



Almedina Atrium Saldanha
23 de Março 2010, às 19h



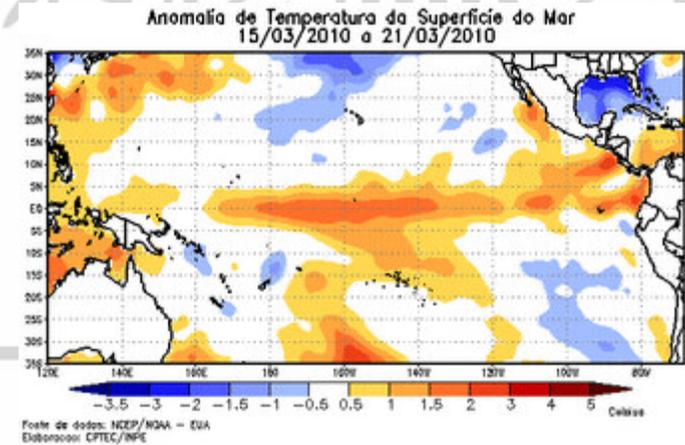
Ciclo de Debate:

ENERGIA E AMBIENTE – OS GRANDES DESAFIOS EM PORTUGAL



“A Conferência de Copenhaga e o Climategate”

João Corte-Real
ICAAM – Grupo Água, Solo e Clima

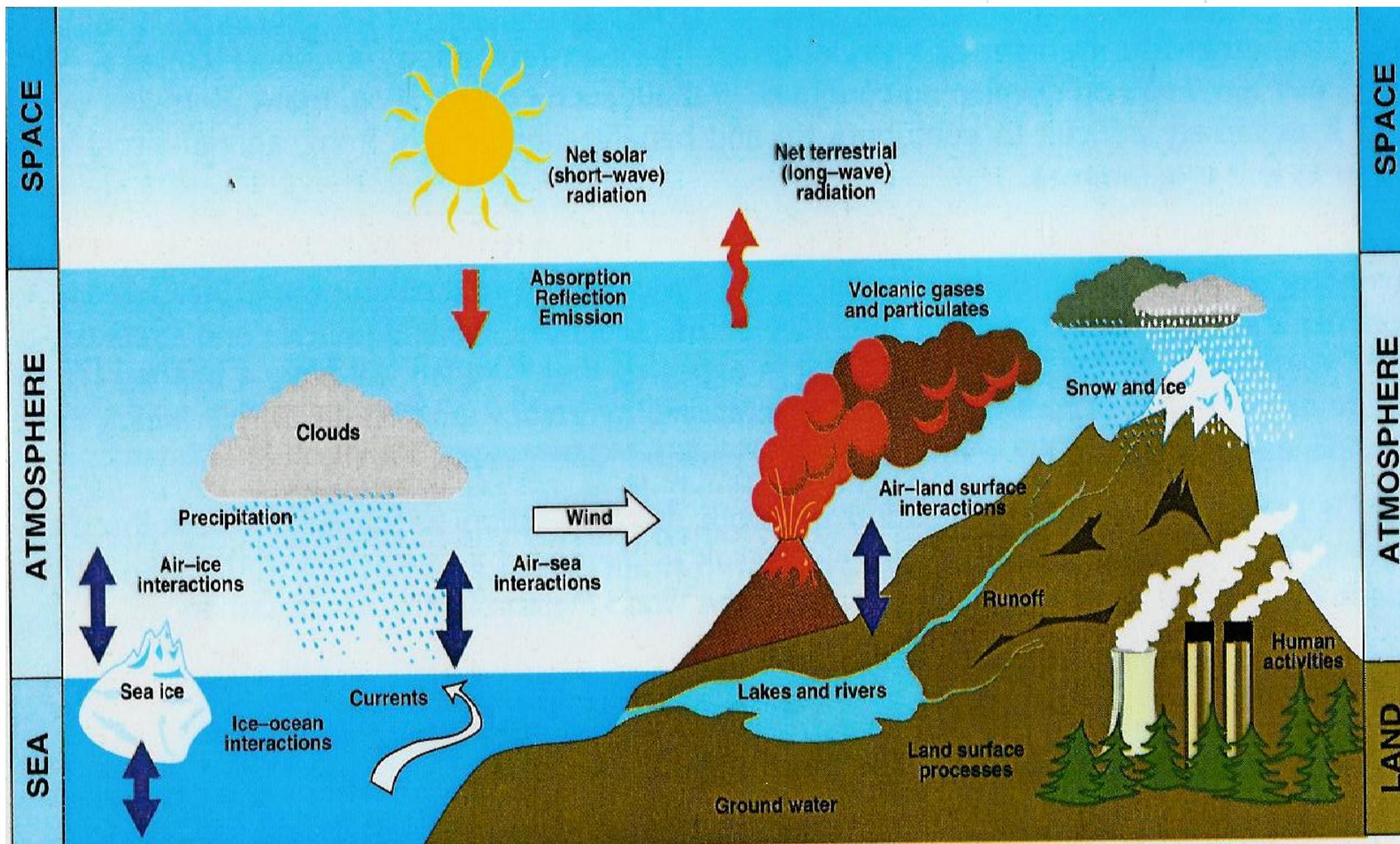


Alterações Globais

- **Fundamento Científico do Problema das Alterações Climáticas**
- **A questão da influência humana no Clima da Terra**



SISTEMA CLIMÁTICO OU SISTEMA TERRA



Complexidade da Atmosfera

Não linear

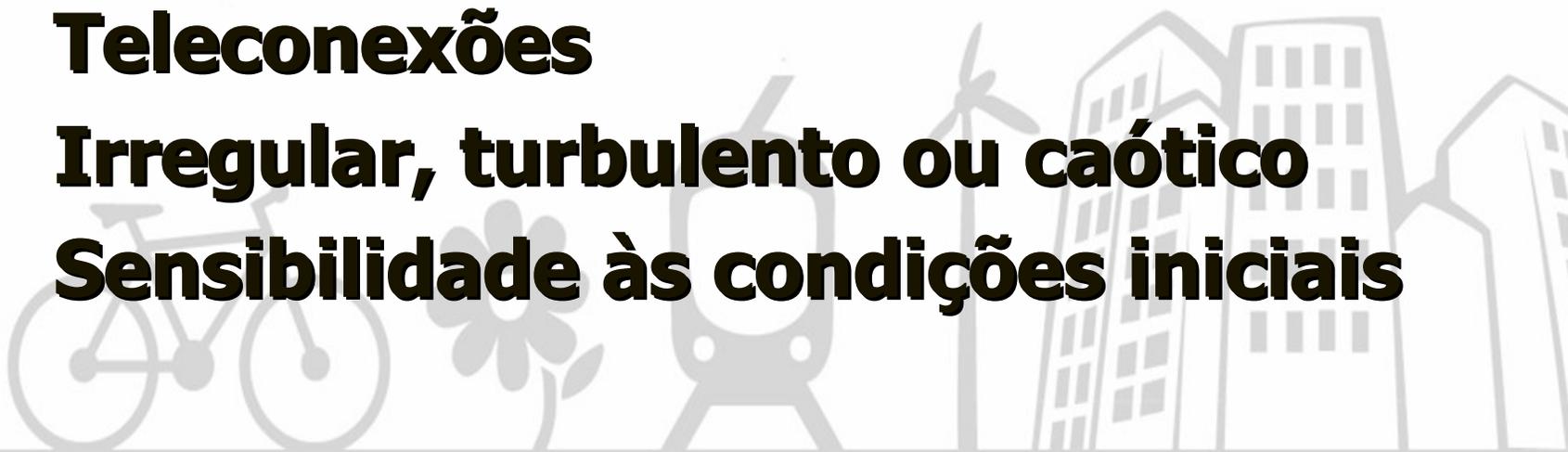
Múltiplas escalas

Mecanismos de realimentação

Teleconexões

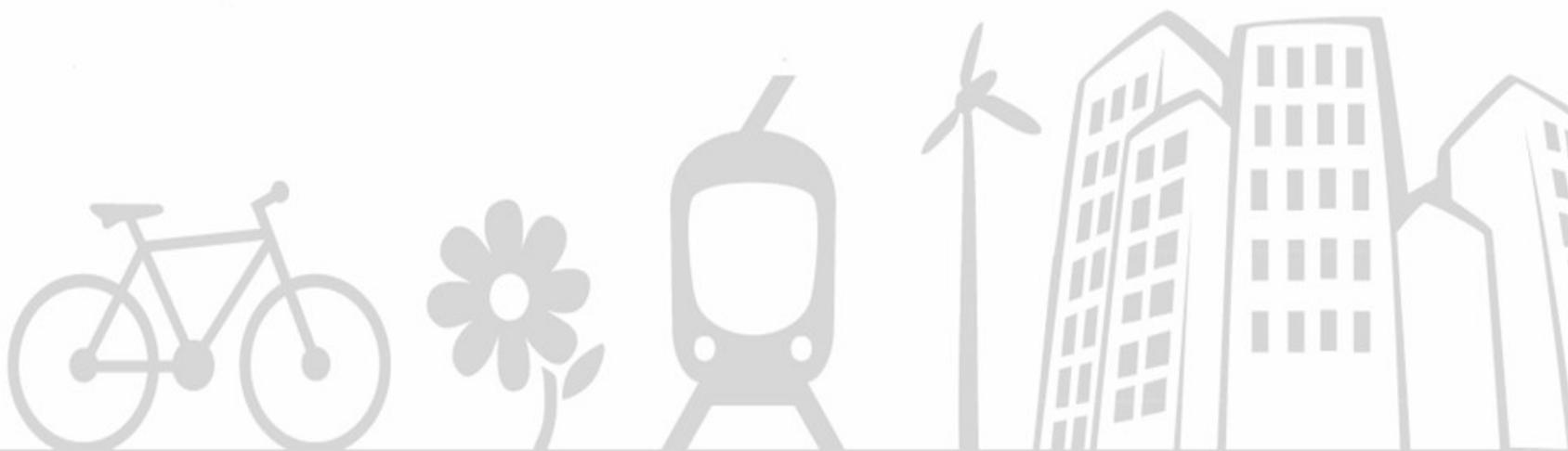
Irregular, turbulento ou caótico

Sensibilidade às condições iniciais



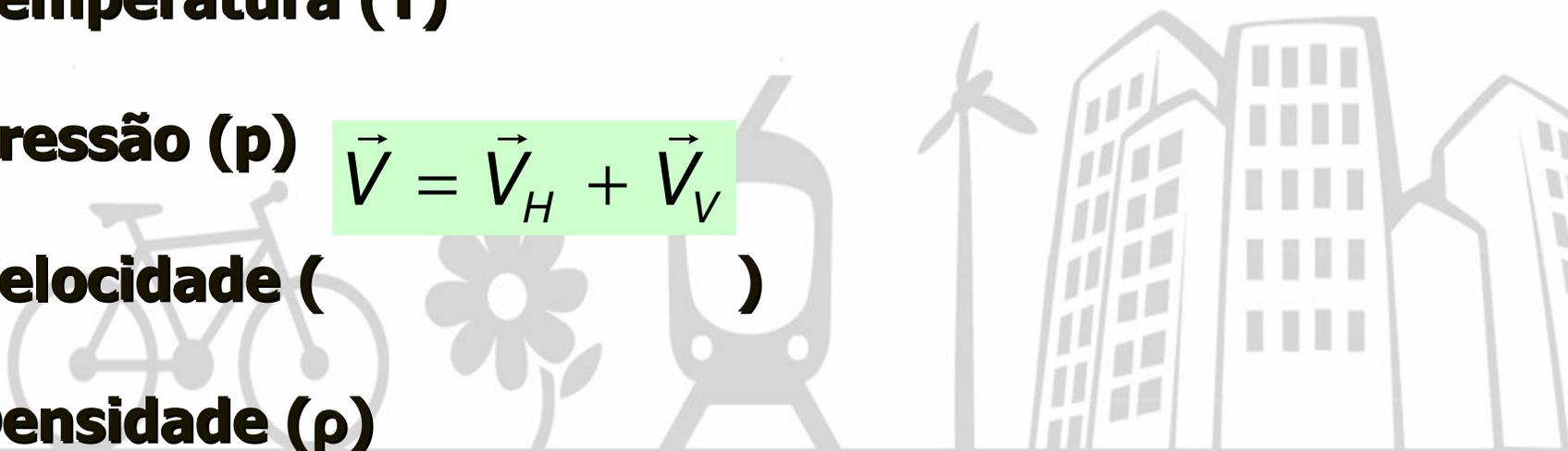
Atmosfera

- **Atmosfera como Sistema Interno**
- **Sistema Externo**
- **Forçamento da Atmosfera**



Estado da Atmosfera (Tempo)

- **Composição (concentrações; humidade específica)**
- **Temperatura (T)**
- **Pressão (p)** $\vec{V} = \vec{V}_H + \vec{V}_V$
- **Velocidade ()**
- **Densidade (ρ)**



Por que se move a atmosfera?

- **Aquecimento diferencial, condicionado por:**
 1. **Parâmetros orbitais da Terra**
 2. **Actividade solar**
 3. **Composição**
 4. **Características da superfície**



Estado da Atmosfera

- **Observações:**
- **Superfície:** estações meteorológicas, EMAs
- **Altitude:** radiosondagens
- **Detecção Remota:**
- **Satélite:** geostacionário; órbita polar
- **Radar:** Tempo e Perfilador
- **Meteorologia Sinóptica**

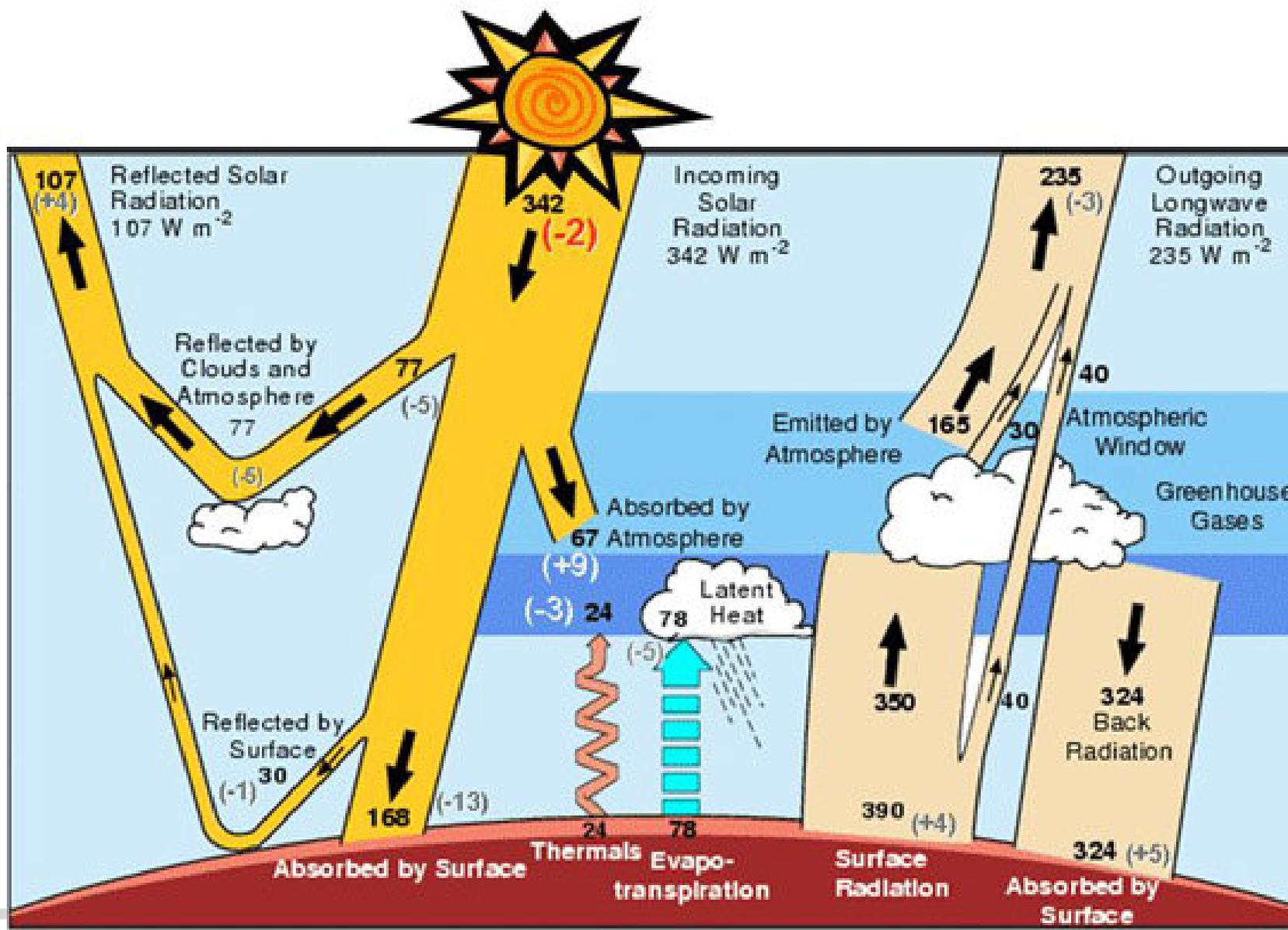
Enquadramento Internacional

- **Organização Meteorológica Mundial (OMM)**
- **Conselho Internacional para a Ciência (ICSU)**
- **Painel Intergovernamental para as Alterações Climáticas (IPCC)**
- **Centro Europeu de Previsão do Tempo a Médio Prazo (ECMWF)**
- **Institutos de Meteorologia**
- **EUMETSAT**

Composição da Atmosfera

<i>Elemento</i>	<i>(ppmv)</i>
N₂	780 800
O₂	209 500
H₂O	30 000
A	9 300
CO₂	345
CH₄	2

} **0,04 %**



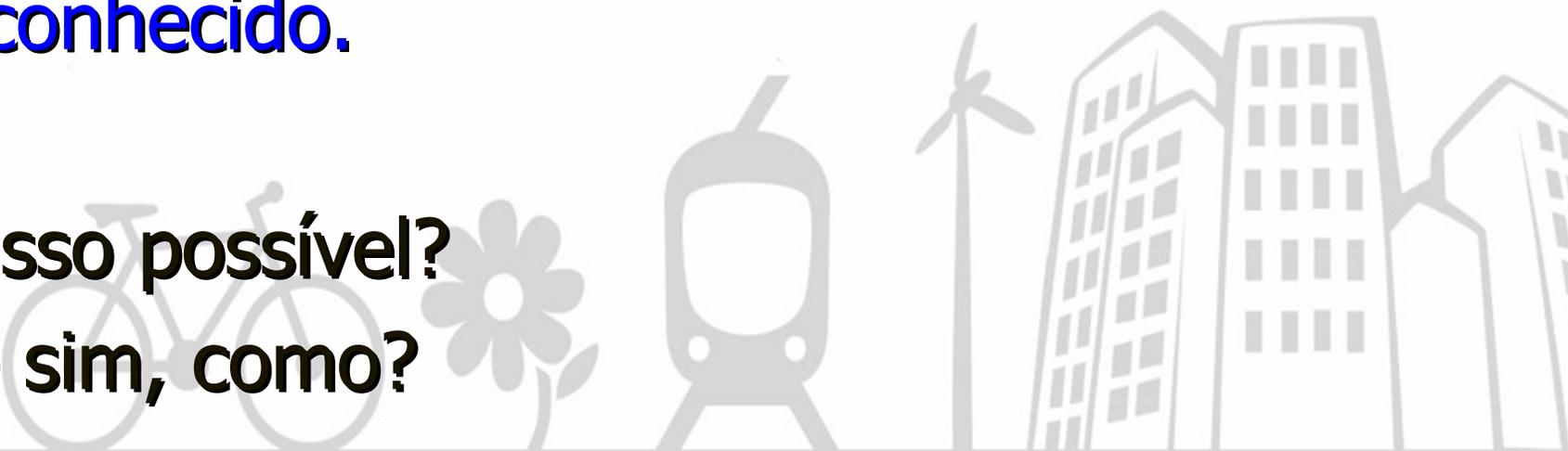
PREVER O TEMPO

Que é prever o tempo?

É determinar os estados futuros da atmosfera, a partir de um estado “inicial” conhecido.

É isso possível?

Se sim, como?



PREVER O TEMPO

Prever o tempo: **sim, é possível.**

Porquê?

Porque as variáveis que definem o estado instantâneo da atmosfera, estão ligadas entre si por equações, que traduzem leis fundamentais da Física, nas quais estão presentes termos representativos do forçamento da atmosfera pelos restantes componentes do sistema climático e pelo Sol.

Como se prevê o tempo?

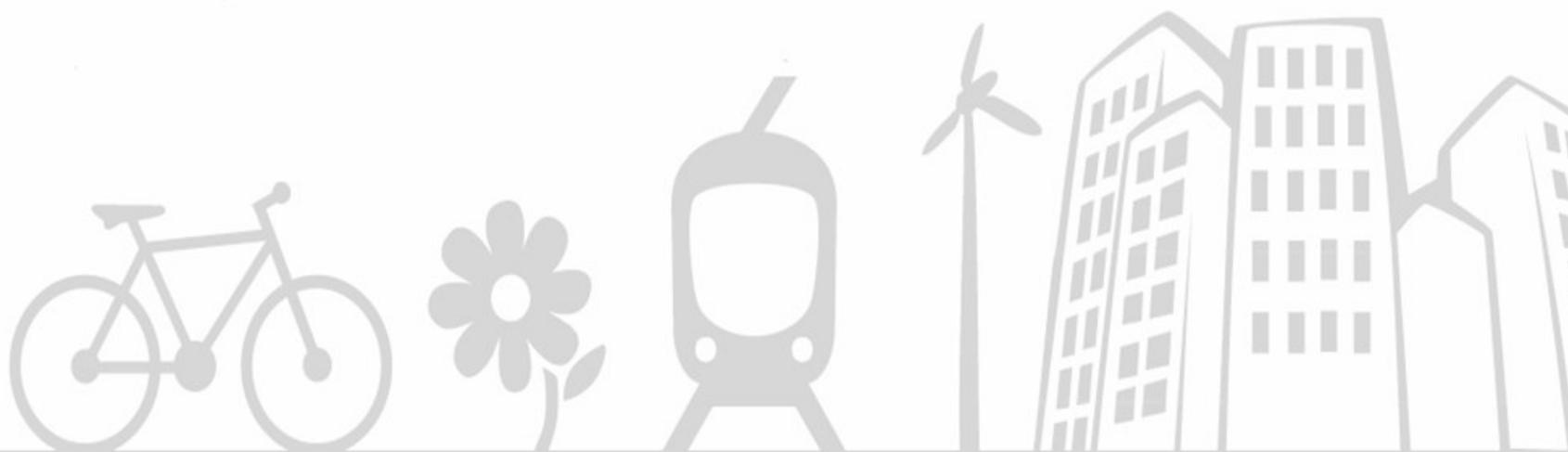
No presente, o tempo atmosférico prevê-se, resolvendo com o auxílio de computadores digitais, o sistema de equações que resulta, por aplicação de métodos numéricos, da transformação das equações que regem o comportamento da atmosfera em equações discretizadas no espaço e no tempo.

Todos os dias, o Centro Europeu de Previsão do Tempo a Médio Prazo (ECMWF), produz previsões para dez dias, à escala global, com base num estado inicial "observado", referente às 12h TUC, do primeiro dia.





CLIMA



Que é o Clima?

O conceito de **clima**, envolve a descrição estatística das condições meteorológicas (i.e. do tempo atmosférico) durante um intervalo de tempo longo – convencionalmente **de 30 anos**. Este tratamento estatístico permite obter um quadro geral das condições meteorológicas típicas numa dada região do planeta, durante o período de tempo escolhido. O clima é pois uma *representação conceptual do comportamento estatístico da atmosfera*, i.e. o clima “não está lá fora”! O que “está lá fora” i.e. o que experimentamos é o **Tempo**. As grandezas que descrevem o Clima são os **elementos de clima**



Tempo e clima
Crédito: Nuno Jorge 2005

Por que é o Clima o que é?

Factores de clima

- **Factores não locais**
- **Factores locais**
- **Instabilidades no Sistema Climático**

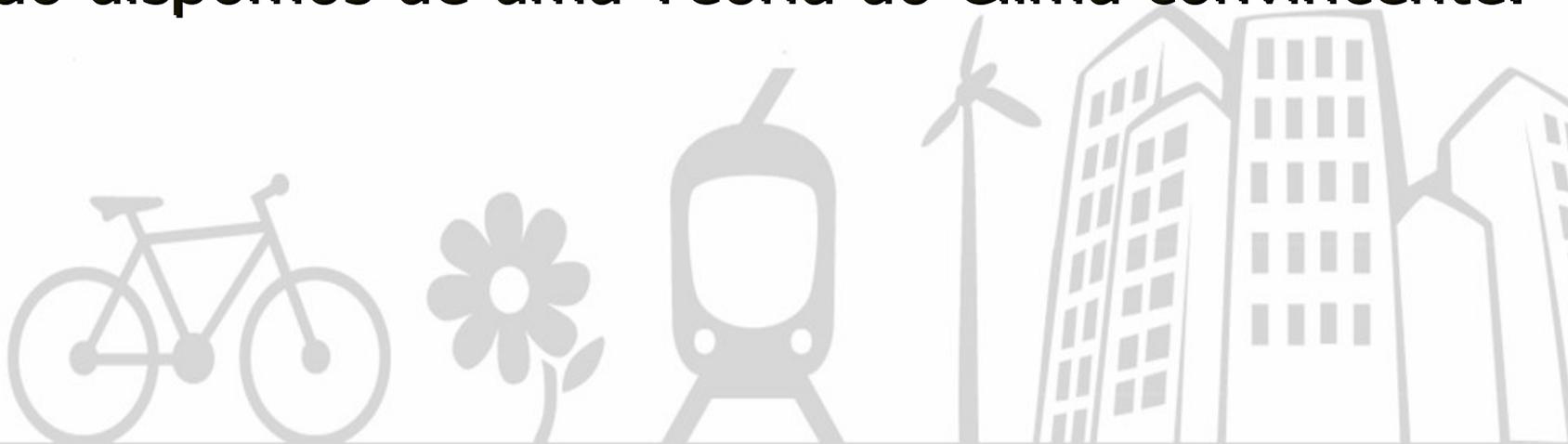
O Clima não é determinado apenas pelo carbono!

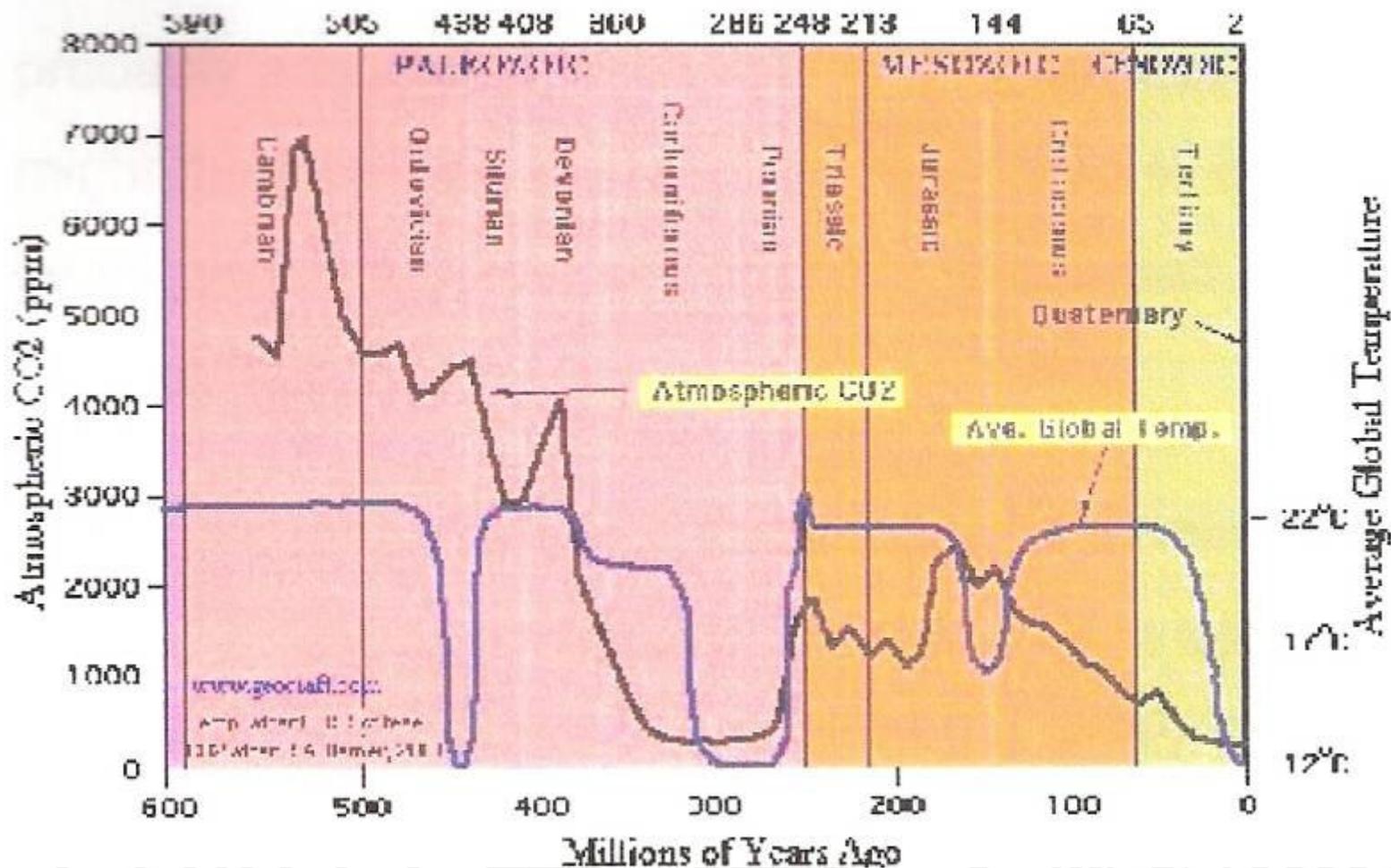


VARIAÇÃO OU ALTERAÇÃO CLIMÁTICA

- Qualquer mudança significativa nas estatísticas que definem o clima, representa **uma mudança climática, uma variação do clima ou uma alteração do clima.**
- Podemos distinguir entre **variações livres e forçadas** do clima.
- A Teoria de Milankovitch (mecânica Newtoniana!)
- Variações abruptas do clima e surpresas.
- Haverá apenas um Clima?

- **Climas do passado**
- **Clima do presente**
- **Não dispomos de uma Teoria do Clima convincente.**





O Clima não tem uma natureza constante

Exemplos:

- **Períodos glaciais e interglaciais**
- **Ótimo Medieval**
- **Pequena Idade de Gelo**



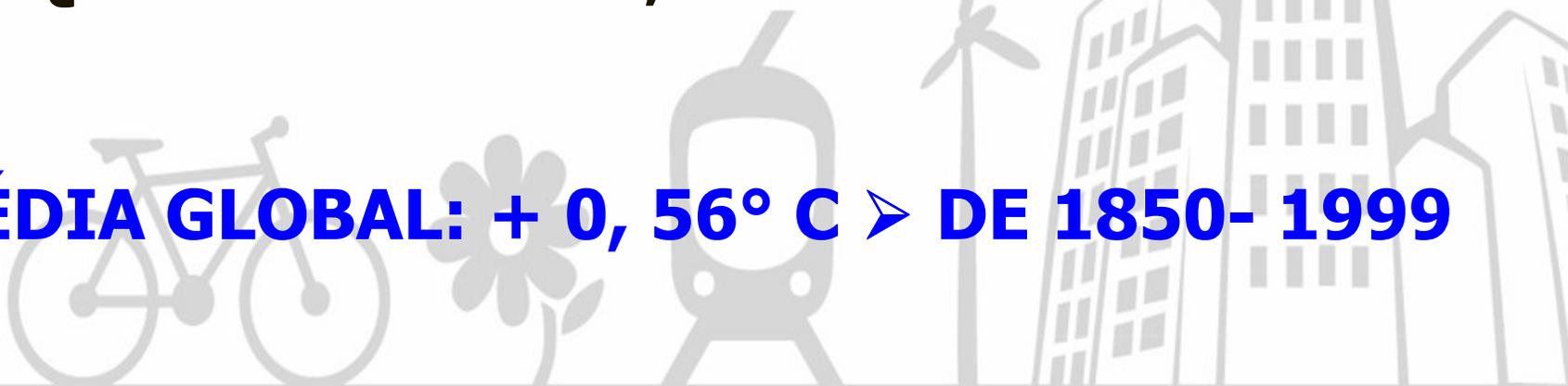
PERÍODOS DE VARIAÇÃO DE TEMPERATURA

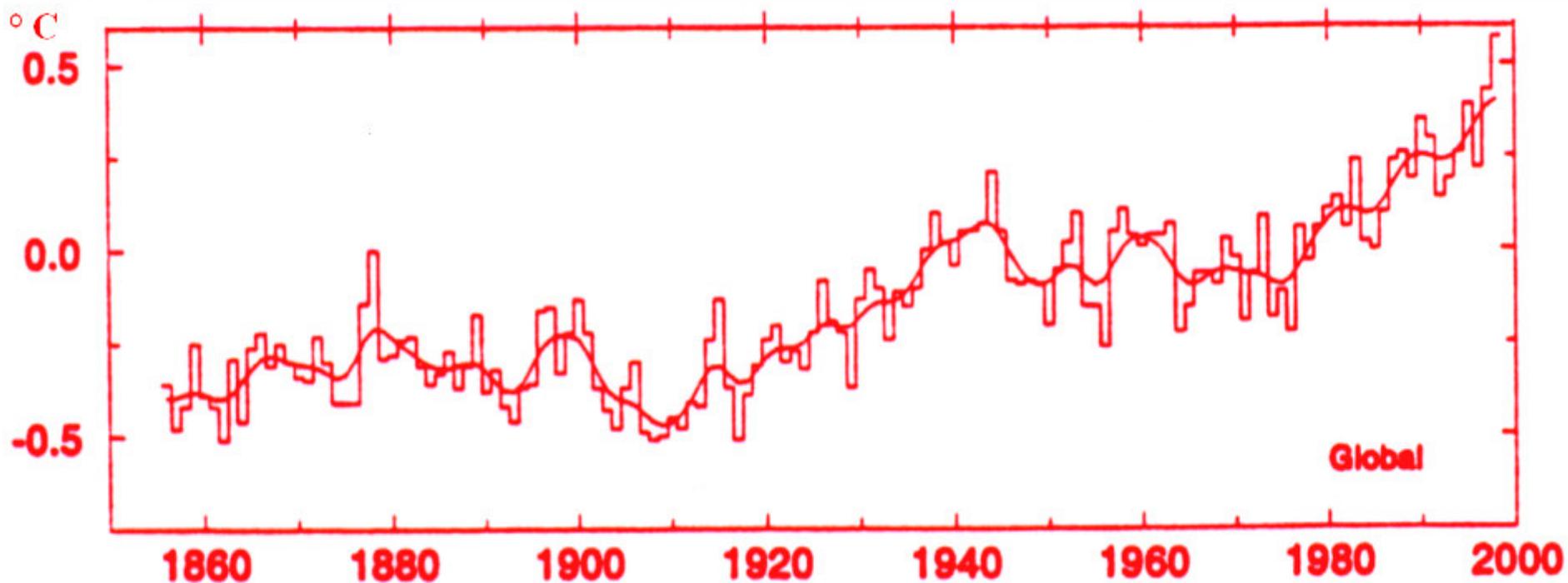
AQUECIMENTO: +0,37°C ➤ DE 1915-1945

ARREFECIMENTO:- 0,14°C ➤ DE 1945-1978

AQUECIMENTO: +0,32°C ➤ DE 1978-1999

MÉDIA GLOBAL: + 0, 56° C ➤ DE 1850- 1999





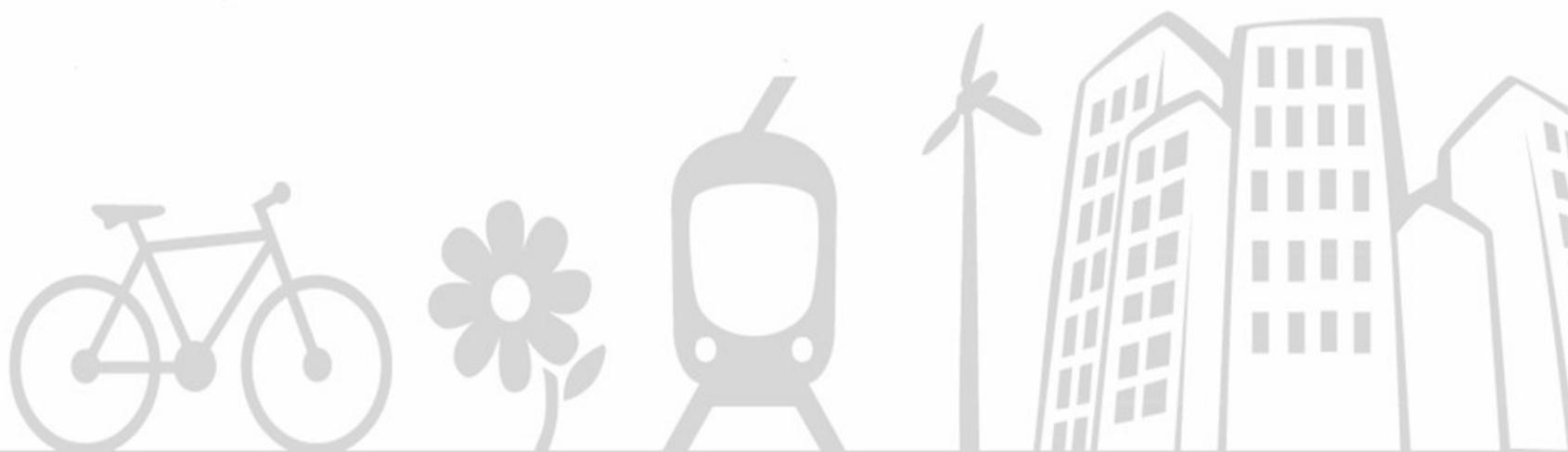
Alterações Climáticas

- A “Teoria do Aquecimento Global”
- O Antropoceno (Paul Crutzen)





Modelos de Clima



Que são Modelos?

Um modelo é uma representação mais ou menos elaborada da realidade.

Um modelo matemático é um modelo, tratável por computadores digitais.

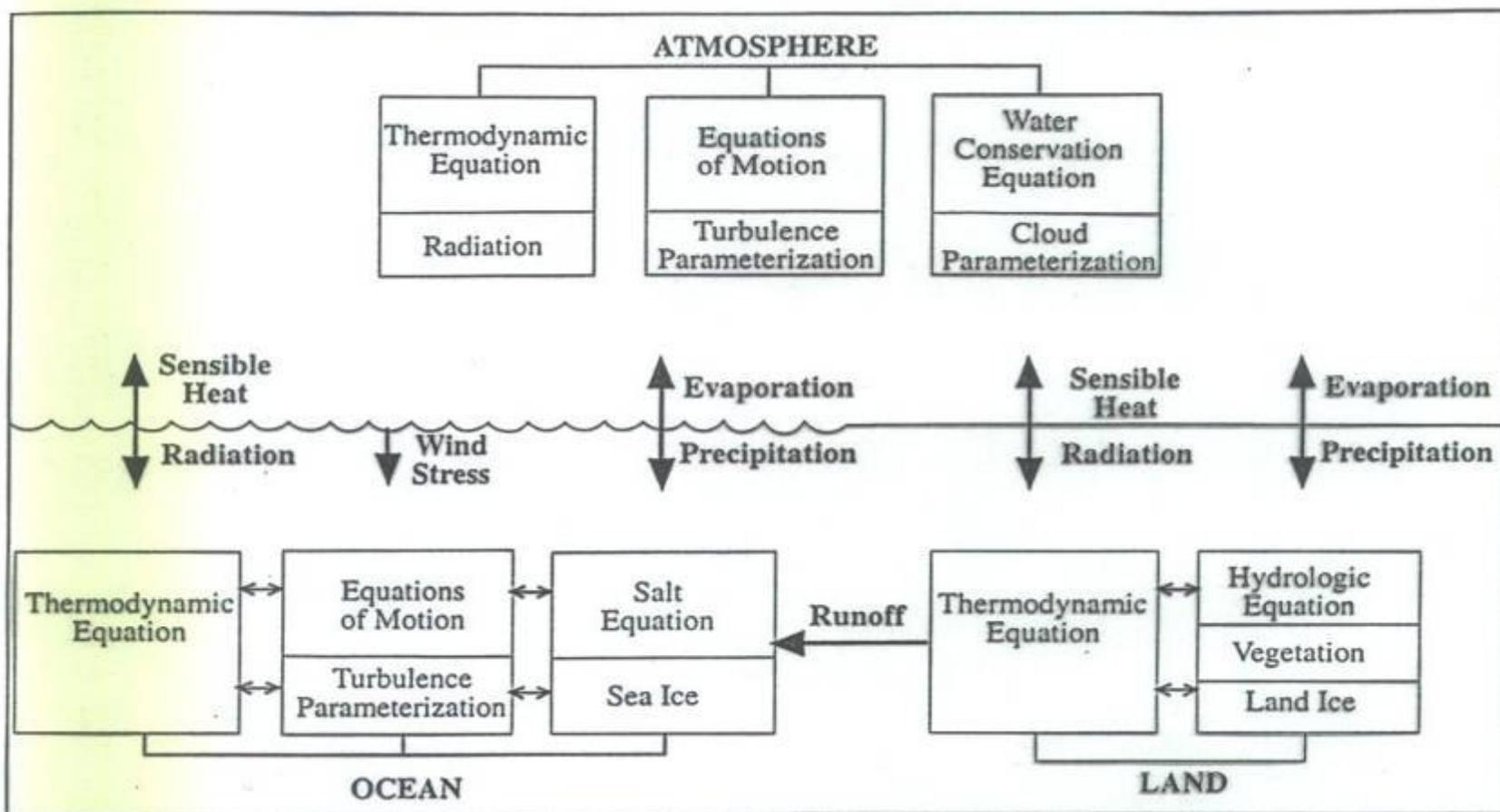
A investigação das *Alterações Climáticas* baseia-se nos resultados produzidos por **MODELOS DE CLIMA.**



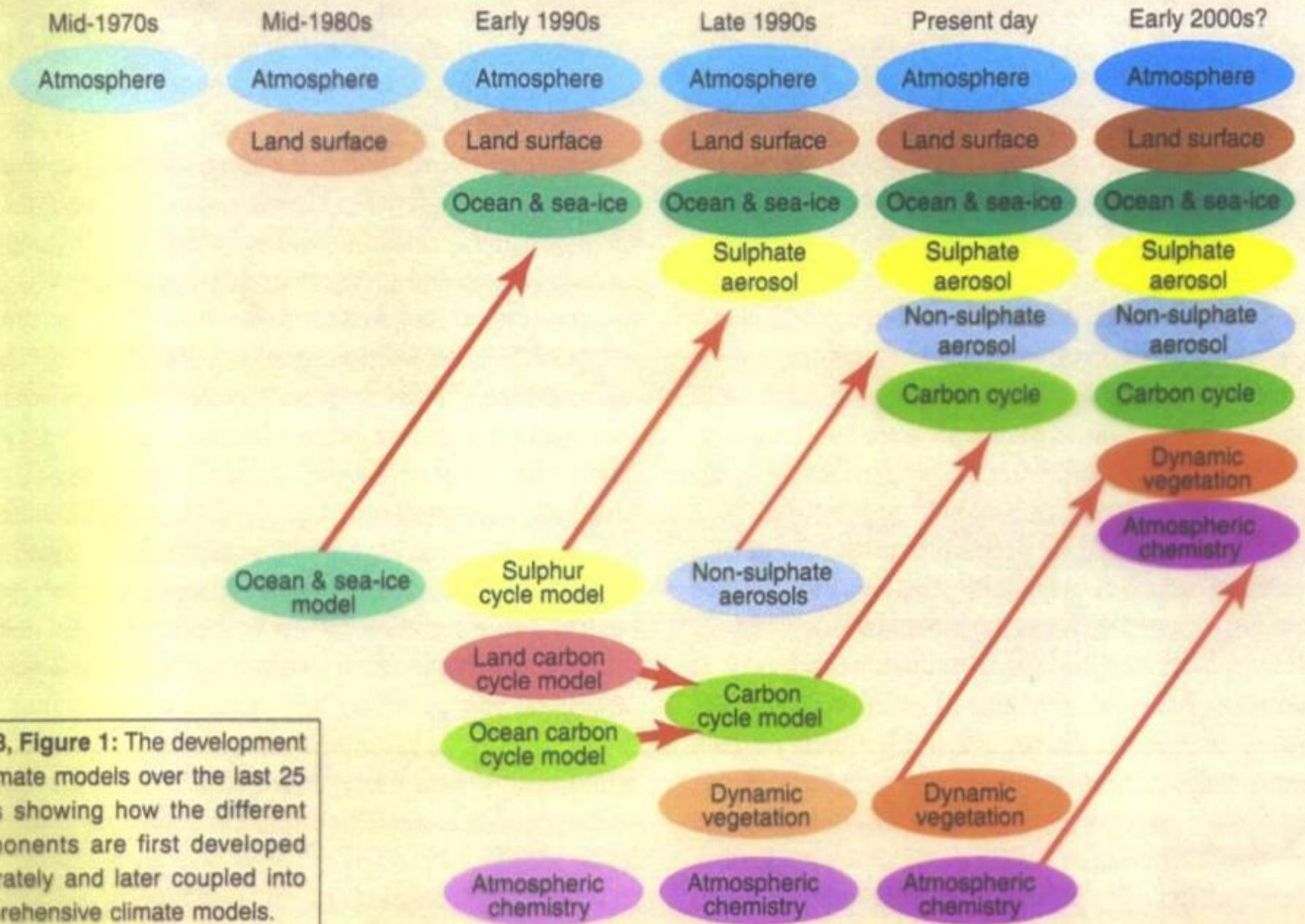
Modelos de Clima

- Baseiam-se nas mesmas equações utilizadas na previsão numérica do tempo
- As equações são usadas em “modo clima”
- Agora é fundamental uma boa representação dos mecanismos forçadores
- As condições iniciais não são importantes
- Que se pode extrair dos resultados de um modelo de clima?

Principais componentes de um Modelo de Clima



The Development of Climate models, Past, Present and Future



Box 3, Figure 1: The development of climate models over the last 25 years showing how the different components are first developed separately and later coupled into comprehensive climate models.

Exemplos:

HadCM2
HadCM3
HadAM3H
HadGEM
ECHAM5
CCM
ARPÉGE



Será possível prever o Clima?

Não há ainda previsões de Clima.

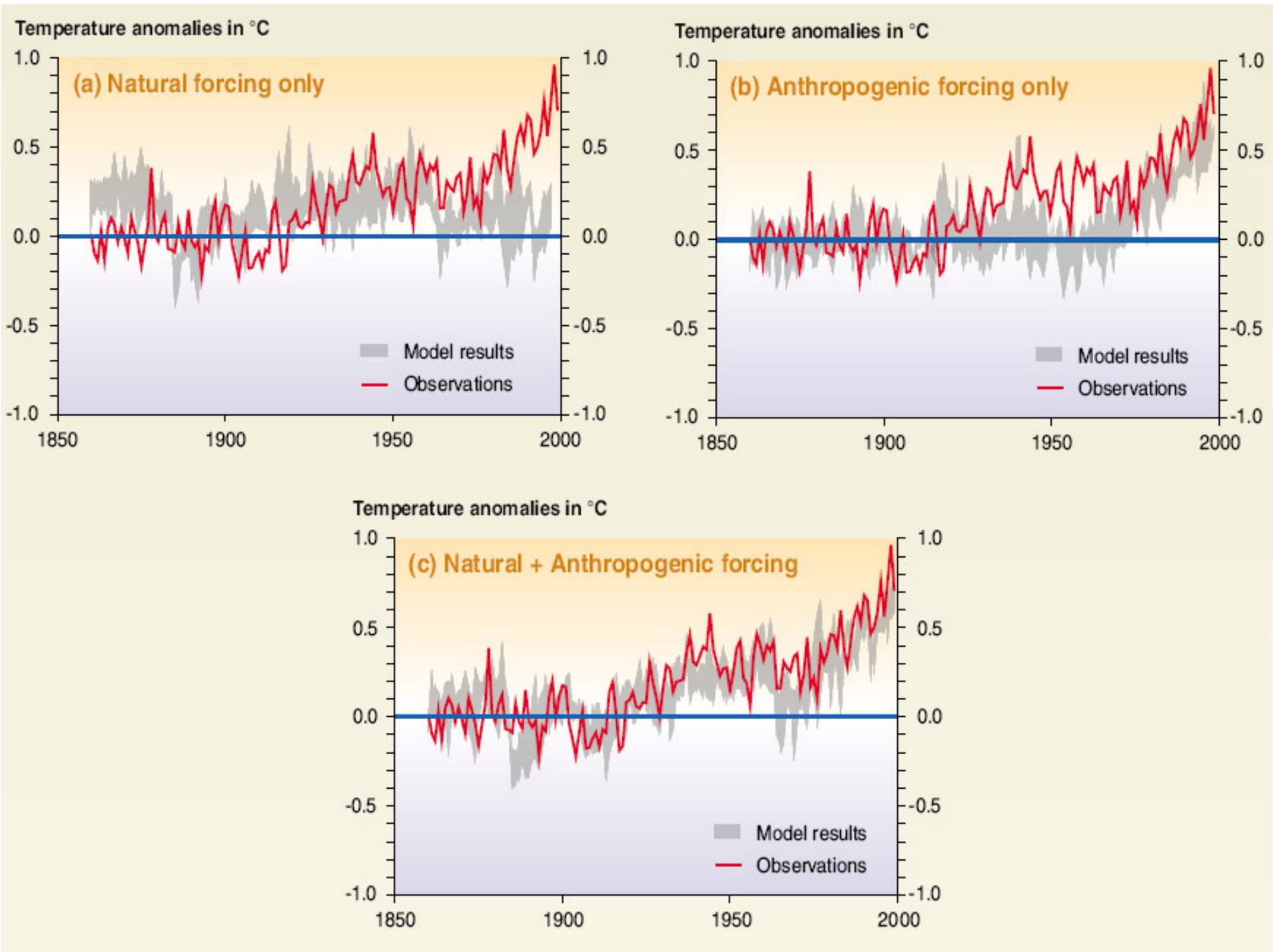
O que são Cenários ou Projecções do clima futuro?

Cenários do Clima futuro são **simulações de possíveis** respostas do sistema climático (em particular da atmosfera) ao **forçamento** imposto pela actividade humana, designadamente ao reforço do efeito de estufa de origem antropogénica.

Por **possíveis respostas** do sistema climático entendem-se **modos de comportamento do sistema**, compatíveis com as leis da física, em particular da termohidrodinâmica.

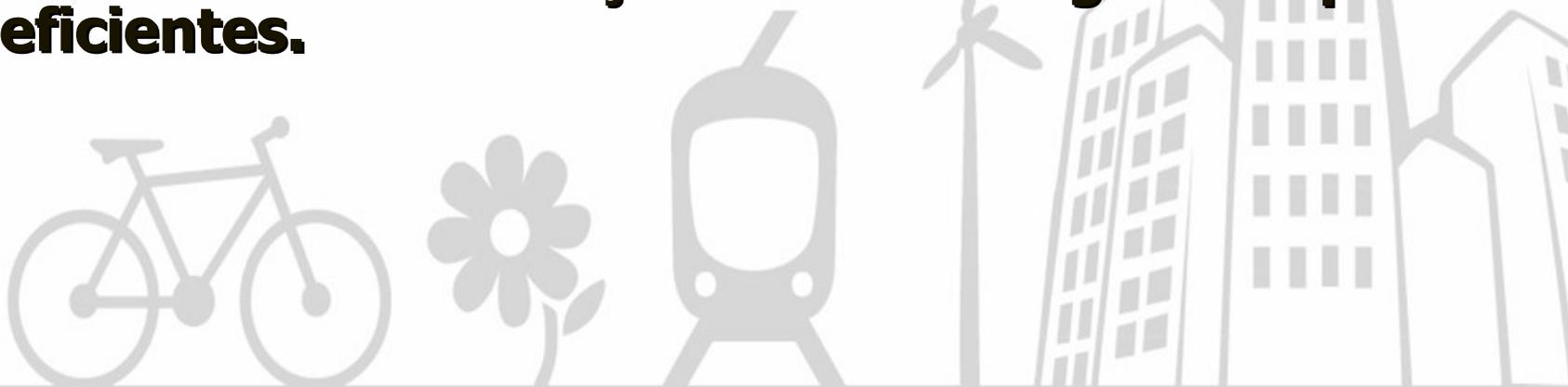
Os Cenários do Clima futuro são PCP mas nnP!

(Hans von Storch)



➤ "STORY LINES"

- O Painel Intergovernamental para as Alterações Climáticas (IPCC) estabeleceu quatro famílias de cenários de emissões, cujas características estão descritas em pormenor no **"Special Report on Emission Scenarios"** (SRES); estas famílias foram designadas por **A1, A2, B2 e B1**; a família A1 é a que descreve uma evolução baseada na utilização intensiva de combustíveis fósseis; a família B1 assenta na introdução de tecnologias limpas e eficientes.



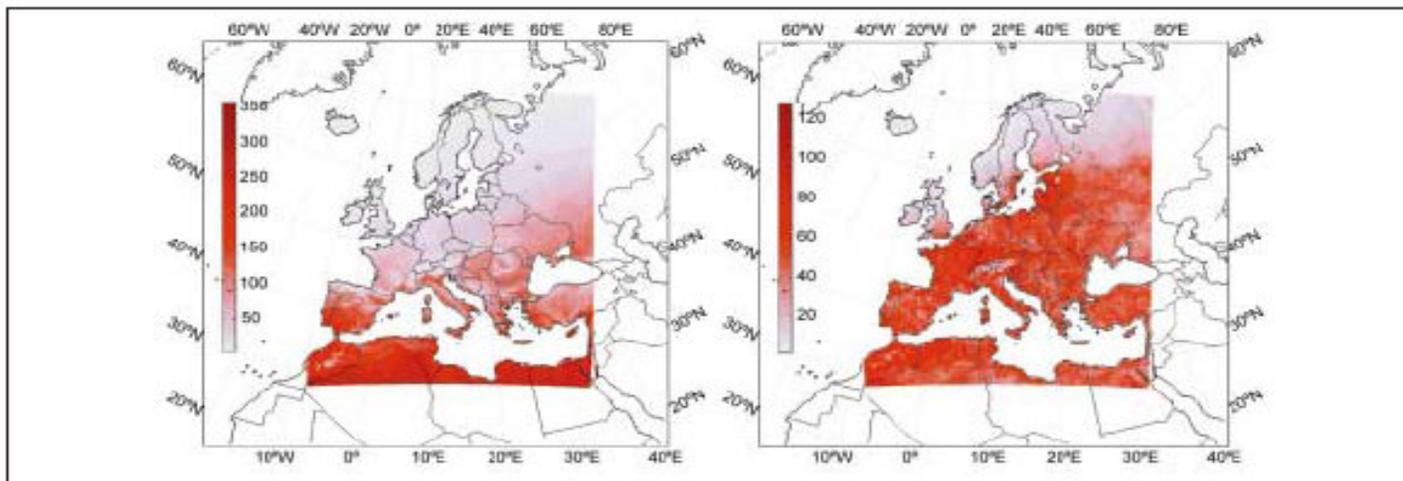


Figure 3: The length of the warm period defined as the number of consecutive summer days with maximum temperature $>25^{\circ}\text{C}$ during the 1961-1990 period (left) and the change by 2070-2099 (right), shown as the difference between 2070-2099 minus 1961-1990, under the A2 scenario.

**Projeção da
variação do
número de
dias
consecutivos
com
temperaturas
máximas
 $>25^{\circ}\text{C}$ -
cenário A2 -
Projecto MICE**

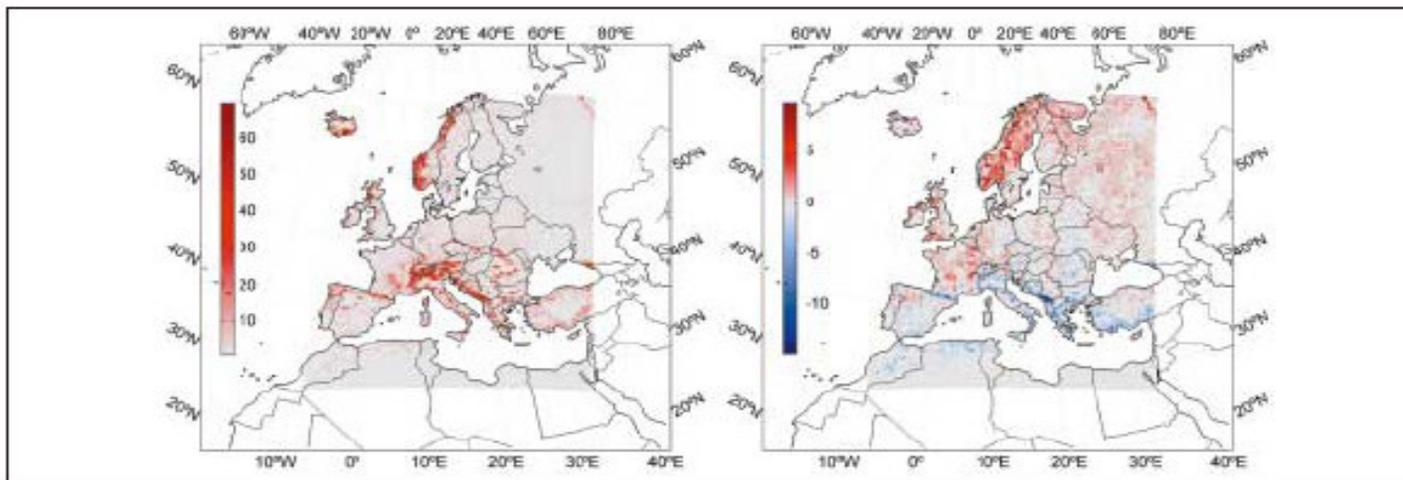
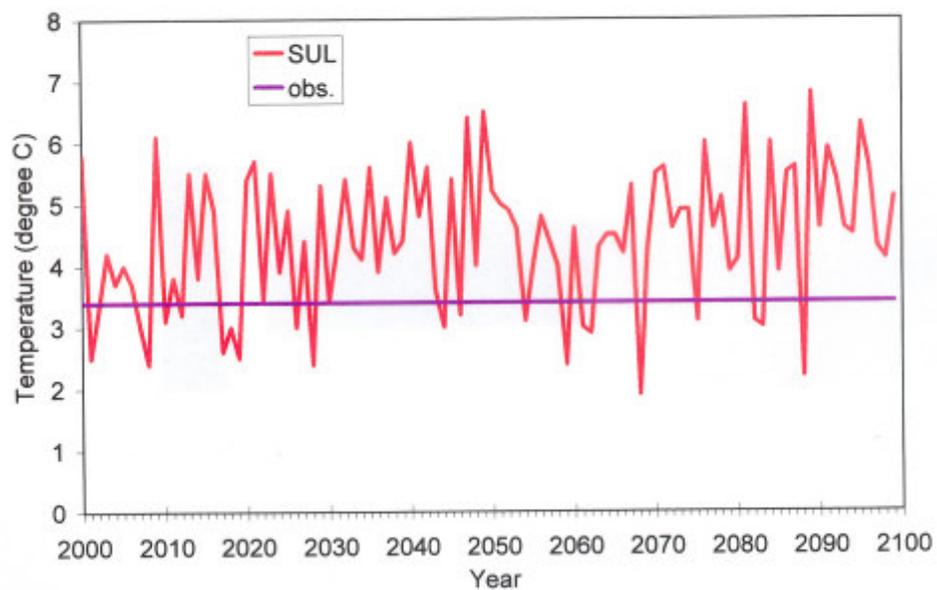


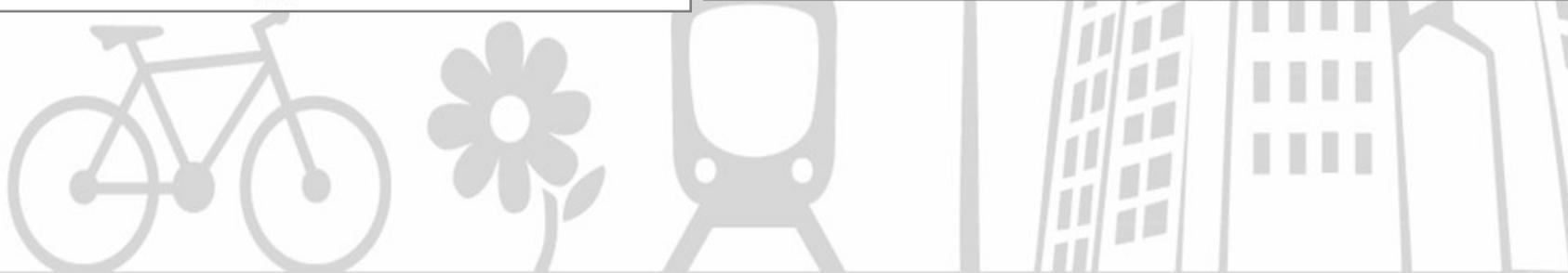
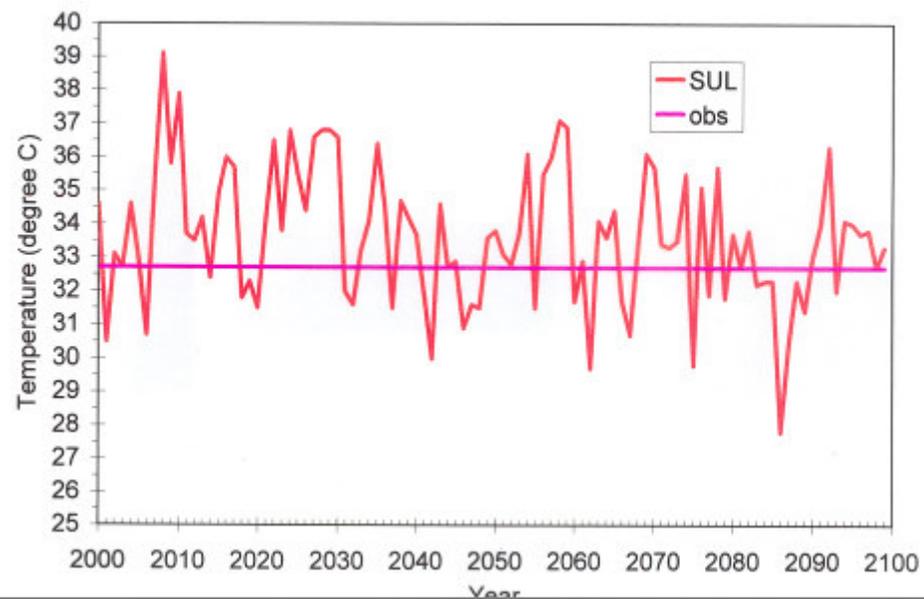
Figure 4: The number of intense rainfall days during 1961-1990 (left) and the change by 2070-2099 (right), shown as the difference between 2070-2099 minus 1961-1990, under the A2 scenario.

**Projeção da
variação do
número de
dias com
precipitação
intensa -
cenário A2 -
Projecto
MICE**

January mean minimum temperature (Tmin) scenarios (Beja)



July mean maximum temperature (Tmax) scenarios (Beja)



Modelos Regionais de Clima (RCMs)

Modelos Globais (AOGCMs)

Baixa resolução ~ 300 km

Modelos Regionais (RCMs)

Alta resolução ~ 20 – 50 km

Características regionais/locais

Fenómenos extremos

Predicting impacts of climate change

Emissions

Scenarios from population, energy, economics models

Concentrations

CO₂, methane, sulphates, etc.

Carbon cycle and chemistry models

Global climate change

Temperature, rainfall, sea level, etc.

Coupled global climate models

Regional detail

Mountain effects, islands, extreme weather, etc.

Regional climate models

Impacts

Flooding, food supply, etc.

Impacts models

The main stages required to provide climate-change scenarios for assessing the impacts of climate change:



INCERTEZAS NOS CENÁRIOS DO CLIMA FUTURO GERADOS POR MODELOS

As incertezas nas projecções de alterações climáticas produzidas por modelos, são consequência do conhecimento muito imperfeito de três factores:

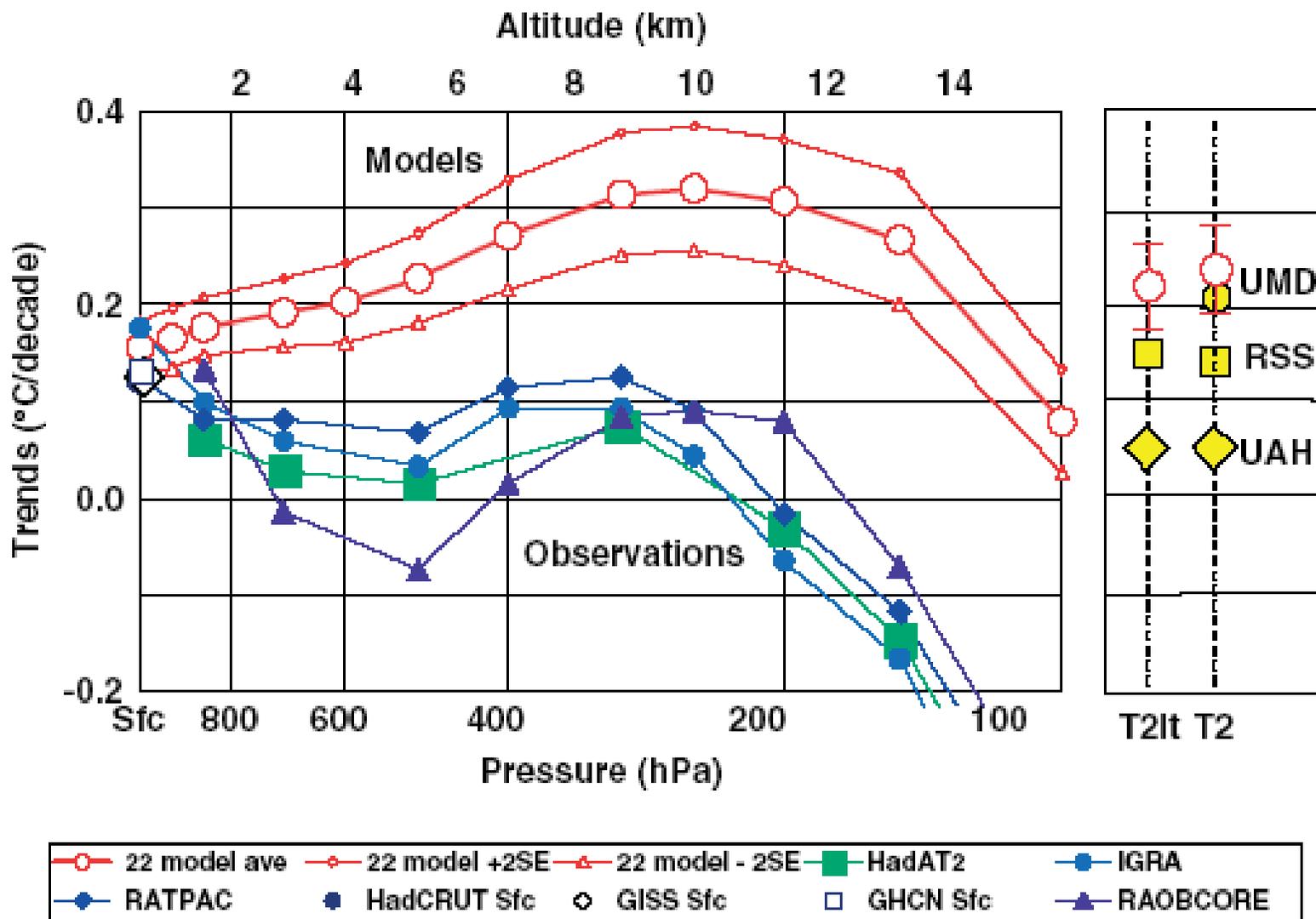
- ✓ **As emissões futuras de gases com efeito estufa;**
- ✓ **Variabilidade natural do clima;**
- ✓ **A forma como o sistema climático opera.**

Em resultado nenhum modelo de clima, global ou regional, é capaz de produzir projecções confiáveis do clima futuro.

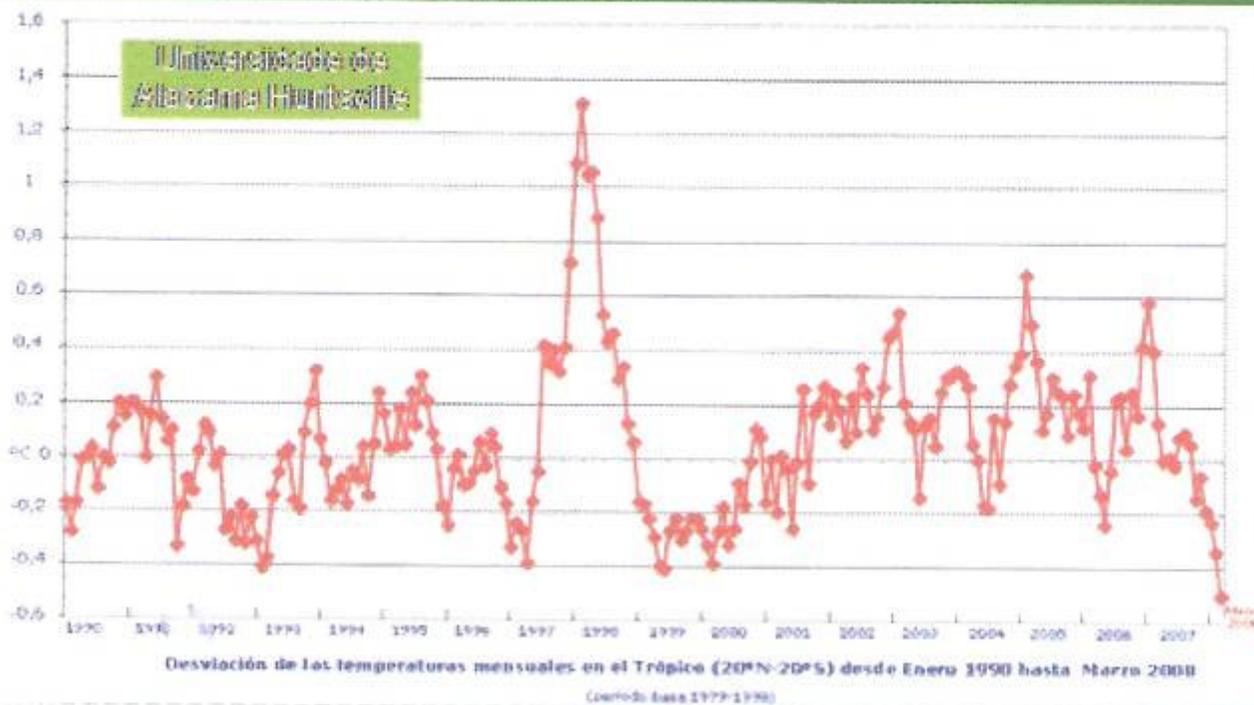
Modelos de Clima

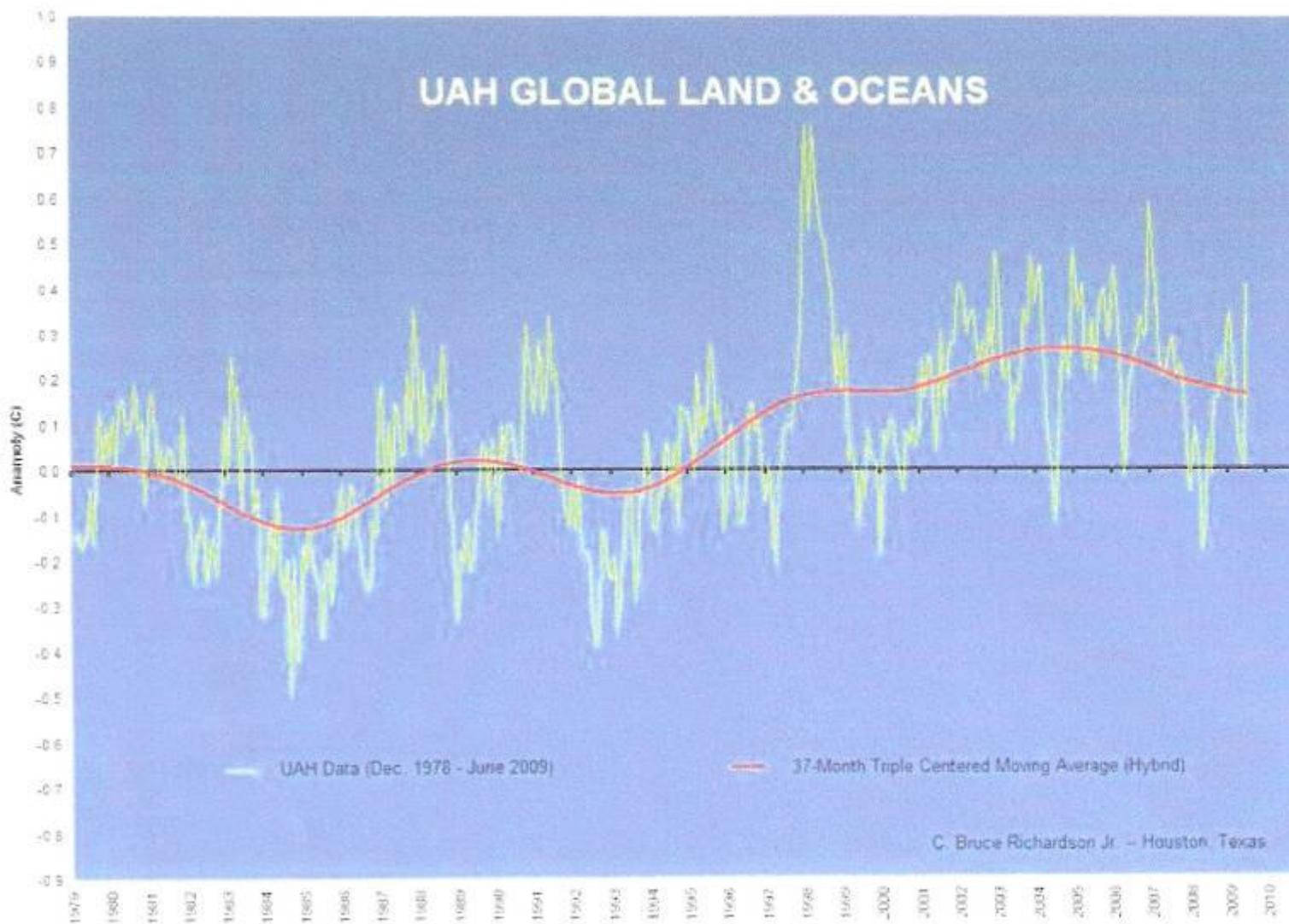
- Modelos de clima, globais e regionais não reproduzem convenientemente o observado, particularmente em altitude.
- No que se refere à superfície, a qualidade das simulações depende do modelo e do parâmetro considerado.





Evolução recente das temperaturas Jan1990-Março2008 20 °N – 20 °S





- **Questões debatidas nos *media*: ou minhas opiniões**
- **IPCC – politicamente orientado**
- ***ClimateGate*:**
 - 1. Resultado da politização/partidarização/mercantilização da Ciência;**
 - 2. Contribuição forte para descredibilizar o Clima como Ciência;**
 - 3. Contribuição forte para evidenciar que o sistema está viciado;**

Tomada de posição do *Institute of Physiscs*:

- 1. The Institute is concerned that, unless the disclosed e-mails are proved to be forgeries or adaptations, worrying implications arise for the integrity of scientific research in this field and for the credibility of the scientific method as practised in this context.**
- 2. The CRU e-mails as published on the internet provide *prima facie* evidence of determined and co-ordinated refusals to comply with honourable scientific traditions and freedom of information law. The principle that scientists should be willing to expose their ideas and results to independent testing and replication by others, which requires the open exchange of data, procedures and materials, is vital.**
- 3. The e-mails reveal doubts as to the reliability of some of the reconstructions and raise questions as to the way in which they have been represented;**

Tomada de posição do *Institute of Physics* (cont)

- 4. There is also reason for concern at the intolerance to challenge displayed in the e-mails. This impedes the process of scientific 'self correction', which is vital to the integrity of the scientific process as a whole, and not just to the research itself.**
- 5. The second of the review's terms of reference should extend beyond reviewing the CRU's policies and practices to whether these have been breached by individuals, particularly in respect of other kinds of departure from objective scientific practice, for example, manipulation of the publication and peer review system or allowing pre-formed conclusions to override scientific objectivity.**

- ✓ **No Sec. XX, sobretudo na segunda metade, foi observada uma subida da temperatura média global à superfície e uma tendência positiva da mesma. Esta situação deixou de se verificar.**
- ✓ **O Clima do planeta parece estar a mudar.**
- ✓ **Alteração Climática não é sinónima de aquecimento global.**
- ✓ **Mesmo que a alteração climática venha a envolver aquecimento, é preciso demonstrar qual a causa ou as causas; não é claro que a causa seja apenas ou sobretudo o carbono.**
- ✓ **Há que apoiar e desenvolver a investigação feita por investigadores competentes.**
- ✓ **Há que separar a questão energética das alterações climáticas.**

Universidade de Évora – Pólo da Mitra, Valverde



FIM DA EXPOSIÇÃO

Muito Obrigado!

João Corte-Real

jmcr@uevora.pt

<http://www.icaam.uevora.pt>



Solar



Eólica



Ondas



Geotérmica



Biomassa



Mini-hidráulicas