

# Impacto Potencial das Alterações Climáticas em Zonas Costeiras

**Óscar Ferreira (CIMA/Universidade do Algarve)**



**UAlg**  
UNIVERSIDADE DO ALGARVE

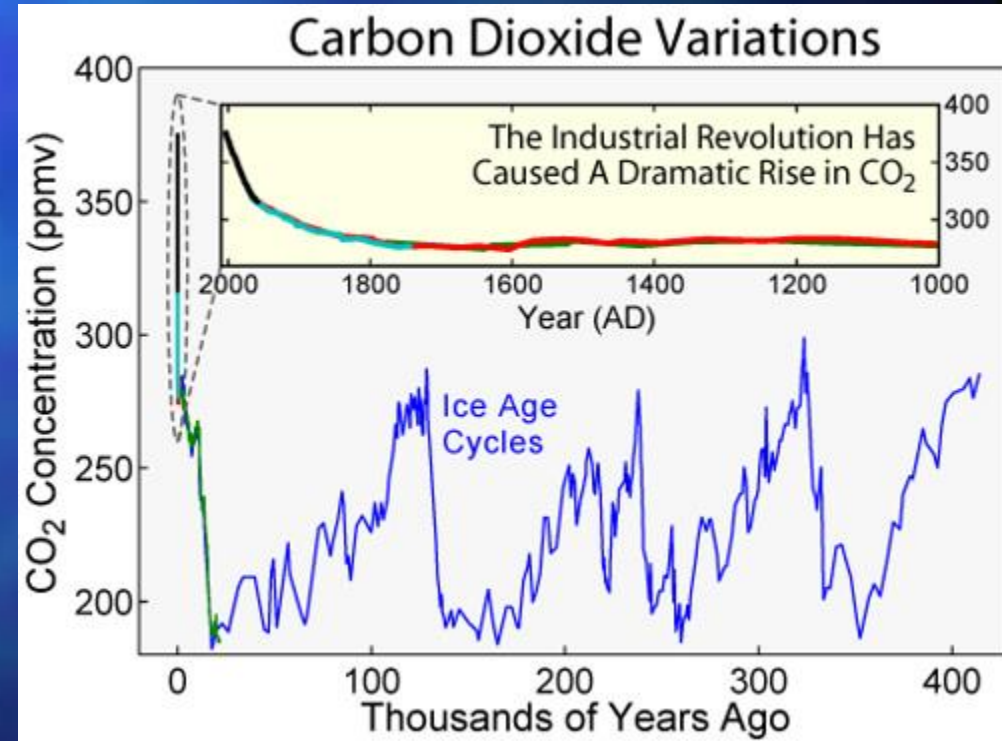
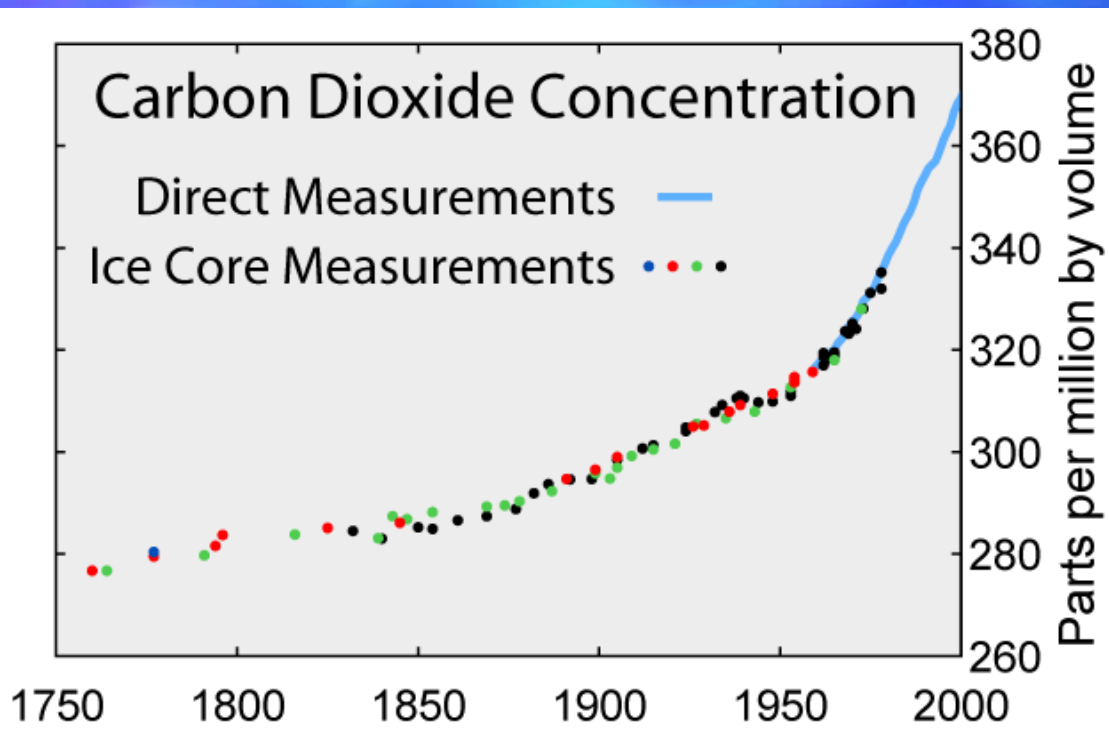
**CIMA**

Centro de Investigação Marinha e Ambiental  
Universidade do Algarve



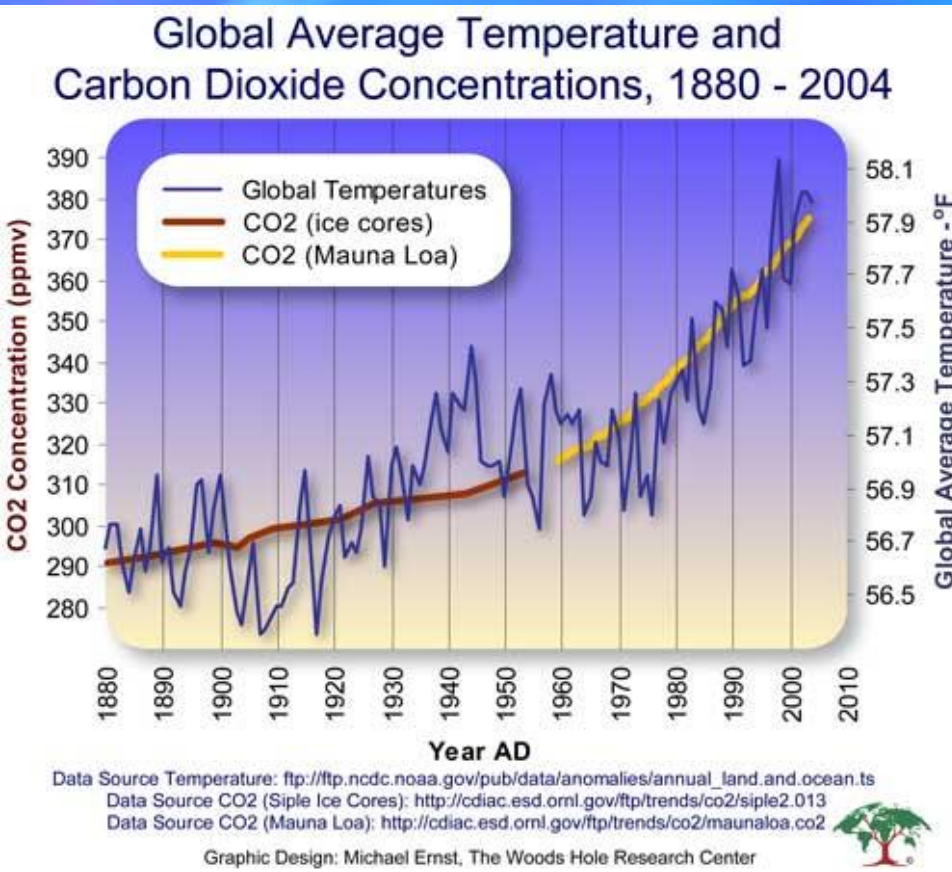
# Impacto Potencial das Alterações Climáticas em Zonas Costeiras

## Concentração de Dióxido de Carbono e Aquecimento Global

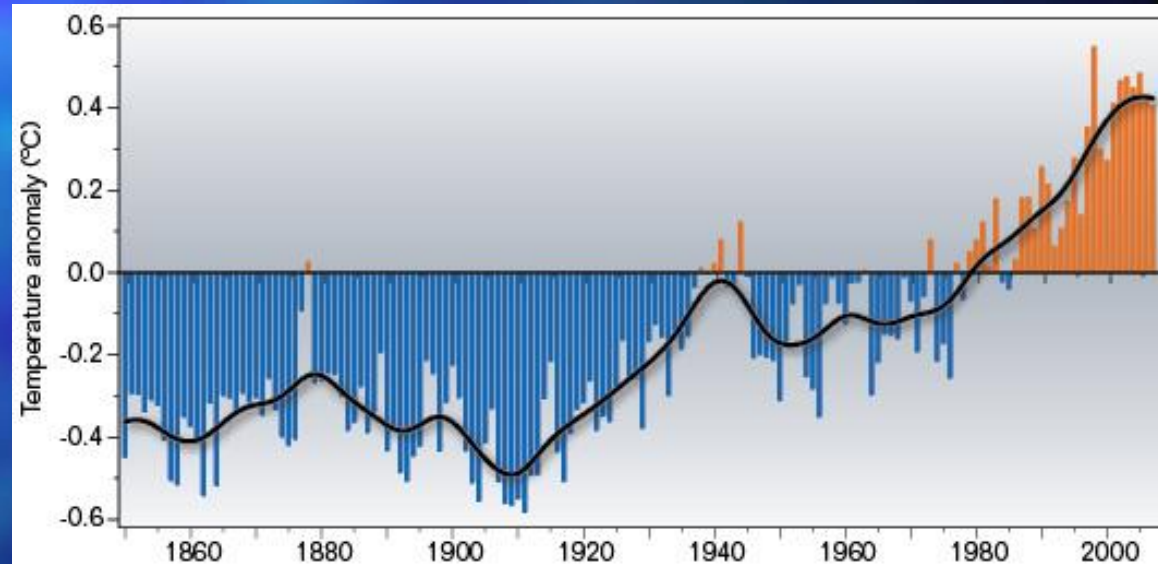


# Impacto Potencial das Alterações Climáticas em Zonas Costeiras

## Concentração de Dióxido de Carbono e Aquecimento Global



Média global da anomalia na temperatura do ar, 1850-2005. Source: Brohan et al. (2006, updated 2008).



# Impacto Potencial das Alterações Climáticas em Zonas Costeiras

Aquecimento global/Impactos potenciais

Subida do nível médio do mar

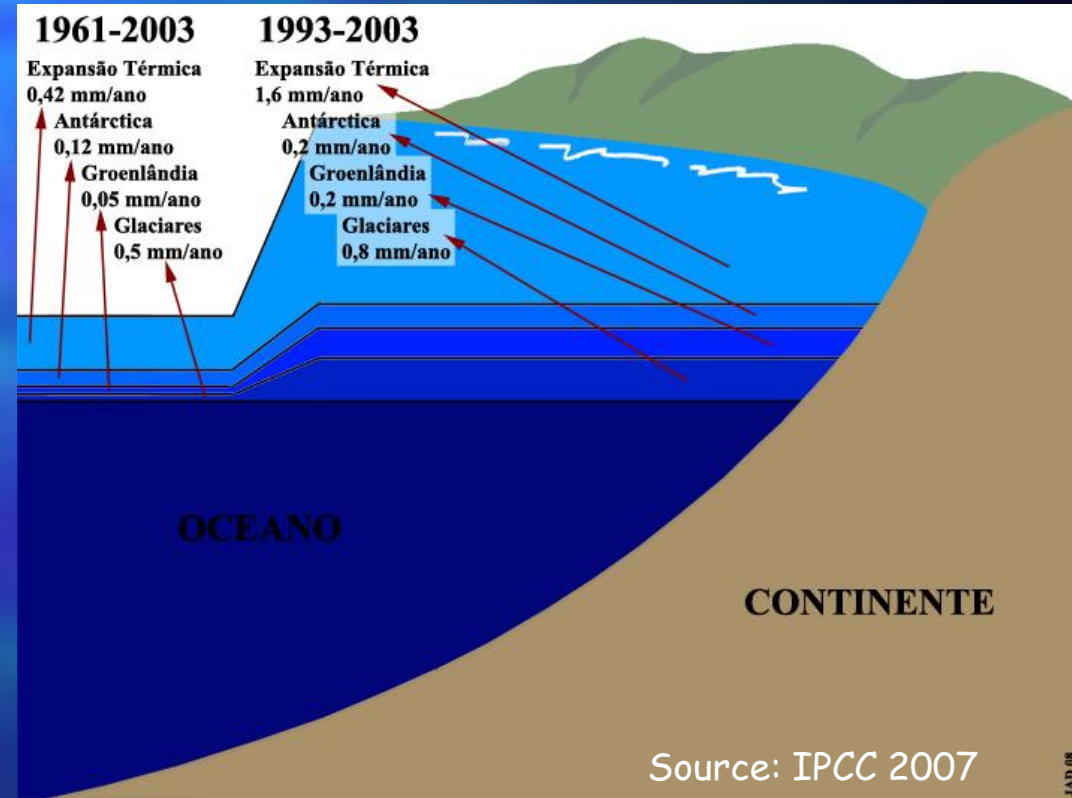
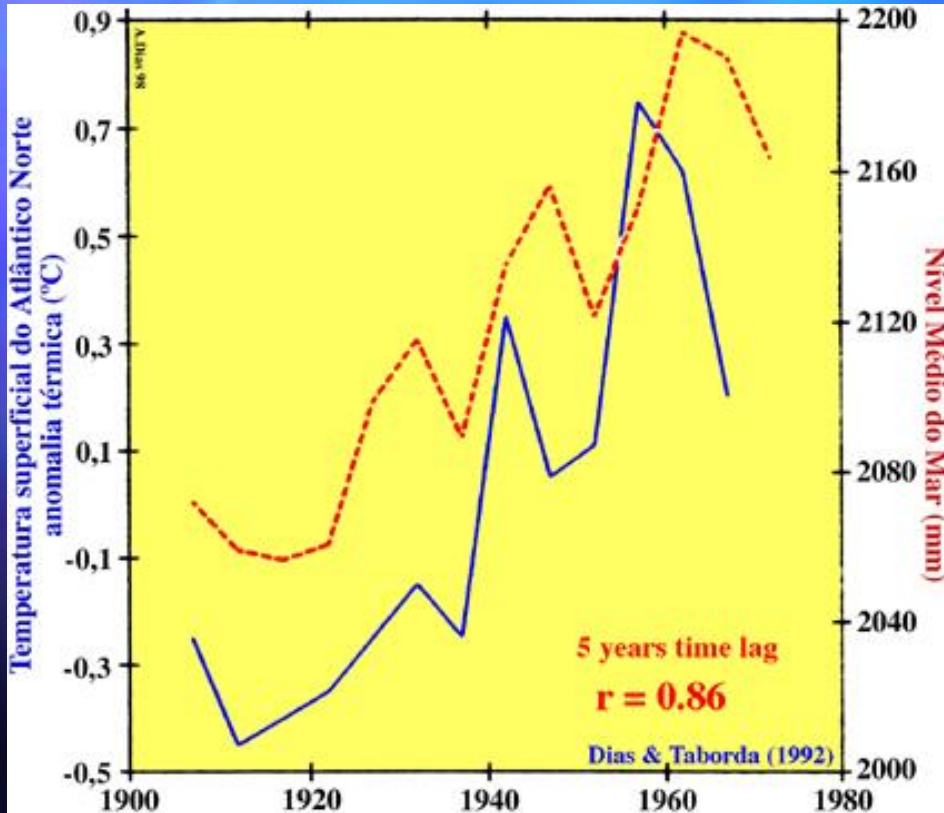


Impactos nas zonas costeiras

Alterações no regime de tempestade

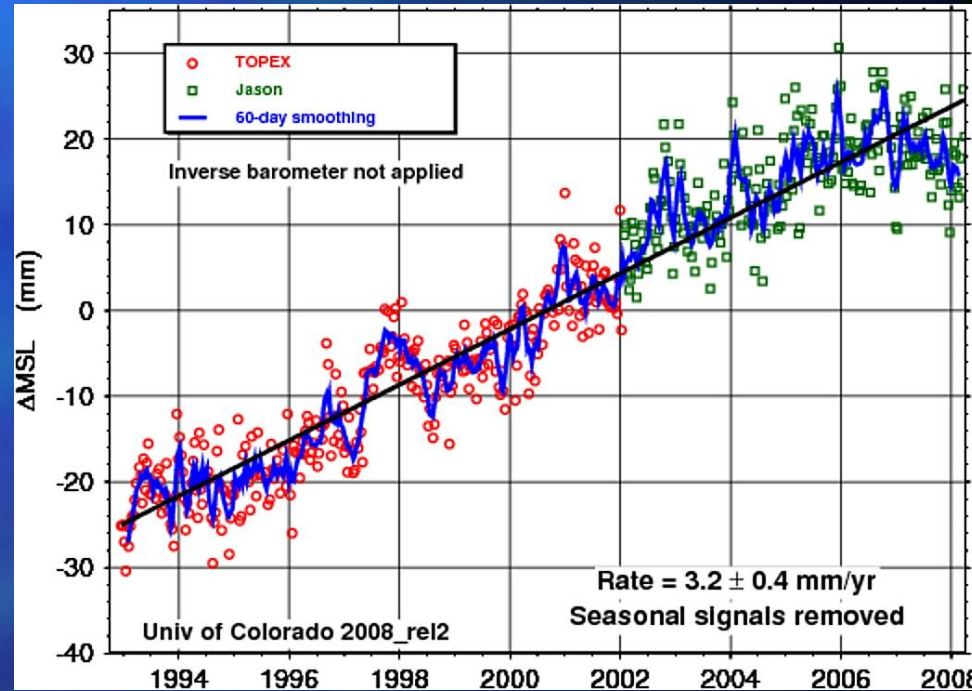
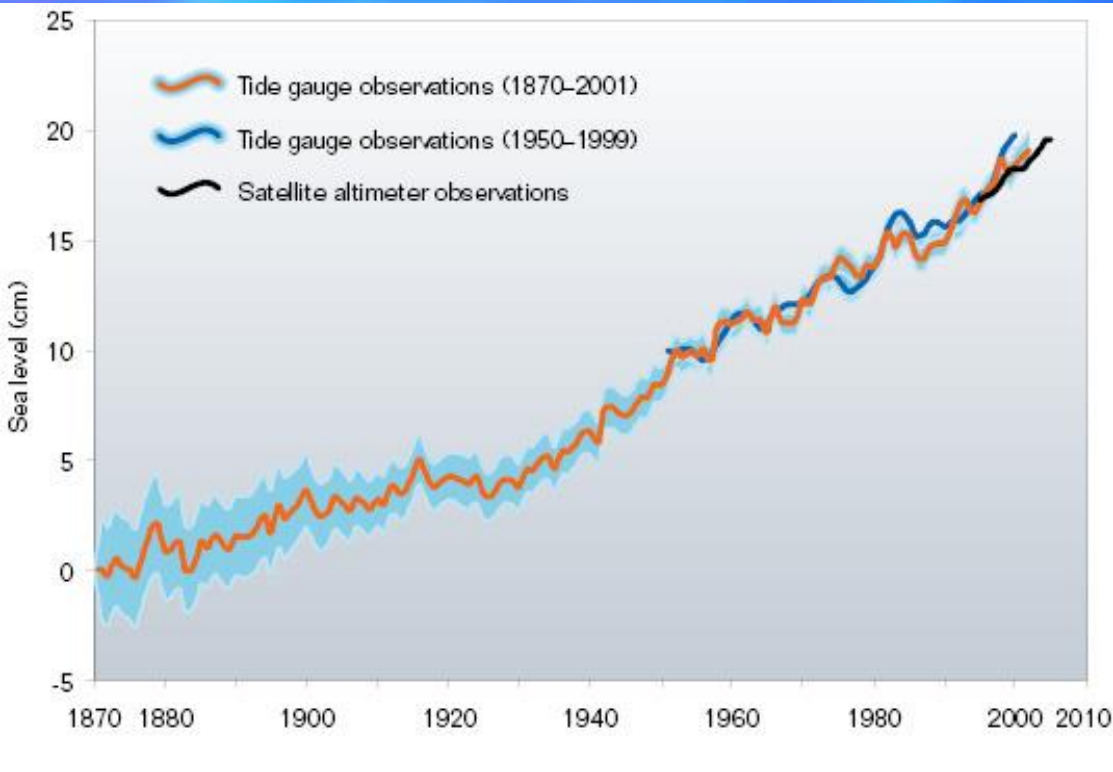
# Impacto Potencial das Alterações Climáticas em Zonas Costeiras

Aquecimento global e subida do nível do mar



# Impacto Potencial das Alterações Climáticas em Zonas Costeiras

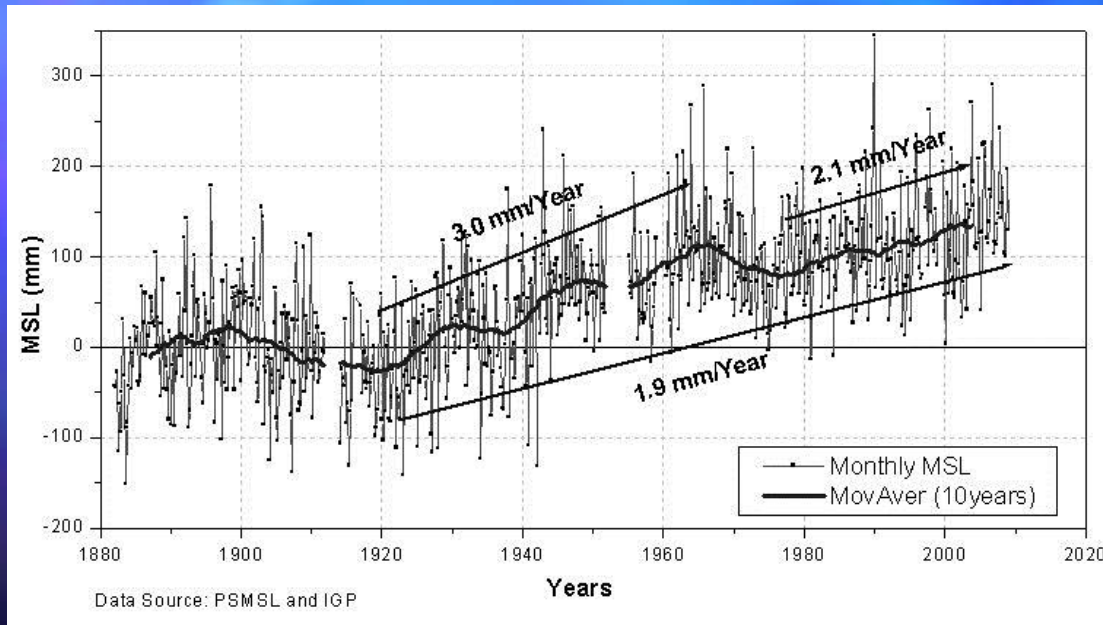
## Aquecimento global e subida do nível do mar



Global average sea-level rise, 1870-2005. Sources: Church & White (2006); Holgate & Woodworth (2004); Leuliette et al. (2004).

# Impacto Potencial das Alterações Climáticas em Zonas Costeiras

## Aquecimento global e subida do nível do mar (Portugal - Cascais)



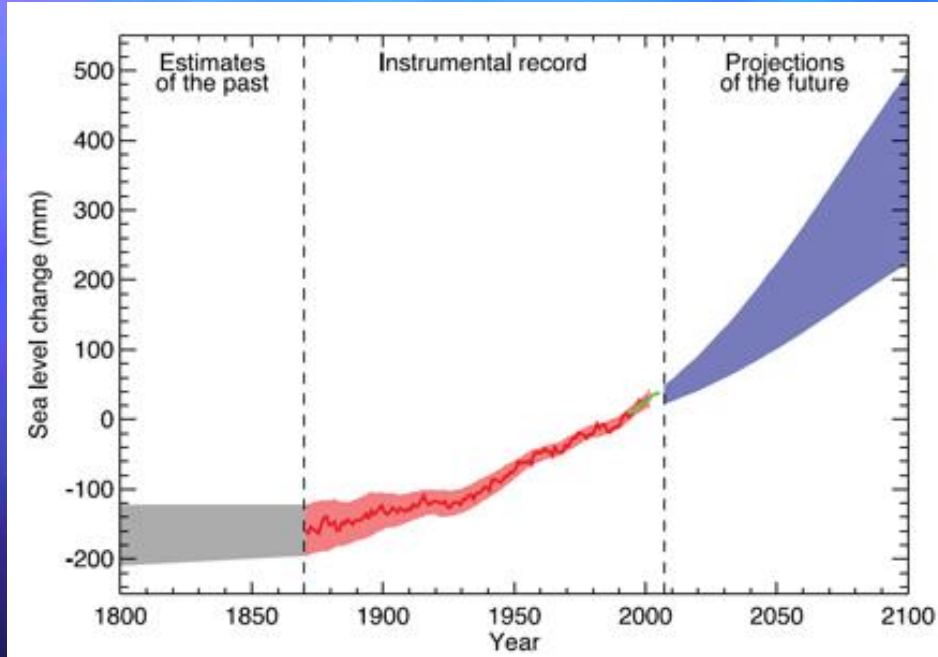
Taxa de subida do NMM para o marégrafo de Cascais, de 1900 a 2000.

| Período     | Taxa (mm/ano) |
|-------------|---------------|
| 1900 - 1920 | -1.8          |
| 1920 - 1930 | 4.8           |
| 1930 - 1937 | -1.1          |
| 1937 - 1949 | 5.2           |
| 1949 - 1956 | -0.7          |
| 1956 - 1966 | 4.5           |
| 1966 - 1977 | -3.0          |
| 1977 - 2000 | 2.1           |

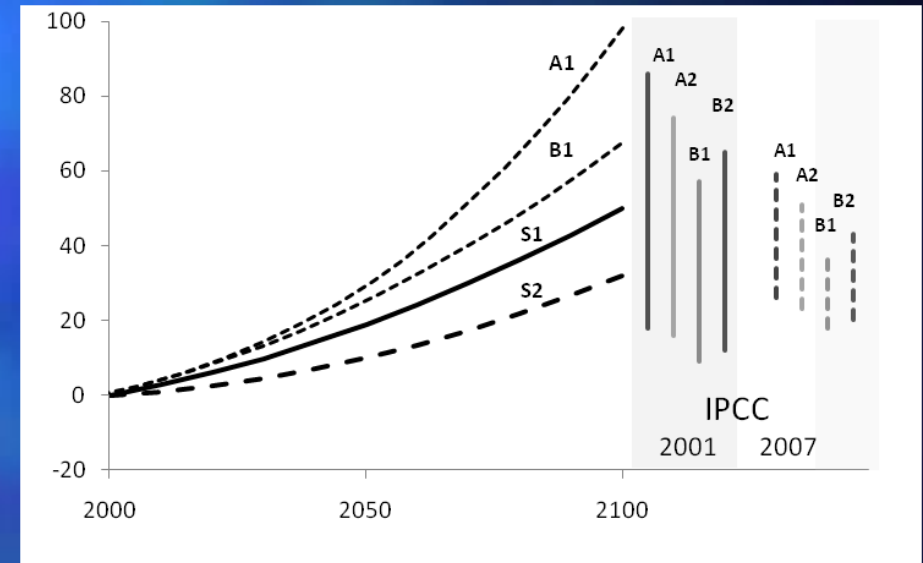
Serie de médias mensais do nível do mar (1882-2008) para o marégrafo de Cascais, com uma média móvel de 10 anos sobreimpostas. Source: Antunes and Taborda (2009)

# Impacto Potencial das Alterações Climáticas em Zonas Costeiras

## Aquecimento global e subida do nível do mar (projeções)



Source: IPCC 2007



Projeções de subida do NMM (em cm) para Cascais (solução S1 - linha a cheio e S2 - tracejado) sobrepostas às estimativas de Ramhstorf (2007) (A1 e B1 - tracejado) e IPCC (2001, 2007) usando os cenários de emissões de gases A1, A2, B1 e B2.  
Source: Antunes and Taborda (2009)



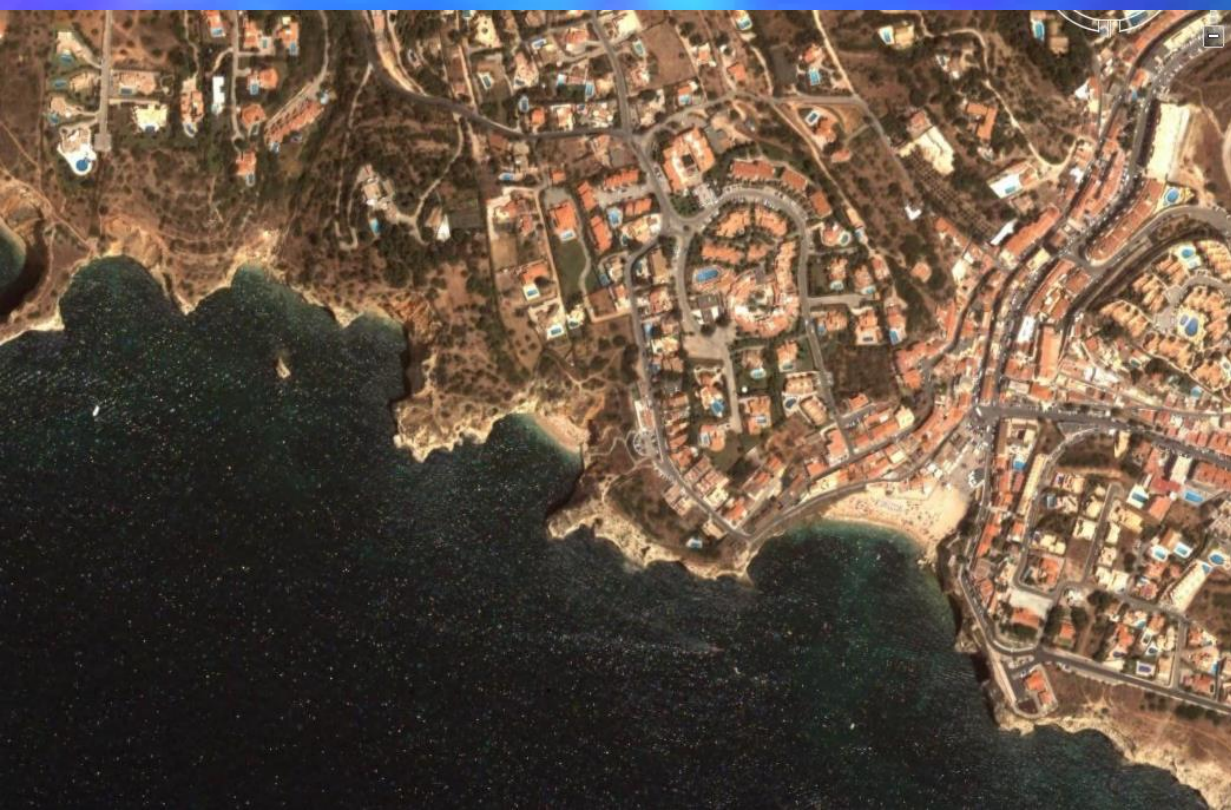
# Impacto Potencial das Alterações Climáticas em Zonas Costeiras

## Impactos potenciais da subida do NMM – Costas rochosas

Aumento da acção da onda – Maior profundidade – Menor dissipação de energia – Mais energia junto à base da arriba

Aceleração do recuo da linha de costa

Aumento da frequência de movimentos de massa



# Impacto Potencial das Alterações Climáticas em Zonas Costeiras

## Impactos potenciais da subida do NMM – Costas rochosas

Redução da largura das praias encastradas

Alteração do pendor

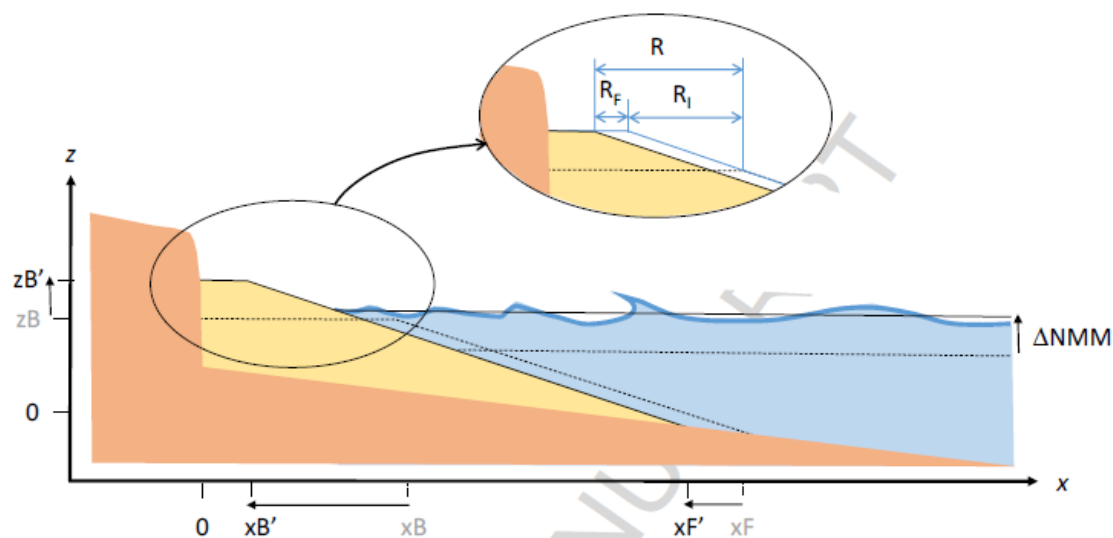


Fig. 2. Schematic representation of the platform beach profile response to sea-level rise ( $\Delta NMM$ ). Dashed lines and grey letters represent reference conditions;  $R$  is the berm crest retreat which results from a beach face retreat ( $R_F$ ) and an inundation related retreat ( $R_I$ ).

Source: Taborda & Ribeiro, 2015

# Impacto Potencial das Alterações Climáticas em Zonas Costeiras

## Impactos potenciais da subida do NMM - Costas arenosas

Aceleração do recuo da linha de costa e aumento da erosão dunar

Aumento do risco costeiro

Perda de praia útil (onde as praias não podem recuar por acções naturais ou antrópicas (ex. praias com paredão))

Aumento potencial de galgamentos oceânicos



# Impacto Potencial das Alterações Climáticas em Zonas Costeiras

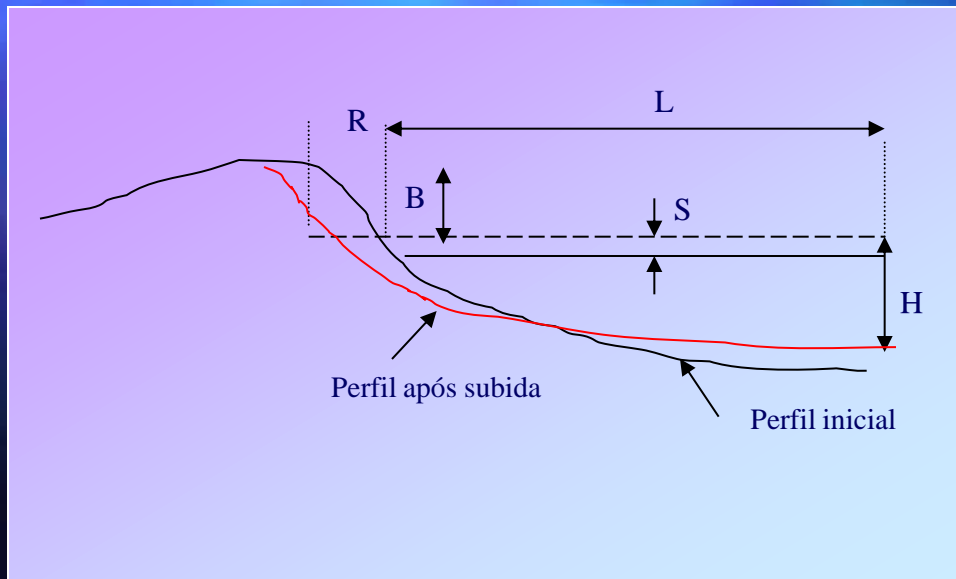
## Impactos potenciais da subida do NMM - Costas arenosas

Aceleração do recuo da linha de costa e aumento da erosão dunar

Aumento do risco costeiro

Perda de praia útil (onde as praias não podem recuar por acções naturais ou antrópicas (ex. praias com paredão))

Aumento potencial de galgamentos oceânicos



$$R = L * S / (B + H) \quad \text{Bruun (1962)}$$

R = Recuo da linha de costa

1:200 (ratio S:R)

0.5 m - 100 m (1m/yr)

# Impacto Potencial das Alterações Climáticas em Zonas Costeiras

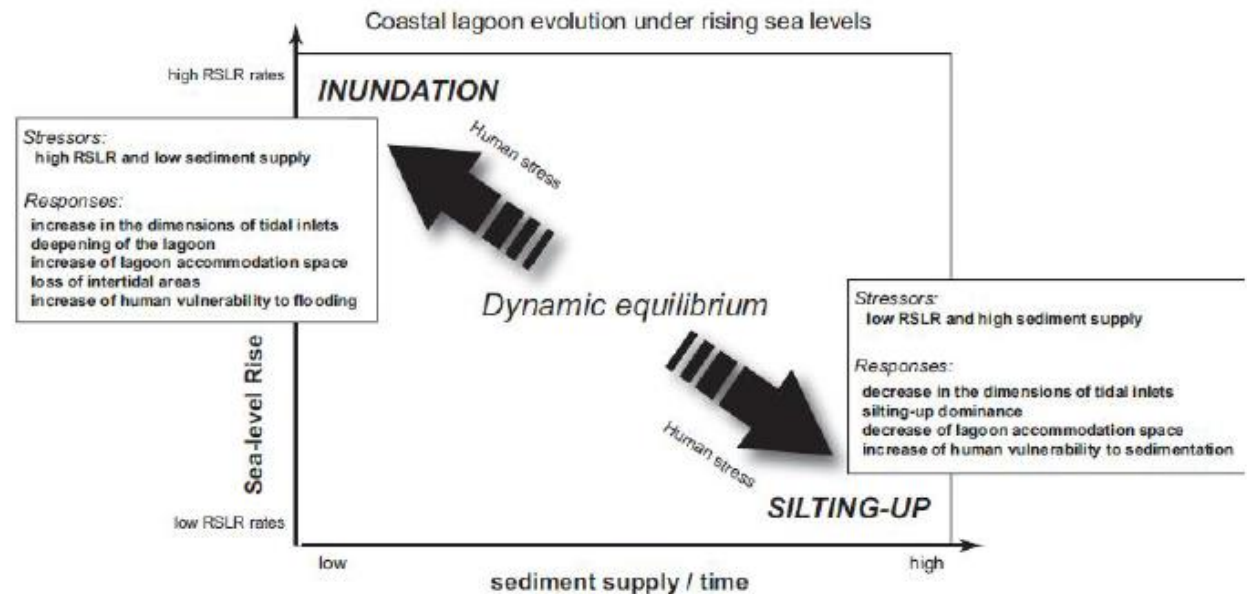
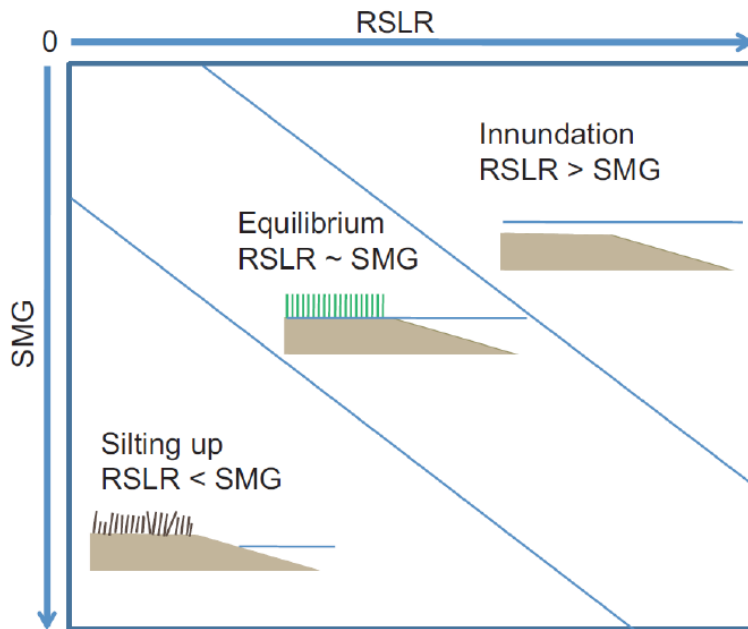
## Impactos potenciais da subida do NMM- Estuários e Lagunas

Migração para terra

Aumento do potencial de inundação (se não houver fontes sedimentares suficientes)

Erosão e inundação do sapal (acima de uma determinada taxa de subida do NMM)

Potencial aumento de sedimentação e de redução de tamanho dos sistemas (quando os sistemas não podem recuar e migrar e se há sedimento disponível)



# Impacto Potencial das Alterações Climáticas em Zonas Costeiras

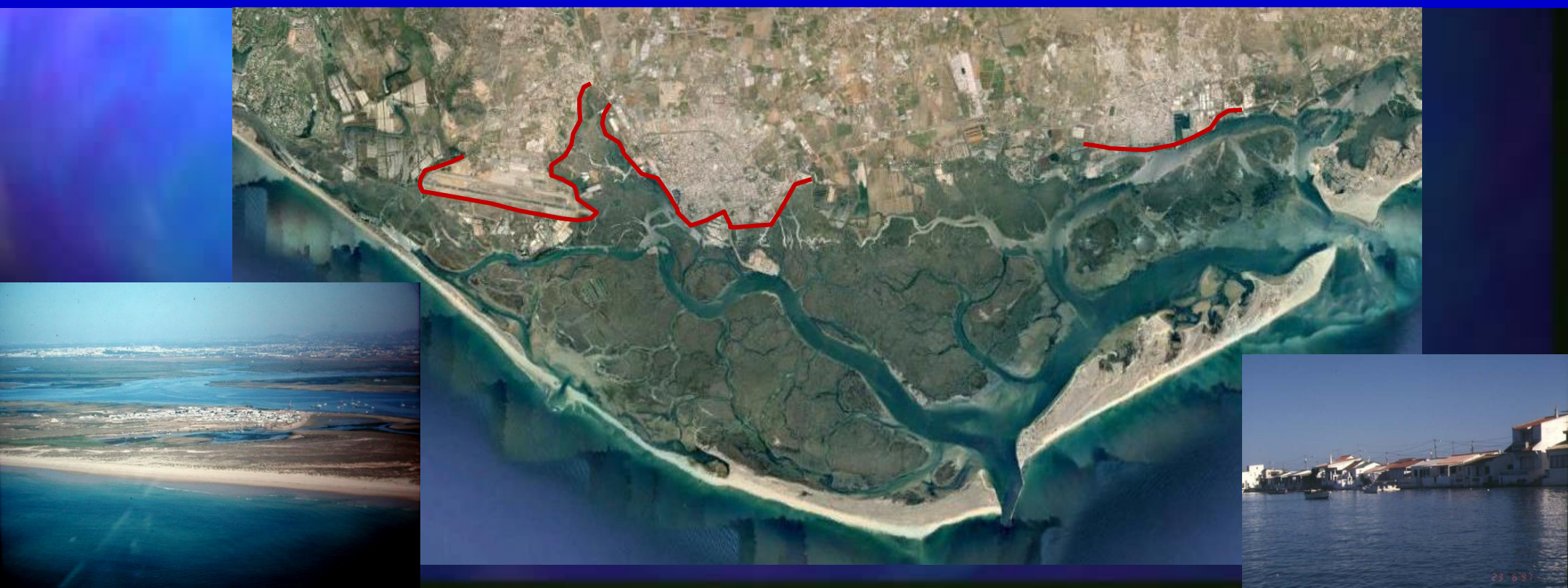
## Impactos potenciais da subida do NMM- Estuários e Lagunas

Migração para terra

Aumento do potencial de inundação (se não houver fontes sedimentares suficientes)

Erosão e inundação do sapal (acima de uma determinada taxa de subida do NMM)

Potencial aumento de sedimentação e de redução de tamanho dos sistemas (quando os sistemas não podem recuar e migrar e se há sedimento disponível)



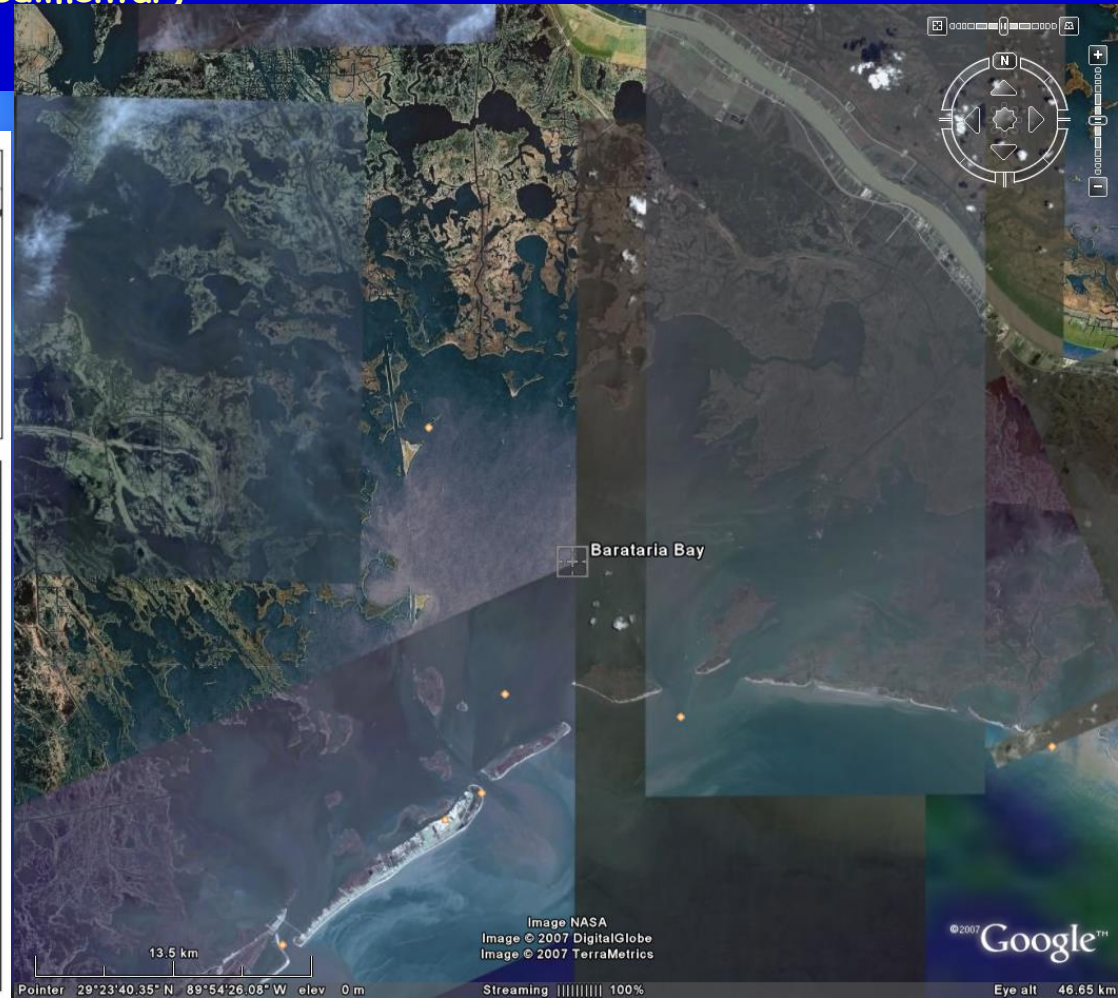
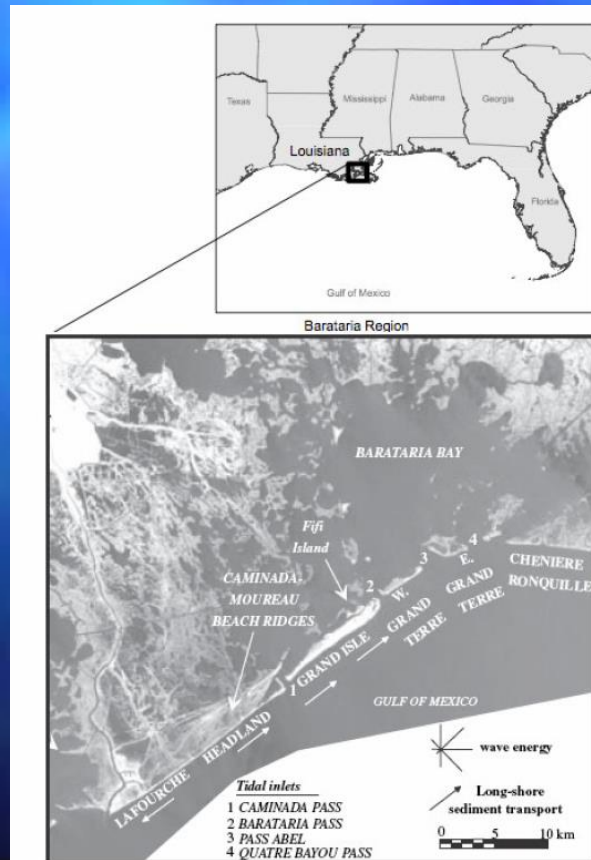
# Impacto Potencial das Alterações Climáticas em Zonas Costeiras

## Impactos potenciais da subida do NMM- Estuários e Lagunas

Erosão e inundação do sapal (acima de uma determinada taxa de subida do NMM)

Subida NMM > 5mm/year (depende da disponibilidade sedimentar)

Exemplos do Golfo of Mexico



# Impacto Potencial das Alterações Climáticas em Zonas Costeiras

## Impactos potenciais da subida do NMM- Estuários e Lagunas

Erosão e inundação do sapal (acima de uma determinada taxa de subida do NMM)

Subida NMM > 5mm/year (depende da disponibilidade sedimentar)

Exemplos do Golfo of Mexico

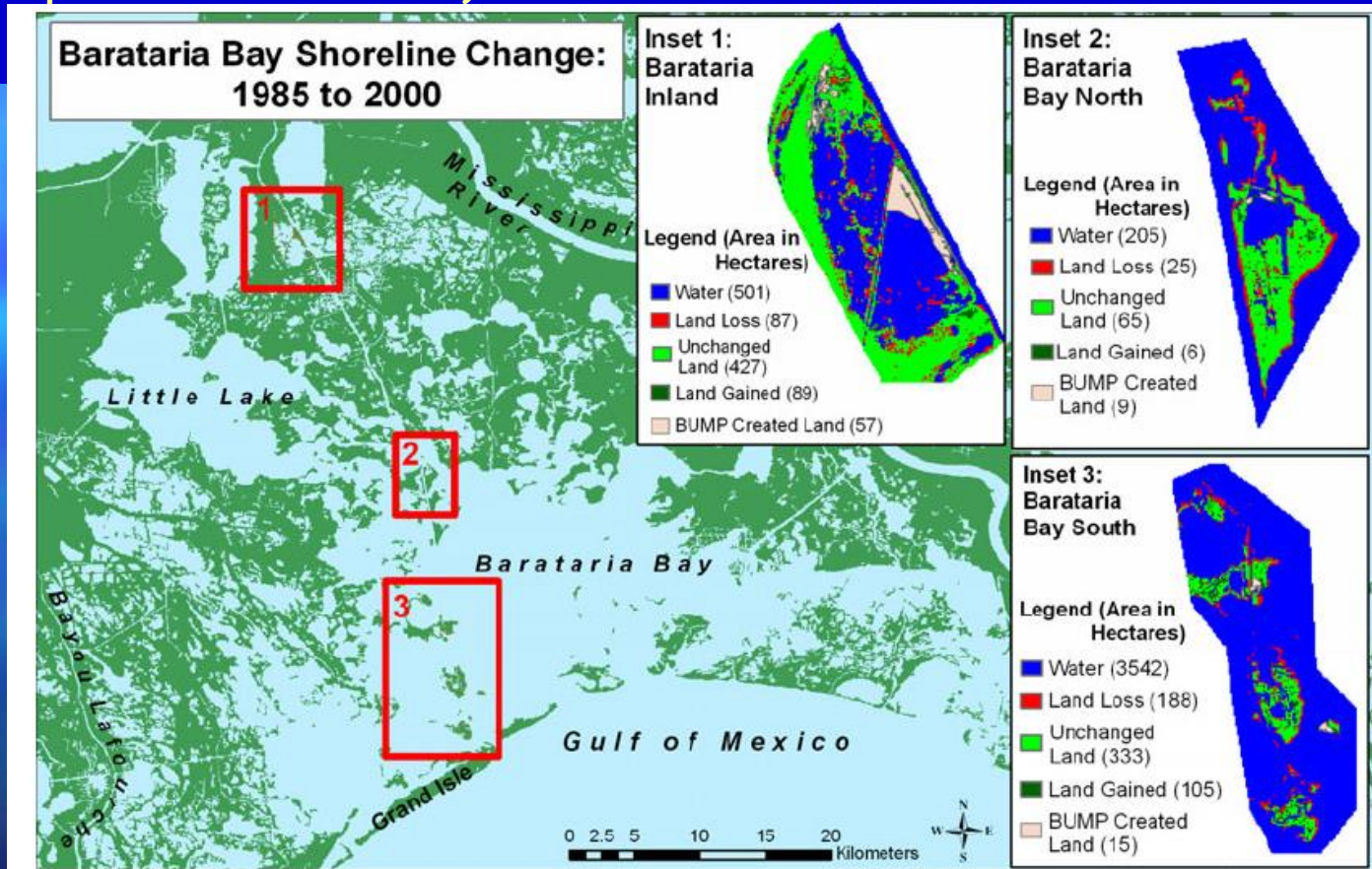
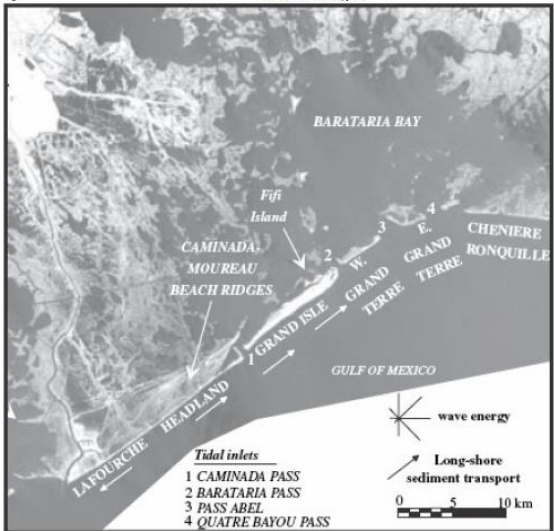
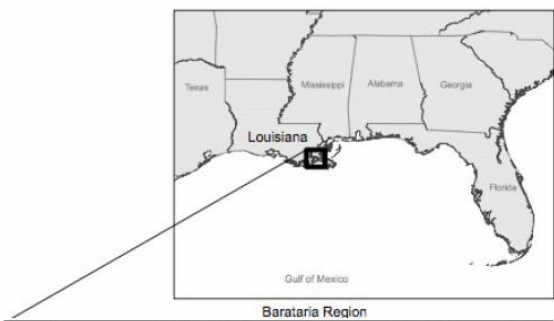


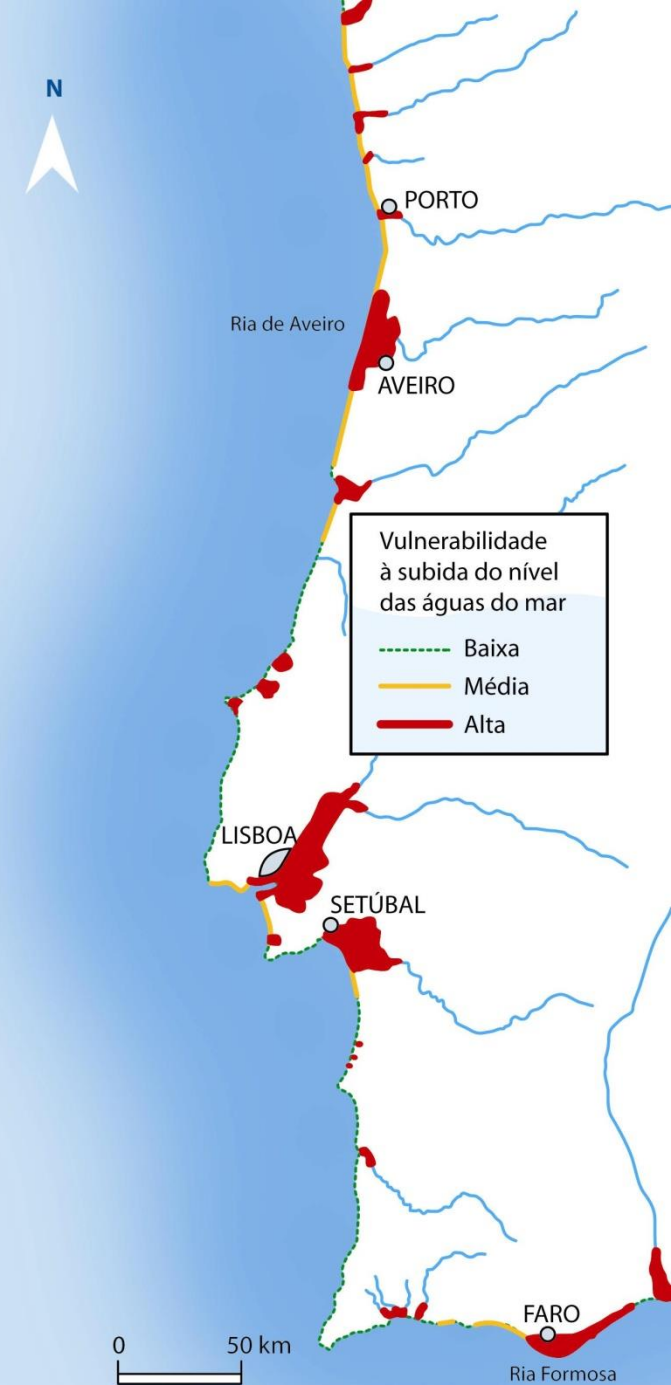
Fig. 5. Representative areas within the Barataria Basin illustrating patterns of marsh loss between 1985 and 2000.



# Impacto Potencial das Alterações em Zonas Costeiras

## Impactos potenciais da subida do NMM (Portugal)

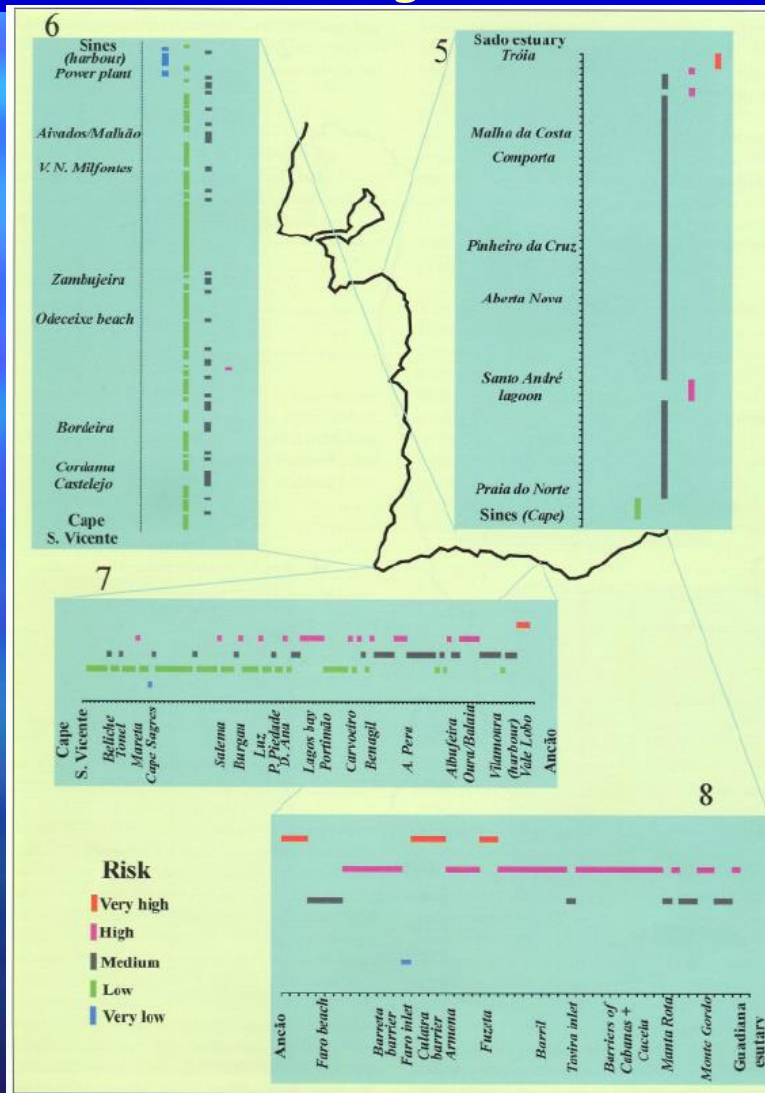
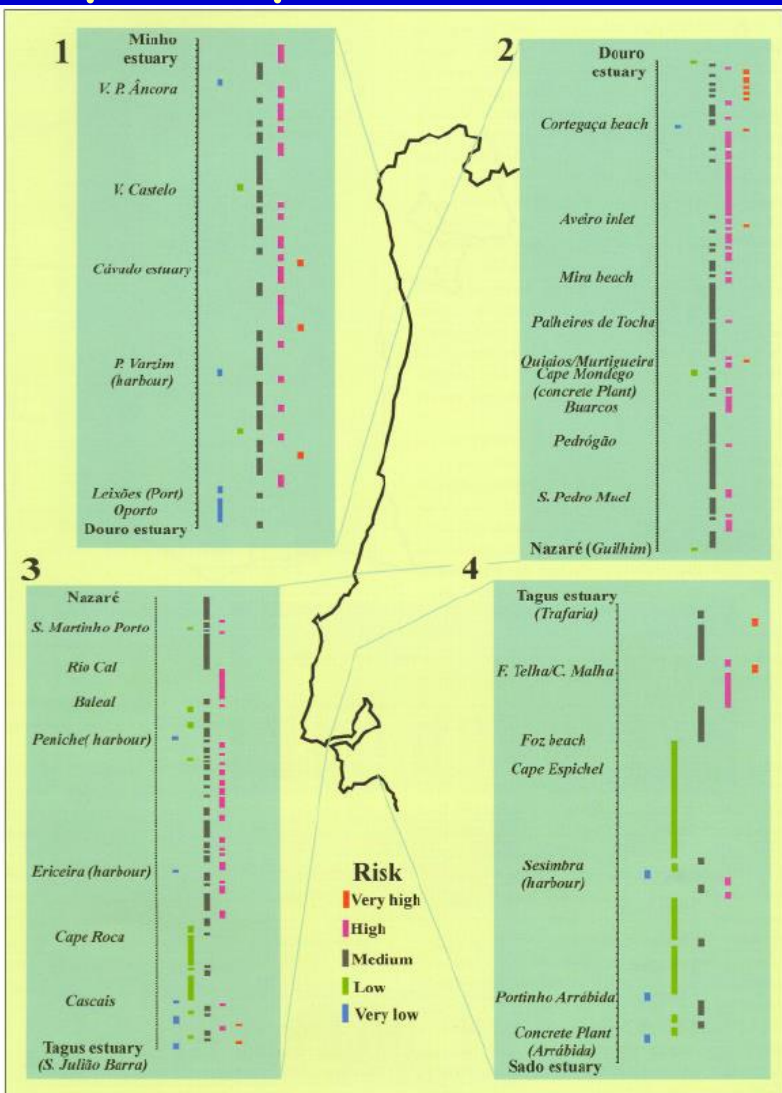
Aproximação morfológica



Source: Adaptado de  
Ferreira, Dias & Taborda  
(2008)

# Impacto Potencial das Alterações Climáticas em Zonas Costeiras

## Impactos potenciais da subida do NMM (Portugal)



Risco = SMART Approach (Ameaça) \* Ocupação Antrópica

Source: Andrade et al (2002); SIAM Project

Figure 6.14 - Longshore distribution of risk in stretches 1 to 4 resulting from the SMART approach.

Figure 6.15 - Longshore distribution of risk in stretches 5 to 8 resulting from the SMART approach.

# Impacto Potencial das Alterações Climáticas em Zonas Costeiras

## Aumento de tempestades - Impactos potenciais

Potencial aumento no número de eventos e sua intensidade

Potencial aumento da erosão costeira pontual

Potencial aumento do risco em zonas costeiras

Potencial alteração da direção da agitação

- Reorientação morfológica da linha de costa (erosão/acreção)
- Alterações nas áreas expostas a perigos

Alteração nas rotas/áreas afectadas por furacões e tempestades tropicais (devido ao aquecimento da água do mar)

# Impacto Potencial das Alterações Climáticas em Zonas Costeiras

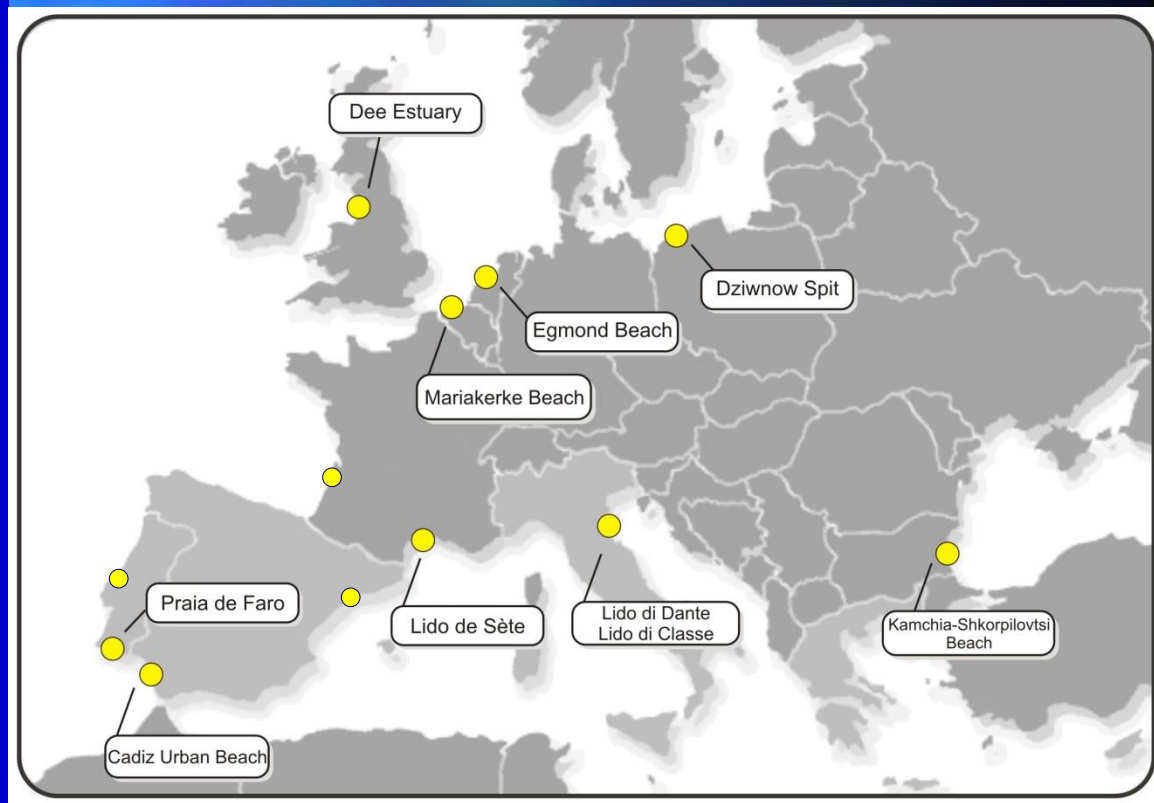
## Aumento de tempestades - Impactos potenciais

O Projecto MICORE (Estudo de alterações em tempestades na Europa - 12 áreas costeiras)

Os factores analisados incluem altura de ondas de tempestades, energia das ondas, ventos e níveis de sobrelevação, dependendo dos dados disponíveis em cada local.

Dados dos últimos 40-50 anos só se usando séries de dados com qualidade adequada.

Analisaram-se 58 indicadores (níveis de sobrelevação, altura da onda e vento acima de um limiar) para os 12 locais considerados.



# Impacto Potencial das em Zonas

## Aumento de tempestades - Impactos po

### MICORE Project - Resultados

Não se observaram tendências significativas de alteração consistente nas tempestades na Europa, nos registos das últimas décadas.

Grande variabilidade de tendências de região para região. O resultado dominante é a ausência de tendência, com a maioria dos indicadores (62%) a não possuírem tendência. Cerca de 19% mostraram tendência de aumento de tempestades e cerca de 19% mostraram tendência de decréscimo.

Portugal: Costa Sul - Tendência, não significativa, de decréscimo de tempestades. Costa Oeste - sem tendência

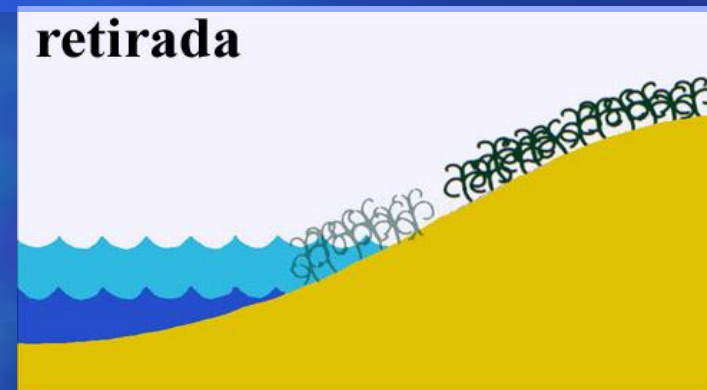
Source: Ciavola et al., 2011

Table B – Synthesis of storminess trends (duration, intensity and frequency) for each coastal region. NA – Not available, Grey – No trend, Pink – Increasing storminess, Blue – Decreasing storminess.

| Study site                     | Period    | Proxy                      | Storm duration trend | Storm intensity trend | Storm frequency trend |
|--------------------------------|-----------|----------------------------|----------------------|-----------------------|-----------------------|
| Belgium                        | 1955-2006 | Wind                       | NA                   |                       | NA                    |
| Belgium                        | 1955-2006 | Wind                       | NA                   |                       | NA                    |
| Belgium                        | 1955-2006 | Wind                       | NA                   |                       | NA                    |
| Belgium                        | 1978-2007 | Waves                      | NA                   |                       | NA                    |
| Belgium                        | 1978-2007 | Waves                      | NA                   |                       | NA                    |
| Belgium                        | 1978-2007 | Waves                      | NA                   |                       | NA                    |
| Belgium                        | 1925-2000 | Surge                      | NA                   |                       | NA                    |
| Bulgaria                       | 1948-2008 | Waves                      |                      |                       |                       |
| Bulgaria                       | 1948-2008 | Wind                       |                      |                       |                       |
| France - Aquitaine             | 1958-2008 | Waves                      |                      |                       |                       |
| France - Mediterranean         | 1958-2008 | Waves                      |                      |                       |                       |
| Italy - Northern Adriatic      | 1960-2008 | Wind                       |                      |                       |                       |
| Italy - Northern Adriatic      | 1923-2008 | Surges                     | NA                   |                       |                       |
| Netherlands                    | 1962-2008 | Wind                       | NA                   |                       |                       |
| Netherlands                    | 1890-1990 | Surge                      | NA                   |                       |                       |
| Poland                         | 1947-2007 | Surges                     | NA                   | NA                    |                       |
| Poland                         | 1958-2000 | Waves                      |                      | NA                    |                       |
| Poland                         | 1958-2000 | Waves; storm energy        | NA                   |                       | NA                    |
| Portugal - West coast          | 1958-2001 | Waves                      |                      |                       |                       |
| Portugal - South coast         | 1958-2008 | Waves                      |                      |                       |                       |
| Spain-Atlantic Andalusia       | 1958-2008 | Waves                      | NA                   | NA                    |                       |
| Spain-Atlantic Andalusia       | 1902-2007 | Wind                       | NA                   | NA                    |                       |
| Catalonia _N (Tordera)         | 1958-2008 | Waves                      |                      |                       | NA                    |
| Catalonia _Central (Llobregat) | 1958-2008 | Waves                      |                      |                       | NA                    |
| Catalonia _S (Ebro)            | 1958-2008 | Waves                      |                      |                       | NA                    |
| UK-Eastern Irish Sea - Heysham | 1963-2008 | Water level                |                      |                       |                       |
| UK-Irish Sea - Princess Pier   | 1963-1982 | Water level                |                      |                       |                       |
| UK-Eastern Irish Sea - Bidston | 1929-2002 | Maximum monthly wind speed |                      |                       |                       |
| UK-Eastern Irish Sea           | 1960-2007 | Significant wave height    |                      |                       |                       |

# Impacto Potencial das Alterações Climáticas em Zonas Costeiras

## Possible measures



Retirada: Permite migração/recuo



Protecção: Redução dos sistemas costeiros e perda de áreas húmidas



Adaptação: Procura de um balanço entre o ambiente e o desenvolvimento social

# Impacto Potencial das Alterações Climáticas em Zonas Costeiras

**Obrigado**