

Variabilidade e Alterações Climáticas

Tendências Observadas



Vanda Pires

Instituto de Meteorologia
Departamento de Meteorologia e Clima
vanda.cabrinha@meteo.pt

Tempo



conjunto das condições meteorológicas, num dado instante e num dado local

Clima

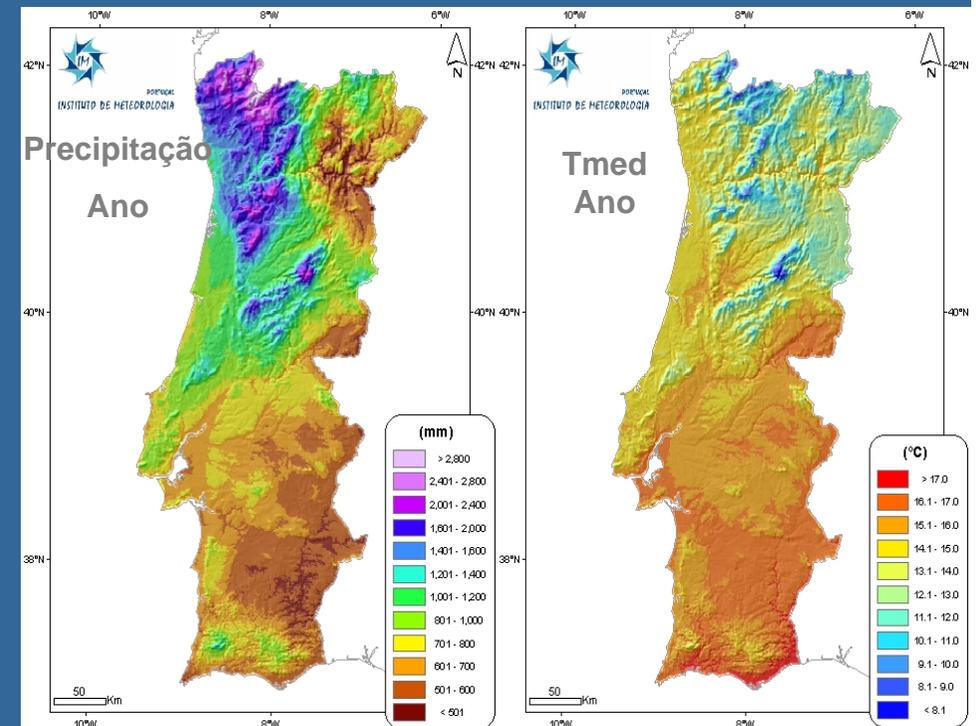


“condições médias do tempo”

Descrição estatística em termos quantitativos da média e variabilidade das grandezas relevantes (precipitação, temperatura, vento) relativas a períodos de tempo suficientemente longos

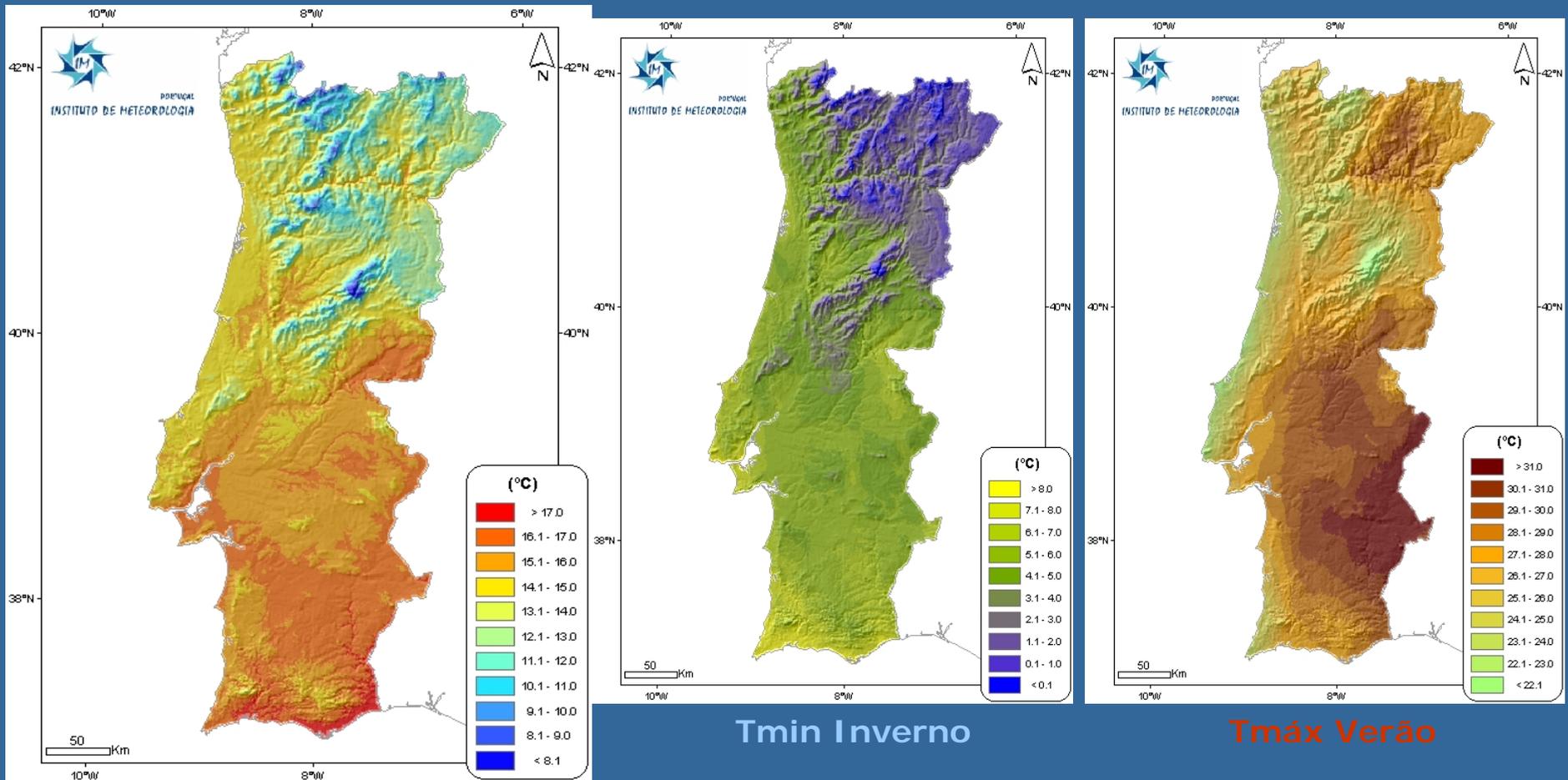


Período de 30 anos, na definição convencional pragmática, segundo a OMM Normais Climatológicas



Perfil Climático - Temperatura

Temperatura média anual
(1961-1990)



7°C – Terras altas do interior Norte e Centro

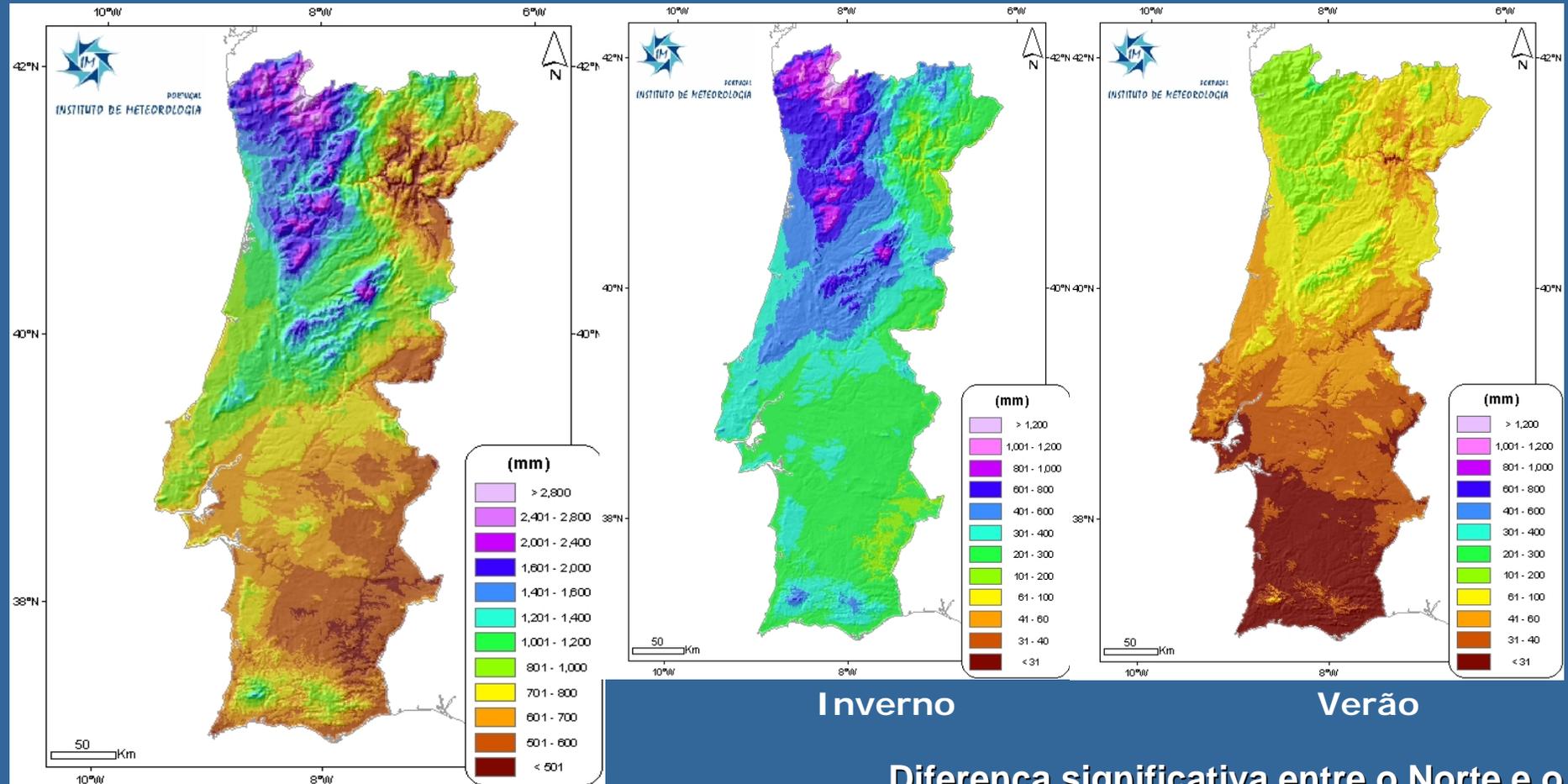
18°C – Litoral Sul



Diferença significativa entre o Norte e o Sul de Portugal e entre o Litoral e o Interior

Perfil Climático - Precipitação

Precipitação Média anual
(1961-1990)



Mais altos – Minho e Douro Litoral

Mais baixos – Interior do Baixo Alentejo



Diferença significativa entre o Norte e o Sul de Portugal e entre o Litoral e o Interior



Está o clima a mudar ?...

- *Existe variação nos fenómenos meteorológicos e climáticos extremos?*
- *Farão estas variações parte da variabilidade natural do clima?*
- *O aumento na temperatura média é acompanhado, ou não, por uma alteração na frequência de dias muito quentes e/ou uma diminuição na frequência de dias muito frios, como resultado de um decréscimo da variabilidade?*

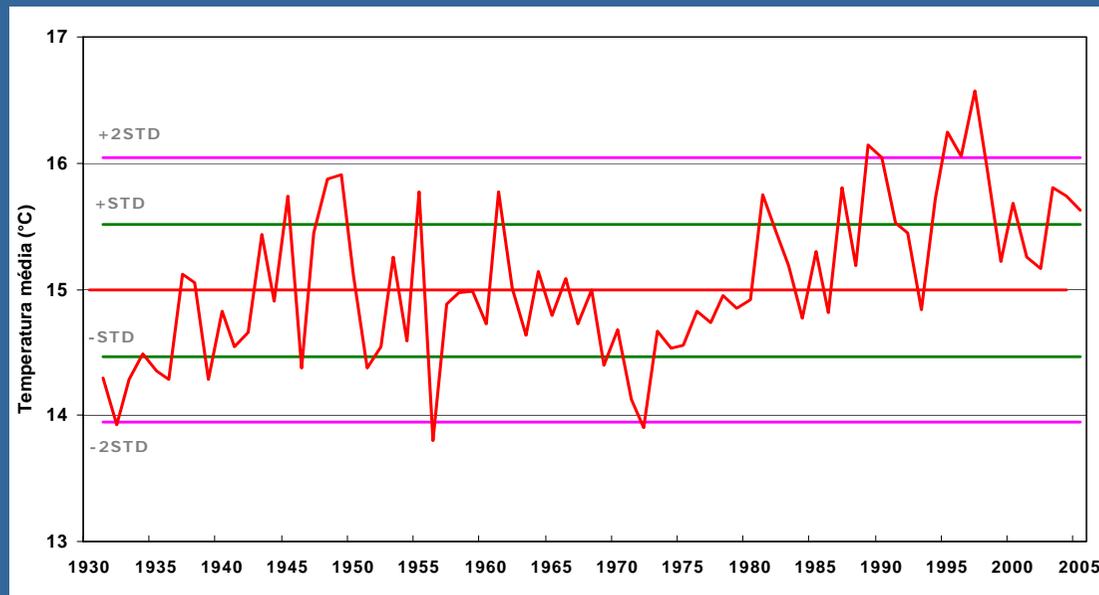
Variabilidade Climática



Desvios das estatísticas climáticas num dado intervalo de tempo em relação às estatísticas de longo prazo relativamente ao período em análise → Medida desses desvios (anomalias)



Pode ser devida a processos naturais internos do sistema climático ou a variações antropogénicas

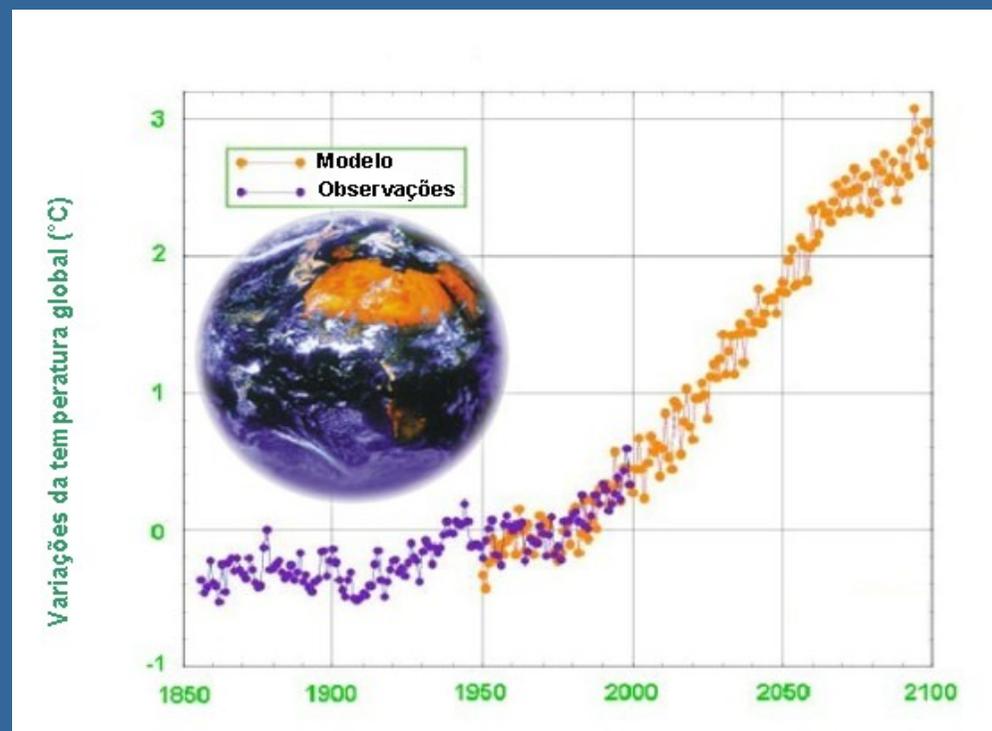


Alterações Climáticas

Refere-se a variações estatisticamente significativas no estado médio do clima ou na sua variabilidade, que persistem num período de tempo suficientemente longo (tipicamente várias décadas ou maior)



Pode ser devida a processos naturais internos do sistema climático ou a variações antropogénicas persistentes na composição da atmosfera ou na alteração da superfície terrestre



Variabilidade e Alterações Climáticas

Um único acontecimento, como um ciclone tropical, não pode ser atribuído à alteração climática induzida pelo homem, no estado actual do conhecimento científico.

É ocasional a ocorrência de um acontecimento ou sequência de acontecimentos que nunca se tenham observado anteriormente, como por exemplo a excepcional "hurricane season" no Atlântico em 2005 ou a onda de calor em 2003 na Europa.

Variabilidade climática



Se estes fenómenos não ocorrerem nos próximos 30 anos, então a análise histórica permite afirmar que aqueles anos foram excepcionais, mas não um sinal de alteração

Alteração climática



Se existir persistência destes fenómenos raros, pode sugerir a ocorrência de uma potencial alteração no comportamento do clima.

Alterações Observadas do Clima Actual

(IPCC, 2007)



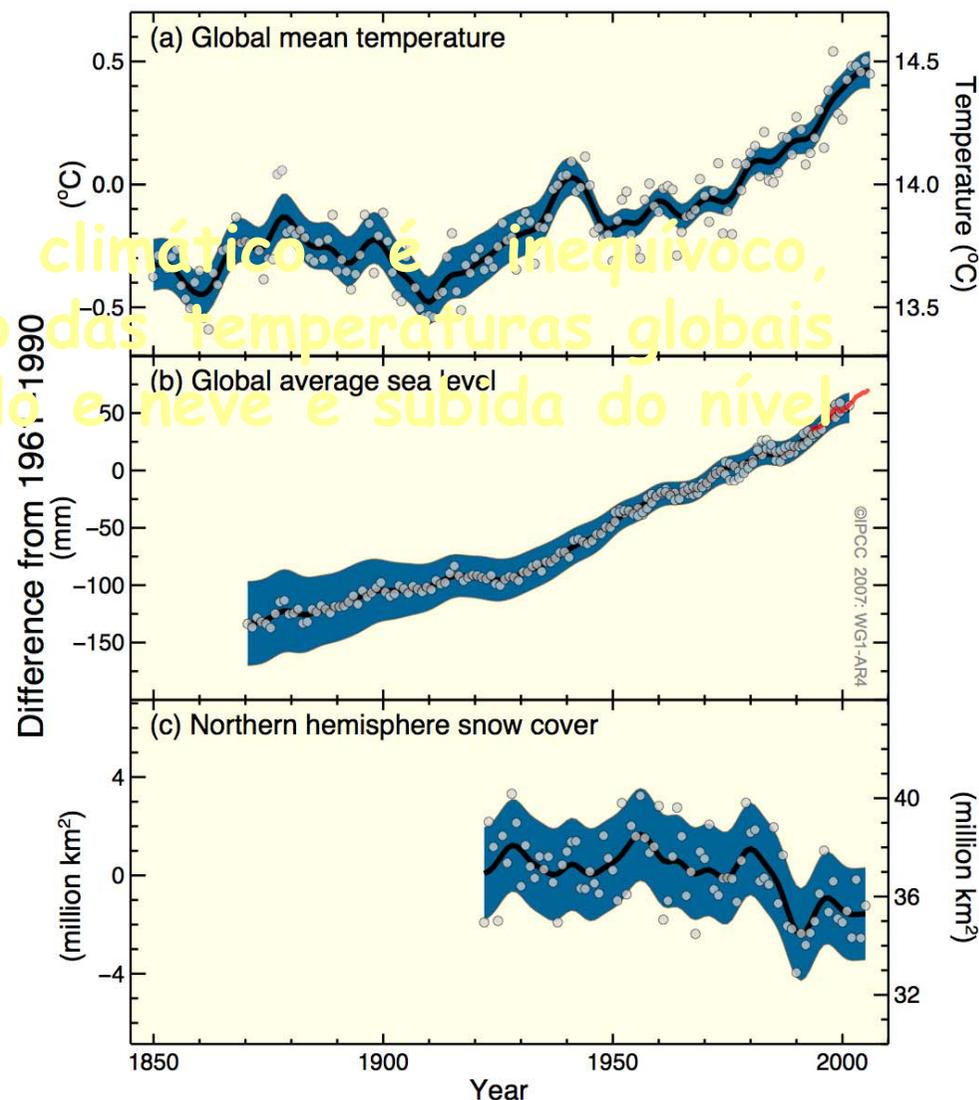
Temp. média global

O aquecimento do sistema climático é inequívoco, evidenciado a partir do aumento das temperaturas globais. O nível médio do mar, a fusão do gelo e neve e subida do nível médio do mar.

Cobertura de neve HN

Fonte IPCC, 2007

Changes in Temperature, Sea Level and Northern Hemisphere Snow Cover



Alterações Observadas do Clima Actual

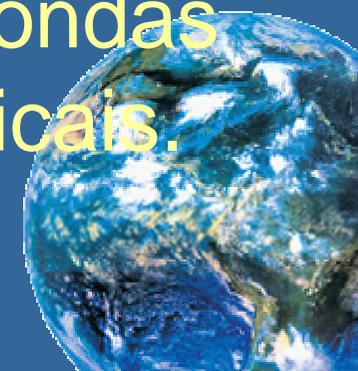
- A tendência (1906-2005) da temperatura média é de $+0.74\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($\pm 0.18\text{ }^{\circ}\text{C}$)
- A tendência linear de aquecimento nos últimos 50 anos, $+0.13\text{ }^{\circ}\text{C}$ por década é aproximadamente o dobro da tendência verificada nos últimos 100 anos;
- No período 1961-2003 o nível médio do mar subiu globalmente a uma taxa de $1.8 (\pm 0.5)$ mm por ano.



Alterações Observadas do Clima Actual

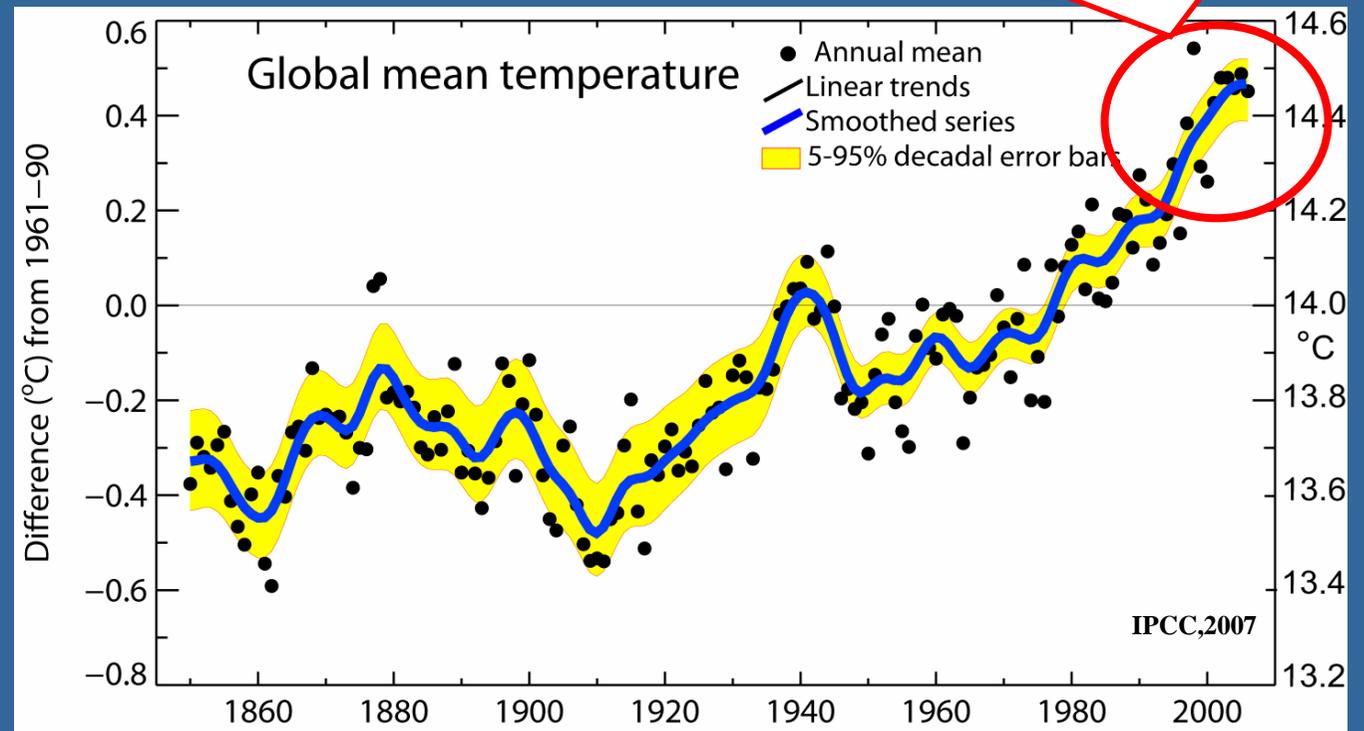
À escala continental e oceânica observam-se alterações na variabilidade climática

- ▶ Variações na quantidade de precipitação, na salinidade e regime de vento
- ▶ Alguns aspectos dos fenómenos extremos, incluindo secas, precipitação intensa, ondas de calor e intensidade dos ciclones tropicais.



Alterações Observadas do Clima Actual (IPCC, 2007)

12 anos + quentes:
1998, 2005, 2003, 2002, 2004, 2006,
2001, 1997, 1995, 1999, 1990, 2000



É altamente provável que o aumento observado da temperatura média global, desde meados do século XX, seja na sua maior parte, uma consequência do aumento da concentração dos gases com efeito de estufa de origem antropogénica.



Alterações Observadas do Clima Actual

- ▶ Nos últimos 50 anos observaram-se variações em larga escala nas temperaturas extremas
- ▶ Diminuição da frequência de dias frios e noites frias
- ▶ Aumento da frequência de dias quentes, noites quentes e ondas de calor
- ▶ Observações de satélite sugerem a partir de 1970 uma tendência para ciclones tropicais mais intensos, correlacionada com o aumento observado da temperatura da água do mar nos trópicos.



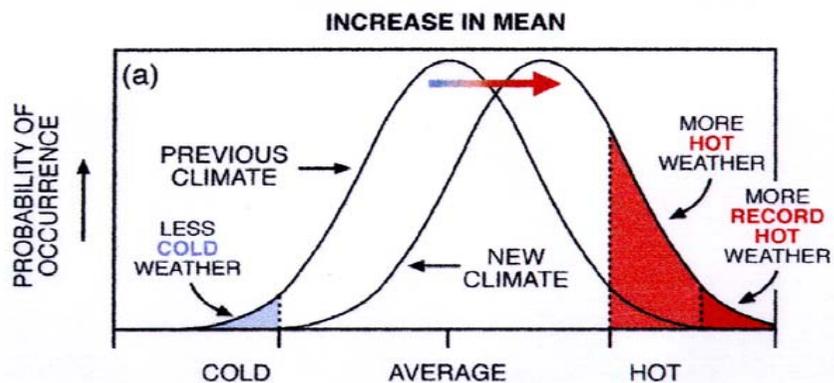
Alterações Observadas do Clima Actual

Alterações nos fenómenos extremos

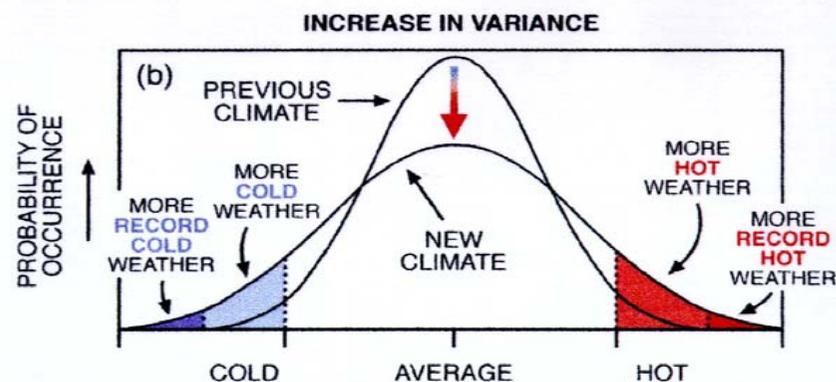
- ▶ Não há tendências de longo prazo na precipitação global
- ▶ Mas à escala regional observa-se aumento da precipitação na parte leste da América (N e S), N Europa, Ásia Central e N.
- ▶ Aumento da frequência de episódios de precipitação intensa
- ▶ Aumento da intensidade e duração de situações de seca, observado desde 1970



Modos de alteração climática

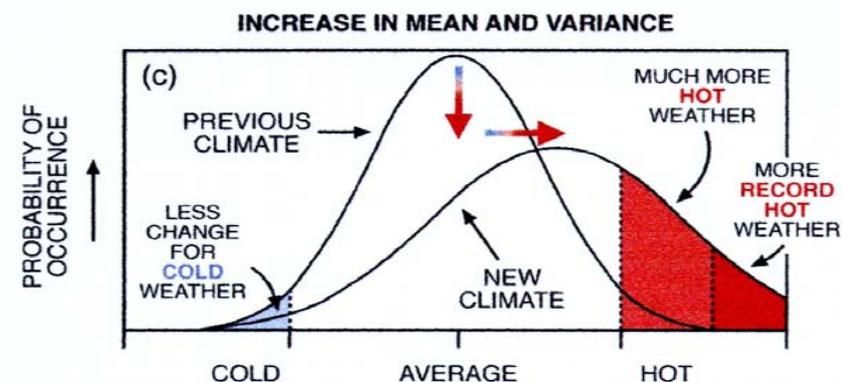


Aumento da média



Aumento da variância

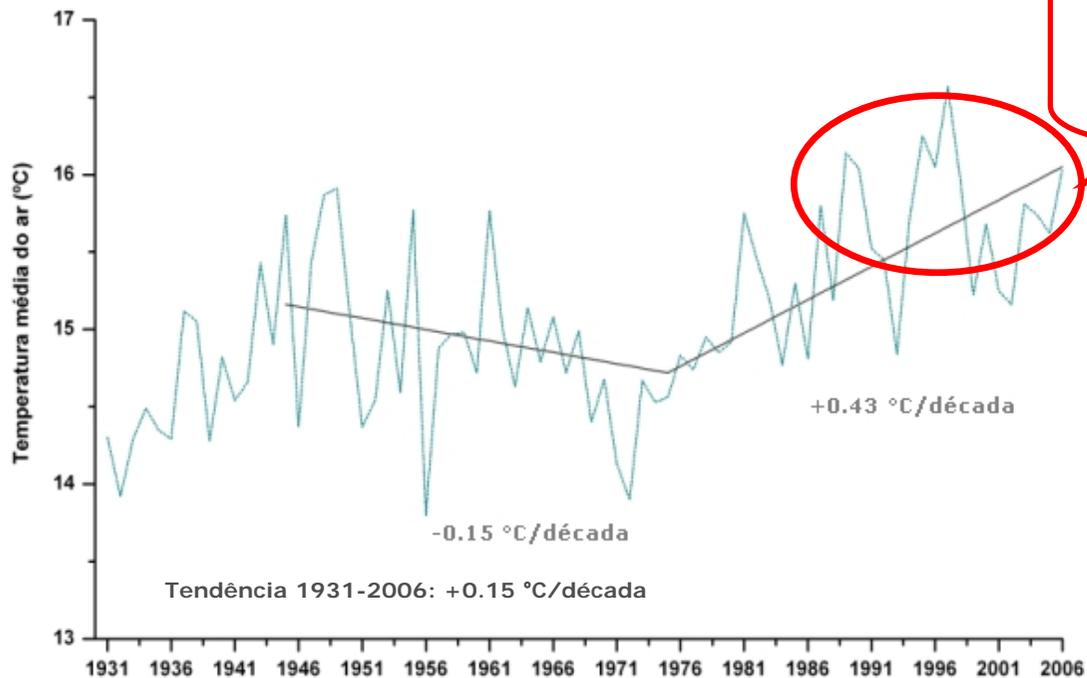
Aumento da média e variância



Alterações Observadas do Clima Actual



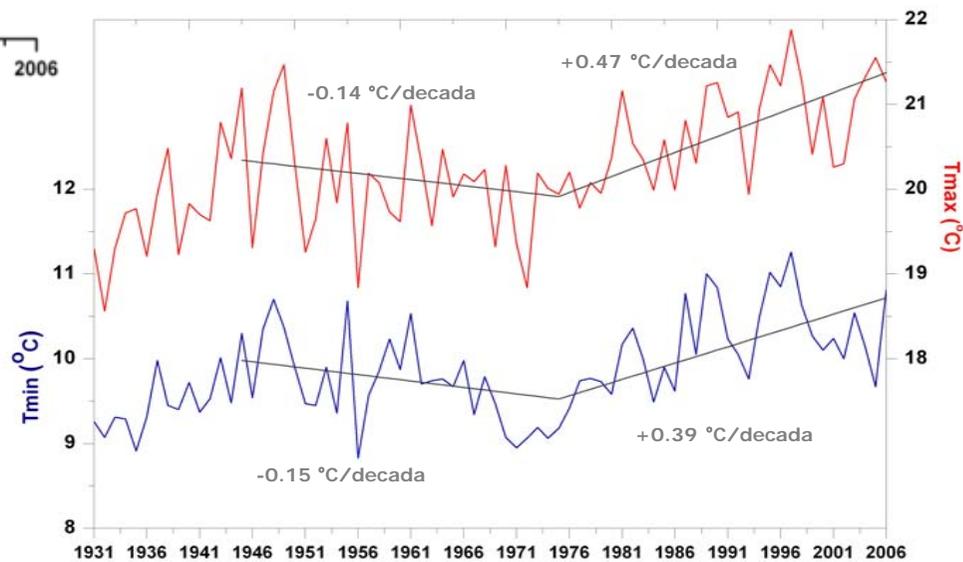
Alterações Observadas do Clima Actual: **Temperatura** Portugal Continental



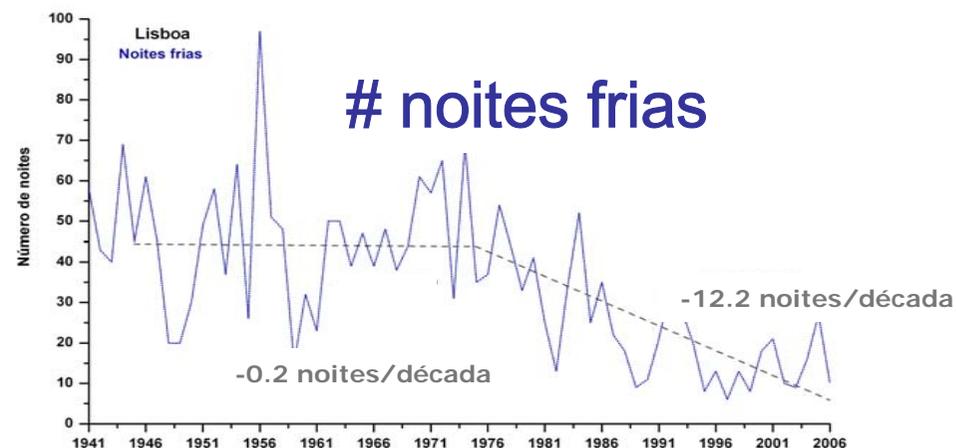
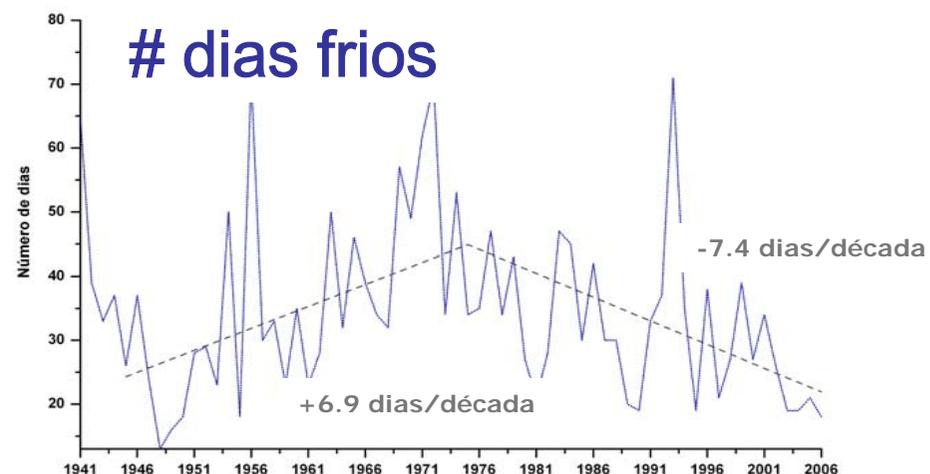
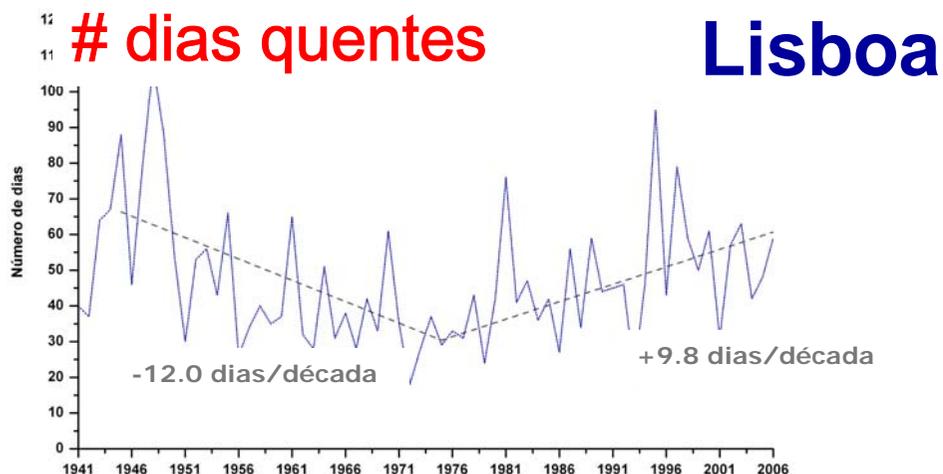
7 dos 10 anos + quentes
ocorreram depois 1990:
1997, 1995, 1996, 2006,
1990, 1998 e 2003

Temperatura média

**A temperatura máxima está a subir
+ que a mínima**



Alterações nos fenómenos extremos



Alterações Observadas do Clima Actual: **Temperatura** Portugal Continental

- A análise dos dados observacionais, em Portugal, indicam que o clima português sofreu, ao longo do século XX, uma evolução caracterizada por dois períodos de aquecimento, intercalados por um período de arrefecimento
- Desde a década de 1970, a temperatura média subiu em todas as regiões de Portugal, a uma taxa de cerca de 0.4 °C/década

Tendências significativas – diminuição

- no índice anual de dias e noites frias
- no índice anual de $T_{min} < 0^{\circ}C$ (frost days)
- no índice de duração anual de ondas de frio

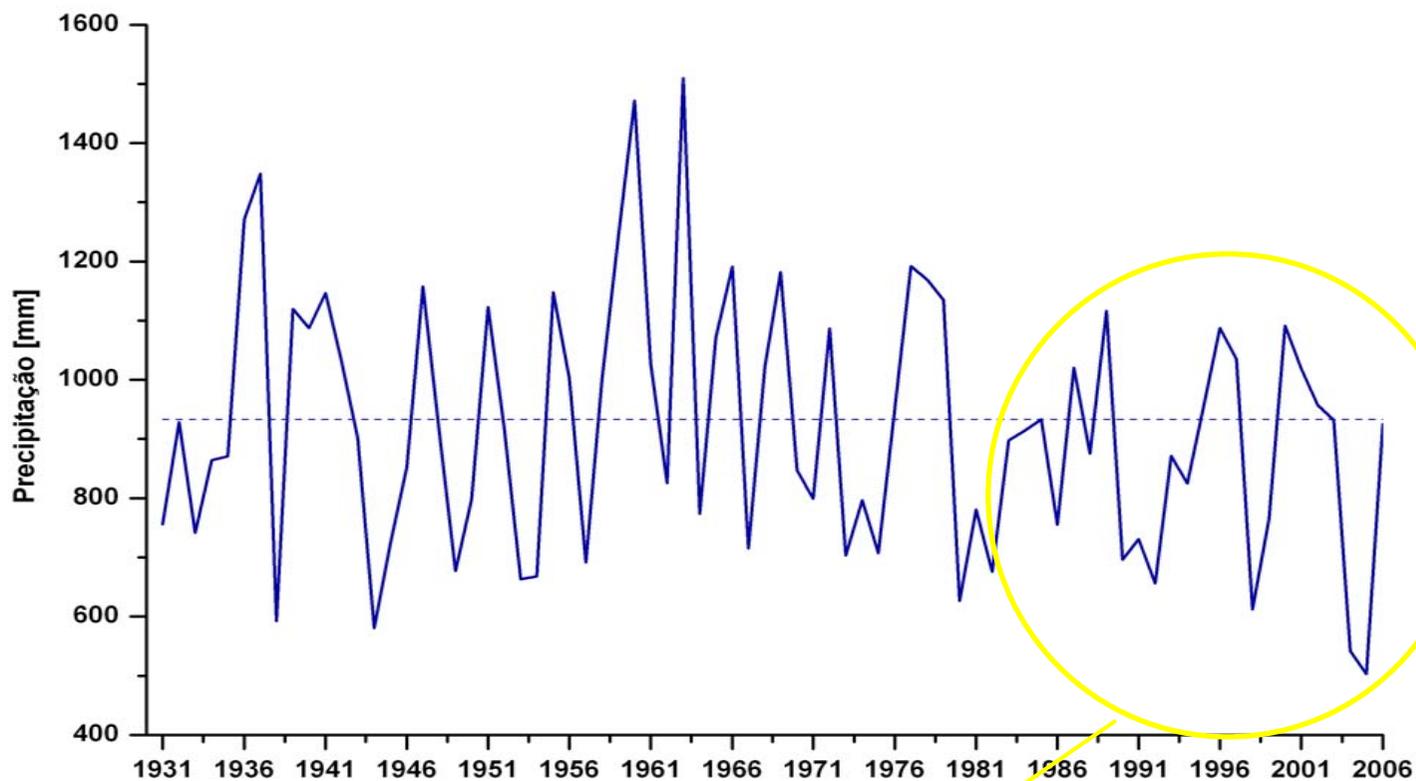


Tendências significativas – aumento

- no número anual de noites tropicais ($T_{min} > 20^{\circ}C$);
- no número anual de dias de Verão ($T_{máx} > 25^{\circ}C$);
- no índice de duração anual de ondas de calor.



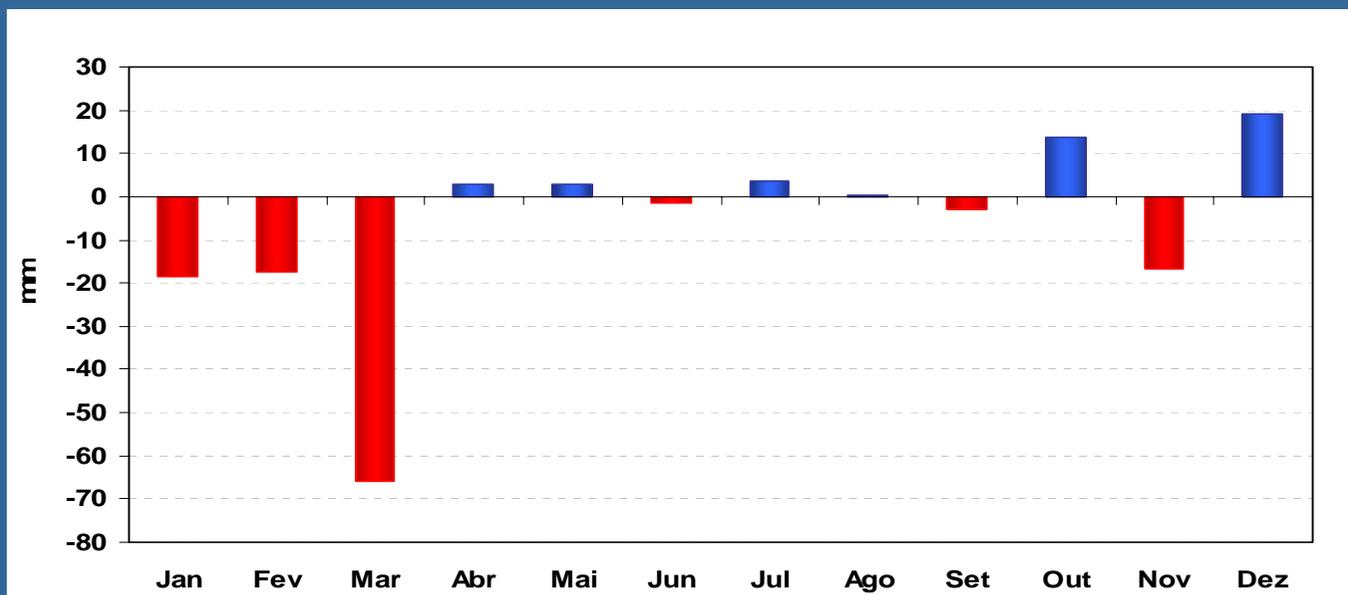
Alterações Observadas do Clima Actual: Precipitação Portugal Continental



- Entre 1980 e 2006 ocorreram apenas 7 anos com precipitação acima da média
- 2005: O ano mais seco

Alterações Observadas do Clima Actual: Precipitação Portugal Continental

Variação da precipitação média mensal 1971-2000 vs 1941/1970



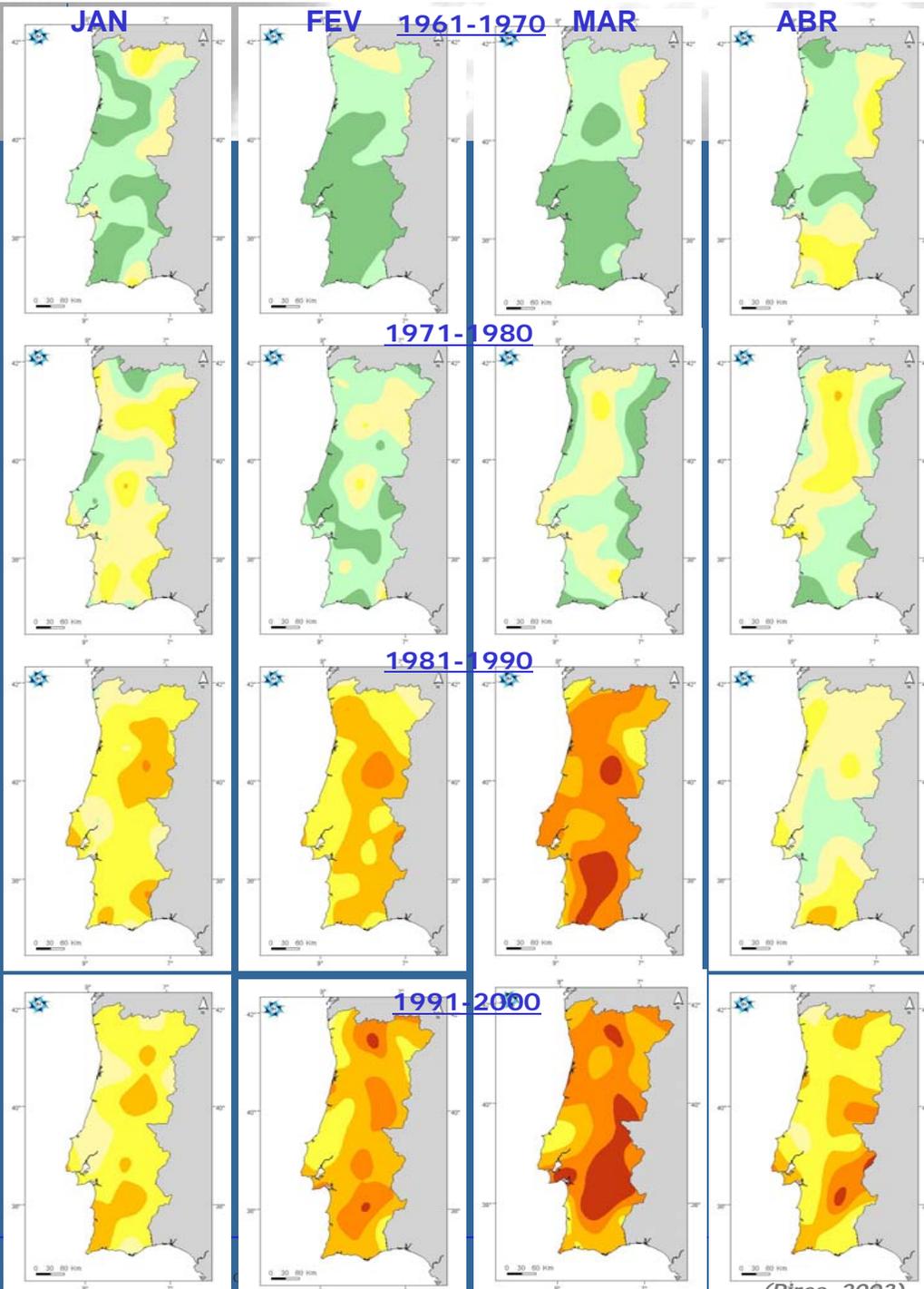
- Em relação ao período 1941-70 perda de precipitação no mês de Março de cerca de 70 mm e cerca de 20 mm nos meses de Janeiro e Fevereiro

Redução do período de Inverno e antecipação da Primavera

- No período 1971-2000 ocorreram menos 80 mm de precipitação acumulada anual, que no período 1941-1970, valor comparável ao da perda de precipitação em Março;

- A evolução observada apresenta grande irregularidade e não se verificam tendências significativas Diminuição não significativa da precipitação desde a década de 70
- Diminuição significativa da precipitação desde 1931 na Primavera nas últimas 3 décadas do século XX, estatisticamente significativa, acompanhada por aumentos muito ligeiros nas outras estações do ano.
- Aumento de situações extremas de precipitação nos últimos anos
Inverno
 - ▶ 2000/2001 muito chuvoso (3º mais chuvoso - últimos 30 anos);
 - ▶ 2001/2002 o 5º mais seco dos últimos 30 anos;
 - ▶ 2004/2005 o mais seco dos últimos 75 anos.
- O ano de 2005 foi o mais seco dos últimos 75 anos, 2007 o 2ª mais seco e 2004 o 3º mais seco.

Alterações Observadas do Clima Actual: SECA



Evolução da seca: período 1961-2000

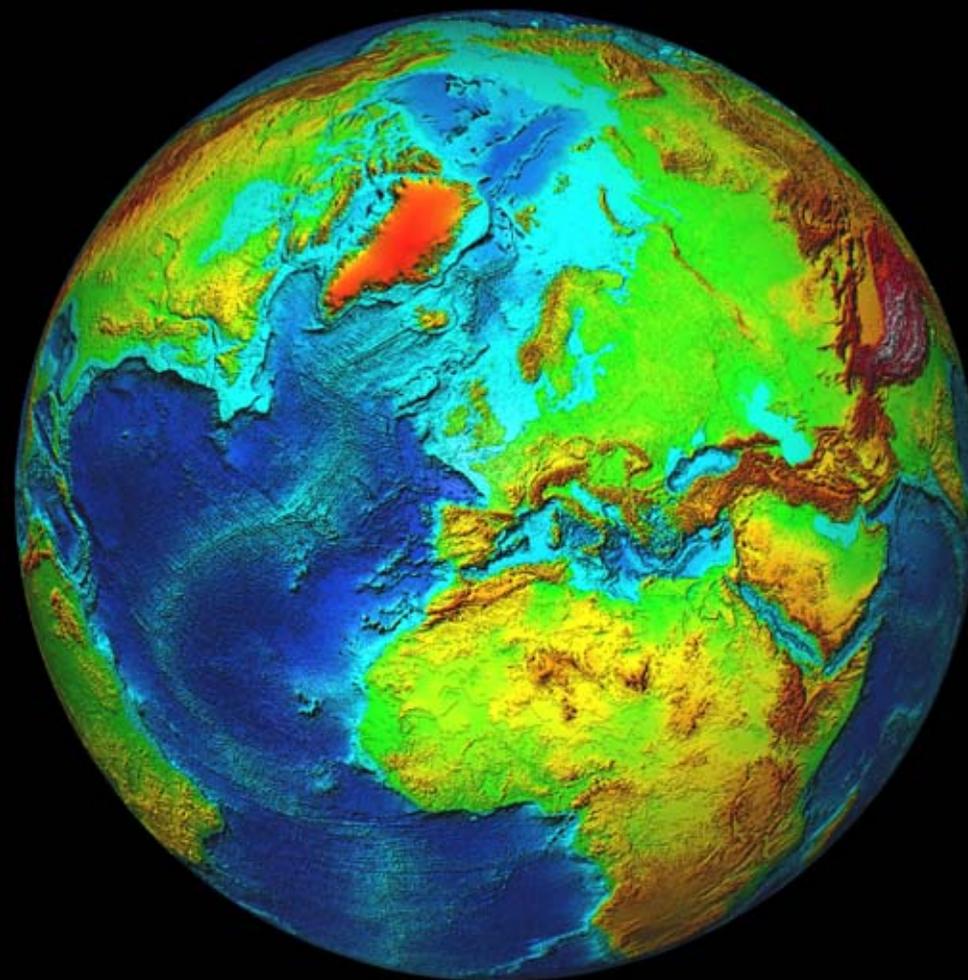
Aumento das secas: frequência e intensidade desde a década de 80

Chuva ligeira	Normal (chuva)	Normal (seca)	Seca ligeira	Seca fraca	Seca fraca a moderada	Seca moderada

(Pires, 2003)



Cenários século XXI



45°N, 00°E



- **Aumento da temperatura média global entre 1.8°C e 4.0°C**
- **Aumento do nível médio do mar de 0,28 m a 0,43 m**
- **Aumento da intensidade e duração de situações de seca**

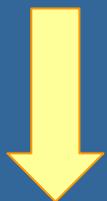
- **Temperaturas máximas mais elevadas; mais dias quentes e ondas de calor em quase todas as zonas continentais (*altamente provável*)**



- **Aumento da mortalidade dos idosos nas zonas urbanas**
- **Aumento do stress térmico do gado**
- **Mudanças nos destinos turísticos**
- **Aumento do risco de prejuízos nas culturas**
- **Aumento da energia necessária para arrefecimento**



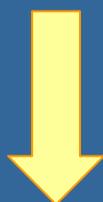
- **Temperaturas mínimas mais elevadas; menos dias frios, de geada e menos ondas de frio em quase todas as zonas continentais**
(altamente provável)



- **Diminuição da morbilidade e mortalidade causadas pelo frio**
- **Diminuição dos prejuízos em algumas culturas e aumento do risco para outras**
- **Aumento da variedade e actividade de pragas e doenças transmitidas por vectores**
- **Diminuição da energia necessária para aquecimento**



- **Maior número de ocorrência de precipitações intensas em muitas zonas (*altamente provável*)**



- **Aumento dos deslizamentos e prejuízos para a propriedade**
- **Aumento da erosão do solo**
- **Aumento dos custos dos seguros**
- **Prejuízos para vários sistemas ecológicos e sócio-económicos**



- Aumento dos Verões secos nas latitudes médias das zonas continentais e correspondente aumento de risco de seca *(provável)*



- Diminuição da produtividade
- Diminuição da quantidade e qualidade da água
- Aumento dos fogos florestais
- Diminuição da produção hidroelétrica



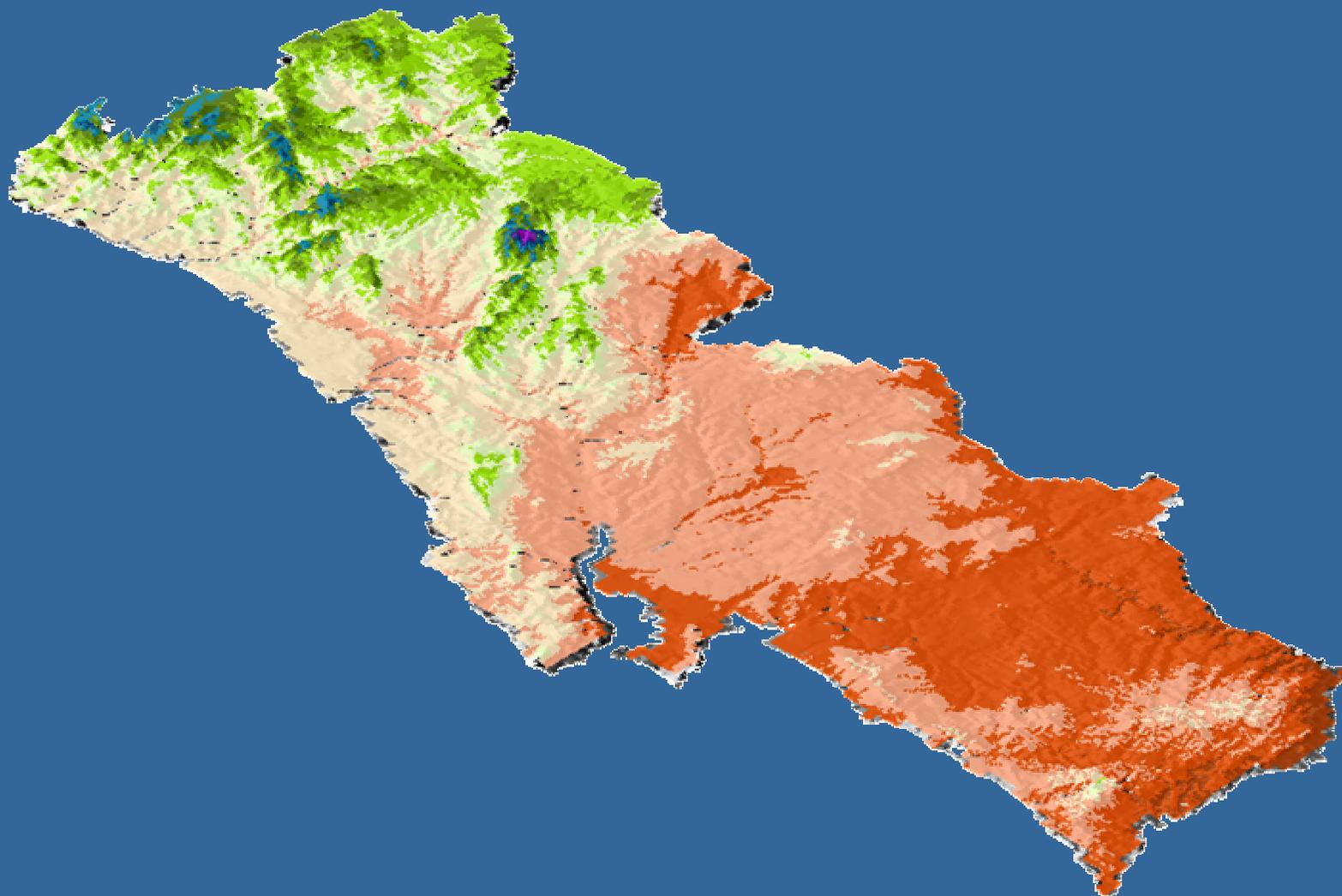
- Aumento nos ciclones tropicais da intensidade máxima do vento e dos valores médios e máximos da precipitação (*provável*)



VRUAK PDA01:961231:PONTA DELGADA, Azores Islands: Ships collide due the bad weather which continues to storm the Azores Islands 31DEC. Although there is no casualties, there are heavy material damages. EPA PHOTO/LUSA "ACOREANO ORIENTAL".

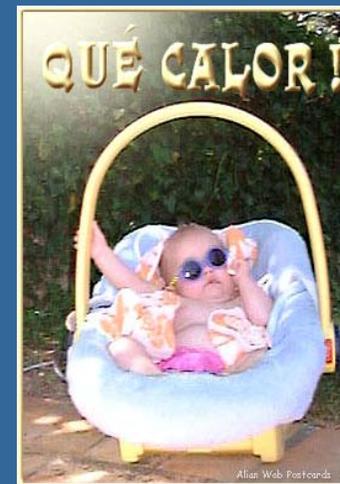
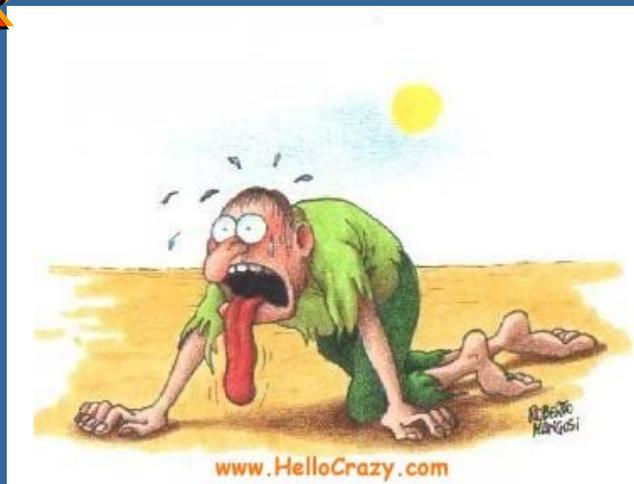


Fenómenos extremos em Portugal



Fenómenos extremos em Portugal

ONDA DE CALOR



SECA



Fenómenos extremos em Portugal

FRIO

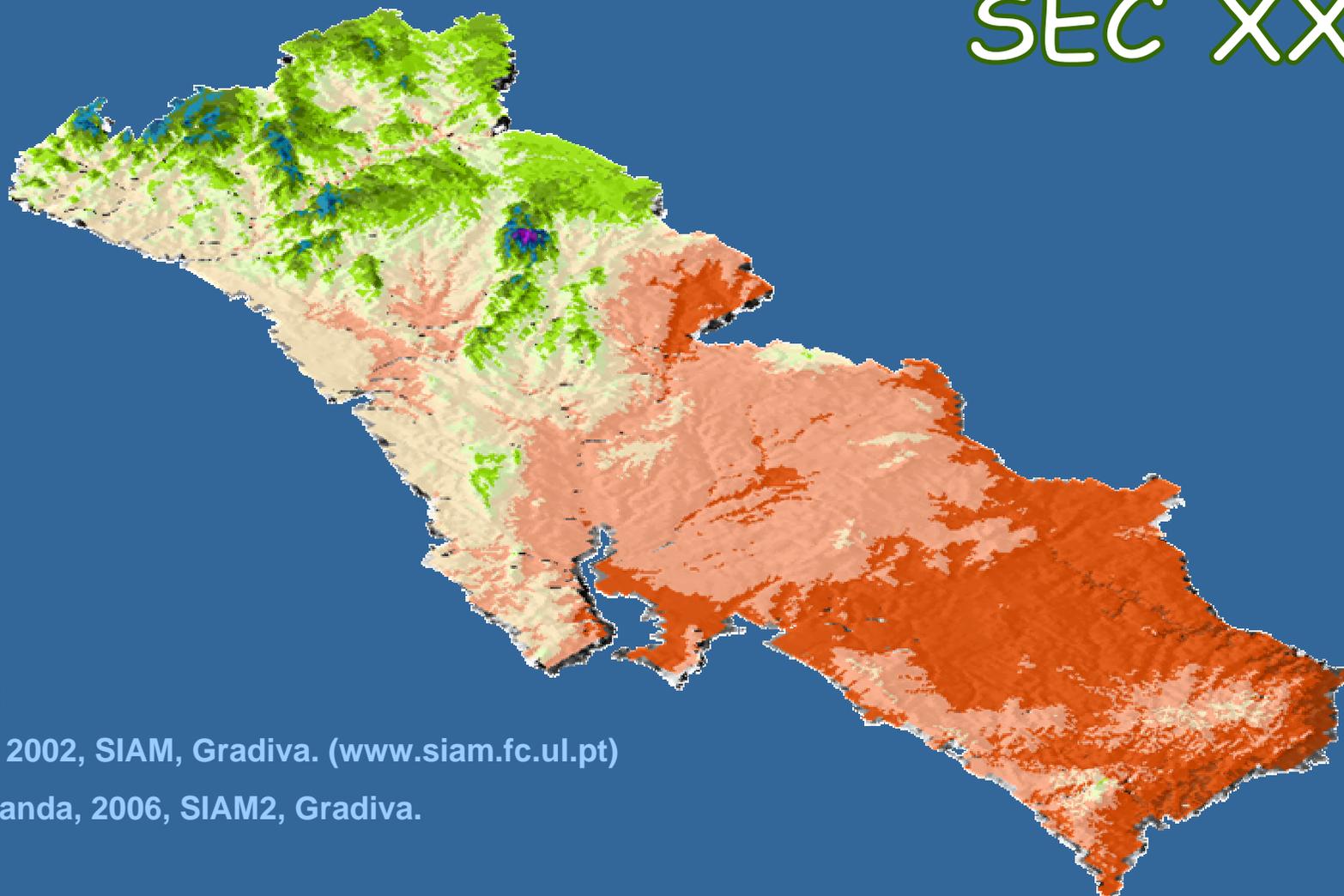


CHEIAS



Cenários para Portugal

SÉC XXI



SIAM books:

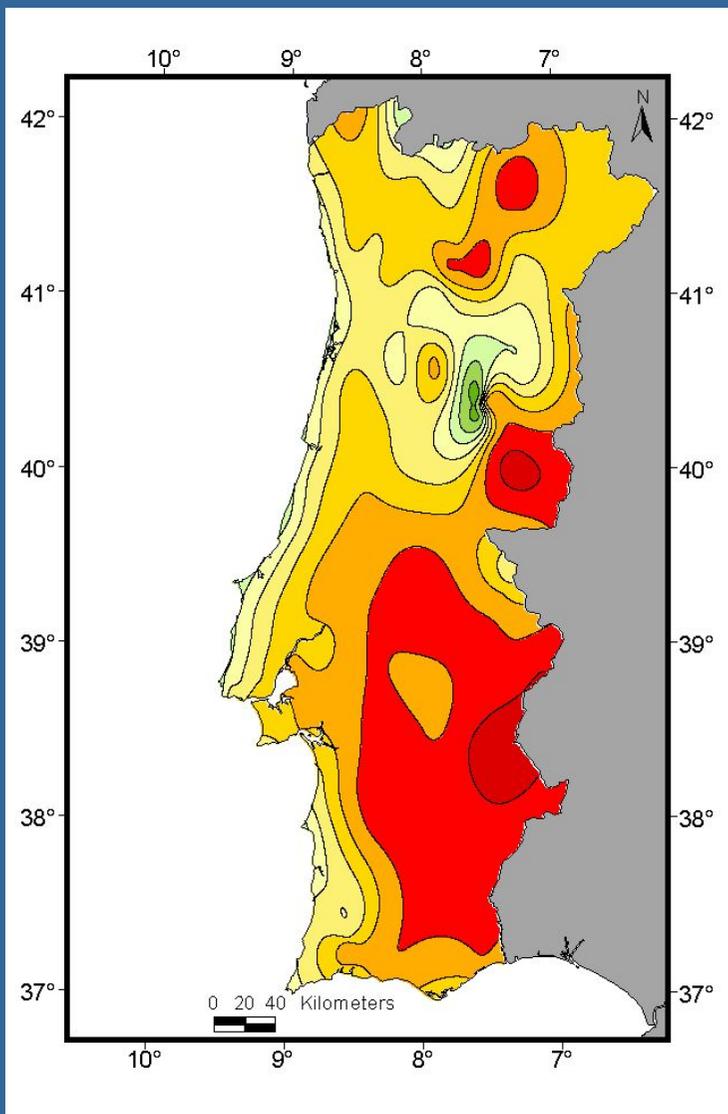
Santos et al, 2002, SIAM, Gradiva. (www.siam.fc.ul.pt)

Santos e Miranda, 2006, SIAM2, Gradiva.

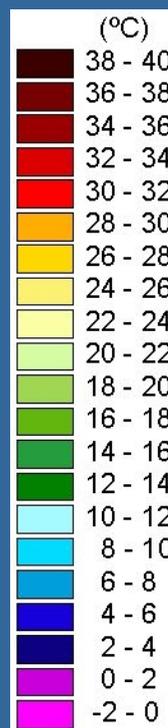
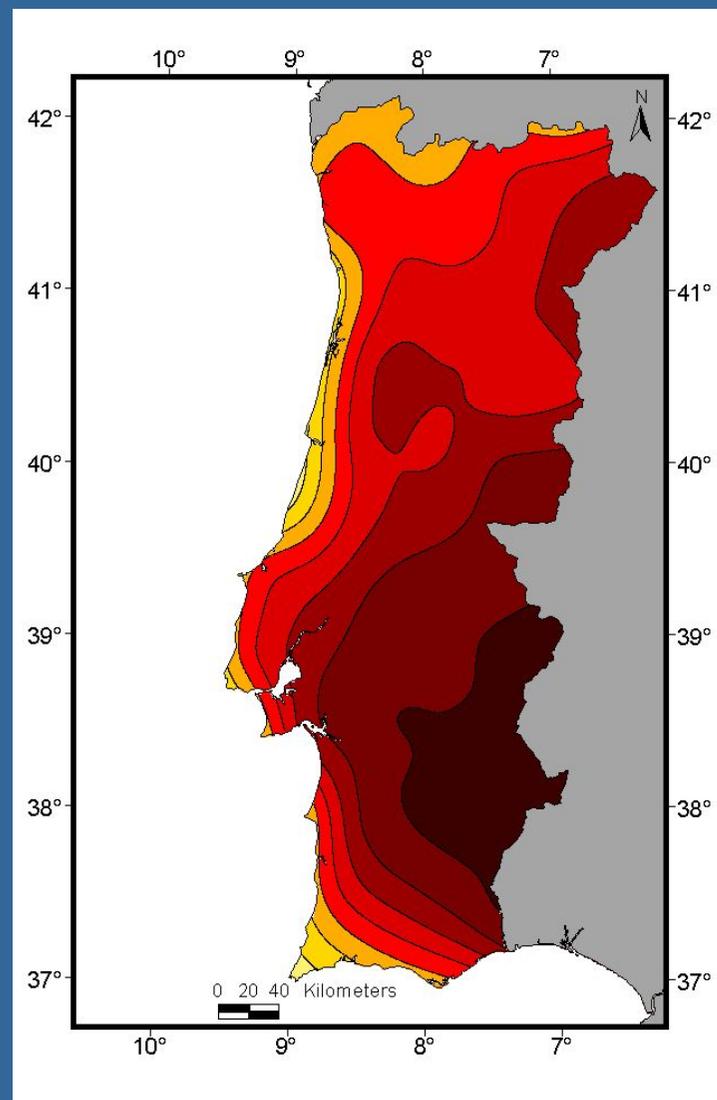
- ✳ **Aumento significativo da temperatura média em todas as regiões de Portugal até ao fim do século XXI.**
- ✳ **No continente, aumentos da temperatura máxima no Verão entre 3°C na zona costeira e 7°C no interior, acompanhados por um grande incremento da frequência e intensidade de ondas de calor.**
- ✳ **Nas regiões insulares aumentos da temperatura máxima entre os 2°C e os 3°C na Madeira, e entre 1°C e 2°C nos Açores**
- ✳ **Precipitação - maior incerteza do clima futuro. No entanto, quase todos os modelos projectam redução da precipitação em Portugal Continental durante a Primavera, Verão e Outono.**
- ✳ **Um dos modelos de clima projecta reduções da quantidade de precipitação no Continente que podem atingir valores correspondentes a 20% a 40% da precipitação anual, com as maiores perdas a ocorrerem nas regiões do Sul.**
- ✳ **Na Madeira estima-se igualmente uma importante redução da precipitação anual, até cerca de 30%; nos Açores prevêem-se alterações do ciclo anual da precipitação sem grande impacto nos valores totais**

Temperatura máxima no Verão

Média 1961-90

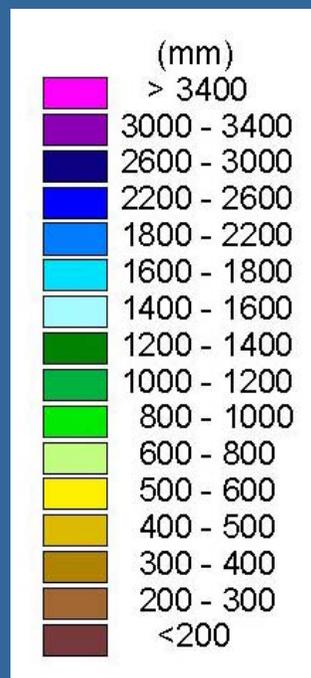
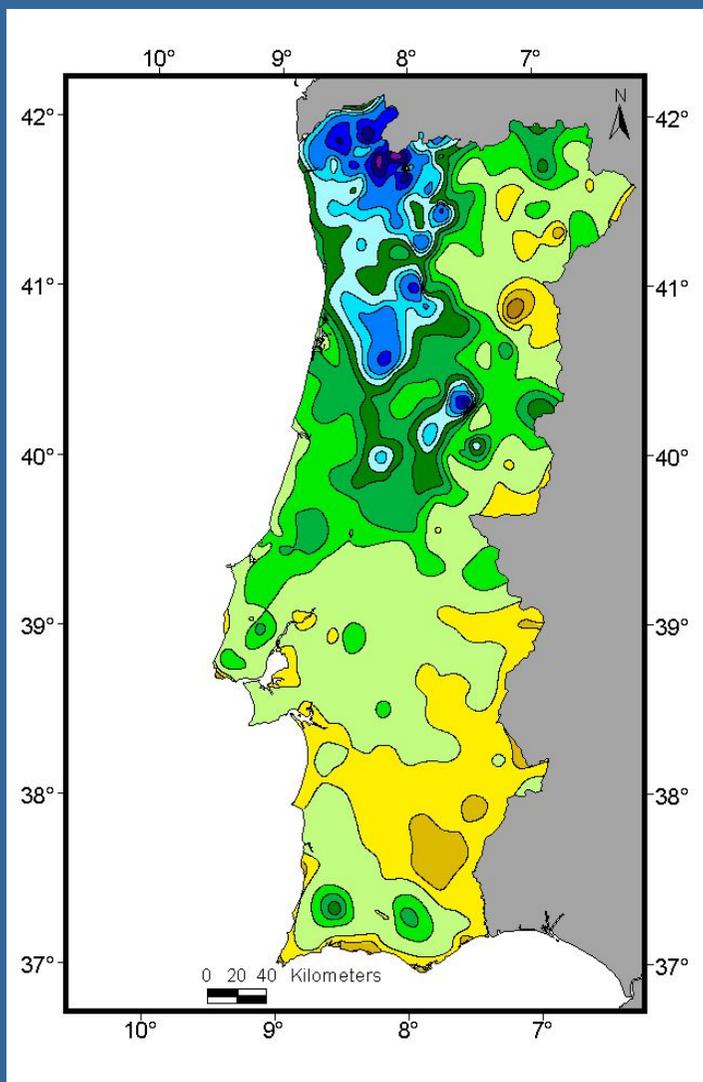


Final século XX

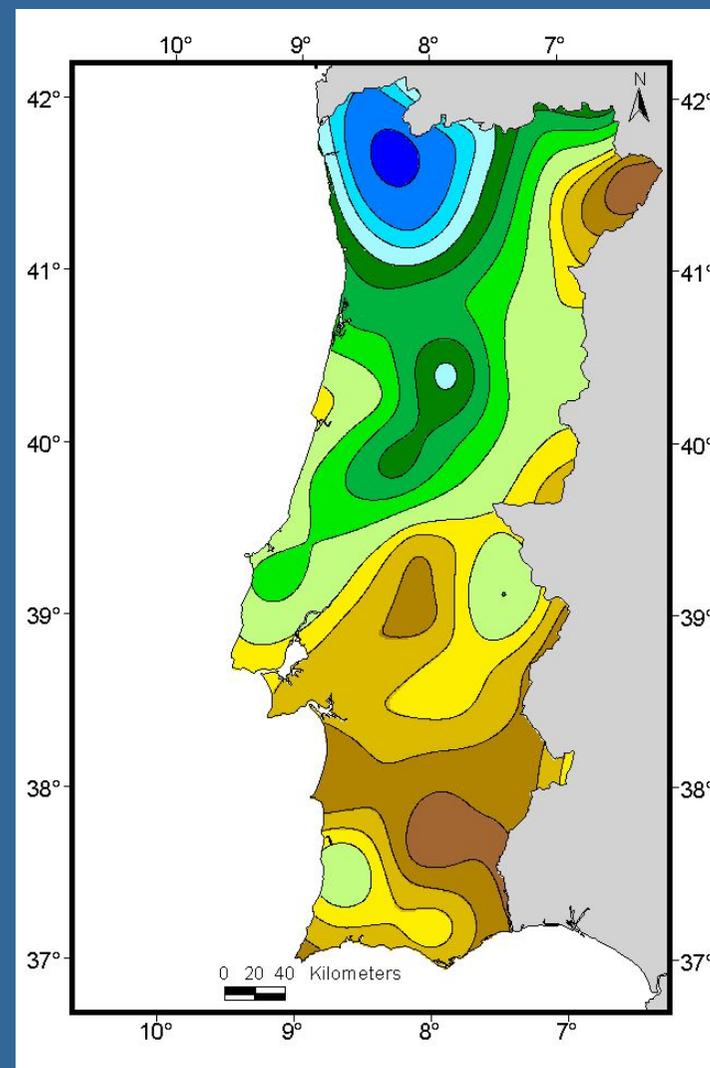


Precipitação Anual

Média 1961-90



Final século XX



Tipos de Adaptação

Por antecipação

Por reacção

Sistemas Naturais

Privado

- diversificação agrícola
- seguros
- urbanização

- alterações na composição e localização dos ecos.
- migrações

Humanos

Público

- sistemas de alerta
- previsões sazonais
- regulamentos edifícios
- infra-estruturas

- incentivos



RISCO

se à intensificação das alterações climáticas, falhar a adaptação atempada, haverá perdas em termos de desenvolvimento sustentado

OPORTUNIDADE

Se aprendermos a gerir o nosso recurso natural, responsabilmente, e adaptarmos pronta e inteligentemente às alterações constantes dos factores decisivos, poderemos promover o desenvolvimento sustentado

Esta é a *oportunidade* que as alterações climáticas nos oferecem.



INSTITUTO DE METEOROLOGIA
PORTUGAL

BEM-VINDO, 21 de Março de 2007

INÍCIO | O IM | MAPA DO SITE | PUBLICAÇÕES | CONTACTOS

ESTADO DO TEMPO

Previsão Significativa

Tempo Presente

VIGILÂNCIA E ALERTAS

DADOS DE OBSERVAÇÃO

PREVISÃO NUMÉRICA

CLIMATOLOGIA

SISMOLOGIA

INVEST. E DESENVOLV.

AMBIENTE

AERONÁUTICA

MARÍTIMA

AGROMETEOROLOGIA

PRODUTOS E SERVIÇOS

COMUNICAÇÃO SOCIAL

RELAÇÕES INTERNACIONAIS

LINKS DE INTERESSE

OBSERV. METEO.:
2007-03-21 09h UTC
COIMBRA (AERÓDROMO)
7.0 °C | 58 % | 0.0 mm
FARO (AERÓDROMO)
9.8 °C | 40 % | 0.0 mm
FINCIAL
13.6 °C | 78 % | 0.2 mm
LEBOA (G. COI TIHO)
9.5 °C | 45 % | [-] mm
P. DELGADA (AERÓDROMO)
12.5 °C | 88 % | 0.0 mm
PORTO (P. RI BRAS)
[-] °C | [-] % | [-] mm

NORMAS DO W3C

AVISOS LEGAIS

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E ENSINO SUPERIOR

apcer | I-Net

Escolha o Mapa que pretende visualizar

TROVOADAS | SATÉLITE | RADAR | NUMÉRICA | MARÍTIMA | SISMOLOGIA

www.meteo.pt

INSTITUTO DE METEOROLOGIA
PORTUGAL

BEM-VINDO, 21 de Novembro de 2006

INÍCIO | O IM | MAPA DO SITE | PUBLICAÇÕES | CONTACTOS

ESTADO DO TEMPO

Previsão Significativa

Tempo Presente

VIGILÂNCIA E ALERTAS

DADOS DE OBSERVAÇÃO

PREVISÃO NUMÉRICA

CLIMATOLOGIA

SISMOLOGIA

INVEST. E DESENVOLV.

AMBIENTE

AERONÁUTICA

MARÍTIMA

AGROMETEOROLOGIA

PRODUTOS E SERVIÇOS

COMUNICAÇÃO SOCIAL

RELAÇÕES INTERNACIONAIS

LINKS DE INTERESSE

OBSERV. METEO.:
2006-11-21 14h UTC
COIMBRA (AERÓDROMO)
15.1 °C | 77 % | 0.0 mm
FARO (AERÓDROMO)
18.9 °C | 72 % | 0.0 mm
FINCIAL
24.5 °C | 65 % | 0.0 mm
LEBOA (G. COI TIHO)
18.4 °C | 76 % | 0.0 mm
P. DELGADA (AERÓDROMO)
18.3 °C | 72 % | 0.0 mm
PORTO (P. RI BRAS)
16.9 °C | 78 % | 0.0 mm

NORMAS DO W3C

AVISOS LEGAIS

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E ENSINO SUPERIOR

Conhecer e Aprender com a Meteorologia e Climatologia.

Nesta área do site do IM pretende-se disponibilizar e partilhar conhecimentos básicos nos domínios da meteorologia e da climatologia, em particular da terminologia utilizada. Também constitui um objectivo do IM tornar esta página numa plataforma educativa e didáctica sobre assuntos e fenómenos atmosféricos.

Muitos dos temas aqui abordados resultaram do apuramento de questões colocadas ao IM, via e-mail ou por telefone, em particular por escolas dos ensinos básico, secundário e complementar e, ainda, por utilizadores especializados e pelo público em geral.

Observar o "Tempo"

- à superfície
 - Est. Meteorológicas Clássicas
 - Est. Meteorológicas Automáticas
- em altitude
- com satélites
- com detectores de raios
- com RADAR

Interpretar o "Tempo"

- Sistemas Meteorológicos
- Grandezas Meteorológicas
- Cartas Meteorológicas
- Previsão do Estado do Tempo e do Mar
- Massas de ar
- Nuvens

Fenómenos Meteorológicos

- Ciclones Tropicais
- Meteoros
- Trovoada

Utilitários

- Conversões e calculos. **Ver mais»**

Cartas Meteorológicas

Nuvens

O Tempo e o Clima

- Clima de Portugal
- Clima Urbano
- Ondas de Calor
- Seca Meteorológica
- NAO

Estudos de casos

- Furacão VINCE
- Queda de Neve, Portugal, 2006
- Situação de Seca 2004-2006

FAQ's

- Qual é a diferença entre Tempo e Clima?
- O que são as Normais Climatológicas?
- Ver mais»**

Glossário

- Meteorológico e Climatológico

Referências

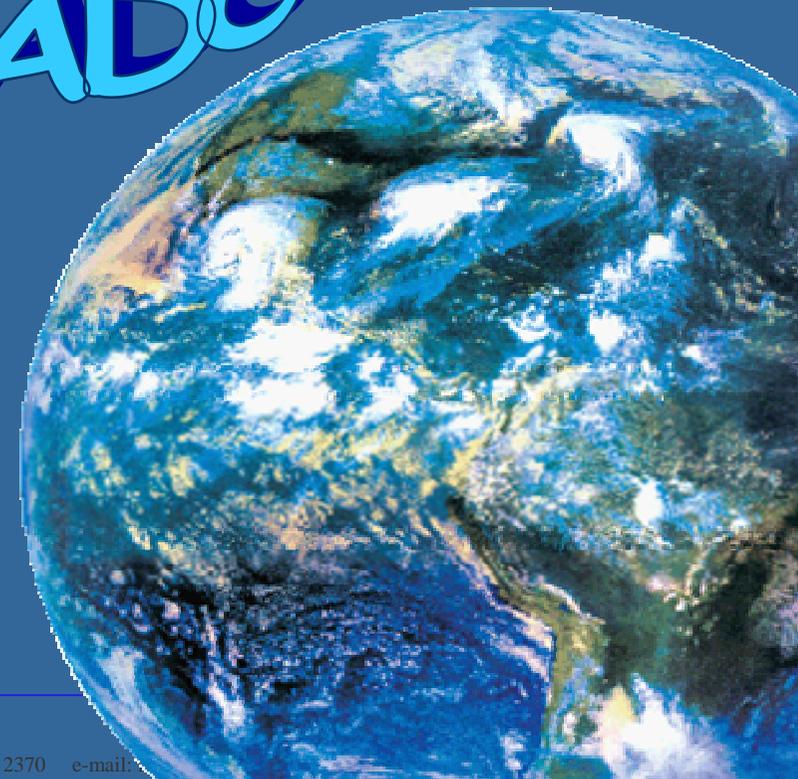
- Referências Bibliográficas.



Manuel Correia



FIM OBRIGADO



Variabilidade e Alterações Climáticas

Diferença fundamental entre variabilidade climática e alteração climática



Persistência das condições “anómalas”

Não se deverá confundir variabilidade com alteração climática.

Do ponto de vista climático, muitas regiões do globo apresentam grande variabilidade

O que é “normal” em Portugal em termos de frequência de precipitação extrema (grande variabilidade) não será normal em Inglaterra (baixa variabilidade)

