

Aquecimento Global



1 – Introdução

2 – O que controla o clima?

- Fatores Naturais
- Efeito Estufa
- O Clima Passado

3 – O que nós sabemos?

- IPCC, outros institutos
- Ferramentas: Dados
 - Paleoclimatologia
 - Observações
- Ferramentas: Modelagem Climática
 - O que são? Quais são?
 - Incertezas
 - Modelos climáticos

4 – É real?

- Evidências de mudanças
 - Temperaturas
 - Oceanos
 - Neve e Gelo
 - Chuvas e Secas
 - Ecosistemas
- O fator humano
 - CO₂
 - Outros gases estufas

5 – Porque devemos nos preocupar?

- Verões tórridos/ Inverno mais quentes
- Secas e Inundações
- Aumento do nível do oceano
- Eventos extremos
- Saúde

6 – Quais as certezas dos cientistas?

- Existe consenso?

7 – Impactos Futuros



GLOBAL WARMING THEORY



Os níveis de **CO2** se elevam!

A temperatura aumenta

Os **OCEANOS** aquecem!

As geleiras derretem!

O nível do **mar** aumenta!

LAGOS tardam a congelar!

Aumentam os **INCÊNDIOS**
Florestais!

Rios nas montanhas **SECAM!**

A **primavera** chega mais cedo

Os habitats mudam!

Os **anfíbios** **DESAPARECEM!**

As **COSTAS** sofrem erosão!

A **FLORESTA** tropical **seca!**

O **GELO** marítimo **diminui** – O **permafrost**
degela

Mais **deslizamentos**
de terra!

Mais **furacões!**

As **PLANTAS** **florescem** mais
rapidamente!

As **SECAS** perduram!

Lagos diminuem!

Os **pássaros** fazem seus **ninhos**
mais cedo!

Os **corais** **perdem** suas cores!

A temperatura aumenta em latitudes altas!

As **épocas** de migração **variam!**

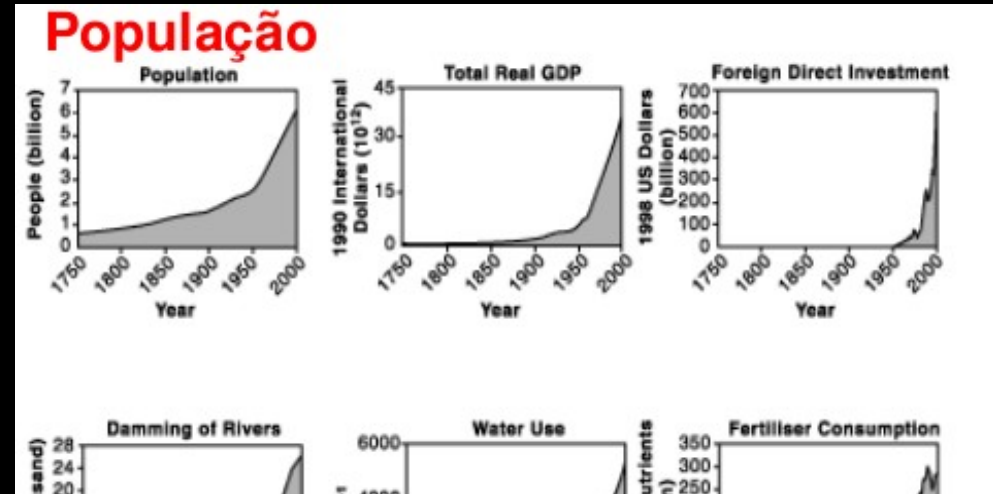
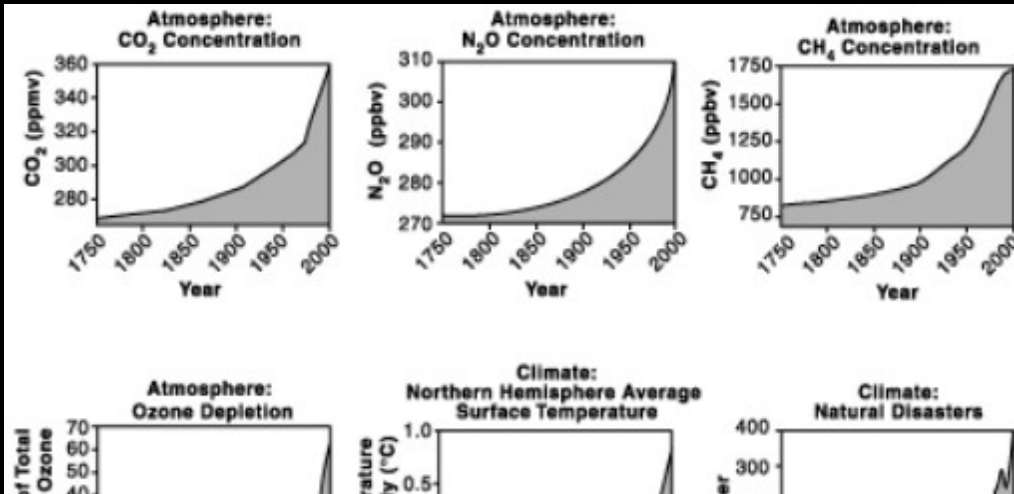
As **ENFERMIDADES** se **espalham!**

Introdução

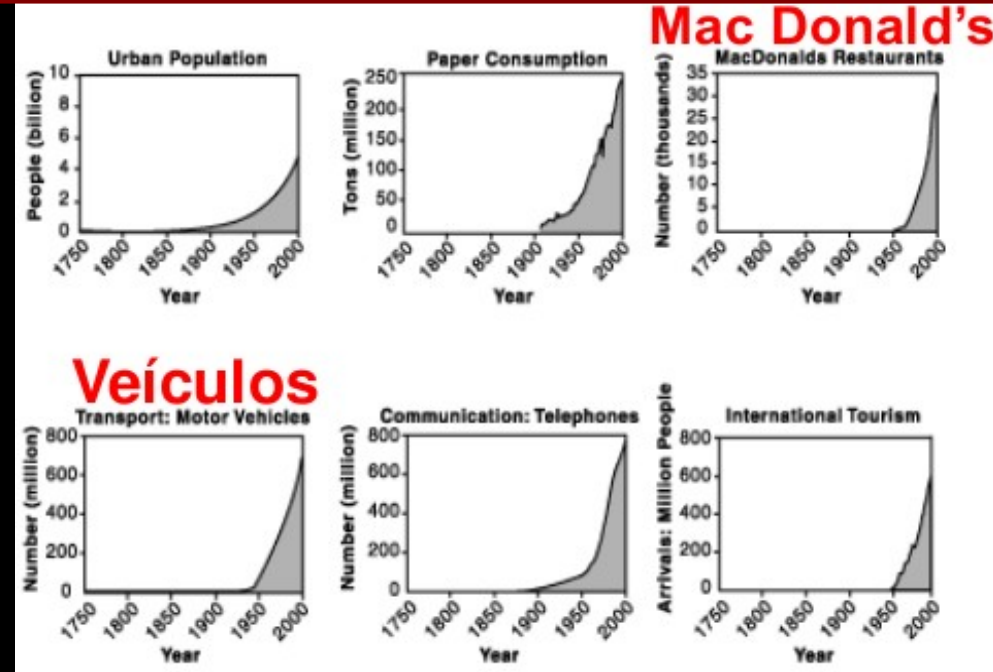
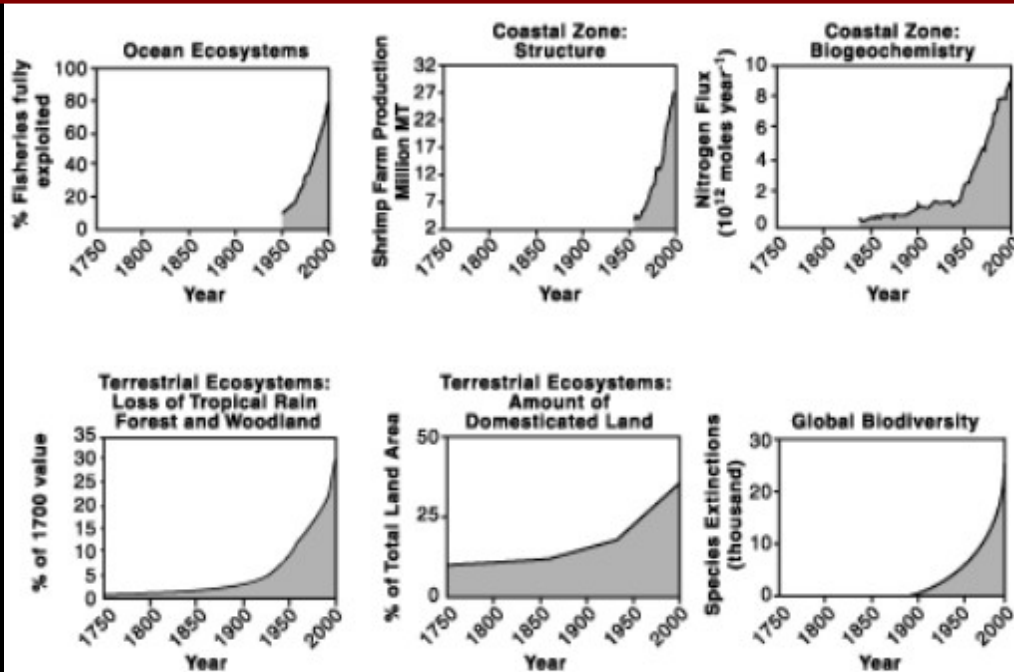


Introdução





much **mais mudanças** do que imaginamos!





**O que sabemos?
E como sabemos?**

IPCC

Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas



Com o objetivo de se diagnosticar a ocorrência de mudanças climáticas foi implantado, em 1988, pelo Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) e pela Organização Meteorológica Mundial – (OMM), o IPCC. É composto por centenas de cientistas que visam:

- (1) avaliar as informações científicas existentes sobre a mudança do clima (base científica);
- (2) avaliar os impactos ambientais e socioeconômicos da mudança climática (vulnerabilidade); e,
- (3) formular estratégias de resposta a esses impactos (mitigação e adaptação).

IPCC

Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas



IPCC

Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas



IPCC

Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas

http://www.ipcc.ch/

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE

WMO UNEP

IPCC Languages IPCC web sites

- Home
- About IPCC
- Meetings and Documentation
- IPCC Reports
- Graphics Presentations & Speeches
- Information for the press
- IPCC Glossary
- Links

The IPCC is currently starting to outline its **Fifth Assessment Report (AR5)** which will be finalized in 2014. As it has been the case in the past, the outline of the AR5 will be developed through a scoping process which involves climate change experts from all relevant disciplines and users of IPCC reports, in particular representatives from governments. As a first step, experts, governments and organizations involved in the Fourth Assessment Report have been asked to submit comments and observations in writing. These submissions are currently being analysed by members of the Bureau. Further input from governments and organizations is expected at the **30th Session of the IPCC (21-23 April 2009, Antalya, Turkey)**. The scoping meeting of experts to define the outline of the AR5 is scheduled for mid July 2009.

IPCC Technical Paper on Climate Change and Water



[Full Document](#) **New**

IPCC Fourth Assessment Report (AR4)

"**Climate Change 2007**", has been completed. Learn more on how to obtain the reports and copyright permission for graphics and figures. [[More...](#)]

The AR4 Synthesis Report



The report has been released on 17 November 2007, Valencia, Spain.

IPCC 30th Plenary Session

Antalya, Turkey

21-23 April 2009



- [Letter to governments](#)
- [Letter to organizations](#)

DOCUMENTS **New**

- [Doc 1 - Provisional Agenda](#)
- [Doc 2 - Rules of procedures](#)
- [Doc 3 - Programme and Budget](#)
- [INF 1 - Matters related to UNFCCC](#)

New **INFORMATION FOR PARTICIPANTS and HOTEL BOOKING IPCC**

© The Nobel Foundation

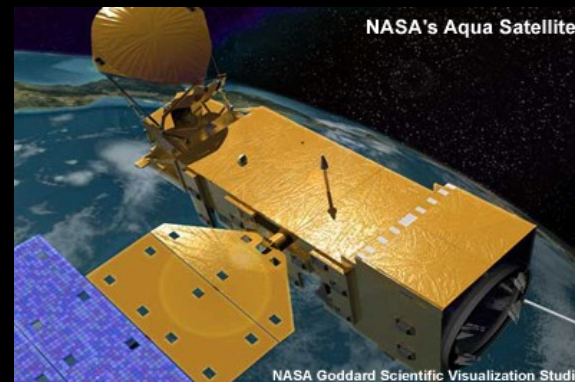
IPCC honoured with the 2007 Nobel Peace Prize

IPCC
Phone: +41-22-730-8208/94
e-mail: IPCC.Sec@wmo.int

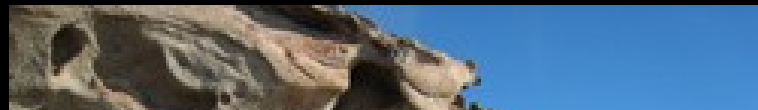
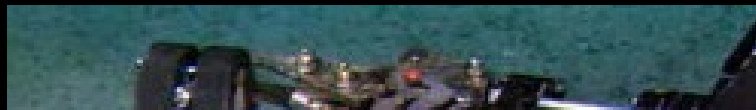
IPCC

Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas



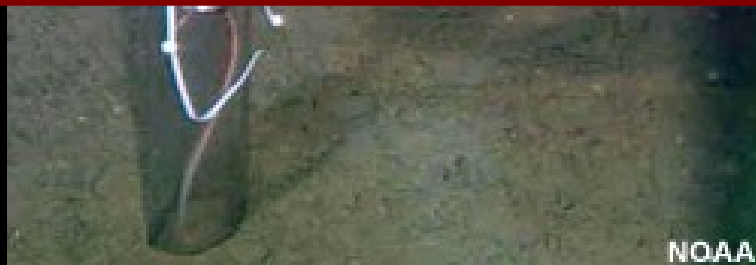


NASA – U. S. National Aeronautics and Spacial Administration
NOAA – U. S. National Oceanic and Atmospheric Administration
University of East Anglia – Reino Unido



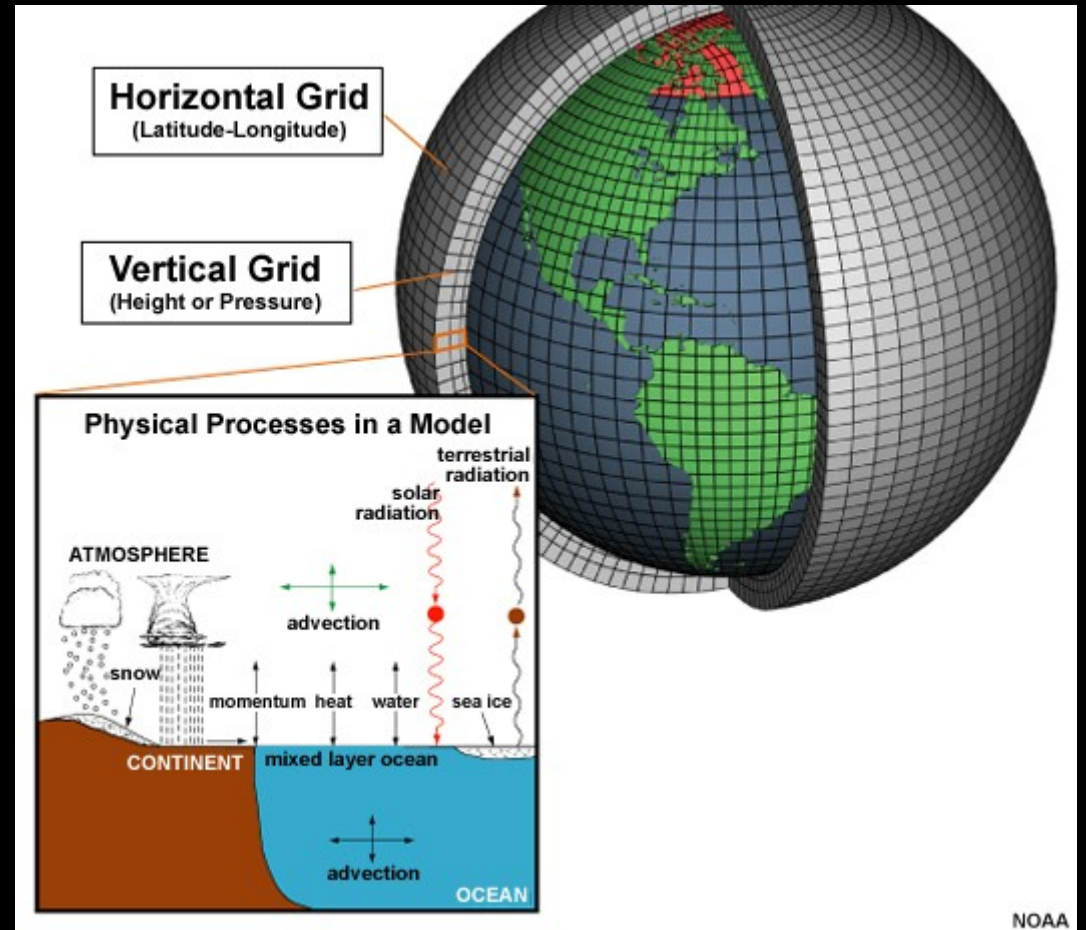
Paleoclimatologia

estudo do clima da Terra através de registros geológicos





©UCAR / NCU



Nossas informações

Mid 1960s	Mid 1970s–1980s	Early 1990s	Late 1990s	2000–2010
Atmospheric/ Land Surface	Atmospheric/ Land Surface/ Vegetation	Atmospheric/ Land Surface/ Vegetation	Atmospheric/ Land Surface/ Vegetation	Atmospheric/ Land Surface/ Vegetation
Ocean	Ocean	Ocean	Ocean	Ocean
	Sea Ice	Sea Ice	Sea Ice	Sea Ice
	Coupled Climate Model	Coupled Climate Model	Coupled Climate Model	Coupled Climate Model
		Sulfate Aerosol	Sulfate Aerosol	Sulfate Aerosol
			Carbon Cycle	Carbon Cycle
			Dust / Sea Spray / Carbon Aerosols	Dust / Sea Spray / Carbon Aerosols
			Interactive Vegetation	Interactive Vegetation
			Biogeochemical Cycles	Biogeochemical Cycles
				Ice Sheet



O que controla
o Clima?



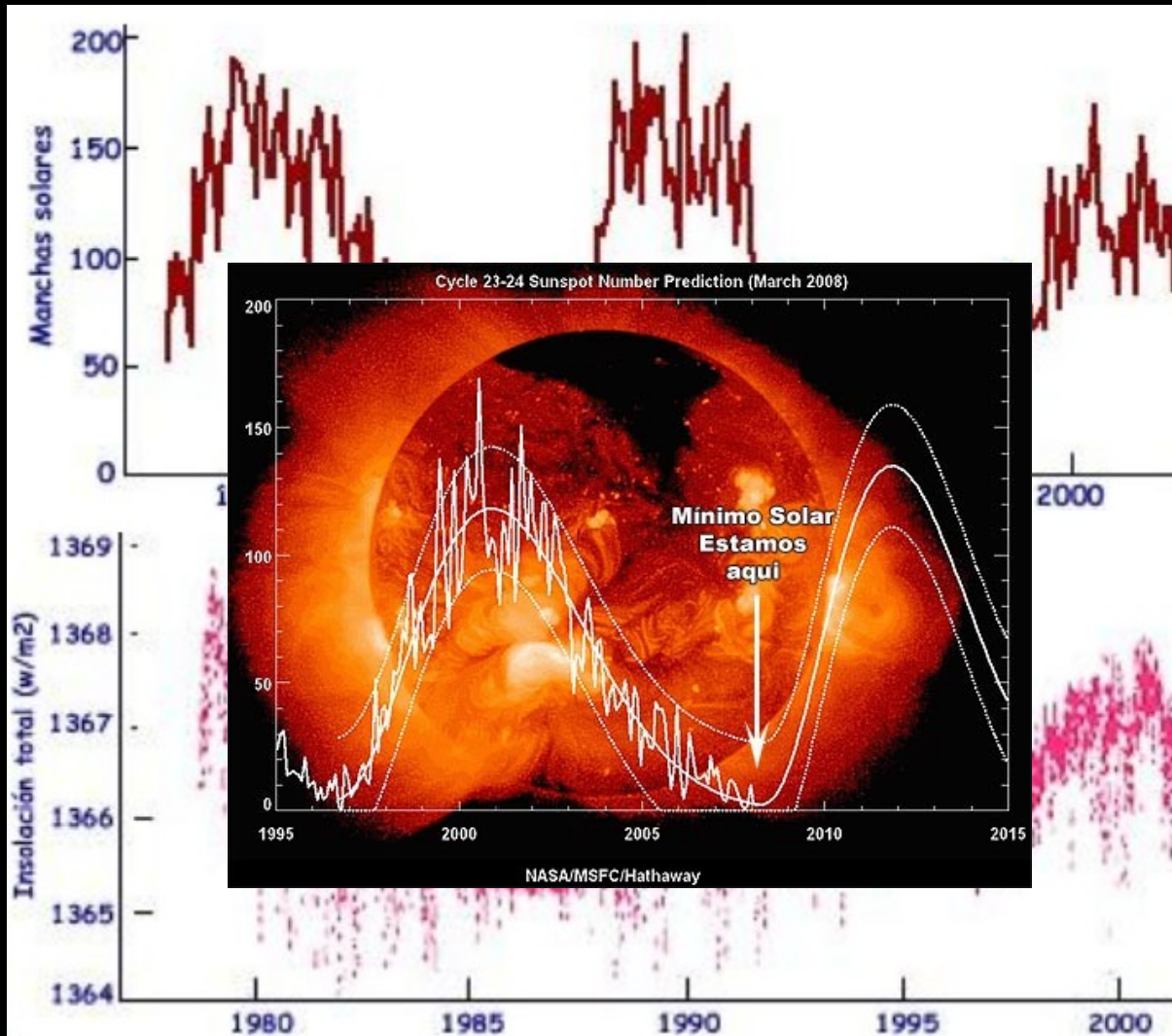
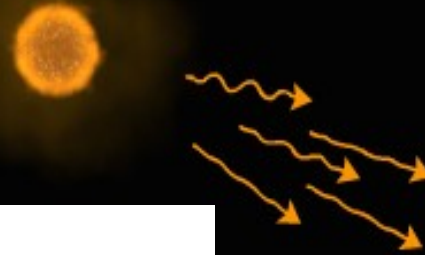
Alterações climáticas são influenciadas por:

- * **Energia Solar**
- * **A órbita da Terra**
- * **Movimentação de placas tectônicas**
- * **Erupções vulcânicas**
- * **Gases estufas**

Fatores naturais

Sol é a grande fonte de energia para o sistema climático do planeta.

Atividade Solar

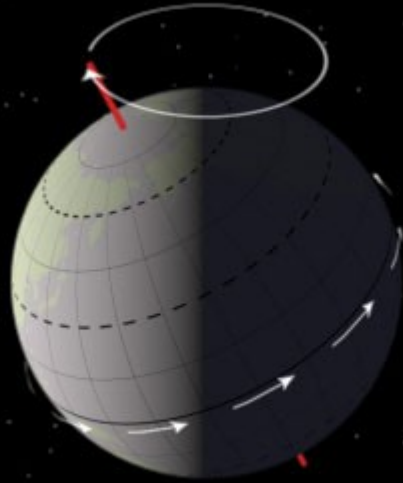


CICLOS 11 anos – MANCHAS SOLARES

1750-1950 – aumento de 0,1% da energia solar disponível

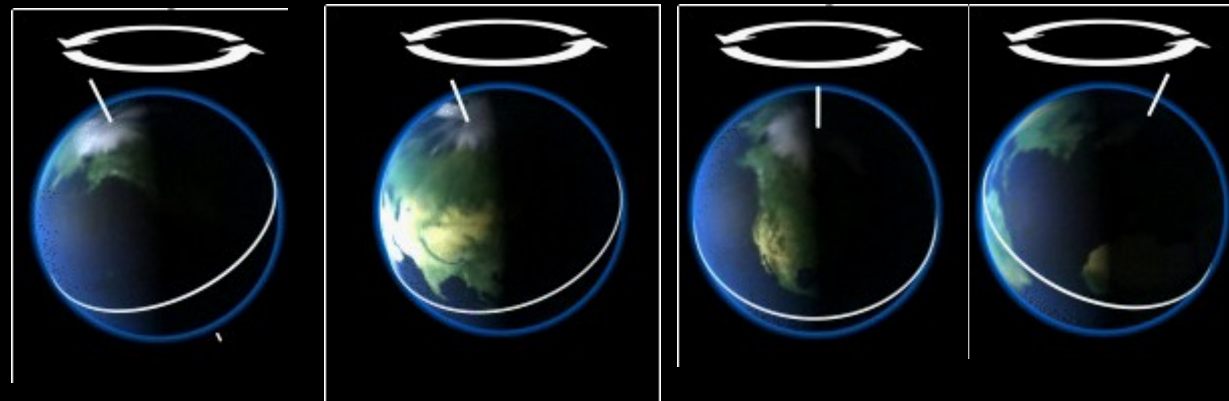
Desde 1979 – não há alteração no nível de radiação solar disponível para o planeta

Precession



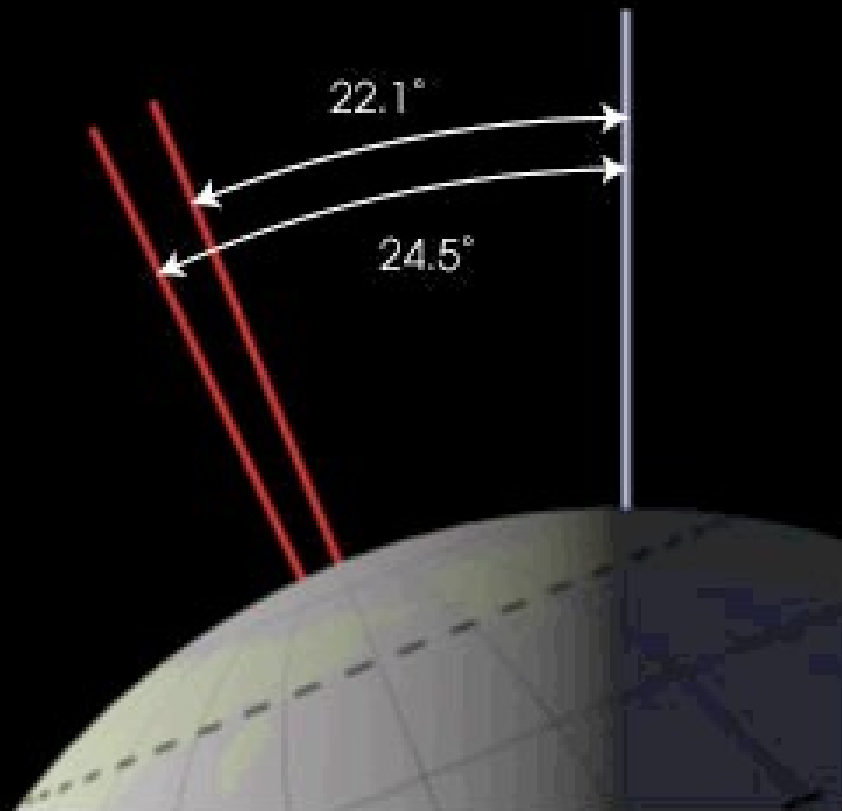
Ciclos de Milankovitch

PRECESSÃO – efeito peão
Ciclo de 23.000 anos



Ciclos de Milankovitch

Variation in Axial Obliquity

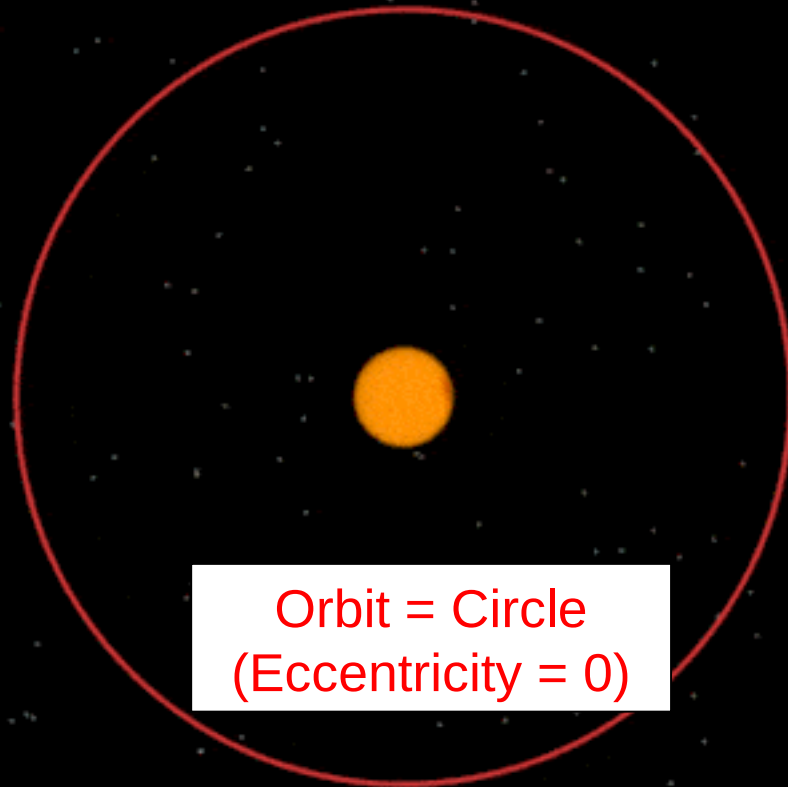


- Ciclo de 41.000 anos
- Varia de 22.2 a 24.5°
(A inclinação atual é 23.5°)

- Maior Inclinação = Maior Sazonalidade

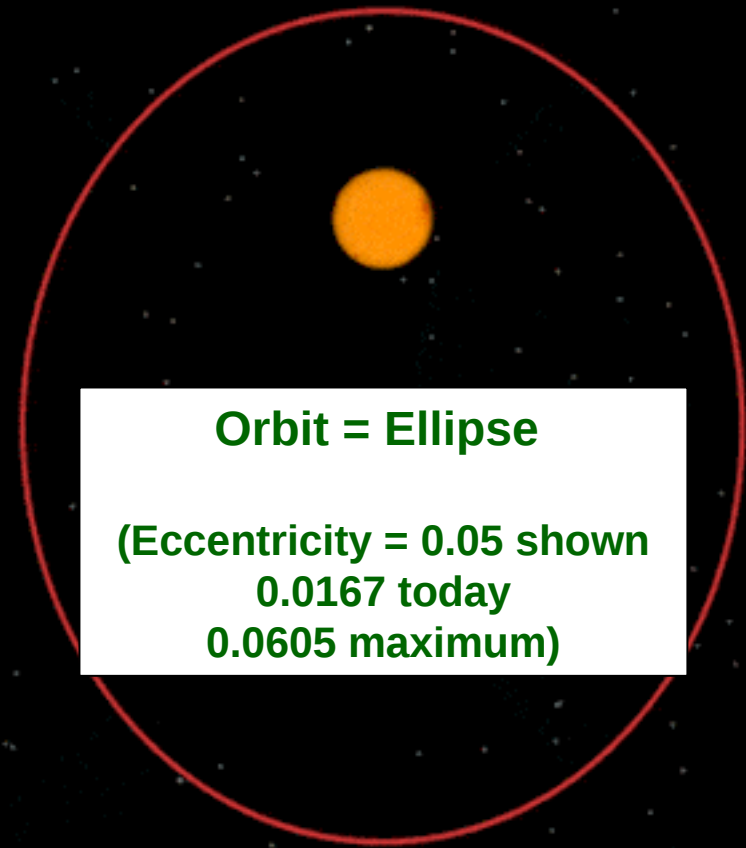
Ciclos de Milankovitch

Variation in Orbital Eccentricity



Orbit = Circle
(Eccentricity = 0)

eccentricity = 0

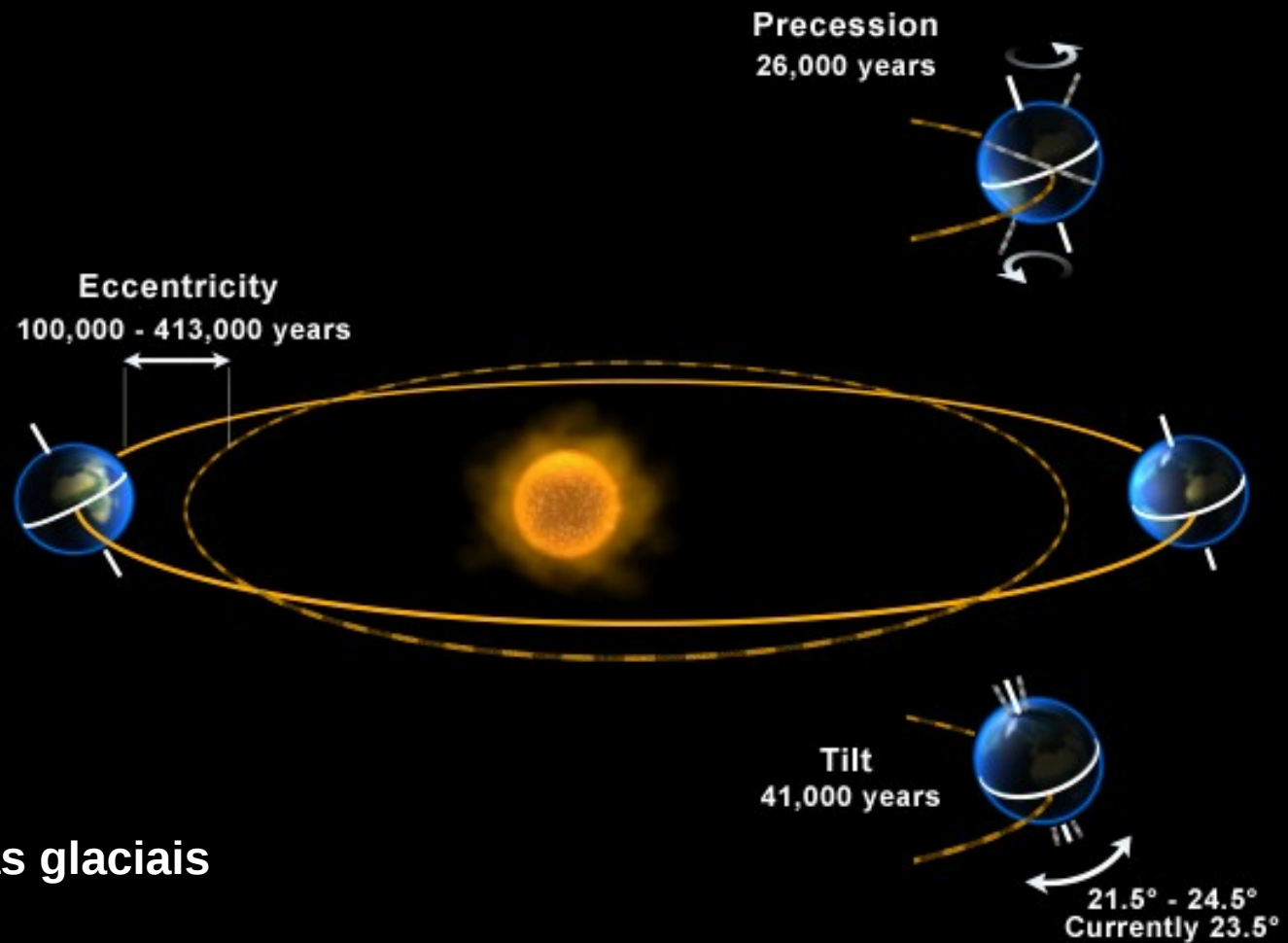


Orbit = Ellipse
(Eccentricity = 0.05 shown
0.0167 today
0.0605 maximum)

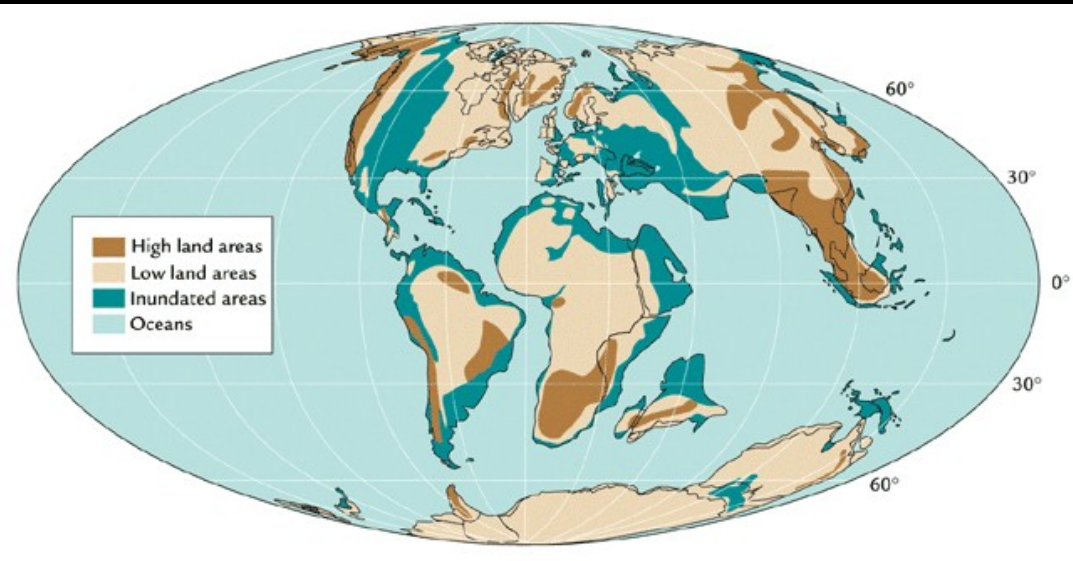
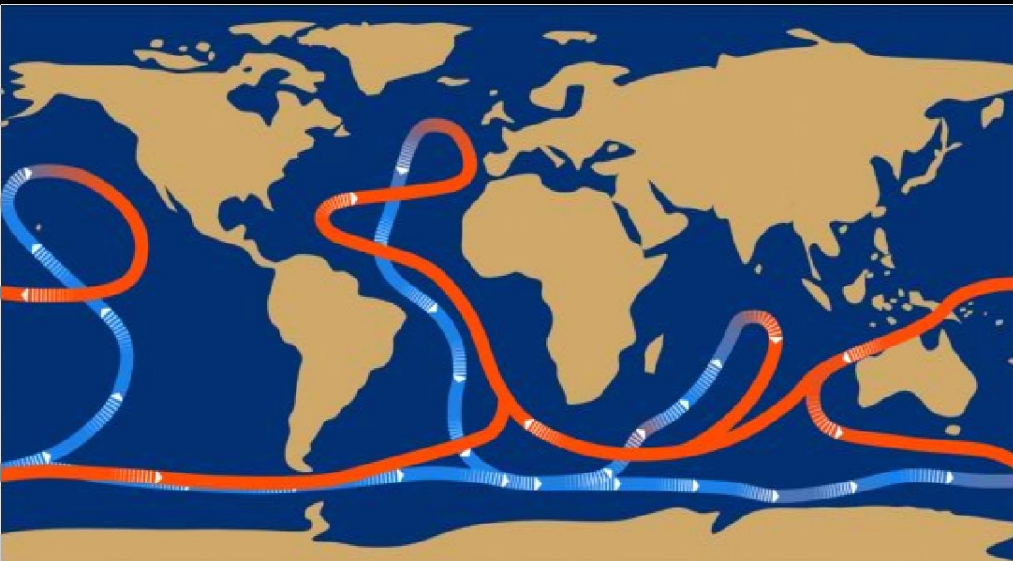
eccentricity = .5

A órbita varia de aproximadamente um círculo à uma elipse em um período de 100.000 anos
A distância até o Sol é alterada → insolação muda

Ciclos de Milankovitch

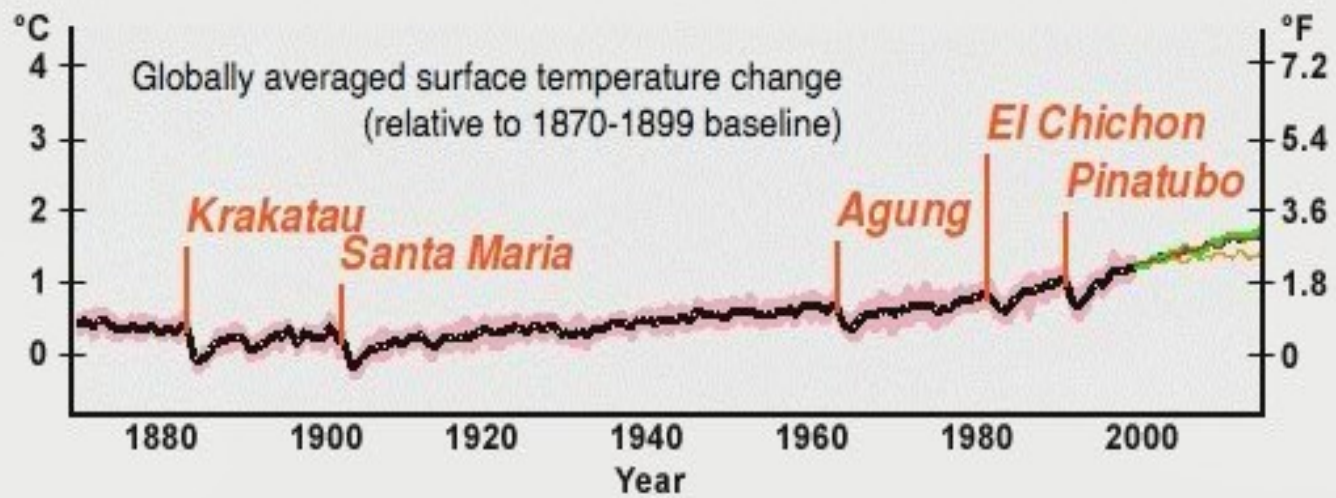


- * disparam e finalizam eras glaciais
- * mudanças na escala de milhares de anos
- * não explica o atual aquecimento

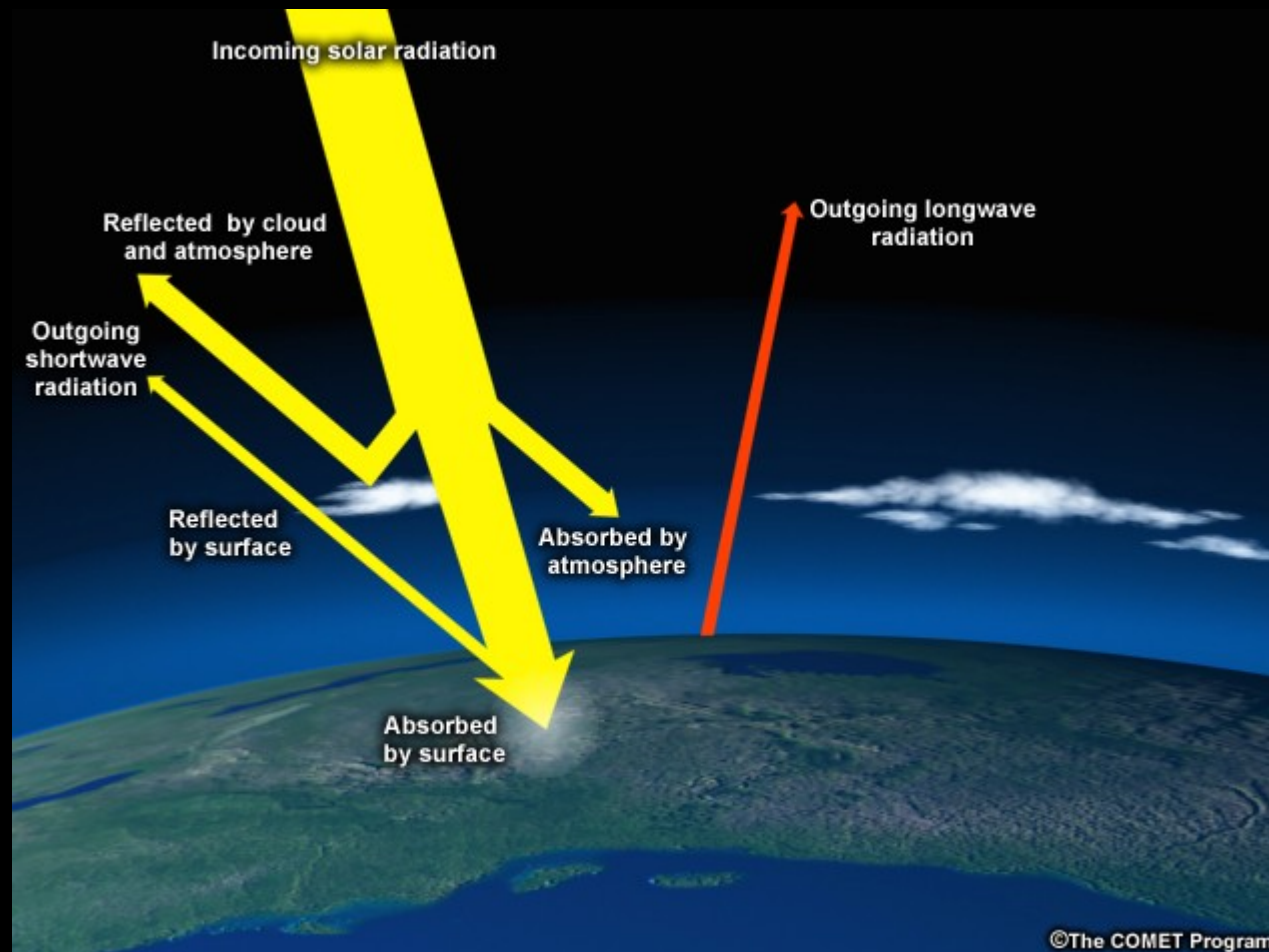


**Neve e gelo:
Refletem a radiação solar – alteram o albedo**

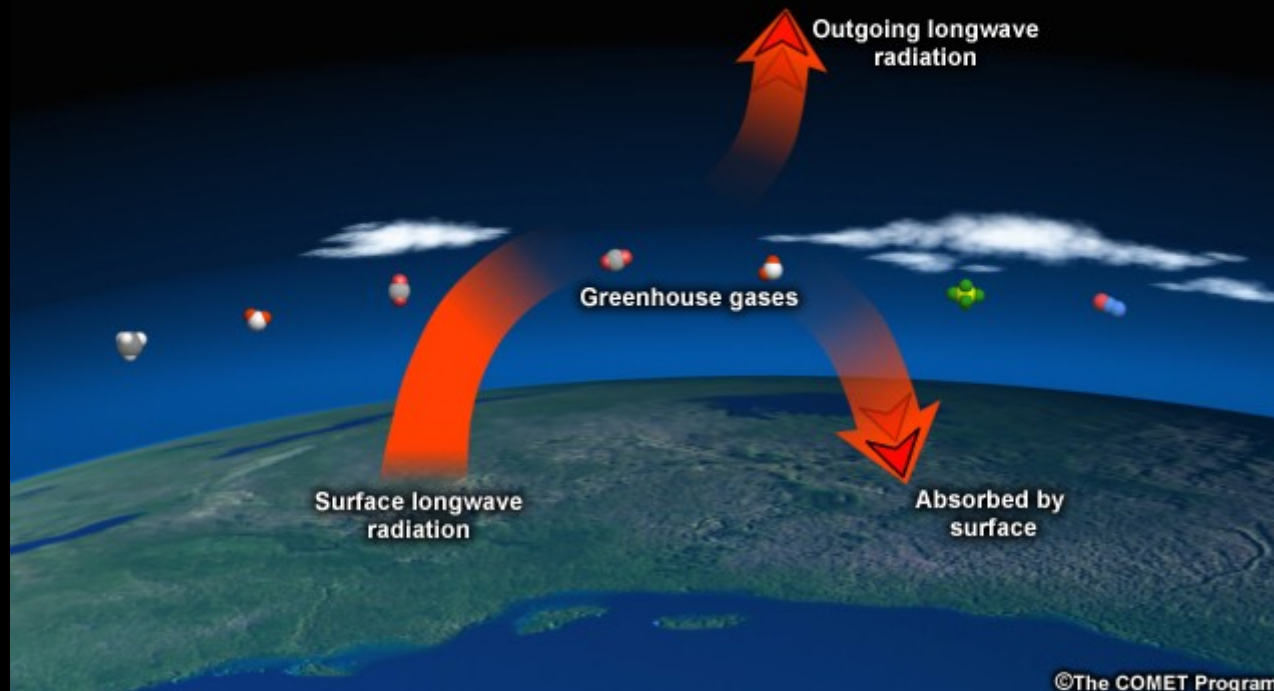




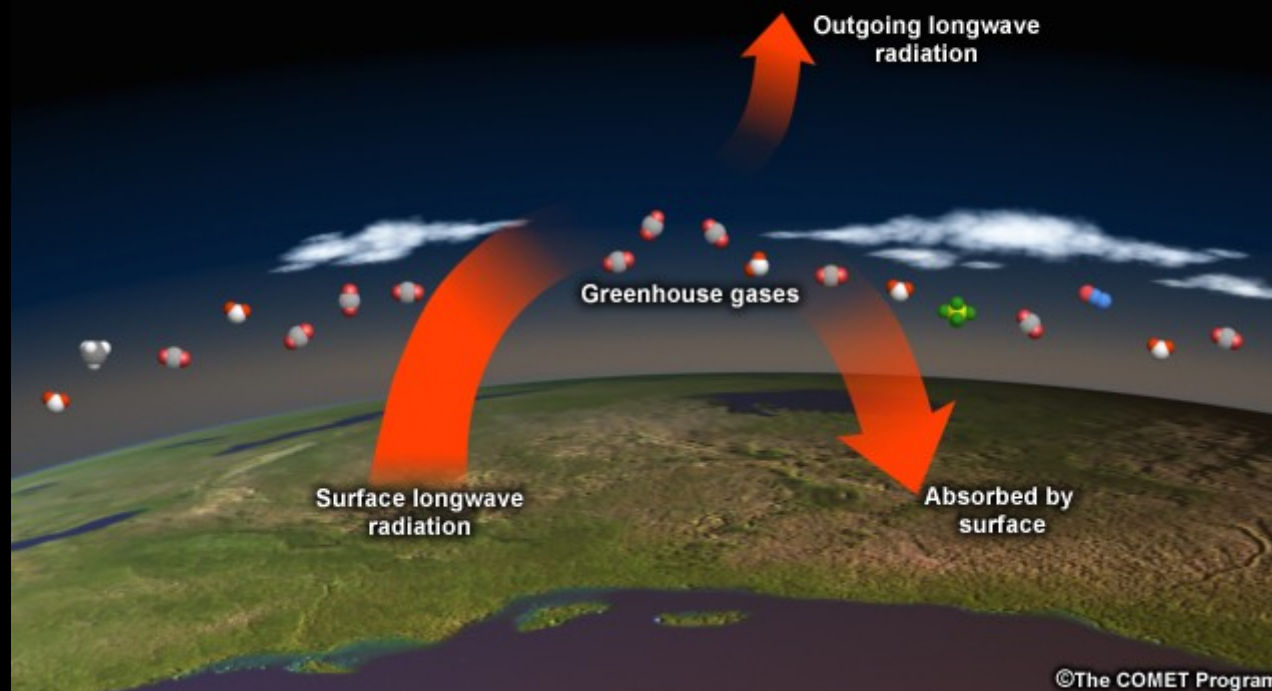
Gary Strand (NCAR / DOE)



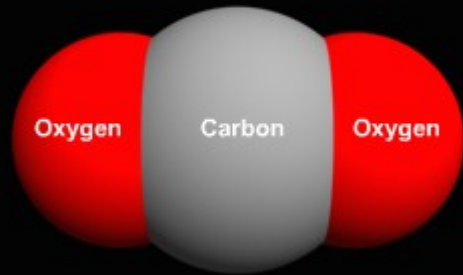
**Somente 1% dos gases da atmosfera são gases estufas
Mas são extremamente eficientes na retenção de calor**



**Adicionando mais gases estufas na atmosfera,
Maior será o calor retido, ou seja, maior o aquecimento.**



Efeito estufa



Carbon Dioxide

O CO2 não é o gás estufa com maior poder de reter calor



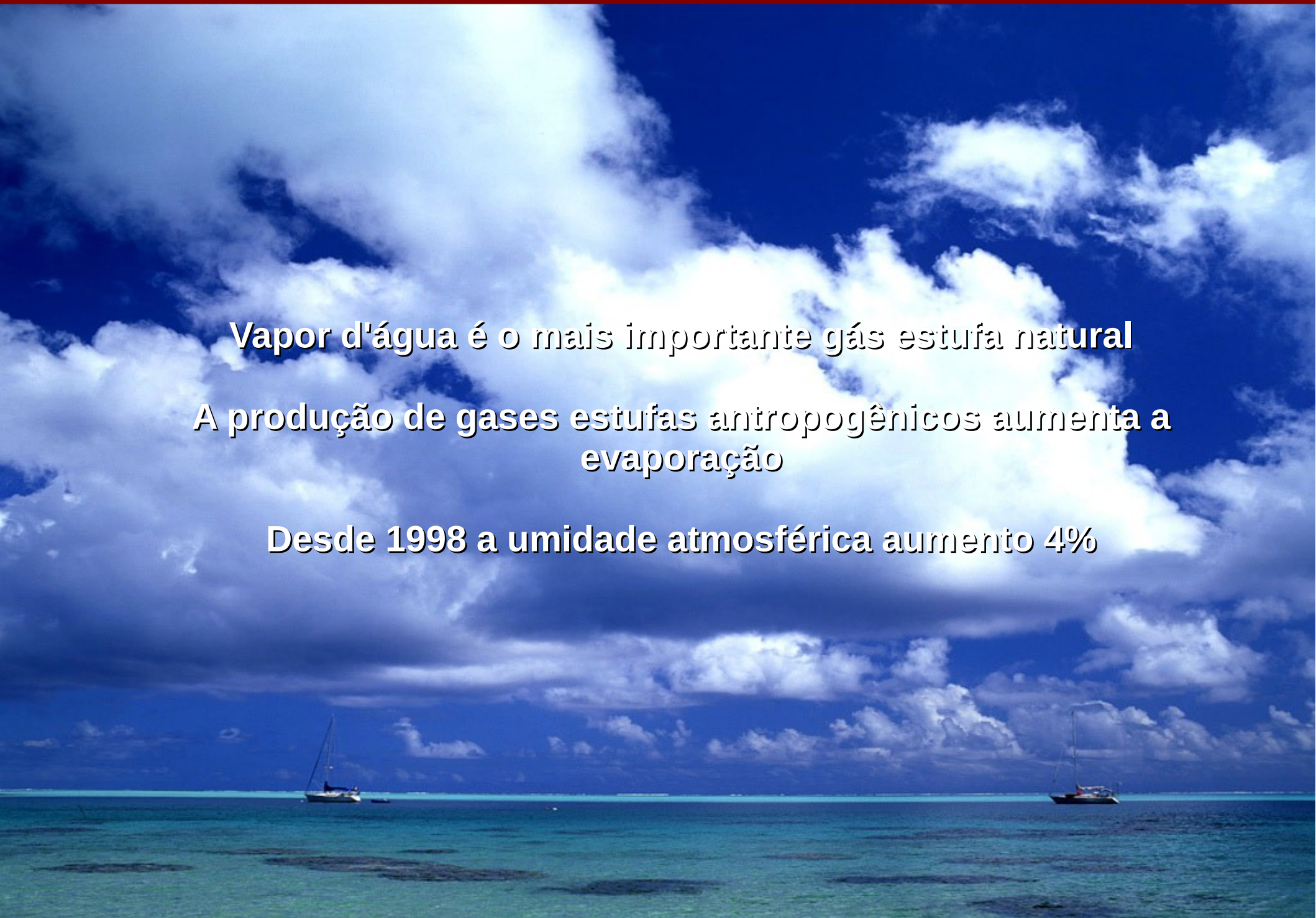
Produzimos mais CO2 do que qualquer outro gás estufa

Tempo de residência na atmosfera muito grande
~50-1000anos

Vapor d'água é o mais importante gás estufa natural

A produção de gases estufas antropogênicos aumenta a evaporação

Desde 1998 a umidade atmosférica aumento 4%

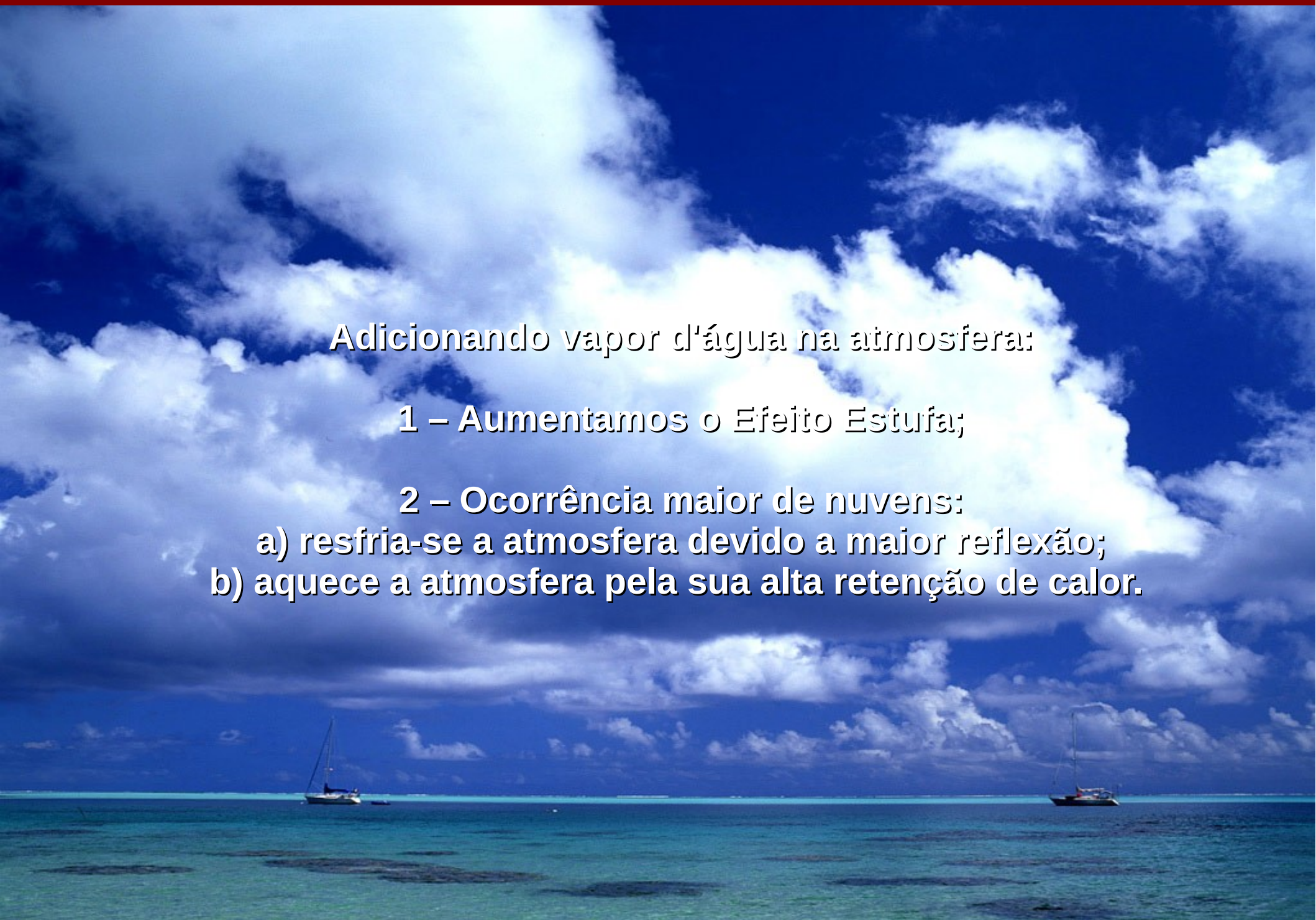


Adicionando vapor d'água na atmosfera:

1 – Aumentamos o Efeito Estufa;

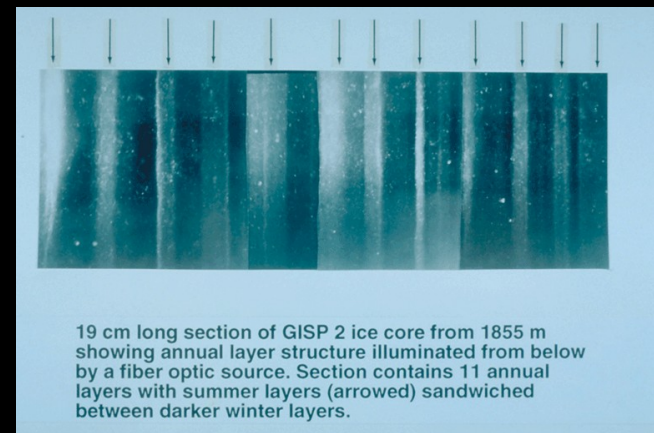
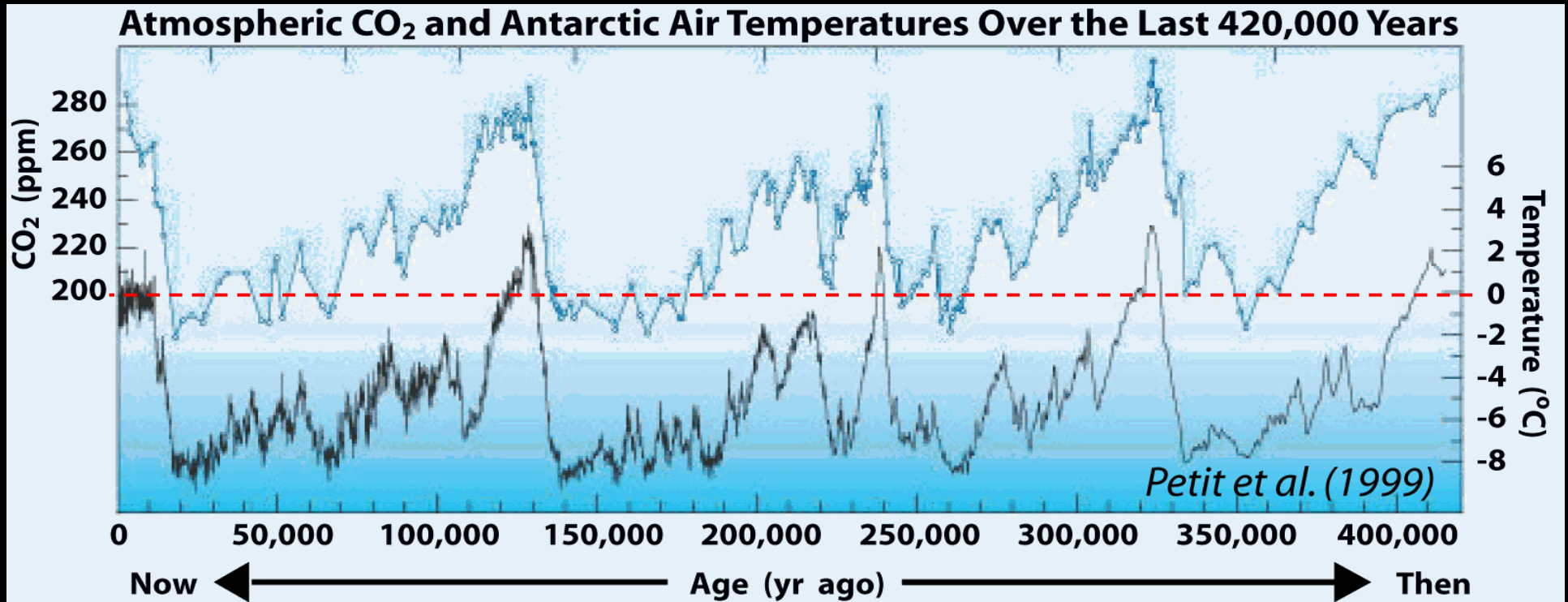
2 – Ocorrência maior de nuvens:

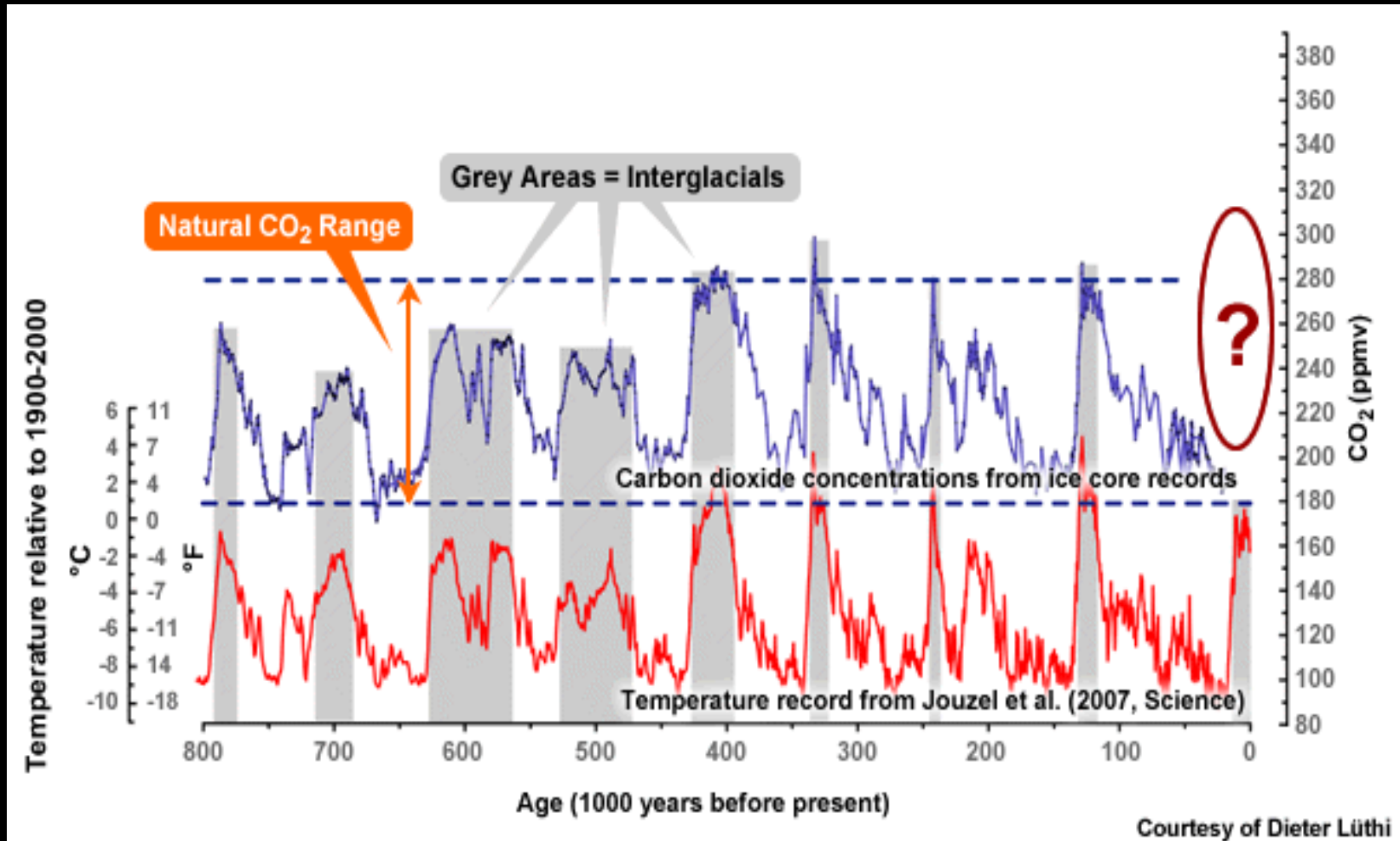
- a) resfria-se a atmosfera devido a maior reflexão;
- b) aquece a atmosfera pela sua alta retenção de calor.



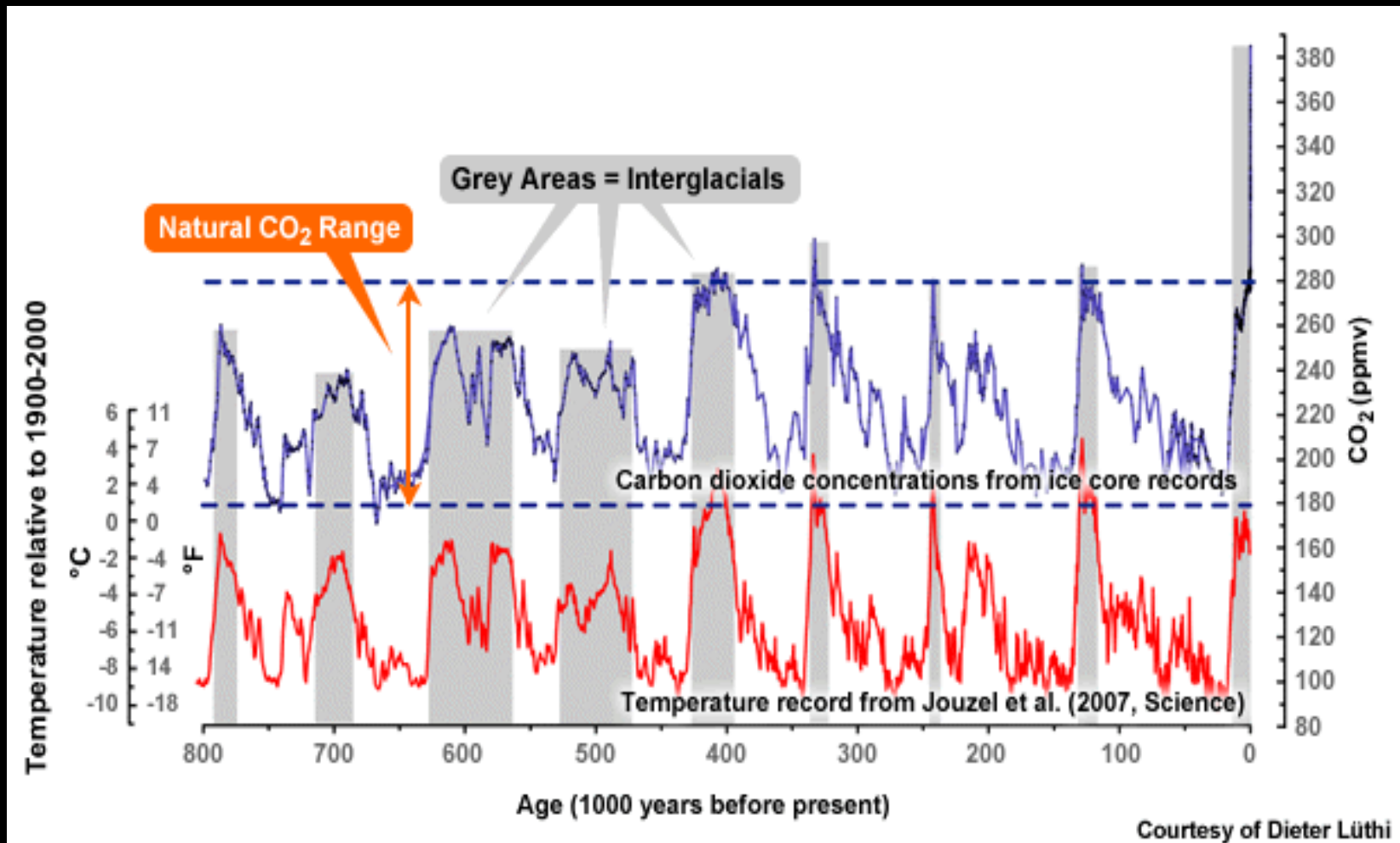
O que diz nosso **clima passado?**







O aumento de CO₂ é muito maior do que nos últimos 800mil anos

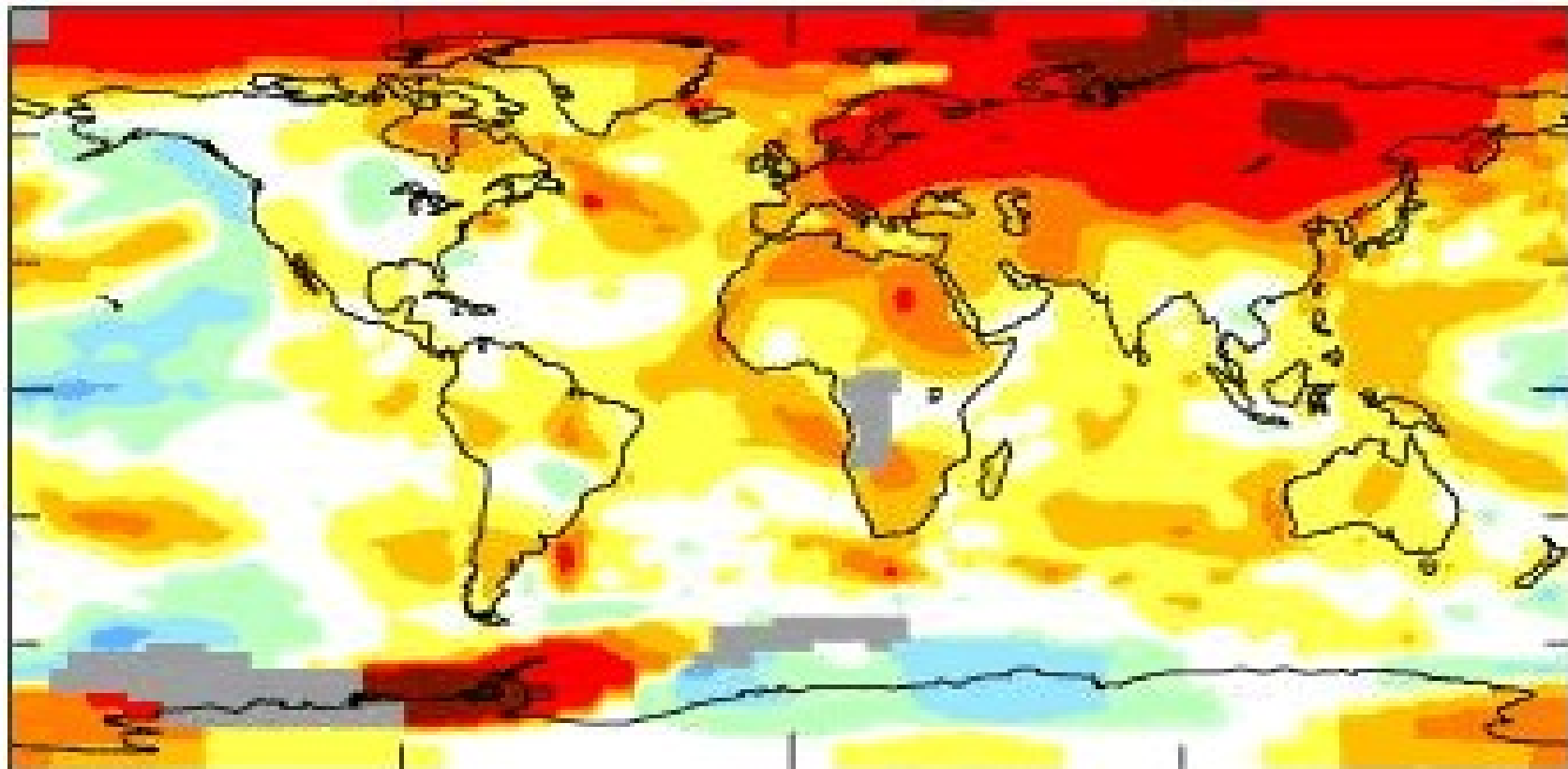


O aquecimento do século 20: 10 vezes mais rápido do que o aquecimento após a última era do gelo

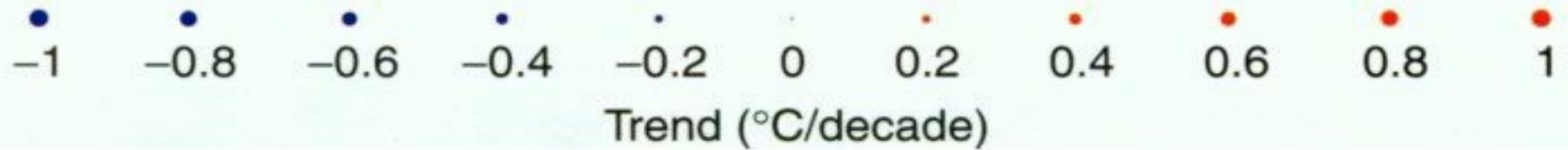
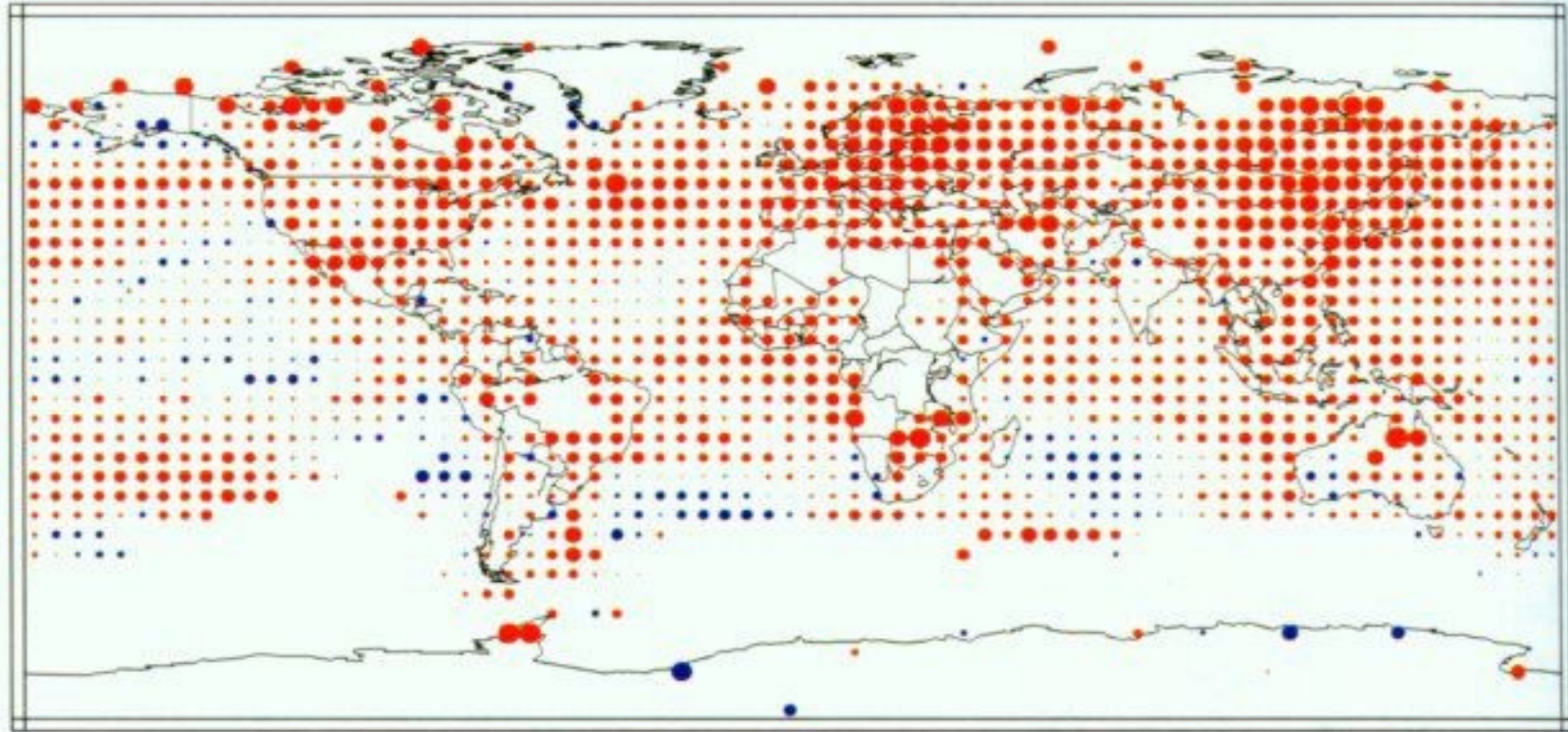
É real? Que dia/hora começa?

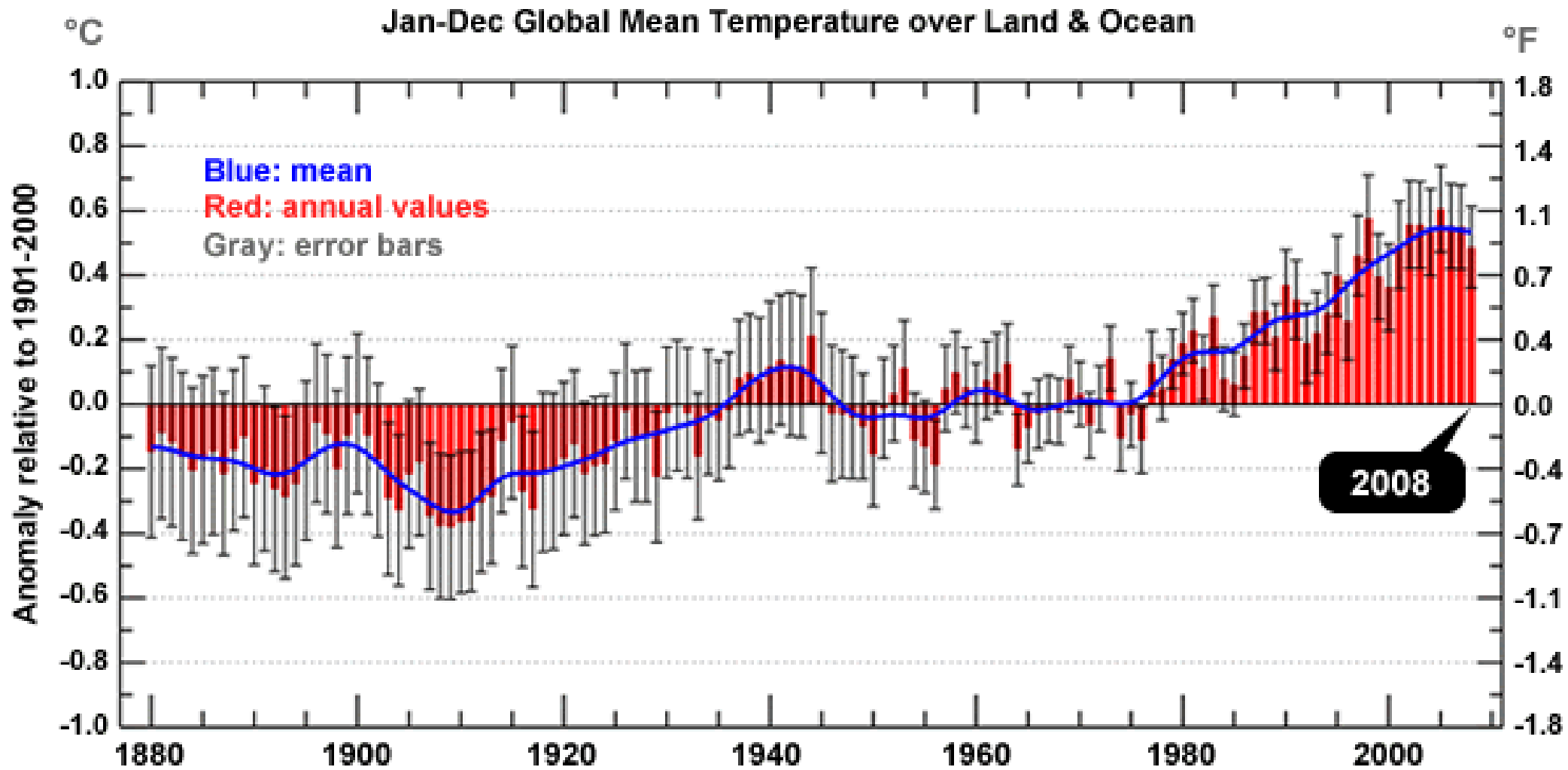


2008 Global Surface Temperature Anomalies (Base Period = 1951-1980)

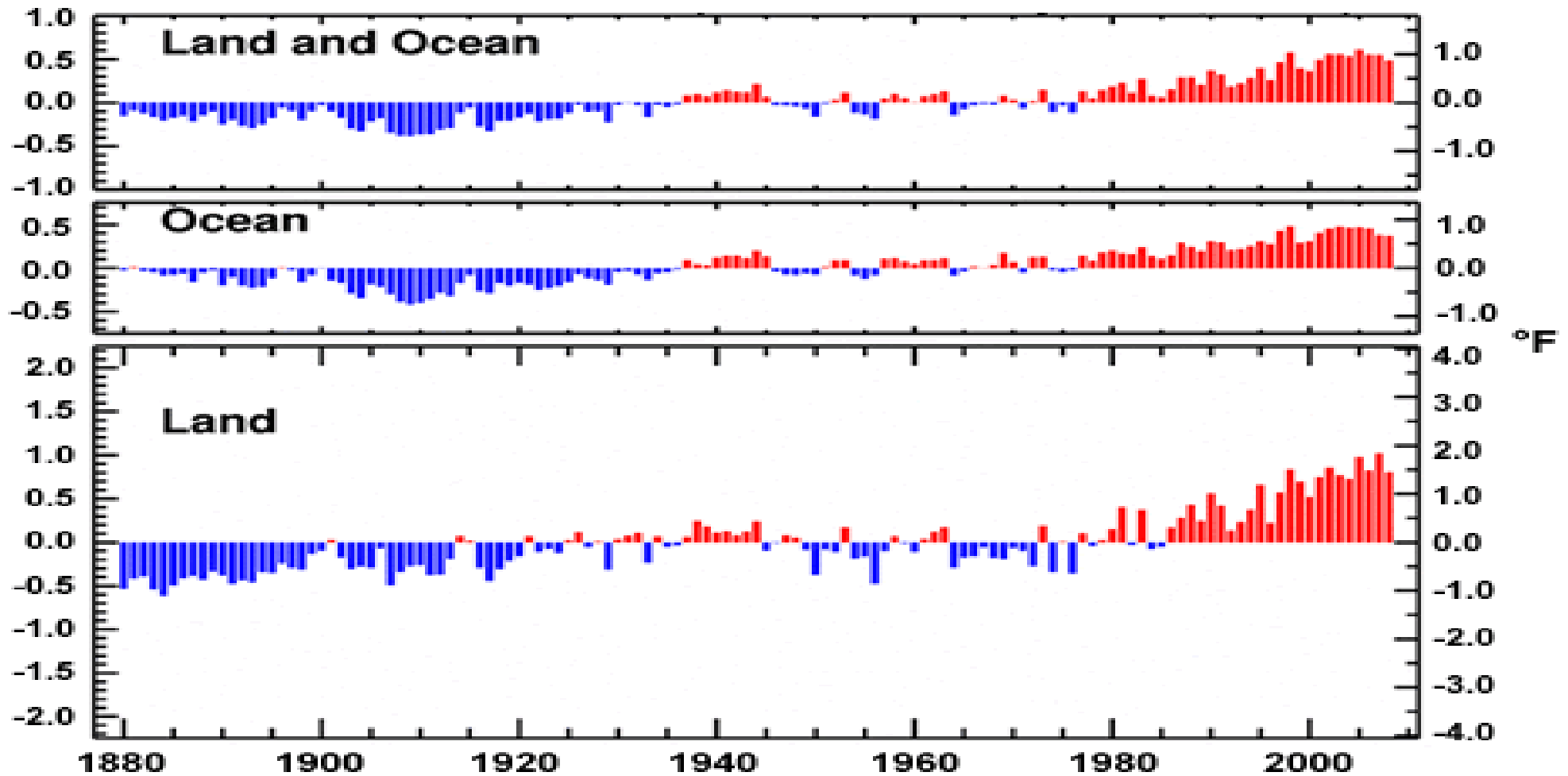


(d) Annual temperature trends, 1976 to 2000

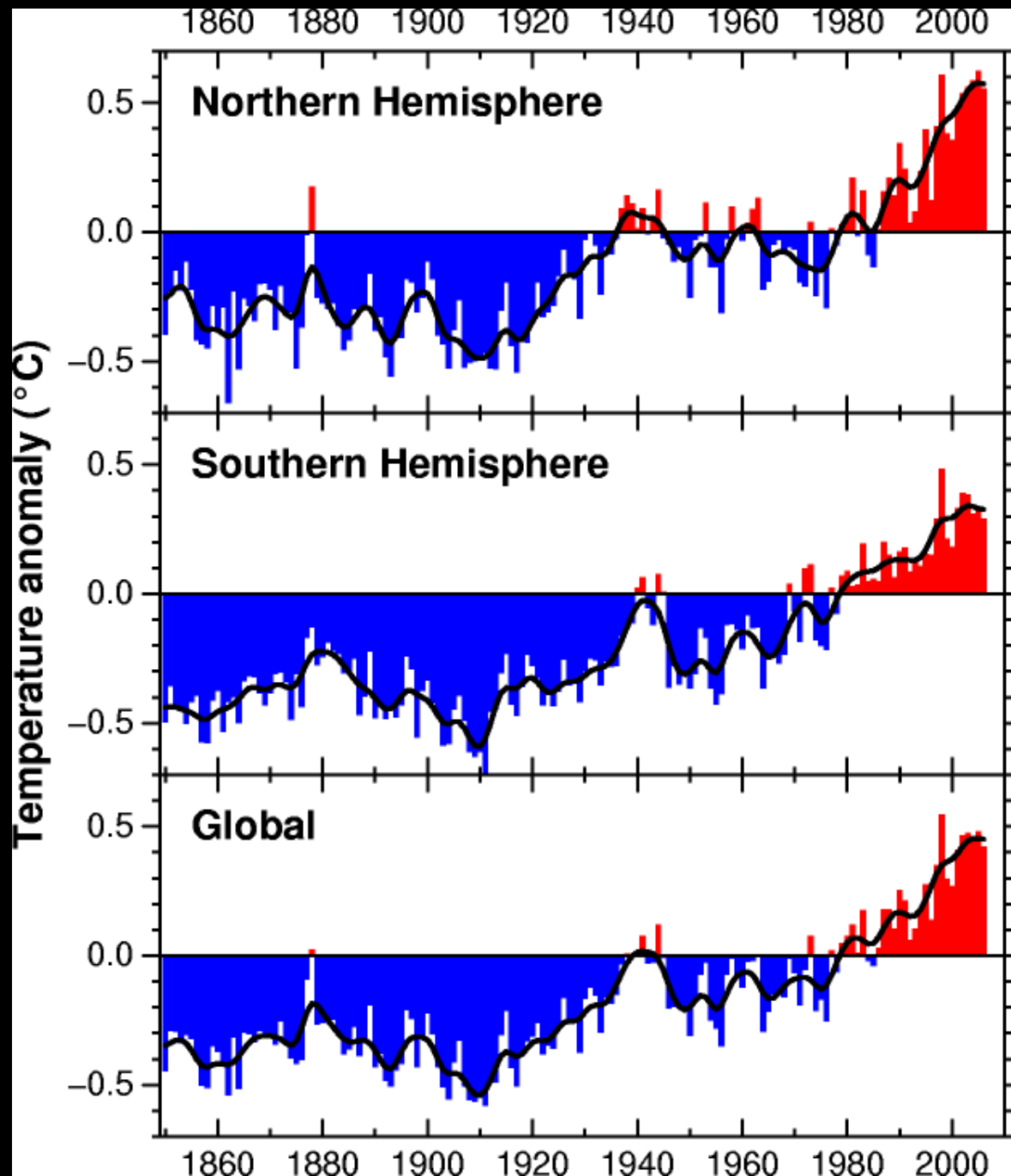




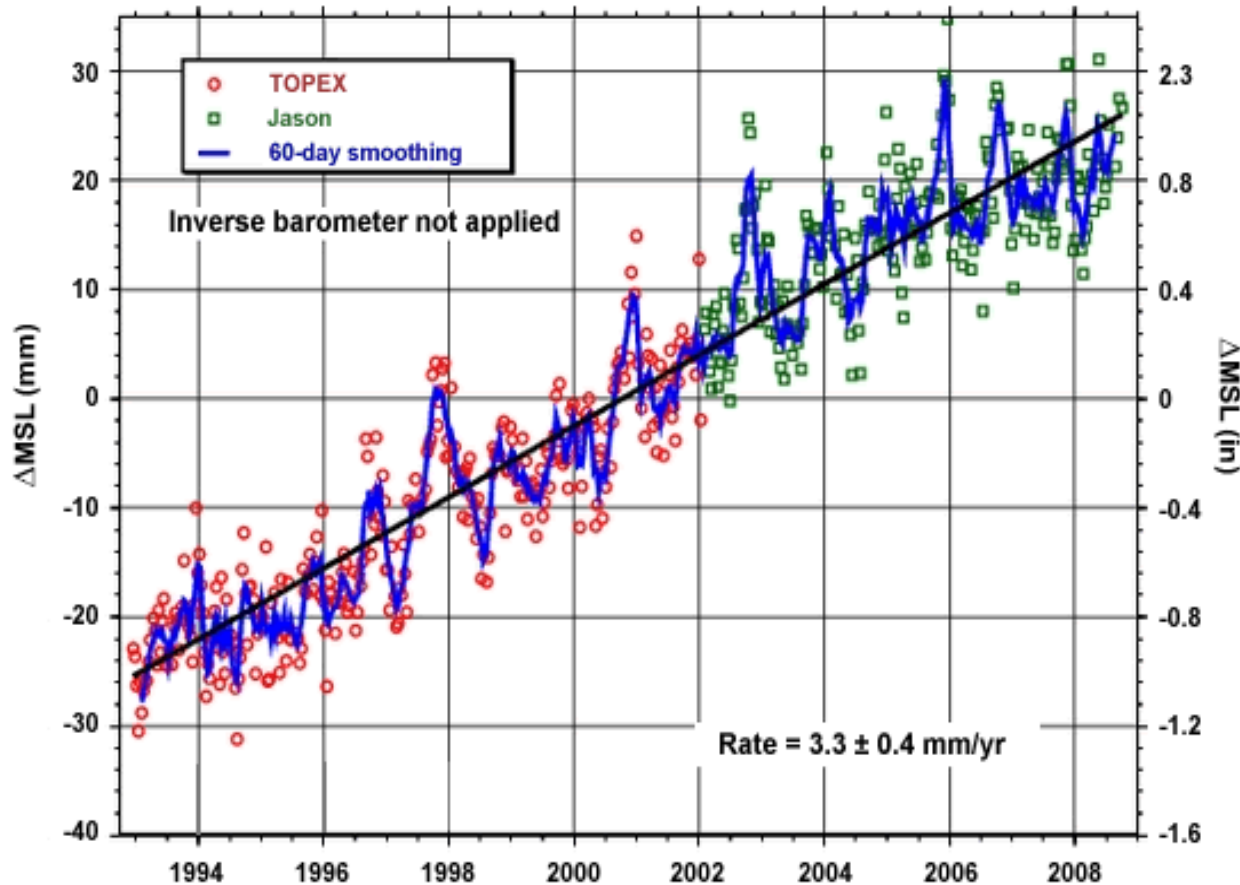
Jan-Dec Global Surface Mean Temp Anomalies



Temperaturas



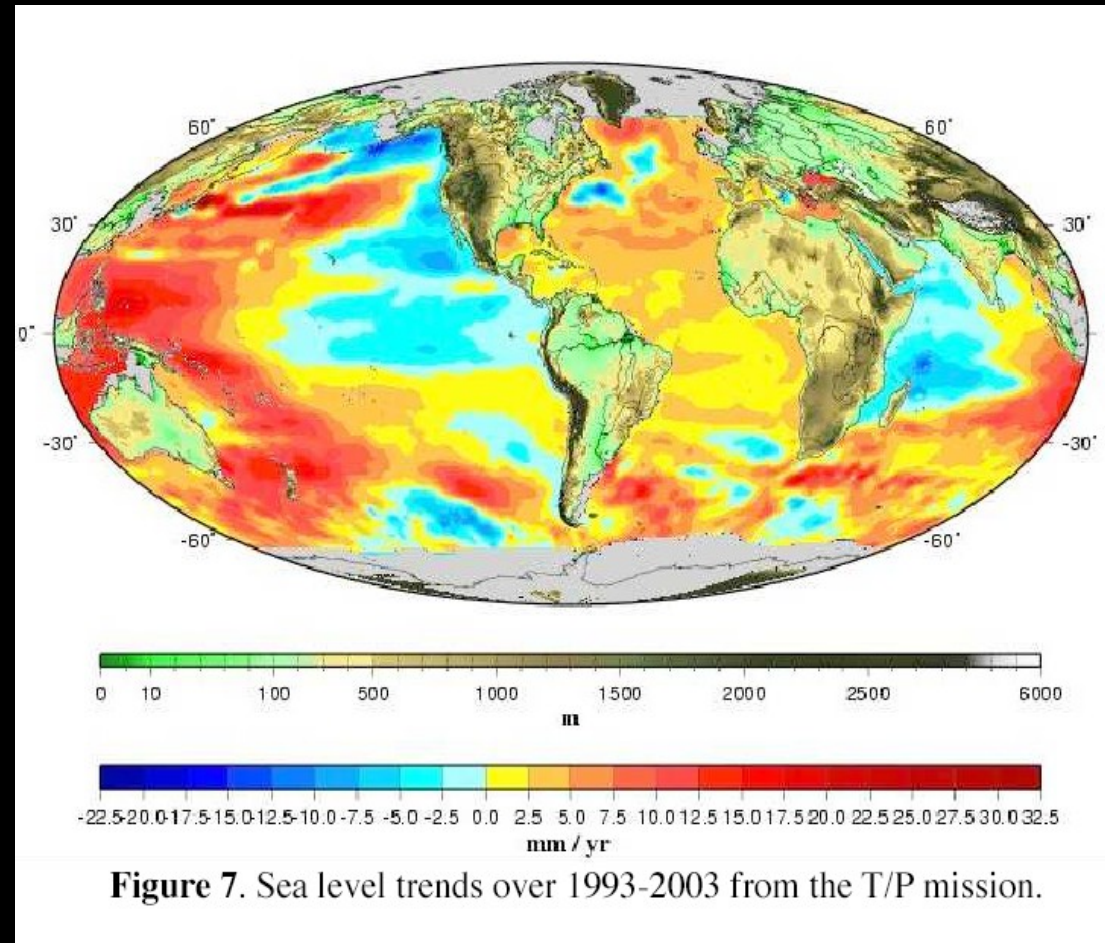
Sea-Level Rise

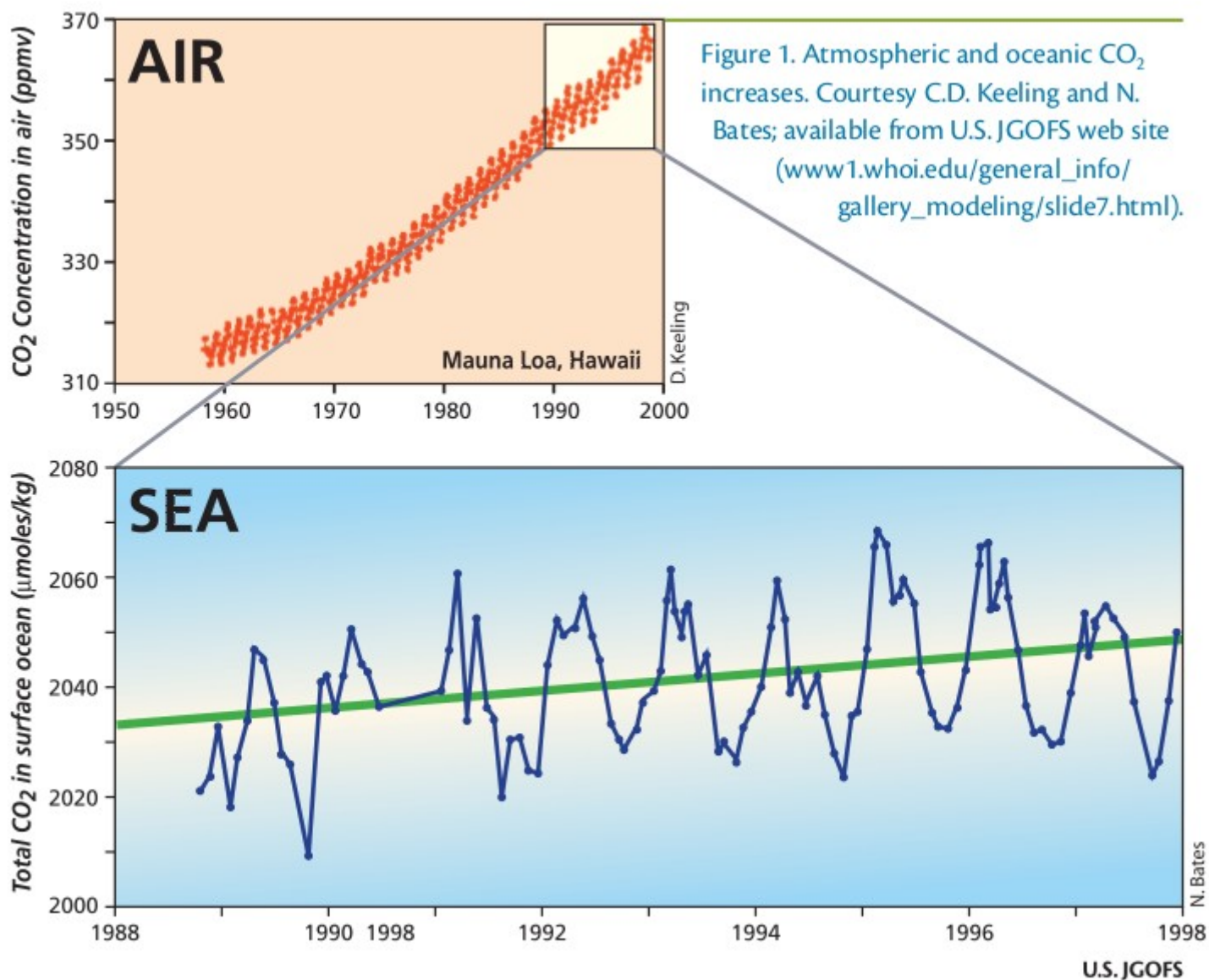


Univ. of Colorado 2008_rel4

Todos os oceanos até 1000 metros de profundidade tem apresentado aquecimentos nos últimos 50 anos

Observed sea level rise reported from satellite: about 3mm/yr. Thermal expansion can account for almost all in 1990s, but sea level rise from melting glaciers etc is about 1 mm/yr. Increased use (irrigation) and storage (reservoirs) on land -1 mm/yr.





cobertura de **neve** na primavera **diminuiu 2%** por década



derretimento em taxas **sem precedentes**, desde 1980

Grinnel Glacier - EUA

1900



Matthes photo, NPS Archives, 1900

2008



Lisa McKeon, USGS

Kilimanjaro - África

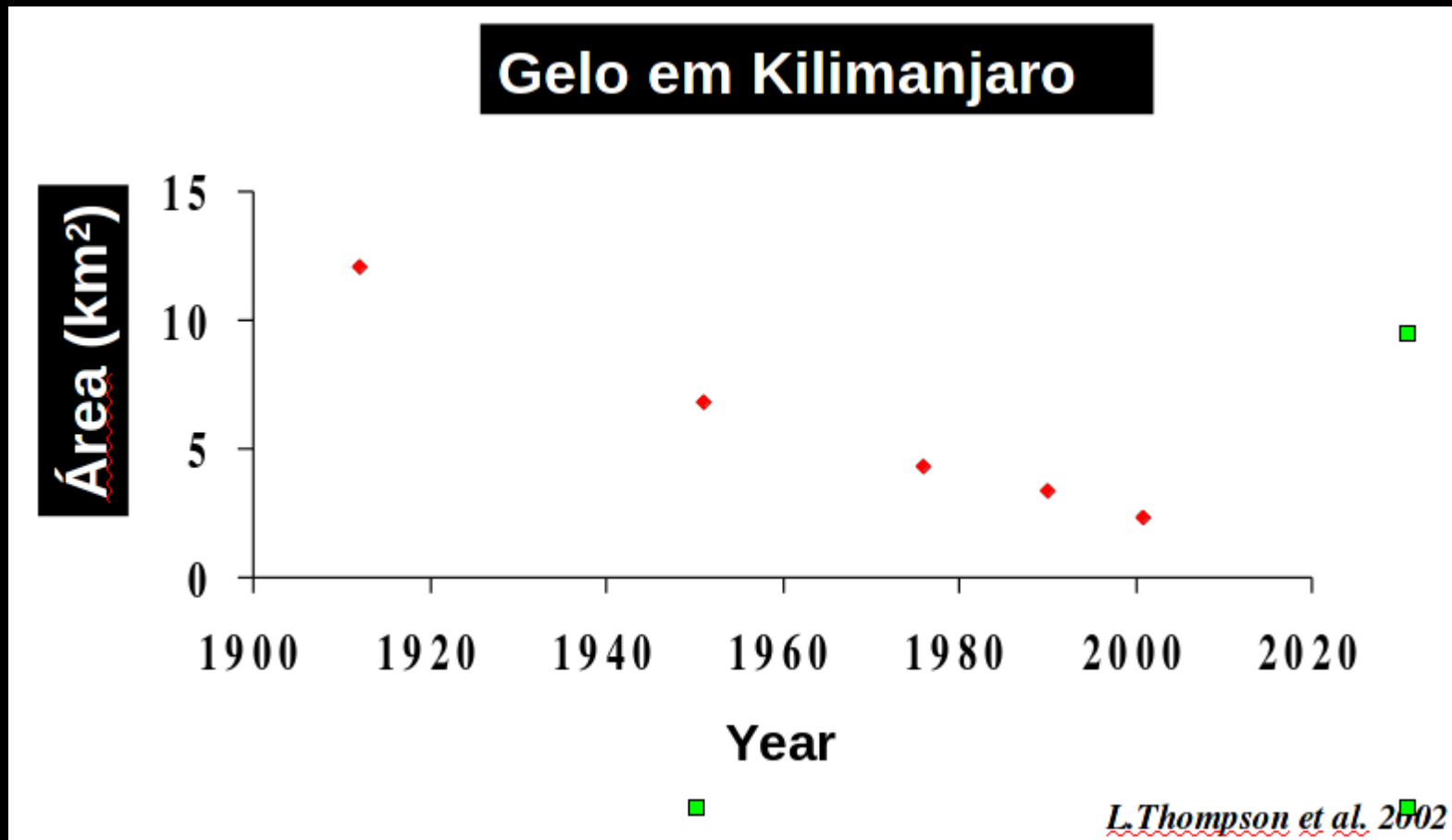
1970



2010

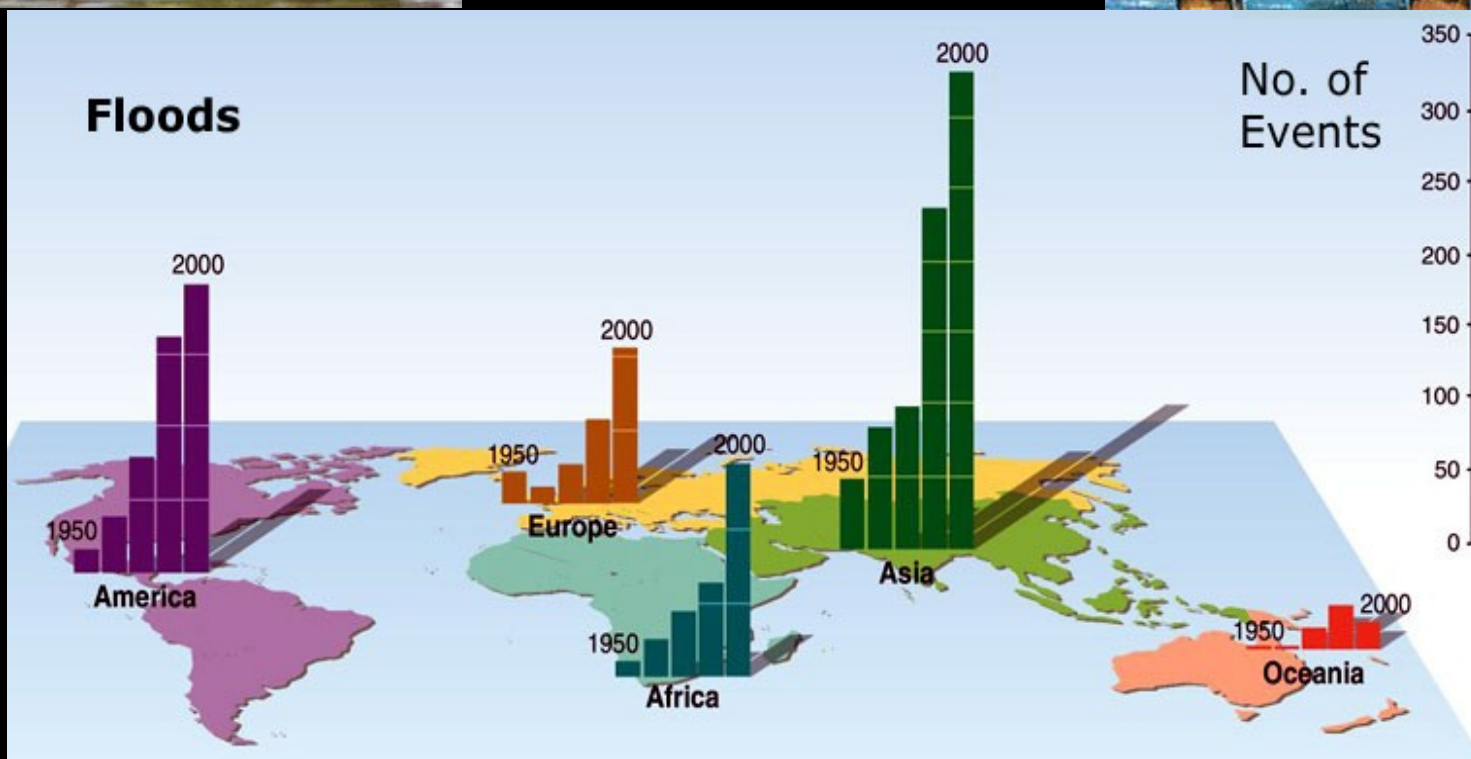


Kilimanjaro - África **em 2020 ?**



impactos na flora, fauna e disponibilidade de **água**

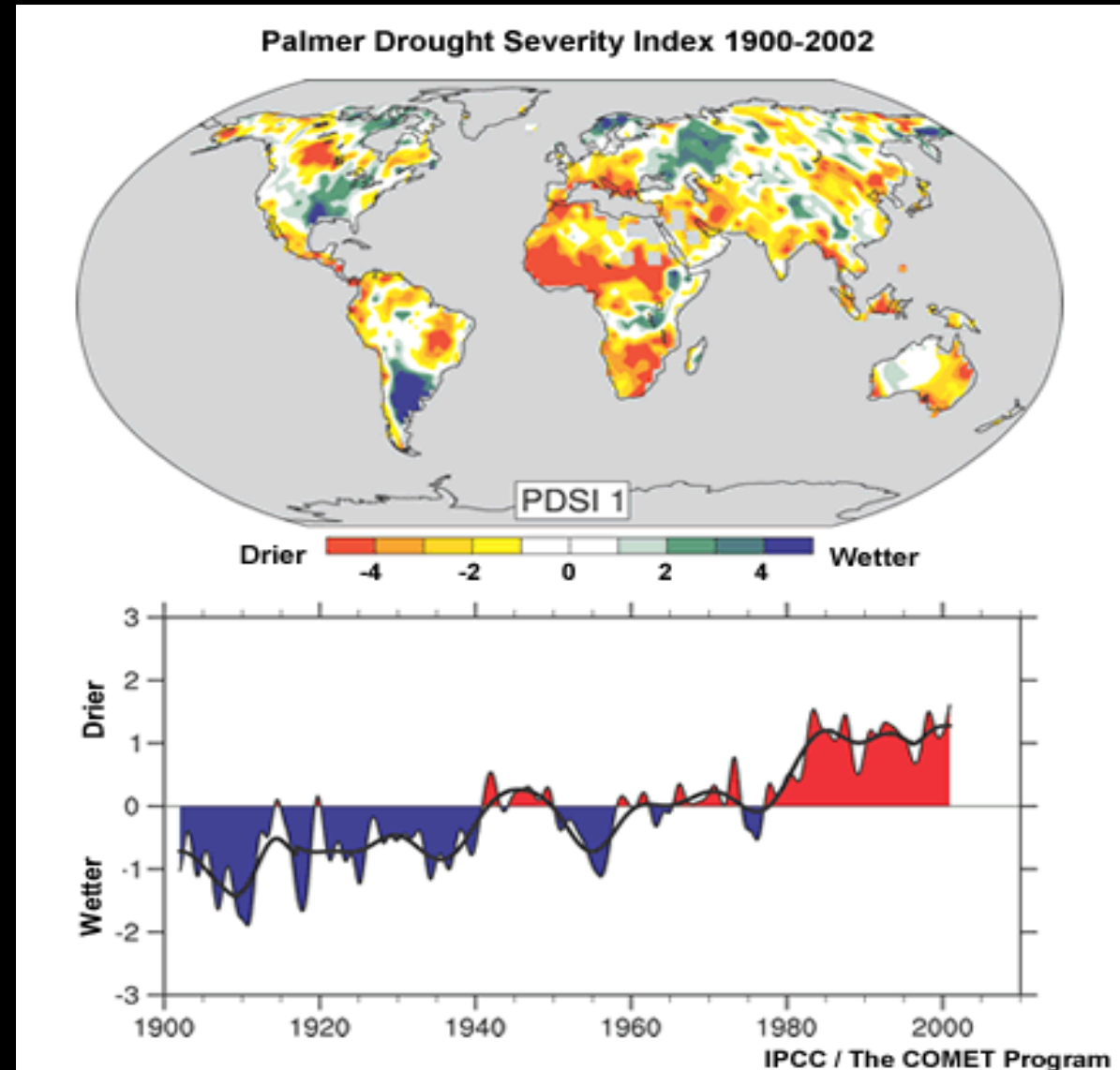
Inundações e secas



Exemplo EUA: a precipitação intensa é **20% maior!**

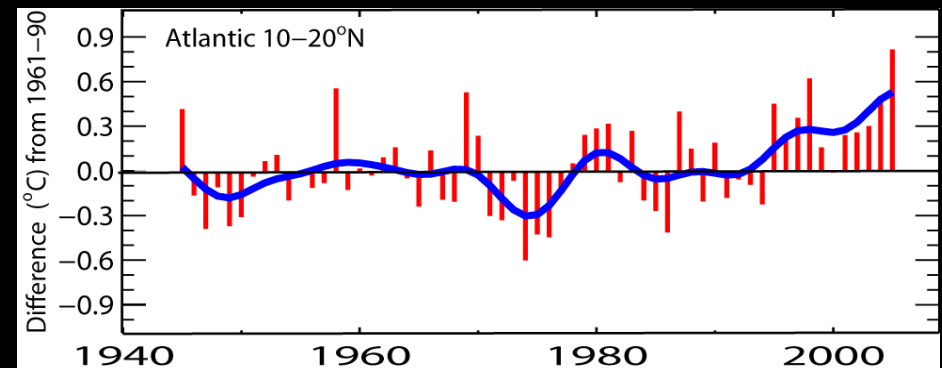
Secas

Os eventos de secas tem aumentado em várias regiões no mundo, como observa-se na Figura ao lado, por meio do PDSI (Índice de Severidade de Palmer)





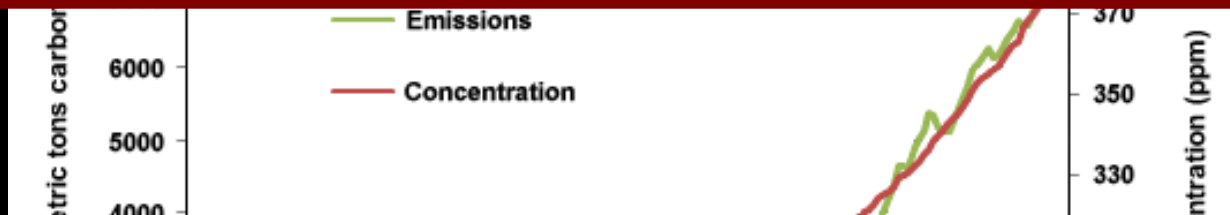
Os eventos de furacões tem aumentado bastante nas regiões tropicais, como pode ser constatado na gráfico abaixo, onde indica a anomalia de temperatura para a região entre as latitudes 10 e 20° no Atlântico Norte



Data source: Oak Ridge National Laboratory, Carbon Dioxide Information Analysis Center

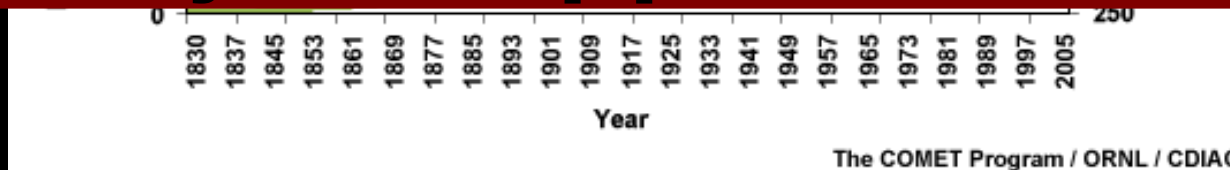
9000 410

Maior concentração de CO₂ dos últimos **800.000anos**



taxa de emissão de CO₂ **nunca** excedeu 30ppm/1000anos

Hoje = 30ppm/17anos

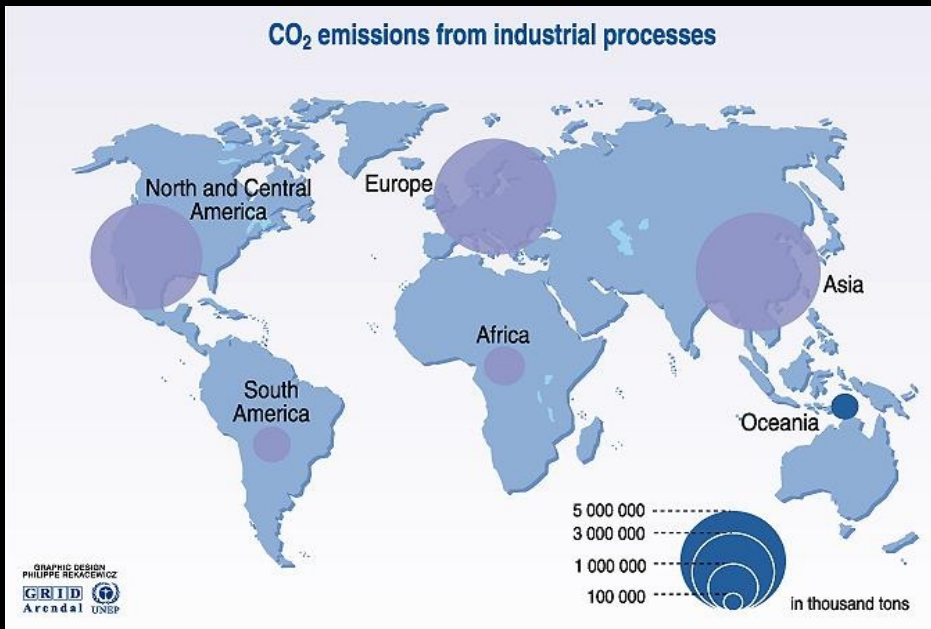


Principais **emissores CO₂** a partir de atividades humanas:

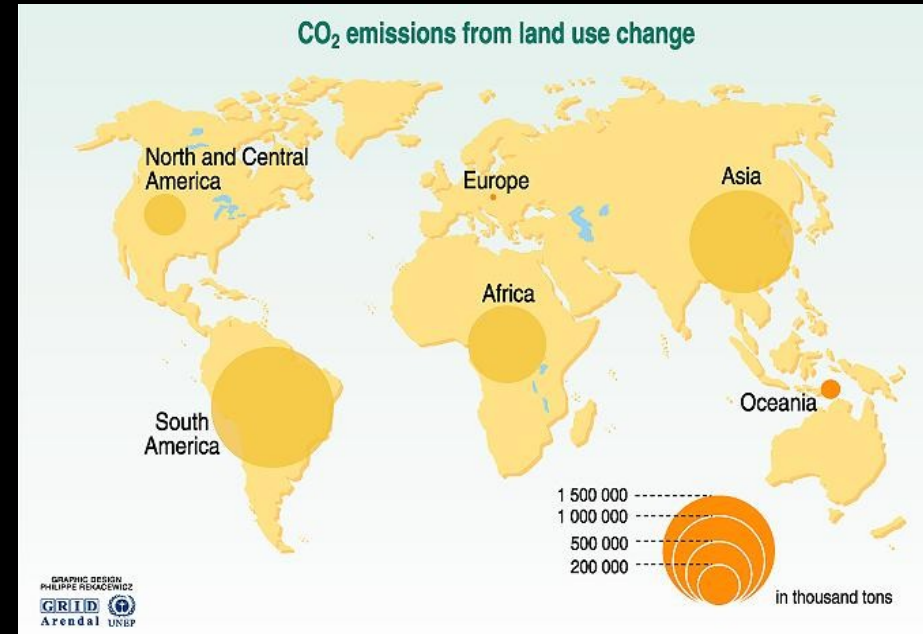
- * combustíveis fósseis
- * queimadas de florestas
- * agricultura
- * produção de cimento

Fatores Antropogênicos

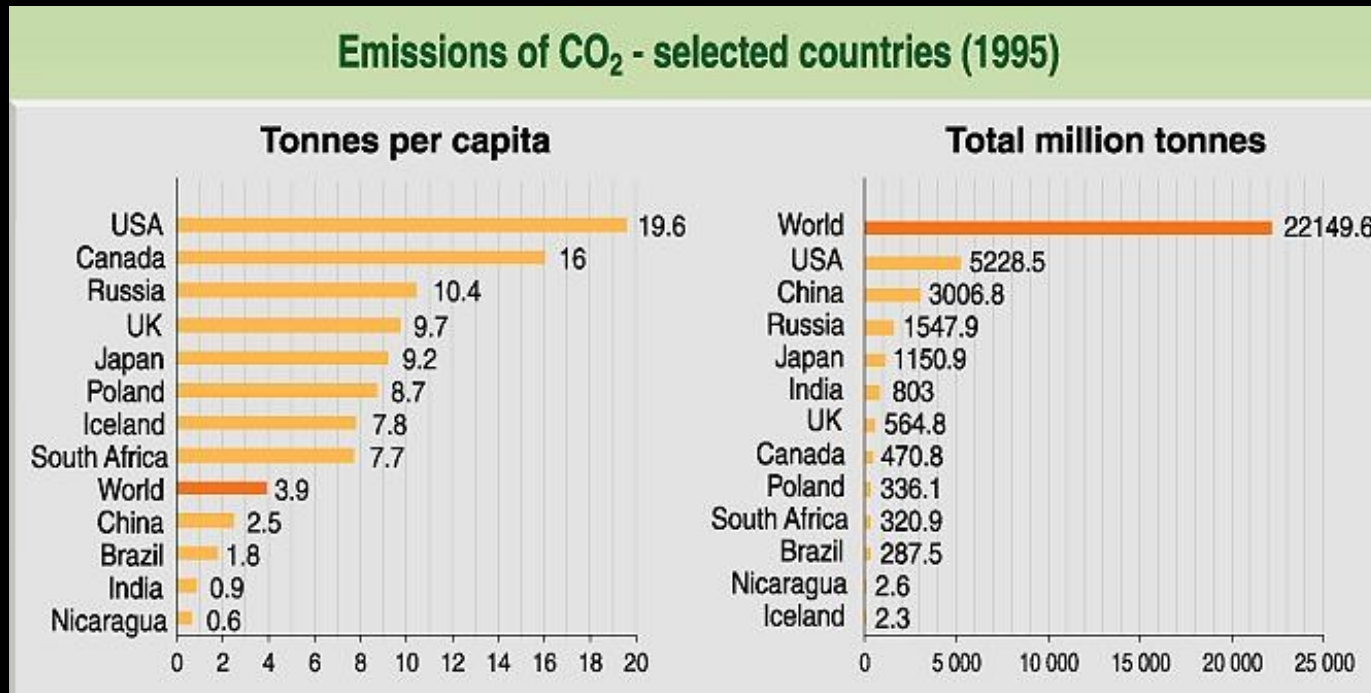
CO₂ emissions from industrial processes



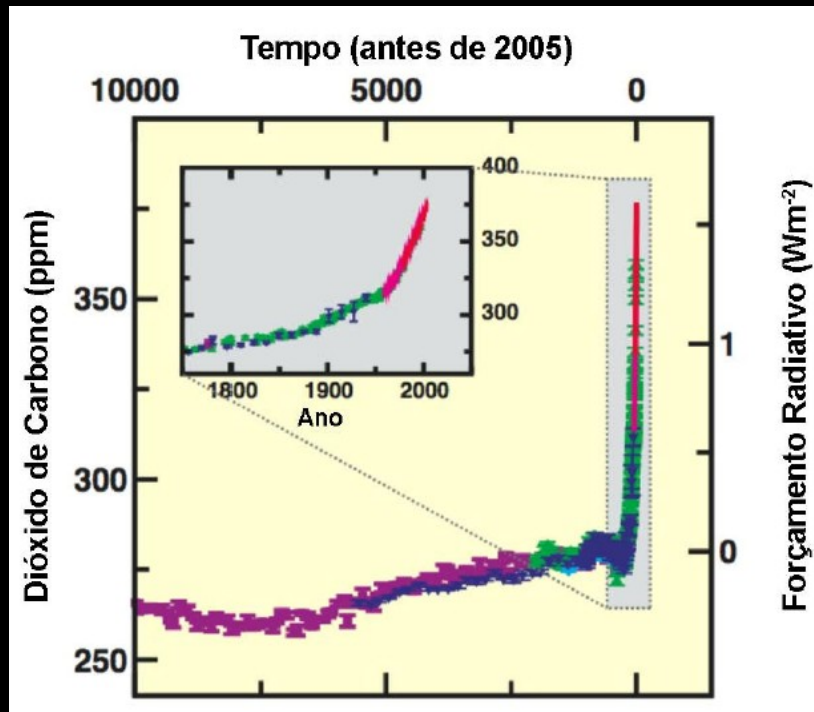
CO₂ emissions from land use change



Emissions of CO₂ - selected countries (1995)

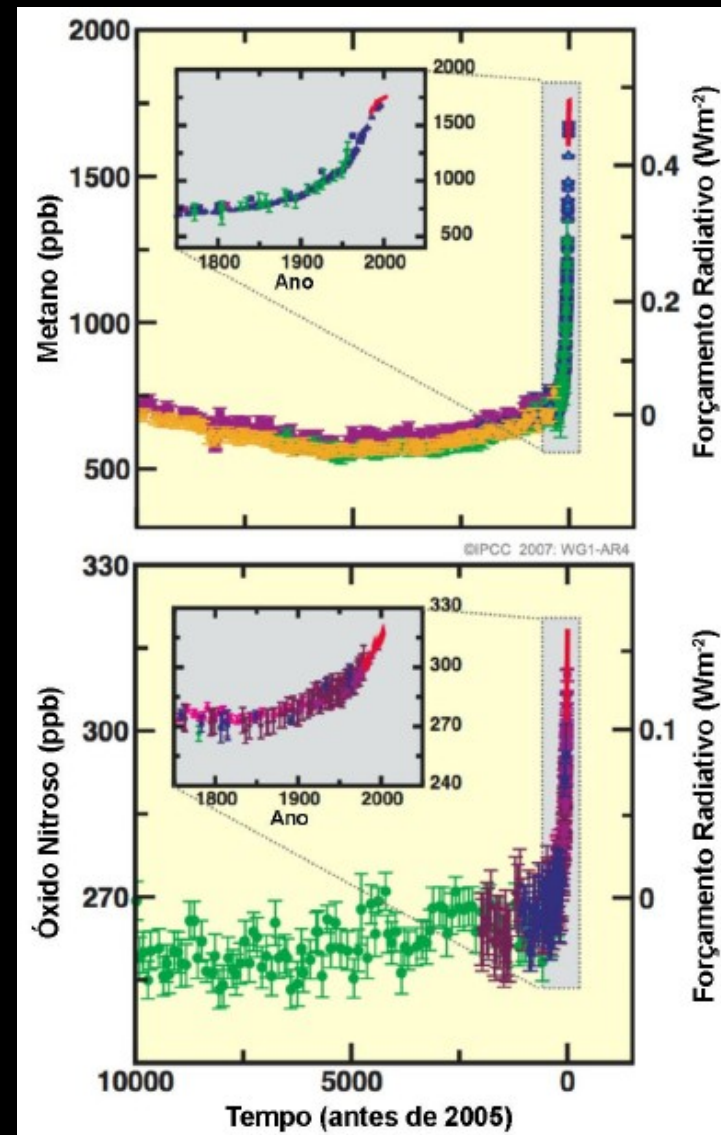


Outros gases estufas!

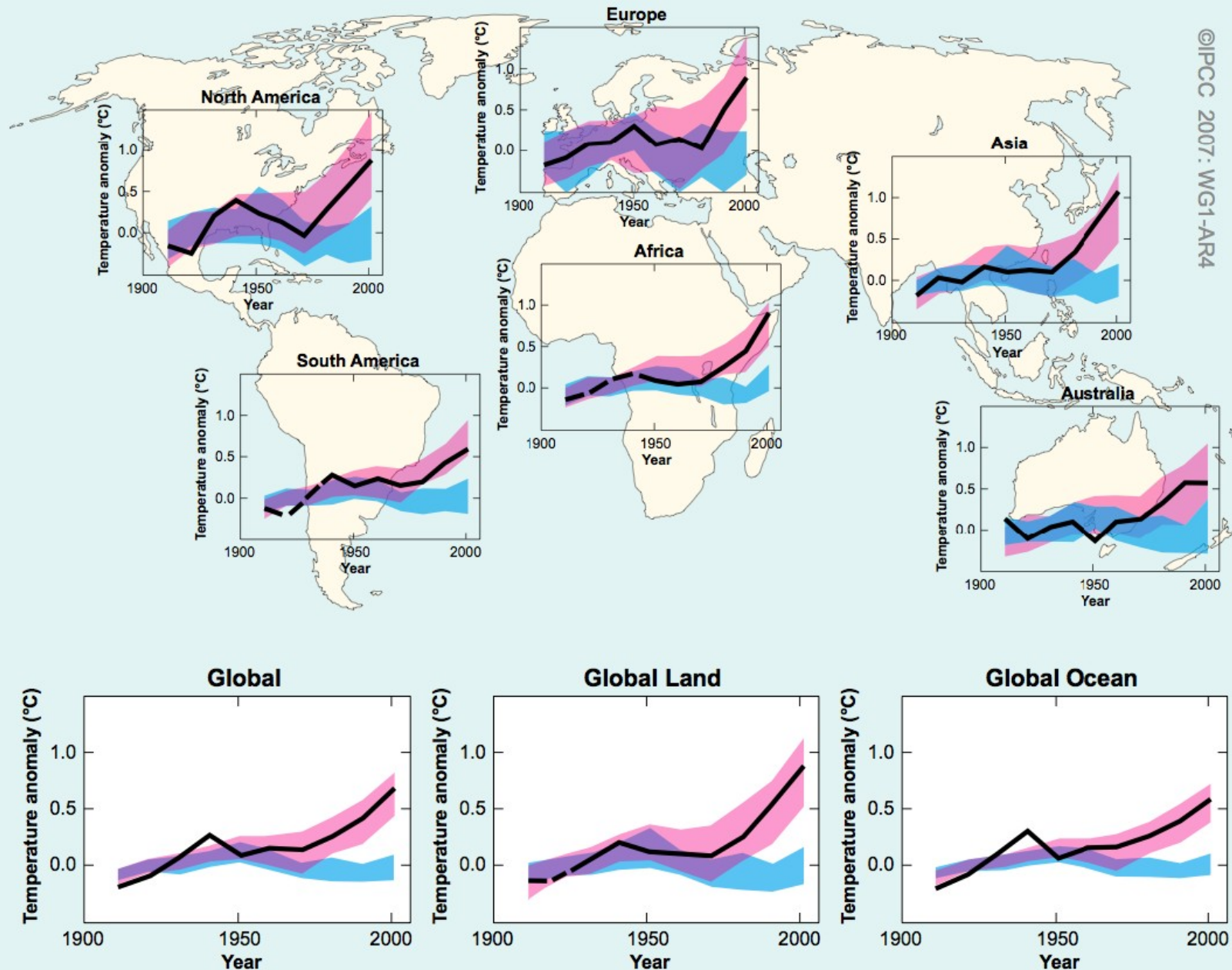


Concentrações de CO_2 , CH_4 e N_2O
excedem muito
os valores pré-industriais

Aumento marcado desde 1750
devido a atividades humanas.



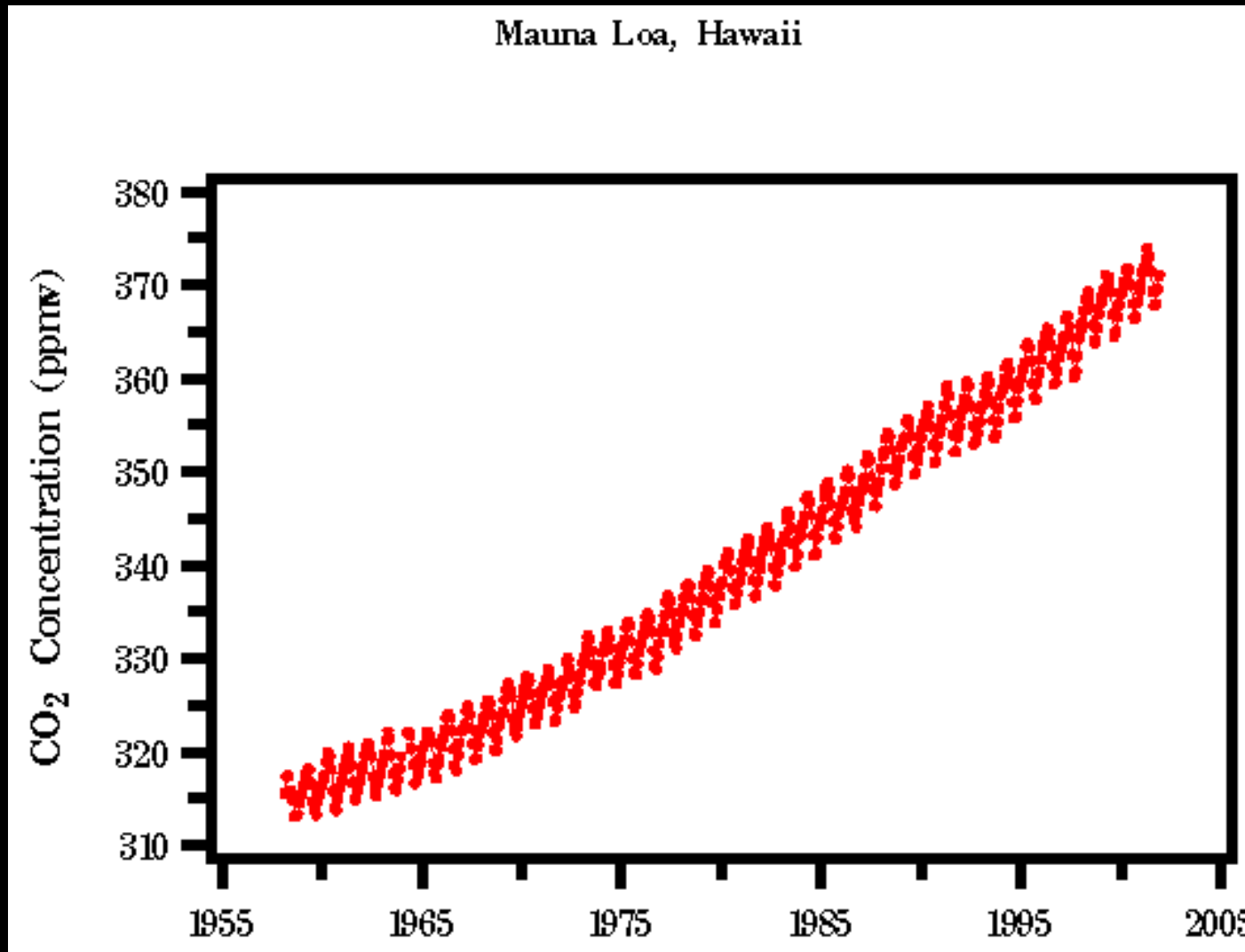
Global and Continental Temperature Change



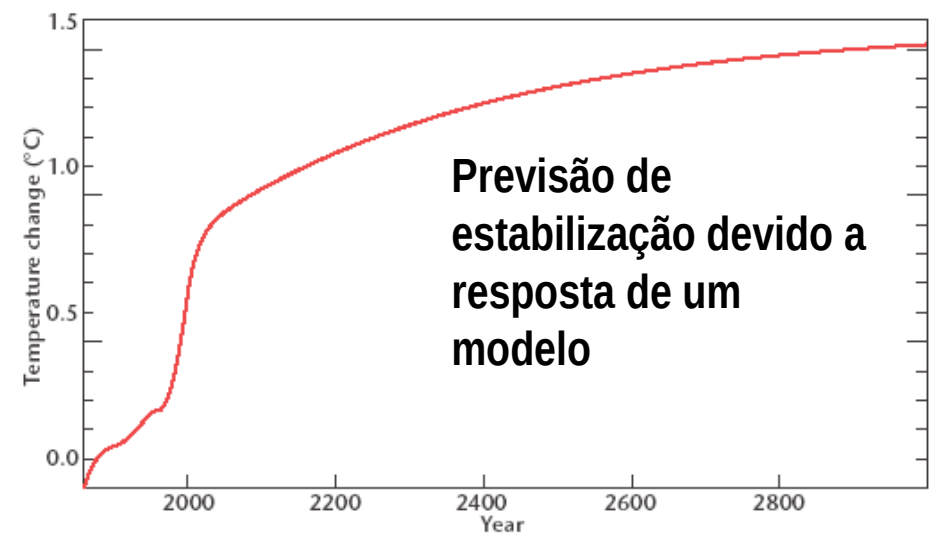
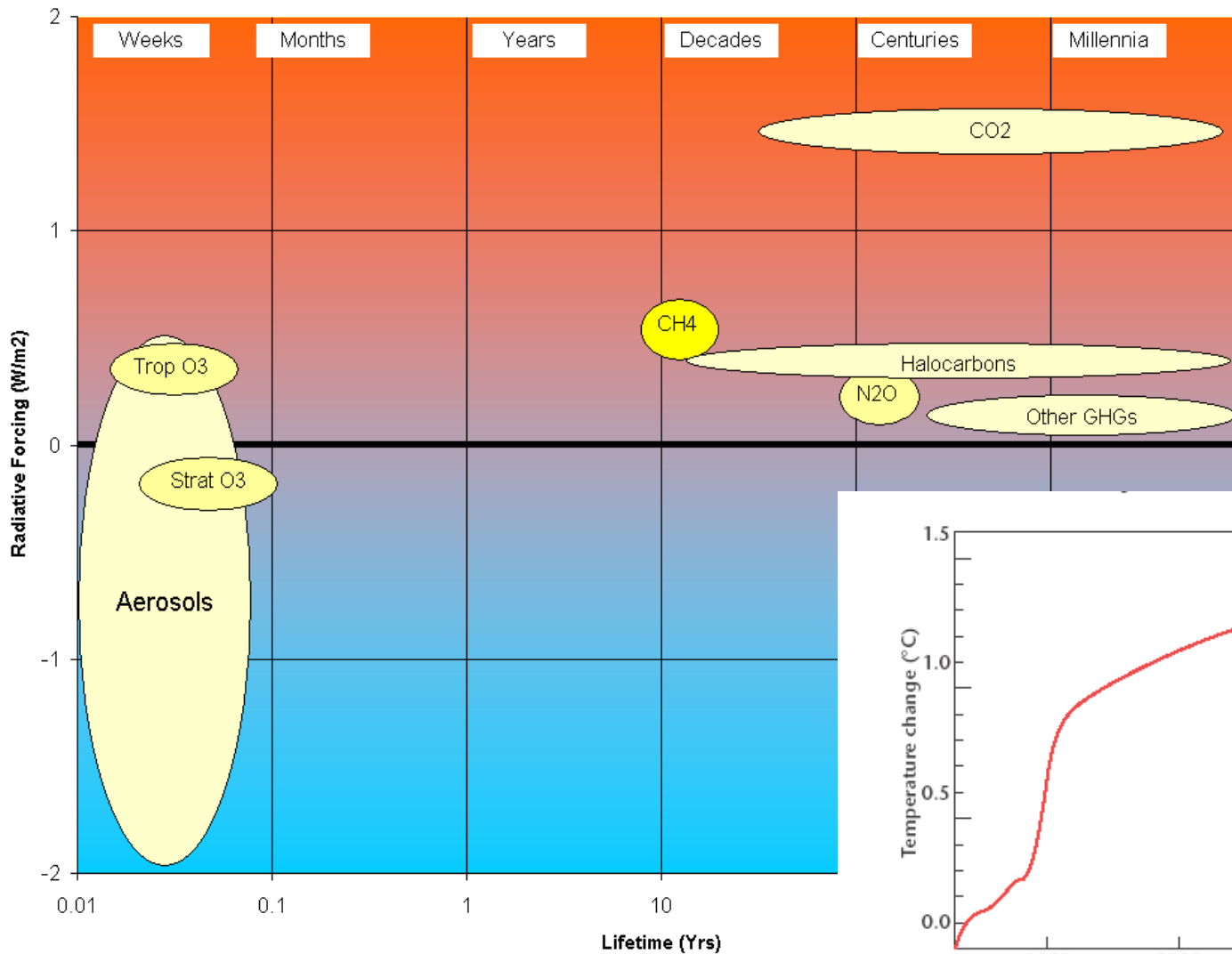


Por que devemos nos preocupar?

Imagine a seguinte hipótese: todas as **concentrações**
são **estabilizadas** aos níveis de hoje!




Imagine a seguinte hipótese: todas as **concentrações**
são **estabilizadas** aos níveis de hoje!

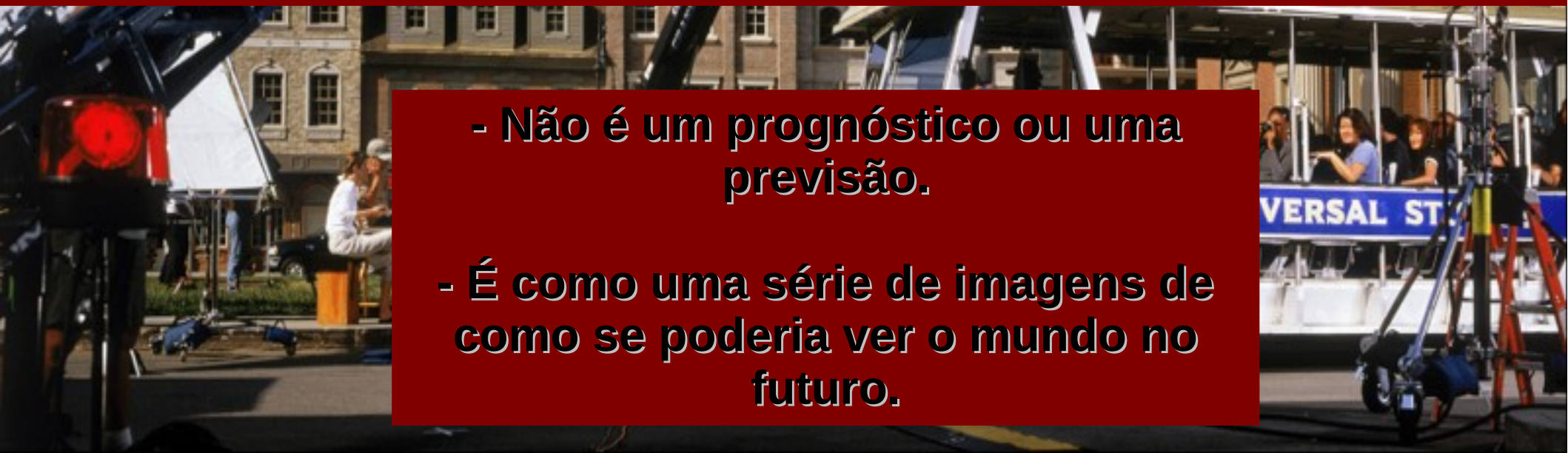


The rise in global mean temperature following stabilisation of greenhouse gas concentrations at present-day levels.

O que são **cenários do ipcc?**



“Uma **descrição** de um **estado futuro** do mundo, coerente, internamente consistente e plausível.”

- 
- Não é um prognóstico ou uma previsão.
 - É como uma série de imagens de como se poderia ver o mundo no futuro.

Os Cenários de Emissões do Relatório Especial sobre Cenários de Emissões (RECE) do IPCC¹⁷

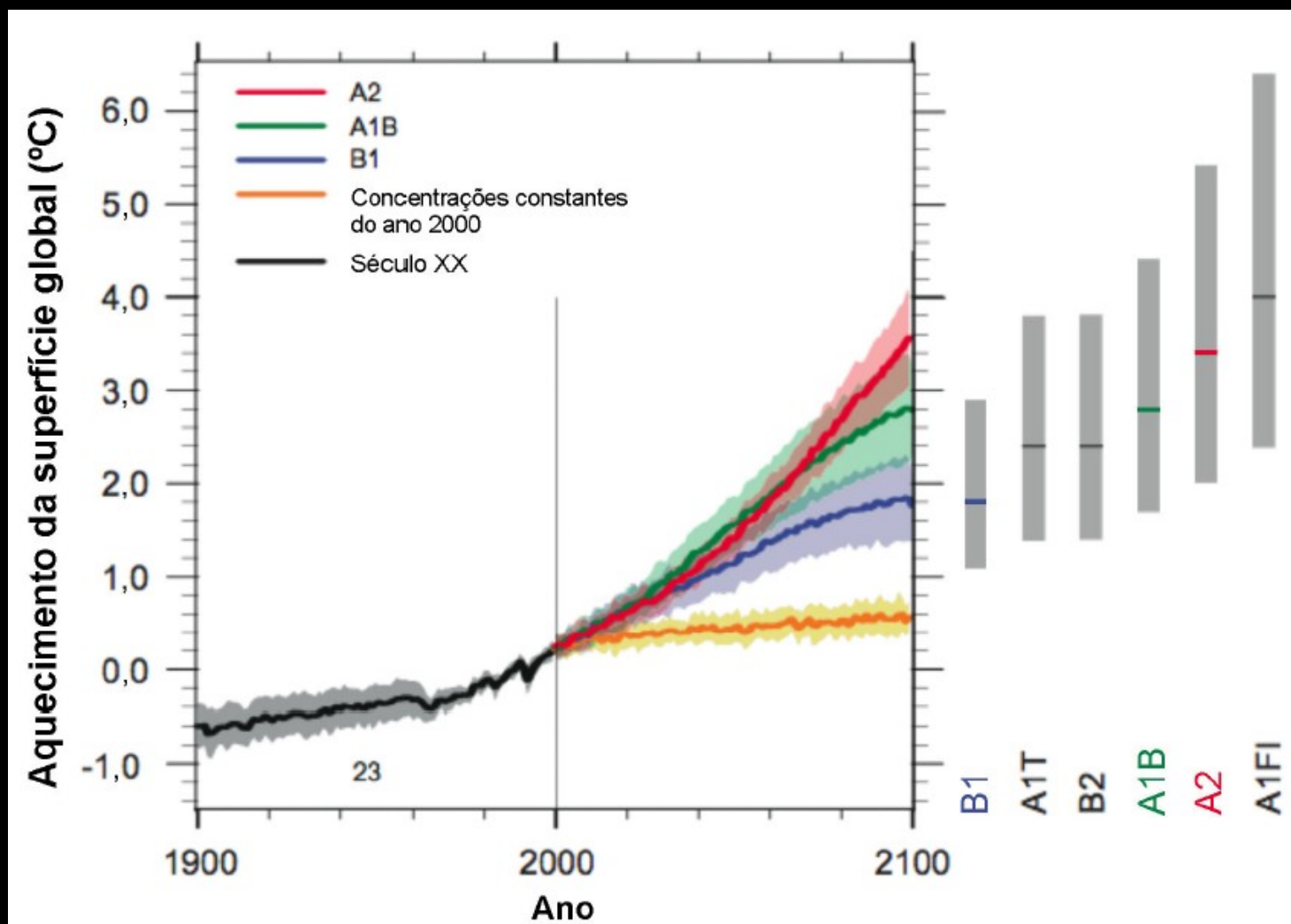
A1. O contexto e a família de cenários A1 descrevem um mundo futuro de crescimento econômico muito rápido, com a população global atingindo um pico em meados do século e declinando em seguida e a rápida introdução de tecnologias novas e mais eficientes. As principais questões subjacentes são a convergência entre as regiões, a capacitação e o aumento das interações culturais e sociais, com uma redução substancial das diferenças regionais na renda *per capita*. A família de cenários A1 se desdobra em três grupos que descrevem direções alternativas da mudança tecnológica no sistema energético. Os três grupos A1 distinguem-se por sua ênfase tecnológica: intensiva no uso de combustíveis fósseis (A1F1), fontes energéticas não-fósseis (A1T) ou um equilíbrio entre todas as fontes (A1B) (em que o equilíbrio é definido como não se depender muito de uma determinada fonte de energia, supondo-se que taxas similares de aperfeiçoamento apliquem-se a todas as tecnologias de oferta de energia e uso final).

A2. O contexto e a família de cenários A2 descrevem um mundo muito heterogêneo. O tema subjacente é a auto-suficiência e a preservação das identidades locais. Os padrões de fertilidade entre as regiões convergem muito lentamente, o que acarreta um aumento crescente da população. O desenvolvimento econômico é orientado primeiramente para a região e o crescimento econômico *per capita* e a mudança tecnológica são mais fragmentados e mais lentos do que nos outros contextos.

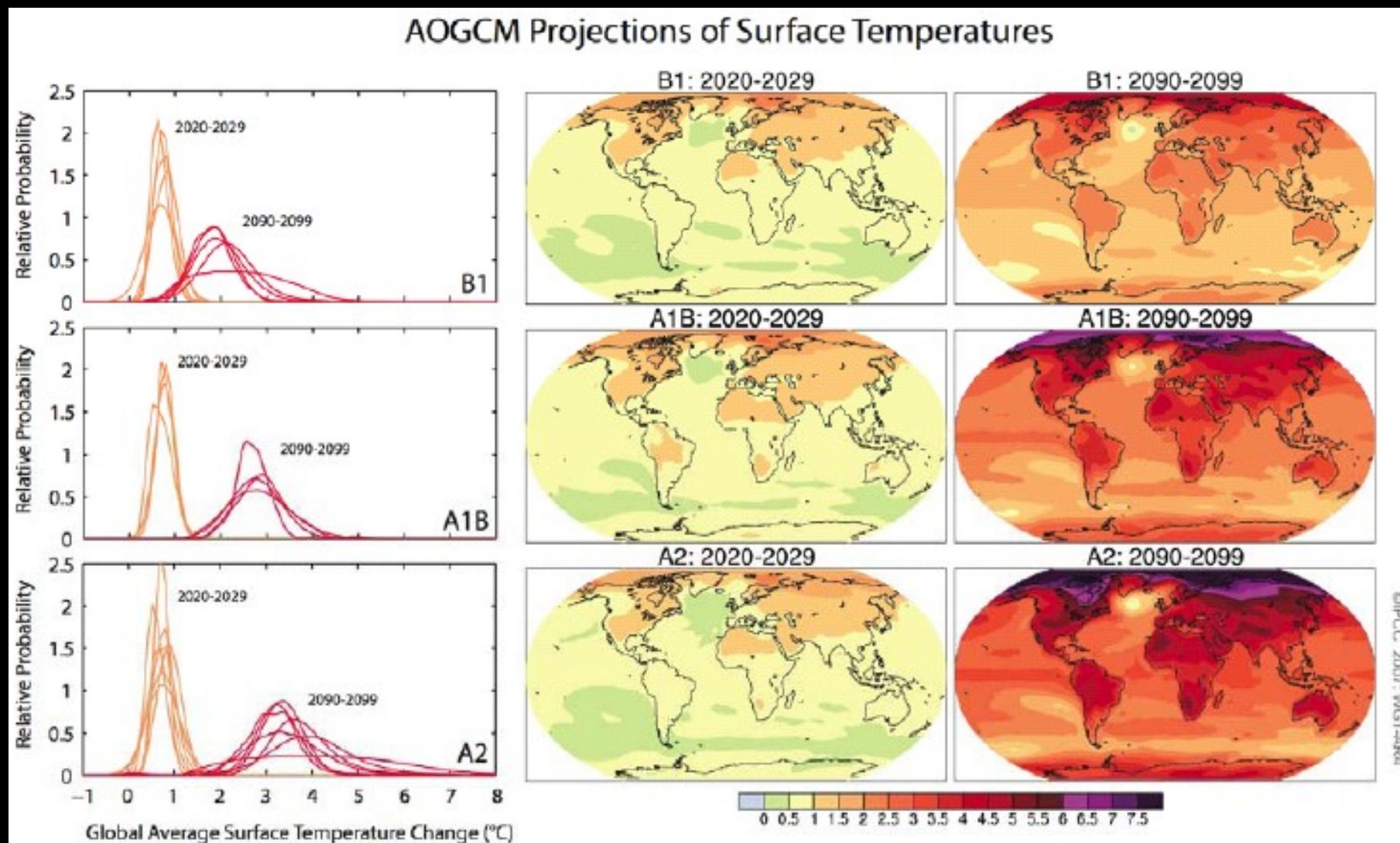
B1. O contexto e a família de cenários B1 descrevem um mundo convergente com a mesma população global, que atinge o pico em meados do século e declina em seguida, como no enredo A1, mas com uma mudança rápida nas estruturas econômicas em direção a uma economia de serviços e informação, com reduções da intensidade material e a introdução de tecnologias limpas e eficientes em relação ao uso dos recursos. A ênfase está nas soluções globais para a sustentabilidade econômica, social e ambiental, inclusive a melhoria da equidade, mas sem iniciativas adicionais relacionadas com o clima.

B2. O contexto e família de cenários B2 descrevem um mundo em que a ênfase está nas soluções locais para a sustentabilidade econômica, social e ambiental. É um mundo em que a população global aumenta continuamente, a uma taxa inferior à do A2, com níveis intermediários de desenvolvimento econômico e mudança tecnológica menos rápida e mais diversa do que nos contextos B1 e A1. O cenário também está orientado para a proteção ambiental e a equidade social, mas seu foco são os níveis local e regional.

Temperatura do ar (cenário global)

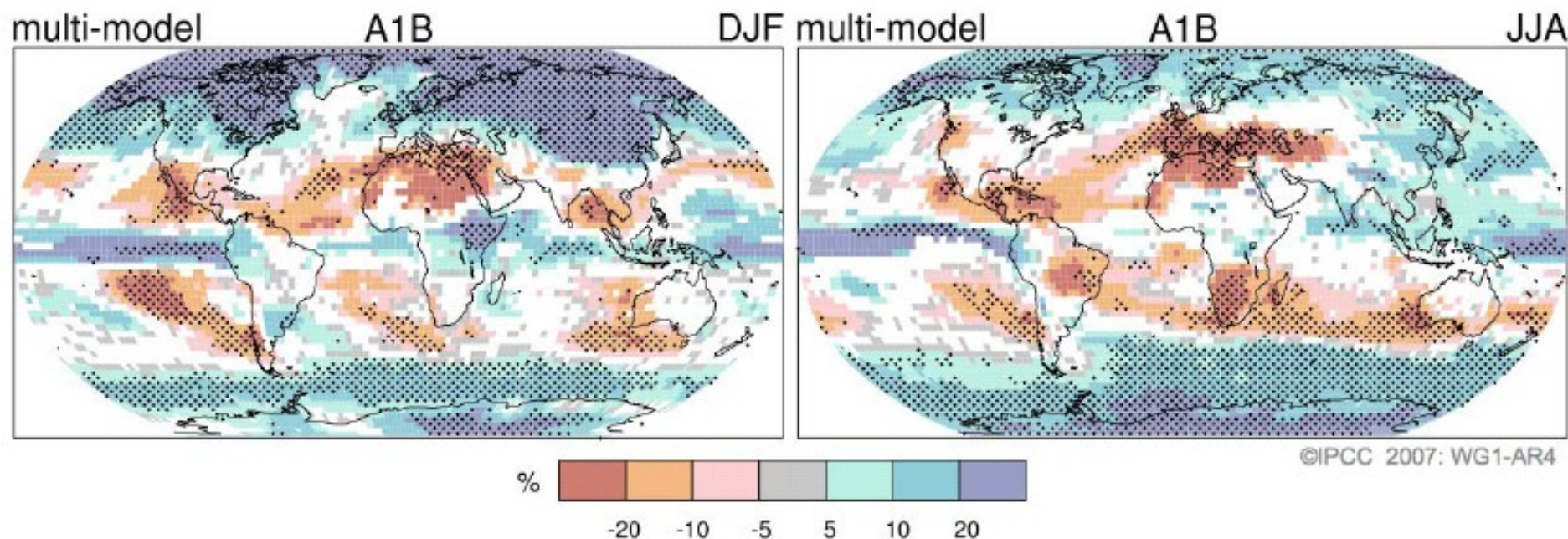


Projeção do aquecimento global em 2020-29 e 2090-99 para diferentes concentrações de GHG



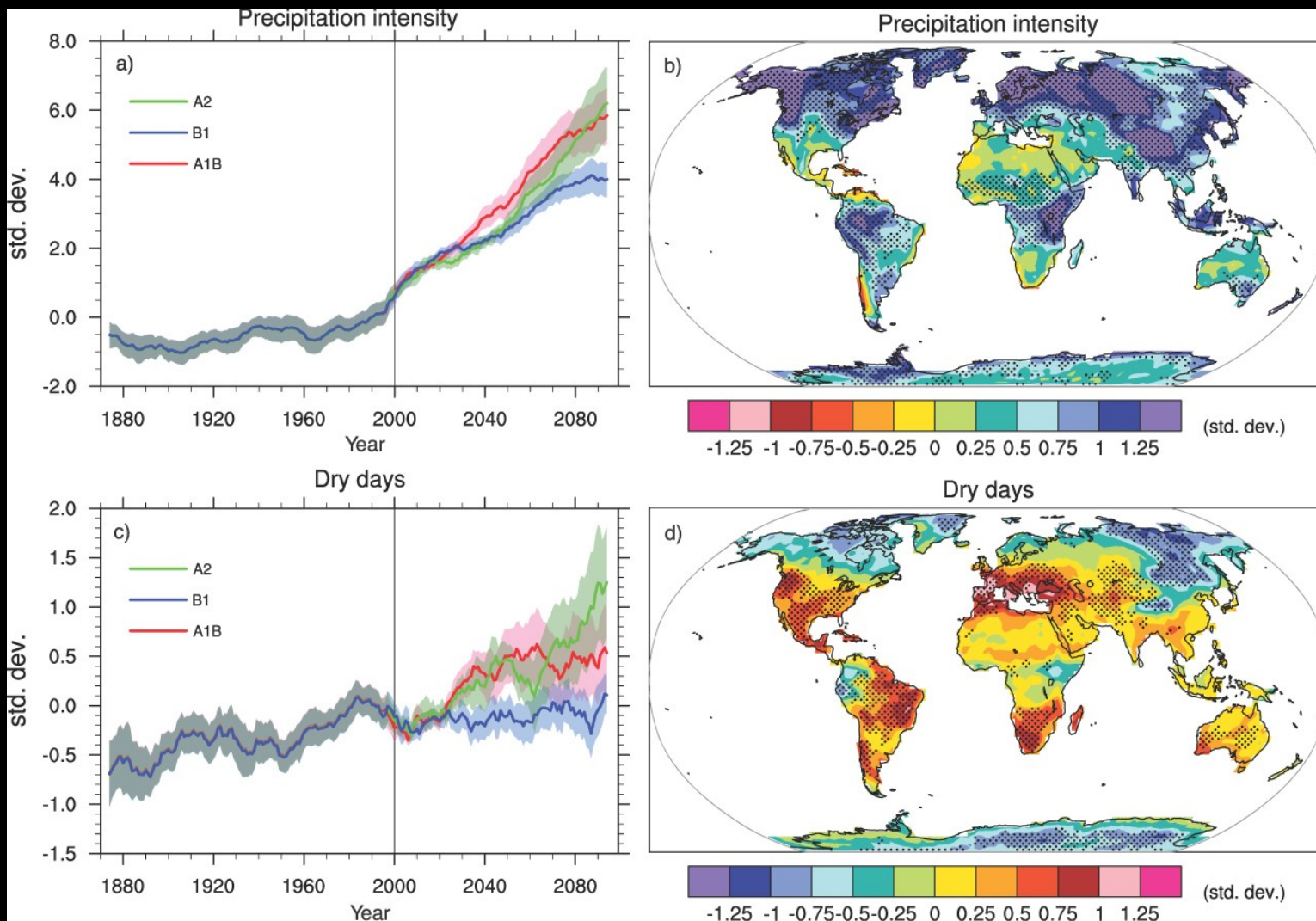
Projeção da precipitação para o período 2090-99 em relação a média 1980-99

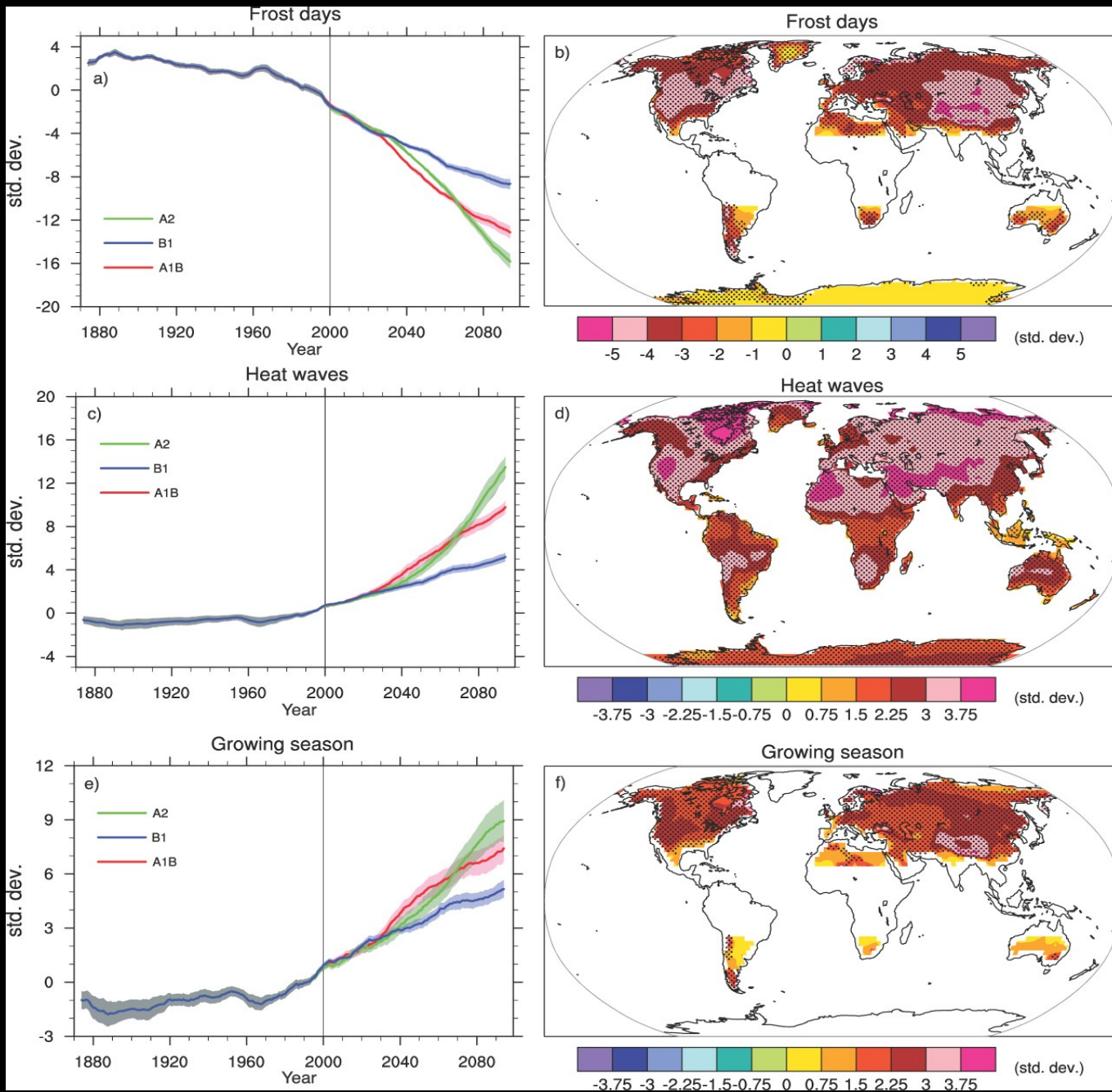
Projected Patterns of Precipitation Changes



Deverá haver aumento de precipitação em algumas áreas, enquanto em outras haverá redução.

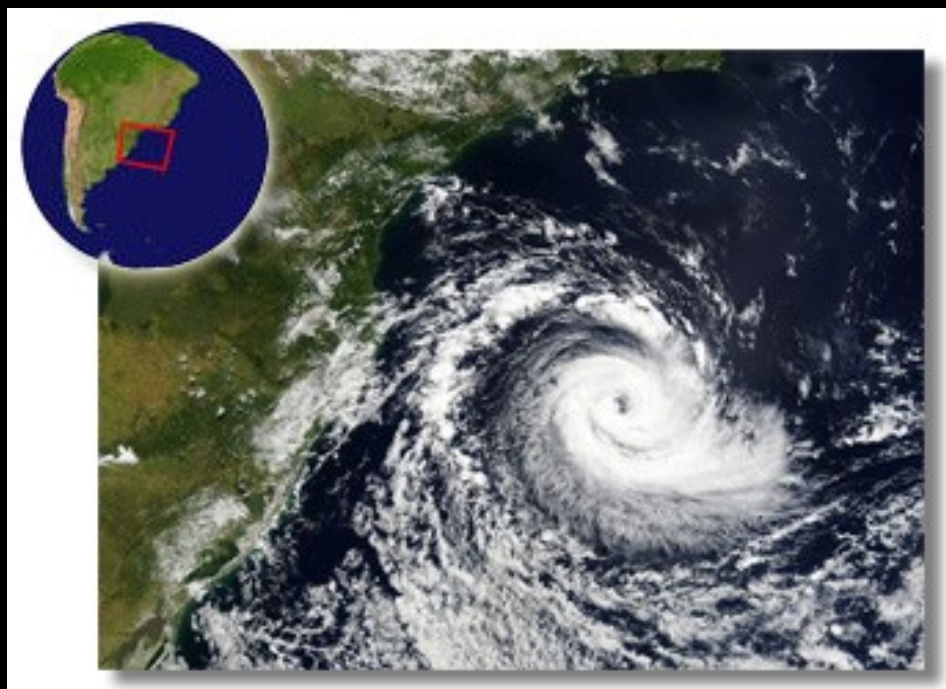
Eventos Extremos





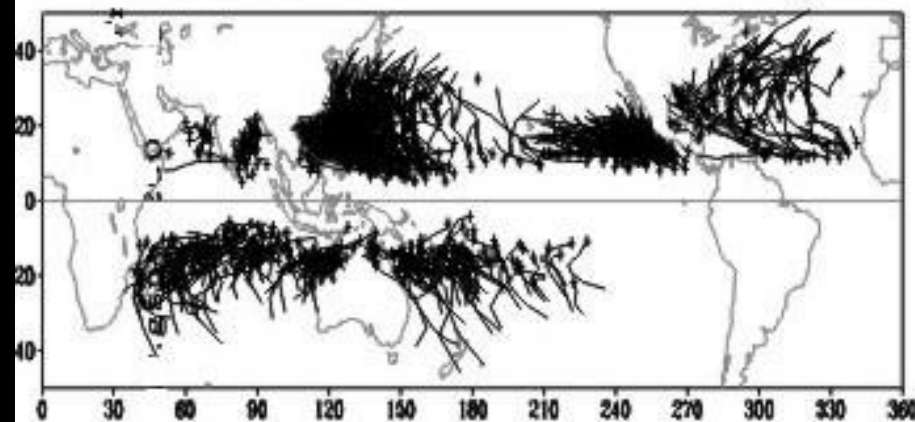
As Figuras ao lado e no slide anterior destacam as possibilidades de ocorrência de eventos extremos com aumento das chuvas intensas, aumento de veranicos, redução do número de dias com geadas, aumento do número de dias com ondas de calor e aumento do período de crescimento.

Haverá outros Furacões Catarina no Atlântico Sul num cenário futuro de mudança do clima?



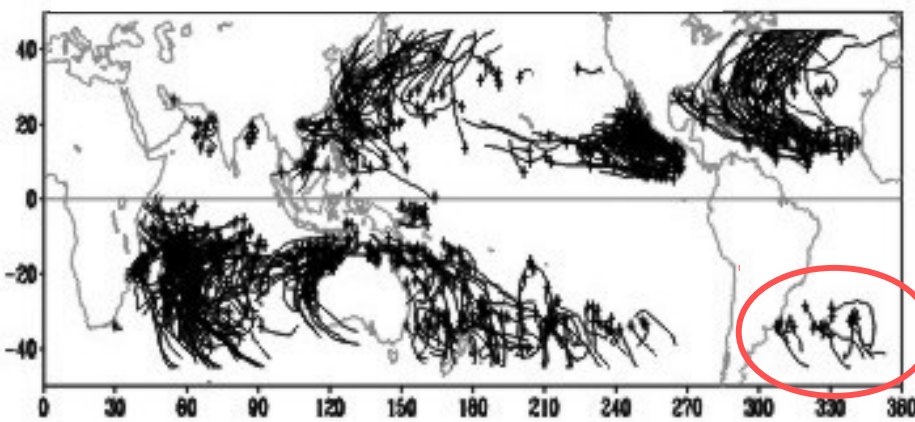
Obs. (1979-1988)

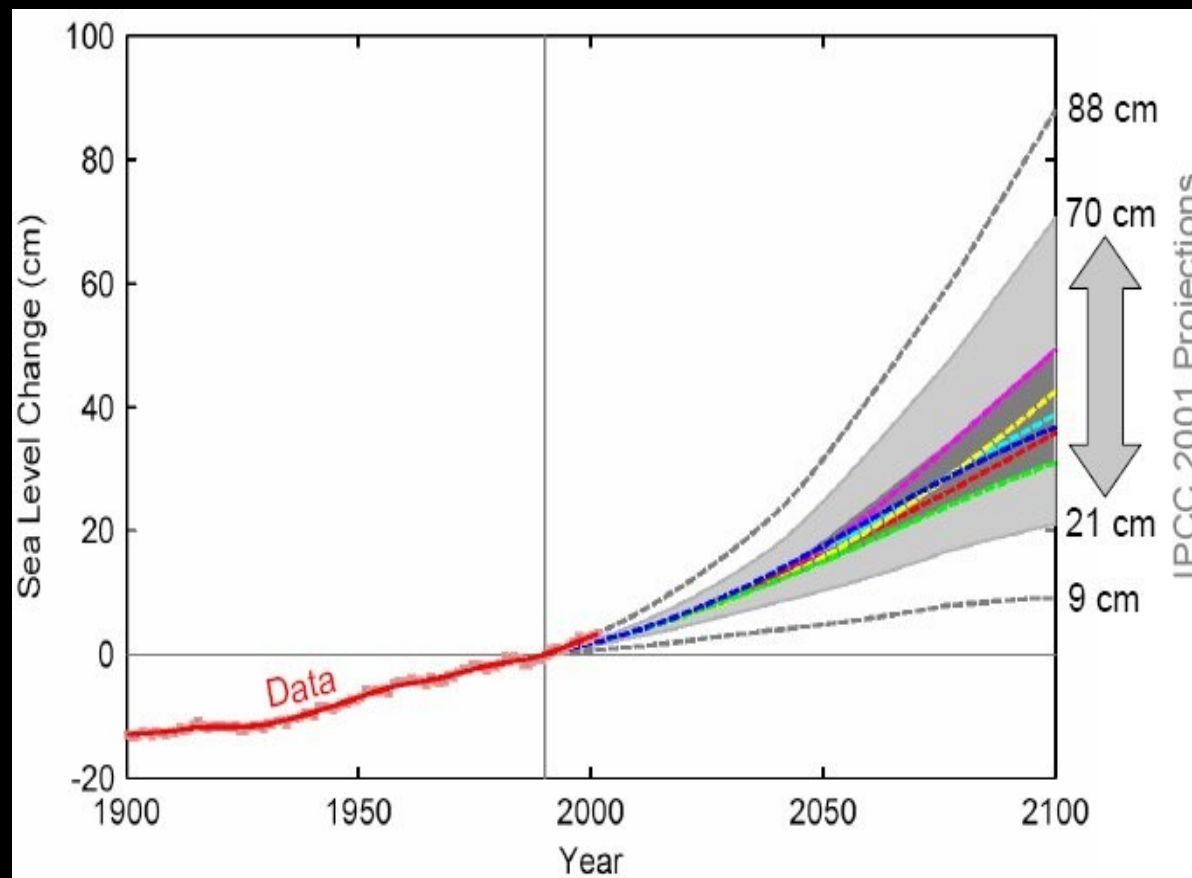
10 years



Final do Século 21

10 years





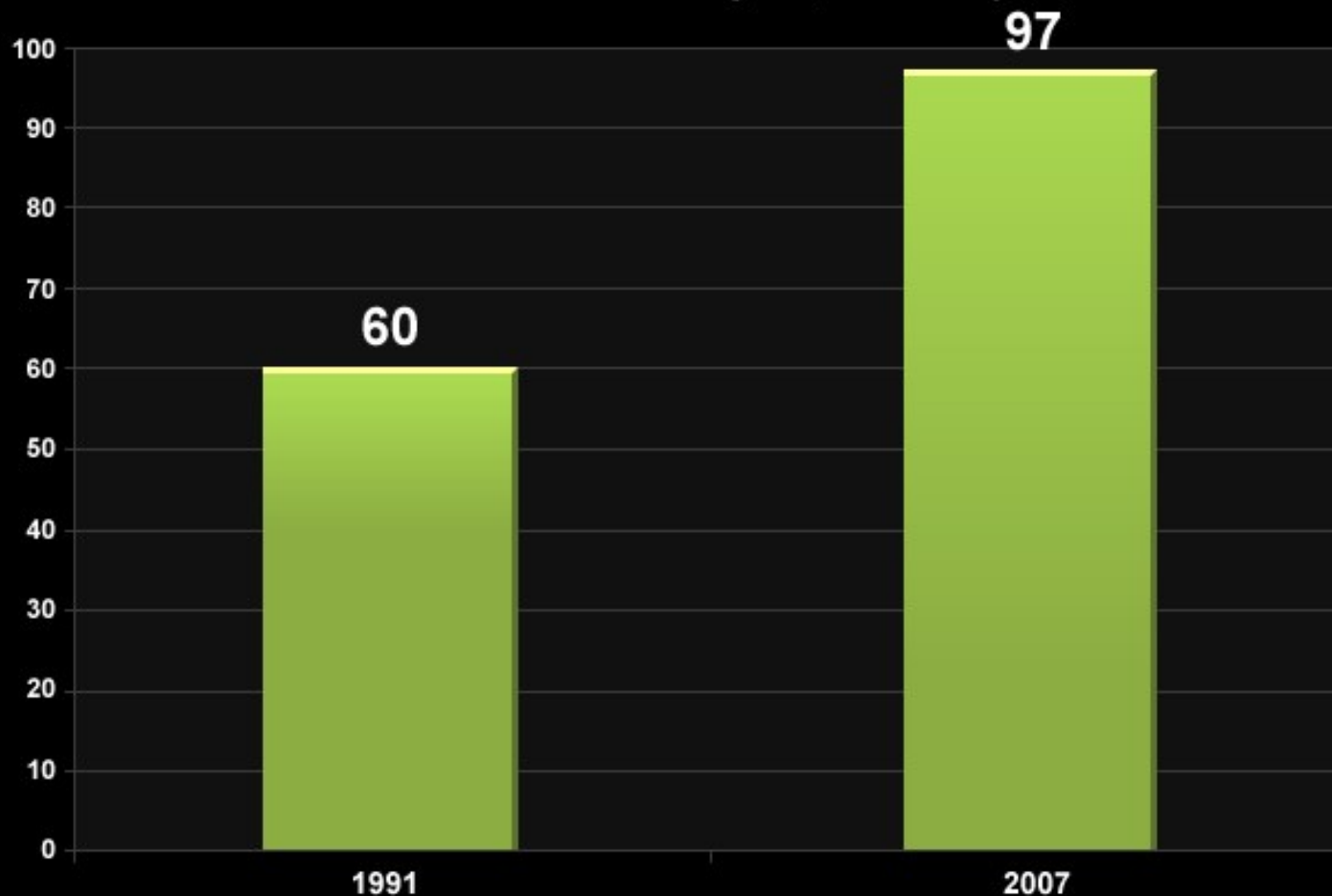
Aumento no nível médio do mar

Quais as certezas dos cientistas?



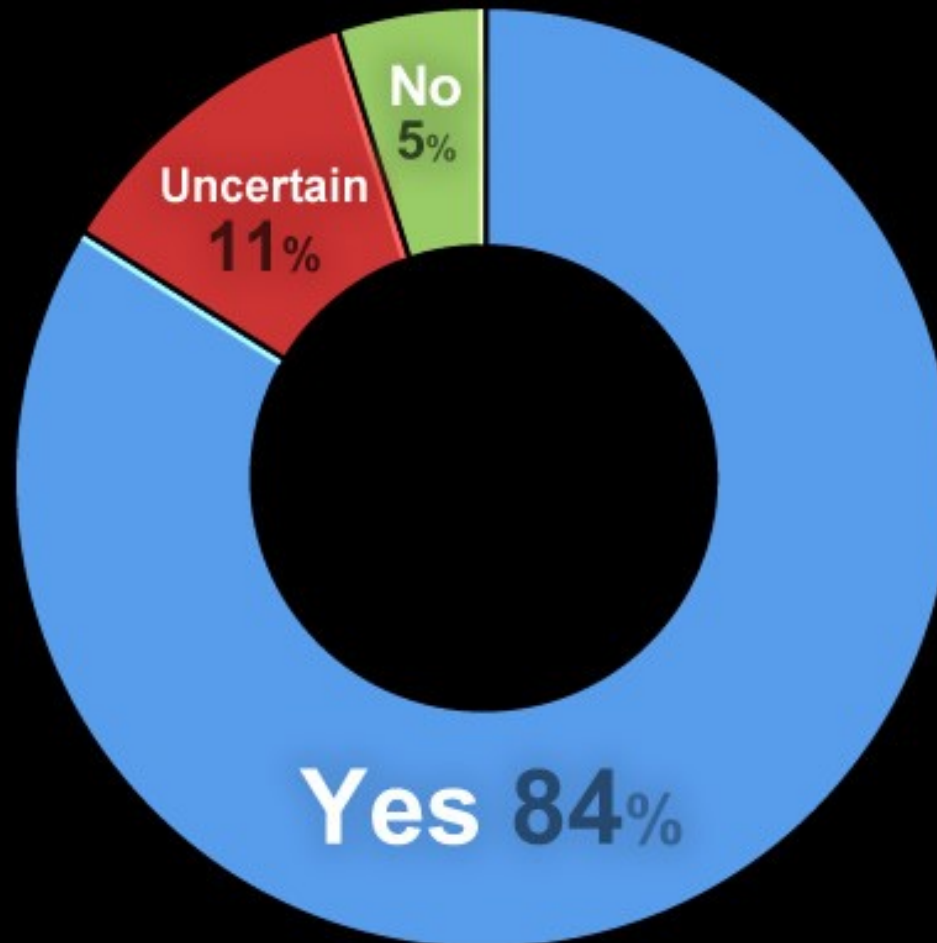
O que os pesquisadores **realmente** pensam??

Percent of climate scientists that agreed "global average temperatures have increased" during the past century



O que os pesquisadores **realmente** pensam??

Climate Scientists: Are humans responsible for observed warming?



O que os pesquisadores
realmente pensam??

Impactos!

Recifes de Corais Mundiais

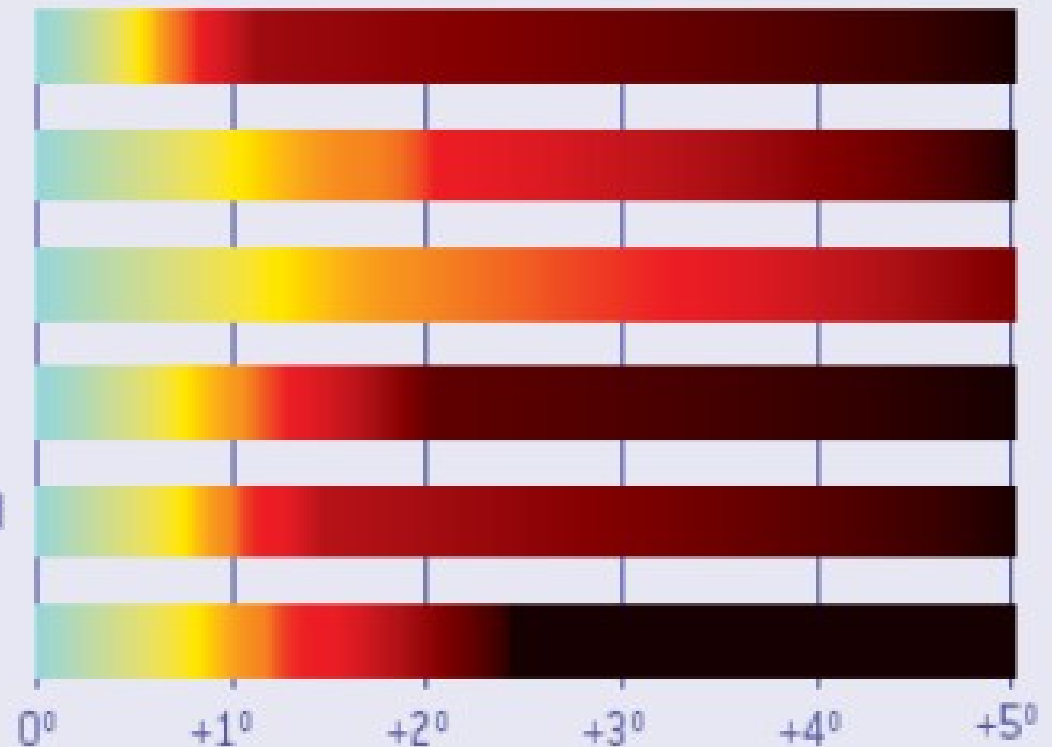
Tundras do Ártico

Ecosistemas Alpinos da Europa

Florestas Boreais da China

Florestas Tropicais em Queensland
(Austrália)

Florestas Úmidas da Amazônia



risco mínimo – perda de até 5% de área

risco baixo – perda entre 5% e 10% de área

risco médio – perda entre 10% e 20% de área

risco alto – perda entre 20 e 50% de área

risco severo – perda superior a 50% de área

Fonte: Modificado de Hare, 2005

Os **modelos** de clima **indicam** que um dos principais efeitos do aumento nos gases estufa será o **aquecimento global**

Há **evidências** de que o aquecimento do último século é de origem **antropogênica**

Se não forem tomadas atitudes para reduzir as emissões as **conseqüências** para muitas sociedades e ecossistemas podem ser **sérias**

As sociedades ou ecossistemas que estão em **maior risco** são aqueles que têm **menor** capacidade de **adaptação**

Mesmo que persistam certas incertezas, sabe-se o suficiente para afirmar que a **mudança climática** é real e séria

O Clima no passado

