

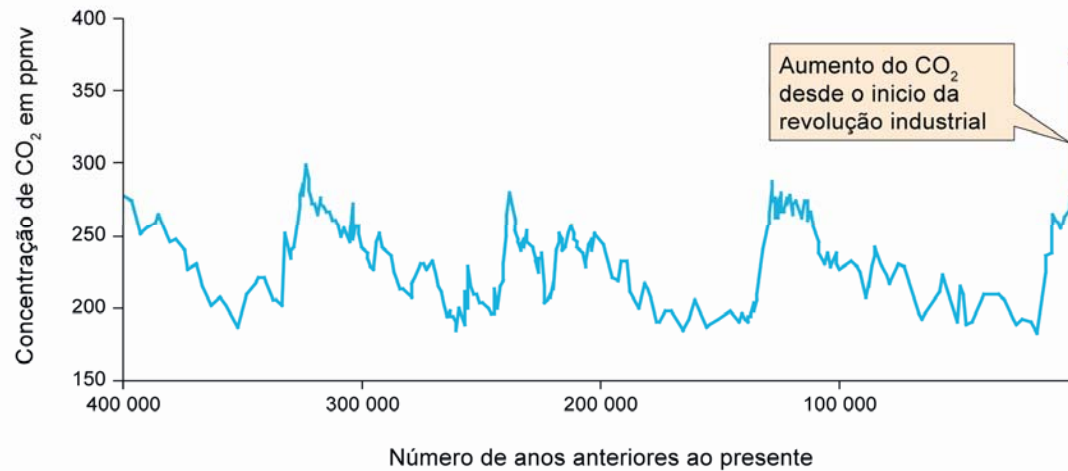
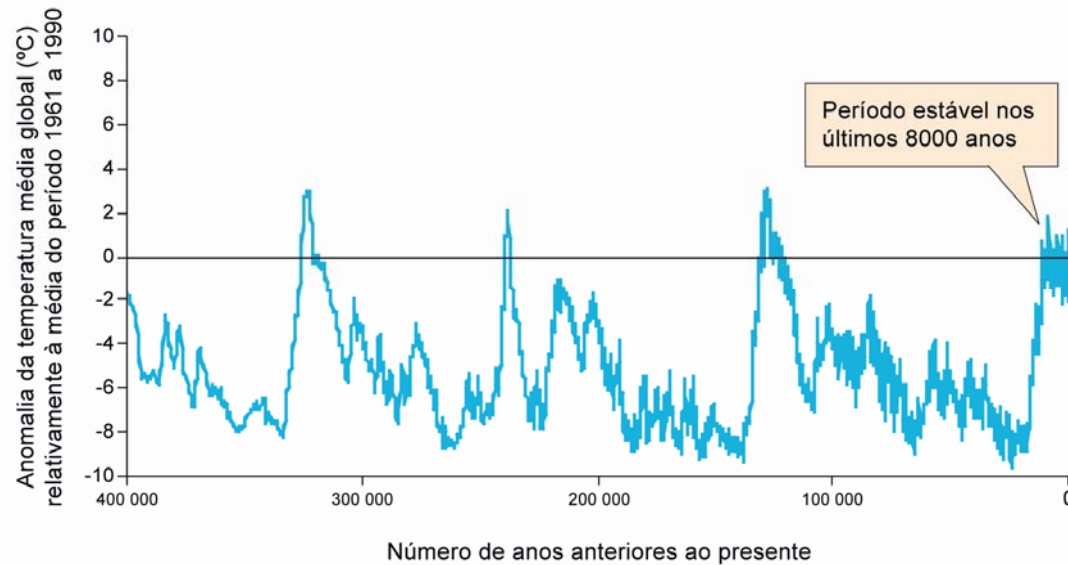
# Alterações Climáticas Tendências Recentes e Cenários Adaptação e Mitigação

Filipe Duarte Santos

Faculdade de Ciências da Universidade de  
Lisboa

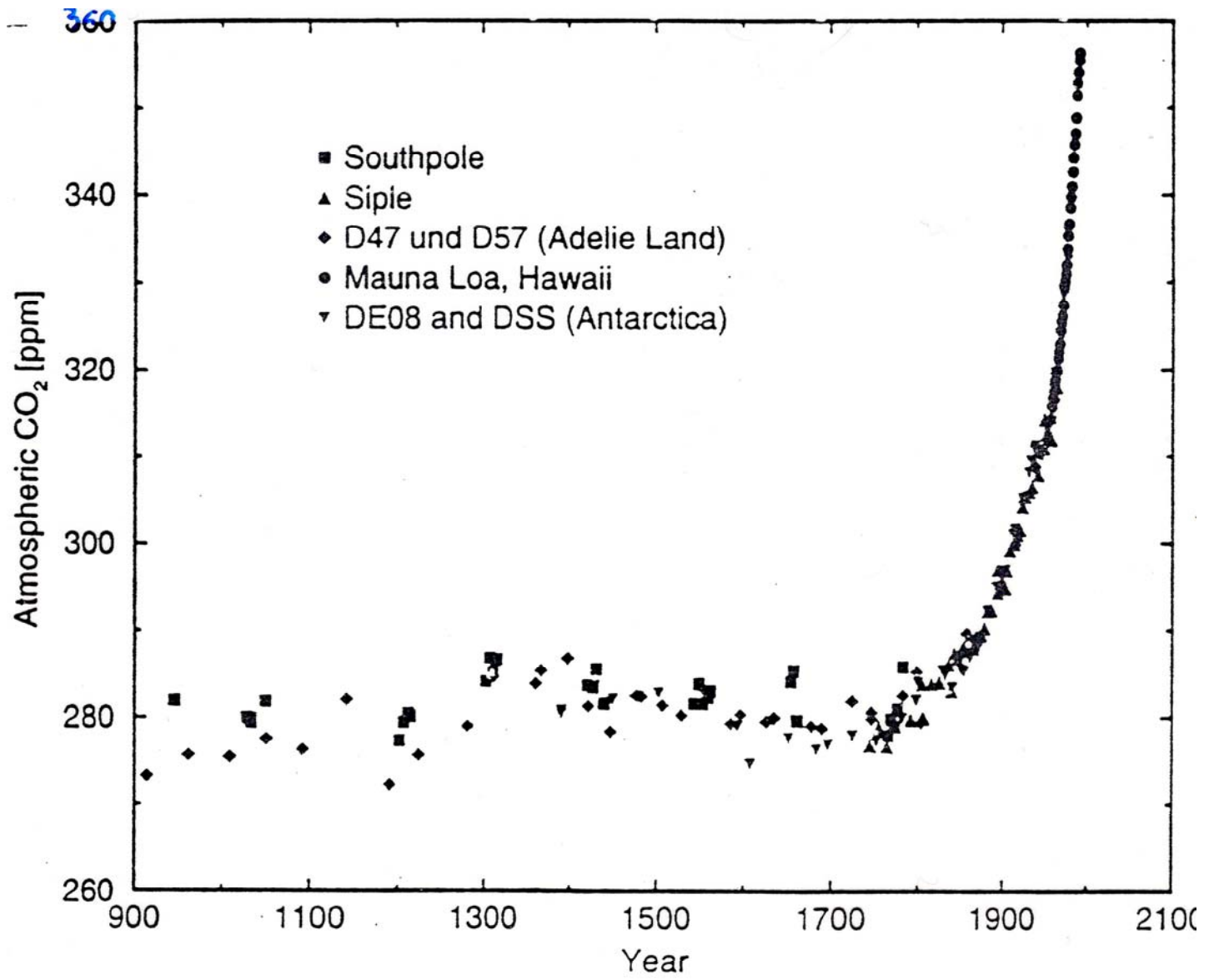
Laboratório Associado SIM – IDL

10 de Outubro de 2006  
Assembleia da República

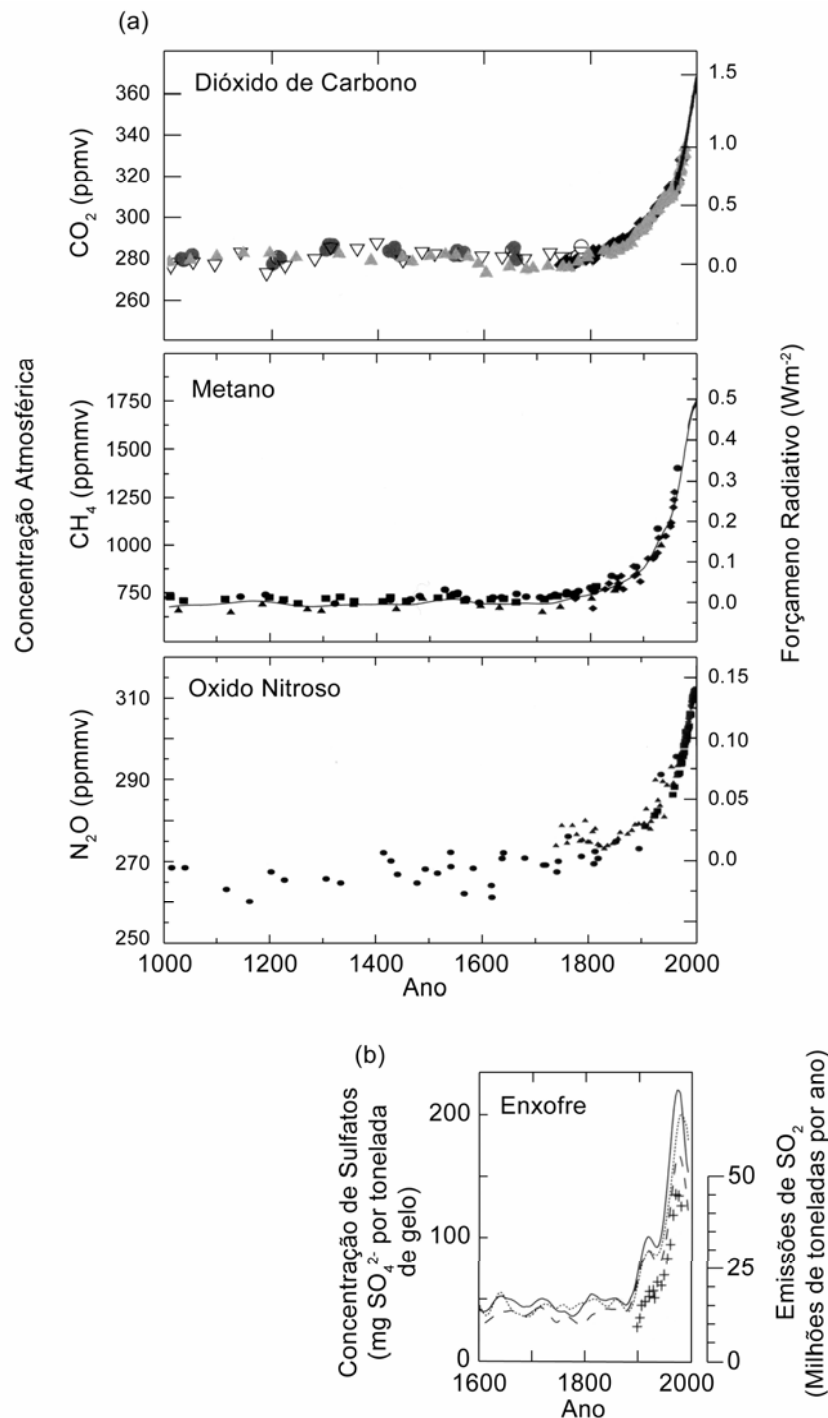


Reconstituição da evolução da temperatura média global da baixa atmosfera, representada por meio da anomalia relativamente à média do período de 1961 a 1990, e da concentração atmosférica do CO<sub>2</sub> nos últimos 400 000 anos (Petit, 1999). Figura adaptada de EEA, 2004. Repare-se na correlação que se observa entre os dois registos. O aumento da concentração do CO<sub>2</sub> a partir da revolução industrial e até ao presente está indicado por um vector aproximadamente vertical devido à escala de tempo utilizada na figura

**Fonte, Petit et al., 1999**

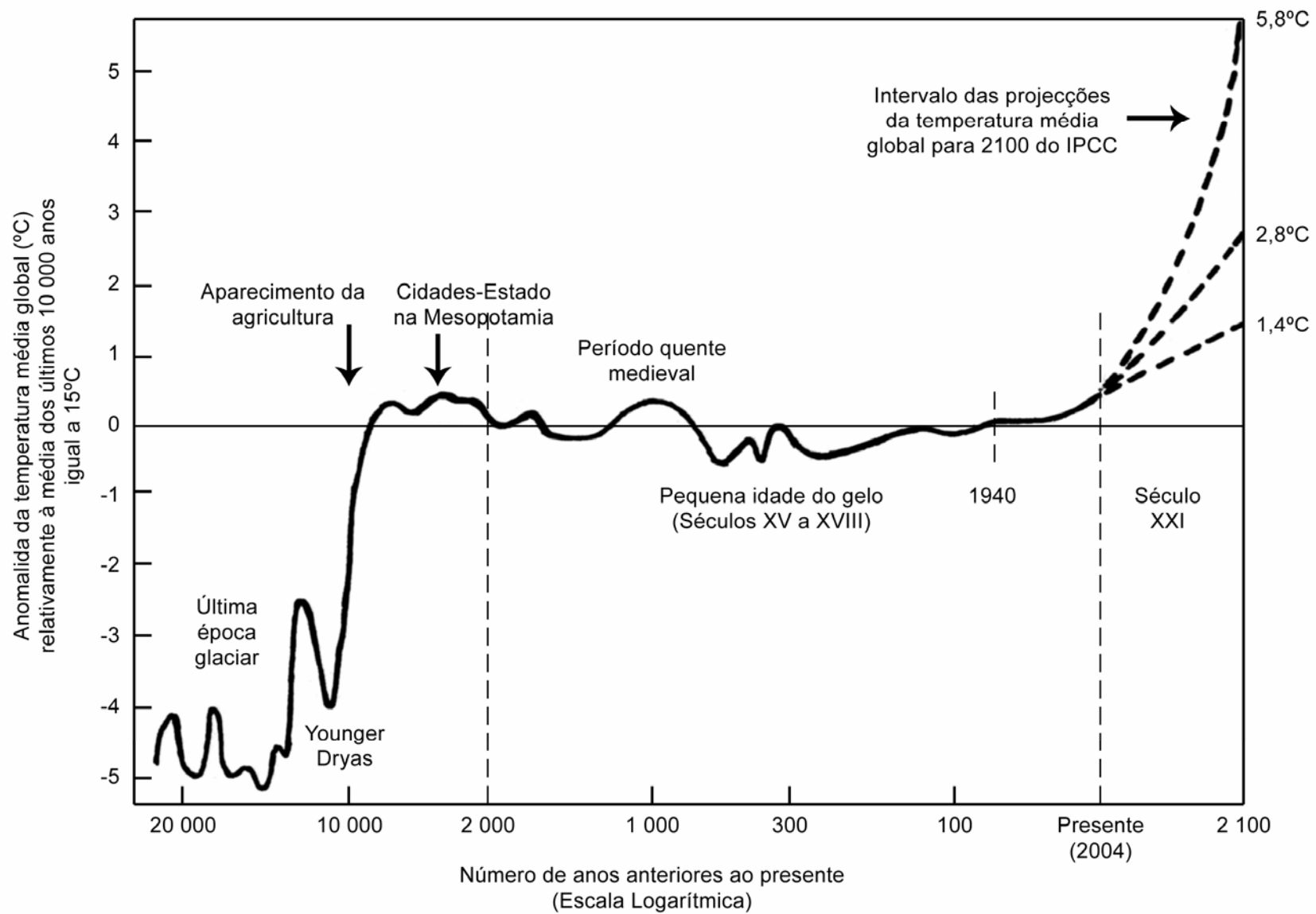


Fonte, IPCC

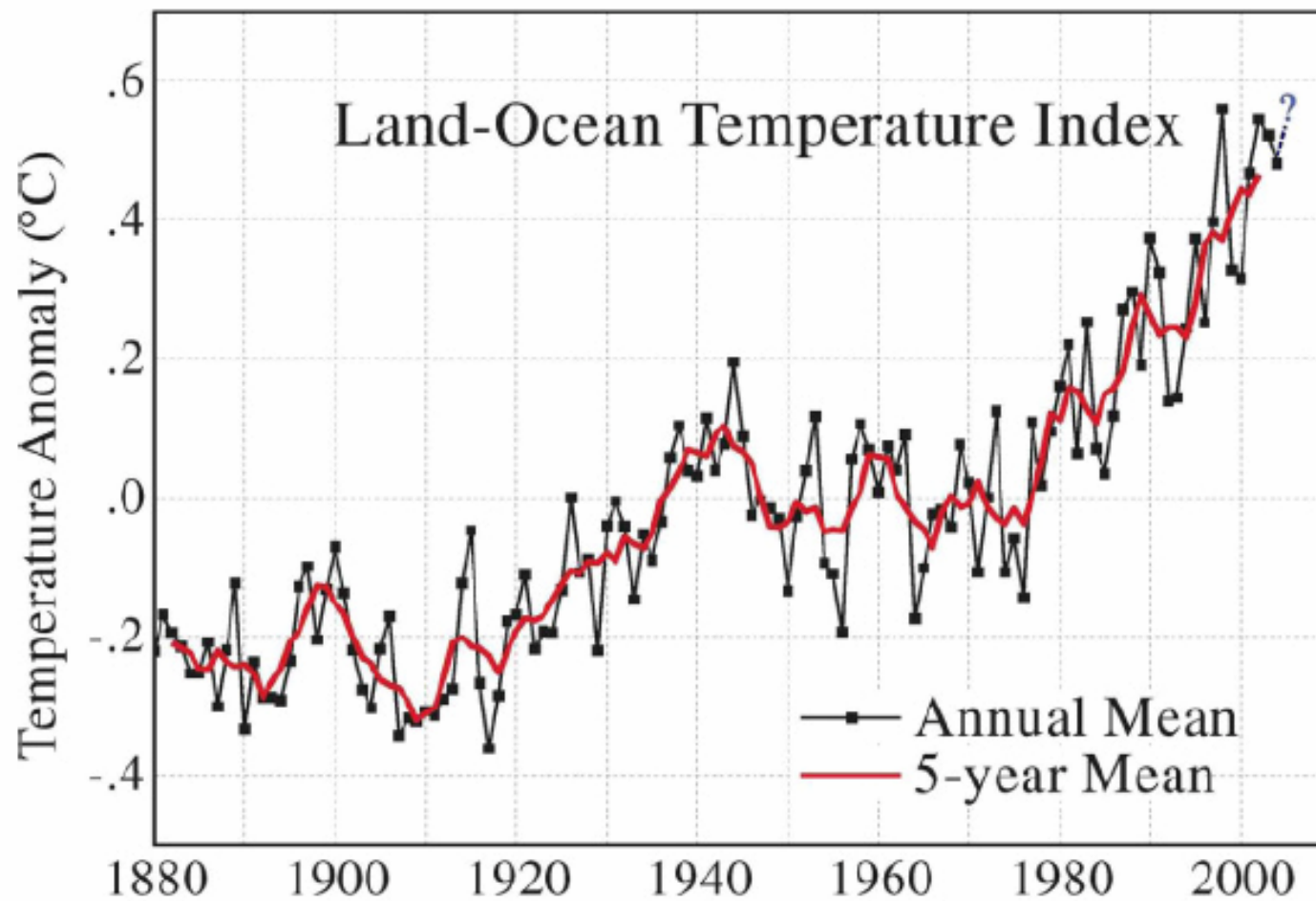


Evolução das concentrações de vários componentes da atmosfera (IPCC, 2001a). (a) Concentrações de três dos principais gases com efeito de estufa (GEE), com emissões antropogênicas – CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> e N<sub>2</sub>O – nos últimos 1 000 anos. Dados obtidos a partir de furos nos gelos da Antártica e Gronelândia e de observações directas nas últimas décadas (indicada por uma linha no caso do CO<sub>2</sub>). No gráfico relativo ao CH<sub>4</sub> a curva representa a média global. O forçamento radiativo provocado pela presença destes gases na atmosfera está representado à direita. No caso do CH<sub>4</sub> e N<sub>2</sub>O a concentração está representada em partes por milhão de milhão em volume (ppmmv). (b) Concentrações de sulfatos obtidas a partir de furos nos gelos da Gronelândia em três locais (curvas) e emissões totais de SO<sub>2</sub> na Europa e nos Estados Unidos da América (indicadas com +).

**Fonte, IPCC**



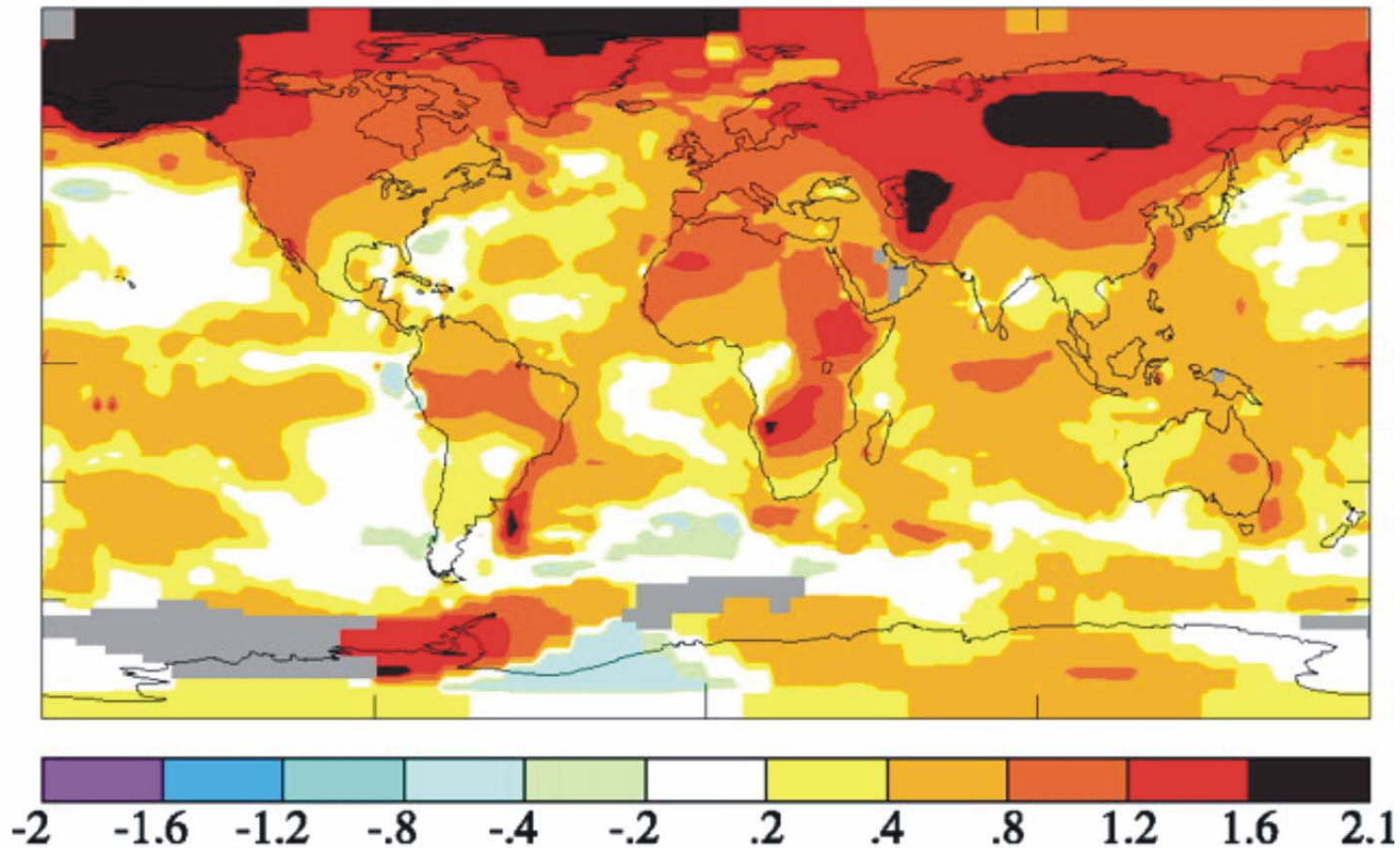
**Fonte, SIAM**



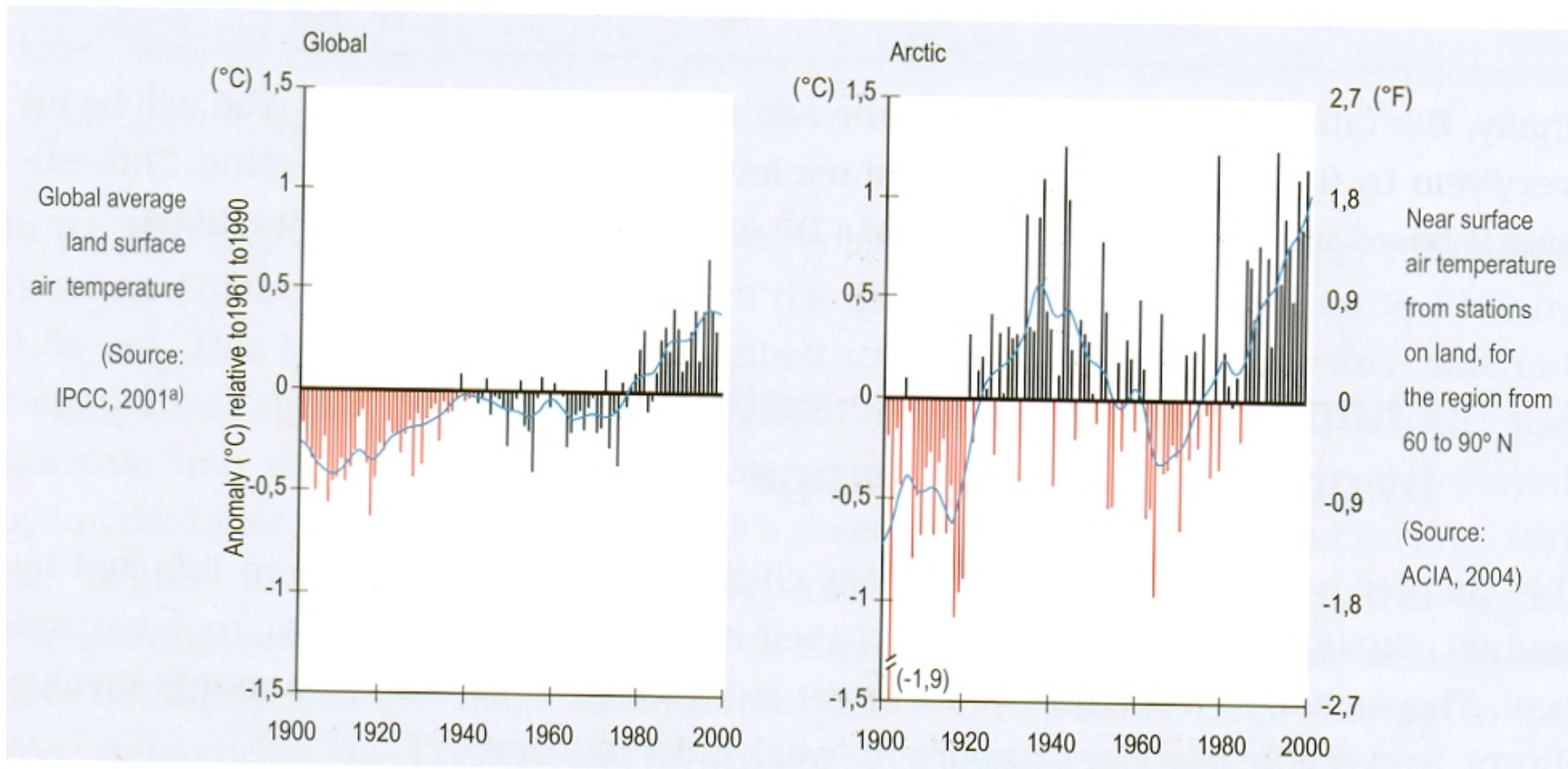
Global mean surface temperature change based on surface air measurements over land and SSTs over ocean

Source: Update of Hansen et al., *JGR*, **106**, 23947, 2001; Reynolds and Smith, *J. Climate*, **7**, 1994; Rayner et al., *JGR*, **108**, 2003.

**B 2001-2005 Mean Surface Temperature Anomaly (°C)  
= 1951-1980** **Global Mean = 0.54**



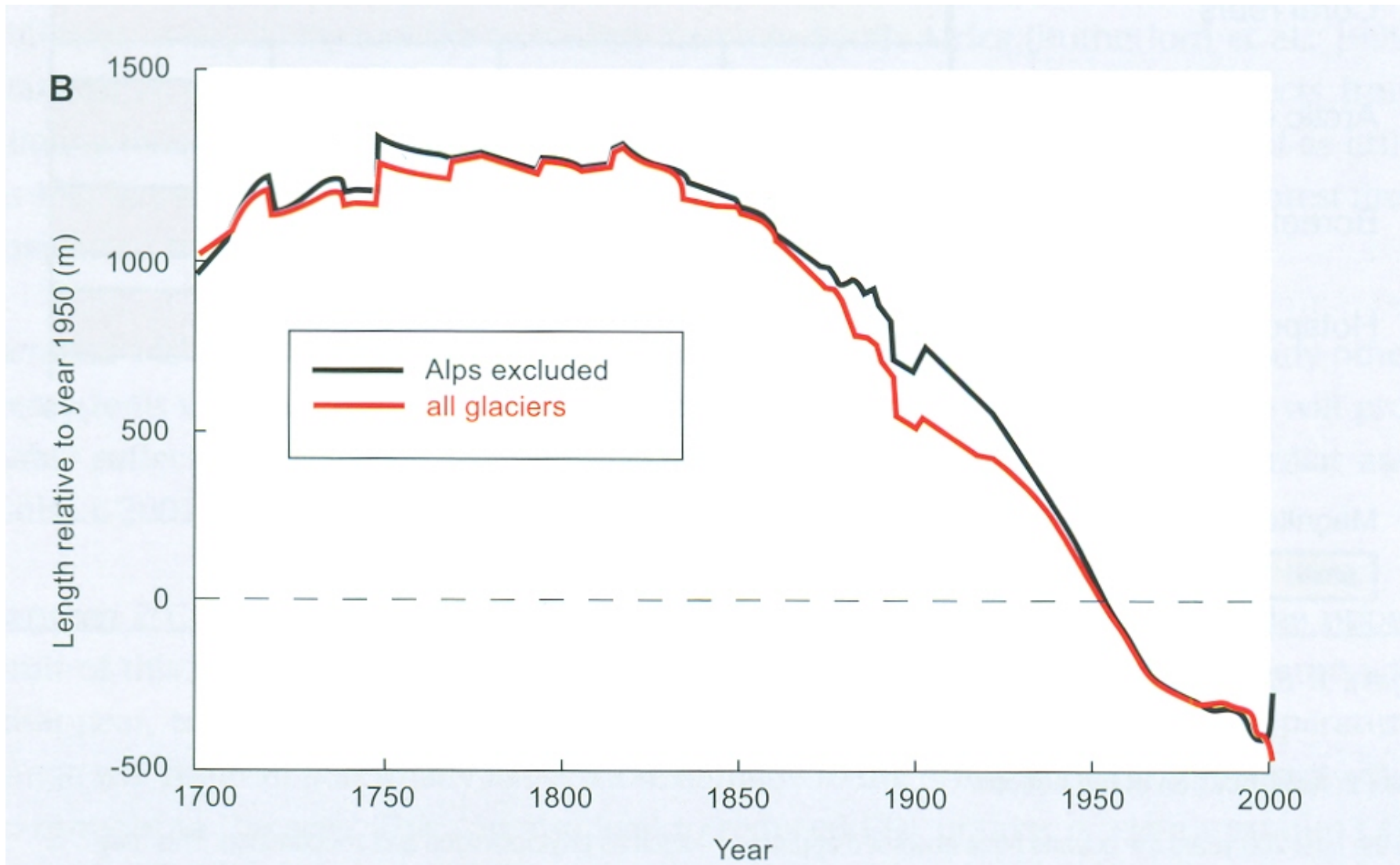
Fonte: Hansen, James et al. (2006) Proc. Natl. Acad. Sci. USA 103, 14288-14293



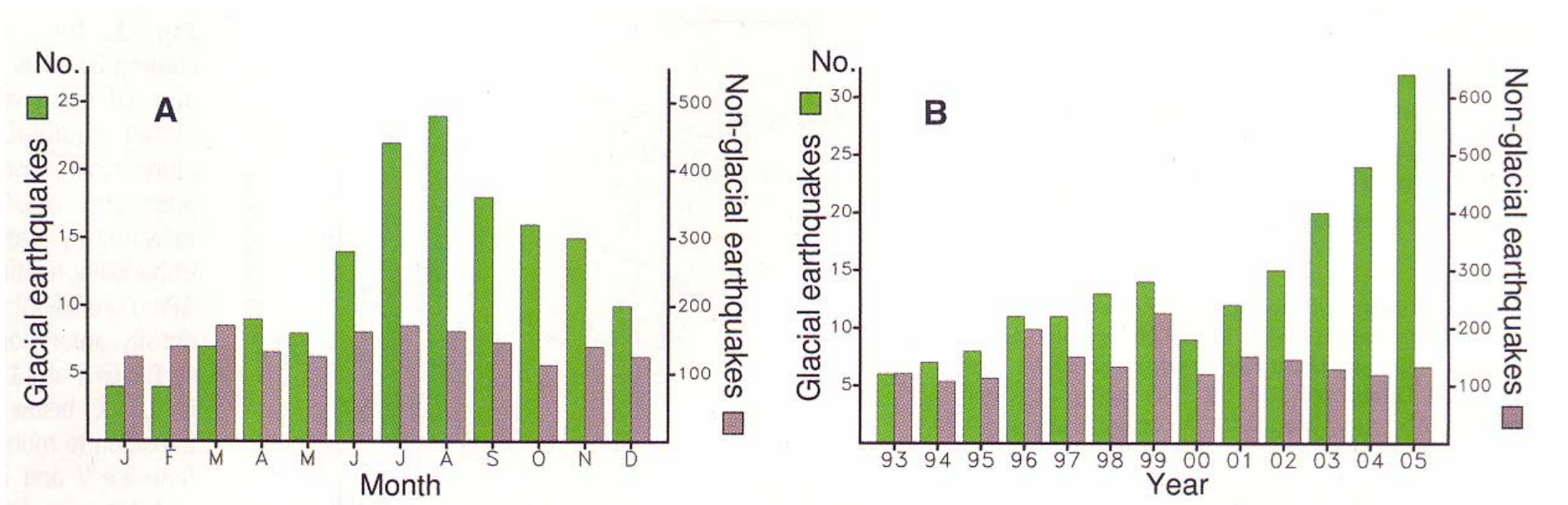
Fonte, IPCC, 2001

Fonte, ACIA, 2004



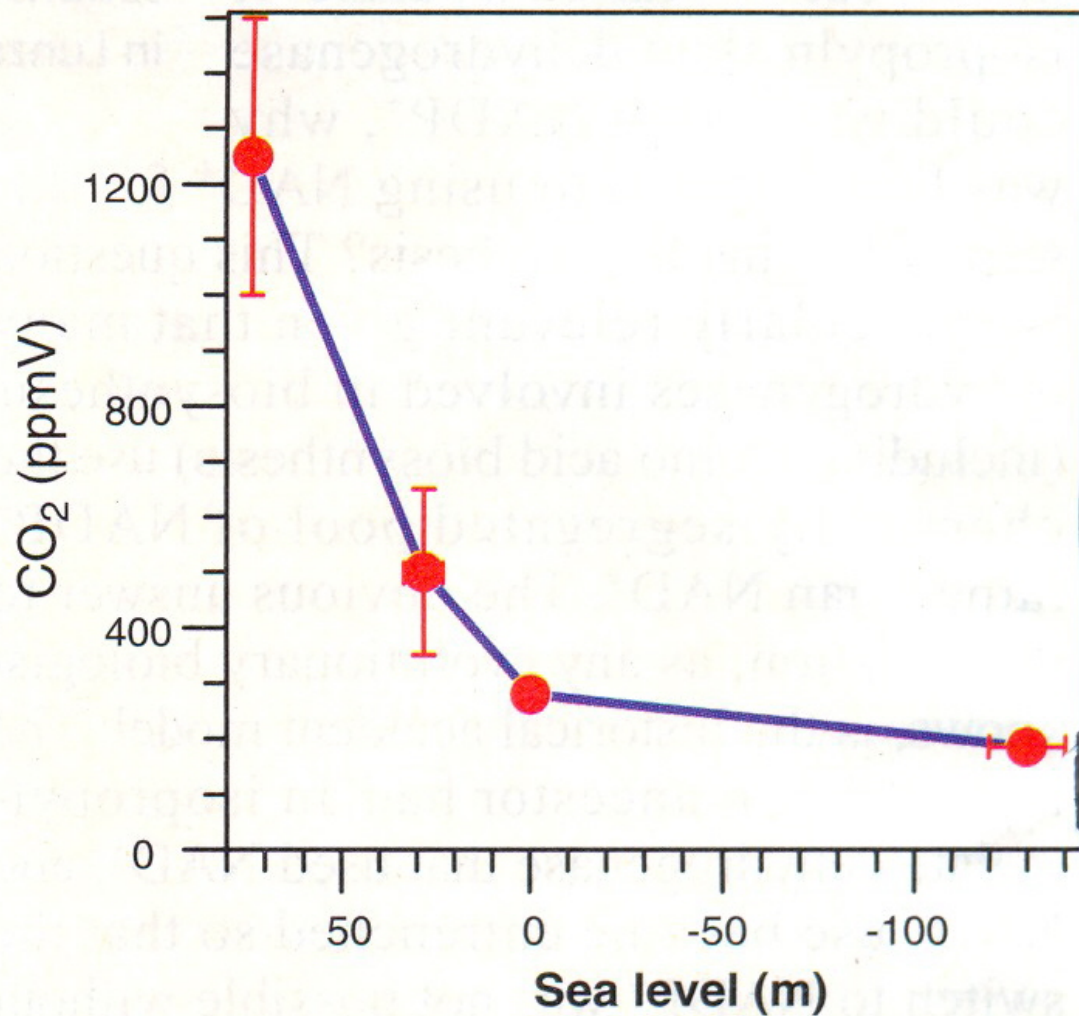


Fonte, Oerlemans, 2005



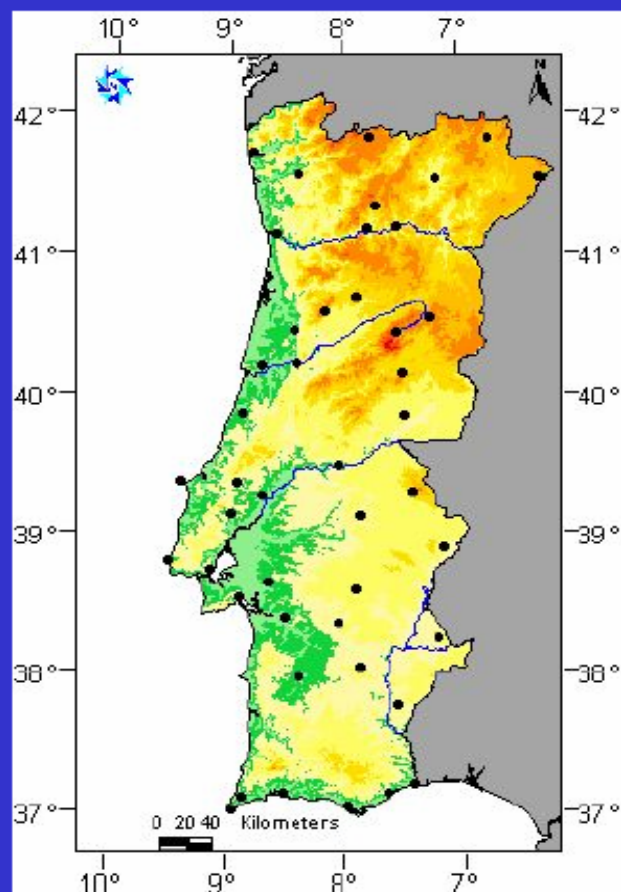
A) Histogram showing seasonality of glacial earthquakes on Greenland. Green bars show the number of detected Greenland glacial earthquakes in each month during the period 1993 to 2004. Gray bars show the number of earthquakes of similar magnitude detected elsewhere north of 45° N during the same period. B) Histogram showing the increasing number of Greenland glacial earthquakes (green bars) since at least 2002. No general increase in the detection of earthquakes north of 45°N (gray bars) is observed during this time period.

Fonte: J.T. Overpeck et al, Science 311 (2006) 1747

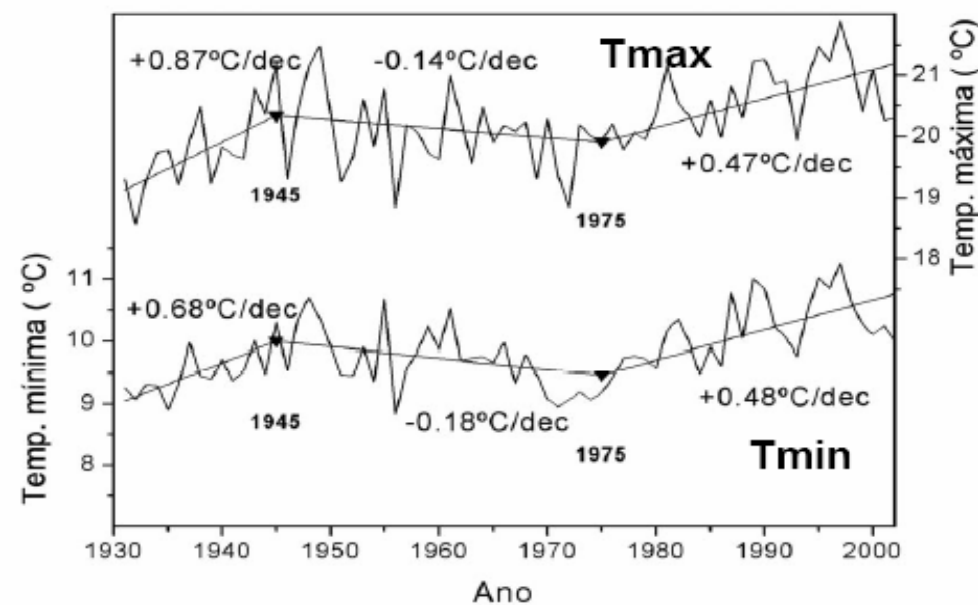


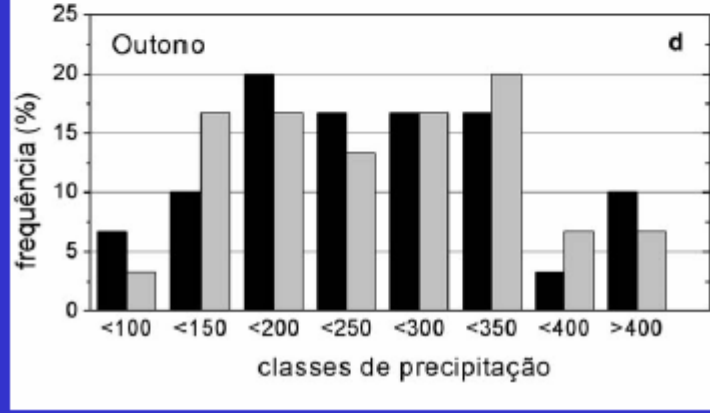
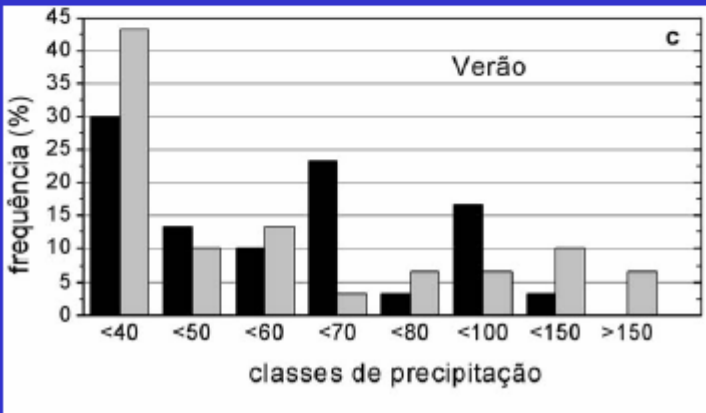
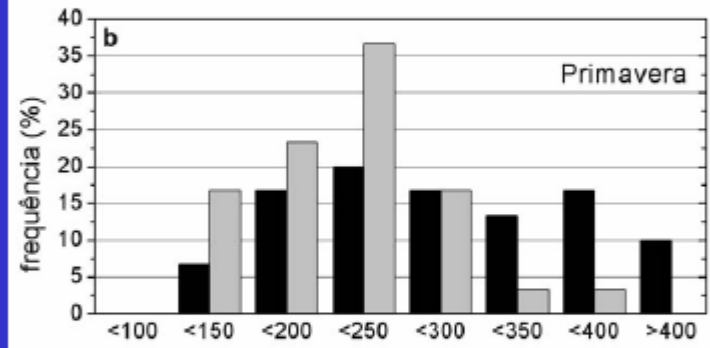
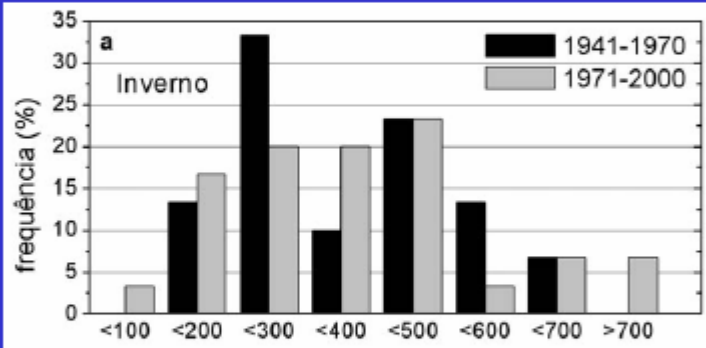
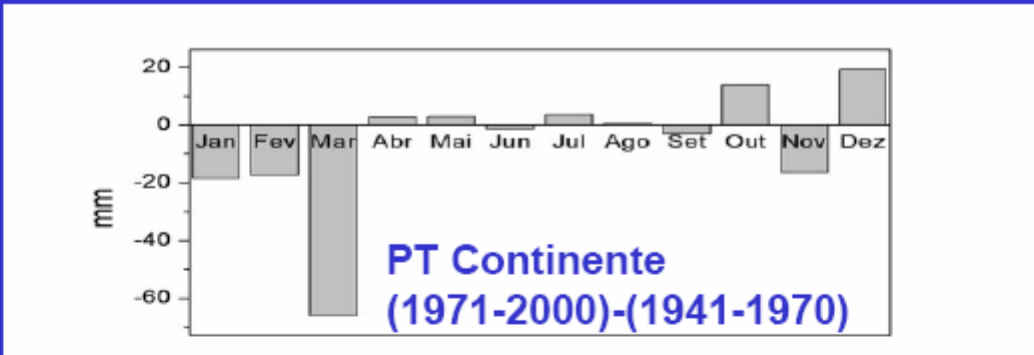
**Fig. 1.** Relation between estimated atmospheric CO<sub>2</sub> and the ice contribution to eustatic sea level indicated by geological archives and referenced to modern (pre-Industrial Era) conditions [CO<sub>2</sub> = 280 parts per million by volume (ppmV), eustatic sea level = 0 m]. The most recent time when no permanent ice existed on the planet (sea level = +73 m) occurred >35 million years ago when atmospheric CO<sub>2</sub> was 1250 ± 250 ppmV (54). In the early Oligocene (~32 million years ago), atmospheric CO<sub>2</sub> decreased to 500 ± 150 ppmV (54), which was accompanied by the first growth of permanent ice on the Antarctic continent, with an attendant eustatic sea-level lowering 45 ± 5 m (55). The most recent time of low atmospheric CO<sub>2</sub> (185 ppmV) (56) corresponds to the Last Glacial Maximum 21,000 years ago, when eustatic sea level was -130 ± 10 m (8). Error bars show means ± SD.

## 2 – Séries históricas

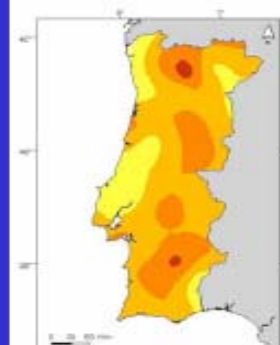
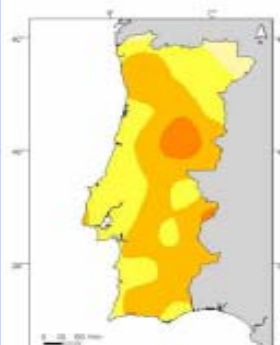
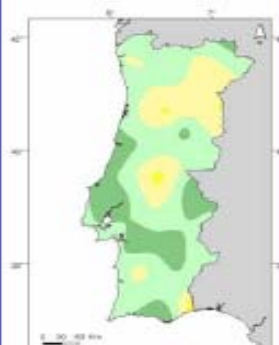
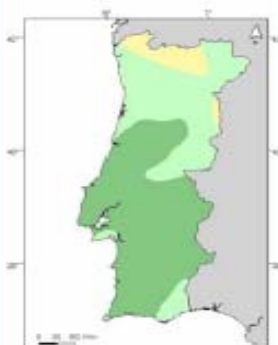


## OBSERVAÇÕES Temperatura em Portugal Continental

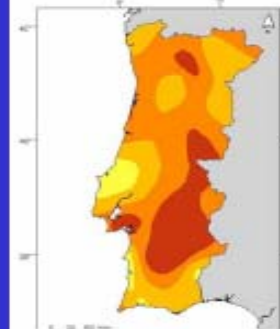
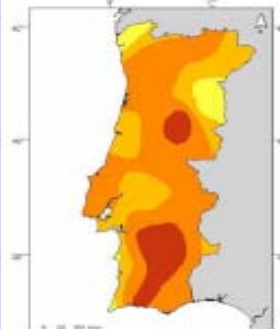
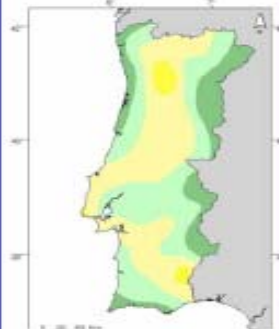
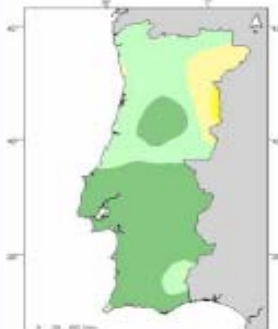




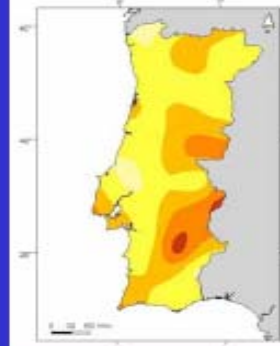
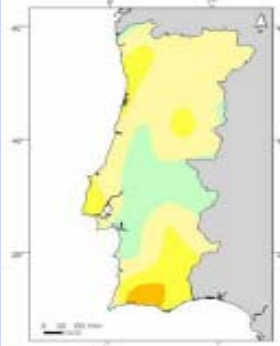
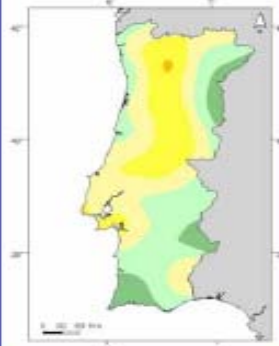
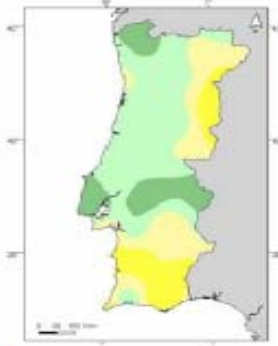
Jan



Fev

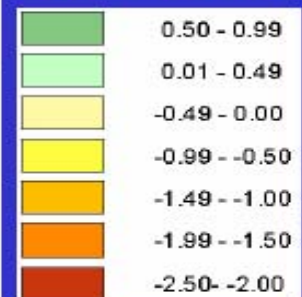


Mar



Indice  
PDSI  
Seca

Chuva ligeira



Seca moderada

V. Pires 2004, IM

1961-70

1971-80

1981-90

1991-00

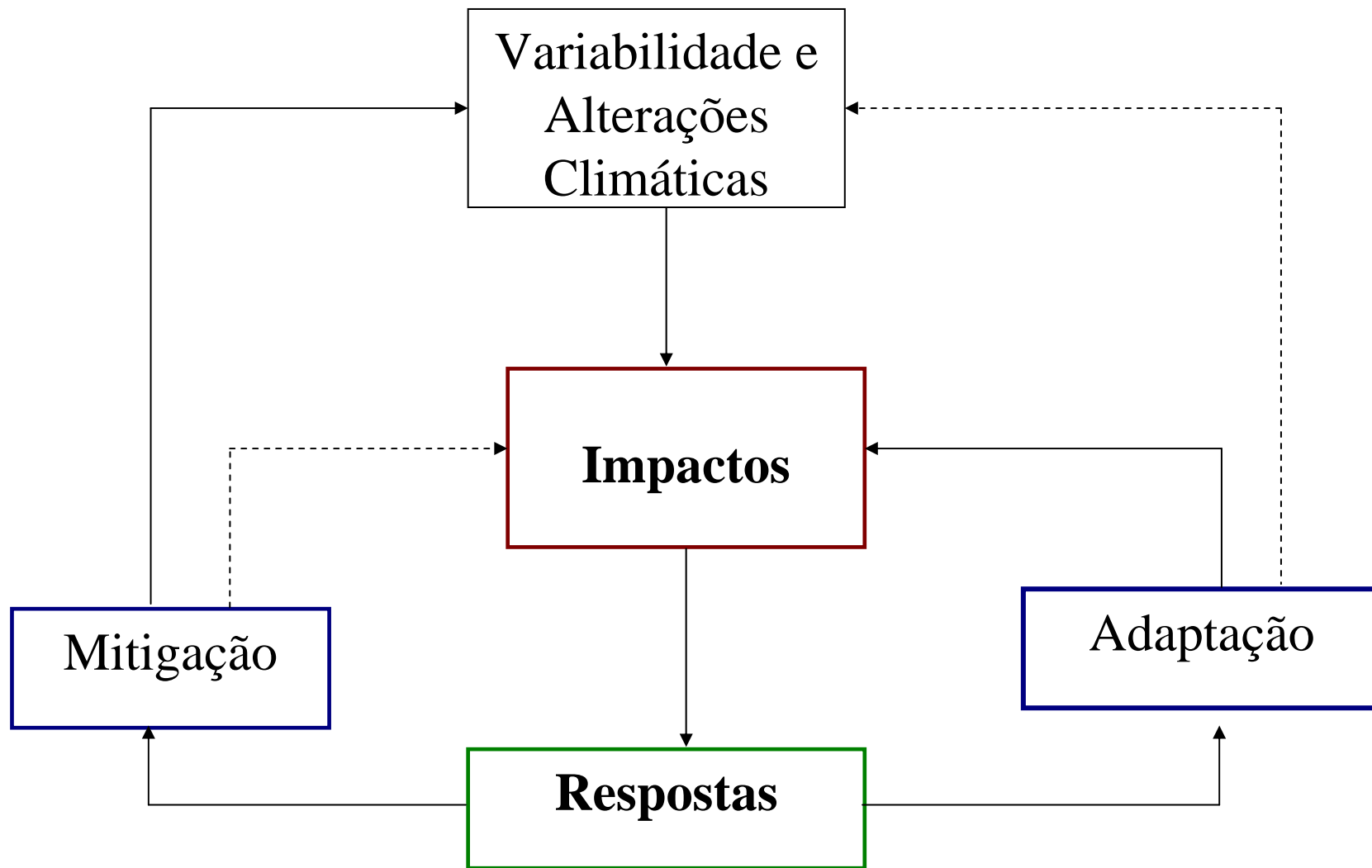
# Tendências Climáticas Recentes Observadas I

- Aumento da temperatura média global (TMG) desde 1860-----  
- 0,8°C;
- Desde meados da década de 1970 a TMG aumenta de -----  
0,2°C por década;
- Em Portugal Continental esse aumento tem sido de -----0,4 a 0,5°C  
por década;
- Maior frequência de fenómenos climáticos extremos:
  - Episódios de precipitação intensa em períodos

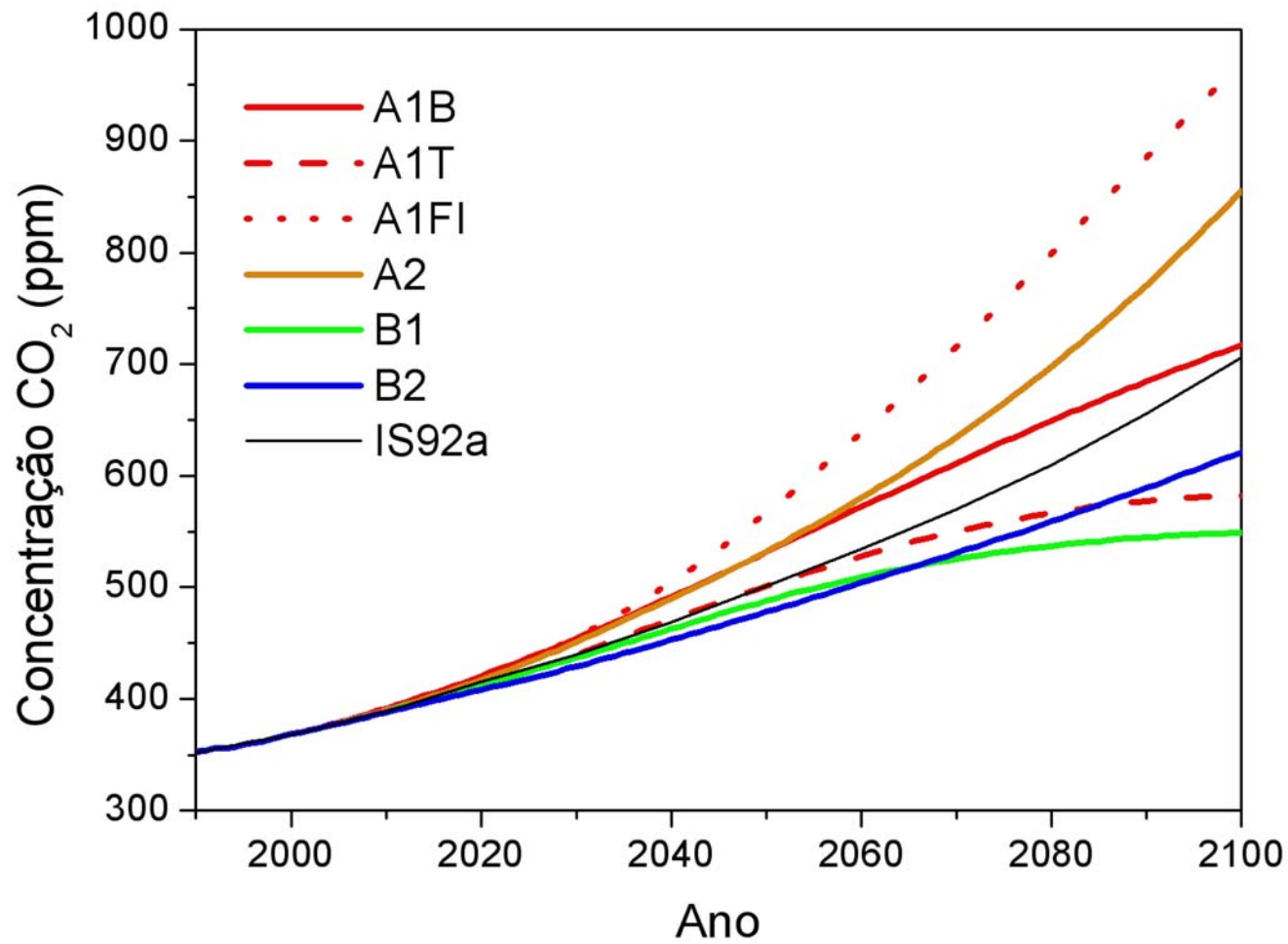
# Tendências Climáticas Recentes Observadas II

- Durante o século XXI o aumento do nível médio do mar foi, em média, de 0,1 a 0,2 mm por ano;
- Presentemente o nível médio do mar está a aumentar de 0,3 a 0,4 mm por ano;
- Gelos oceânicos no Ártico estão a fundir a um ritmo de 9% por década;
- Há sinais de uma aceleração da fusão dos campos de gelo (assentes em terra firme) na Gronelândia e no Oeste da Antárctica.



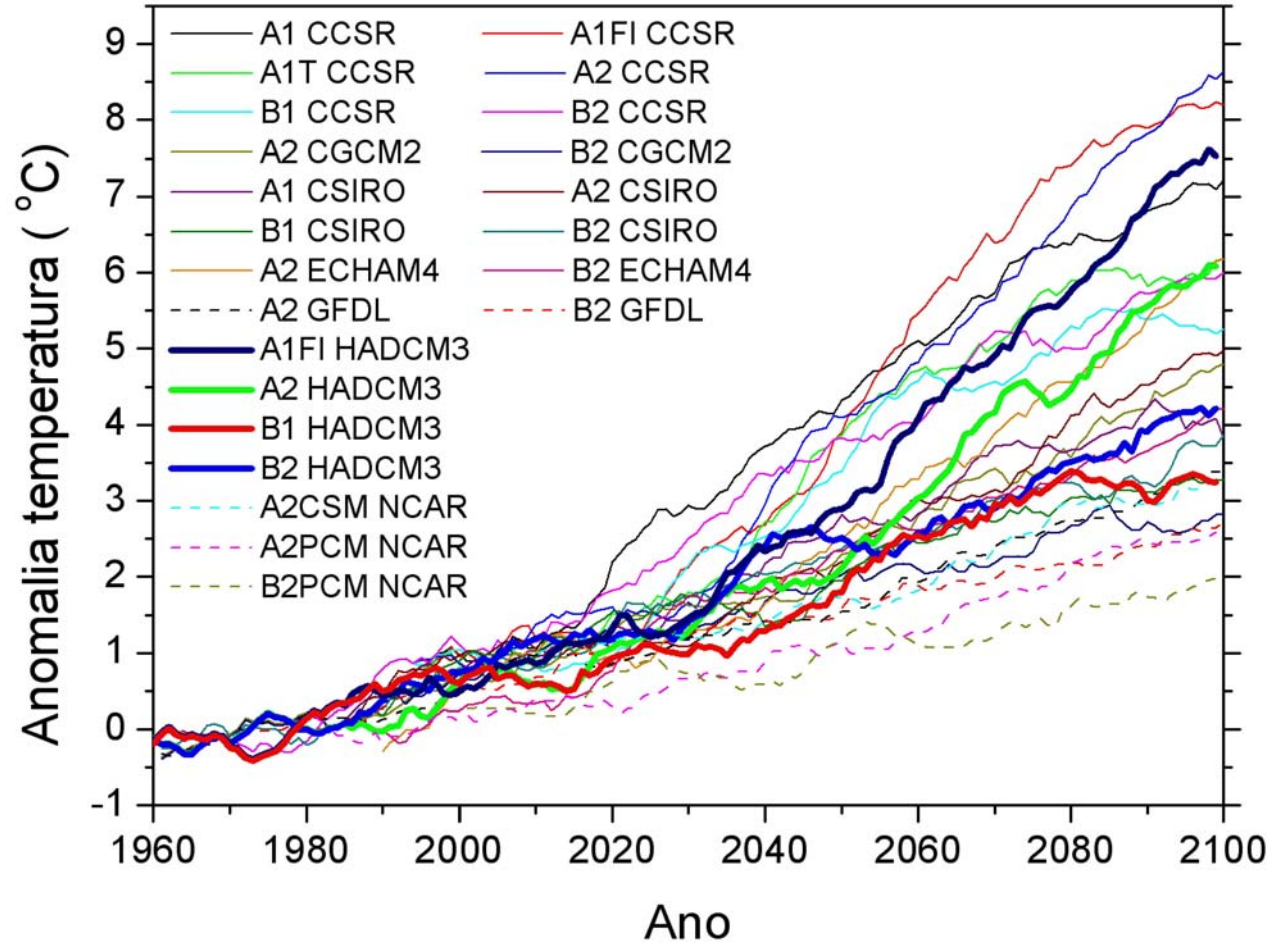


————— Efeitos directos ou retroacção  
- - - - - Efeitos indirectos



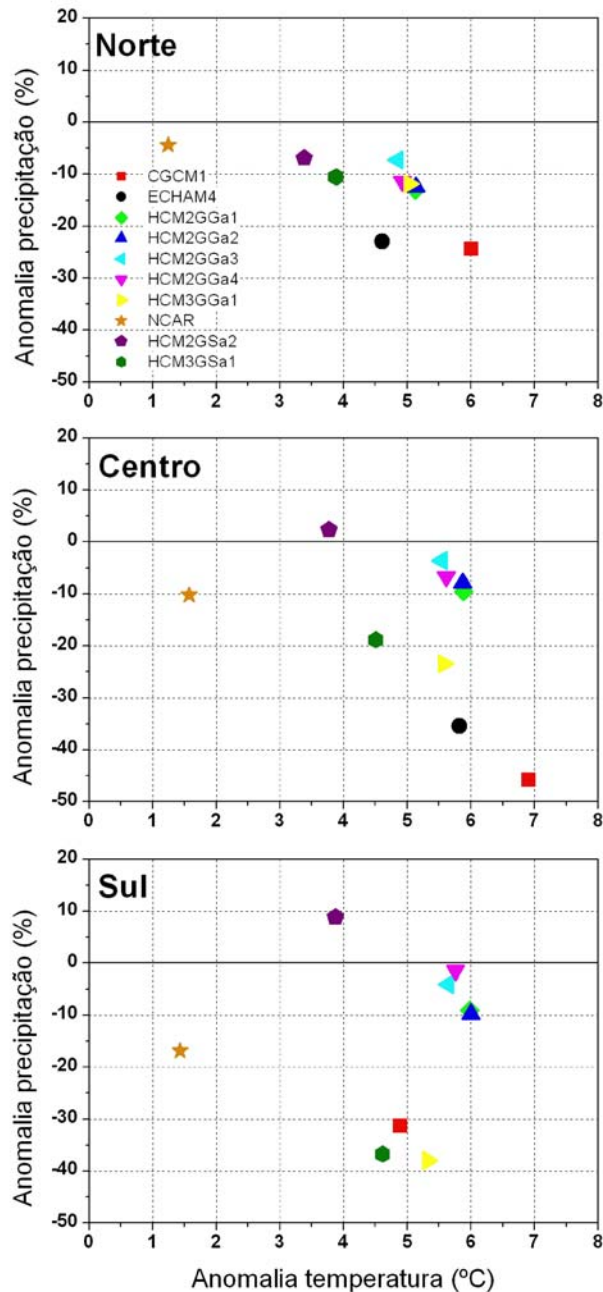
Cenários SRES da concentração de CO<sub>2</sub> (A1B, A1T, A1F1, A2, B1 e B2) e cenário IS92a

Fonte SIAM



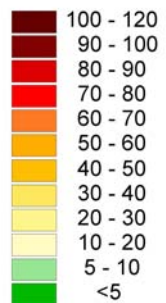
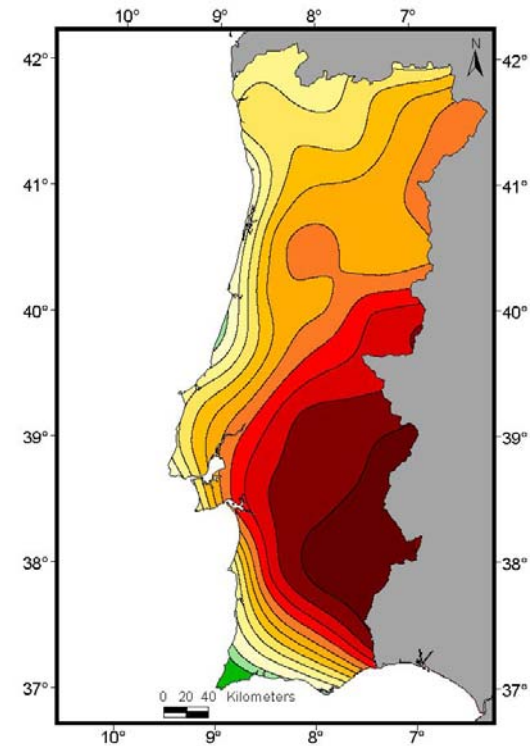
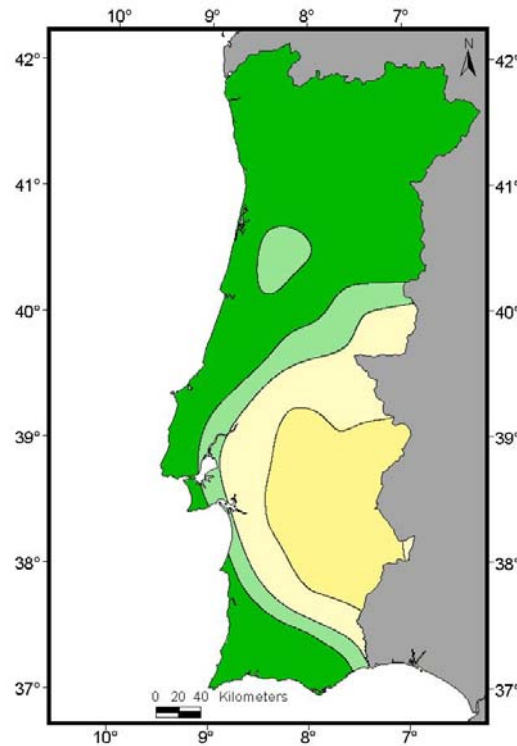
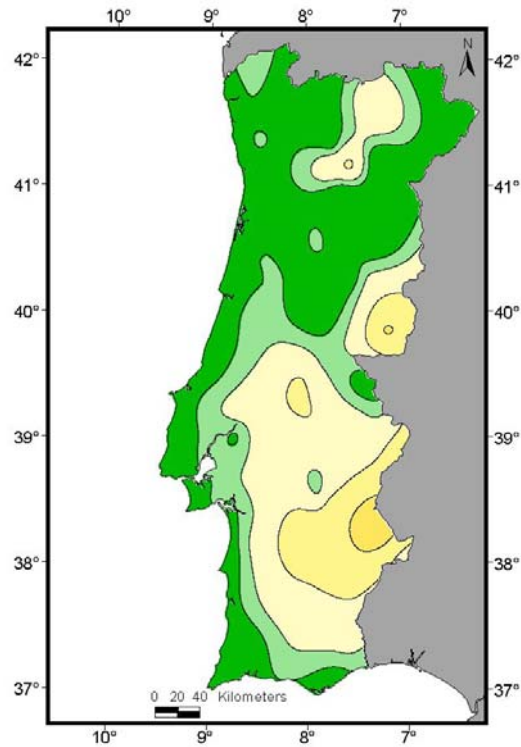
Evolução da anomalia da temperatura média na Península Ibérica em diversos modelos globais (GCMs), calculada como a diferença entre as simulações com aumento de CO<sub>2</sub> (cenário IS92a) e as simulações de controlo. Média móvel de 10 anos aplicada às séries anuais.

Fonte SIAM

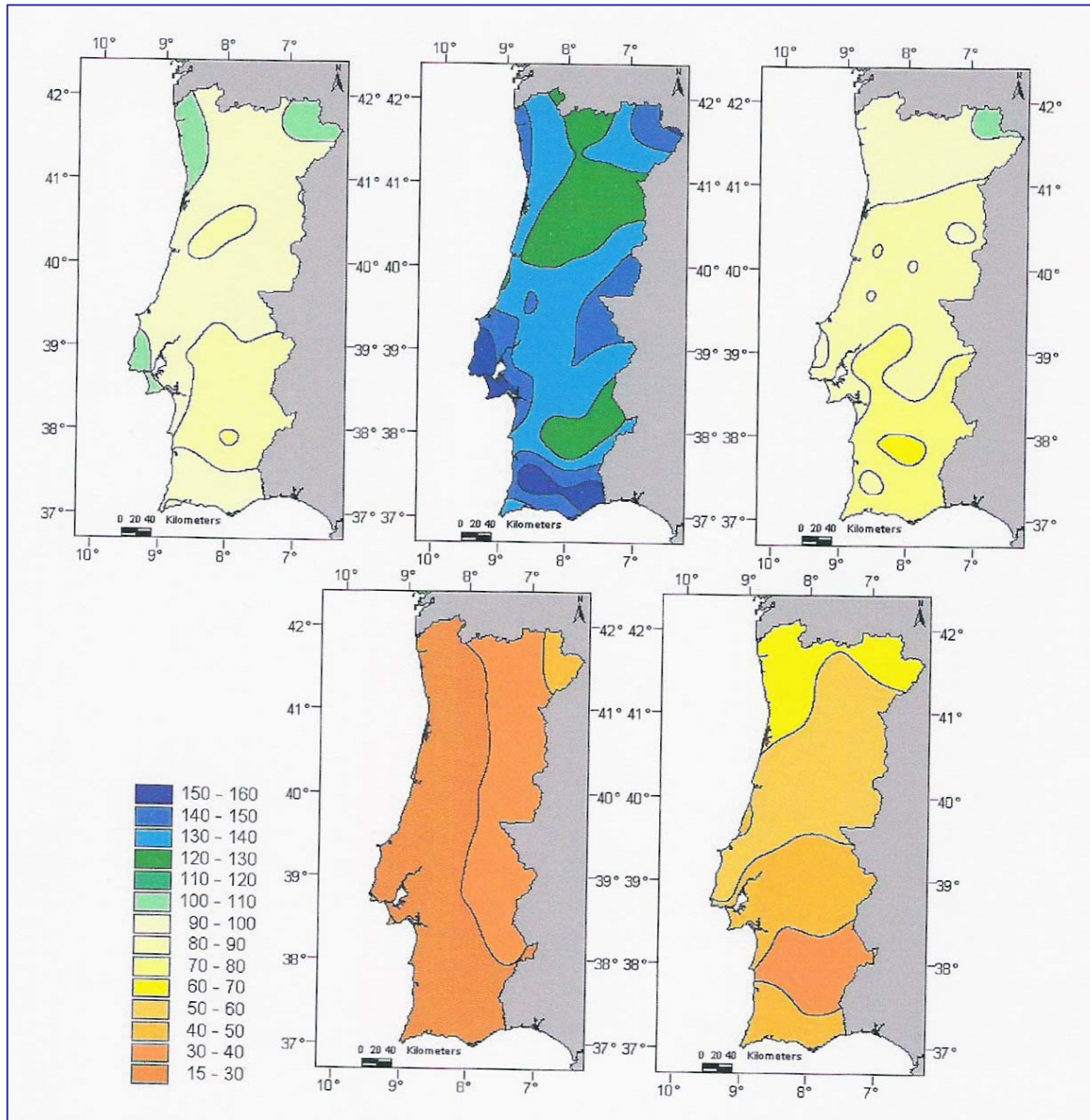


Anomalias da temperatura média e precipitação anual acumulada (em percentagem da precipitação de controlo) nos 3 pontos dos modelos globais situados na zona Oeste da Península Ibérica. Anomalias calculadas considerando a diferença entre as simulações com aumento de CO<sub>2</sub> (cenário IS92a, período 2070-2099) e as simulações de controlo.

Fonte SIAM



Number of days per year with maximum temperature above 35°C (hot days)



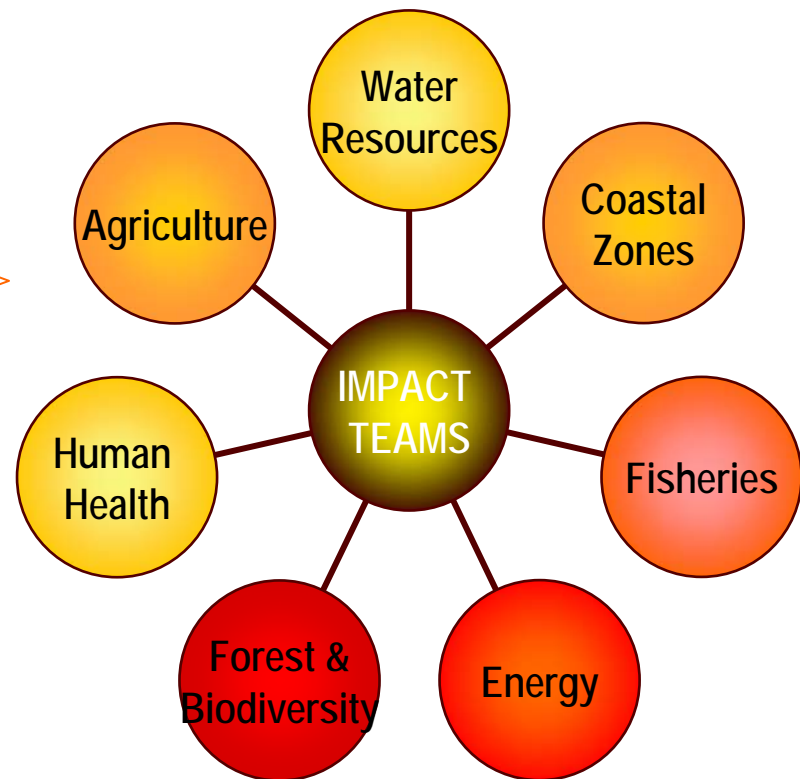
Annual and seasonal total precipitation in the HadRm CGa2 simulation in percentage (%) (100xGGa2/control). A) annual; b) winter (DJF); c) spring (MAM); d) summer (JJA); e) autumn (SON)

Fonte, SIAM



# Climate Change in Portugal: Scenarios, Impacts and Adaptation Measures (SIAM Project)

- SIAM I study was the first integrated study on the impacts of climate change in Portugal (and in any Southern European country)
  - Integration Team
  - Scenario Teams
    - Climate
    - Socio-economic
  - Impact Teams
- Health Study
  - National focus
  - Team
    - Elsa Casimiro
    - Jose Calheiros
    - Suraje Dessai



[http://www.siam.fc.ul.pt/SIAM\\_Book](http://www.siam.fc.ul.pt/SIAM_Book)

# Alterações Climáticas em Portugal

## Cenários, Impactos e Medidas de Adaptação – Projecto SIAM I

### **Coordenador do Projecto SIAM**

Filipe Duarte Santos

*Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa*

### **AUTORES**

#### **1 – PROBLEMÁTICA DAS ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS NO INÍCIO DO SÉCULO XXI**

Filipe Duarte Santos

*Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa*

#### **2 – O CLIMA DE PORTUGAL NOS SÉCULOS XX E XXI**

Pedro M. A. Miranda (Coordenador)

*Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa*

*Centro de Geofísica da Universidade de Lisboa*

M. Antónia Valente

*Centro de Geofísica da Universidade de Lisboa*

António R. Tomé

*Universidade da Beira Interior*

*Centro de Geofísica da Universidade de Lisboa*

Ricardo Trigo

*Centro de Geofísica da Universidade de Lisboa*

*Universidade Lusófona*

M. Fátima E. S. Coelho

*Instituto de Meteorologia*

Ana Aguiar

*Centro de Geofísica da Universidade de Lisboa*

Eduardo B. Azevedo

*Universidade dos Açores*

#### **3 – RECURSOS HÍDRICOS**

##### **Autores**

Luís Veiga da Cunha (Coordenador)

*Faculdade de Ciências e Tecnologia*

*Universidade Nova de Lisboa*

Luís Ribeiro

*CVRM – Centro de Geossistemas*

*Instituto Superior Técnico*

Rodrigo Proença de Oliveira

*Chiron, Sistemas de Informação, SA*

João Nascimento

*SIAM*

*CVRM – Centro de Geossistemas*

*Instituto Superior Técnico*

##### **Contribuições**

José Paulo Monteiro (Aquífero de Escusa)

*CVRM – Centro de Geossistemas*

*Universidade do Algarve*

Luís Nunes (Aquífero Superior da Península de Tróia)

*CVRM – Centro de Geossistemas*

*Universidade do Algarve*

Amélia Carvalho Dill (Aquífero Superior da Península de Tróia)

*CVRM – Centro de Geossistemas*

*Universidade do Algarve*

#### **4 – ZONAS COSTEIRAS**

César Andrade (Coordenador)

*Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa*

*Centro de Geologia da Universidade de Lisboa*

Henrique Oliveira Pires

*Instituto de Meteorologia*

Pedro Silva

*SIAM*

*Instituto de Meteorologia*

Rui Taborda

*Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa*

*Laboratório de Tectonofísica e Tecnónica Experimental*

Maria da Conceição Freitas

*Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa*

*Centro de Geologia da Universidade de Lisboa*

#### **5 – AGRICULTURA**

Pedro Aguiar Pinto (Coordenador)

*Instituto Superior de Agronomia*

Ricardo Braga

*Escola Superior Agrária de Elvas*

Ana Paiva Brandão

*Instituto Superior de Agronomia*

#### **6 – SAÚDE HUMANA E IMPLICAÇÕES PARA O TURISMO**

##### **Autores**

José M. Calheiros (Coordenador)

*Faculdade de Ciências da Saúde da Universidade da Beira Interior*

*Departamento de Engenharia Química, Faculdade de Engenharia da*

*Universidade do Porto*

Elsa Casimiro

*SIAM*

##### **Contribuições**

António Paulo Gouveia de Almeida

*Instituto de Higiene e Medicina Tropical, Universidade Nova de Lisboa*

Carlos Alves-Pires

*Instituto de Higiene e Medicina Tropical, Universidade Nova de Lisboa*

Margarida Collares Pereira

*Instituto de Higiene e Medicina Tropical, Universidade Nova de Lisboa*



Margarida Fonseca Cardoso  
*Instituto de Ciências Biomédicas de Abel Salazar, Universidade do Porto*

Margarida Santos-Silva  
*Instituto Nacional de Saúde Dr. Ricardo Jorge, Águas de Moura*

Maria Odete Afonso  
*Instituto de Higiene e Medicina Tropical, Universidade Nova de Lisboa*

Rita Sousa  
*Instituto Nacional de Saúde Dr. Ricardo Jorge, Águas de Moura*

## **7 – ENERGIA**

Ricardo Aguiar (Coordenador)  
*Departamento de Energias Renováveis  
do Instituto Nacional de Engenharia, Tecnologia e Inovação*

Marta Oliveira  
*Departamento de Energias Renováveis  
do Instituto Nacional de Engenharia, Tecnologia e Inovação*

Hélder Gonçalves  
*Departamento de Energias Renováveis  
do Instituto Nacional de Engenharia, Tecnologia e Inovação*

## **8 – FLORESTAS E BIODIVERSIDADE**

João Santos Pereira (Coordenador)  
*Instituto Superior de Agronomia*

Alexandre Vaz Correia  
*SIAM  
Instituto Superior de Agronomia*

Alexandra Cristina Correia  
*SIAM  
Instituto Superior de Agronomia*

Maria Teresa Ferreira  
*Instituto Superior de Agronomia*

Nuno Onofre  
*Estação Florestal Nacional  
Instituto Nacional de Investigação Agrária e Pescas*

Helena Freitas  
*Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra*

Francisco Godinho  
*Instituto Superior de Agronomia*

## **9 – PESCAS**

Carlos Sousa Reis (Coordenador)  
*Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa*

Ricardo Lemos  
*SIAM*

Diogo Alagador  
*SIAM*

## **10 – ESTUDO DE CASO DA REGIÃO DO SADO**

**Coordenação**

Pedro M. A. Miranda  
*Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa  
Centro de Geofísica da Universidade de Lisboa*

Ricardo Moita  
*SIAM  
Ecoprogresso*

## **AUTORES**

### **Clima**

M. Antónia Valente  
*Centro de Geofísica da Universidade de Lisboa*

### **Recursos Hídricos**

#### **Autores**

Luis Veiga da Cunha  
*Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa*

Luis Ribeiro  
*CVRM – Centro de Geossistemas  
Instituto Superior Técnico*

Rodrigo Proença de Oliveira  
*Chiron, Sistemas de Informação, SA*

João Nascimento  
*SIAM  
CVRM – Centro de Geossistemas  
Instituto Superior Técnico*

#### **Contribuições**

José Paulo Monteiro (Aquífero de Escusa)  
*Centro de Geossistemas  
Universidade do Algarve*

Luis Nunes (Aquífero Superior da Península de Tróia)  
*Centro de Geossistemas  
Universidade do Algarve*

Amélia Carvalho Dill (Aquífero Superior da Península de Tróia)  
*CVRM – Centro de Geossistemas  
Universidade do Algarve*

#### **Agricultura**

Pedro Aguiar Pinto  
*Instituto Superior de Agronomia*

Ana Paiva Brandão  
*Instituto Superior de Agronomia*

Ricardo Braga  
*Escola Superior Agrária de Elvas – ESAE*

#### **Florestas e Biodiversidade**

João Santos Pereira  
*Instituto Superior de Agronomia*

Alexandre Vaz Correia  
*SIAM  
Instituto Superior de Agronomia*

Alexandra Cristina Correia  
*SIAM  
Instituto Superior de Agronomia*

Nuno Onofre  
*Estação Florestal Nacional*

Helena Freitas  
*Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra*