



vgomes@fe.up.pt

A Erosão Costeira na Perspetiva do Engenheiro: Mitos e Desafios

F. Veloso-Gomes
(Faculdade de Engenharia,
Universidade do Porto)



CPLP
Comunidade dos Países
de Língua Portuguesa

10 742 000 km² de território,
7,2 % da terra do planeta

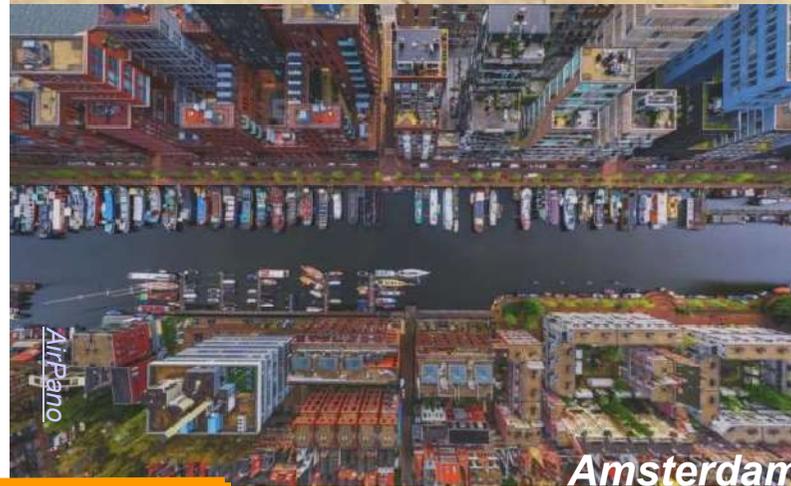
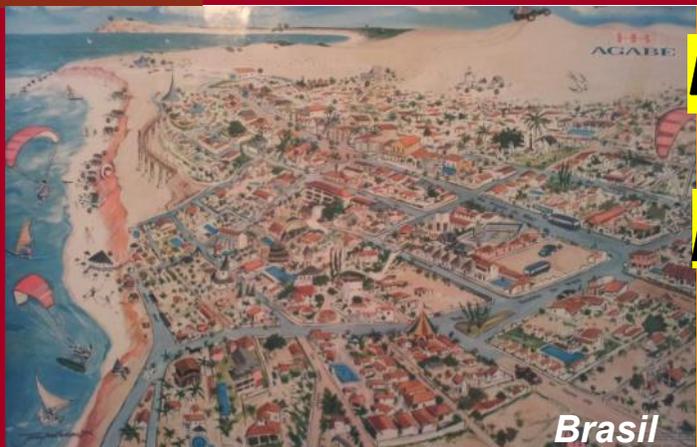
***Diversidade de situações entre
países, sociedades, instituições***

Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto
Fernando Veloso Gomes



Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto
Fernando Veloso Gomes

**Diversidade
de
perspetivas**



*Os SISTEMAS COSTEIROS são, pela sua natureza,
muito diversificados e dinâmicos*

*Variabilidade
Alterações
Mudanças*

Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto
Fernando Veloso Gomes

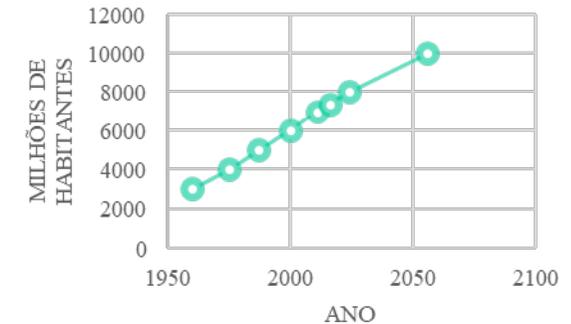
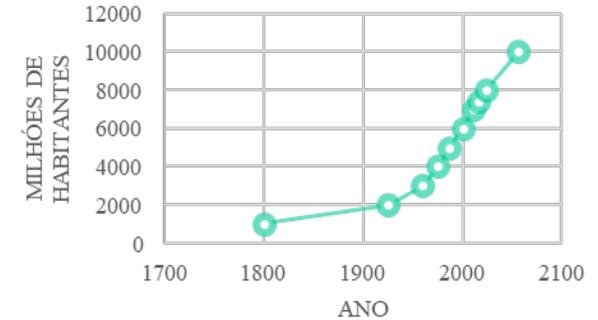
- *Agentes, Ambientes e Sistemas Naturais*
- *Sistemas Sociais / Culturais / Comunicacionais*
- *Sistemas Económicos / Energéticos / Institucionais*



COMPETIÇÃO PELA UTILIZAÇÃO DE ESPAÇOS E RECURSOS

CRESCIMENTO POPULACIONAL

ano	milhões habitantes
-500	100
1600	500
1800	1000
1925	2000
1960	3000
1975	4000
1987	5000
2000	6000
2011	7000
2016	7400
2024	8000
2056	10000



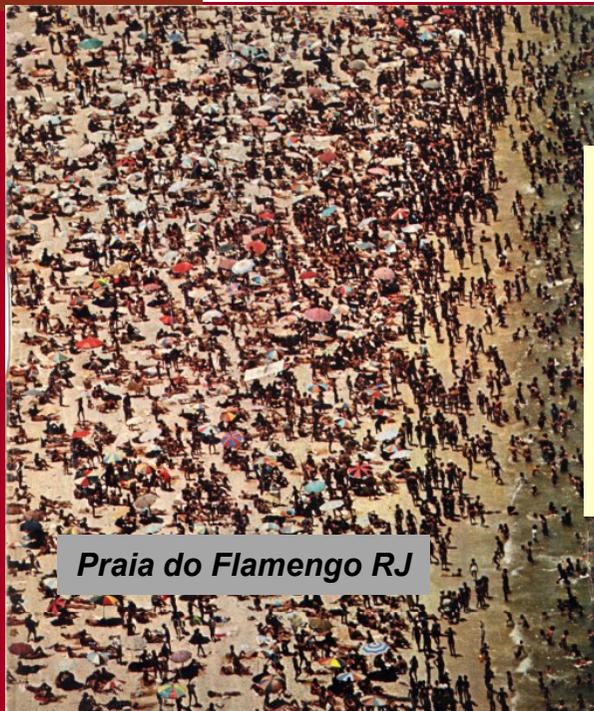
De 3 000 milhões de habitantes para 10 000 milhões em cem anos!

NOVOS / (velhos) PROBLEMAS:

Ocupação de solos e de áreas em risco, mais água, mais alimentos e agricultura, mais construções, mais transportes, mais energia, mais competição, maior produção, mais emissões poluentes e resíduos, mais migrações, mais conflitos internacionais e locais, perda de valores naturais e biodiversidade, mais exigências em termos de saúde pública, educação e segurança

**COMPETIÇÃO
PELA UTILIZAÇÃO
DE ESPAÇOS
E RECURSOS**

Revista "Realidade", abril 1972



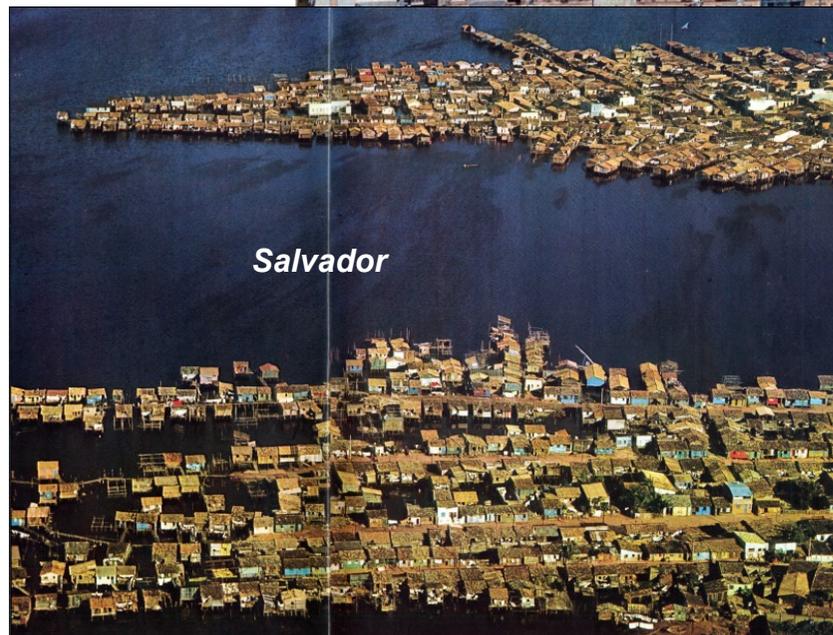
Praia do Flamengo RJ



Cemitério em São Paulo



Aterros de lixo em mangue, Recife

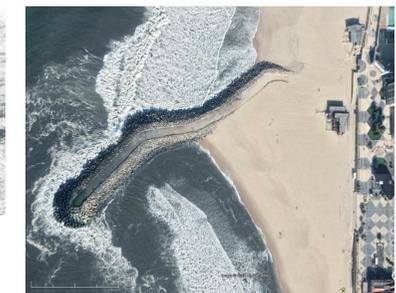


Salvador

CONTRIBUTOS da Engenharia

Investigação / projeto / monitorização / reabilitação / ordenamento e gestão de:

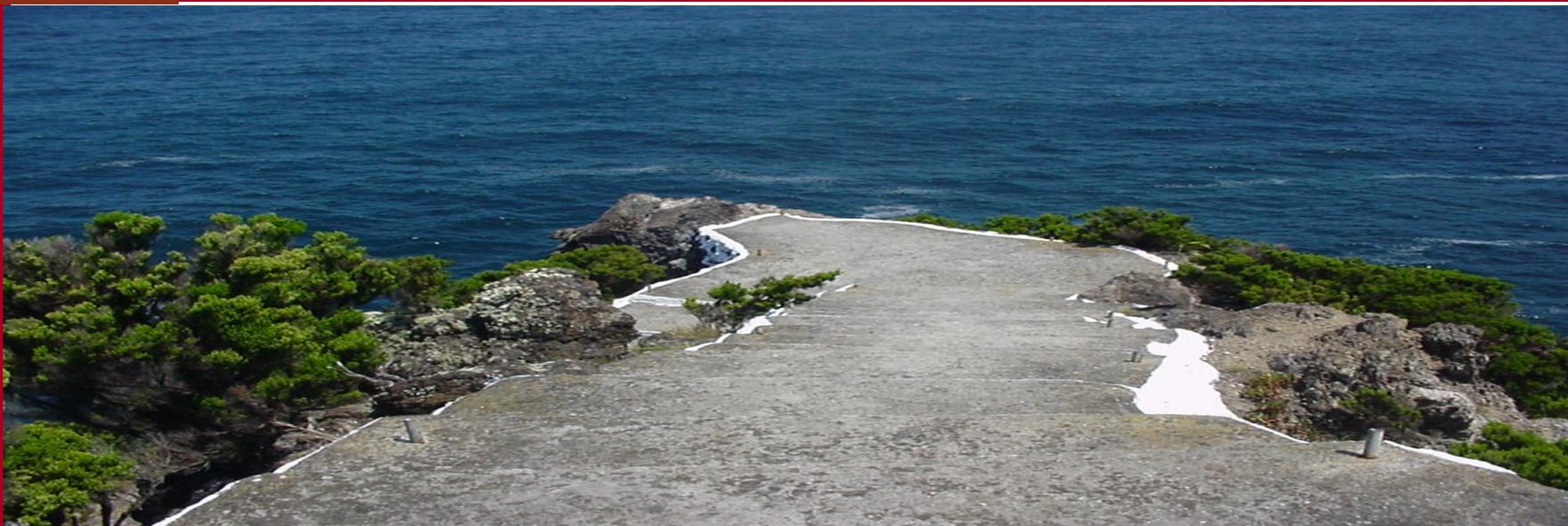
- *Sistemas costeiros*
- *Portos comerciais (quebramares, cais, equipamentos, vias de comunicação..)*
- *Canais de navegação*
- *Portos de recreio*
- *Marginais urbanas*
- *Praias e zonas balneares*
- *Estruturas e intervenções de defesa costeira*
- *Estações de tratamento e emissários submarinos*
-



DINÂMICAS com implicações nos **SISTEMAS COSTEIROS:**

- *Existência de aglomerados edificados em zonas de risco (inundações)*
- *Elevada pressão social para construção em zonas sensíveis e de risco*
- *Artificialização e degradação de paisagens naturais*
- *Conflitos de usos e atividades.*
- *(Saneamento básico e abastecimento público deficientes ou inexistentes)*
- *Emissões, poluição hídrica, resíduos sólidos.*
- *Excessiva exploração de recursos*
- *Pobreza, guerras civis, explosão populacional, migrações*
- *Perceção social de curto termo versus fenómenos naturais com escalas de segundos a milhares de anos*
- *(In)capacidade de previsão a médio e longo termo*
- *Restrições financeiras. Intervenções de emergência*
- *Dificuldade / incapacidade de implementação de planos e soluções*
- *Mediatismo, perceção social versus avaliação científica, agendas políticas*

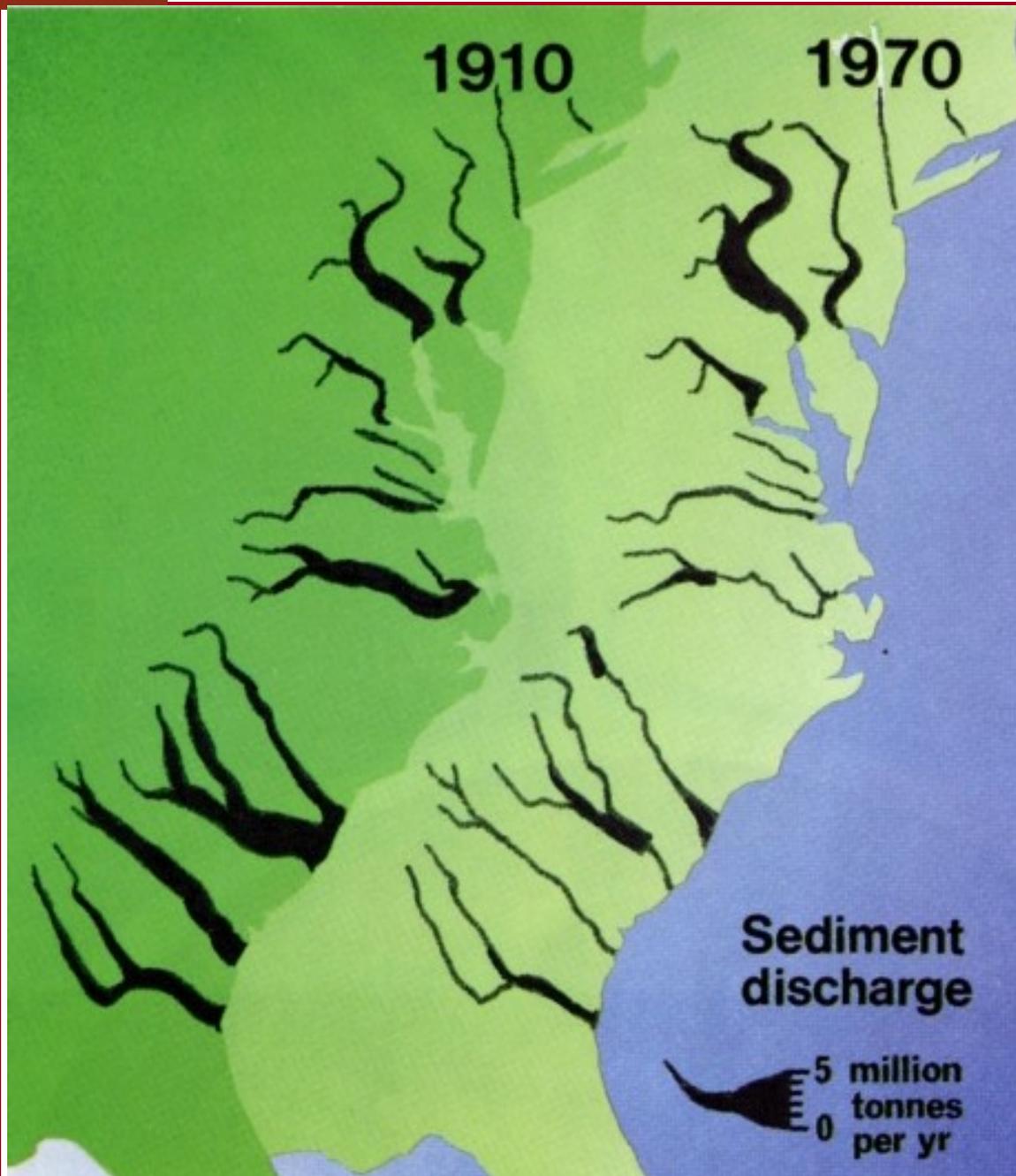




Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto
Fernando Veloso Gomes

Importância das ESCALAS GEOGRÁFICAS E ESCALAS DO TEMPO

	horas	anos	décadas	séculos	milénios
10 m	curto termo				
1 km		médio termo			
5 km					
10 km			longo termo		
100 km					
				muito longo termo	



Profundas alterações a nível de bacias hidrográficas

(escalas de dezenas de anos)

COM IMPACTOS NAS ZONAS
COSTEIRAS E NOS FENÓMENOS
EROSIVOS:

- EDIFICAÇÃO
- INFRAESTRUTURAS
- IMPERMEABILIZAÇÃO
- REGULARIZAÇÃO DE MARGENS
- COBERTO VEGETAL
- REGIMES E EXTREMOS DE CAUDAIS, VELOCIDADES E NIVEIS DE ÁGUA
- MOVIMENTO DE SOLOS
- TAXAS EROSIÃO / SEDIMENTAÇÃO
- EXTRAÇÃO DE SEDIMENTOS
- BALANÇOS SEDIMENTARES
- ECOSSISTEMAS HÍDRICOS
- ECOSSISTEMAS DE TRANSIÇÃO



Figueira da Foz

Ilha da Morraceira

Praia da Cova em erosão

*Praia da Figueira da Foz
em acreção*

O quebramar proporciona a retenção de areias transportadas pela corrente de deriva litoral (obliquidade da agitação)

Foz do Mondego. Modelo de fundo móvel (LNEC anos 60).

Impactos fisiográficos da construção de quebramares nos portos
(escalas de dezenas de anos)

Balneário Camboriu, Brasil (restinga)



Alterações climáticas ????

Novas infraestruturas nas zonas costeiras:

- “Promenades”*
- Acessos a praias (estradas, passadiços, ...)*
- Edifícios nas frentes costeiras*
- Hotéis*
- Parques de estacionamento*
- Campismo, caravanismo, ...*
- Piscinas*
- Áreas de serviço*
- Marinas, docas de recreio*
- Canais de navegação*
- Aterros*
- Dragagens*
- Canalização de estuários e embocaduras*
- Portos comerciais e industriais (quebramares, cais, áreas de amarração, ...)*



(escalas de dezenas de anos)

RISCOS NATURAIS POTENCIAIS ASSOCIÁVEIS A:

- *Tempestades (precipitação, neve, granizo, trovoadas, ventos, agitação marítima, marés),*
 - *Variações de nível de água nos sistemas hídricos,*
 - *Galgamentos e inundações,*
 - *Secas, escassez de água,*
 - *Perdas sedimentares (erosão) e acumulações,*
 - *Instabilidade de encostas, arribas, vertentes*
 - *Atividade sísmica,*
 - *Maremotos (tsunamis),*
 - *Erupções vulcânicas*
- *Mortes e ferimentos,*
 - *Alterações e perdas de território,*
 - *Destruição e danos no edificado,*
 - *Perdas e alterações nas atividades económicas,*
 - *Alterações de habitat,*
 - *Perdas de biodiversidade.*



**Alterações climáticas?
Extremos?
Má decisão de ordenamento?
Defesas insuficientes?**



VULNERABILIDADE COSTEIRA MITIGAÇÃO, ADAPTAÇÃO

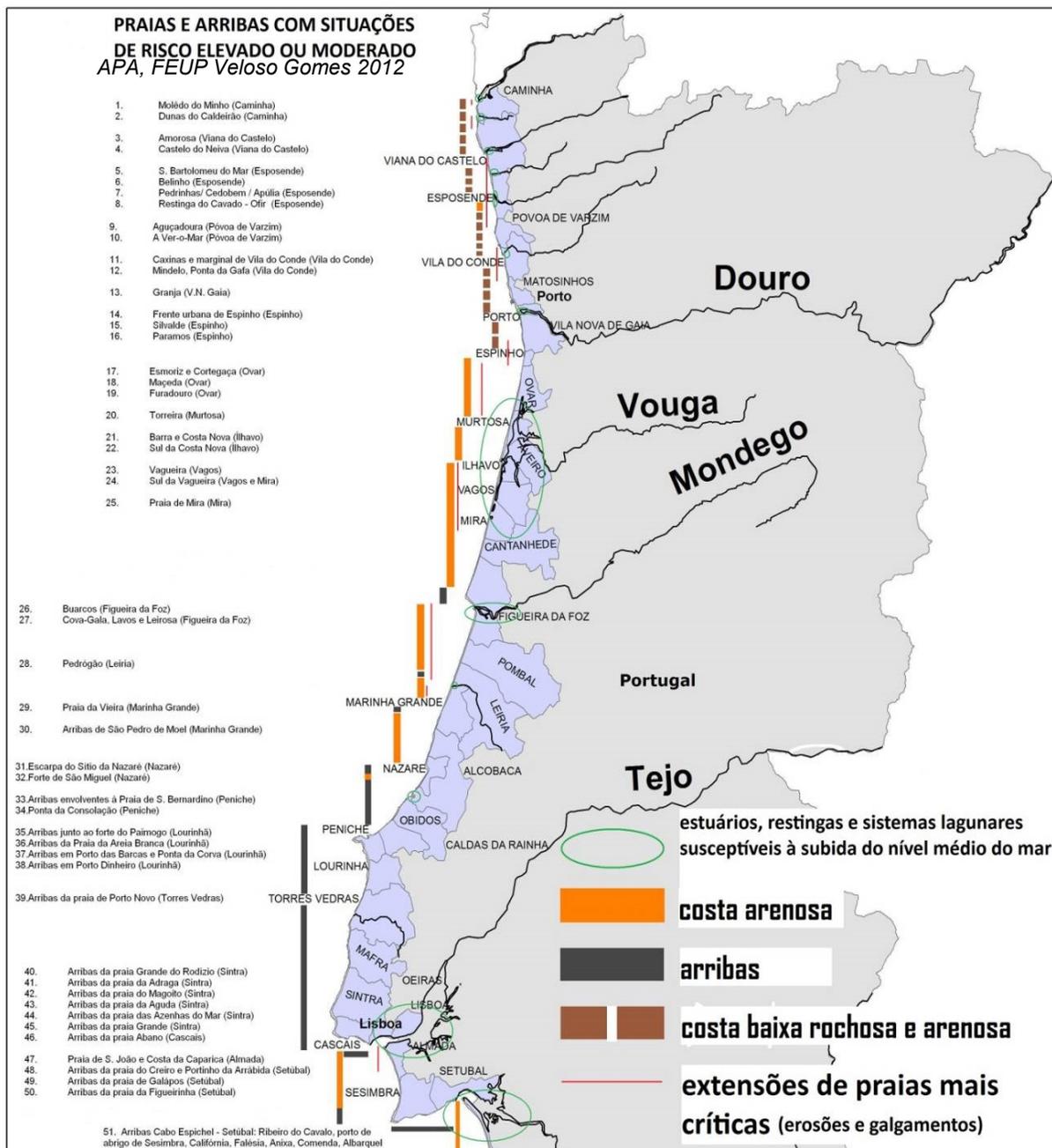
Vulnerabilidade (física)	Grau estimado de dano ou de perda de um elemento ou sistema exposto a um perigo específico, após o impacto de uma determinada ação ou processo perigoso. Escala de 0 (ausência de danos) a 1 (perda total do bem exposto).
Vulnerabilidade (social)	Deficiente capacidade social, económica ou ambiental, associada a uma comunidade, para antecipar, preparar defesas, resistir e recuperar relativamente à ocorrência de um desastre.
Susceptibilidade	Propensão ou grau de possibilidade para um determinado sistema ser atingido e afetado por um perigo identificado e caracterizado.
Severidade	Capacidade de um processo ou ação perigosa para provocar danos num sistema recetor em função da respetiva magnitude, intensidade ou parâmetro (s) característico (s) equivalente (s).
Risco	Conceito com diversas dimensões e definições. Na respetiva dimensão técnica e quantitativa, o risco pode ser definido como o valor expectável das consequências de um acontecimento ou processo (perigoso) possível mas com ocorrência incerta: <i>Risco = Probabilidade do acontecimento × Consequências.</i>
Perigo	Processo ou ação suscetível de provocar danos ou perdas.
Perigosidade	Probabilidade de ocorrência de um processo ou ação perigosa com uma determinada severidade, num determinado período de tempo e localização espacial.
Ameaça	Evento adverso com capacidade para originar um acidente grave ou desastre.

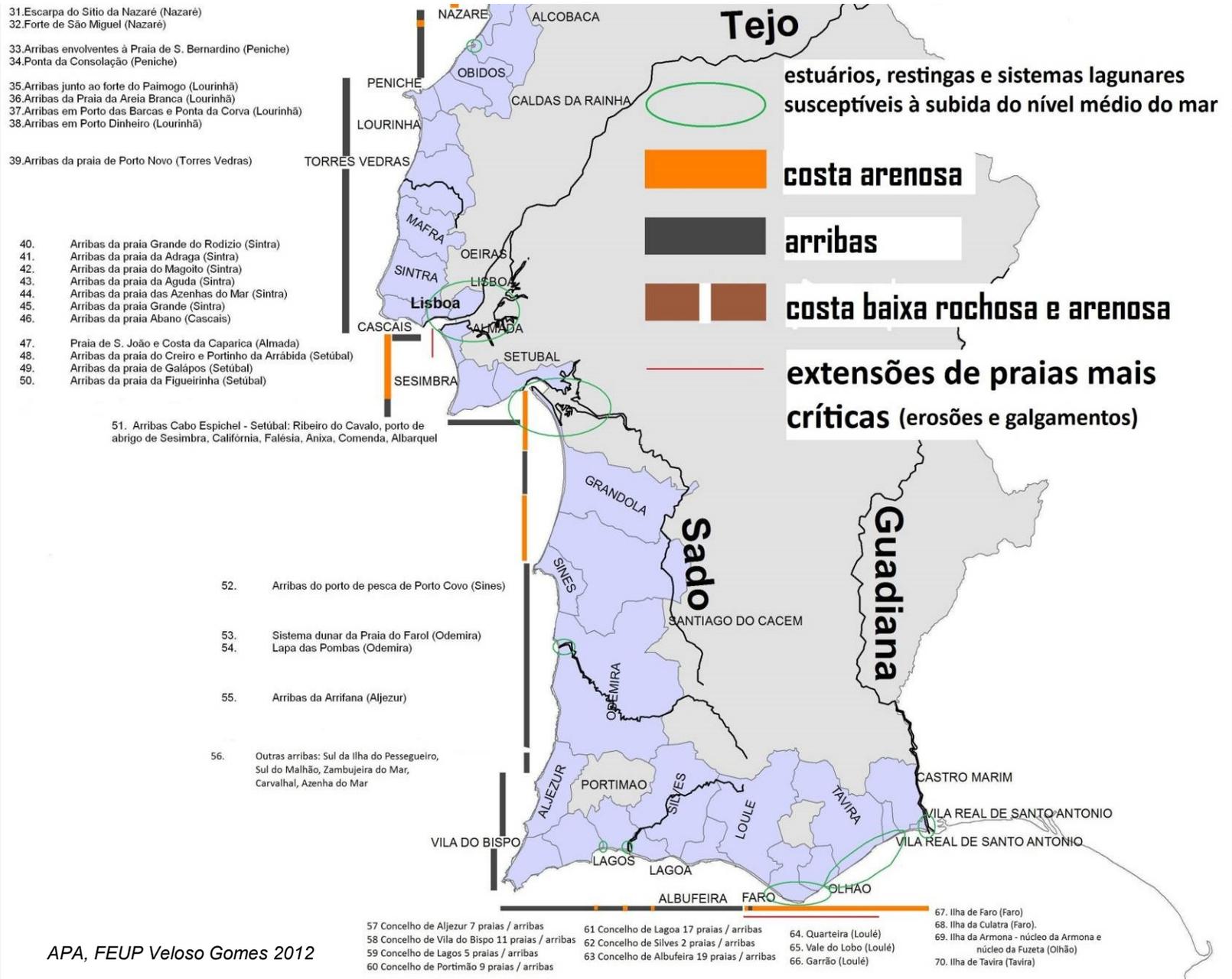
A MONITORIZAÇÃO É ESSENCIAL.

DEVERÁ SER UM PROCESSO PROGRAMADO, CONTÍNUO.

UMA INSUFICIENTE MONITORIZAÇÃO NÃO DEVE OBSTAR TOMADAS DE DECISÃO A NÍVEL PREVENTIVO.

AS ÁREAS MAIS CRÍTICAS EM TERMOS DE VULNERABILIDADE E RISCO ESTÃO IDENTIFICADAS

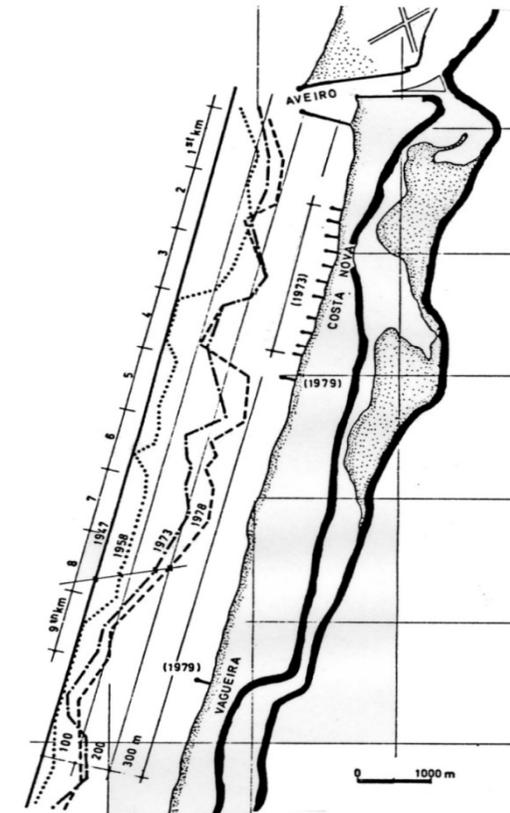
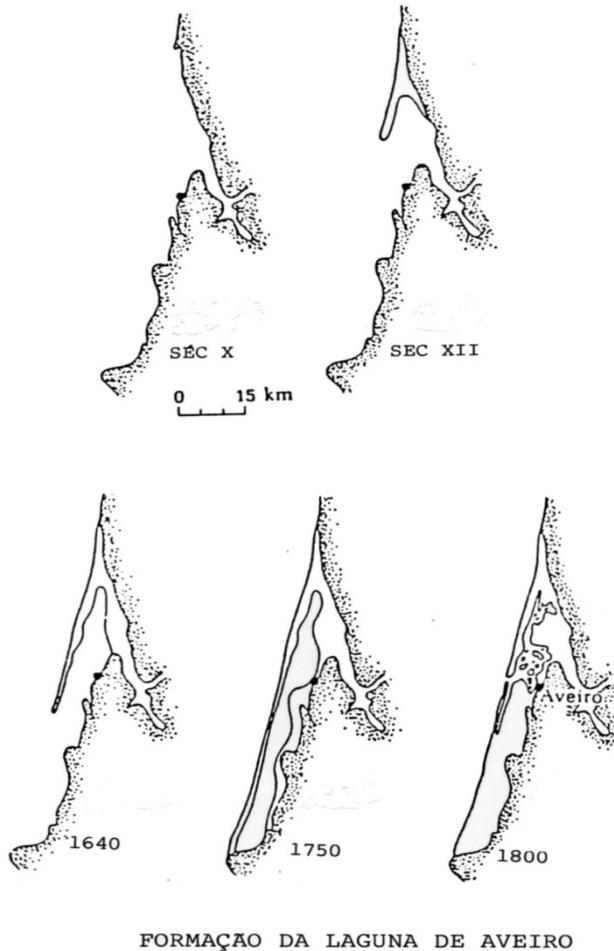




(alguns dos) MITOS

1. *É possível “resolver” “definitivamente” um “problema” ou os “problemas” nas Zonas Costeiras*
2. *Manuais / fórmulas / modelos permitem prever e projetar, com um elevado grau de confiança, a evolução dos sistemas costeiros*
3. *As “soluções de engenharia pesada” são as principais responsáveis pelos problemas de erosão*
4. *As alterações climáticas são responsáveis por muitos dos “problemas”*
5. *A “retirada planeada” de aglomerados urbanos em situação de risco é uma opção que “deveria ser adotada de uma forma generalizada poupando muito dinheiro aos contribuintes”. “Deve-se deixar o mar avançar”. A “solução está na demolição de habitações”.*

1. É possível “resolver” “definitivamente” um “problema” ou os “problemas” nas Zonas Costeiras?



OBRAS NA BARRA DE AVEIRO
E EVOLUÇÃO LITORAL

Evoluções hidromorfológicas (escala de 1000 anos) com acentuadas intervenções antrópicas na “barra” nos últimos 210 anos

2. Manuais / fórmulas / modelos permitem prever e projetar, com um elevado grau de confiança, a evolução dos sistemas costeiros?

Faixas de previsão e não linhas.....

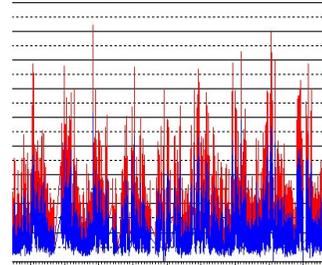


3. As “soluções de engenharia pesada” são as principais responsáveis pelos fenómenos de erosão” ?

4. As alterações climáticas são responsáveis por muitos dos “problemas” de erosão?

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*
- *Balancos sedimentares*
- *Níveis de água superficial*
- *Níveis de águas freáticas*
- *Salinidade*
- *Escoamento superficial proveniente das bacias hidrográficas*



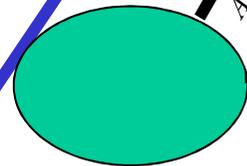
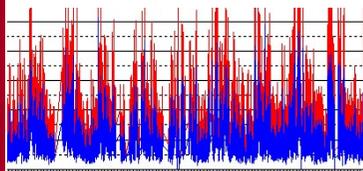
Alterações climáticas

Impactos principais:

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

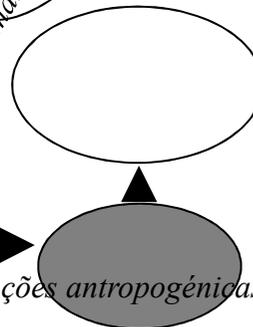
Alterações globais

Variabilidade climática natural

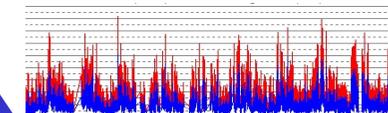


Alterações climáticas

Ações antropogénicas locais



Ações antropogénicas locais



5. A “retirada planeada” de aglomerados urbanos em situação de risco é uma opção que “deveria ser adotada de uma forma generalizada poupando muito dinheiro aos contribuintes”?

“Deve-se deixar o mar avançar”?

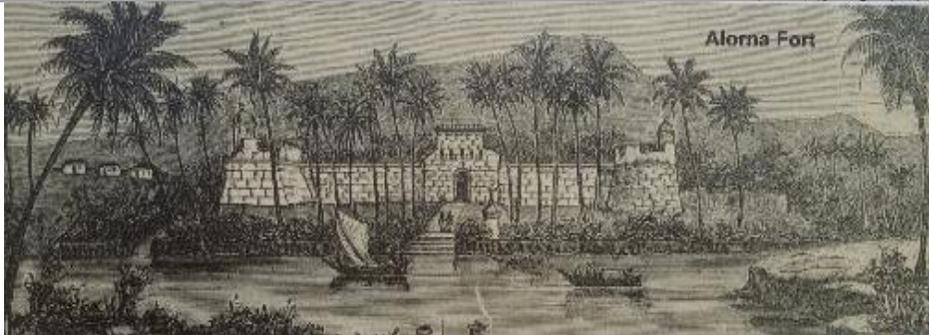
A “solução está na demolição de habitações”?





The Forts of Goa - Interpreting the forts & fortresses of Goa

The Portuguese forts due to the geographical and strategic locations have played an important role in the defense and maritime trade of Goa. It is believed that, there were around 40 forts in Goa which were built and re-built by the Portuguese for their protection. Among all these forts, Aguada fort is holding a unique place in the Portuguese history.



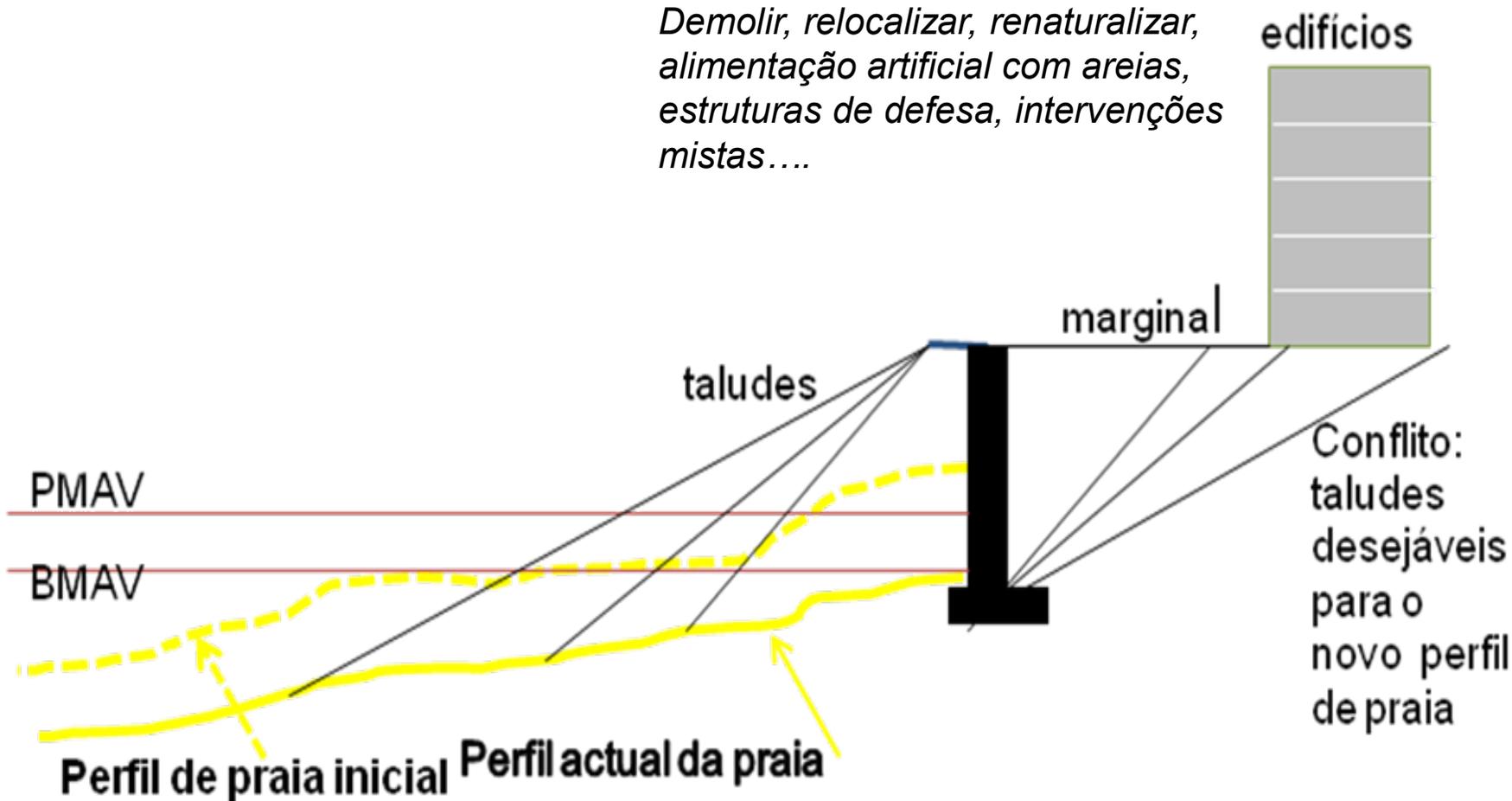
A “deslocalização” de Goa (1759-1843) está relacionada com questões de salubridade, aumento dos calados das embarcações e novas exigências militares

(alguns dos) MITOS (continuação)

6. *É possível “evitar definitivamente” o galgamento de marginais urbanas muito expostas.*
7. *Depositar areias (incluindo as areias dragadas nos portos) nas praias “é deitar fora o dinheiro dos contribuintes” / é “uma solução perfeita”.*
8. *“Soluções de defesa afastadas da costa é que devem ser adotadas”. “Quebramares destacados resolveriam os problemas”.*
9. *Se existir comunicação com grupos sociais em conflito de “interesses” é possível satisfazer / conciliar todos os “interesses”.*
10. *Devem adotar-se “soluções inovadoras para a redução do risco costeiro de galgamento, inundação e erosão, em especial por meio da engenharia ecológica”.*
11. *Pode-se edificar em zonas costeiras dinâmicas porque há sempre “soluções” de defesa costeira.*

6. É possível “evitar definitivamente” o galgamento de marginais urbanas muito expostas?

Demolir, relocalizar, renaturalizar, alimentação artificial com areias, estruturas de defesa, intervenções mistas....



7. Depositar areias nas praias (incluindo as areias dragadas nos portos) é:

- “deitar fora o dinheiro dos contribuintes” ?
- “solução perfeita...”?

Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto
Fernando Veloso Gomes



- Aumento da largura da praia e via de 50 a 55 m para 140 a 145 m;
- Aumento da largura da via de circulação, passeios, separador central para 52.5 m.

7. Depositar areias nas praias (incluindo as areias dragadas nos portos) é:

- “deitar fora o dinheiro dos contribuintes” ?
- “solução perfeita...”?

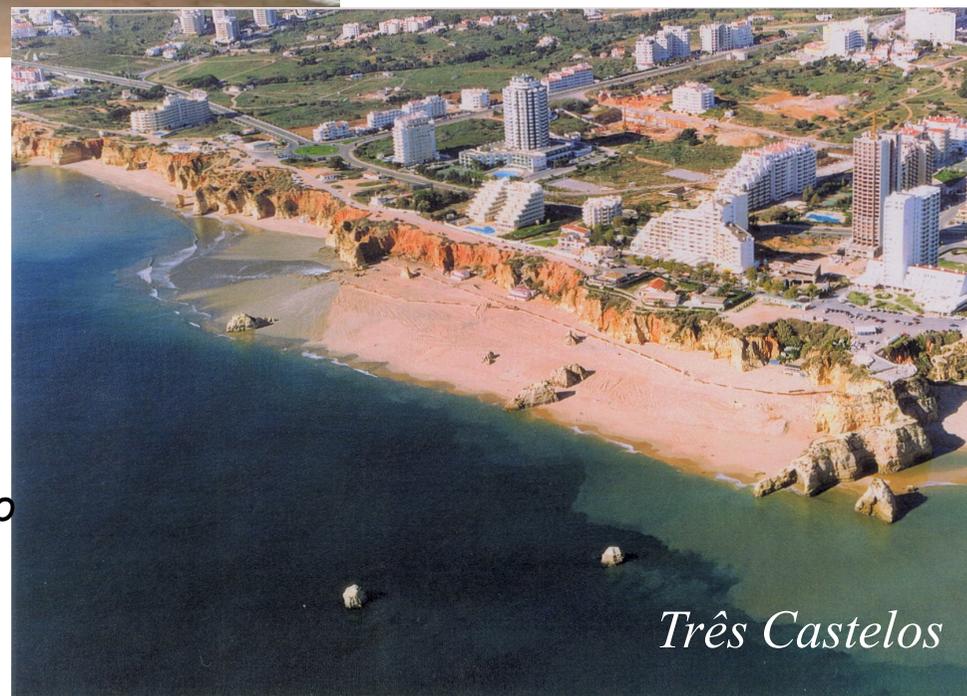


Costa da Caparica
(0.5 Mm³ 2007;
1Mm³ 2008;
1Mm³ 2009;
1Mm³ 2014)



Vale do Lobo (1998, 0.7 Mm³;
2006, 0.28 Mm³)

- Praia da Rocha (1970, 0.9 Mm³;
1983, 0.1 Mm³)
- Praia do Vau / Três Castelos (1983, 0.4
Mm³; 1996, 0.64 Mm³; 1998, 0.51 Mm³)
- Matosinhos (1993 / 99, 1.9 Mm³,.....)
- Quarteira / Vale do Lobo / Vale do Garrão
(2010, 1.25 Mm³)
- Vilamoura, Albufeira (2011, 0.6 Mm³)



Três Castelos

8. “Soluções de defesa afastadas da costa é que devem ser adotadas”. “Quebramares destacados resolveriam os problemas”?

Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto
Fernando Veloso Gomes



9. Se existir comunicação com grupos sociais em conflito de “interesses” é possível satisfazer / conciliar todos os “interesses”?

Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto
Fernando Veloso Gomes



Ilha artificial para proteger Vale do Lobo da erosão costeira?

Encenação imobiliária? Design??

10. Devem adotar-se “Soluções inovadoras para a redução do risco costeiro de galgamento, inundação e erosão, em especial por meio da *engenharia ecológica*” (Grupo de Trabalho do Litoral).

A *Estratégia Nacional para o Mar 2013-2020* refere “soluções de *engenharia ambiental*” (Eixo Ação 3).

Quais os conceitos de *engenharia ecológica* e de *engenharia ambiental*?

Por exemplo: aceitando o avanço do mar a sul de Aveiro, criando novas zonas húmidas? Recifes submersos multifuncionais ou estruturas de confinamento tal como foram previstas há oito anos para a Caparica? Dunas artificias recuadas tal como previstas no POOC a sul de Aveiro? A proteção e reabilitação dunar consagrada nos POOC que foi realizada ao longo de dezenas de km não constitui uma solução de *engenharia ambiental*?



11. Pode-se edificar em zonas costeiras dinâmicas porque há sempre “soluções” de defesa costeira.

As estruturas de defesa costeira são vitais para a defesa dos aglomerados urbanos....

.....mas têm limitações funcionais e impactos negativos.

Necessitam de manutenção e requalificação.....

As opções a nível de ORDENAMENTO DO TERRITÓRIO têm profundas implicações nas opções de defesa costeira.

Objetivos da proteção?
Eficácia?
Impactos?
Alternativas?



Campo de esporões na restinga de Luanda, Angola

Novos projetos imobiliários ?



11. Pode-se edificar em zonas costeiras dinâmicas porque há sempre “soluções” de defesa costeira.

Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto
Fernando Veloso Gomes



(Costa do Sol, Maputo,
Moçambique)

...o lixo, os resíduos e a poluição nas zonas costeiras e nos oceanos..

Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto
Fernando Veloso Gomes



Praia no Cacuaco, a norte de Luanda

GOVERNAÇÃO DAS ZONAS COSTEIRAS

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

BOAS PRÁTICAS

Aprende-se com as Boas Práticas e com as Más Práticas

PLANEAMENTO E GESTÃO ADAPTATIVOS a *considerar no modelo de Governança*

Porquê?

Variabilidade

Mudanças

Ações naturais

Ambientes naturais

Sociais/culturais

Institucionais



TRABALHAR COM CENÁRIOS

Planeando para o futuro: A incerteza deverá ser considerada como uma certeza

Evitando crises, planeando para o futuro. O papel dos Planos.

Evitar crises passa por estratégias que incorporem a gestão de riscos:

- *Naturais*
- *Variabilidade (extremos)*
- *Mudanças (antrópicos, planeta)*
- *Antrópicos*

Perceção Institucional dos Riscos?

Perceção Pública dos Riscos?

GOVERNAÇÃO DAS ZONAS COSTEIRAS

Eficácia

Atribuição clara de funções e responsabilidades

Coerências das políticas e coordenação

Capacitação para o desempenho

Eficiência

Confiança e comprometimento

Integridade

***Diversidade de situações entre países, sociedades,
instituições***

Diário da República, 1.ª série — N.º 174 — 8 de Setembro de 2009

Resolução do Conselho de Ministros n.º 82/2009

Estratégia Nacional para a Gestão Integrada da Zona Costeira

ENGIZC

fornece o referencial para os planos, programas e estratégias com incidência na zona costeira, de acordo com a Recomendação n.º 2002/413/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 30 de Maio

“O modelo de governança, que conta com uma plataforma de nível interministerial, coordenada pelo Ministro do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional, identifica a APA, enquanto AUTORIDADE NACIONAL DA ÁGUA, como entidade que coordena a execução da ENGIZC e promove a dinamização de plataformas técnicas de concertação e produção de conhecimento que funcionarão de acordo com um modelo flexível, envolvendo entidades da Administração, organizações não governamentais e instituições universitárias e de investigação”.

DESAFIOS

1. *Interação entre diversas Áreas Disciplinares*
2. *Comunicação com Grupos Sociais em Conflito de interesses*
3. *Aperfeiçoamento das “Ferramentas” de Projeto / Previsão*
4. *Projeções a Médio e Longo Prazo com base em Cenários de Alterações climáticas / Variabilidade climática / Ações antropogénicas*
5. *As Zonas Costeiras muito previsivelmente serão cada vez mais afetadas por fenómenos extremos. Previsão e Gestão de Riscos*
6. *Planeamento Estratégico / Plan. Físico / Planeamento Adaptativo*
7. *Trabalhar com base em “Cenários” (físicos, extremos, socioeconómicos)*
8. *Avaliações Custo / Benefício, Custo / Eficácia. Análises Multicritério*
9. *Aposta em Medidas “Preventivas”*
10. *Otimização de Medidas “Curativas”*

DESAFIOS (continuação)

11. Uma adequada Gestão do Domínio Hídrico. A operacionalização de entidades gestoras dos sistemas costeiros, dotada de recursos humanos, técnicos e financeiros, com uma estratégia (objetivos, programas, projetos e monitorização)
12. Uma Visão Prospetiva de novos usos, atividades e atores
13. O Controlo da Edificabilidade em áreas vulneráveis às ações diretas e indiretas do mar e aos escoamentos hídricos
14. O respeito pela Diversidade das Paisagens e Ambientes costeiros, a sua preservação e requalificação
15. A Requalificação dos Ecossistemas lagunares, a salvaguarda de uma boa qualidade ecológica, um maior usufruto do sistema hídrico com minimização de impactes, a proteção da biodiversidade
16. A Requalificação dos Espaços Edificados, a promoção do Património Edificado e Cultural
17. O Aprofundamento do Conhecimento dos ecossistemas e dos impactos cumulativos
18. A melhoria da situação Socioeconómica das Populações interagindo com os ecossistemas que as acolhe

**“Lutar” contra...
ou.....**

**Mitigar ...
Prevenir
Adaptar ...
Viver com....**

Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto
Fernando Veloso Gomes



OBRIGADO

Maputo, Costa do Sol, setembro 2017