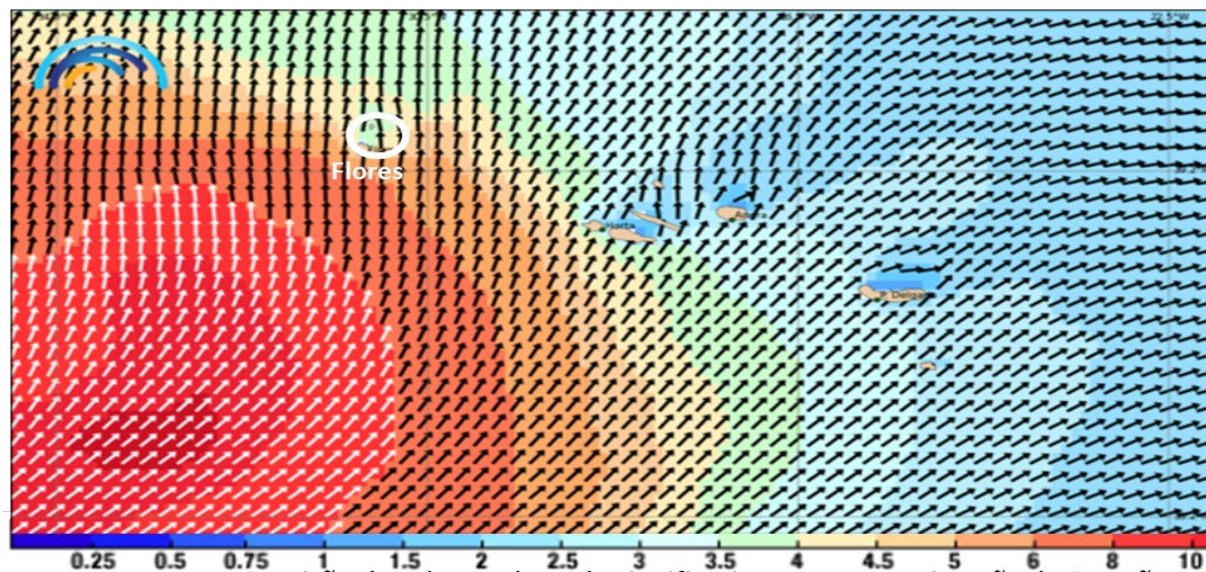
Evoluções hidromorfológicas no sistema lagunar de Aveiro (escala de 1000 anos) com acentuadas intervenções antrópicas na “barra” nos últimos 215 anos

A construção (e os prolongamentos) de **quebramares** pode induzir acentuados impactos em termos erosivos a sotamar. Estes **impactos não têm sido internalizados nos custos de exploração portuária**, cabendo a sua mitigação a outras instituições.



ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS

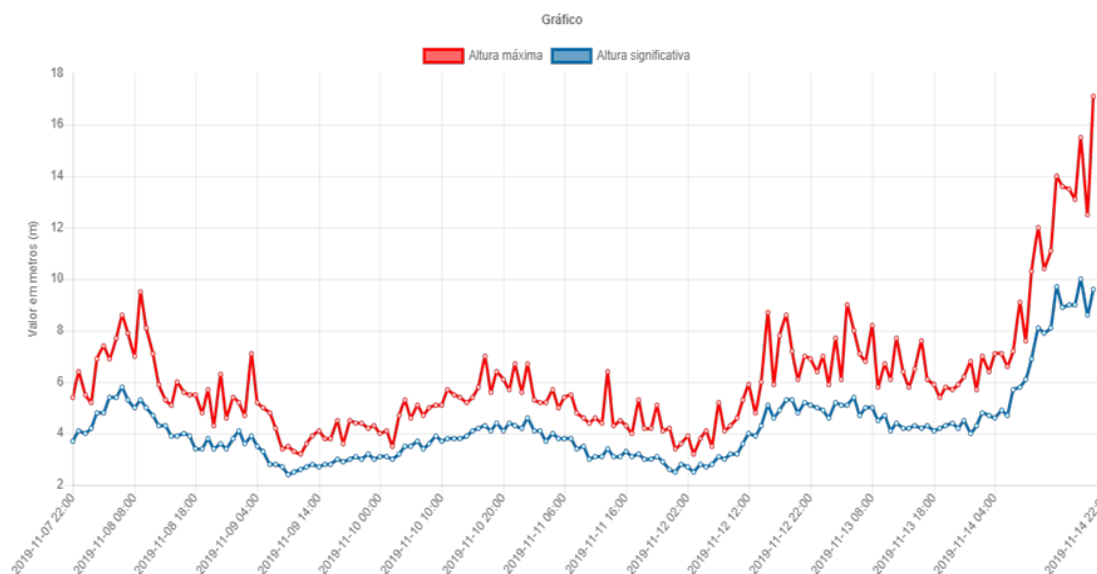
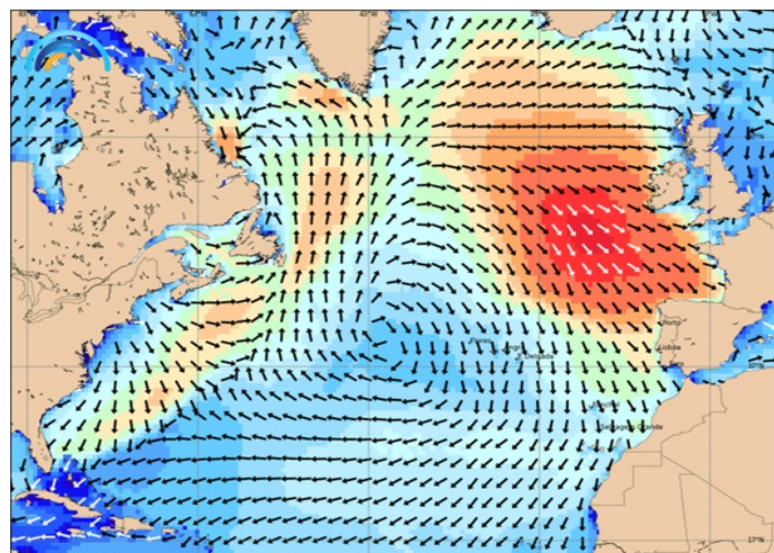
Cenários de alteração de trajetórias de temporais



Previsão das alturas de onda significativas H_s na aproximação do Furacão Lorenzo aos Açores (0 h, 2 outubro 2019, IPMA)

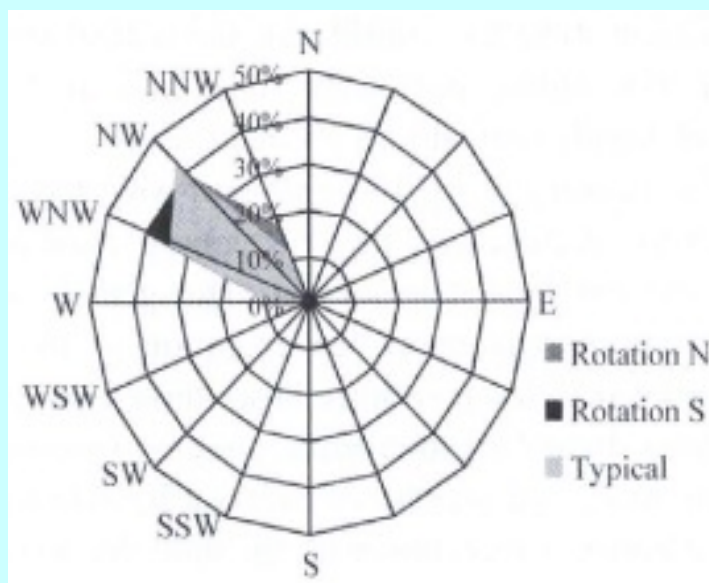


Furacões? Tempestades tropicais?



ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS: ALTERAÇÃO DAS DINÂMICAS COSTEIRAS COM A MUDANÇA DE RUMOS DA AGITAÇÃO EM RELAÇÃO AO HISTÓRICO

*Distribuição direcional da agitação ao largo do porto de Leixões
(dados 1981-2003)
e cenários de alteração climática com rotação para norte e para sul*



**Alteração dos rumos da agitação marítima?
(PROT CL. CCDR Centro 1992)**

A Evolução Fisiográfica da Linha de Costa da Região Centro. Que Estratégias de Gestão?

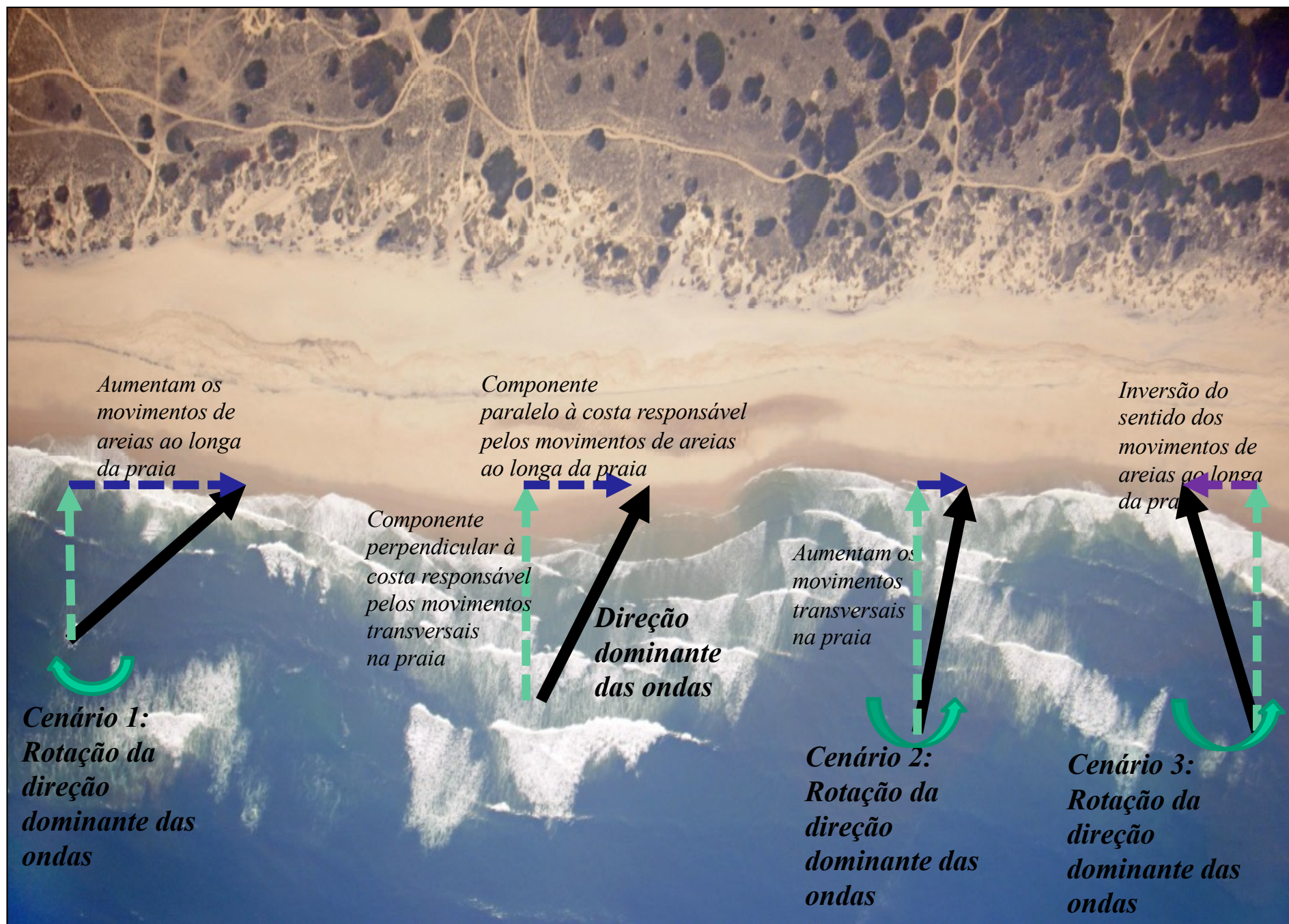
(Veloso Gomes pág 55)

A simulação de cenários de alterações climáticas no sistema costeiro de Aveiro, com o modelo de longo termo LTC (FEUP / UA) revelou que num horizonte de 25 anos serão mais graves as consequências de uma hipotética alteração da agitação marítima do que a subida mais pessimista do nível médio das águas do mar.

Coelho, C., Silva, R., Veloso-Gomes, F., and Taveira-Pinto, F. 2009. Potential effects of climate change on northwest Portuguese coastal zones. – ICES Journal of Marine Science, 66: 1497 – 1507.

DESAFIOS: ALTERAÇÃO DO GRAU DE PROTEÇÃO PROPORCIONADO PELOS QUEBRAMARES FACE A MUDANÇA DE RUMOS DA AGITAÇÃO (Alterações climáticas)





DESAFIOS: ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS, VARIABILIDADE CLIMÁTICA NATURAL, AÇÕES ANTROPOGÉNICAS LOCAIS

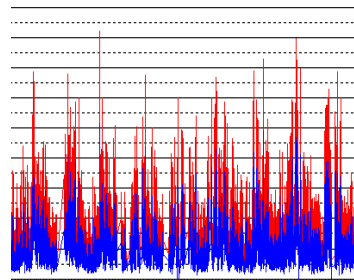
As alterações climáticas muito provavelmente agravarão e tornarão mais imprevisíveis os problemas já existentes nas zonas costeiras e nos portos, muitos dos quais de origem antrópica local ou regional.

*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*)*

*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 (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)*

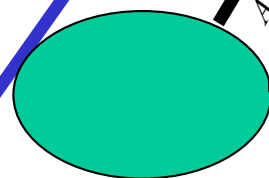
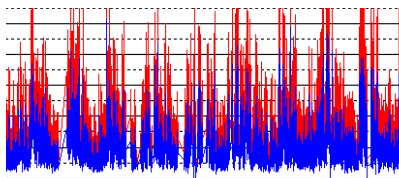
DESAFIOS: ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS, VARIABILIDADE CLIMÁTICA NATURAL, AÇÕES ANTROPOGÉNICAS LOCAIS em Sistemas Costeiros



Alterações climáticas

adaptação
ALTERAÇÕES GLOBAIS
EM CURSO

Variabilidade
climática
natural



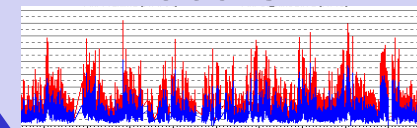
Alterações climáticas

Ações antropogénicas locais



- AUMENTO DOS FLUXOS POR VIA MARÍTIMA
- AUMENTO DAS DIMENSÕES DOS NAVIOS
- EXPANSÃO PORTUÁRIA
- EXPANSÃO URBANA

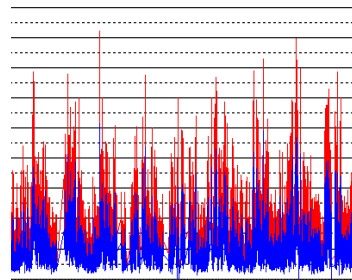
Ações
antropogénicas
locais



DESAFIOS: ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS, VARIABILIDADE CLIMÁTICA NATURAL, AÇÕES ANTROPOGÉNICAS LOCAIS em Sistemas Costeiros

Alterações nos espectros 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

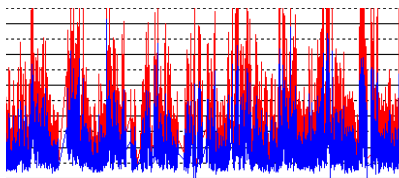


Alterações climáticas

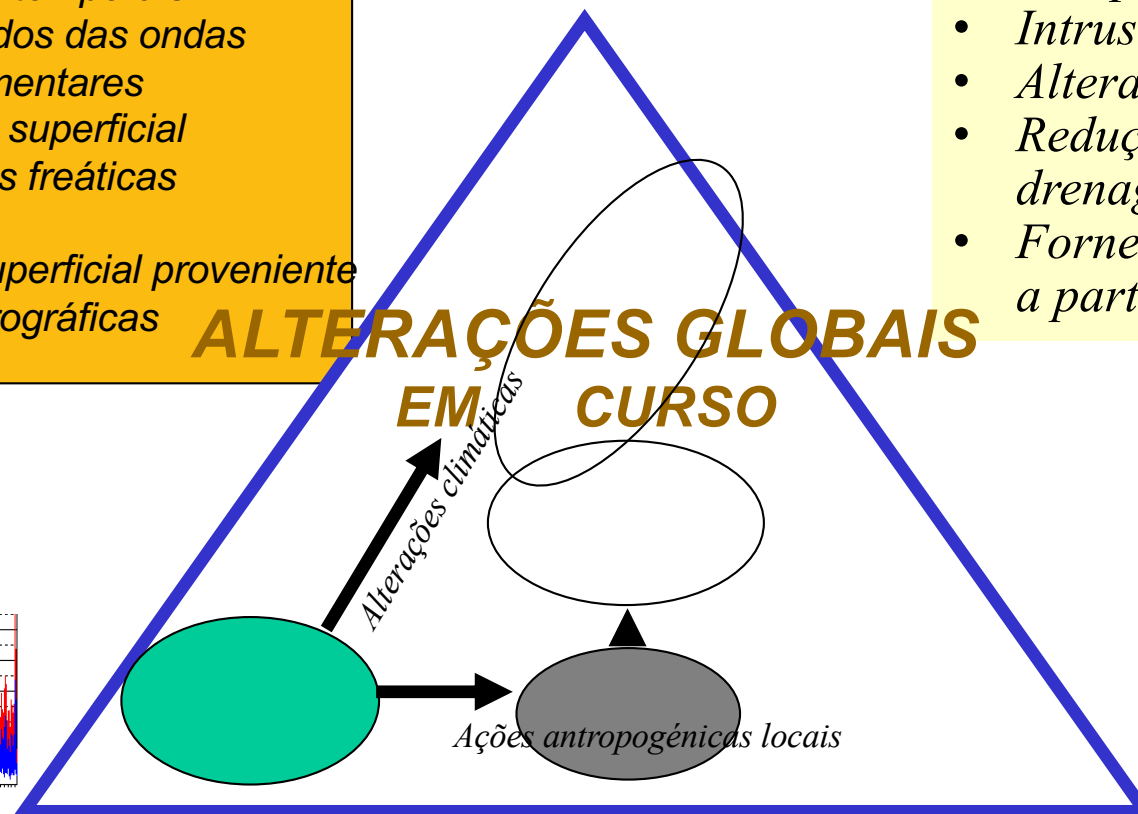
Impactos principais:

- Inundações
- Danos e acidentes
- Erosão
- Sedimentação,
- Balanço sedimentar
- Colapso de estruturas
- Intrusão salina
- Alterações de habitats
- Redução da capacidade de drenagem natural
- Fornecimento sedimentar a partir dos rios

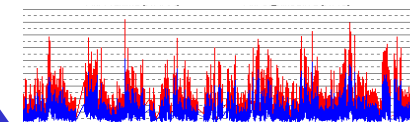
Variabilidade climática natural



ALTERAÇÕES GLOBAIS EM CURSO



Ações antropogénicas locais



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 graves	aumento das ações de projeto (altura de onda, espectro 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 sedimentar, nos aterros, nas praias e nos custos de gestão portuária
	Terraplenos e “portos secos” para estacionamento 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

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
	Integração	pré-alertas e proteção civil
		no tecido urbano
		nos ambientes naturais envolventes e na paisagem
		recriação e recuperação de habitats
	Eficiência e transição energética	diálogo e gestão de conflitos com os utilizadores e com as comunidades
		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

Variabilidade Alterações Mudanças

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. 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.