Mudanças Climáticas, sociedade e universidade

Comemoração aos 50 anos da Faculdade de Engenharia da UERJ

> 07 de Abril de 2011 Rio de Janeiro

> > Carlos A. Nobre (INPE-MCT)

Como o ambiente da Terra está mudando, e quais as consequências para a nossa civilização e mesmo para a sustentabilidade da vida no Planeta Terra?







Parte I

O Antropoceno e a Grande "Aceleração"

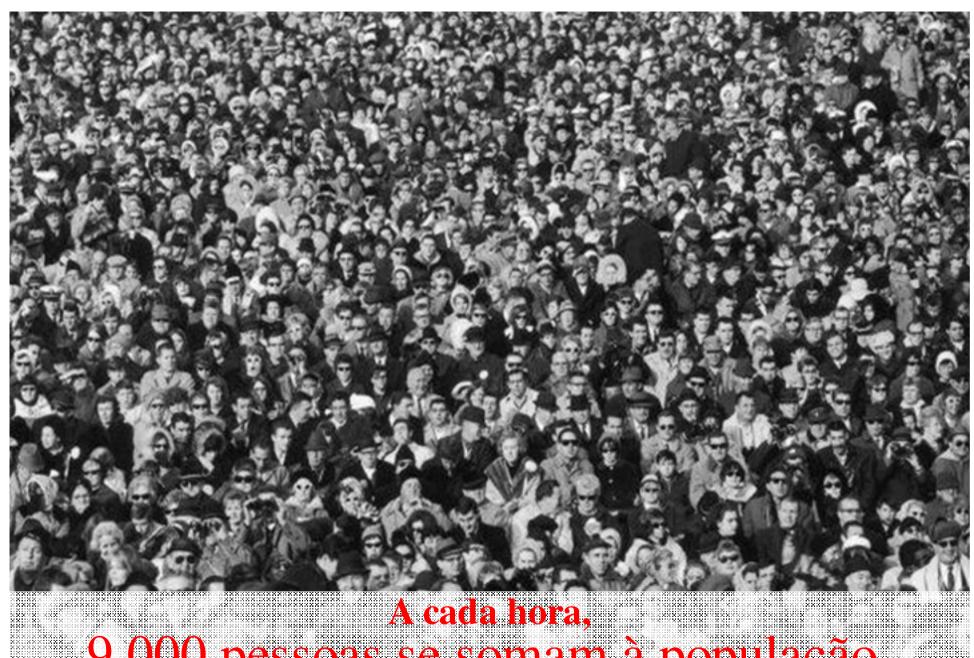
O Sistema Terrestre encontra-se num estado sem análogos: o grande experimento geofísico sem precedentes

Antropoceno

"A influência da humanidade no Planeta Terra nos últimos séculos tornou-se tão significativa a ponto de constituir-se numa nova época geológica"

Prof. Paul Crutzen
Prêmio Nobel de Química 1995

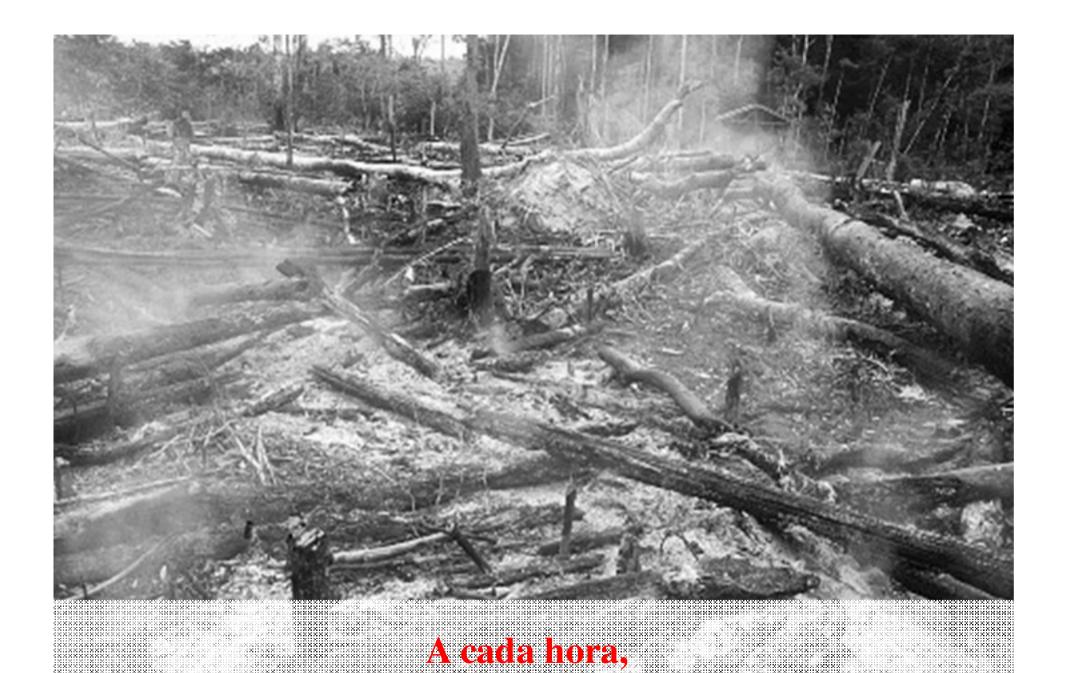
A "aceleração" do tempo no Antropoceno!



9,000 pessoas se somam à população mundial



4 Milhões de toneladas de CO₂ são emitidos



1,500 hectares de florestas são derrubadas



/Adaleta hienay

Atividades humanas adicionam 1.7 milhões de Kgi nitrogênio reativo às florestas, campos agrícolas e corpos d'agua

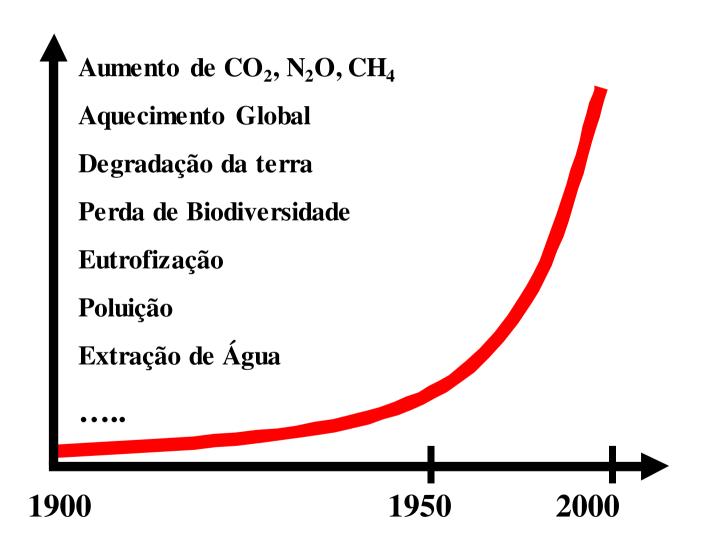


3 espécies são extintas

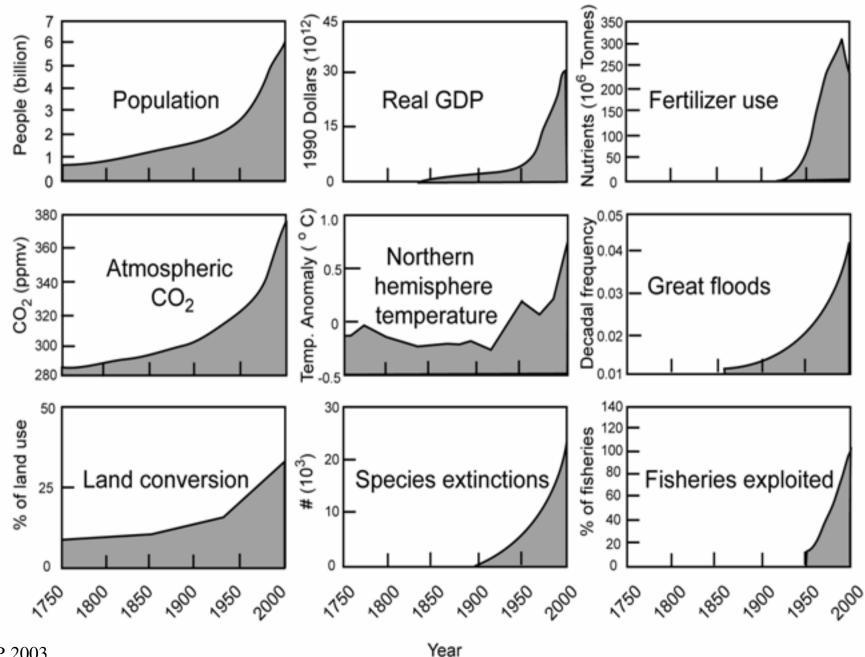
(1000 vezes mais rápido do que os processos naturais)

Os últimos 50 anos testemunharam uma dramática degradação do capital natural da Terra



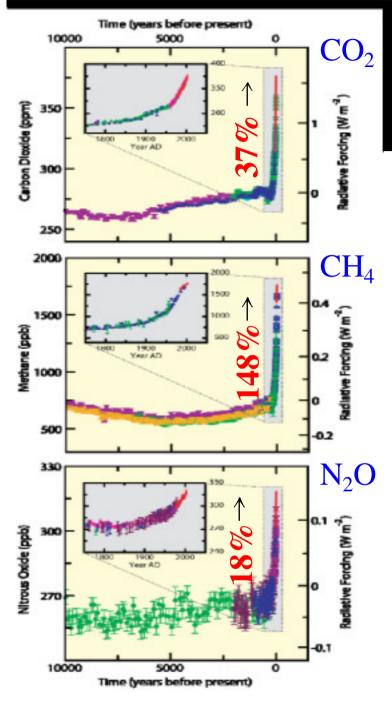


"Fotografias" do Antropoceno e a "Grande Aceleração"



IGBP 2003





[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

[N₂0] aumentou de 270 ppb em 1750 para 319 ppb em 2005

80 anos

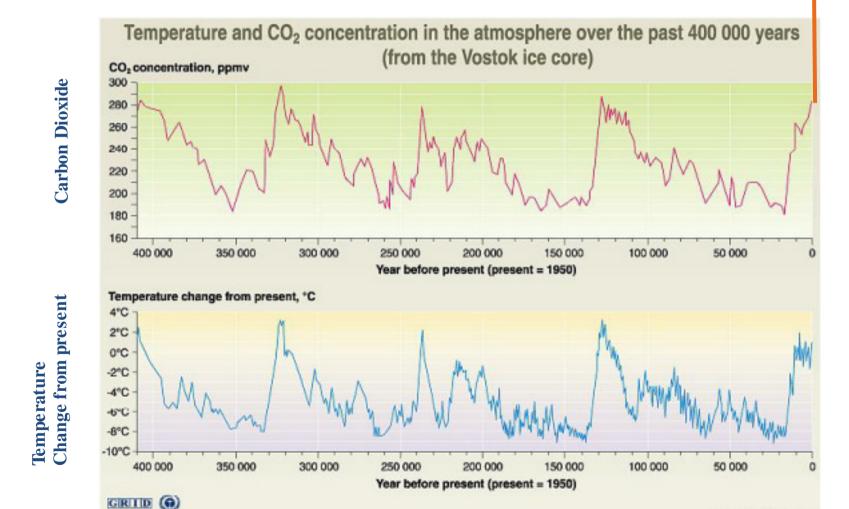
Observações da composição da atmosfera mostram que todas as concentrações atmosféricas dos gases de efeito estufa vêm rumentando, <u>tornando o</u> <u>aquecimento</u> futuro ineguívoco

IPCC 2007 WGI

Dióxido de Carbono e Temperatura

2008

ORAPHO-DESIGN: PHILIPPE REMODEWED



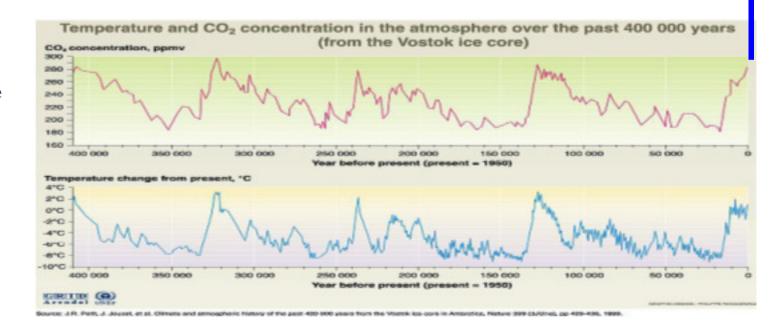
Source: J.R. Pelit, J. Jouest, et al. Climate and atmospheric history of the pest 420 000 years from the Vostek ice core in Amercica, Nature 389 (3JUne), pp 429-436, 1999.

Dióxido de Carbono e Temperatura

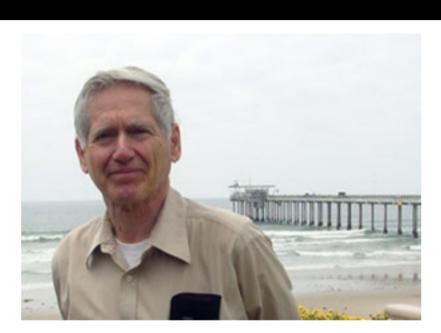
"Business as Usual" (economia intensiva em Combustível fóssil) em 2100

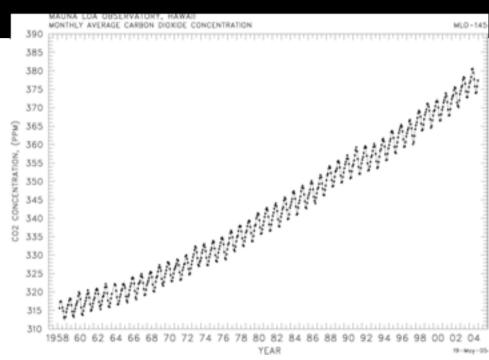
Carbon Dioxide

Temperature Change from present



Charles David Keeling: o valor das observações!



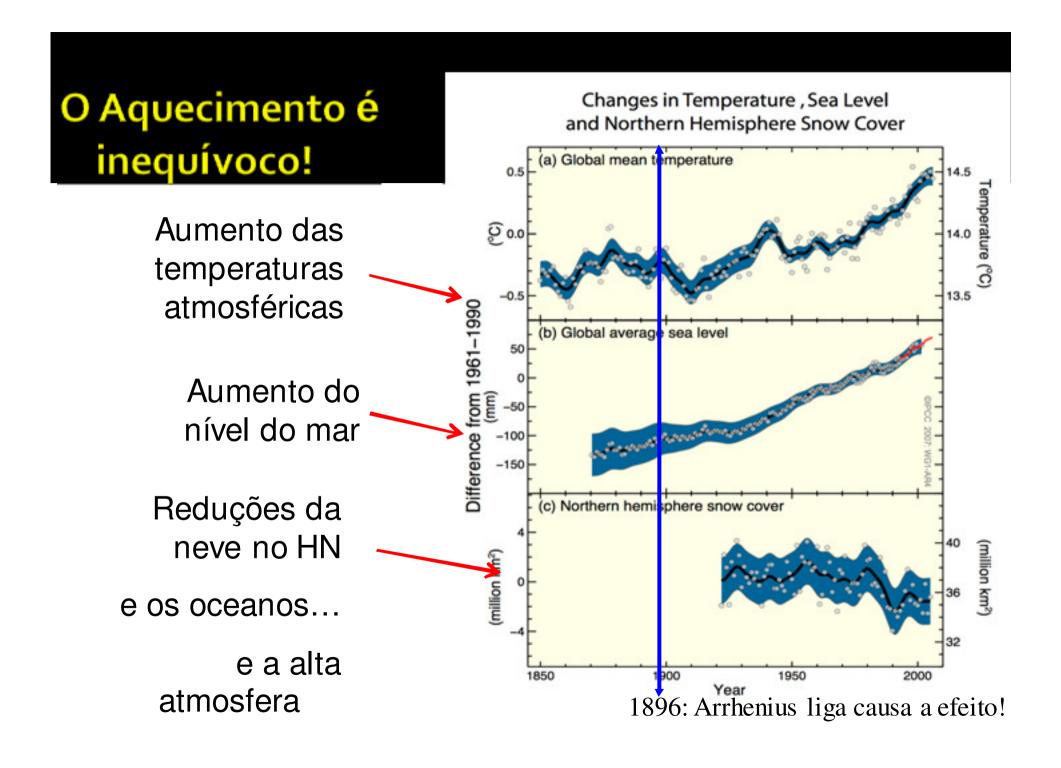


20 Abril 1928 - 20 Junho 2005

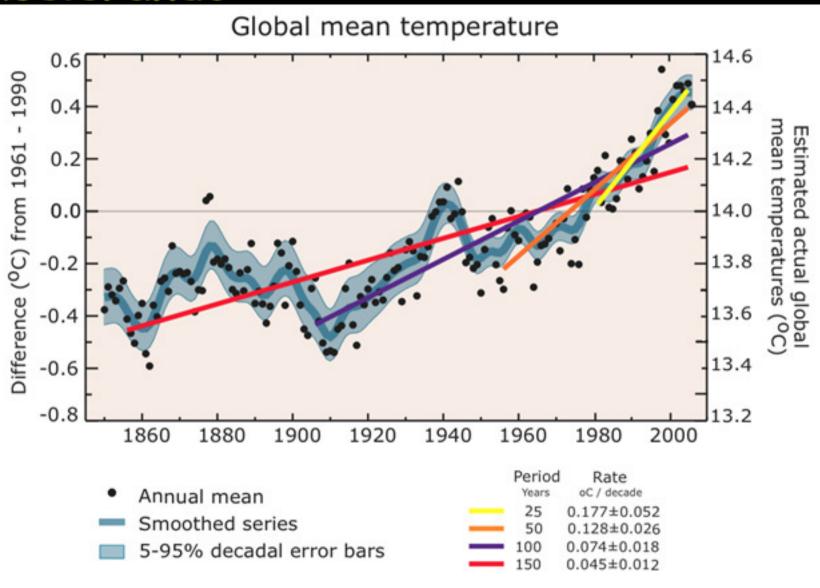
Curva de Keeling de CO₂ Atmosférico em Mauna Loa, Havaí



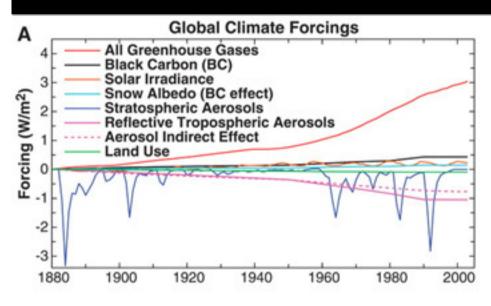
Curso de Introdução às Mudanças Climáticas, C Nobre e Mariane Coutinho, 2008

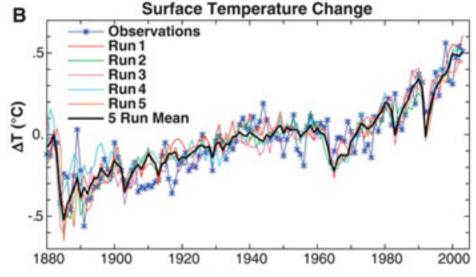


O aquecimento global está acelerando

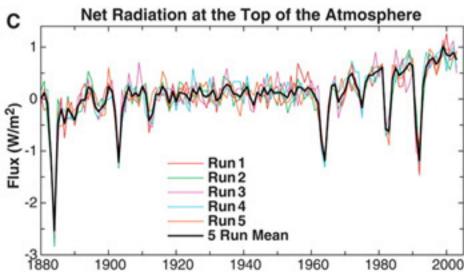


Forçantes Climáticas



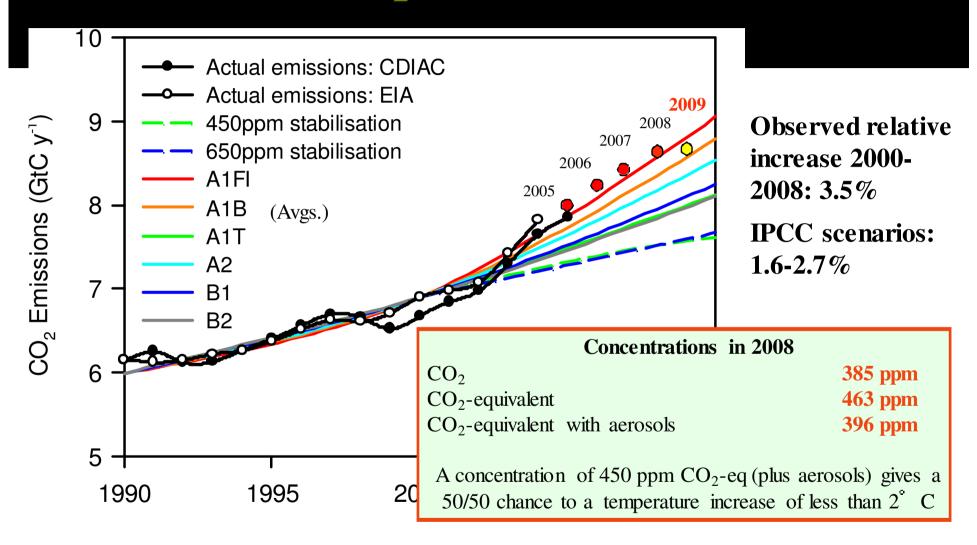


- A) Best estimates of human and natural forcings 1880-2005.
- B) State-of-the-art climate model, when fed these forcings, reproduces almost perfectly the last 135 years of observed temperatures.
- C) Net radiation at the top of the atmosphere in the climate simulations.

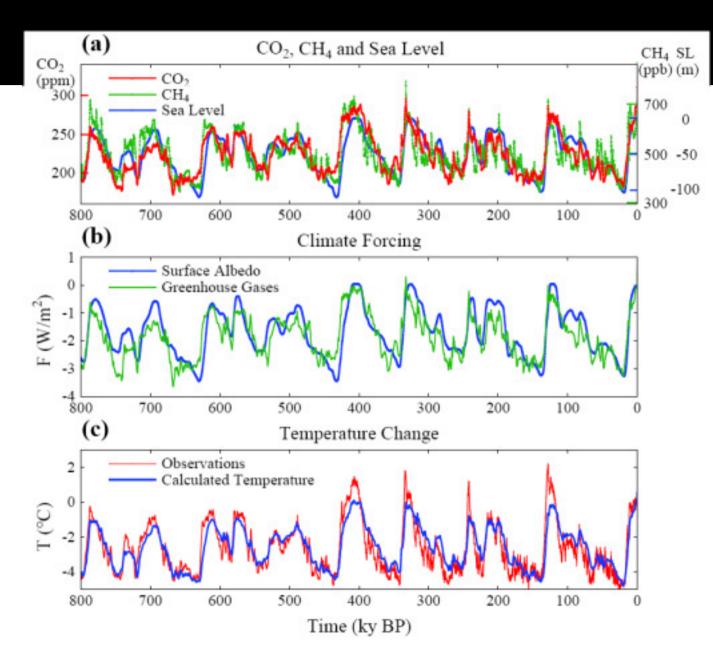


Hansen et al, 2005

Emissões de CO₂ de combustíveis fosséis



800.000 anos de história climática



(a) CO₂, CH₄ e nivel do mar nos últimos 800.000 anos

(b) Forçantes climáticas devido a mudanças nos gases de efeito estufa e áreas congeladas.

(c) Temperatura global calculada baseada nas forçantes acima e em uma sensibilidade climática de ¾ C por W/m².

Jim Hanssen, NASA GISS

Tendência da Temperatura à Superfície

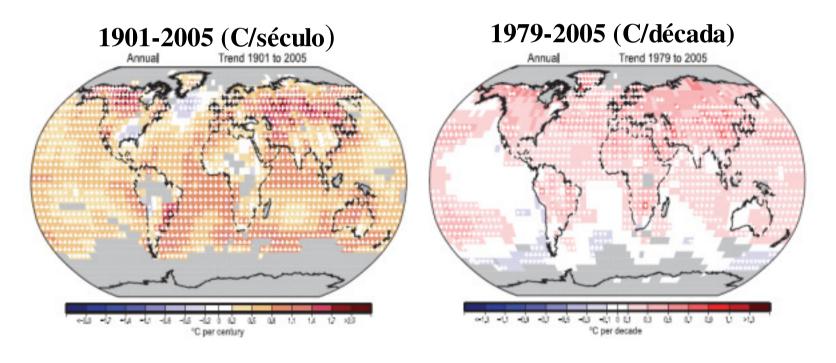


Figure 3.9. Linear trend of annual temperatures for 1901 to 2005 (left; °C per century) and 1979 to 2005 (right; °C per decade). Areas in grey have insufficient data to produce reliable trends. The minimum number of years needed to calculate a trend value is 66 years for 1901 to 2005 and 18 years for 1979 to 2005. An annual value is available if there are 10 valid monthly temperature anomaly values. The data set used was produced by NCDC from Smith and Reynolds (2005). Trends significant at the 5% level are indicated by white + marks.



Parte II

Os Riscos Sistêmicos ao Sistema Terrestre

O Sistema Terrestre encontra-se à beira da irreversibilidade?

Se colocarmos muitos trilhões de dólares (ou euros, ou reais ou pesos), poderemos resolver o problema do aquecimento global?

Já atingimos algum ponto de irreversibilidade do Sistema Climático?

"Pontos Críticos" do Sistema Terrestre



Figure 7

Map of potential climatic "tipping elements". Tipping elements are regional-scale features of the climate that could exhibit threshold-type behaviour in response to human-driven climate change – that is, a small

amount of climate change at a critical point could trigger an abrupt and/or irreversible shift in the tipping

element. The consequences of such shifts in the tipping element for societies and ecoaystems are likely to be severe. Question marks indicate systems whose status as tipping elements is particularly uncertain^{27,20}.

O Desaparecimento de Anfíbios das Montanhas da América Central

74 espécies do gênero *Atelopus* foram extintas



Figure 1 | Amphibian alarm call. The Panamanian golden frog is one of roughly 110 species of harlequin frog (*Atelopus*), many of which are dying out. Although this species still survives, its numbers have fallen significantly.

A.R. Blaustein and A. Dobson – Nature, vol.439, pp. 143-144, January, 2006 *Pounds, J. A. et al. Nature. Vol. 439*, pp. 161-167. 2006

Com mudanças climáticas, a taxa de extinção será 10.000 vezes maior do que processos naturais. Teremos causado a "Sexta Grande Extinção"?

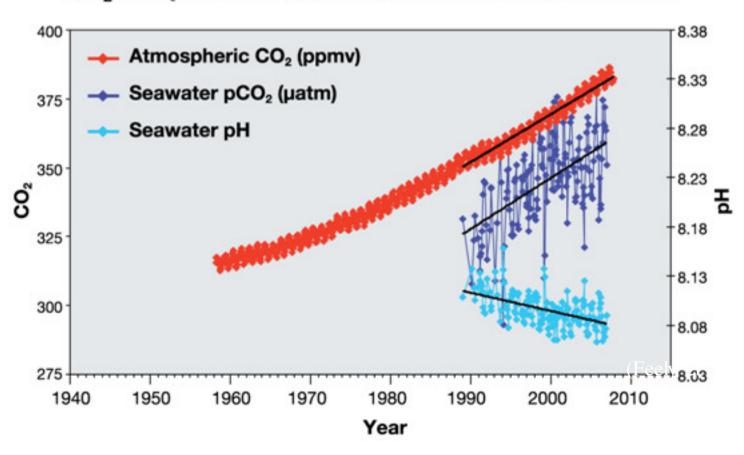
Chytridthermaloptimum hypothesis for Batrachochytrium 9,7 bilhões de toneladas de CO_2/ano adicionados na atmosfera por ações humanas...

Desse total, 5,5 bilhões de toneladas estão sendo absorvidas pelas plantas e <u>oceanos</u>...

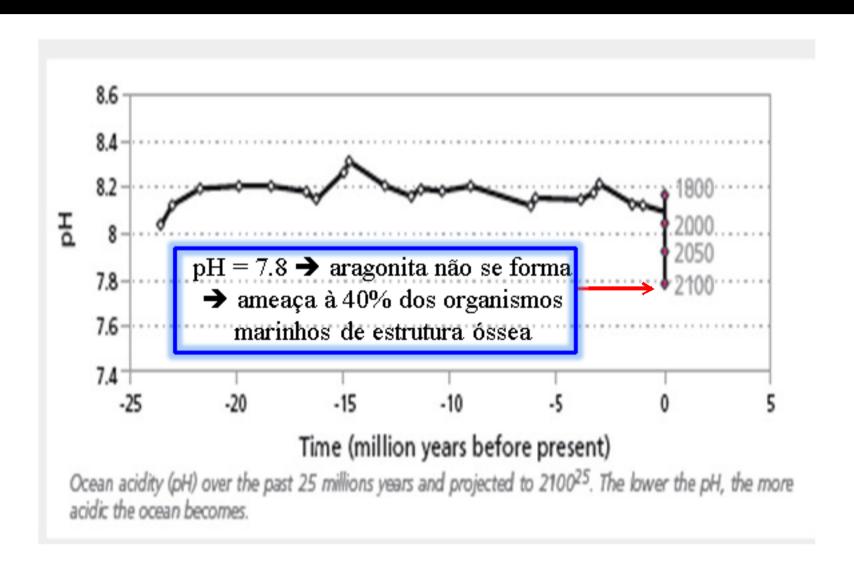
... restando 4,2 bilhões de toneladas de CO₂ que acumulam anualmente na atmosfera!

Acidificação dos Oceanos

CO₂ and pH time series in the North Pacific Ocean

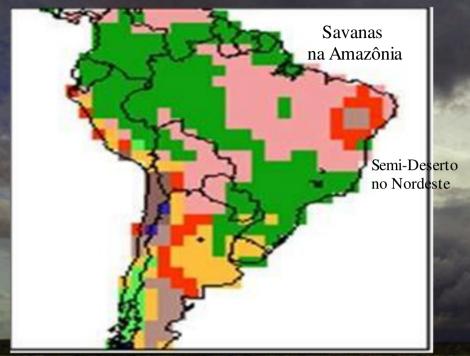


Acidificação dos Oceanos



Riscos aos Biomas Brasileiros





'Savanização' da Amazônia e 'Aridização' do NE do Brasil

'Tipping Points' para Amazônia Aquecimento > 3,5 ° C; Desmatamento > 40%

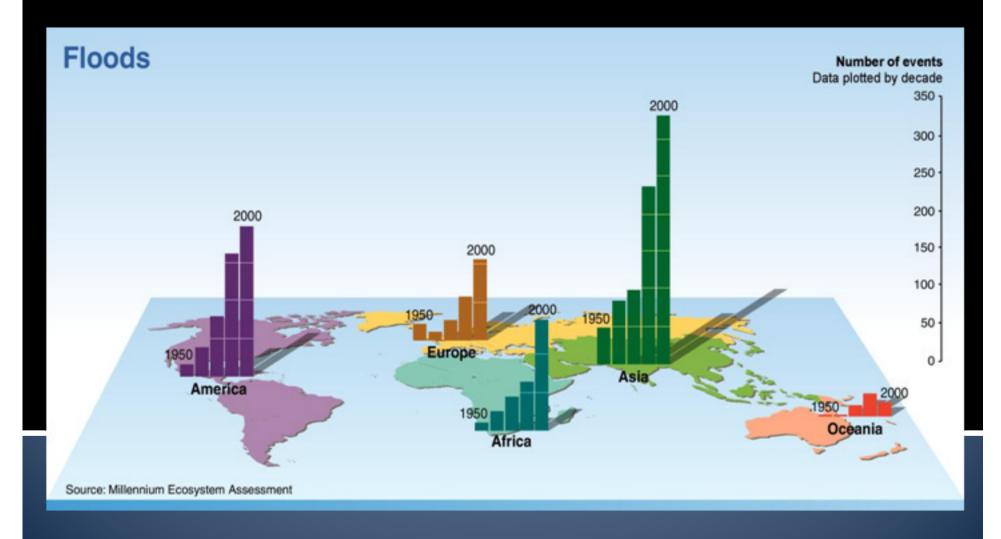
Fontes: Oyama and Nobre, 2003 e Salazar et al., , 2007; Sampaio et al., 2007; Nobre et al., 2009;
Nobre and Borma, 2009; Salazar and Nobre, 2010



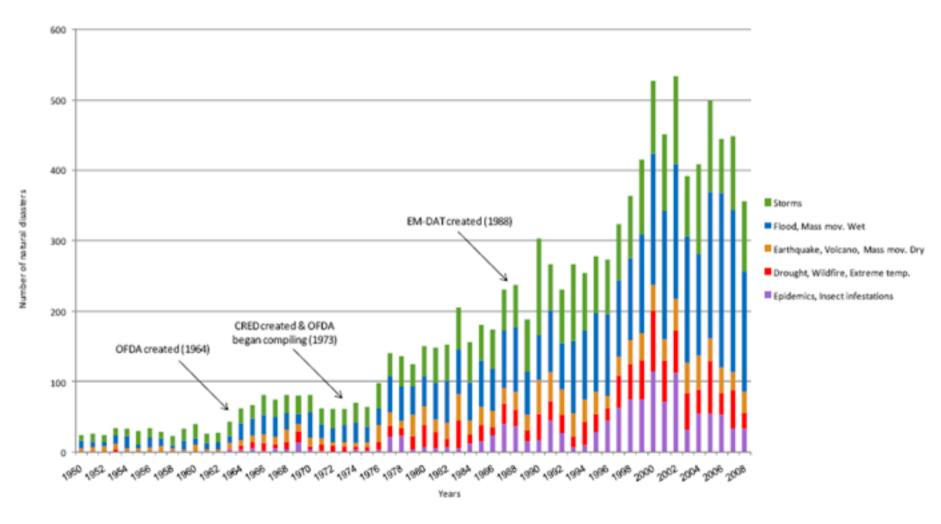
Parte III

Desastres Naturais

Aumento na ocorrência de fenômenos climáticos extremos de 1950-2000



Desastres Naturais de 1950 - 2008



<u>EMDAT - The International Emergency Disasters Database</u> (www.emdat.be)

Eventos de desastres relacionados à água globalmente, 1980 a 2006

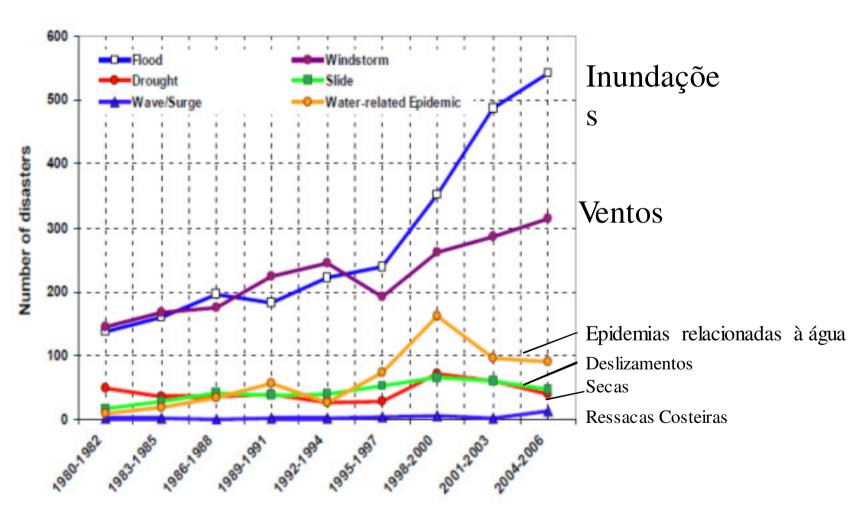
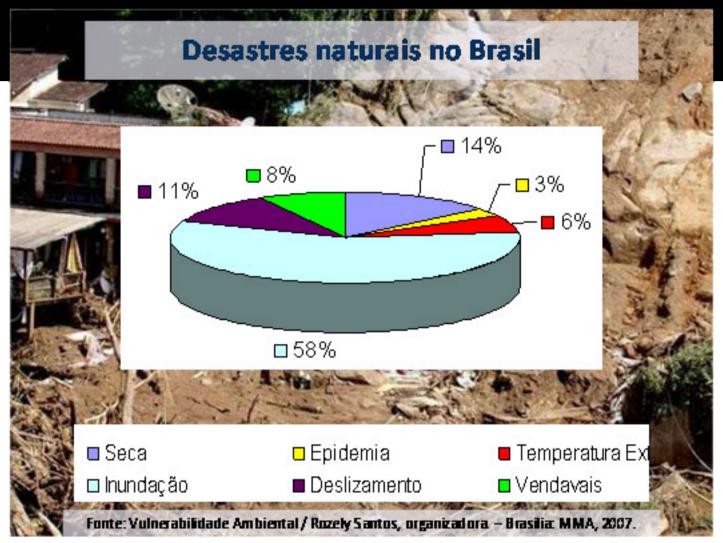


Figure 4-8: Water-related disaster events recorded globally, 1980 to 2006 (Adikari and Yoshitani, 2009)

Distribuição de desastres naturais no Brasil

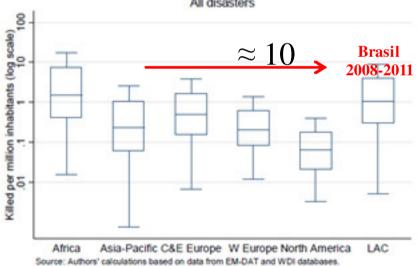


Inundações e deslizamentos = 69% das ocorrências Maior número de fatalidades = deslizamentos de massa em encostas

Distribuição de danos regionais por desastres naturais (1970-2008)

Número de pessoas mortas por fatalidades

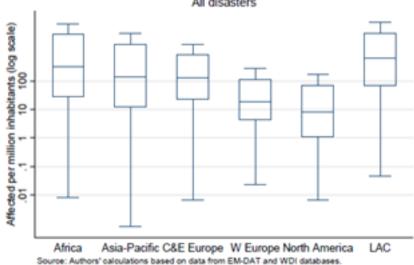
Distribution of fatalities by natural disasters 1970-2008
All disasters



Número de pessoas afetadas por fatalidades

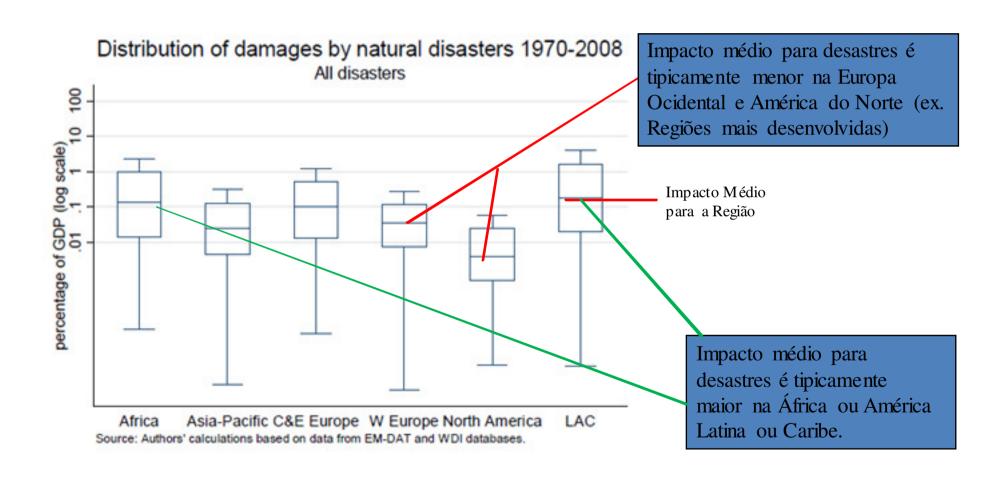
Distribution of affected by natural disasters 1970-2008

All disasters

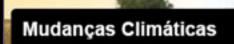


Source: EM-DAT, WDI database, calculated by Cavallo, Noy (2009).

Distribuição de danos regionais por desastres naturais como % do PIB (1970-2008)



Distribution of Regional damages as a % of GDP (1970-2008) Source: EM-DAT, WDI database, calculated by Cavallo, Noy (2009).



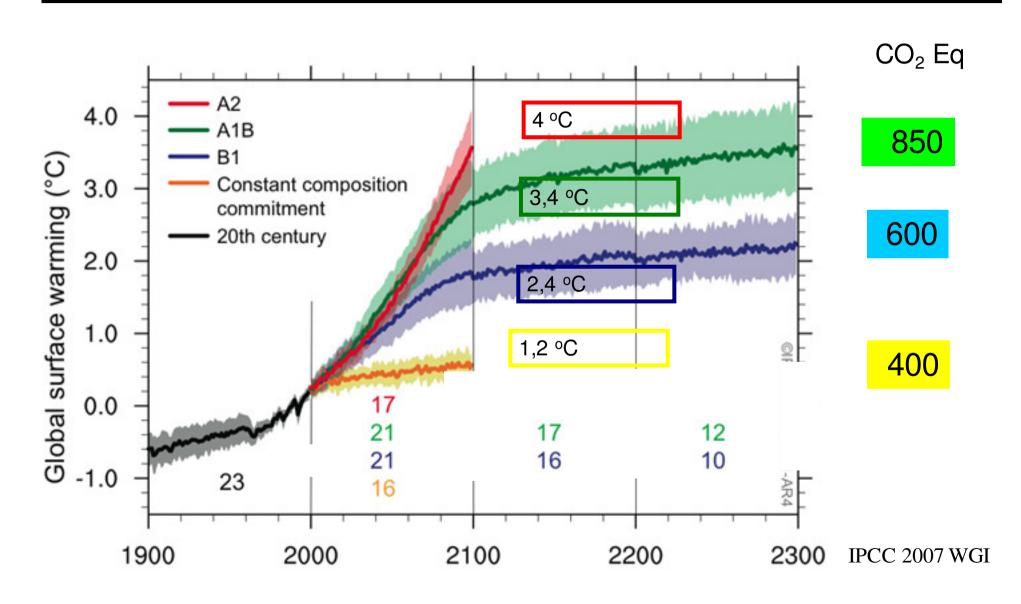
Parte IV

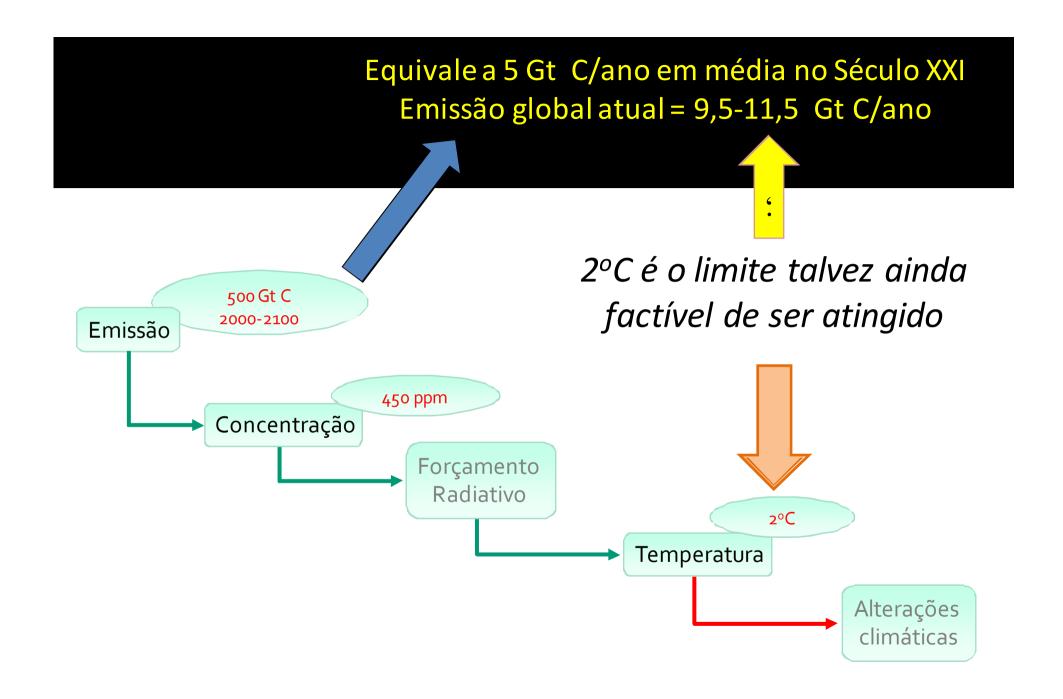
Ainda é Tempo de Reduzir os Riscos Futuros

A necessária e urgente "descarbonização" quase completa dos sistema de produção e consumo

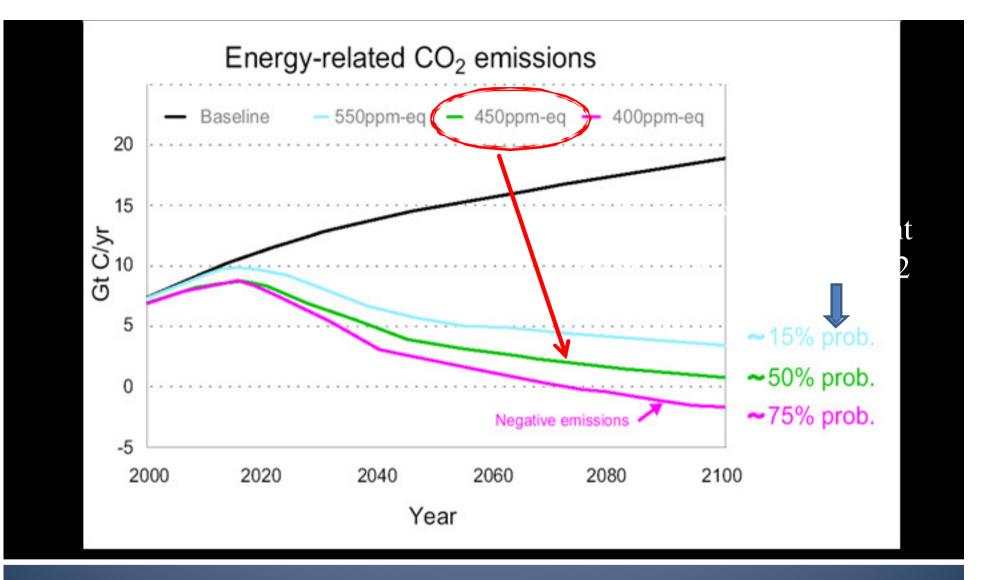
O que nos aguarda no futuro e o que já foi comprometido

O Aquecimento vai aumentar se of GEEs aumentarem. Se os GEEs fossem mantidos constantes nos níveis atuais, um comprometimento de 0,6° C de aquecimento adicional aconteria até 2100.



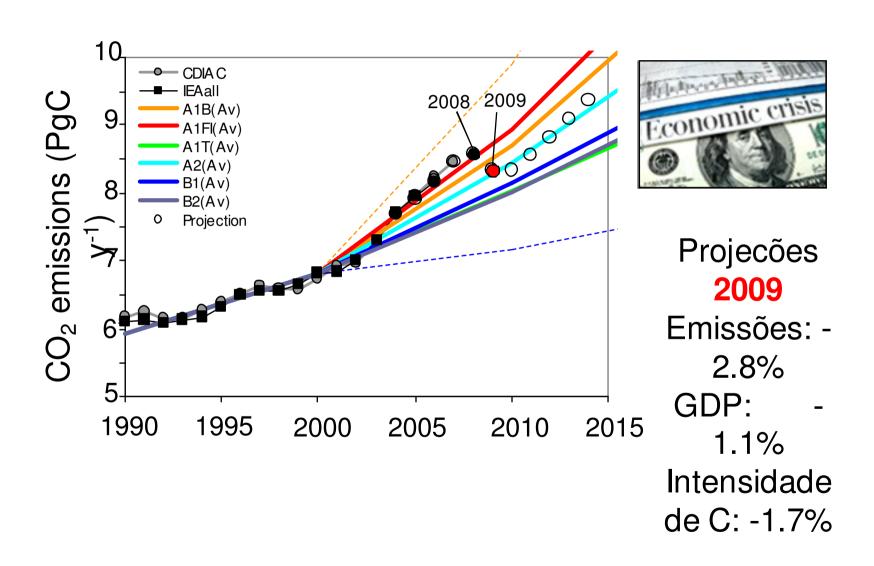


Cortesia: Suzana Khan Ribeiro, MMA



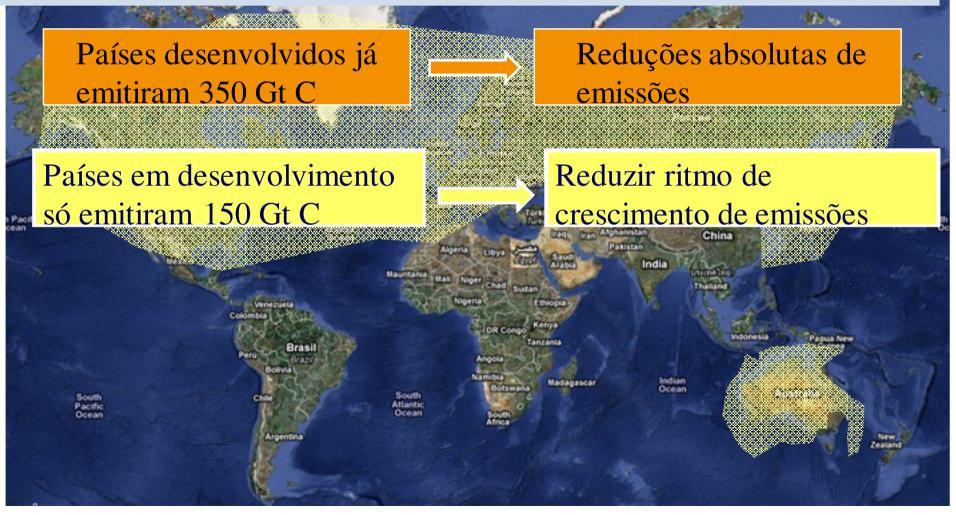
Trajetórias das emissões relacionasdas ao uso de energia para atingir a estabilzação das concentrações de GEE na atmosfera e o porcentual de probabilidade que esta determinada cncentração limite o aquecimento global a 2 C.

Emissões Fósseis: Observado vs. Cenários do IPCC



As dimensões éticas das Mudanças Climáticas Globais

Há uma questão de ética e justiça: as pessoas que vão sofrer as conseqüências mais graves das Mudanças Climáticas Globais são aquelas que menos contribuiram ao problema



COP15 Copenhague

Brasil anuncia compromisso de reduções de gases de efeito estufa entre 36% e 39% em relação a cenário tendencial para 2020 (equivalente a corte de 25% em relação a emissões em 2005)

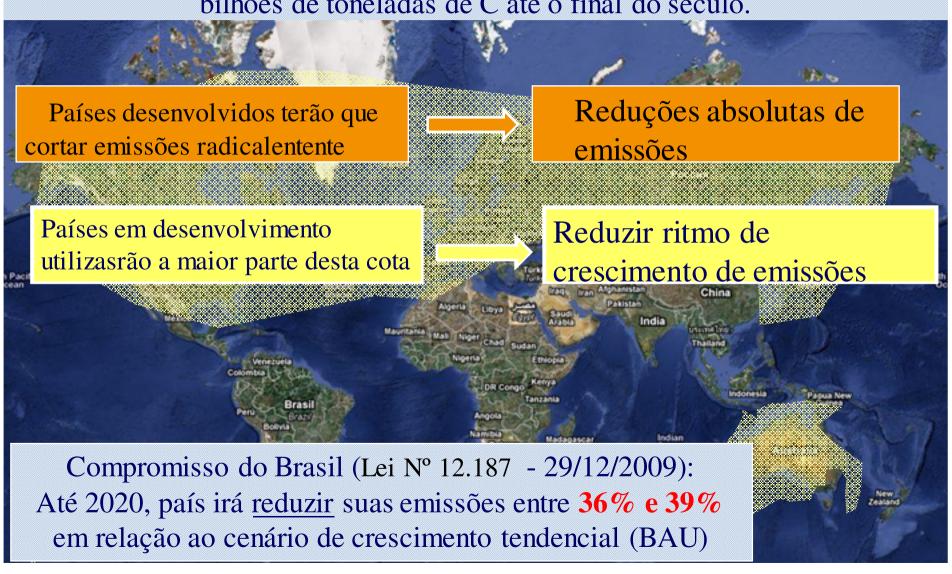
Brasil asssume protagonismo nas questões climáticas



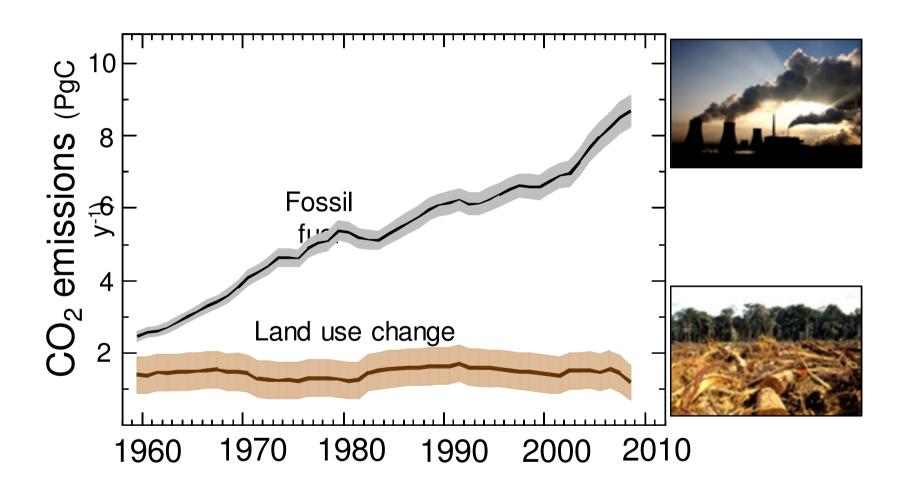
Fonte: http://opetroleiro.files.wordpress.com/2009/12/estadao_18-12_copenhagen.jpg

Cenário Internacional das Negociações de Clima

Para limitar o aquecimento global a 2 °C, o mundo só poderá emitir mais 500 bilhões de toneladas de C até o final do século.



Emissões Globais de CO₂





Parte V

Quão Difícil é a Adaptação às Mudanças Climáticas?

Como as cidades vem se adaptando às mudanças climáticas locais que já ocorreram?

Exemplo para a RMSP.

Episódios de chuvas intensas no Brasil



Episódios de chuvas intensas no Rio de Janeiro 2010 e em 2011 na região Serrana

Houve na madrugada desta sexta-feira (1) um deslizamento no Morro da Carioco, que fica na região central de Angras dos Reis (RJ).

Domingo,3 de janeiro de 2010

Sobe para 63 o número de mortos pela chuva no Estado do Rio de Janeiro

Neste domingo, as equipes de resgate retomaram as buscas por vitimas da chuva em Angra dos Reis, no Rio de Janeiro. Os trabalhos se concentram na Praia do Bananal, em Ilha Grande, e no Morro da Carioca, na região central de Angra. Segundo a Defesa Civil, os mortos pelos deslizamentos em Costa Verde do Rio de Janeiro já são 41. No total, já são 63 o número de vitimas das chuvas entre quarta-feira e sexta-feira no estado. (Fonte: Agência Estade)



Vista do Morro da Carioca. (Foto: Leonardo Okumura Pinella de Oliveira/VC no G1)



Deslizamento no Morro da Carioca. (Foto: Danielle Viana Bartholomeu/VC no G1)

Área afetada pelas inundações e deslizamentos de terra, em Teresópolis. Rio de Janeiro, 12 de janeiro de 2011. Fabio Mota



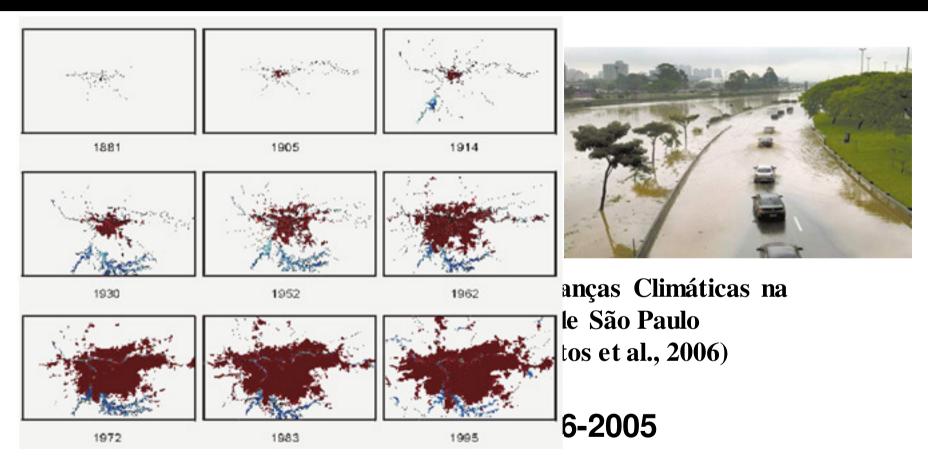
Deslizamentos na Região Serrana do Estado do Rio de Janeiro (Janeiro de 2011)



Impactos nas RMSP

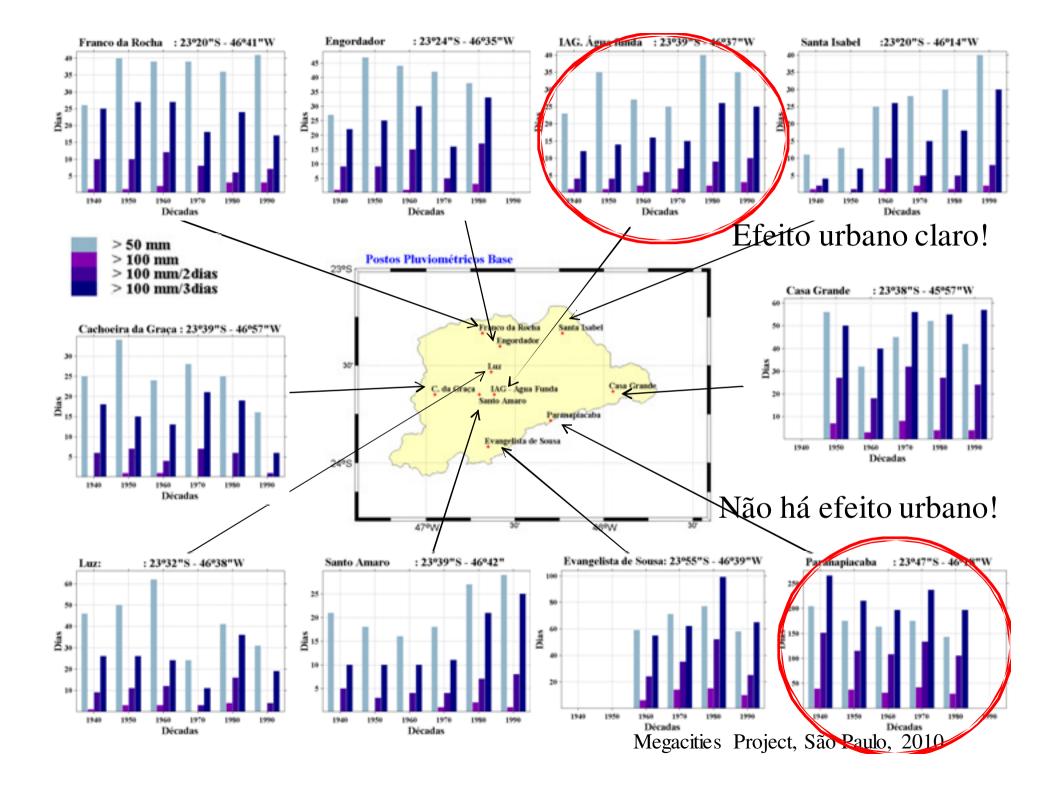


Ilhas de calor urbano na região metropolitana São Paulo



Expansão Urbana (1891-1995)

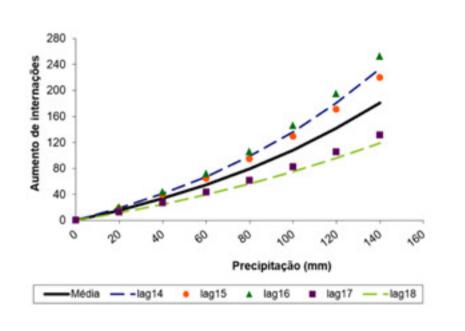
- ► Aumento de temperatura: 2,1 C
- ➤ Aumento de chuvas anuais: 395 mm
- ➤ Diminuição de umidade relativa: 7%

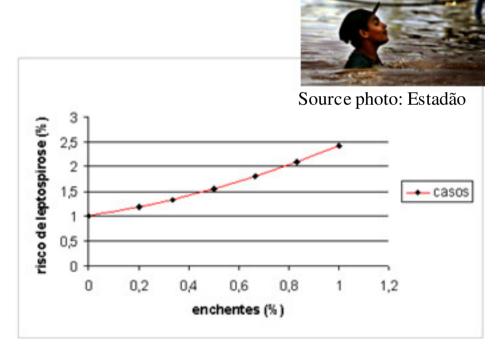


Episódios de chuvas intensas no Sudeste de São Paulo em 2010



Mudanças Climáticas e seus efeitos na saúde em São Paulo

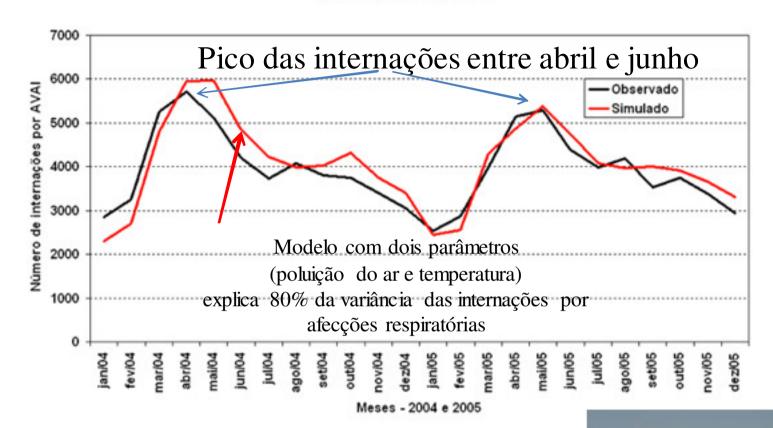




Estimate on increase of internations due to Leptospirosis at every 20 mm of rain increase.

Source: Coelho-Zanotti, 2010

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)



Parte VI

O Brasil no Rumo ao Desenvolvimento Sustentável

Uma oportunidade única para o Brasil liderar trajetória de sustentabilidade

O (Ainda) Desafio Populacional

- o 1 bilhão de pessoas em países ricos
- O 2 bilhões de pessoas progredindo
- O 3 bilhões de pobres que necessitam progredir
- 0 2,5 bilhões de pessoas ainda por vir.

Em 2050, 86% da população mundial estarão nos países (hoje) em desenvolvimento, isto é, mais de 8,000,000,000 de consumidores tentando atingir os padrões de vida do Países Desenvolvidos.

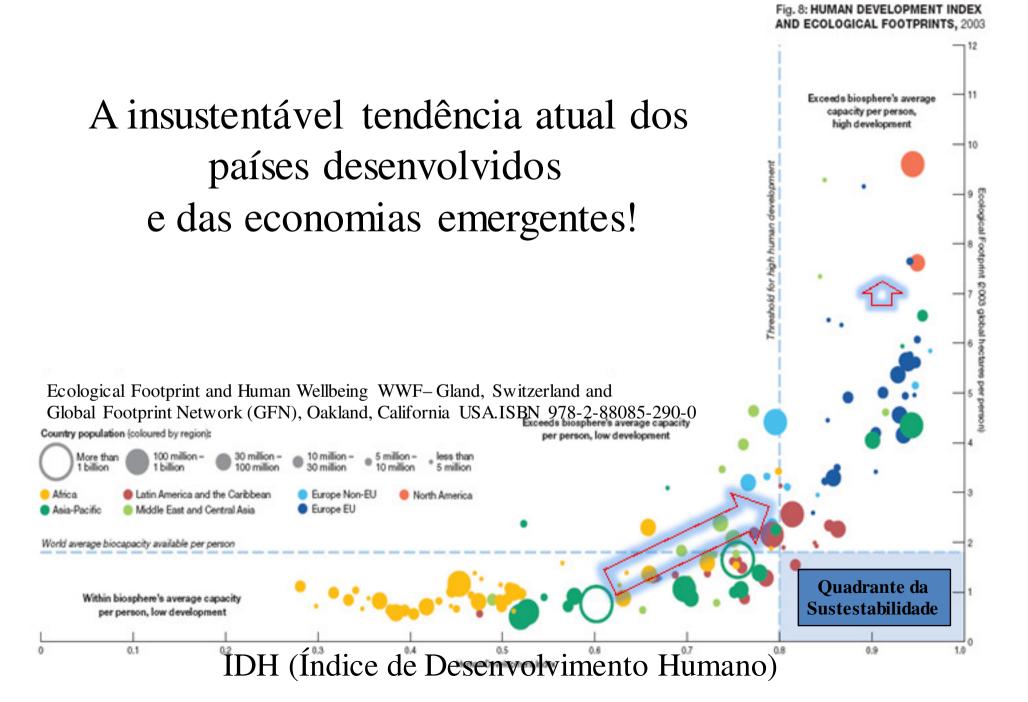
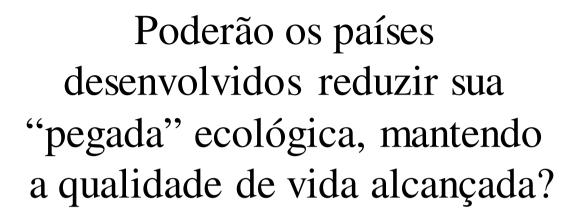
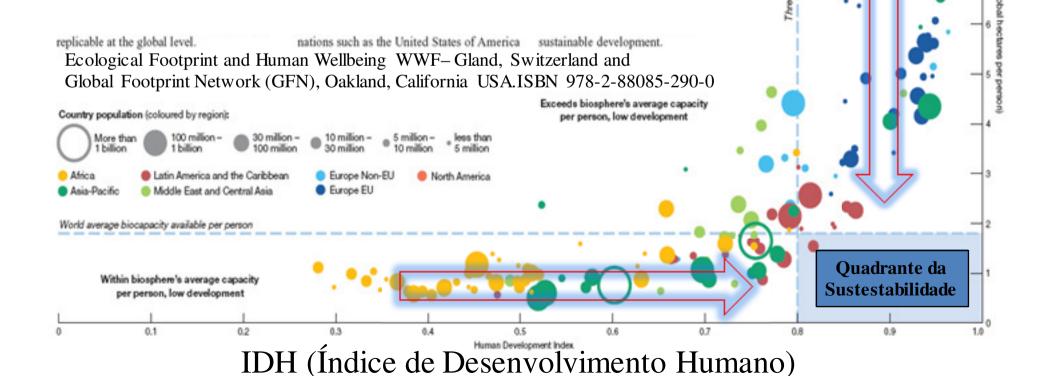


Fig. 8: HUMAN DEVELOPMENT INDEX AND ECOLOGICAL FOOTPRINTS, 2003

Exceeds biosphere's average capacity per person, high development





Poderá o Brasil, no Século XXI, tornar-se uma "potência ambiental tropical" ou o primeiro país tropical desenvolvido?

Brasil: Uma "Potência Ambiental Tropical"



Reduzimos o desmatamento em 60% desde 2004

Brasil pode ser
líder mundial em
desenvolvimento
sustentável





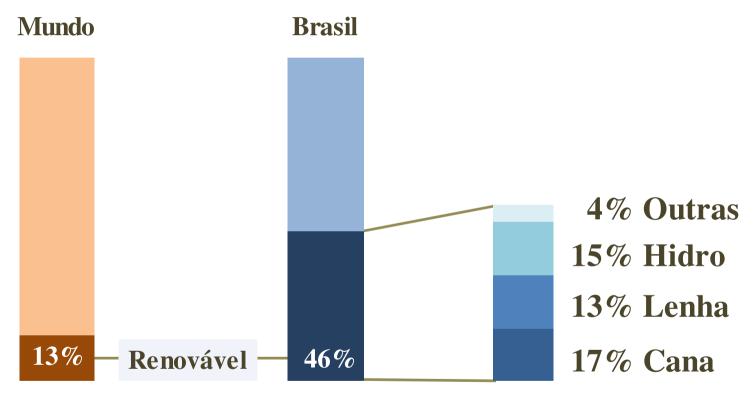




46% da nossa matriz energética vem de fontes renováveis

ENERGIAS RENOVÁVEIS

Energia no Brasil: 46% de Fontes Renováveis





O Desafio de uma Geração ...

Inventar um novo paradigma de desenvolvimento, baseado em em conhecimento, reconhecendo que os usos racionais dos abundantes recursos naturais renováveis e da biodiversidade podem ser a grande alavanca para o desenvolvimento.



Pegada do Ozônio das Megacidades da América do Sul

65

60

55

50

45

40

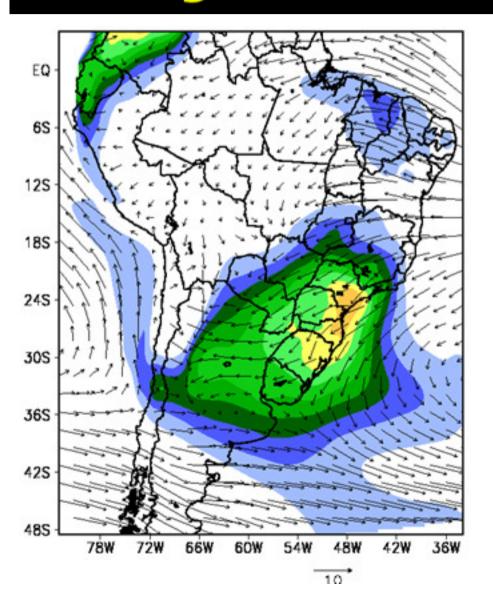
35

30

25

20

15



CCATT-BRAMS model results for near surface ozone percentage contribution from urban sources and average wind fields for October 2007, elucidating the footprint of

South American megacities.

A "pegada ecológica" das Regiões Metropolitanas tem escala subcontinental na qualidade do ar

Results from SAEMC-IAI project: M. Alonso, K. Longo, S. Freitas

Páginas web Centros Estaduais de Meteorologia



Rede de estações meteorológicas automáticas do INMET

http://www.inmet.gov.br/sonabra/maps/automaticas.php

Total aprox. 500 estações

No GTS aprox. 300 estações

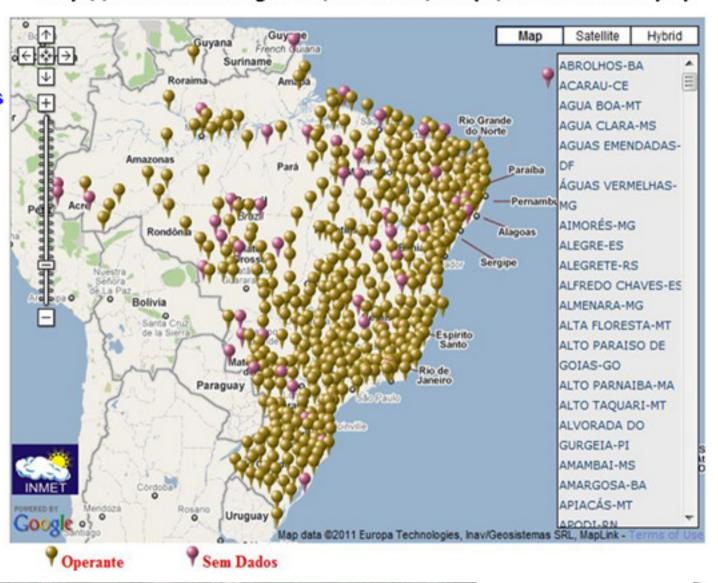
Freqüência: 1h/1h

Variáveis:

Temp Máx Temp Mín Chuva Pressão

Dir. Vento

Intens .Vento



PMTCRH/MCT

Programa de Monitoramento de Tempo, Clima e Recursos Hídricos

- Novo Paradigma:

 Estadualização da
 Meteorologia e Recursos
 Hídricos.
- Fixação de competência técno-científica nos estados;
- Proximidade funcional do tomador de decisão.

