

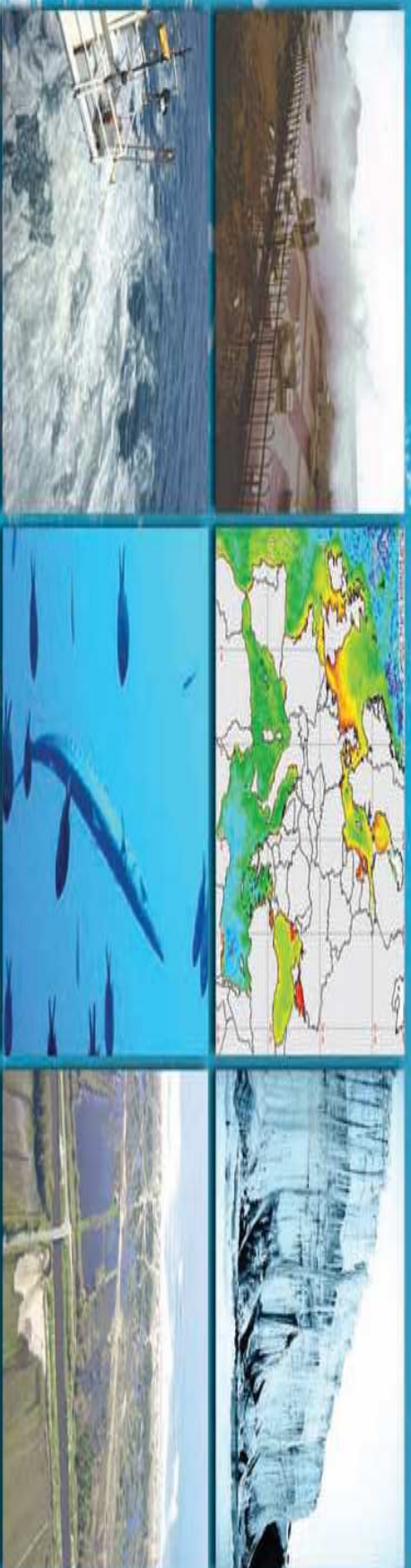
ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS, VARIABILIDADE CLIMÁTICA E ZONAS COSTEIRAS

F. Veloso Gomes (IHRH / FEUP)



Marine and Coastal Dimension of Climate Change in Europe

A report to the European Water Directors



Institute for Environment and Sustainability



EUROPEAN COMMISSION
DIRECTORATE GENERAL
Joint Research Centre

SIGNS OF IMPORTANT CHANGES ON THE EUROPEAN SEAS AND COASTS

- Changes in regional oceanography and water circulation
- Marine Ecosystem and Fisheries
- Coastal changes

UNCERTAINTIES, STATE OF SCIENCE, AND RESEARCH NEEDS

- Resolving scale issues from global to regional
-
- Towards an integrated and sustained marine observing system

ASSESSING COASTAL VULNERABILITY TO CLIMATE CHANGE

- Causes and extent of coastal vulnerability to climate change in Europe
- Interaction with non-climatic pressures and socio-economic changes
- Integration through the Catchment-Coast continuum
- Quantifying coastal behaviour and coastal changes
- Geo-spatial data and technologies

MITIGATION AND ADAPTATION STRATEGIES

- Coastal adaptation strategies
-
- Options for reducing the airborne fraction of anthropogenic CO₂ - a marine view

EUROPEAN POLICY RESPONSE TO MARINE AND COASTAL CHANGE

- Benefits from existing European Policies and Legislations
- European Marine Strategy
- EU Climate Change Research

CROSS-CUTTING ISSUES AND GOVERNANCE

- Integrating Science and Policy development
- Information flow and public awareness
- European and International cooperation

CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS SUMMARY

There is a need for sustained funding to enable the collection and analysis of long term records to assess and decouple the impacts of climate change from other anthropogenic and natural variability in the oceans and seas, and to build sustainable monitoring and assessment capacities.

There is a need for Regional Climate and coupled model systems, and two-way nesting of regional and global models to represent regional scale processes and feedbacks to the global system.

Considering the strong interactions between natural changes and anthropogenic forcings in the catchment-coast continuum, more emphasis should be made on including land use changes, urban sprawl, and sediment transport scenario in coastal management planning.

We must allow for adaptive management processes to be implemented at all levels (local, regional and international) to respond to the changing risks. (i.e. flexible policy instruments are preferred to those which would have fixed targets and limits).

Any synthesis documents on climate change (e.g. report, editorial, commentary) targeted at the community at large should be submitted to some form of peer-review process to ensure that the given information is based on sound scientific statements, and that the uncertainties are appropriately represented.

The complexities of the interactions between all the components of the system, including natural and socio-economic, non-linearities and multiple feedbacks are currently limiting our capacity to assess accurately the effects of climate change, and to decipher the natural variability of the system from human-induced changes.

- A zona costeira, local aprazível do ponto de vista paisagístico ou balnear, constitui-se como um pólo atractivo para as populações que constroem ou pretendem construir.
- Frentes edificadas em risco de exposição às acções directas e indirectas do mar ou dependentes de estruturas de defesa costeira (Molêdo do Minho, Amorosa a Castelo de Neiva, S. Bartolomeu do Mar / Ofir / Apúlia / Aguçadoura, Árvore a Mindelo, Granja / Espinho / Paramos).
- Manutenção da pressão de edificação sobre a zona costeira.
- Crescente sensibilização para a vulnerabilidade das frentes urbanas costeiras que se tem traduzido em algumas intervenções de requalificação urbana, assim como em regras de ordenamento da zona costeira, às quais extensas áreas urbanas e urbanizáveis estão sujeitas.

(Relatório do Grupo de Trabalho que elaborou as
“Bases para a Estratégia de Gestão Integrada da Zona Costeira Nacional” Janeiro 2006)

Opções Estratégicas:

6.1 Incluir uma visão prospectiva na política de ocupação e gestão

6.2 Garantir que as políticas operacionais incluam a articulação espacial

6.3 Rever e adaptar os instrumentos de gestão territorial e ambiental

6.4 Afectar fundos estruturais específicos e criar sistemas de incentivos

6. Concepção de Políticas Operacionais Integradas

Objectivos Estratégicos

5.1 Intervir em áreas de risco associadas a fenómenos naturais e/ou humana

5.2 Salvaguardar as áreas vulneráveis e de risco

5.3 Promover a análise de Custo-Benefício

5.4 Articular de forma unificada os corpos especializados de intervenção em situações de emergência

5. Minimização de Situações de Risco e de Impactos Ambientais, Sociais e Económicos

Os fenómenos naturais que podem dar origem a situações de catástrofe, com especial incidência nas zonas costeiras, estão associados a:

- Temporais no mar (ventos muito fortes, agitação marítima, marés meteorológicas);
- Cheias (nos estuários e nos sistemas lagunares);
- Deslizamentos e instabilidades de encostas;
- Maremotos (Tsunamis).

Questões fundamentais:

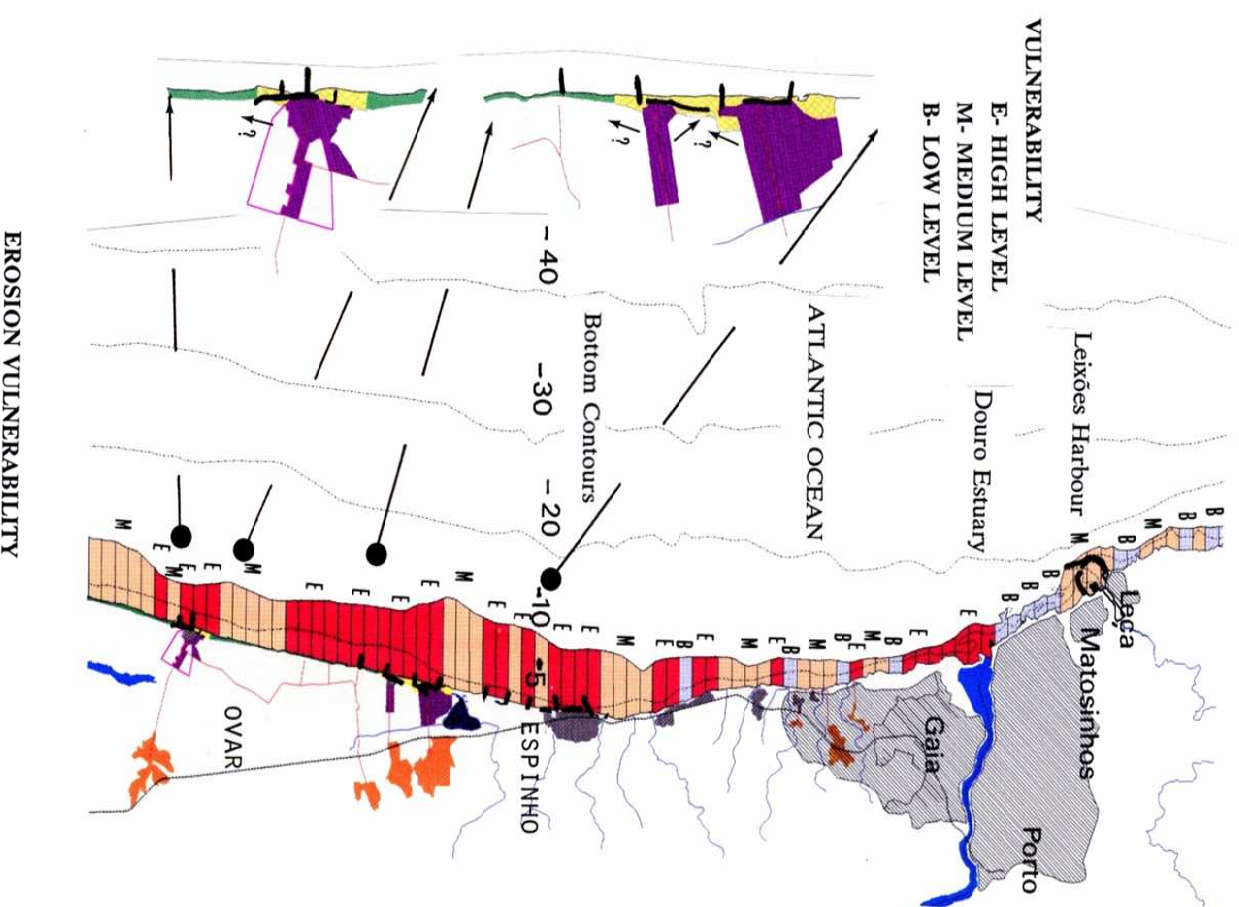
- Previsibilidade da ocorrência de fenómenos extremos, em termos de frequência e de intensidade.
- Consequências previsíveis associáveis a esses fenómenos, traduzidas em termos de perdas de vidas humanas, danos patrimoniais perdas de actividades económicas e alteração dos ecossistemas.

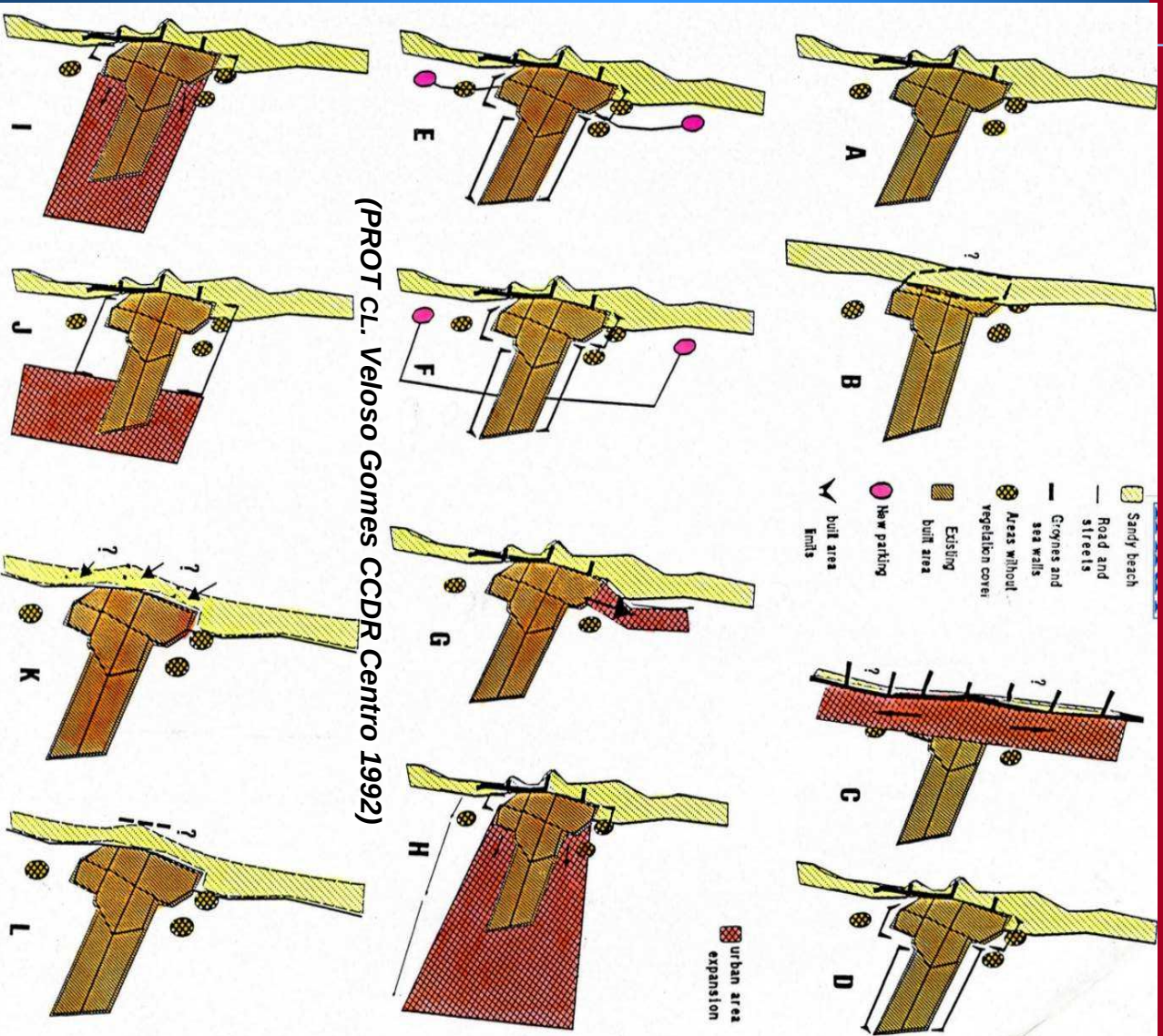
- DINÂMICAS, CAUSAS DAS EROSÕES. Escalas de tempo. Efeitos cumulativos.
- Défice sedimentar generalizado com consequências na morfologia costeira.
- Previsível agravamento da ocorrência de fenómenos extremos e dos fenómenos de recuo da linha de costa.
- Limitações e incertezas científicas quanto à capacidade de previsão de acontecimentos, evoluções fisiográficas e suas consequências.
- Dificuldade em reunir condições políticas e socio-económicas para proceder à retirada de frentes urbanas consolidadas.

OPORTUNIDADES

- Assumpção no planeamento dos factores de risco, como a erosão.
- Alteração da estratégia e do conceito de desenvolvimento: planear para evitar defender.
- Manutenção do Direito Público de Acesso e Passagem e da primazia dos usos públicos na orla costeira.
- Contenção das áreas urbanas na faixa costeira e alteração do conceito do seu crescimento.

O primeiro mapa de vulnerabilidade às acções da agitação no NW de Portugal (Veloso-Gomes & Papadatos 1994) EXPANSÃO URBANA?





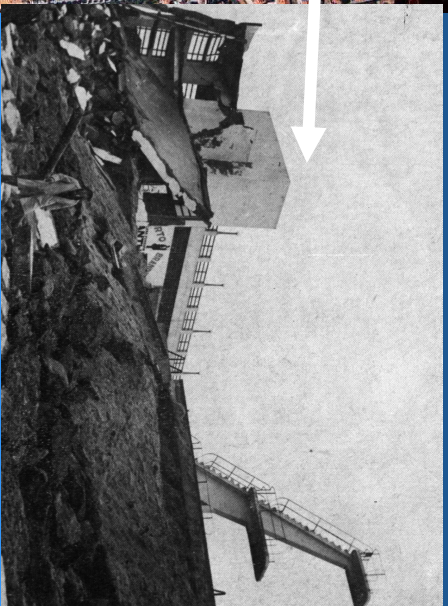
MODELOS DE EXPANSÃO DE FRENTES EDIFICADAS

A hidrodinâmica e a hidromorfologia das Zonas costeiras são influenciadas pelo tipo de ocupação dos solos.

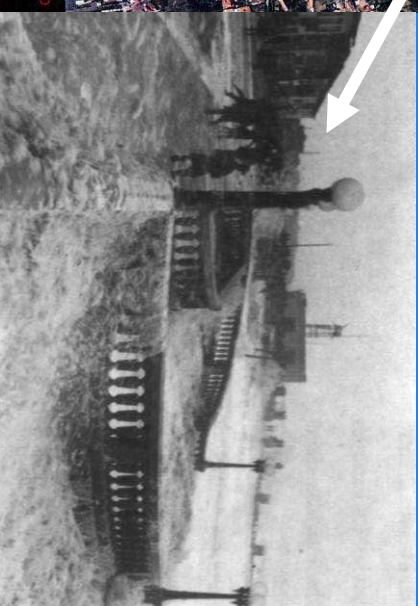
A construção de edificações em zonas naturalmente dinâmicas expõe essas construções a níveis de risco elevados, o que se tenta contrariar com intervenções de defesa costeira. Estas, têm imitações funcionais e impactos negativos.



Espinho,
Portugal



Estruturas de defesa
costeira vitais para
a defesa de uma
cidade



TIPOLOGIA DE ESTRUTURAS DE DEFESA

- ☐ Esporões
- ☐ Quebramares destacados
- ☐ Defesas longitudinais aderentes
- ☐ Alimentação artificial com areias
- ☐ Mistos
- ☐ outras ?.....



ESPECIFICIDADES DAS ESTRUTURAS DE DEFESA COSTEIRA

- ☐ Fundos móveis
- ☐ Zona terrestre em recuo
- ☐ Directamente expostas à agitação muito energética
- ☐ Vulneráveis a acontecimentos extremos e / ou persistentes
- ☐ Exigem manutenção periódica

RECONHECIMENTO DA IMPORTÂNCIA E DAS LIMITAÇÕES DAS ESTRUTURAS DE DEFESA COSTEIRA

- ✓ Impactes positivos
- ✓ Impactes negativos

- As frentes urbanas edificadas de Ofir / Esposende e Espinho não existiriam actualmente se essas estruturas não tivessem sido construídas ou se tivessem sido removidas.
- As estruturas de defesa costeira transferem ou antecipam os problemas para sotamar, exigem manutenção periódica, constituem intrusões paisagísticas e podem transmitir uma falsa sensação de estabilidade a longo prazo.
- Em ambientes marítimos muito energéticos as operações de alimentação artificial podem ser completamente ineficazes se não forem realizadas em situações de contenção natural ou artificial da deriva da zona costeira, exigem recargas periódicas.

OPERAÇÕES DE ALIMENTAÇÃO ARTIFICIAL DE PRAIAS E DUNAS COM AREIAS PROVENIENTES DE FONTES DA PLATAFORMA CONTINENTAL E DAS OPERAÇÕES DE DRAGAGEM NAS ZONAS PORTUÁRIAS

Avaliação de incidências ambientais.

Análise custo / benefício versus eficácia como base de decisão sobre as opções de alimentação artificial de areias nas praias, com fontes offshore ou nas zonas portuárias e canais de navegação

- ☐ JUSTIFICAÇÃO
- ☐ PORTOS, QUEBRAMARES, DRAGAGENS E EROSÃO COSTEIRA
- ☐ ORIGEM DAS AREIAS. FONTES E ZONAS DE EMPRÉSTIMOS
- ☐ TRANSPORTE E DEPOSIÇÃO
- ☐ LOCAL DE DEPOSIÇÃO E REPERFILAMENTO





Porto de Leixões e foz do rio Douro.
Alimentação artificial da praia de
Matosinhos.

Futura alimentação a Sul da barra do
Douro

Dragagens de areias nos portos e
canais de navegação com a reposição
total ou parcial dos sedimentos no
sistema dinâmico (a sotamar).

Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

Alterações Climáticas, Variabilidade Climática e Zonas Costeiras

F. Veloso Gomes

9 Dezembro 2009

Porto



PLANO DE INTERVENÇÕES ESTRUTURAIS DE DEFESA COSTEIRA E DE CONTROLO DE INUNDAÇÕES QUANDO E SE AS MESMAS SE JUSTIFICAREM DE UMA FORMA INEQUÍVOCA

- ☐ Identificação de situações críticas
- ☐ Apresentação de tipologias de intervenções
- ☐ Identificação de impactes positivos e negativos associáveis a cada intervenção
- ☐ Estimativa de quantidades de trabalho
- ☐ Indicação de estudos complementares



AVALIAÇÃO DAS CONDIÇÕES POLÍTICAS E SÓCIO - ECONÓMICAS PARA PROCEDER ÀS RETIRADAS DE AGLOMERADOS URBANOS



GRÁFICA?

os problemas futuros vão ser

o défice sedimentar entre o

potencial de capacidade de transporte pela agitação e as fontes sedimentares?

- As alterações climáticas traduzir-se-ão por uma variação dos rumos da agitação, da persistência e frequência das tempestades, da subida generalizada do nível médio das águas agravando as acções hidrodinâmicas?
- É possível elaborar previsões de evolução da linha de costa, para diferentes cenários, sem ter levantamentos topo-hidrográficos actualizados (os actuais foram obtidos há mais de 30 anos)?

QUE ORDENAMENTO?

- As frentes edificadas e a linha de costa são para manter com a configuração actual?
- Haverá expansão da zona edificada?
- O aglomerado edificado vai ser removido de uma forma planeada?
- O aglomerado edificado vai ser realocado de uma forma planeada?
- As frentes edificadas terão uma zona tampão para demolir e renaturalizar?
- Qual o horizonte temporal para as eventuais intervenções de realocação (5, 10, 20, ...anos)?

QUE ALTERNATIVAS DE DEFESA COSTEIRA?

- As defesas existentes deverão ser eliminadas? Ou só os esporões? Ou só as obras Longitudinais aderentes? Quando? Quem assume a responsabilidade?
- As defesas existentes deverão deixar de ser reparadas e devem deixar de ter manutenção?
- As defesas existentes deverão ser reabilitadas e ter manutenção?
- É possível reconstituir dunas nas frentes edificadas?
- Os esporões deverão ser aumentados?
- Os esporões deverão ter configurações curvilíneas como os de Espinho?
- Quebramares destacados serão soluções a adoptar?
- A alimentação artificial com areias é viável?
- Existem soluções de defesa “soft” aplicáveis (algas artificiais, geossintéticos, rebaixamento dos níveis freáticos por bombagem,...)?
- As intervenções de defesa deverão ser mistas?

QUAL A PERSPECTIVA DA POPULAÇÃO LOCAL E DAS AUTORIDADES?

- A população tem a percepção do risco? E as autoridades locais
- A população aceita que estão esgotadas as soluções de defesa ou que estas têm custos inaceitáveis face aos valores a proteger?
- Em que condições a população aceita ser realocizada?
- Em que condições é que a população aceita as demolições?
- Questões jurídicas.....
- Financiamento....

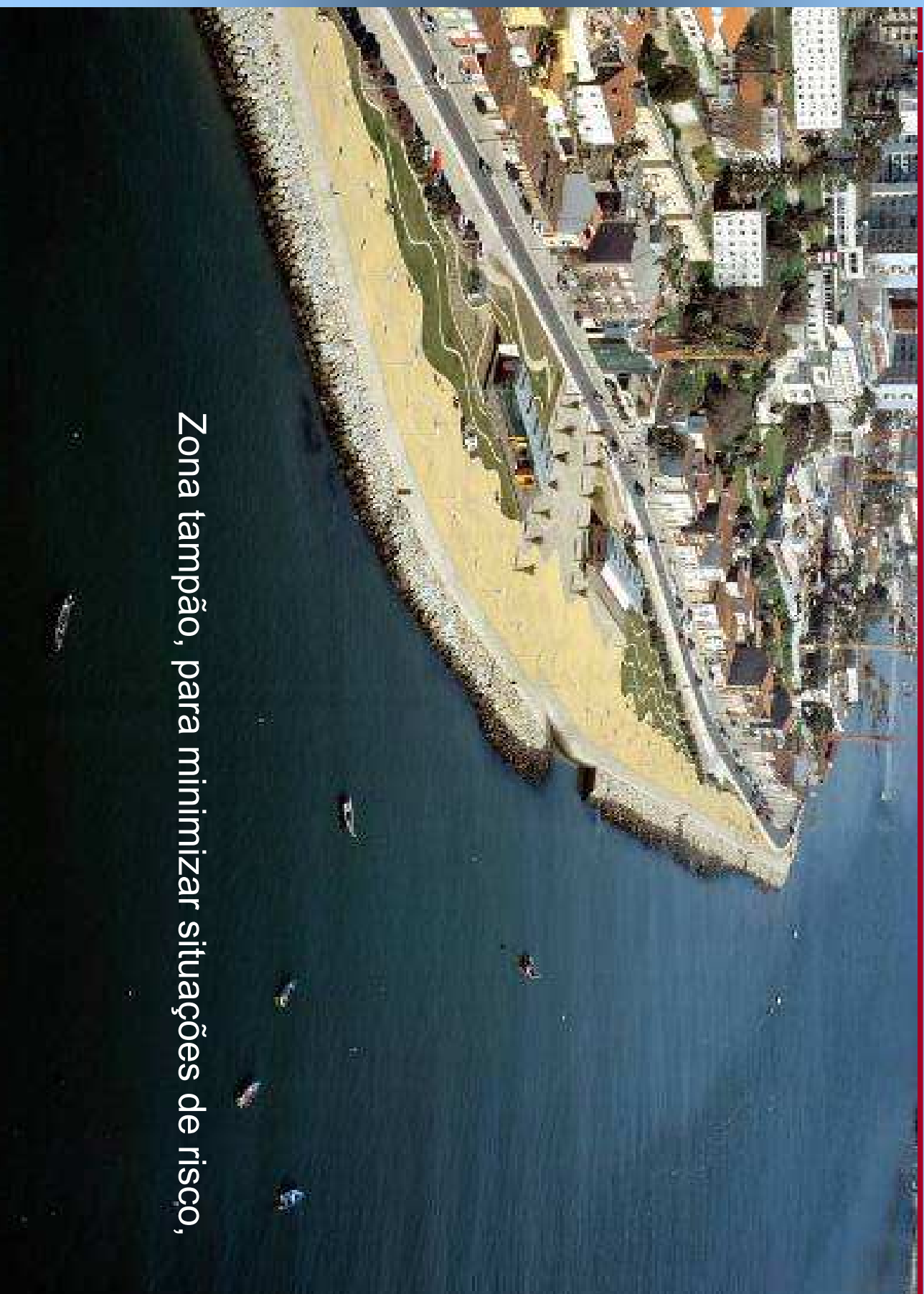


Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto Alterações Climáticas, Variabilidade Climática e Zonas Costeiras

F. Veloso Gomes

9 Dezembro 2009

Porto



Zona tampão, para minimizar situações de risco,

Para além de fenómenos extremos e de curta duração, nas Zonas Costeiras existe uma **dinâmica natural**, frequentemente intensificada ou antecipada através de acções antrópicas, que entra em conflito com as actividades e ocupações humanas.

Em resultado dessa dinâmica existe actualmente, em muitas zonas costeiras, uma **situação generalizada de erosão ou de recuo da linha de costa** (balanço sedimentar negativo), a qual assume frequentemente níveis preocupantes a médio e longo termo.

Compreender e prever tendências de evolução das Zonas Costeiras, principalmente em zonas sujeitas à ocupação humana e que poderão vir a ser afectadas, auxiliar os órgãos de decisão e planear eventuais intervenções constitui um **desafio nas sociedades modernas**.

Os **custos de defesa** nas regiões costeiras de todo o mundo têm vindo a aumentar e é necessário avaliar e perceber os fenómenos envolvidos, de forma a avaliar essas intervenções em horizontes mais alargados.

Uma CARTA DE VULNERABILIDADES tenta qualificar e quantificar a “sensibilidade” das orlas costeiras às acções energéticas do mar.

Uma CARTA DE RISCOS deverá resultar de uma análise de riscos associados (produto da probabilidade de ocorrência de acções do mar e da quantificação das consequências dessas acções no território, ecossistemas, pessoas e bens).

As cartas de vulnerabilidades e riscos com base em **dados históricos** e actuais representam uma primeira abordagem para um correcto planeamento das zonas costeiras.

No entanto não entram em consideração com o facto de o **sistema poder vir a evidenciar um comportamento substancialmente diferente do registado no passado** porque entrou em ruptura, ou readquiriu um novo equilíbrio ou porque assumiu um comportamento mais ou menos dinâmico.

A generalidade dos parâmetros de vulnerabilidades e riscos que são habitualmente considerados, pretendem representar diversos factores ambientais e antrópicos.

EXEMPLOS DE PARÂMETROS DE VULNERABILIDADE



- Geologia
- Geomorfologia
- Cotas topográficas
- Revestimento do solo
- Distância à linha de costa
- Amplitude de marés
- Alturas de onda significativa e extremos
- Taxas históricas de erosão / acreção
- Acções antropogénicas
(extracção de sedimentos,
caudais fluviais, quebramares,
estruturas de defesa,...)

EXEMPLOS PARÂMETROS DE RISCO

RISCO ECONÓMICO

- Não edificado e sem actividades económicas: **Risco Muito Baixo**
- Baixa densidade de construção e pouca actividade económica associada: **Risco Baixo**
- Densidade de construção média e pouca actividade económica associada: **Risco Médio**
- Actividade económica e elevada densidade de construção: **Risco Elevado**
- Elevada actividade económica e elevada densidade de construção: **Risco Muito Elevado**

RISCO AMBIENTAL

- Não existem ecossistemas importantes ameaçados: **Risco Muito Baixo**
- Não existem espécies animais e vegetais ameaçadas: **Risco Baixo**
- Espécies típicas da fauna e flora local, ameaçadas: **Risco Elevado**
- Ecossistemas importantes ameaçados: **Risco Muito Elevado**

O estudo das zonas costeiras requer a compreensão dos processos costeiros, na perspectiva de delimitar as áreas mais susceptíveis e evitar potenciais perigos.

A erosão, os galgamentos e as inundações durante tempestades são perigos presentes e visíveis para todos, mas a dinâmica costeira é muito complexa.

A previsão de recuos em anos horizonte de projecto, terá de ser encarada com muitos cuidados face à complexidade dos fenómenos físicos envolvidos, à capacidade de intervenção humana acelerando ou travando evoluções, ou à possibilidade de se atingirem limiares não controláveis ou não previsíveis face ao actual estado de conhecimentos. São fenómenos não lineares que não se podem projectar no tempo com o ajuste de leis de regressão lineares a registos passados

Uma abordagem mais avançada no estudo da vulnerabilidade das zonas costeiras está a englobar a modelação e tentativa de previsão da evolução da morfologia costeira em função de diferentes cenários de evolução dos fenómenos e das interacções.

Alterações Climáticas ? / Variabilidade Climática ?

CENÁRIOS:

Antropogénicos:

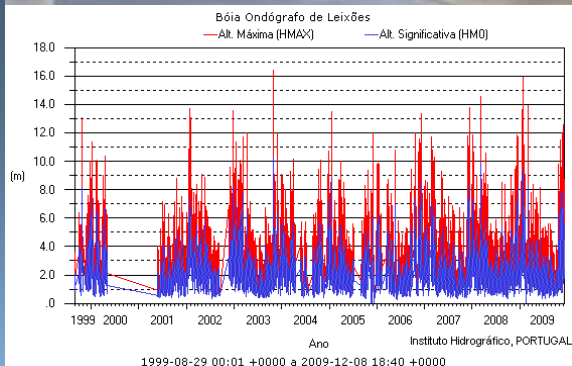
Edificação em faixas dinâmicas
A nível de bacias hidrográficas
Estruturas portuárias
Estruturas de defesa costeira
Dragagens
Alimentações artificiais

Variabilidade Climática:

Períodos de retorno
Extremos

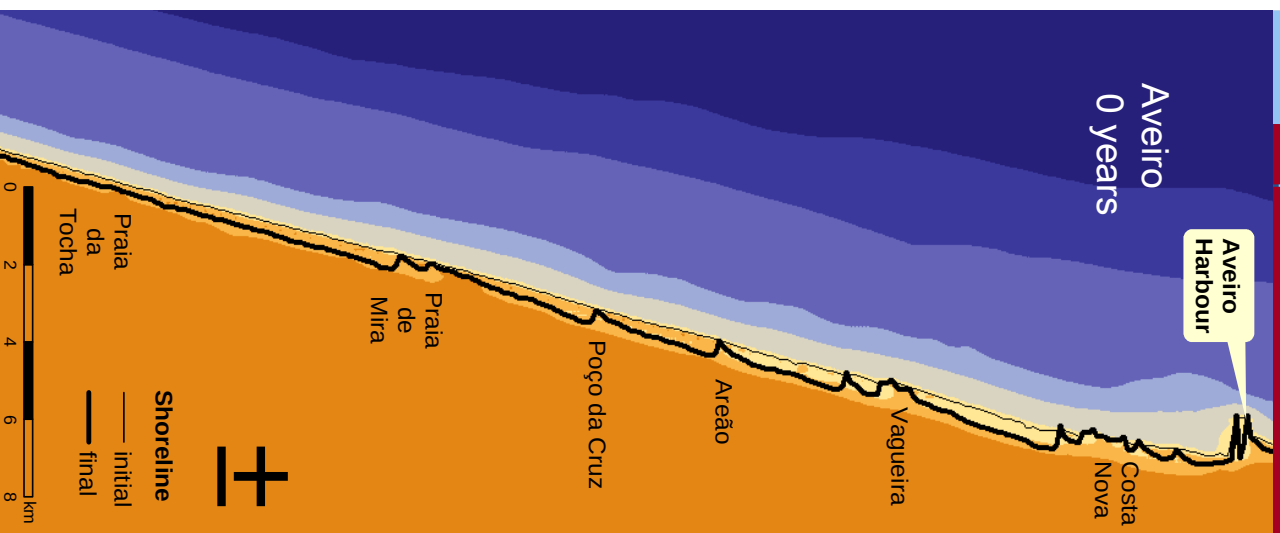
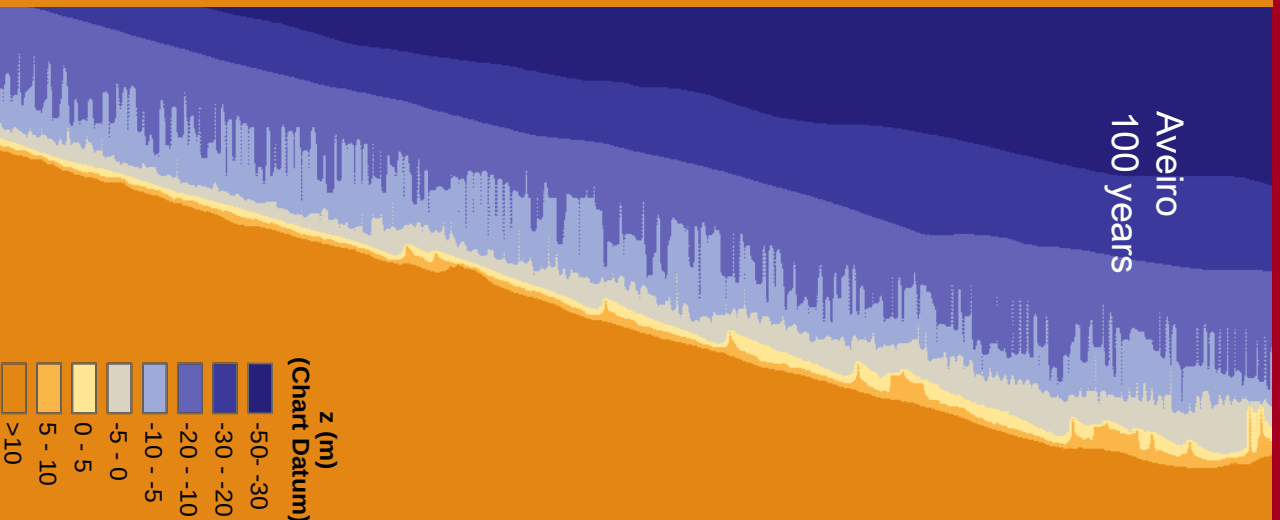
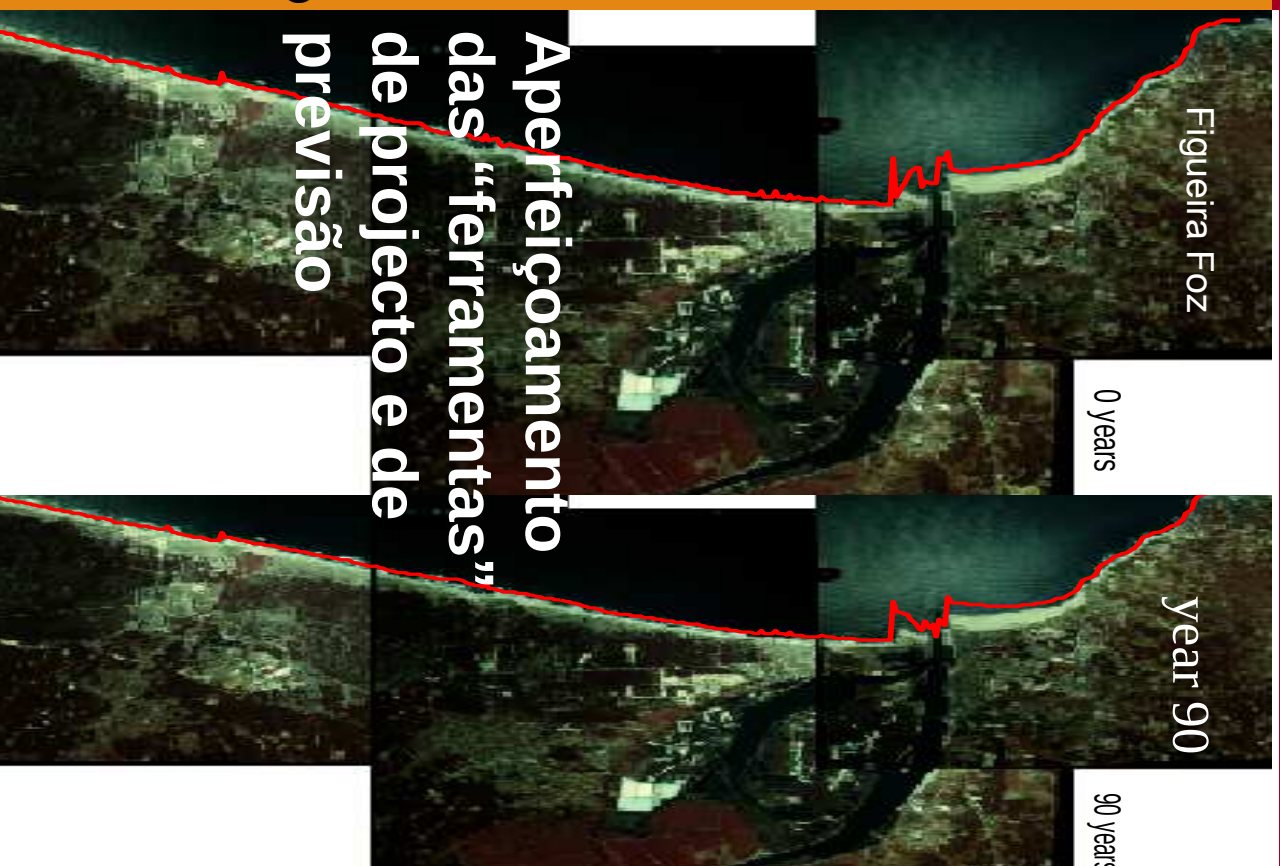
Alterações climáticas:

Nível médio das águas
Rumos agitação
Persistência agitação
Intensidade agitação



Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

Alterações Climáticas, Variabilidade Climática e Zonas Costeiras



Carlos Coelho, Raquel Silva, F Veloso Gomes, F Taveira Pinto
POTENTIAL EFFECTS OF CLIMATE CHANGE ON NORTHWEST
PORTUGUESE COASTAL ZONES

ICES Journal of Marine Science, 66: pg 1497–1507 , 2009

This paper describes the application of a coastal (shoreline evolution) numerical model to a stretch of the Portuguese coast to determine the effects of various scenarios of wave action and SLR that might result from climate change over the next 25 years. We conclude that the effects of Sea Level Rise are less important than changes in wave action. The numerical model was also applied in a generic situation to compare shoreline evolution with and without anthropogenic intervention.

Avançou-se muito, sob o ponto de vista científico e técnico,
mas o que se pretende alcançar afasta-se ainda mais
(miragem)



**As Zonas Costeiras muito previsivelmente serão
cada vez mais afectadas por fenómenos extremos**

F. Veloso Gomes

9 Dezembro 2009

Porto

Agravamento dos fenómenos de recuo da linha de costa em curso, com consequência ao nível de ordenamento, das intervenções de defesa (quando se justifique) e da contingência.

AMEAÇAS

- Passado recente de perspectiva de intervenção política e operacional de curto prazo.
- Deficiente ordenamento da zona costeira.
- Elevada vulnerabilidade de diversos aglomerados populacionais face a temporais e catástrofes naturais. A zona costeira baixa e arenosa com edificações é particularmente susceptível aos temporais (ocorrência simultânea de agitação marítima elevada, marés vivas e sobre elevação do nível do mar de origem meteorológica).
- Infra-estruturas pouco preparadas para resistir a grandes tempestades e catástrofes naturais.
- Previsão do aumento da taxa de elevação do nível médio do mar, aumento da frequência de ocorrência e intensidade de temporais e modificação dos rumos da agitação marítima.
- Insuficiência de meios de salvamento adequados para uma possível catástrofe.

OPORTUNIDADES

- Reforçar o estudo dos fenómenos naturais.
- Elaborar uma nova geração de cartas de vulnerabilidade e risco, de delimitação de zonas vulneráveis a acontecimentos extremos e de evolução da dinâmica costeira. Preparar e operacionalizar Planos de Contingência.
- Preparar planos de ordenamento adaptativos que contemplem o previsível agravamento da ocorrência e intensidade das catástrofes
 - delimitação de “zonas adjacentes”,
 - zonas com restrições à edificabilidade,
 - zonas naturais “tampão”,
 - localização “recuada” de infra-estruturas vitais,
 - rede eficaz de pré-alertas,
 - planos de evacuação e de contingência,
 - responsabilização dos projectistas, promotores e autoridades licenciadoras,...)

OPORTUNIDADES (cont.)

- Crescente sensibilização e divulgação para a problemática associada a catástrofes naturais e a alterações climáticas.
- Elaboração e concretização de planos de intervenções estruturais de defesa costeira e de controlo de inundações quando os mesmos se justificam de uma forma inequívoca.
- Consagração da possibilidade de relocalização ao longo do tempo de edifícios e infra-estruturas ameaçados.

As atitudes perante os riscos de exposição a catástrofes naturais e aos fenómenos de dinâmica costeira podem passar pela sua “eliminação”, “redução”, “transferência”, “partilha”.



DESAFIOS

- Comunicação com grupos sociais em conflito de interesses
- Aperfeiçoamento das “ferramentas” de projecto / previsão
- Alterações climáticas / Variabilidade climática
- Planeamento Estratégico e Planeamento Físico
- Trabalhar com base em “cenários” (físicos, extremos, socio-económicos)
- Avaliações custo / benefício e custo / eficácia
- Aposta em medidas “preventivas”
- Optimização de soluções “curativas”
- Optimismo e perseverança