



CONSUS 2012

Congresso Internacional de Sustentabilidade

Como as alterações climáticas podem afetar as cidades, as organizações e as empresas”

Paulo Nobre

**Centro de Ciência do Sistema Terrestre, INPE
São José dos Campos 29 de Junho de 2012**

CONSUS 2012

Congresso Internacional de Sustentabilidade

Como as alterações climáticas podem afetar as cidades, as organizações e as empresas”



Paulo Nobre

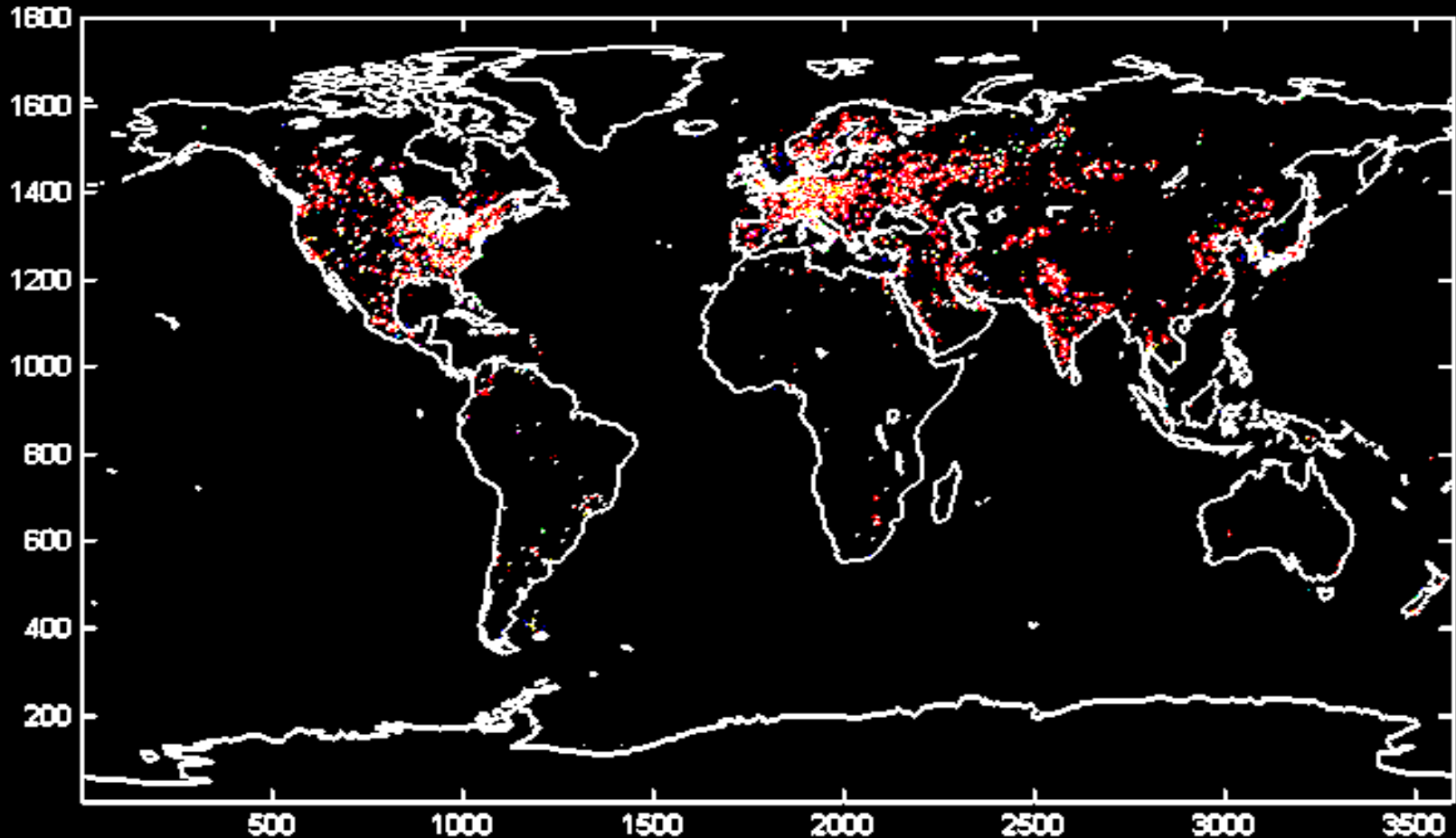
Centro de Ciência do Sistema Terrestre, INPE
São José dos Campos 29 de Junho de 2012

Uma história de sucesso... que teve início em 1930



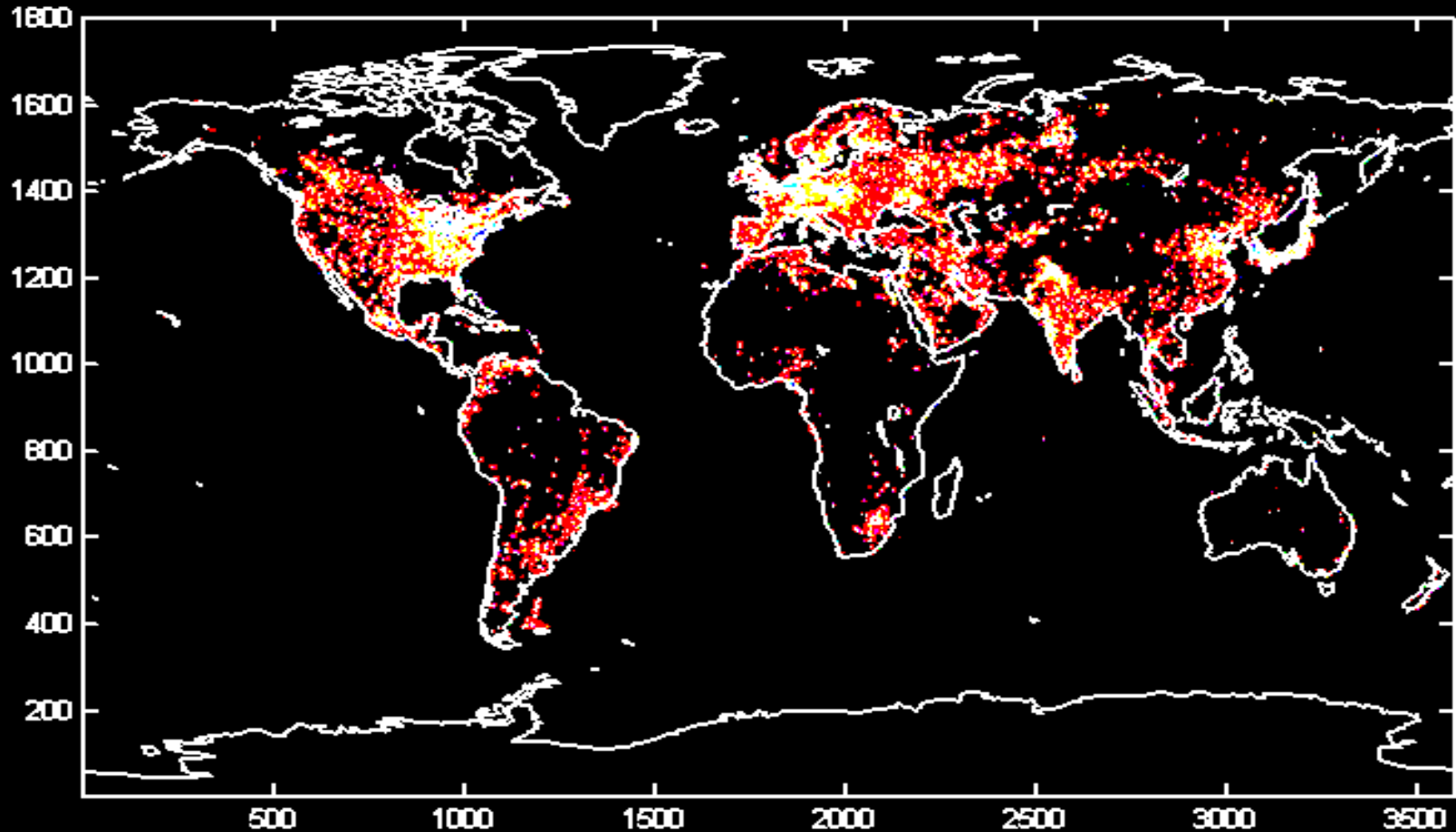
Embraer é hoje a terceira maior fábrica de aviões do planeta

Luzes Noturnas: 2000



Source: Nakicenovic et al., 2000, figure is on page 233.

Luzes Noturnas: 2070

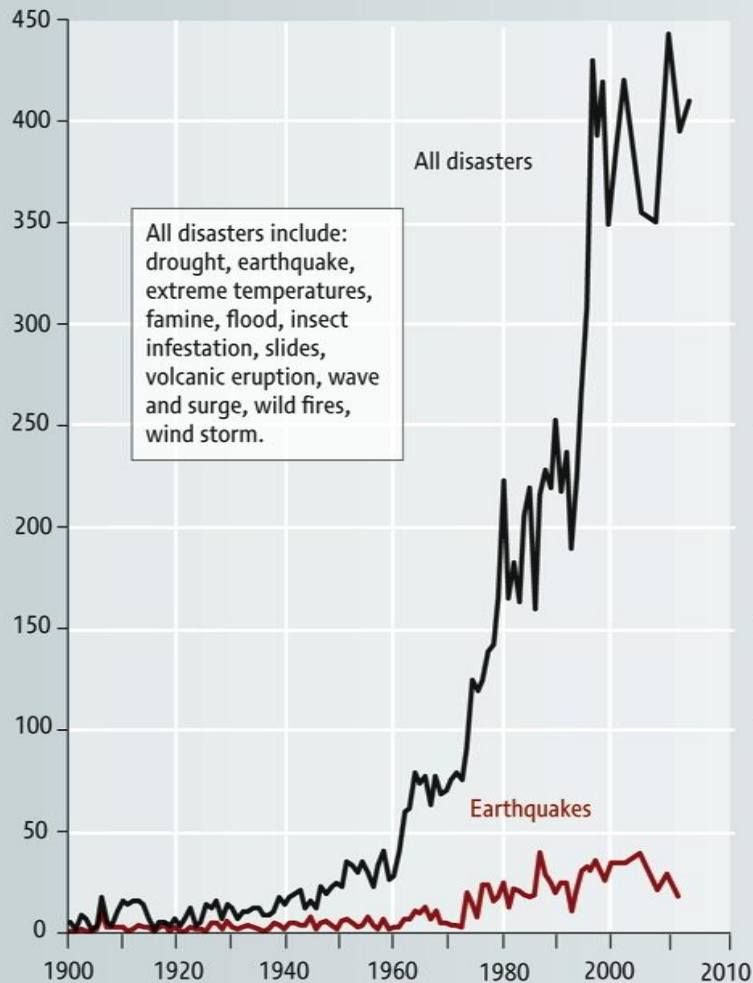


Source: Nakicenovic et al., 2000, figure is on page 233.

Frequência de Disastres Naturais

Number of disasters

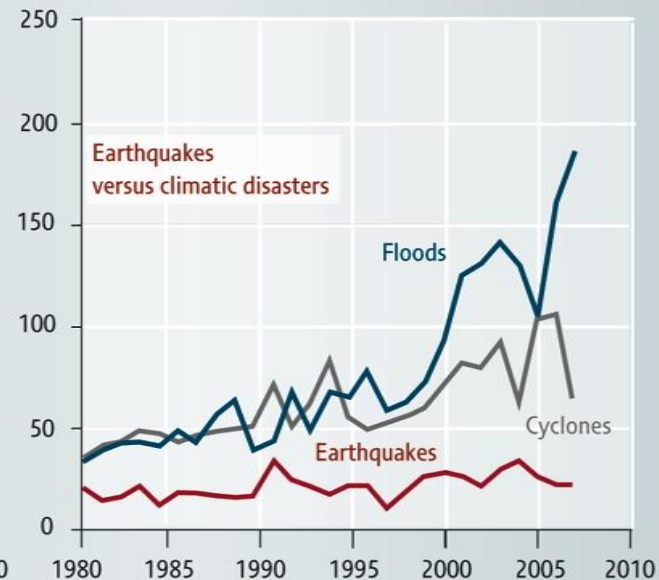
per year



Source: CRED Annual Disaster Statistical Review 2006, 2007.

Trends in number of reported disasters

Much of the increase in the number of hazardous events reported is probably due to significant improvements in information access and also to population growth, but the number of floods and cyclones reported is still rising compared to earthquakes. Is global warming affecting the frequency of natural hazards?



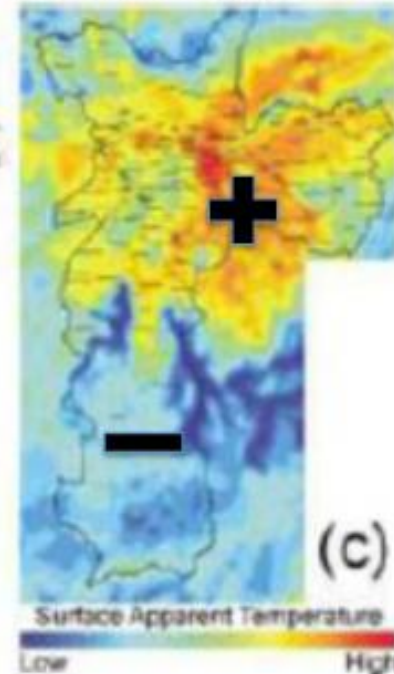
Efeitos da Cidade no Clima

MANCHA URBANA RMSP

INCIDÊNCIA DE RAIOS

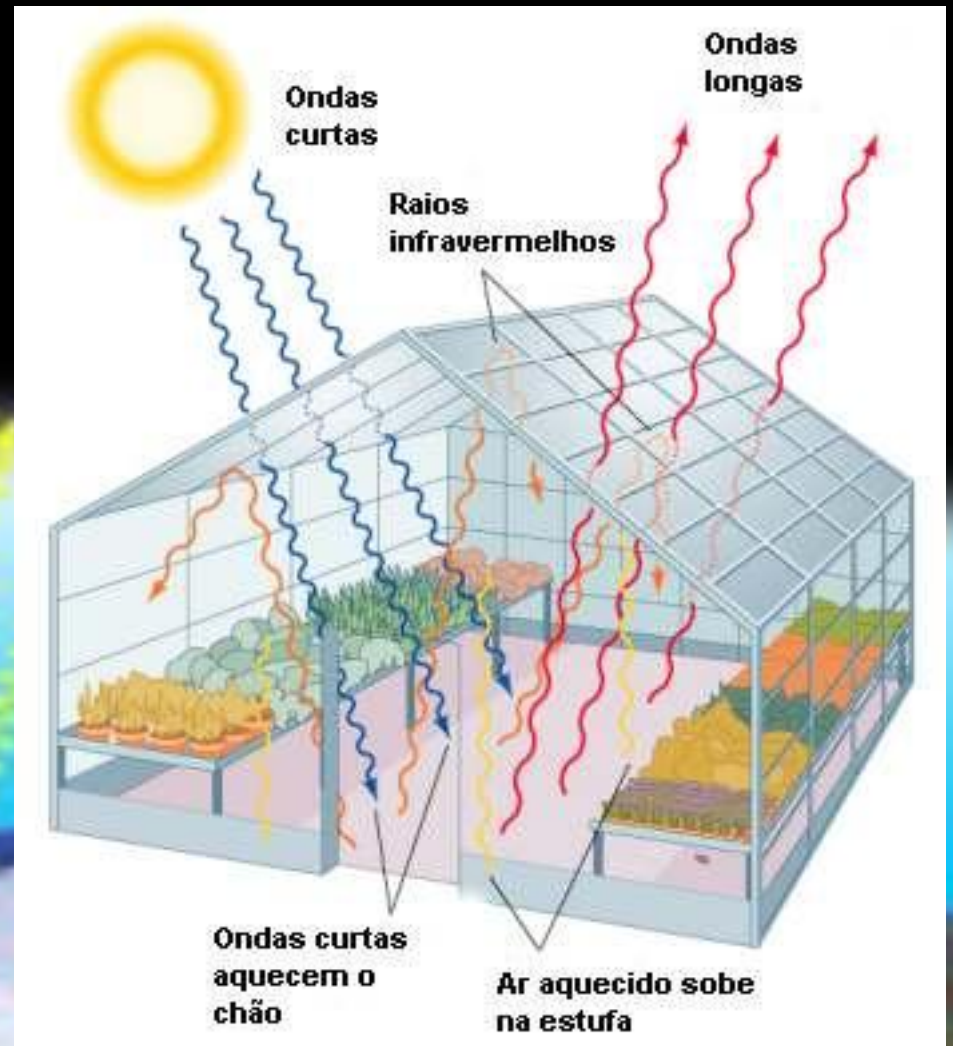
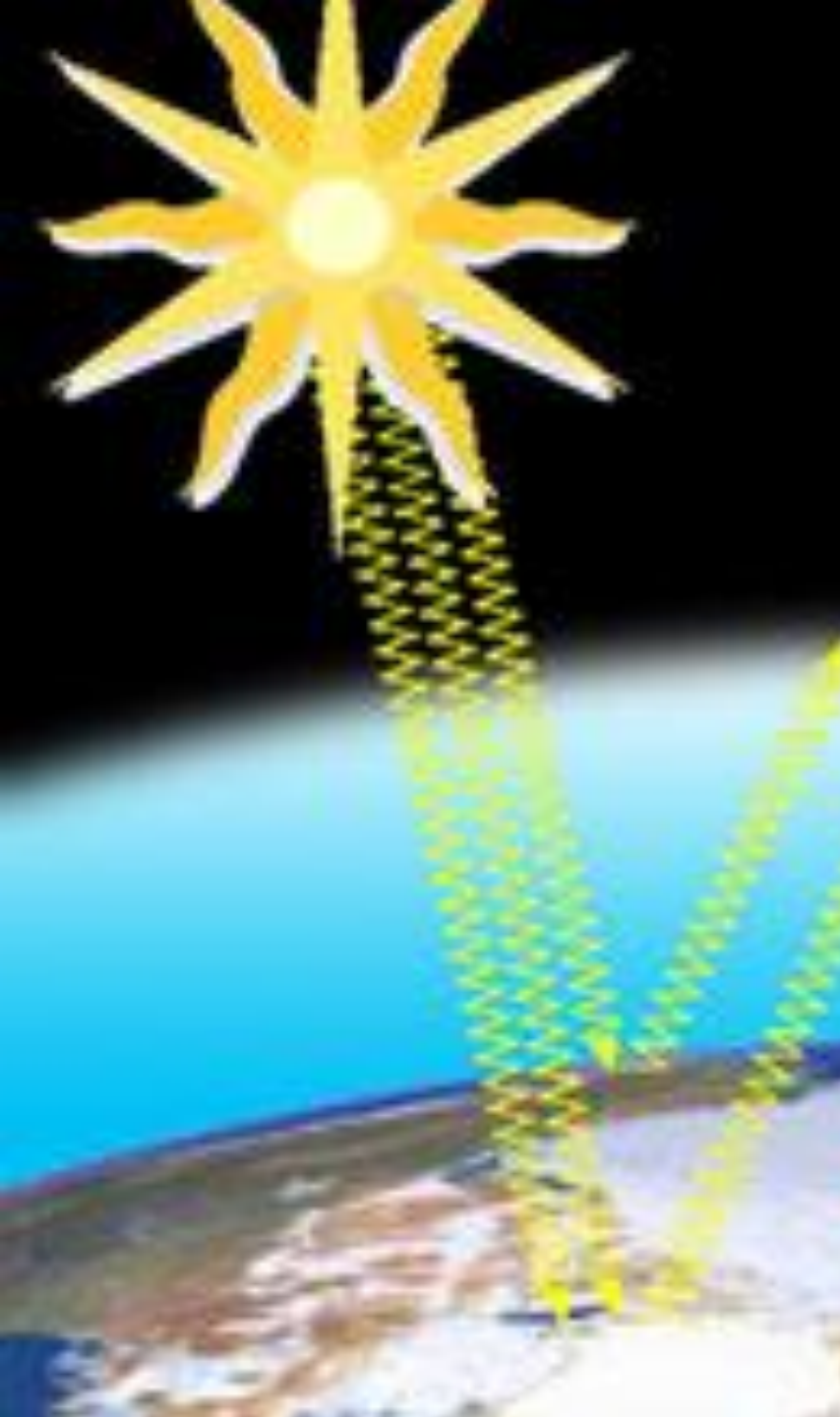


ILHA DE CALOR

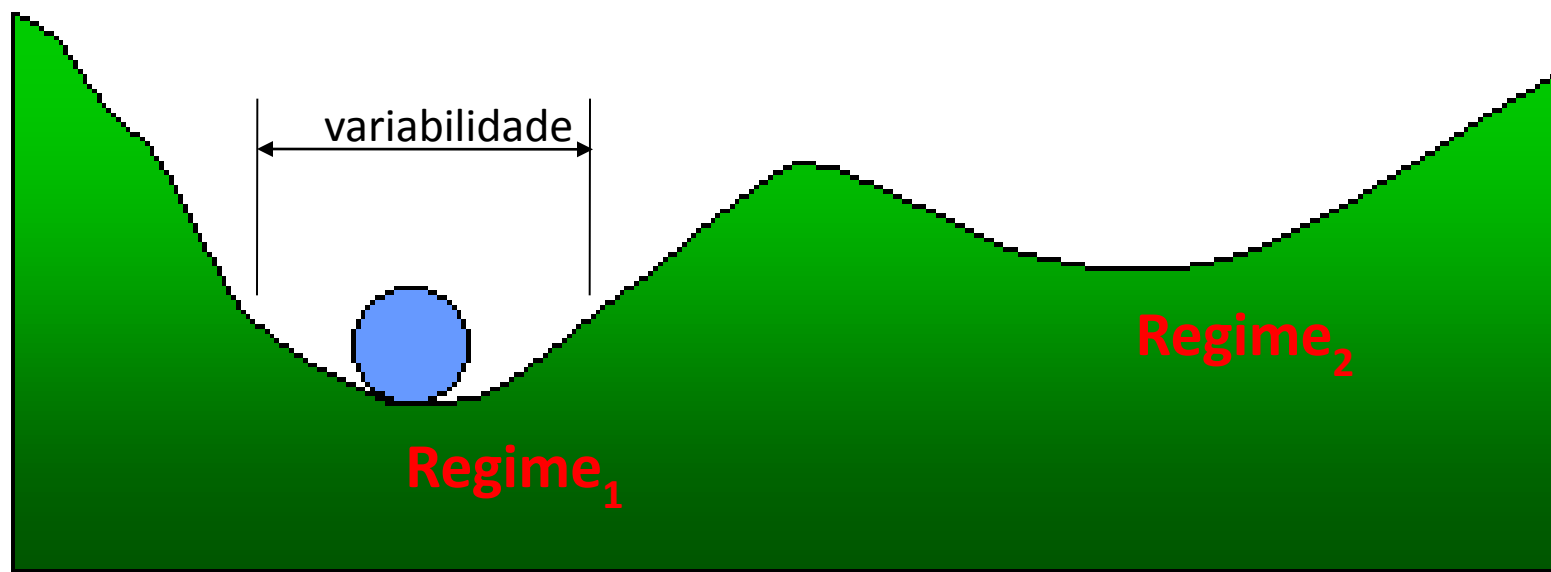


Fonte: Nacarato et al (2003)

O efeito estufa

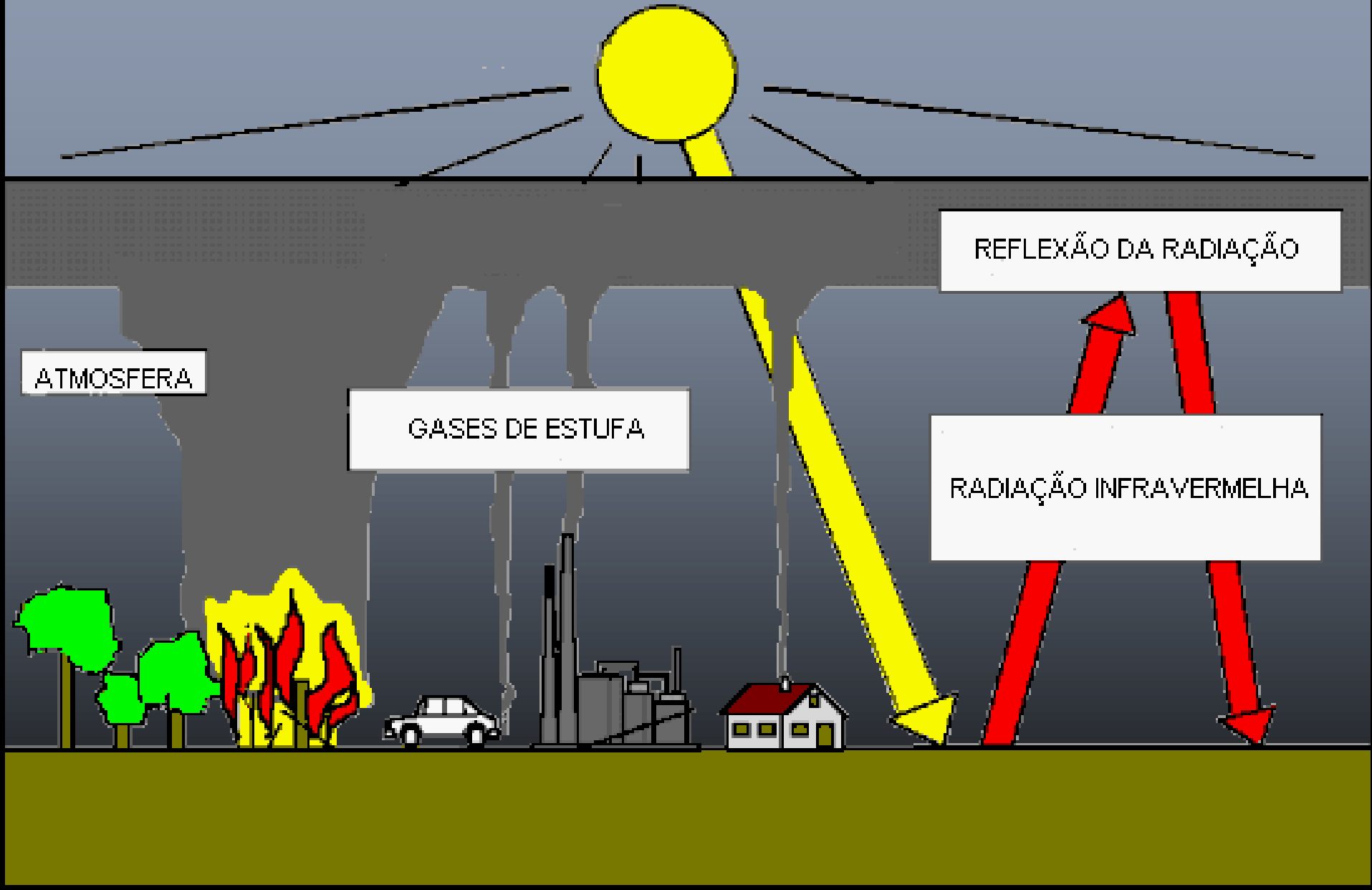


Qual é o Problema?



$$T_1 < T_2$$

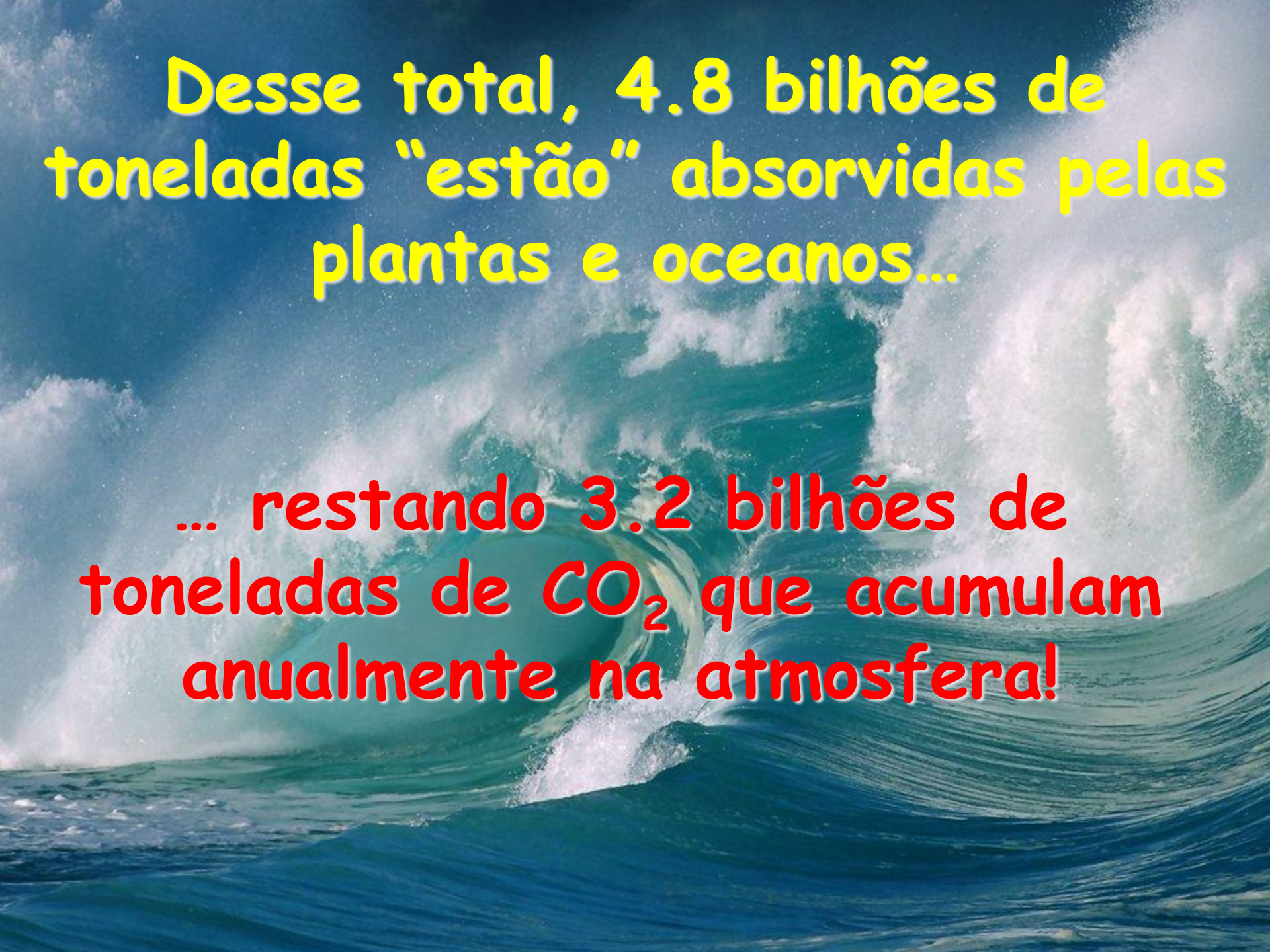
O efeito estufa





8 bilhões toneladas/ano **CO₂**
emitidas na atmosfera...

...resultado da queima de petróleo,
carvão, gás natural, restos de
plantações e
derrubada de florestas.

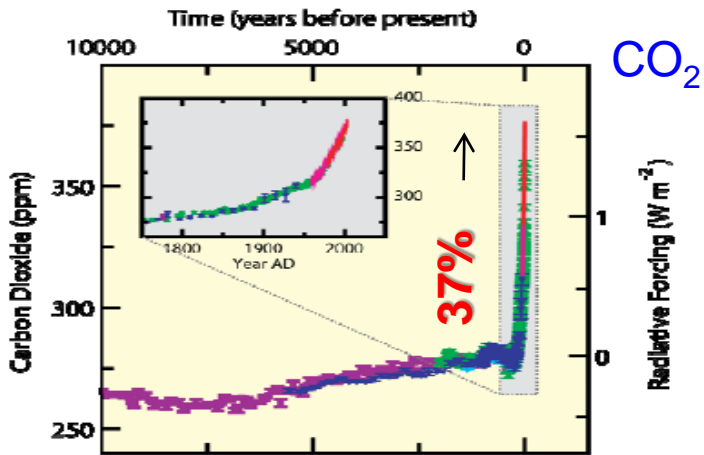


Desse total, 4.8 bilhões de toneladas "estão" absorvidas pelas plantas e oceanos...

... restando 3.2 bilhões de toneladas de CO_2 que acumulam anualmente na atmosfera!

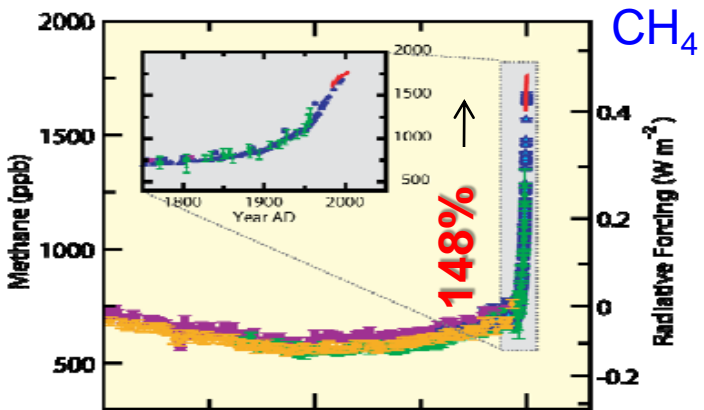
A atmosfera terrestre é delgada





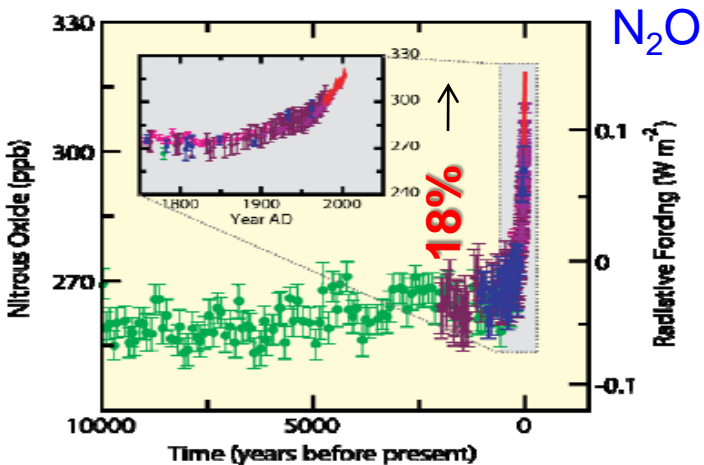
[CO₂] aumentou de 280 ppm em 1750 para 383 ppm em 2007

140 anos



[CH₄] aumentou de 715 ppb em 1750 para 1774 ppb em 2005

11 anos

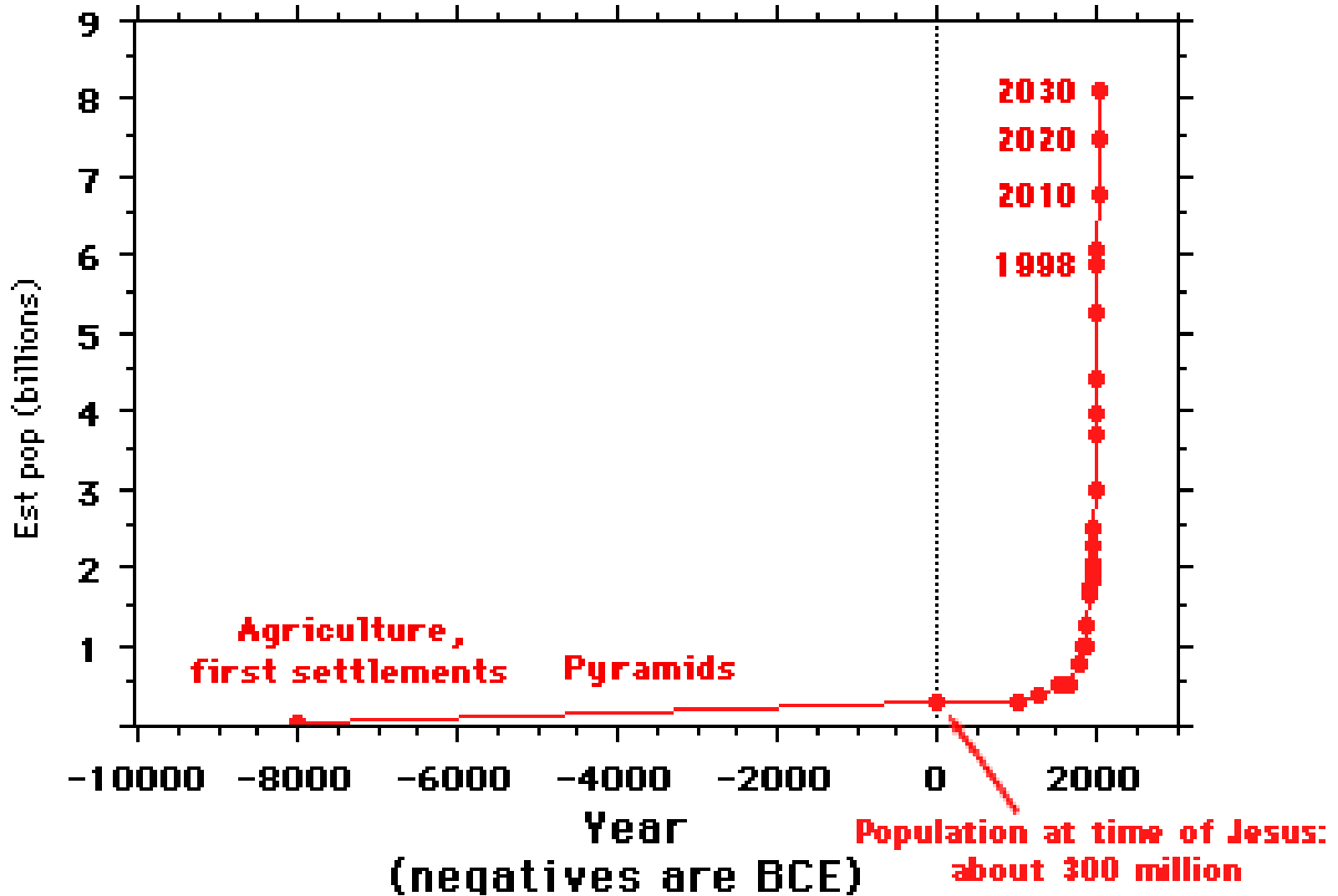


[N₂O] aumentou de 270 ppb em 1750 para 319 ppb em 2005

80 anos

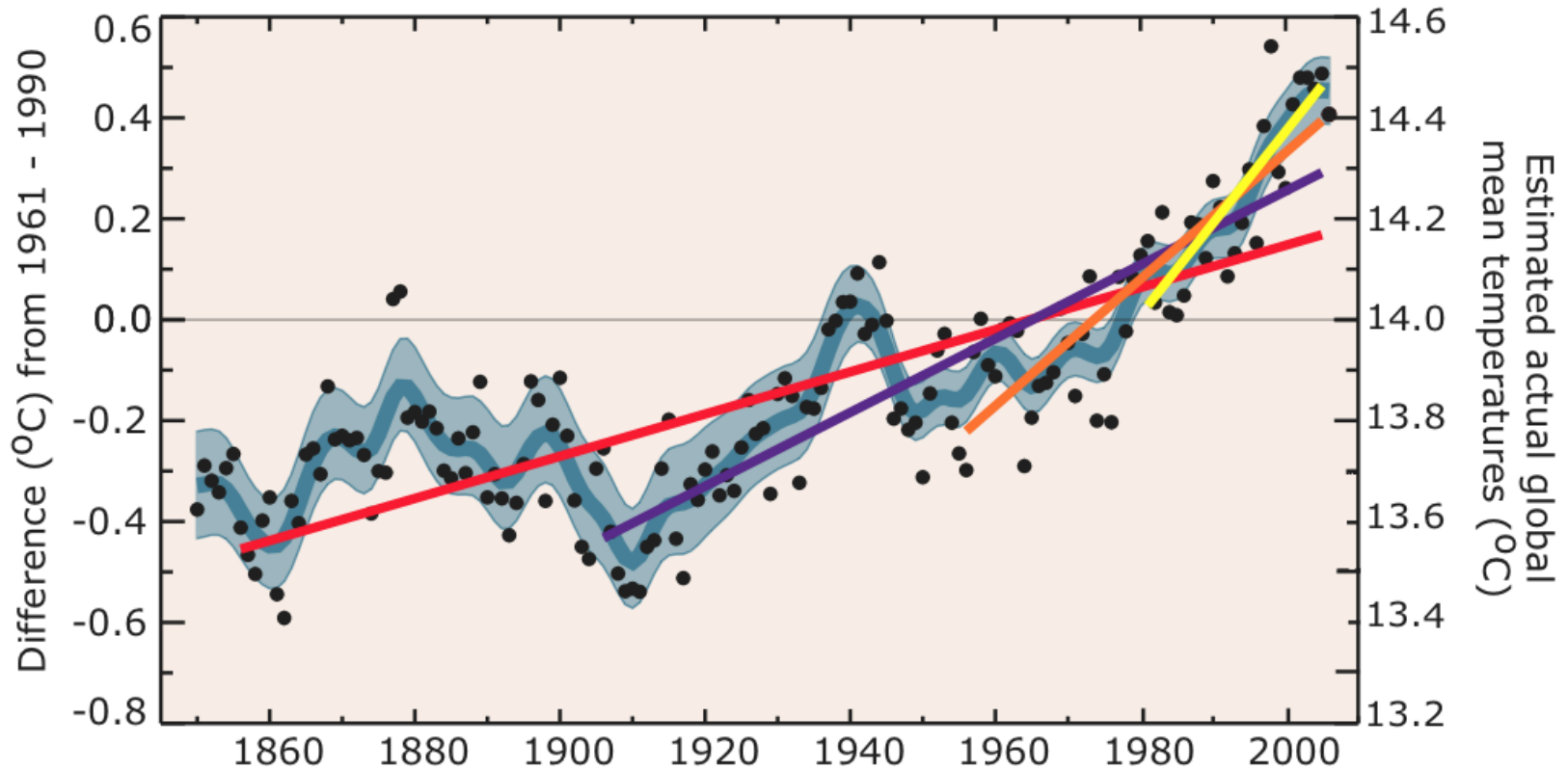
Observações da composição da atmosfera mostram que todas as concentrações atmosféricas dos gases de efeito estufa vêm aumentando, tornando o aquecimento futuro inequívoco

População Mundial



O aquecimento global está acelerando

Global mean temperature



● Annual mean	Period	Rate
— Smoothed series	Years	$^{\circ}\text{C} / \text{decade}$
■ 5-95% decadal error bars	— 25	0.177 ± 0.052
	— 50	0.128 ± 0.026
	— 100	0.074 ± 0.018
	— 150	0.045 ± 0.012

Source: Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) AR4.

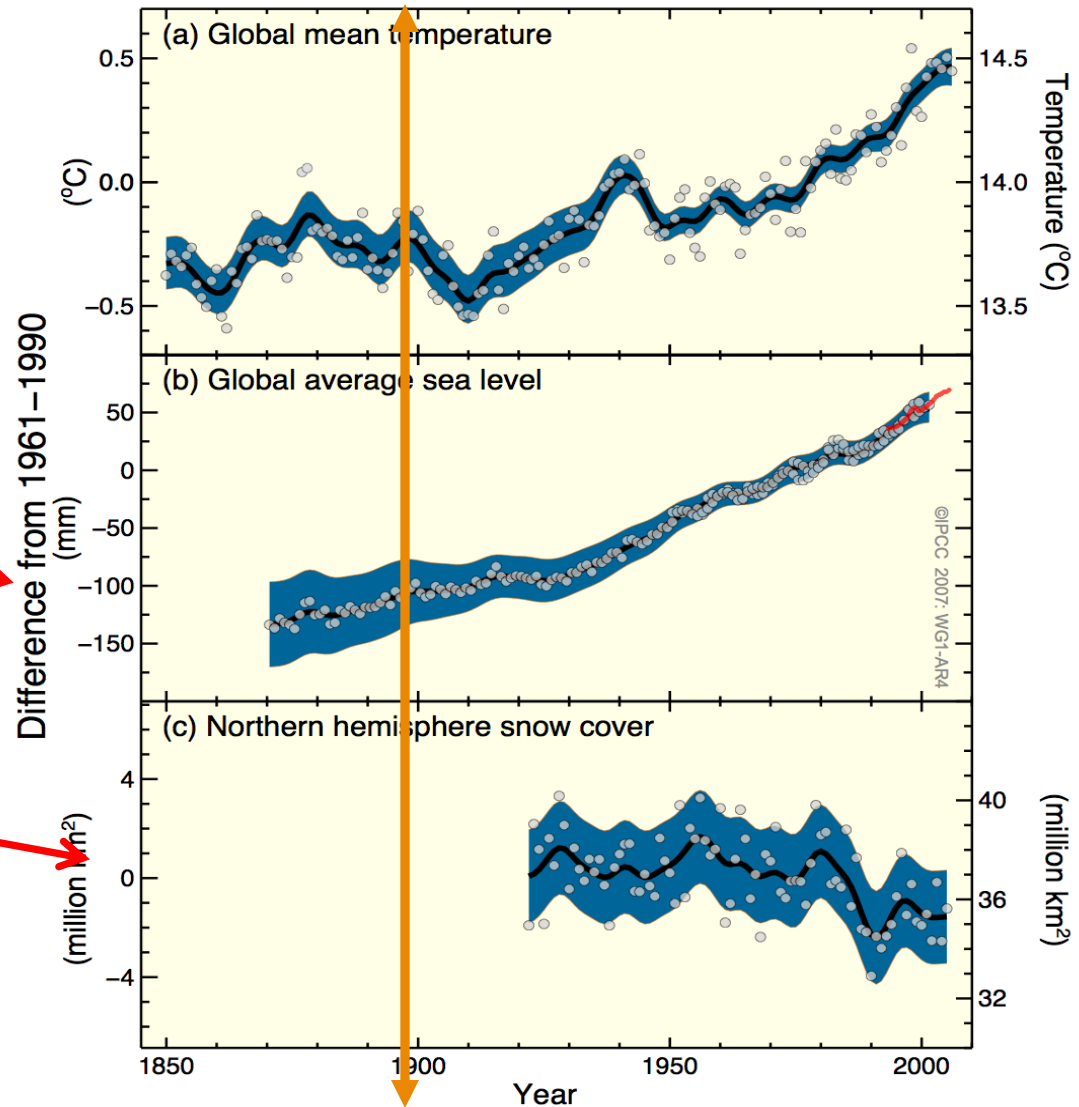
O Aquecimento é inequívoco!

Aumento das temperaturas atmosféricas

Aumento do nível do mar

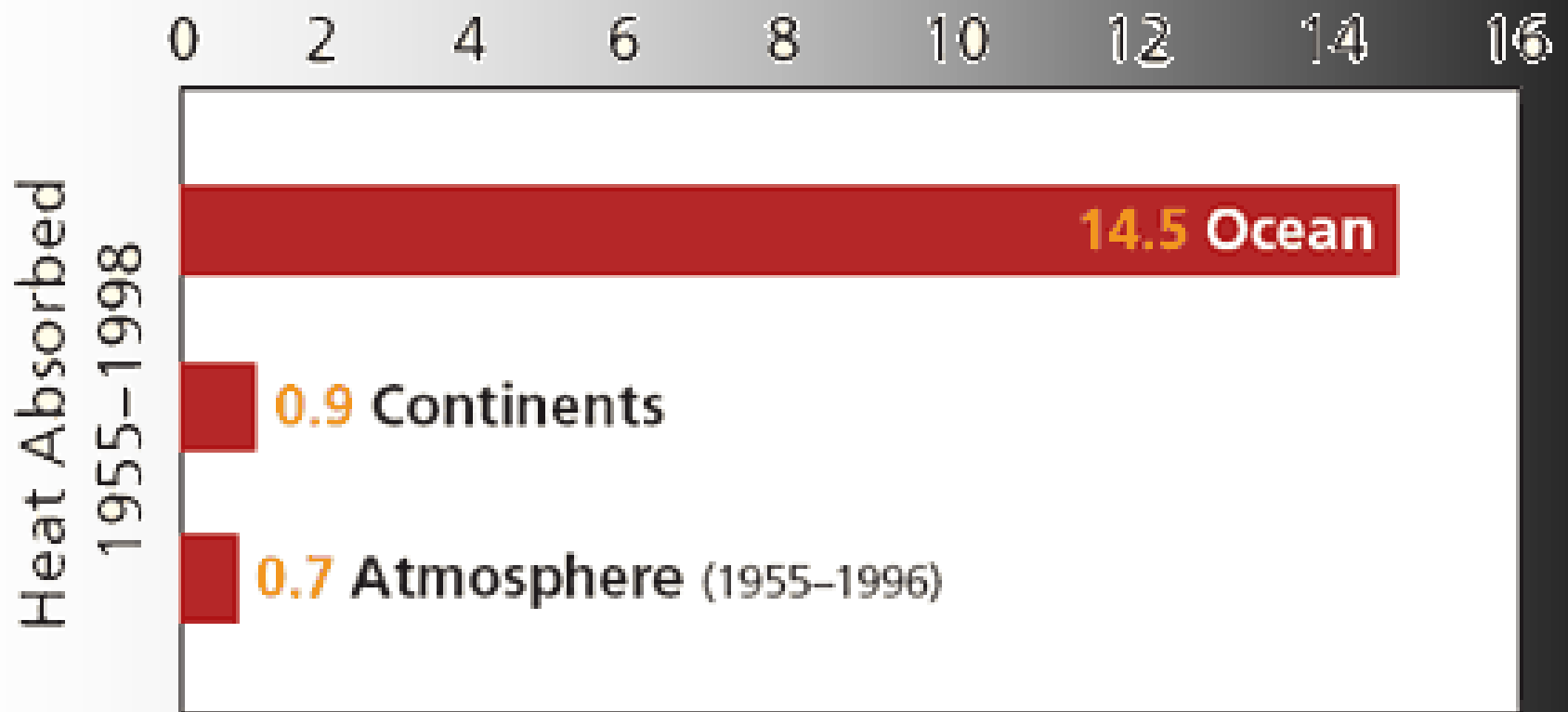
Reduções da neve no HN e os oceanos... e a alta atmosfera

Changes in Temperature, Sea Level and Northern Hemisphere Snow Cover



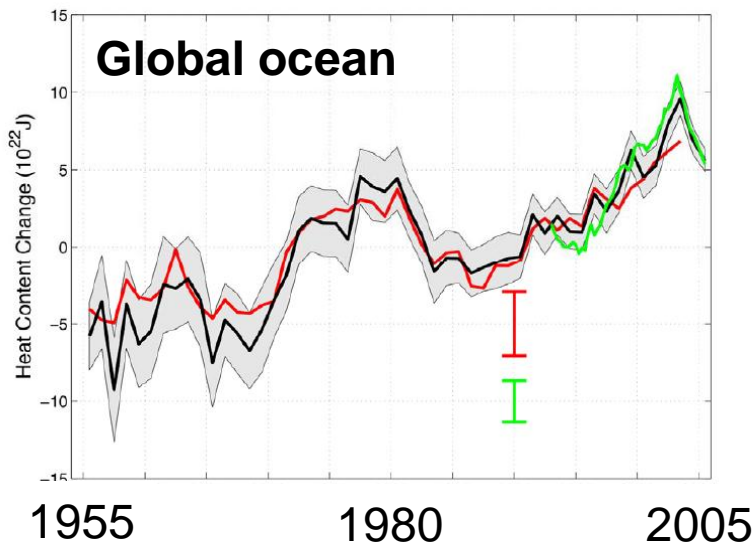
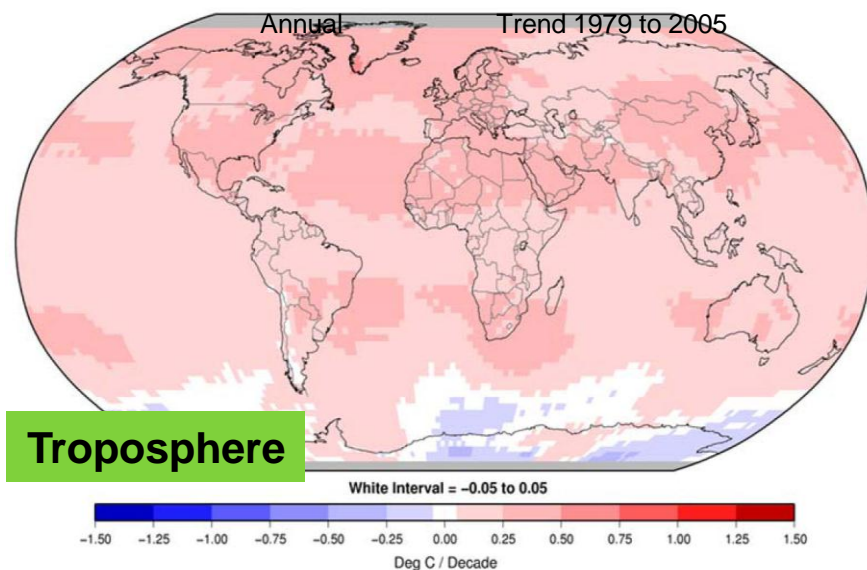
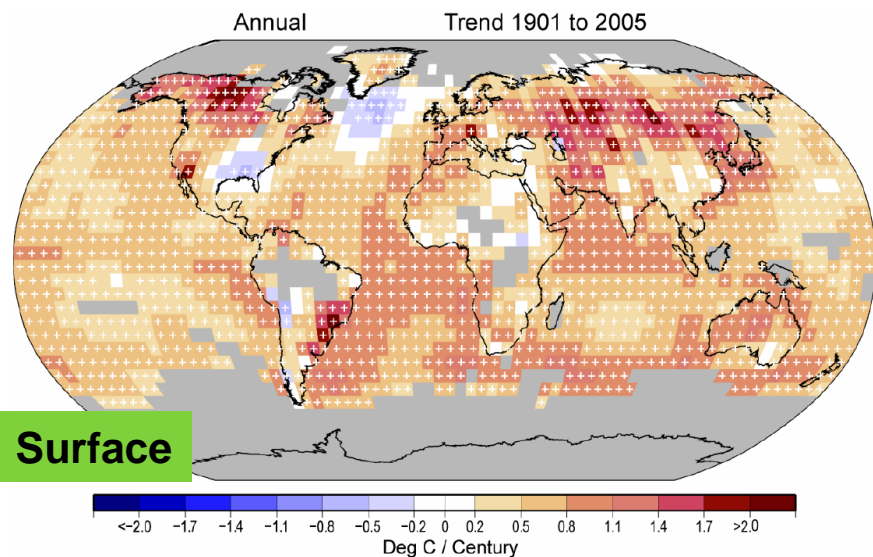
1896: Arrhenius causa a efeito!

Os oceanos absorvem 80% do calor causado pelo “efeito estufa”.



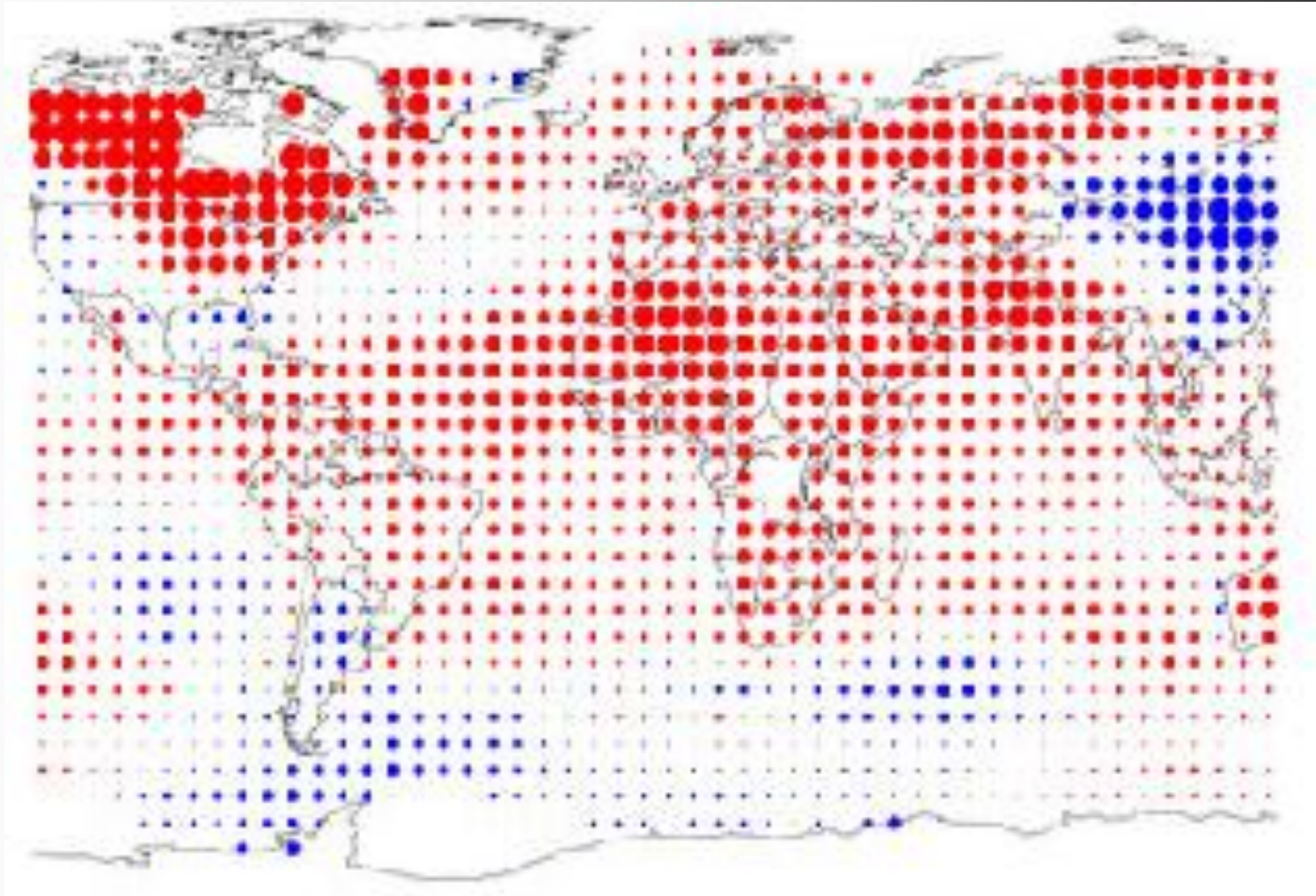
Data source: Levitus, Antonov and Boyer (2005)
Earth's heat balance presented in units of 10^{26} joules—

Aquecimento Global Observado

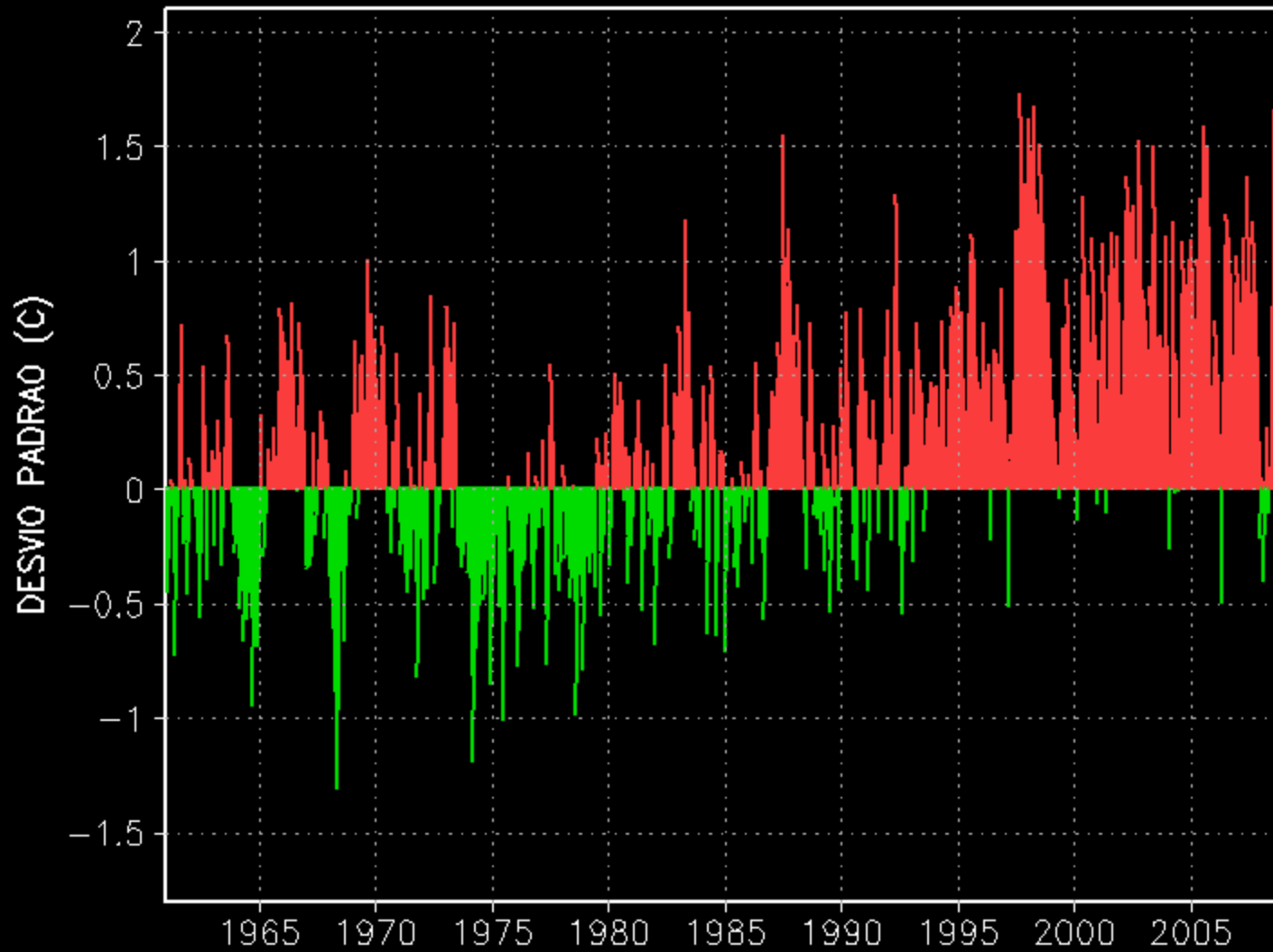


- Extremamente improvável sem uma forçante externa
- Muito improvável devido a causas naturais somente

JFMA 2010: Quadrimestre mais quente da história

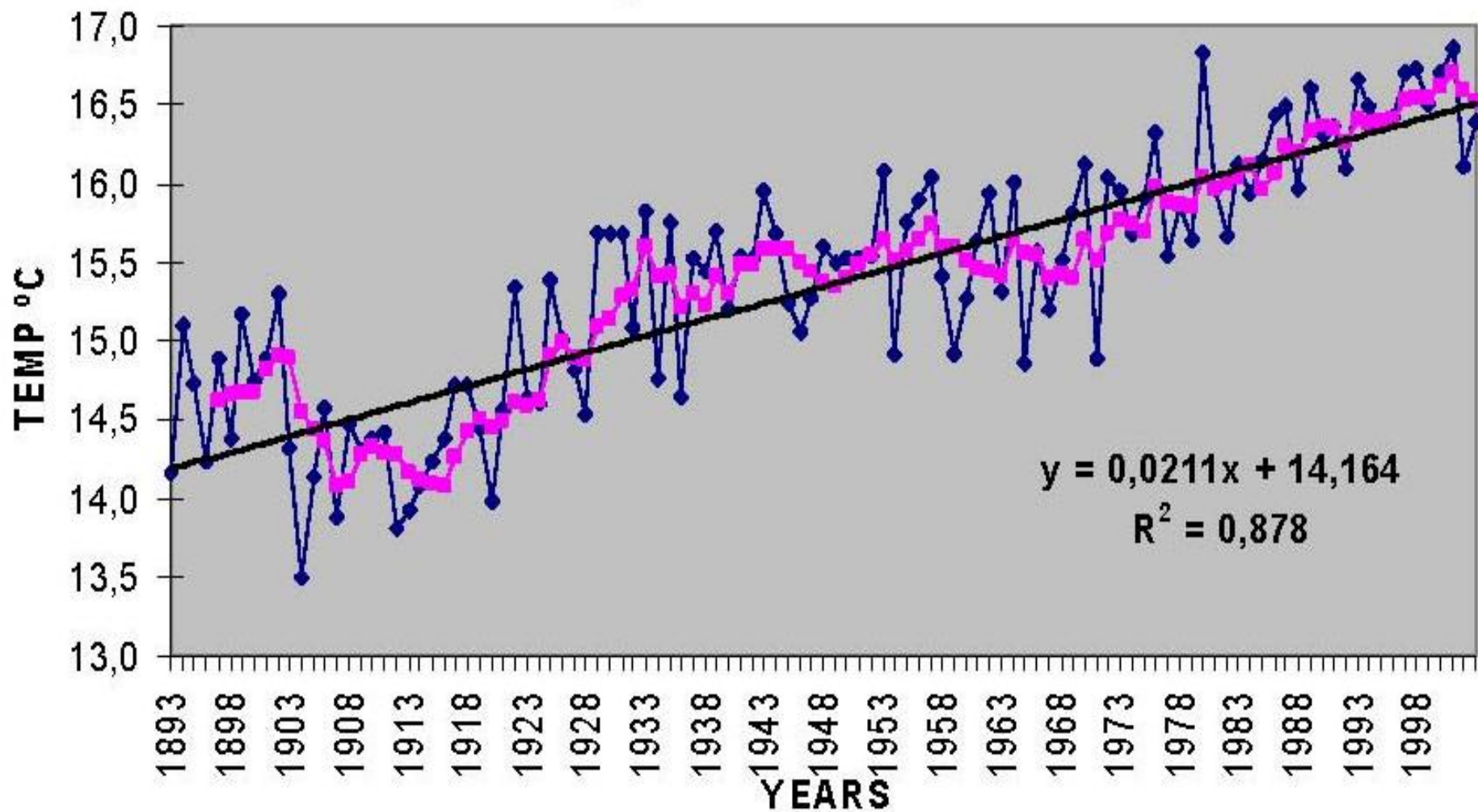


TMAX BRASIL INDEX MENSAL

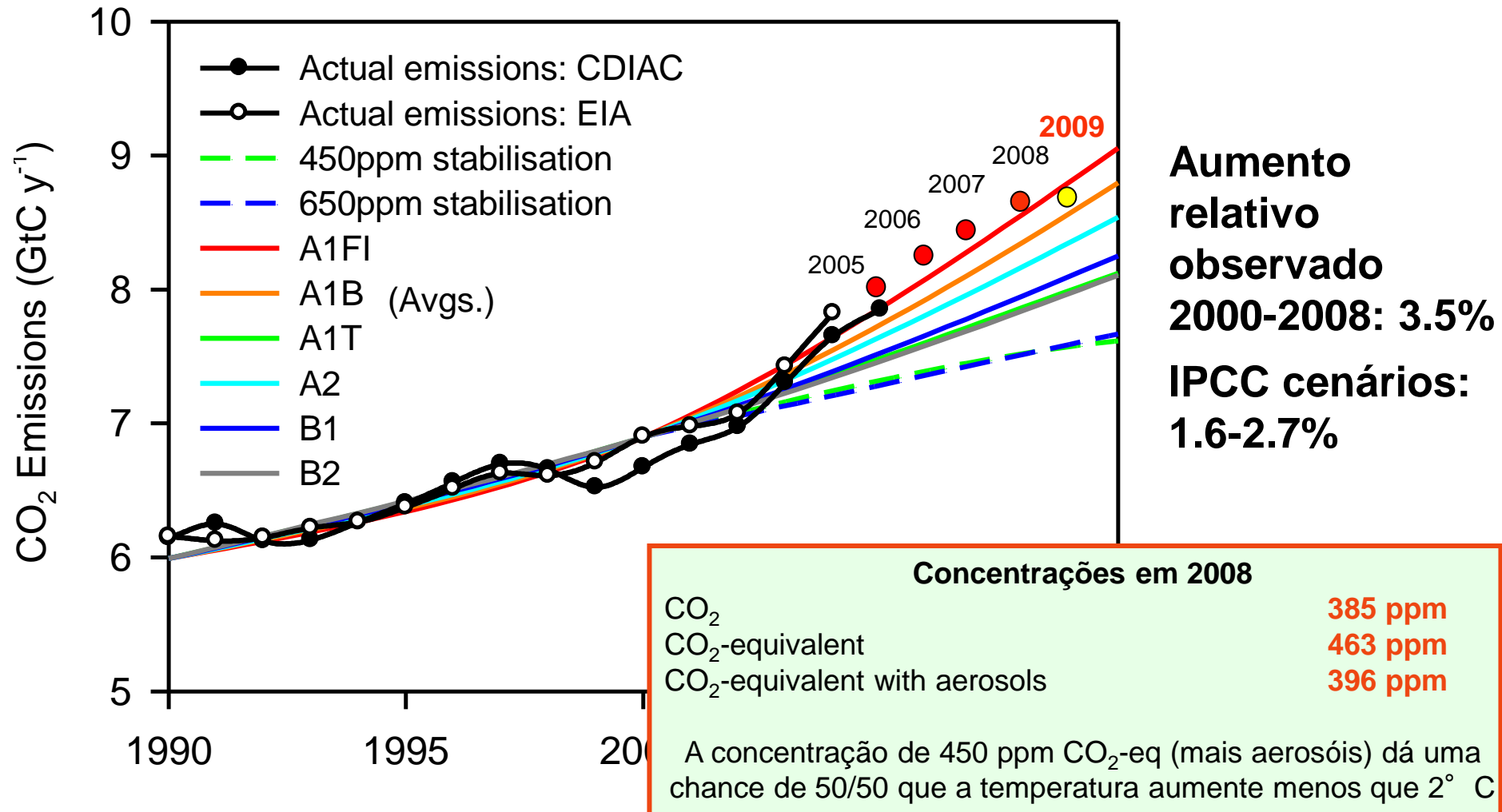


MEAN MINIMUM ANNUAL TEMPERATURES - CAMPINAS, SP.

Mov.Avg 5 - DATA SOURCE:IAC



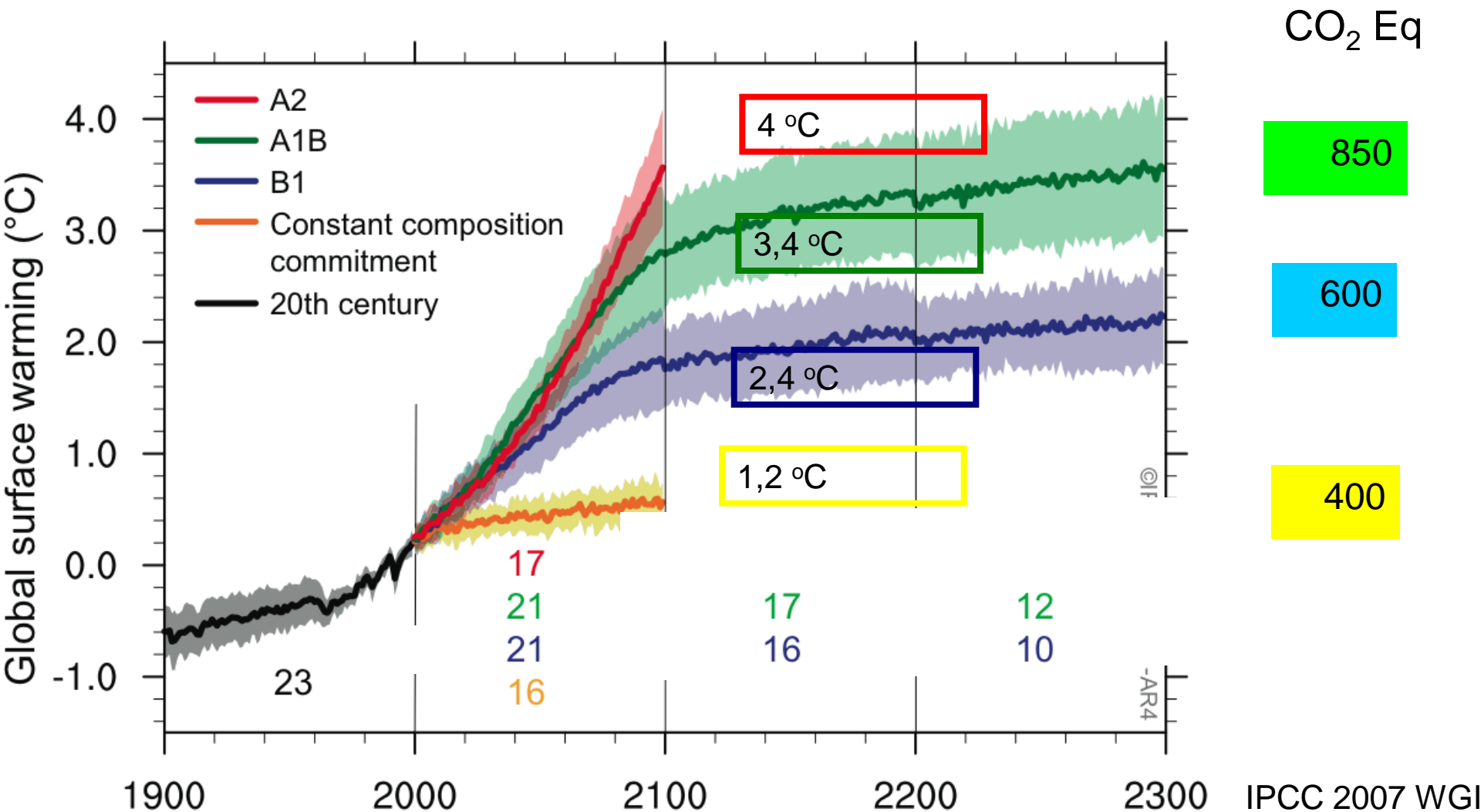
Emissões de CO₂ de combustíveis fósseis



O que nos aguarda no futuro e o que já foi comprometido

O Aquecimento vai aumentar se os GEEs aumentarem.

Se os **GEEs** fossem **mantidos constantes nos níveis atuais**, um comprometimento de **0,6°C de aquecimento adicional aconteria até 2100**.



Média
decadal

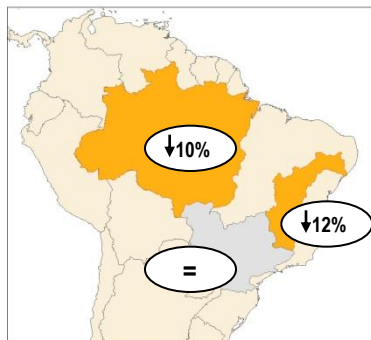
% mudança de chuva
anual relativa ao
presente

Mudança de
temperatura nas
bacias e no
Brasil

Mudança anual
na temperatura
global

Concentração
de CO₂
atmosférico

2020s

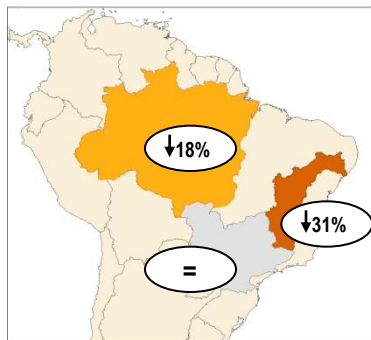


AMZ: +1.9°C
SF: +1.5°C
PAR: +1.6°C
+1.7 °C

+1.3 °C

418 ppm

2050s

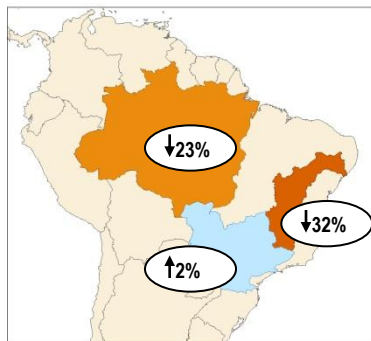


AMZ: +3.5°C
SF: +3.1°C
PAR: +2.7°C
+3.0 °C

+2.5 °C

523 ppm

2080s



AMZ: +5.0°C
SF: +4.0°C
PAR: +3.8°C
+4.2 °C

+3.3 °C

638 ppm

O que está mudando na RMSP:

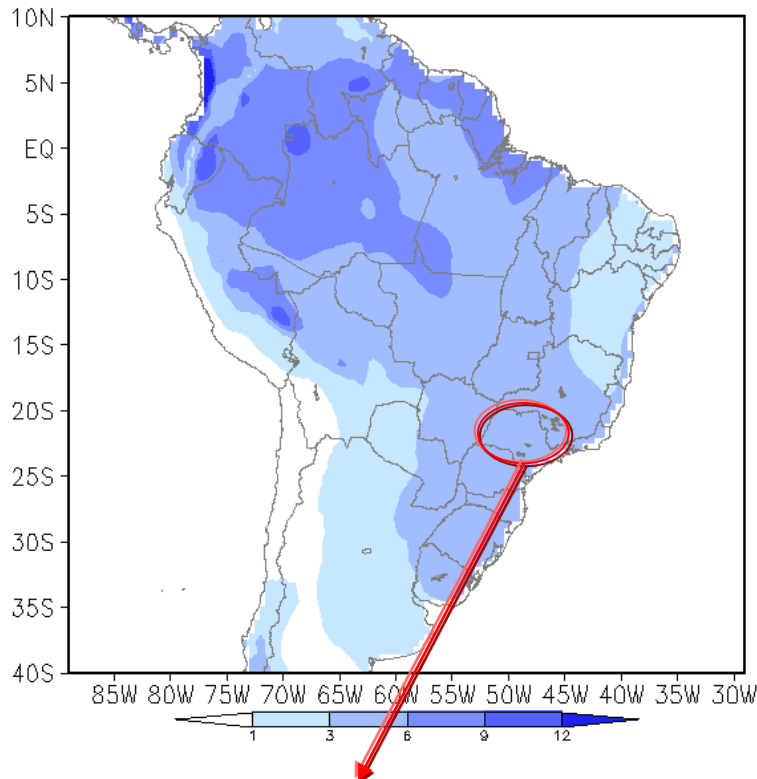
**Chuvas, Temperaturas,
Descargas Eléctricas...**



Dados Climáticos de São Paulo

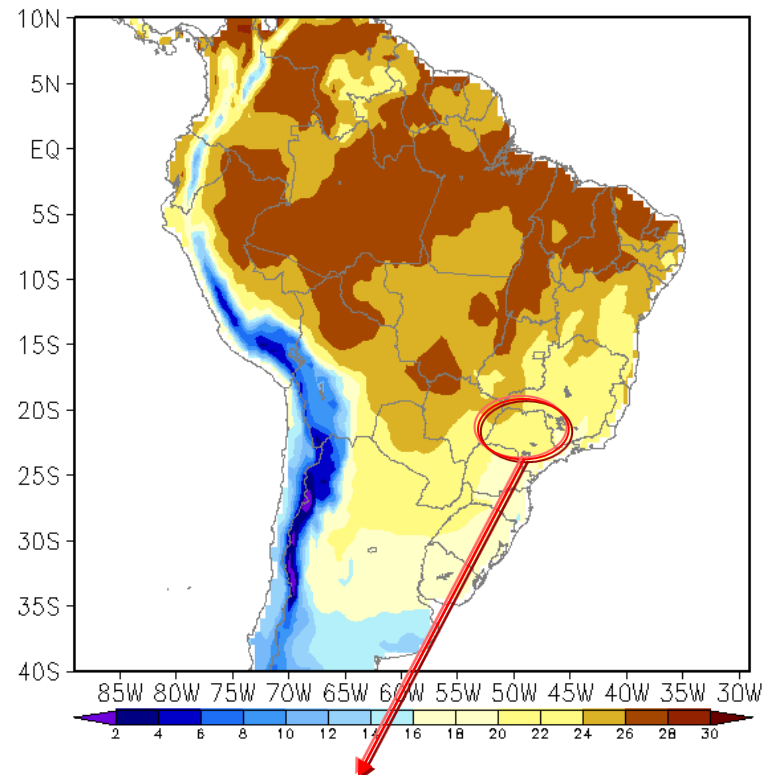
1960-1990

Precipitação Anual



~6 a 9 mm/dia

Temperatura Média

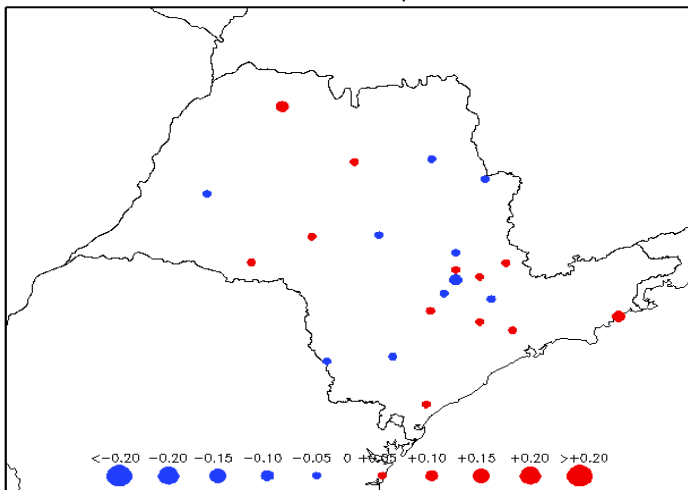


~22°C em São Paulo

TENDÊNCIA ANUAL DAS Tmax E Tmin

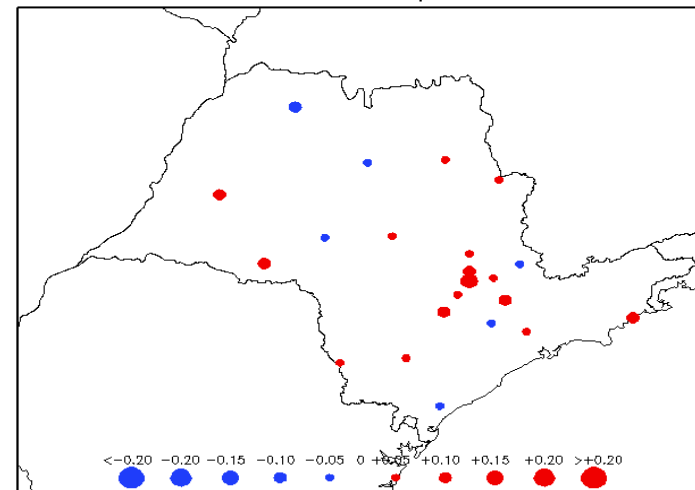
Temperatura máxima

Tendencia Anual da Temperatura Maxima



Temperatura mínima

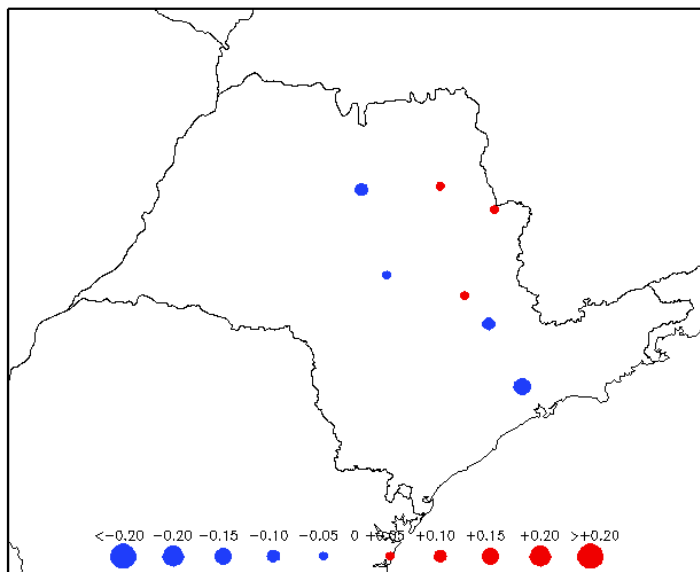
Tendencia Anual da Temperatura Minima



O Estado de SP
teve uma
tendência de
aumento de
temperatura
entre 0,3 e 0,4
C de 1950 a
2000.

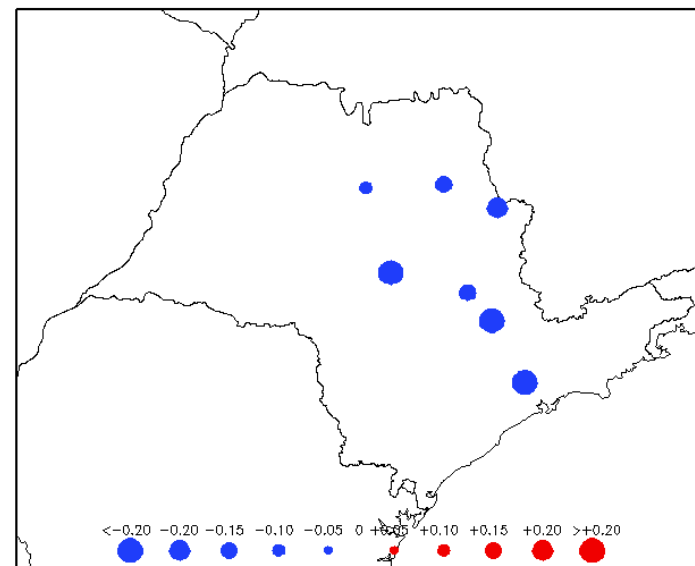
Dias frios

Tendencia Anual do TX10P

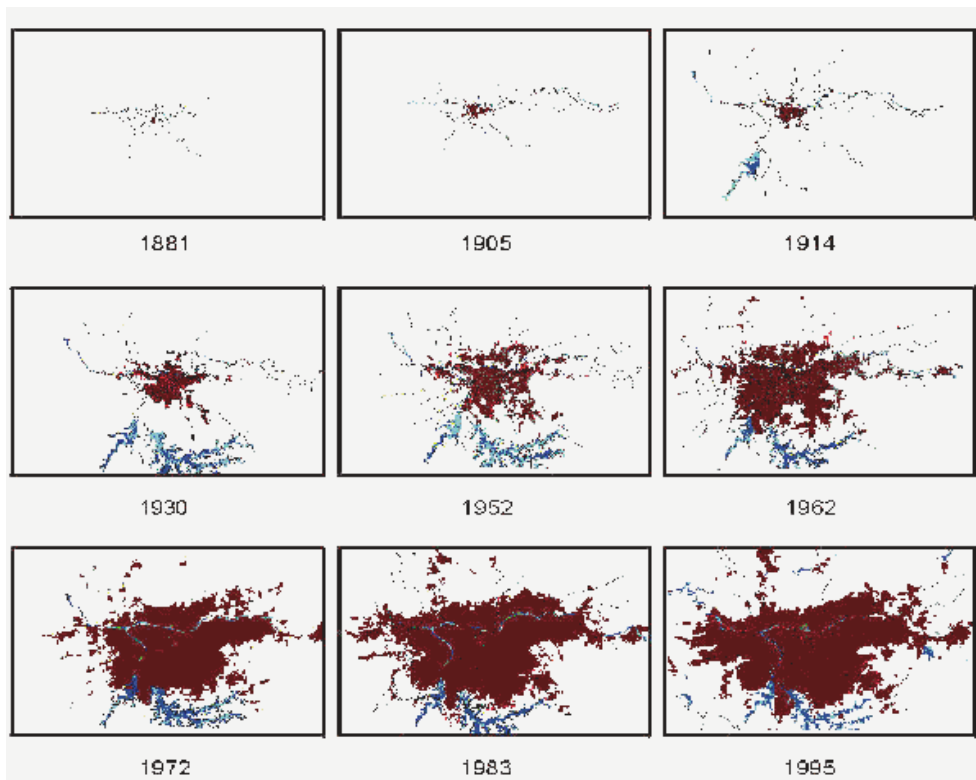


Noites frias

Tendencia Anual do TN10P



Efeitos da RMSP no Clima Local

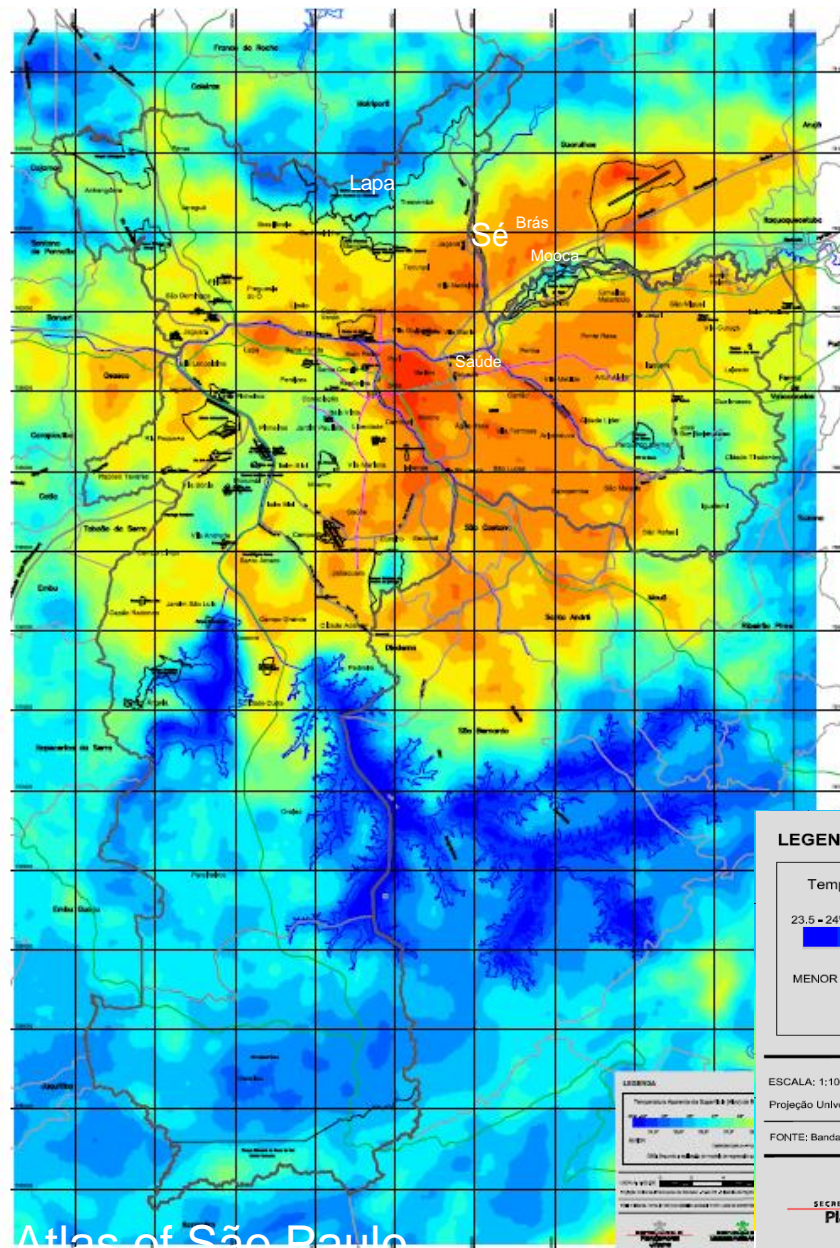


O quanto podemos atribuir ao efeito da Urbanização?

Mudanças Climáticas Locais x Globais 1936-2005 (Santos et al., 2006)

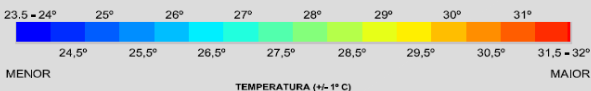
- Aumento de temperatura em SP de 1936-2005 : **2,1° C** (Santos et al., 2006)
- Aumento de temperatura Global de 1956-2005: **0.4° C** (IPCC AR4, 2007)
- Aumento da chuva anual em SP: **395 mm**
- Diminuição da umidade relativa em SP: **7%**

Ilha de Calor Urbana Cidade de SP



LEGENDA

Temperatura Aparente da Superfície (Alvo) de Registro - 03/09/1999 às 09:57h



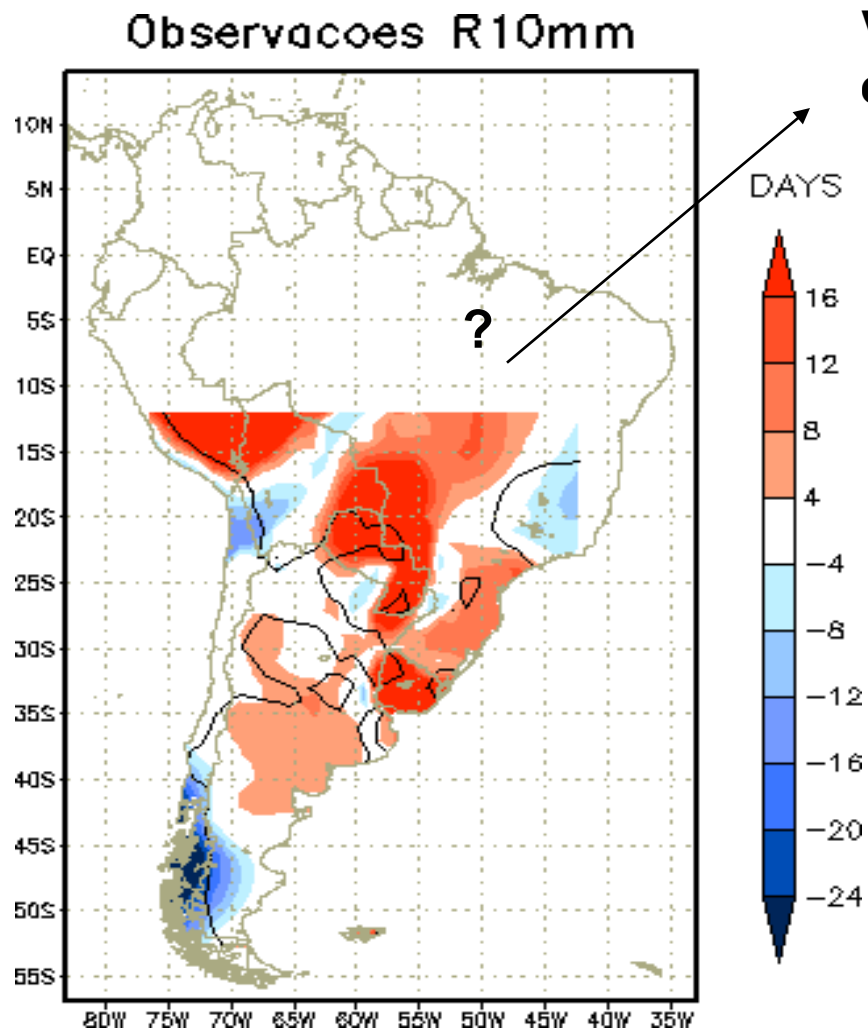
OBS: Segundo a aplicação do modelo de regressão quadrática de Malaret et al. (1985)

ESCALA: 1:100.000

Projeção Universal Transversa de Mercator - Fuso 23 - Elipsóide de Hayford - Datum Córrego Alegre

FONTE: Banda Termal (TM6+) do Satélite Landsat-7 ETM+, cena de 03/09/1999 às 9:57h - Processamento: SVM/ATLAS

Sudeste da América do Sul: Aumento na intensidade e frequência de dias com chuva intensa (1951-2000)

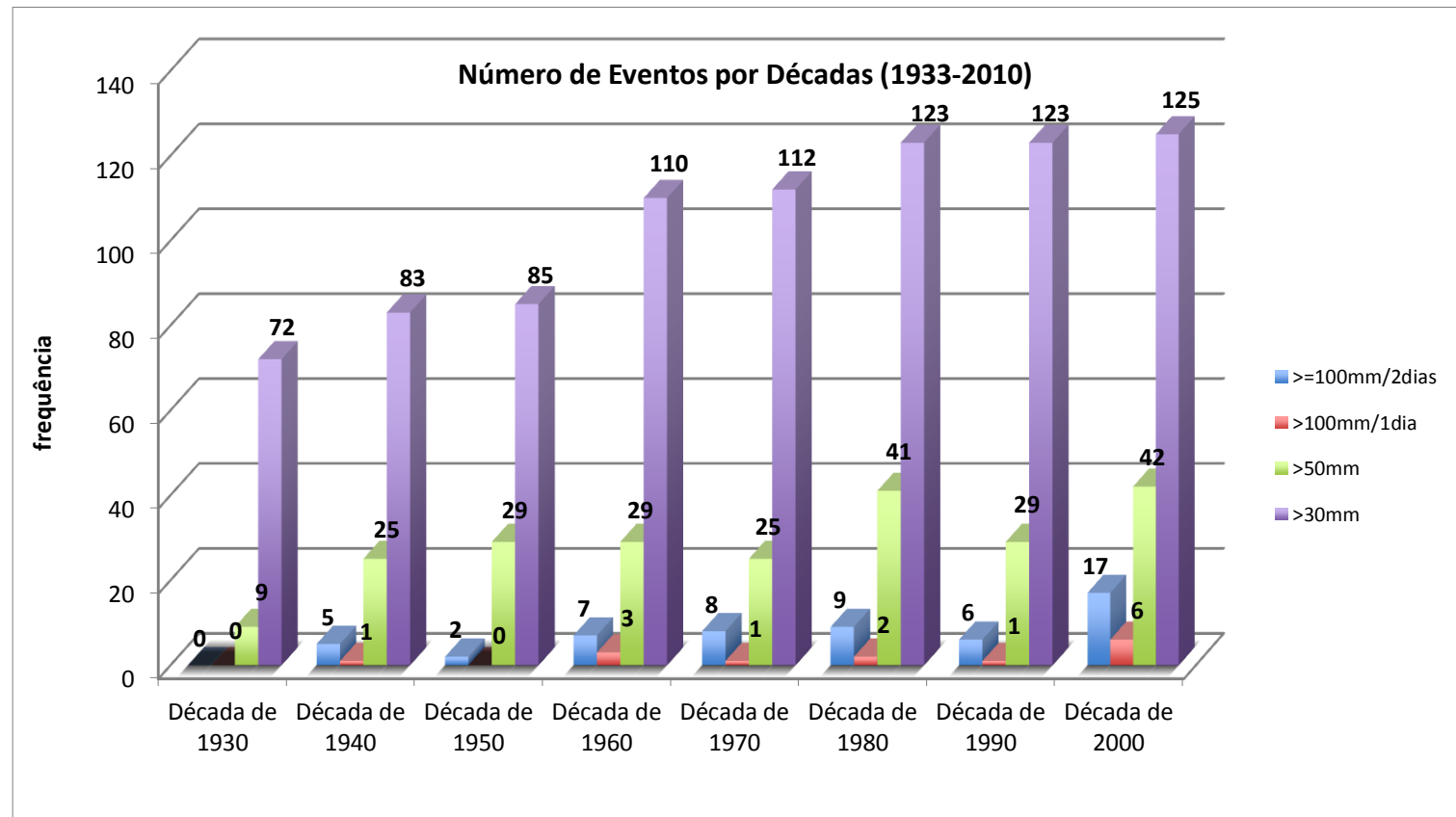


Vazio de dados na Amazônia, Nordeste e partes do Centro-Oeste.



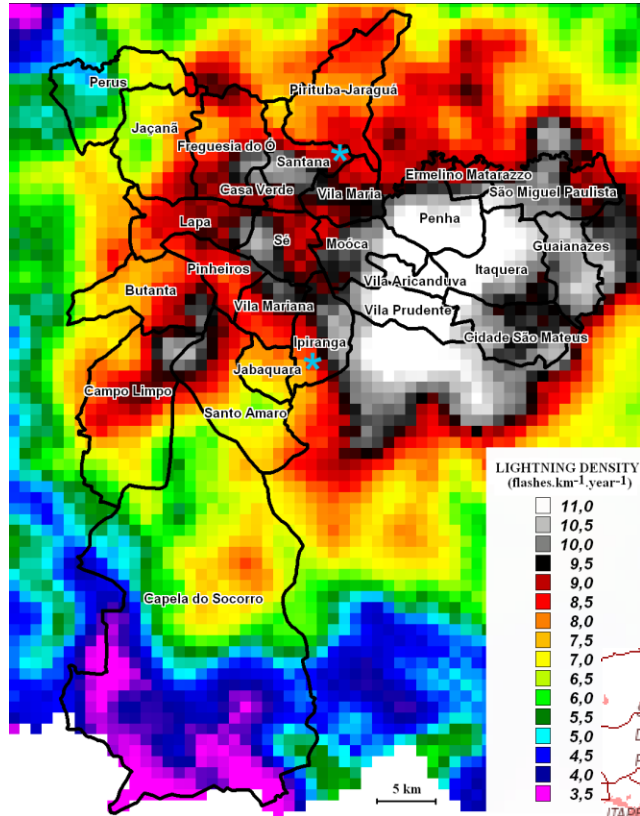
Índice R10 -
Número de dias
com chuva acima
de 10 mm/dia

Eventos de Chuvas Intensas na Cidade de São Paulo estão se tornando mais freqüentes...

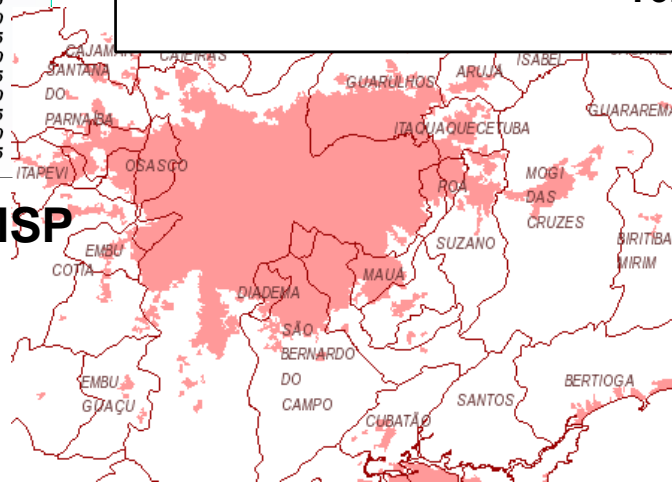
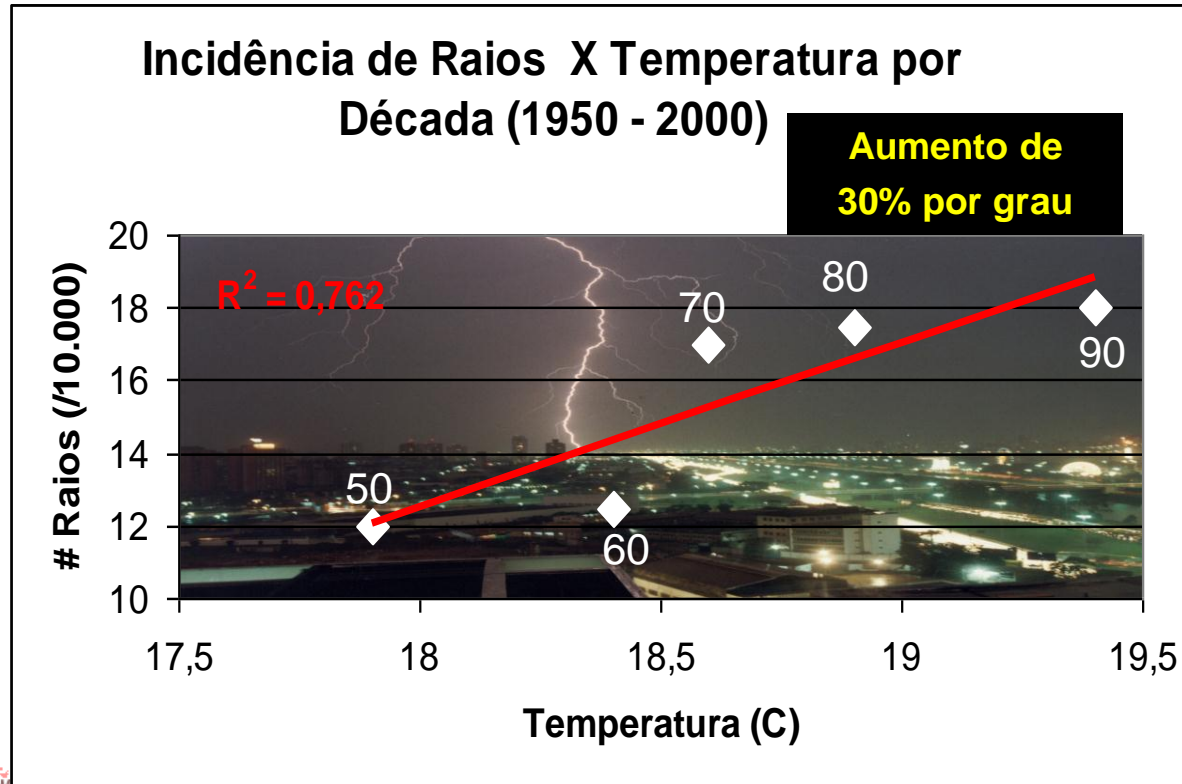


Fonte: Estação Meteorológica do IAG-USP; análise: Julia Reid, INPE

Resposta dos Raios a Mudanças Climáticas em escala Urbana: cidade de São Paulo



Descargas elétricas na RMSP
'flashes'/km²/ano



Emissões de gases estufa antropogênicas

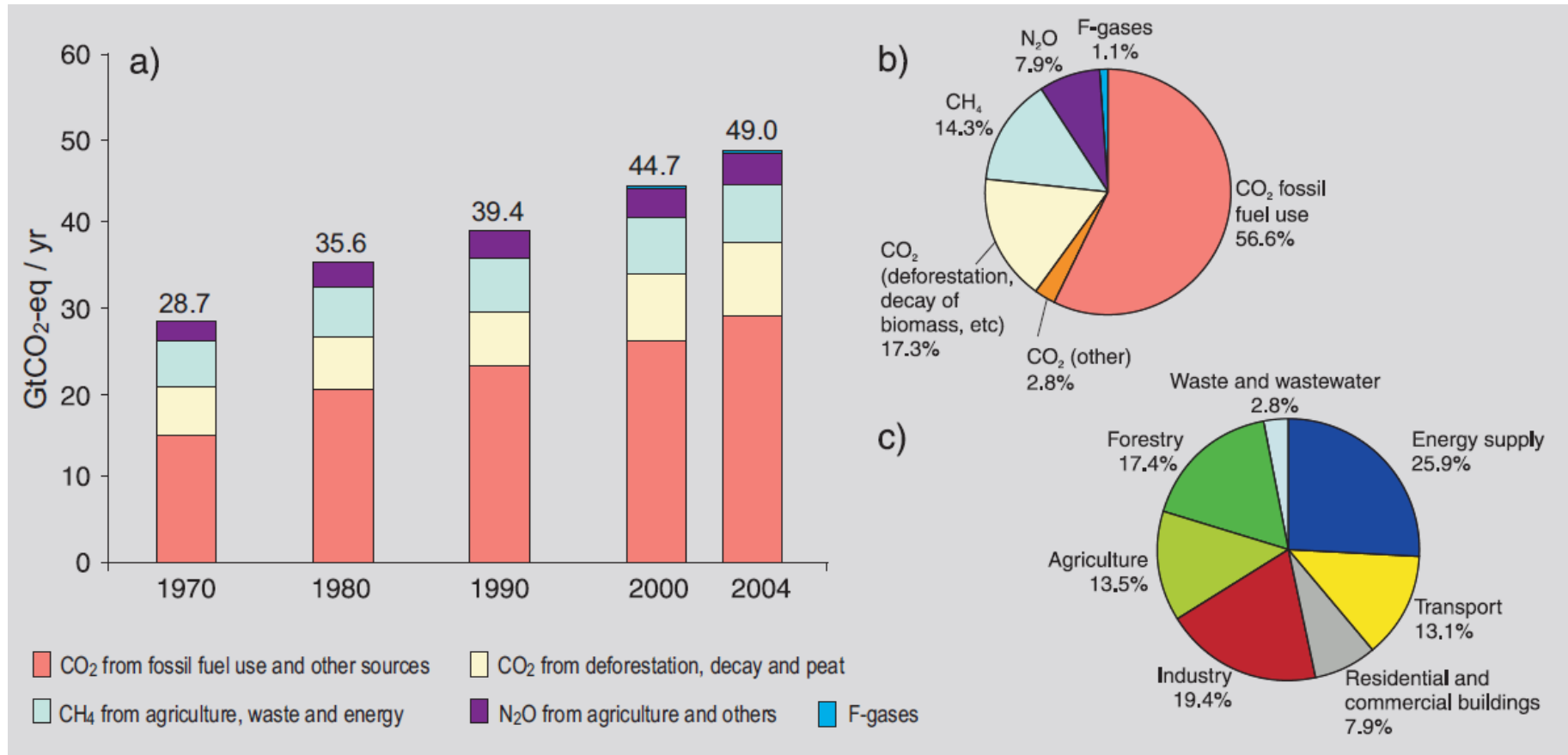


Figure 2.1. (a) Global annual emissions of anthropogenic GHGs from 1970 to 2004.5 (b) Share of different anthropogenic GHGs in total emissions in 2004 in terms of CO₂-eq. (c) Share of different sectors in total anthropogenic GHG emissions in 2004 in terms of CO₂-eq. (Forestry includes deforestation.) {WGIII Figures TS.1a, TS.1b, TS.2b}

Uso de energia no setor de transportes

Table 5.1: World transport energy use in 2000, by mode

Mode	Energy use (EJ)	Share (%)
Light-duty vehicles (LDVs)	34.2	44.5
2-wheelers	1.2	1.6
Heavy freight trucks	12.48	16.2
Medium freight trucks	6.77	8.8
Buses	4.76	6.2
Rail	1.19	1.5
Air	8.95	11.6
Shipping	7.32	9.5
Total	76.87	100

Source: WBCSD, 2004b.

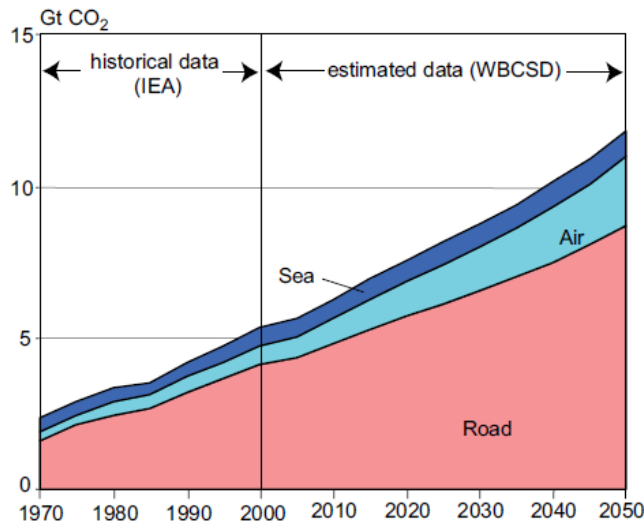


Figure 5.4: Historical and projected CO₂ emission from transport by modes, 1970-2050

Source: IEA, 2005; WBCSD, 2004b.

- Uso de energia no transporte em **2004** totalizou em **26%** do total de uso energia no mundo.
- Total do uso de energia no setor de transporte foi responsável em **23%** da energia relacionada à emissões de gases estufa (IEA, 2006).
- Entre 1990-2002 a taxa de crescimento de consumo de energia no setor de transporte foi o mais alto dentre os demais setores.

Previsão de energia no setor de transportes

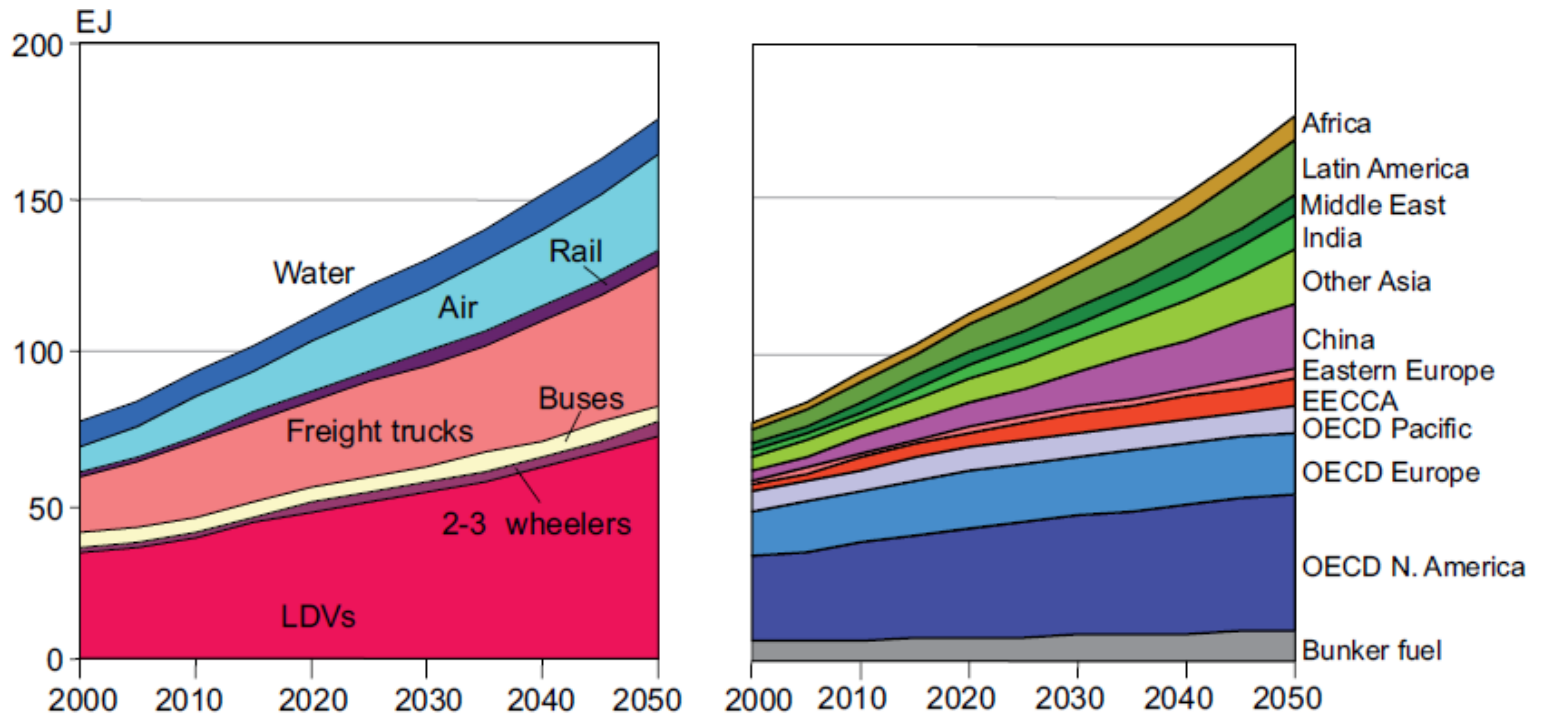


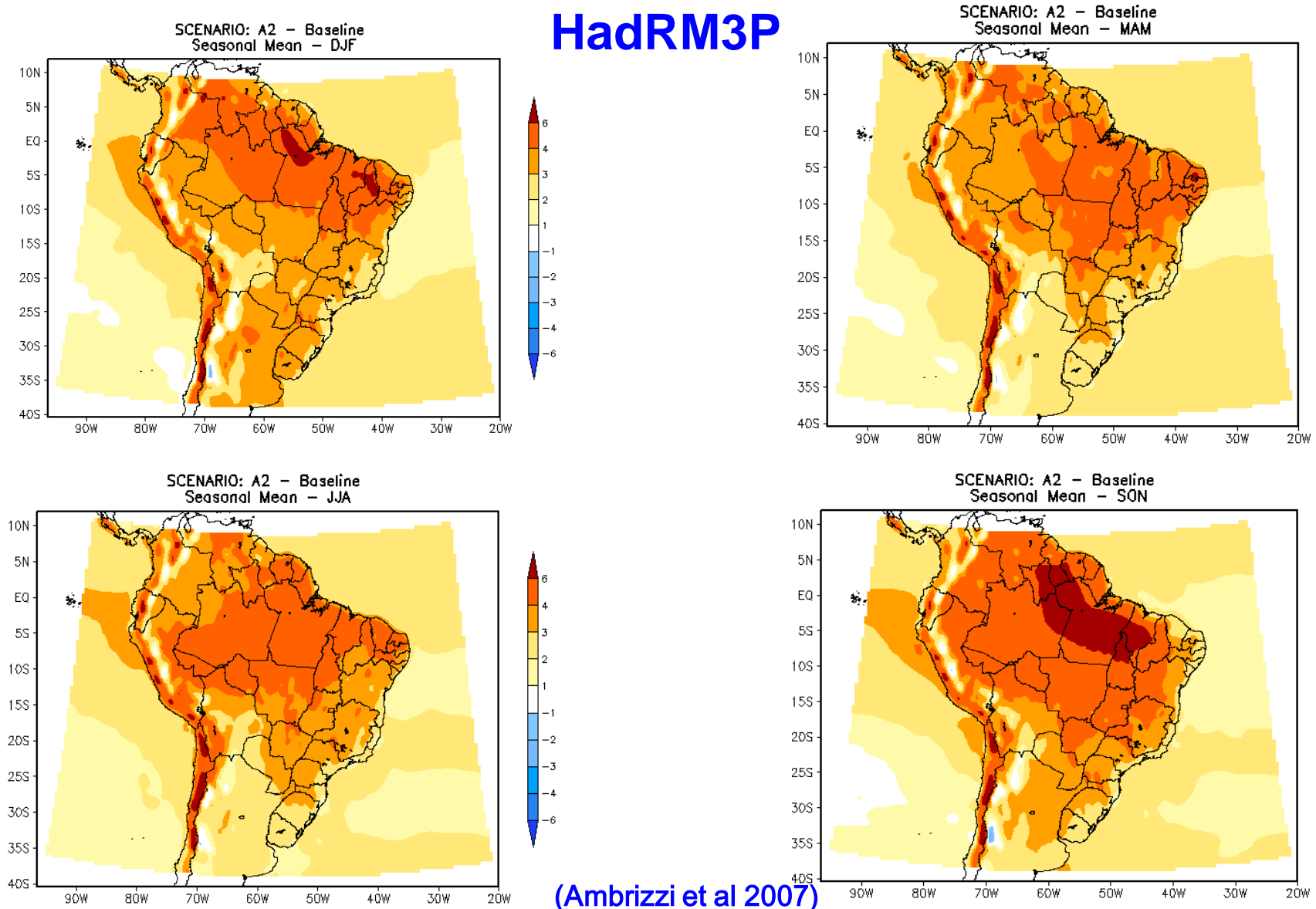
Figure 5.3: Projection of transport energy consumption by region and mode
Source: WBCSD, 2004a.

- Taxa de crescimento de uso de energia em transporte de 2% ao ano nas próximas décadas.
- Isto significa que o uso de energia no transporte em 2030 será 80% mais alta em comparação à 2002.

Projeções de Mudanças Climáticas

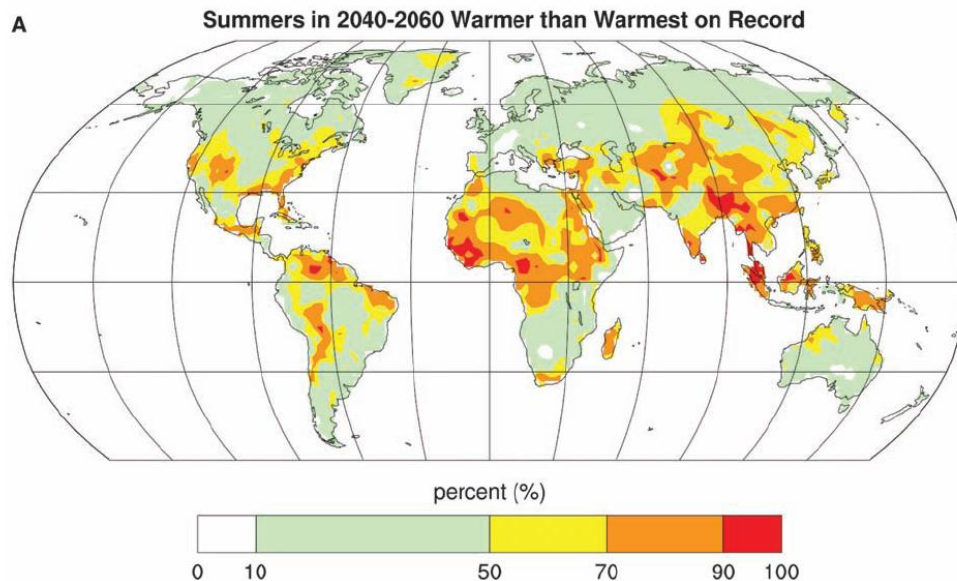
Média sazonal DJF A2 – anomalias de temperatura (oC) – [(2071-2085)-(1961-90)]

HadRM3P



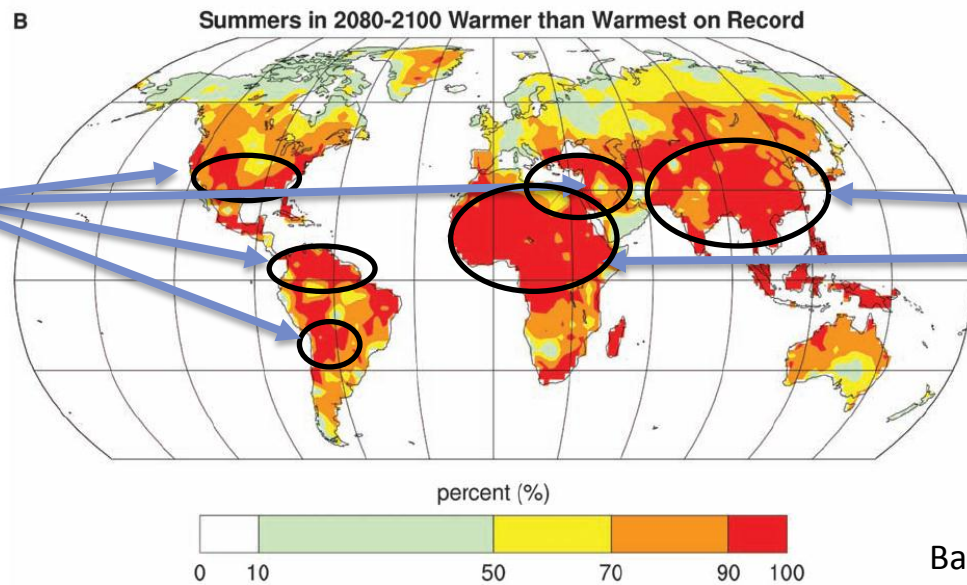
(Ambrizzi et al 2007)

Tendências (em percentual) em que as temperaturas médias futuras de verão irão ultrapassar a máxima temperatura de verão observada registradas (A) para 2050 e (B) para 2090.



90% chance que a temperatura média de verão irá ultrapassar a temperatura máxima registrada (1900-2006)!

Partes da America do Sul, Central e do Norte e Oriente Médio.



Asia e Africa Tropical e subtropical

Projeções Climáticas Futuras para São Paulo e Impactos

Enchentes em São Paulo

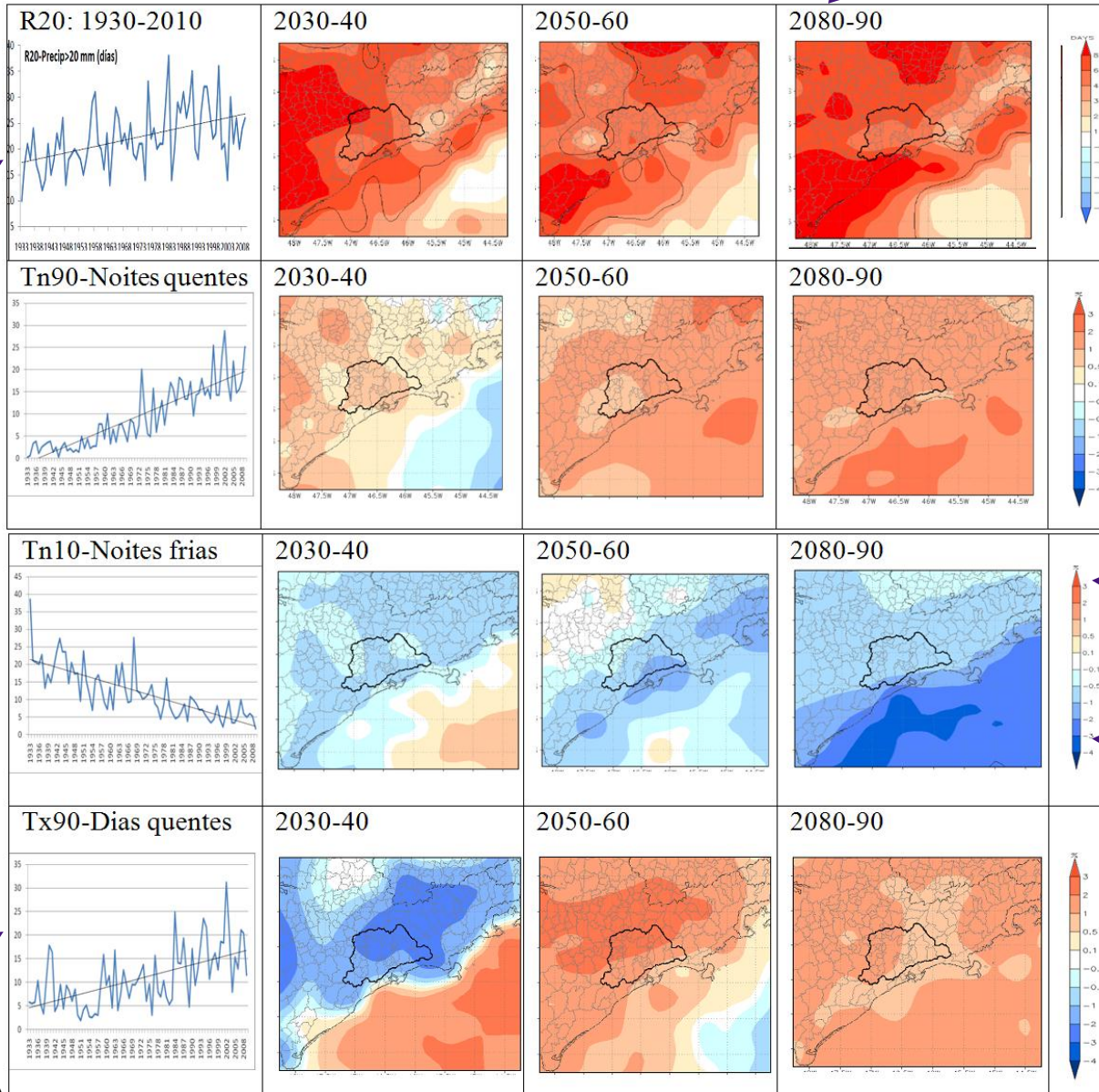


Enchentes no Rio de Janeiro



A Região Metropolitana de São Paulo e as mudanças climáticas

Projeções de mudanças destes índices para 2030-90 relativos a 1961-90 produzidas pelo modelo Eta-CPTEC.



Tendências observadas (1930-2010) de número de dias com chuva acima de 20 mm



Frequência de noites quentes Tn90 (%)



Frequência de noites frias Tn10 (%)



Frequência dias quentes Tx90 (%)



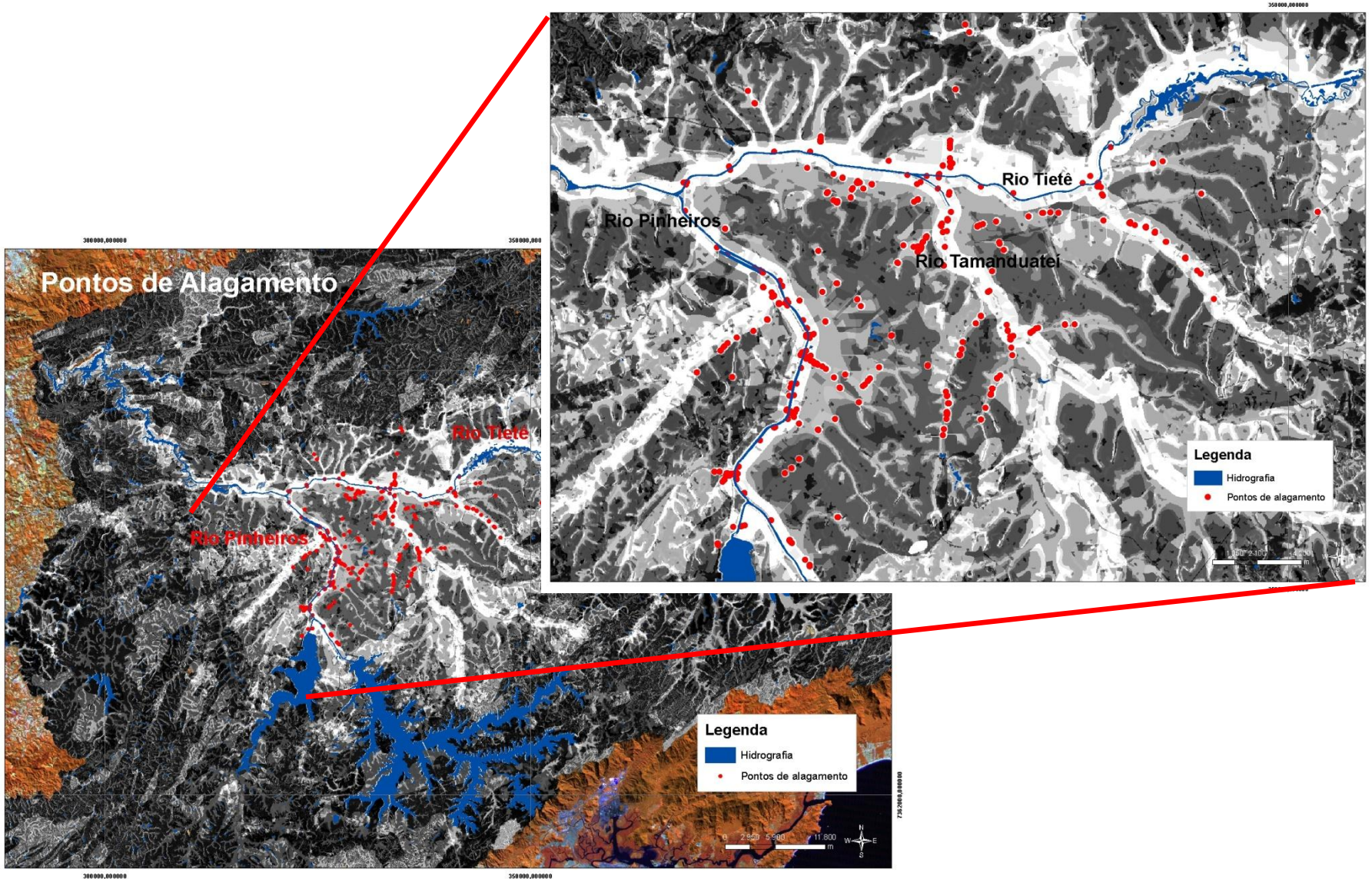
 aumento

 reduções

Sumário das Projeções Climáticas para a RMSP

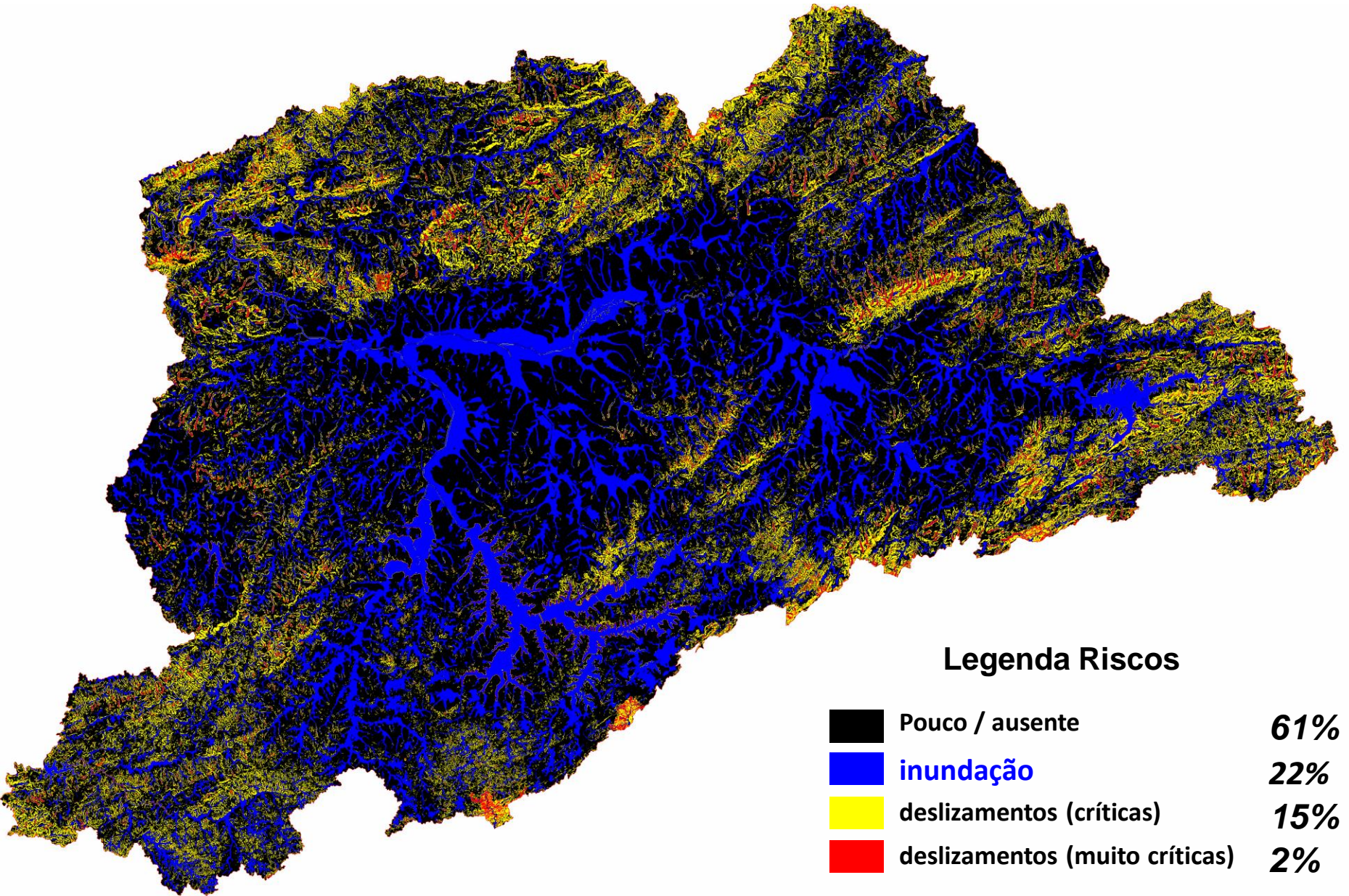
	Presente OBSV	Presente Simulado	2030-40	Conf.	2050-60	Conf.	2080-90	Conf.
Temp	↗	↗	↗	Alta	↗	Alta	↗	Alta
Noites quentes	↗	↗	↗	Alta	↗	Alta	↗	Alta
Noites frias	↘	↘	↘	Alta	↘	Alta	↘	Alta
Dias quentes	↗	↗	↘	Alta	↗	Alta	↗	Alta
Dias frios	↘	↘	↗	Media	↘	Alta	↘	Alta
Ondas de calor	Não observado	↗	↗	Media	↗	Media	↗	Alta
Chuva total	↗	↗	↗	Alta	↗	Alta	↗	Alta
Precip intense	↗	↗	↗	Media	↗	Media	↗	Alta
Precip>95th	↗	↗	↗	Media	↗	Media	↗	Alta
Dias Prec>10 mm	↗	↗	↗	Media	↗	Media	↗	Alta
Dias Prec>20 mm	↗	↗	↗	Media	↗	Media	↗	Media
Dias secos cons.	↘	↗	↘	Media	↗	Media	↗	Alta

Pontos de Alagamento



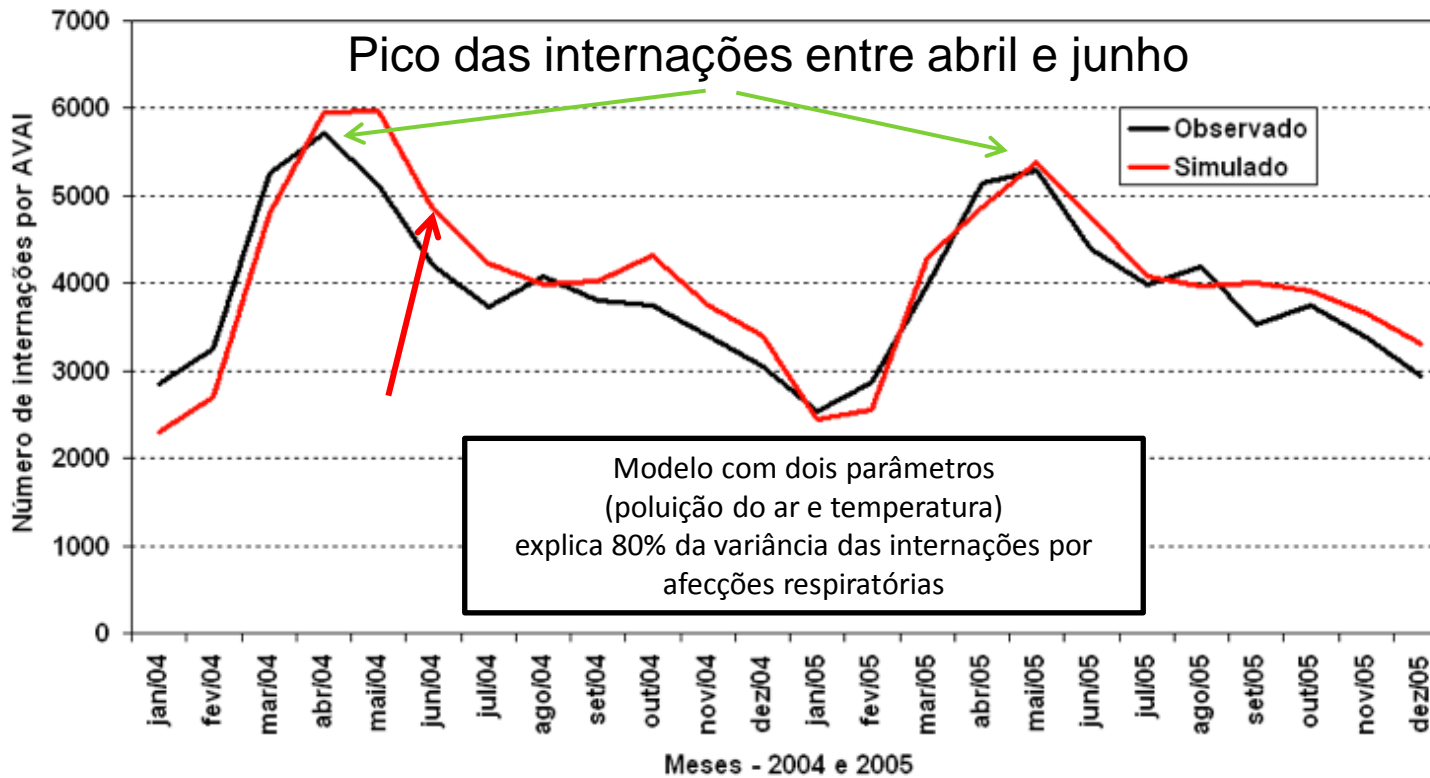
Risco de Inundações e Alagamentos

Mapa Áreas de risco HAND / declividades RMSD



Risco à Saúde

Comparação entre dados observados e simulados de Casos de AVAI na cidade de São Paulo



Estimativa de internações mensais por afecções das vias aéreas inferiores na RMSP: modelo ARIMA (fonte: Michelline Coelho)

Metrô evita gasto anual de US\$ 18 bilhões com mortes pela poluição



Agência FAPESP Agência de notícias da Fundação de Amparo à Pesquisa em Estado de São Paulo
Divulgando a cultura científica

Especiais Notícias Entrevistas Revistas Científicas Agenda Mais lidas Que

Especiais

Metrô evita gasto anual de US\$ 18 bilhões com mortes pela poluição

27/06/2012

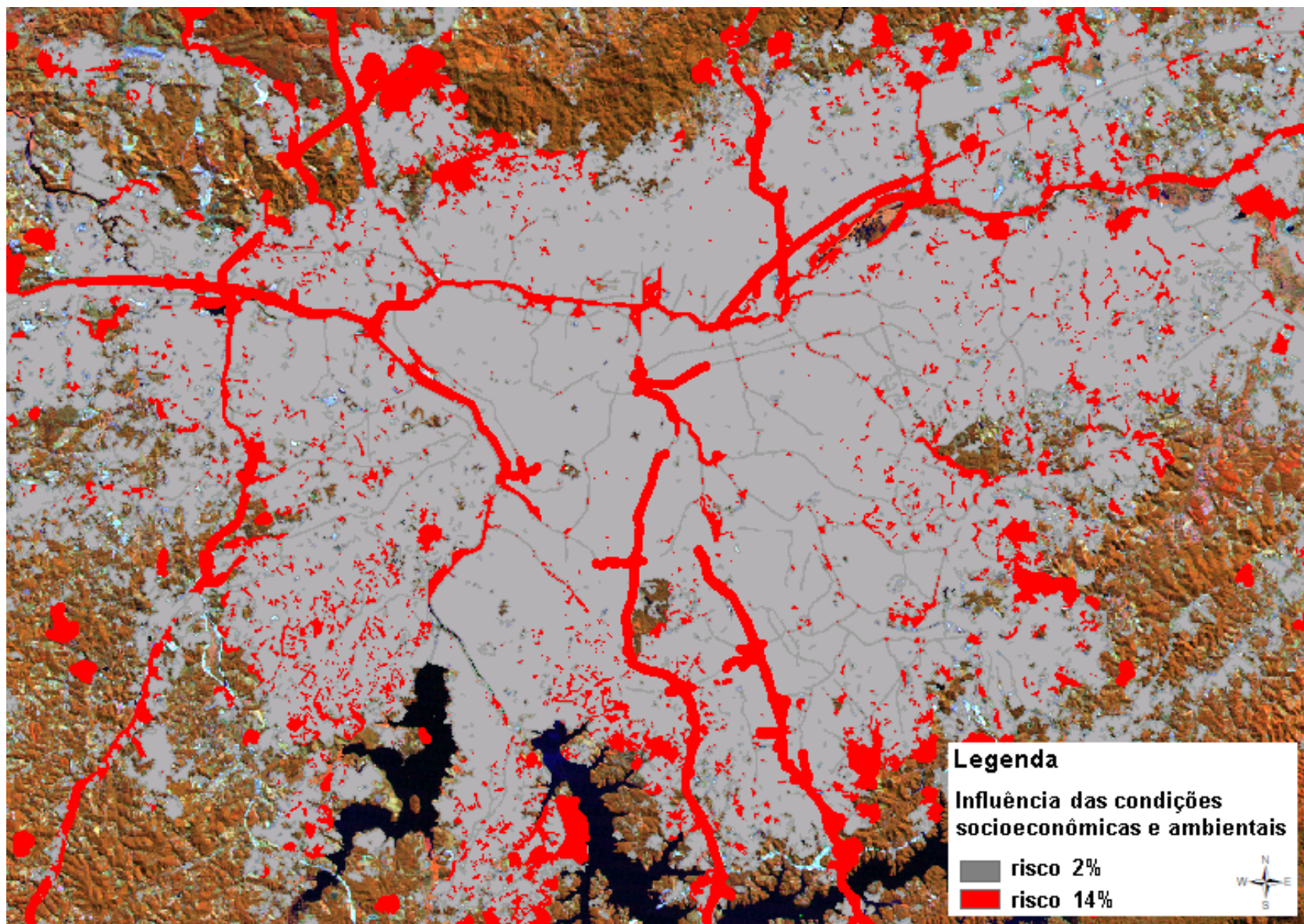
Por Karina Toledo

Agência FAPESP – Caso o Metrô de São Paulo deixasse de funcionar durante um ano inteiro, a concentração de poluentes na capital aumentaria 75% e as mortes causadas por problemas

Pesquisa feita na Unifesp aponta aumento de 75% na concentração de poluentes e de 14% nas mortes por problemas cardiorrespiratórios se São Paulo ficasse um ano sem metrô (*GESP*)

Pesquisa feita na Unifesp aponta aumento de 75% na concentração de poluentes e de 14% nas mortes por problemas cardiorrespiratórios se São Paulo ficasse um ano sem metrô (*GESP*)

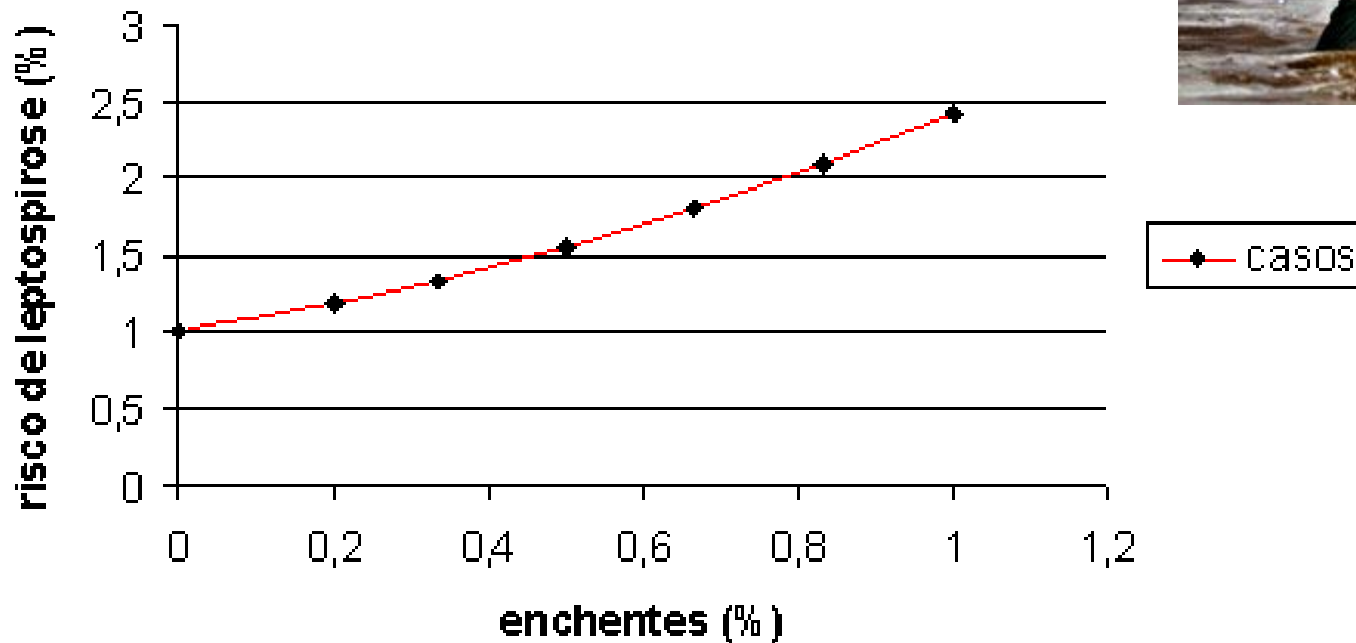
Mapa de Risco de Doenças Respiratórias na RMSP



Risco de Leptospirose x Enchentes

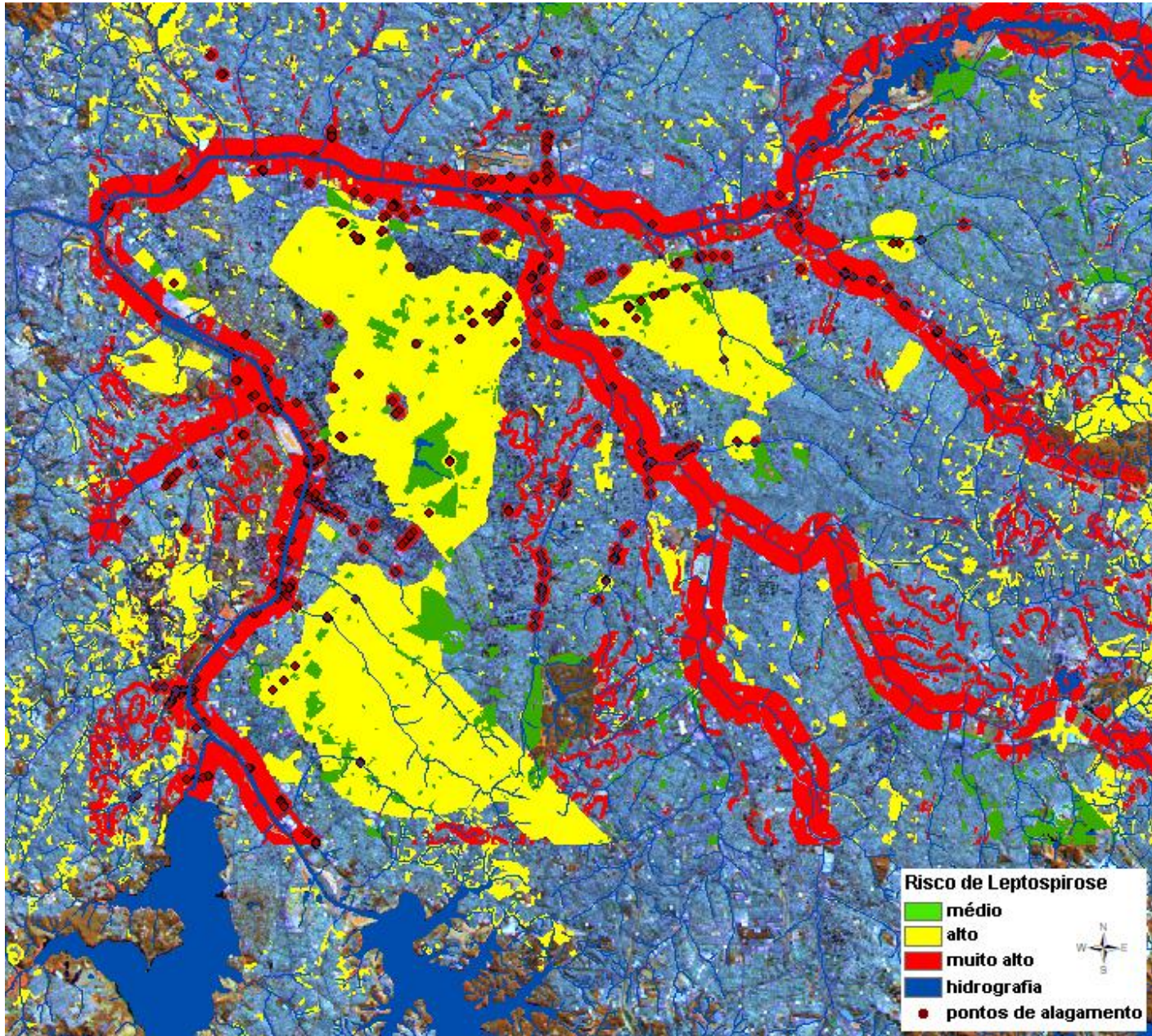


Fonte imagem: Estadão



Fonte: Coelho-Zanotti, 2010

Mapa de Risco de Leptospirose



Modelo de Projeção da Mancha Urbana - 2030

300000,000000

350000,000000

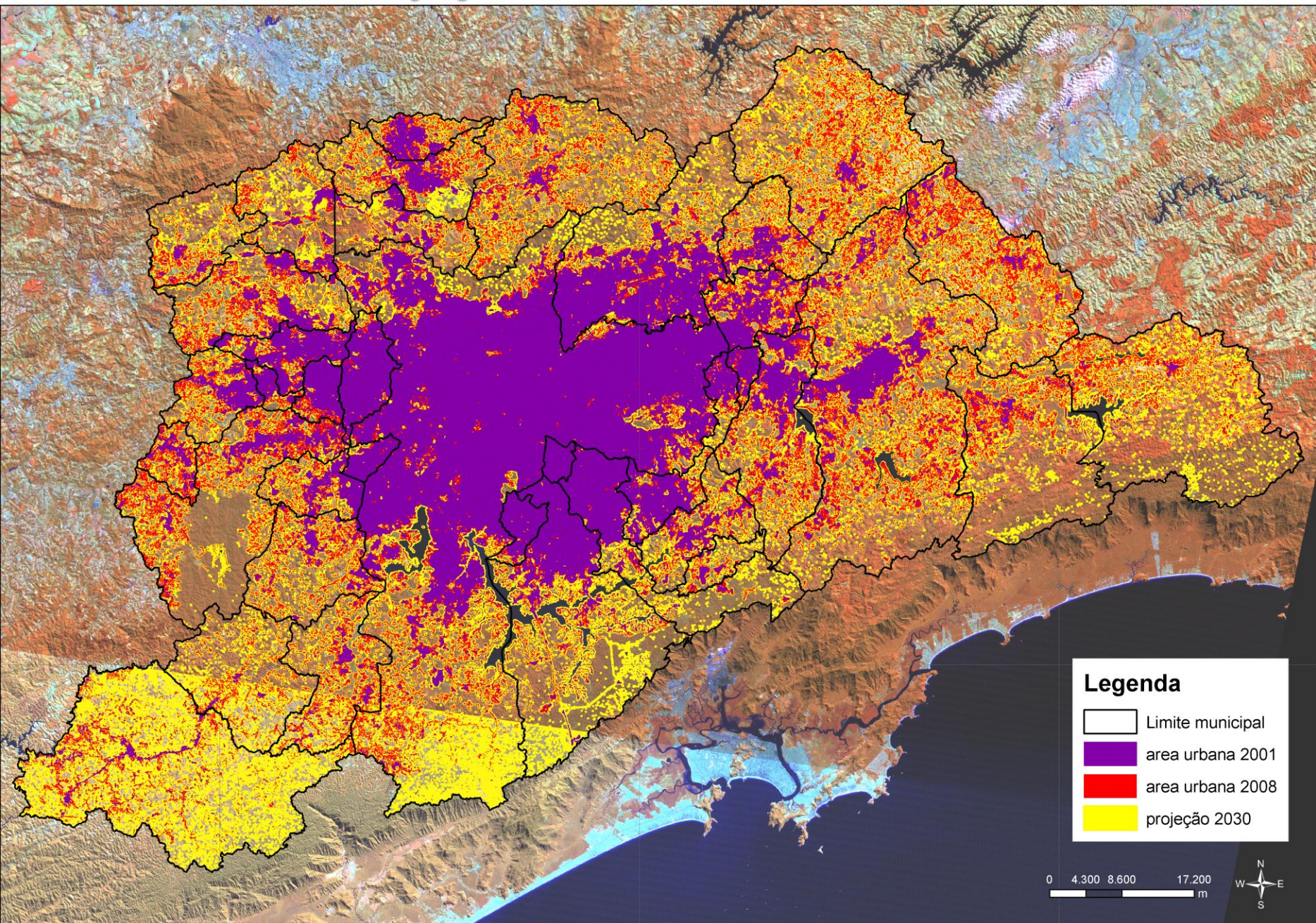
400000,000000

7412000,000000

7412000,000000

7362000,000000

7362000,000000



Legenda

-  Limite municipal
-  area urbana 2001
-  area urbana 2008
-  projeção 2030

0 4.300 8.600 17.200 m



300000,000000

350000,000000

400000,000000

ENERGIA

Cidades com Estudos de Casos

- Copenhagen, Denmark One of the largest off-shore wind farms in the world powers 150,000 Danish households
- Los Angeles, California Green Energy for a Green LA provides a renewable energy option for consumers
- Woking, UK De-centralizing energy generation in Woking, U.K. slashed the city's CO2 emissions 82%
- Berlin, Germany An innovative energy efficiency program that costs building owners zero, drives down CO2, and generates immediate savings
- Toronto, Canada Lake water air conditioning reduces energy use by 90%
- Austin, Texas Austin's renewable energy program reduces CO2 emissions by 370,257 tons a year
- Barcelona, Spain Barcelona's solar hot water ordinance
- **Rizhao, China** **An extensive solar program in China**
- Copenhagen, Denmark 97% of Copenhagen City heating supplied by waste heat

Cidades, Organizações, Empresas Sustentáveis...

MUDANÇA PARADIGMÁTICA DE COMO VIVER,
TRABALHAR, SE LOCOMOVER...

**As Mudanças Climáticas São um Forte Estímulo
para pensarmos qual futuro desejamos, HOJE.**

Reserva da Biosfera do Cinturão Verde de SP: SEGURO CLIMA

