

GOVERNO FEDERAL
BRASIL
PAÍS RICO É PAÍS SEM POBREZA

MCTI Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação

INPE
MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA
INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS

ciência para sustentabilidade

Mudança Climática
Bases Conceituais

Marcos Barbosa Sanches
marcos.sanches@inpe.br

Pinheiral-RJ
ABRIL 2012

A Mudança Climática X O Seu Dia a Dia

. Evitar queimar compostos orgânicos ou lixo
. Plantar mais árvores e cultivar áreas verdes
. Reduzir e reciclar o lixo
. Fazer vistorias constantes em veículos
. Pensar antes de comprar, ser um consumidor consciente
. Preservar os rios, lagos e oceanos
. Repensar seus hábitos alimentares
. Economizar água
. Mudar seu estilo de vida e consumo visando a conservação
. Organizar sistemas de caronas
. Usar combustíveis menos poluentes
. Economizar energia
. Preferir produtos biodegradáveis.
. Ser um agente multiplicador do tema

Gilvan Sampaio, 2010

Folha de São Paulo
10 de abril de 1957



Há 50 Anos

10.abr.1957/Folha Imagem

O oceanógrafo Ingvar Emilsson (à dir.), da USP

Plan

DO BANCO DE

A hipóte
norte-ame
plan, segu
50 ou 60 a
da Terra p
devido ao
leiras, vem
ão nos me

Planeta sofre aquecimento

DO BANCO DE DADOS

A hipótese feita pelo geógrafo norte-americano Joseph Kaplan, segundo a qual dentro de 50 ou 60 anos algumas regiões da Terra podem ser inundadas devido ao derretimento das geleiras, vem provocando discussão nos meios científicos.

O oceanógrafo Ingvar Emilsson, da USP, concorda que a crescente emissão de gases provoca o aumento da temperatura global e a diminuição das geleiras. Para ele é difícil calcular a extensão dos danos, pois alguns fatores, como a radiação solar, não são totalmente previsíveis. ("Folha da Noite", 11/4/1957)

1957 - Revelle & Suess - Sugerem que a taxa de absorção dos Oceanos é inferior ao o gerado pelo homem, alimentando o efeito estufa. Cria-se o "Fator Revelle" que é a medida de resistência da atmosfera para absorção do Dioxido de Carbono antropogênico

1988 ONU lança o IPCC

1979 - Primeira conferência sobre o clima global da WMO

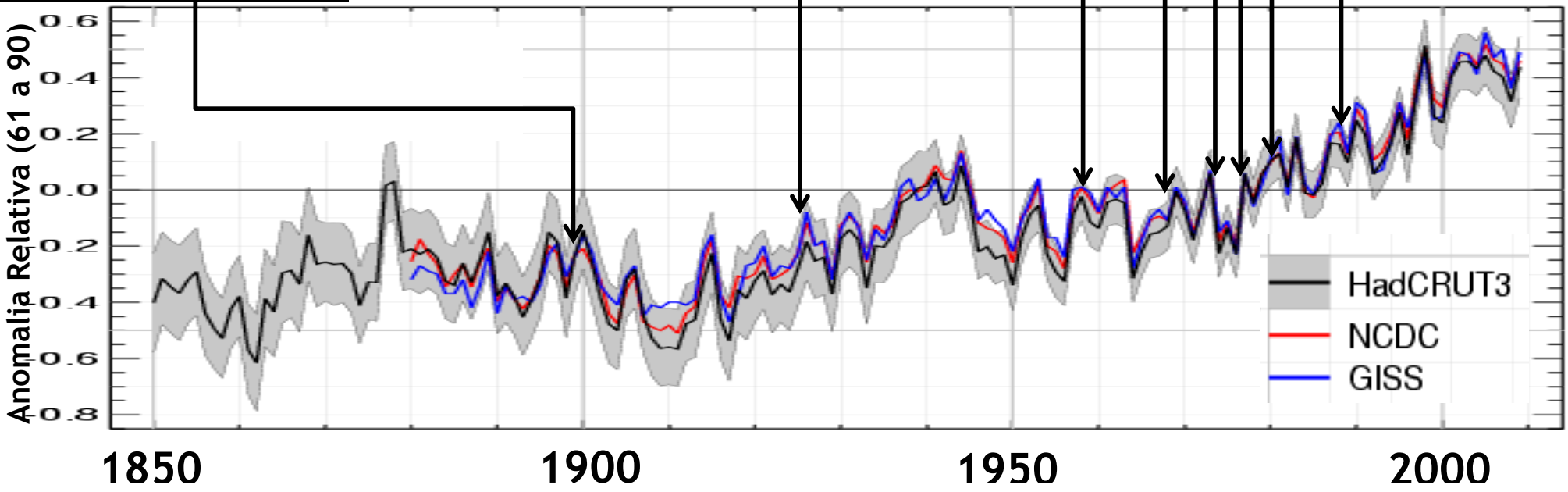
1930 - GS Callendar - Perceberam que USA e a Atlântico Norte tinham aquecido no último meio século

Fim 60's - Cálculos mostram elevação da temperatura no próximo século.

1975 - Ramanathan - Contribuição dos CFCs para o efeito estufa

In.70 pesquisas afirmam que o particulado lançado pelo homem impediria a luz solar

1896 - Svante Arrhenius Nova idéia: A queima de combustível fóssil contribui para elevação da temperatura média do planeta.



MCT / INPE / CCST – Marcos Barbosa Sanches – marcos.sanches@inpe.br

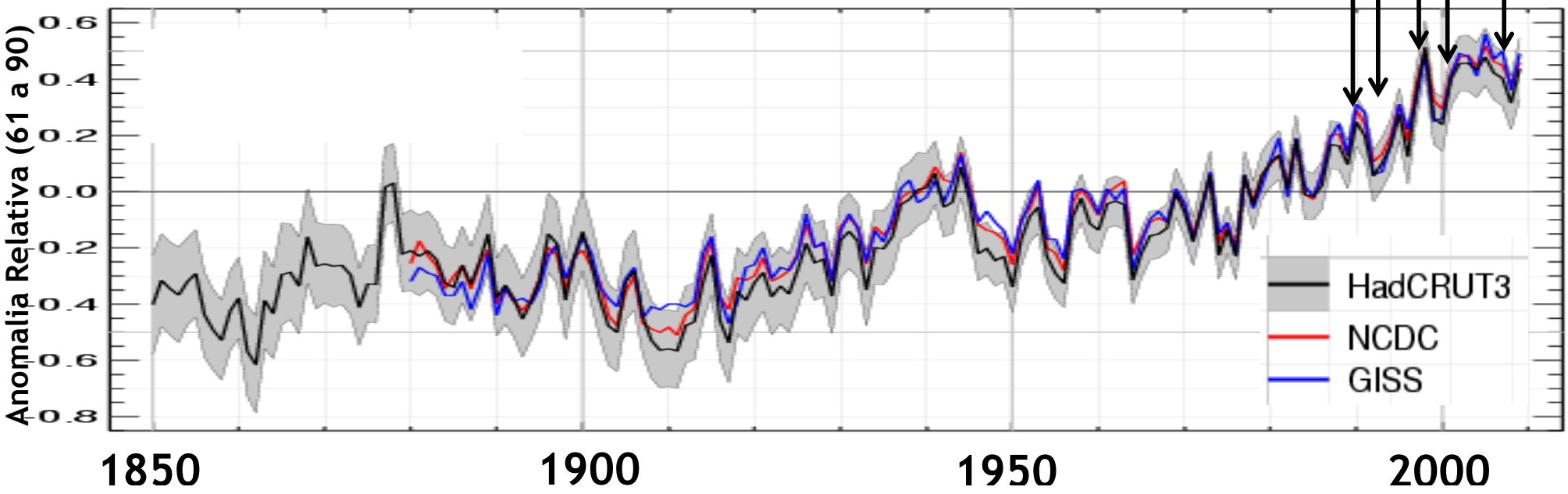
1990
IPCC-FAR: Níveis de gases do efeito estufa antropogênico estão aumentando e são suscetíveis para o aquecimento global

1992
UNFCCC-ECO92: Pede cortes voluntários nas emissões de gases do efeito estufa.

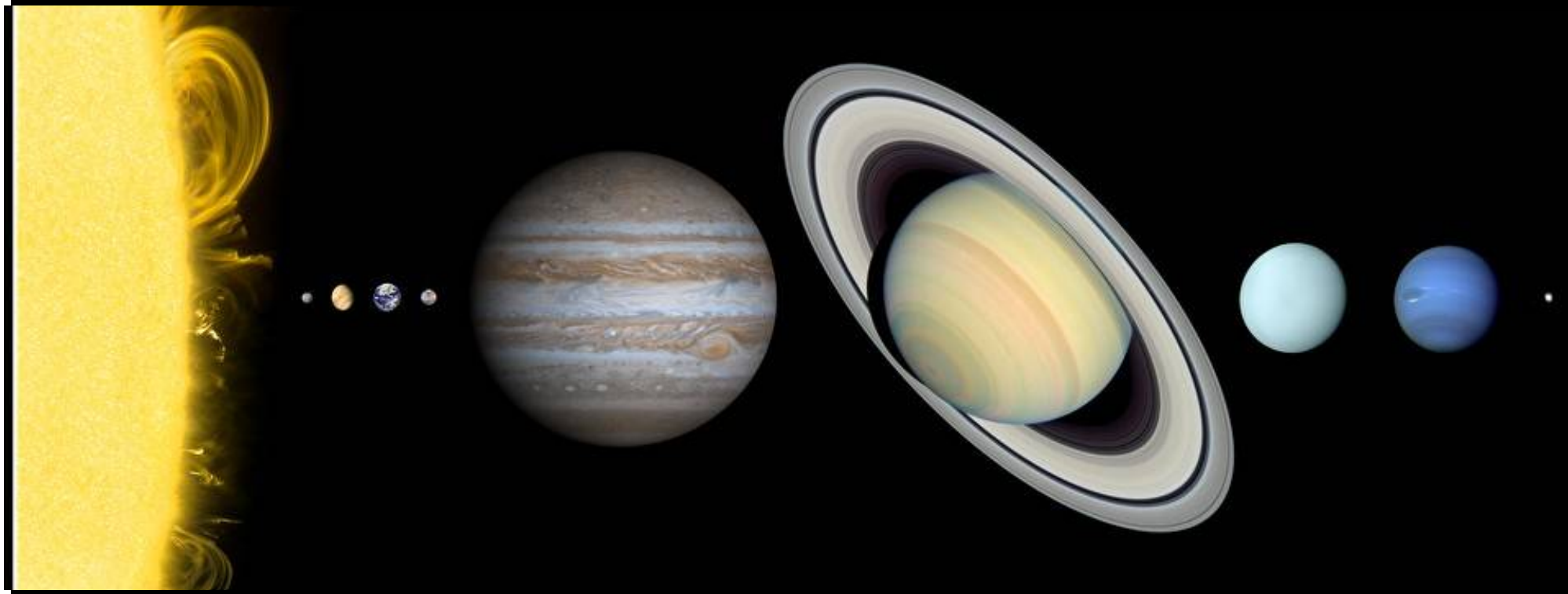
1996
IPCC-SAR: Há evidências de impacto humano irreversível sobre o clima.

2001
IPPC-TAR: Forte evidência de uma mudança no clima induzida pelo homem.

2007
IPCC-AR4: O aquecimento do sistema climático é inequívoco e muito provavelmente se deve ao aumento observado nas concentrações de gases de efeito estufa.



MCT / INPE / CCST – Marcos Barbosa Sanches – marcos.sanches@inpe.br



MCT / INPE / CCST – Marcos Barbosa Sanches – marcos.sanches@inpe.br



Efeito Estufa: Informações Básicas

EFEITO ESTUFA





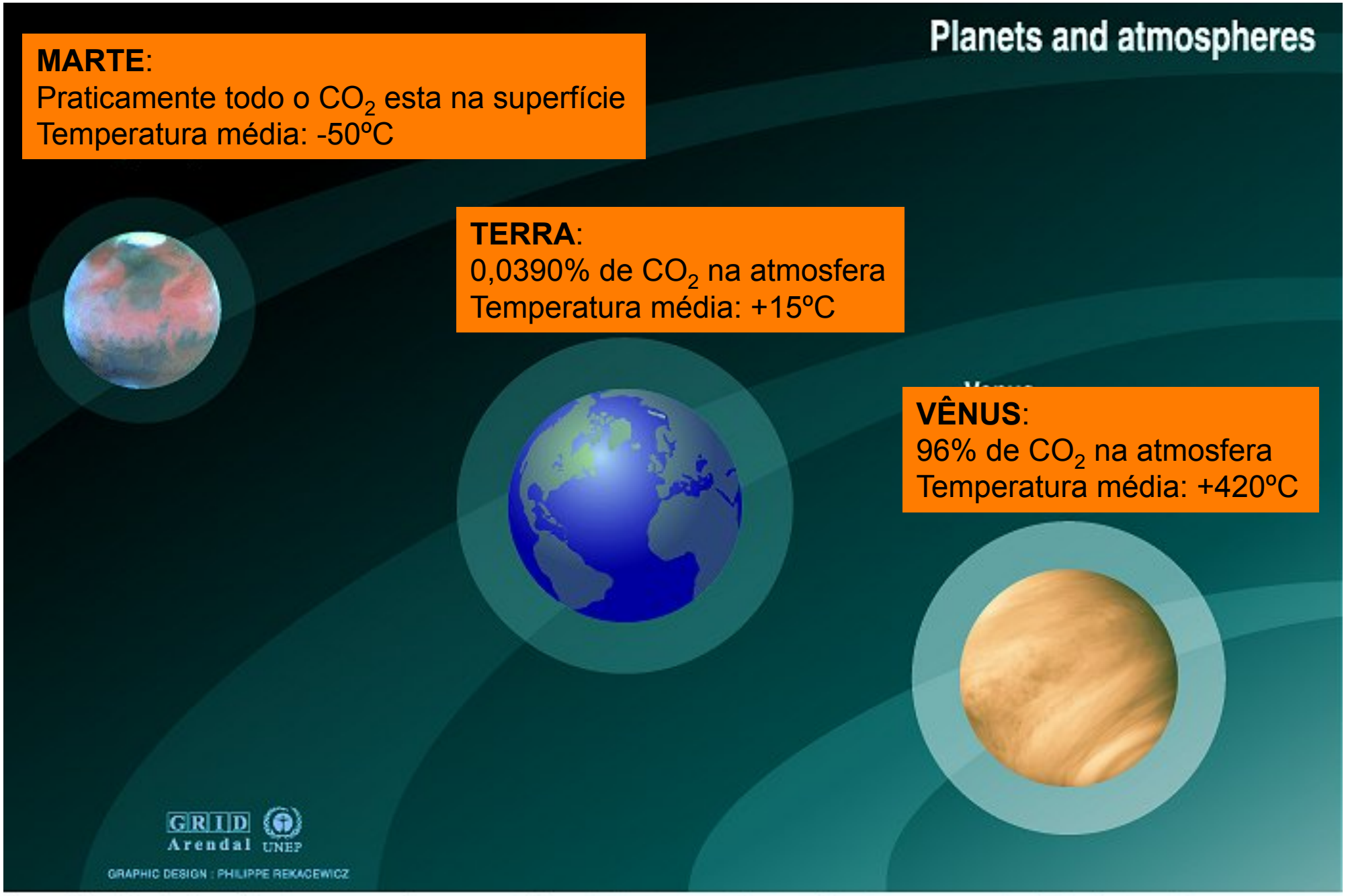
B- Parte da radiação é refletida pela Terra e atmosfera

C- Parte da radiação infravermelha (calor) refletida ou emitida pela Terra é refletida de volta ou absorvida pela camada de gases de efeito estufa na atmosfera. O efeito é o aquecimento da superfície terrestre.

A- A maior parte da radiação solar atravessa a atmosfera, é absorvida pela superfície da Terra aquecendo-a

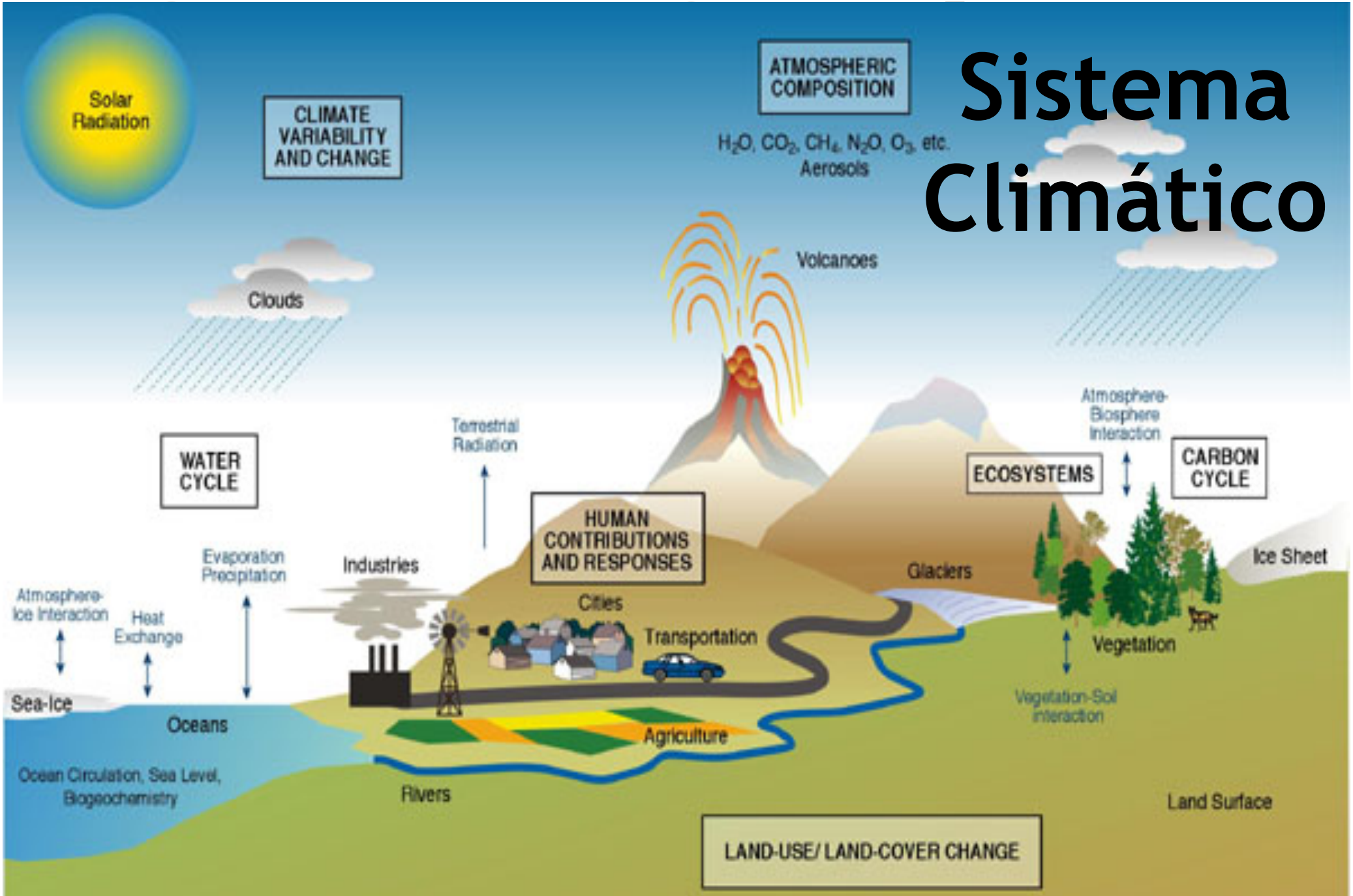
100 km- 78% N; 21% 0; 0,93% Ar; 0,38% CO_2

Raio médio da Terra: 6.378 km



Sources: Calvin J. Hamilton, Views of the solar system, www.planetscapes.com; Bill Arnett , The nine planets, a multimedia tour of the solar system, www.seds.org/billa/tnp/nineplanets.html

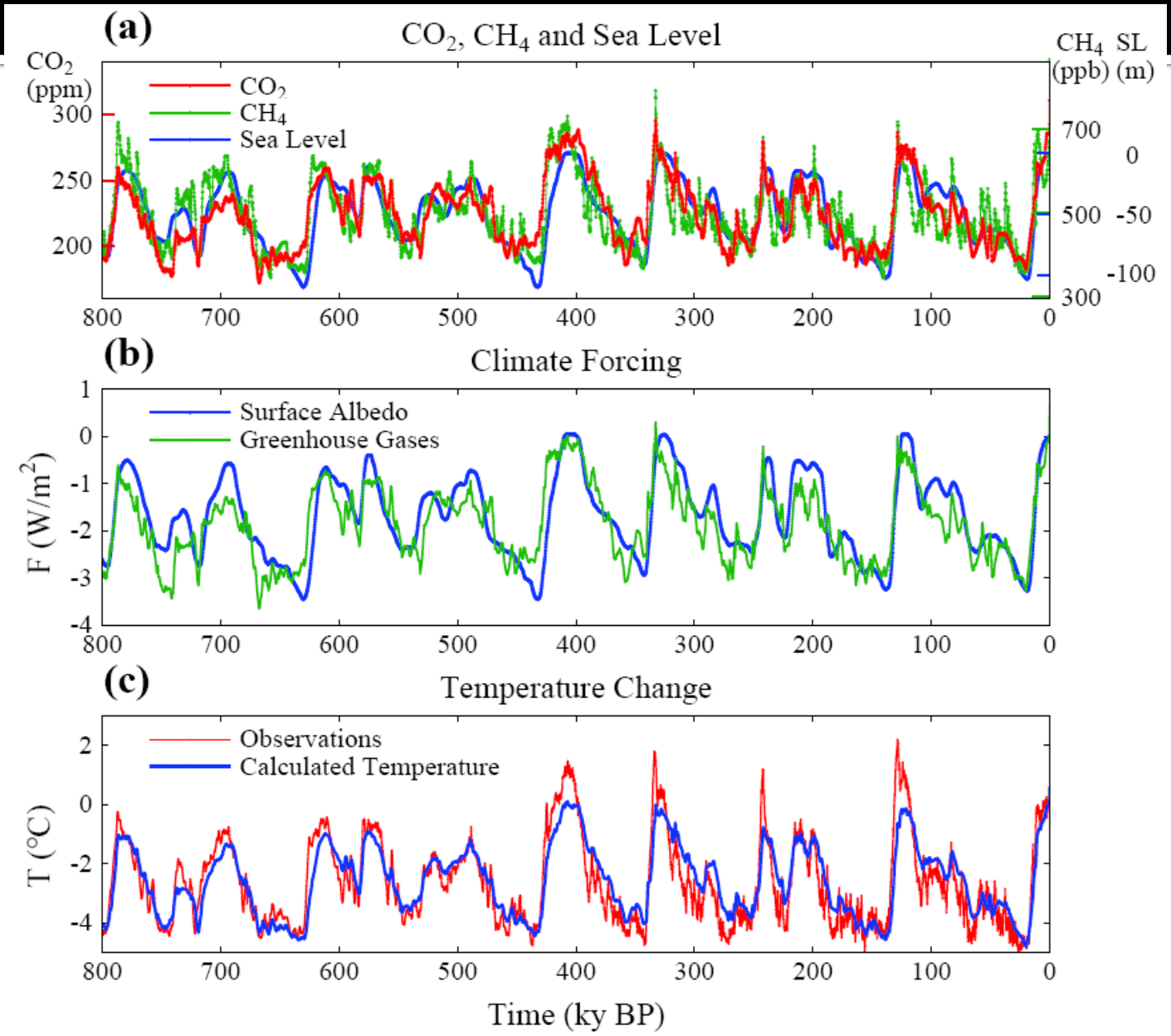
Sistema Climático



Resultado de complexas interações entre diversos subsistemas

MCT / INPE / CCST – Marcos Barbosa Sanches – marcos.sanches@inpe.br

800.000 years of climatic history



(a) CO_2, CH_4 and sea level in the last 800.000 years.

(b) Climatic forcings due to changes in the green house gases and frozen areas.

(c) Global temperature calculated in the the forcings above and a climatic sensibility of ¾ °C by W/m^2.

Jim Hanssen, NASA GISS

Conceito - MUDANÇA CLIMÁTICA

MUDANÇA CLIMÁTICA refere-se a qualquer mudança do clima que ocorra ao longo do tempo em decorrência da variabilidade natural ou da atividade humana.

Para a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, mudança do clima se refere a uma mudança que possa ser atribuída direta ou indiretamente à atividade humana e que altere a composição da atmosfera global, sendo adicional à variabilidade climática natural observada ao longo de períodos comparáveis de tempo

Mudanças Climáticas

Principais Causas Naturais

-Variações da luminosidade solar

-Deriva dos continentes (variações de milhares de anos)

-Variações de parâmetros orbitais da Terra

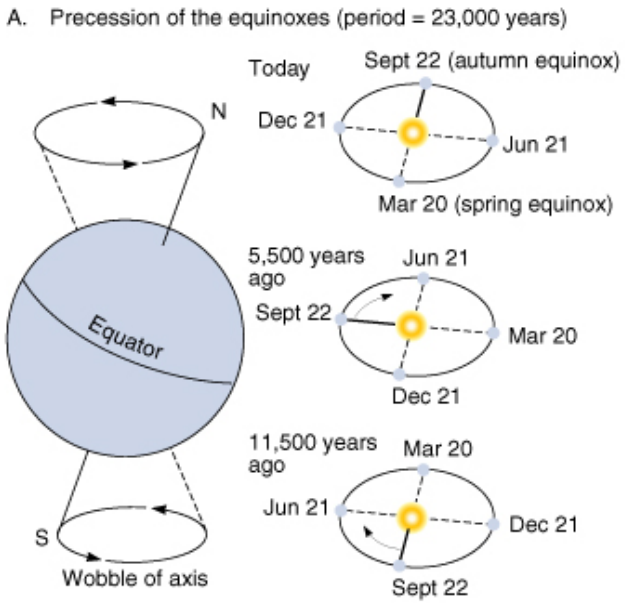
- Aerossóis naturais

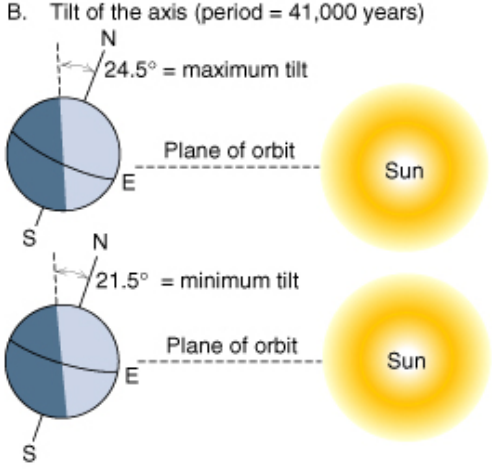
Sal Marinho	1000 Mton/ano
Fontes Minerais	500 Mton/ano
Incêndios Florestais	35 Mton/ano

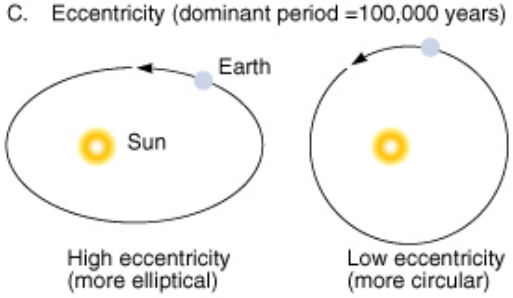
-Erupções Vulcânicas

-Fenômenos Climáticos

1) El Niño & La Niña
2) Furacões
3)Tempestades violentas







Copyright 1999 John Wiley and Sons, Inc. All rights reserved.

PRECESSÃO

PRECESSÃO: mudança na orientação do eixo rotacional da Terra. Mudanças alteram as datas do periélio e do afélio, e portanto aumenta o contraste sazonal em um Hemisfério e diminui em outro. Período: 23.000 anos

OBLIQUIDADE

OBLIQUIDADE: mudança na inclinação do eixo da Terra. Influencia na magnitude da mudança sazonal: quando a inclinação é maior as estações são mais extremas (invernos são mais frios e verões são mais quentes) e quando é menor o mais suaves em ambos os Hemisférios. Atualmente a inclinação é de 23,5º. Período: 41.000 anos, variando entre 21,5º e 24,5º. Verões mais frios significa maior permanência de neve e gelo na altas latitudes – feedback positivo: + neve, albedo maior, maior resfriamento.

ECENTRICIDADE

ECENTRICIDADE: atualmente existe uma diferença de 3% entre a maior aproximação (periélio) e o afélio. Esta diferença na distância significa 6% da insolação entre janeiro e julho. Ciclo: 90.000 a 100.000 anos. Quando a órbita está mais elíptica a dif. da insolação é da ordem de 20 a 30% entre jan. e jul.

Vulcões ou Aviões

Emissão DIÁRIA de CO2

Estimativa
Vultcão Eyjafjallajoekull
150.000 ton.



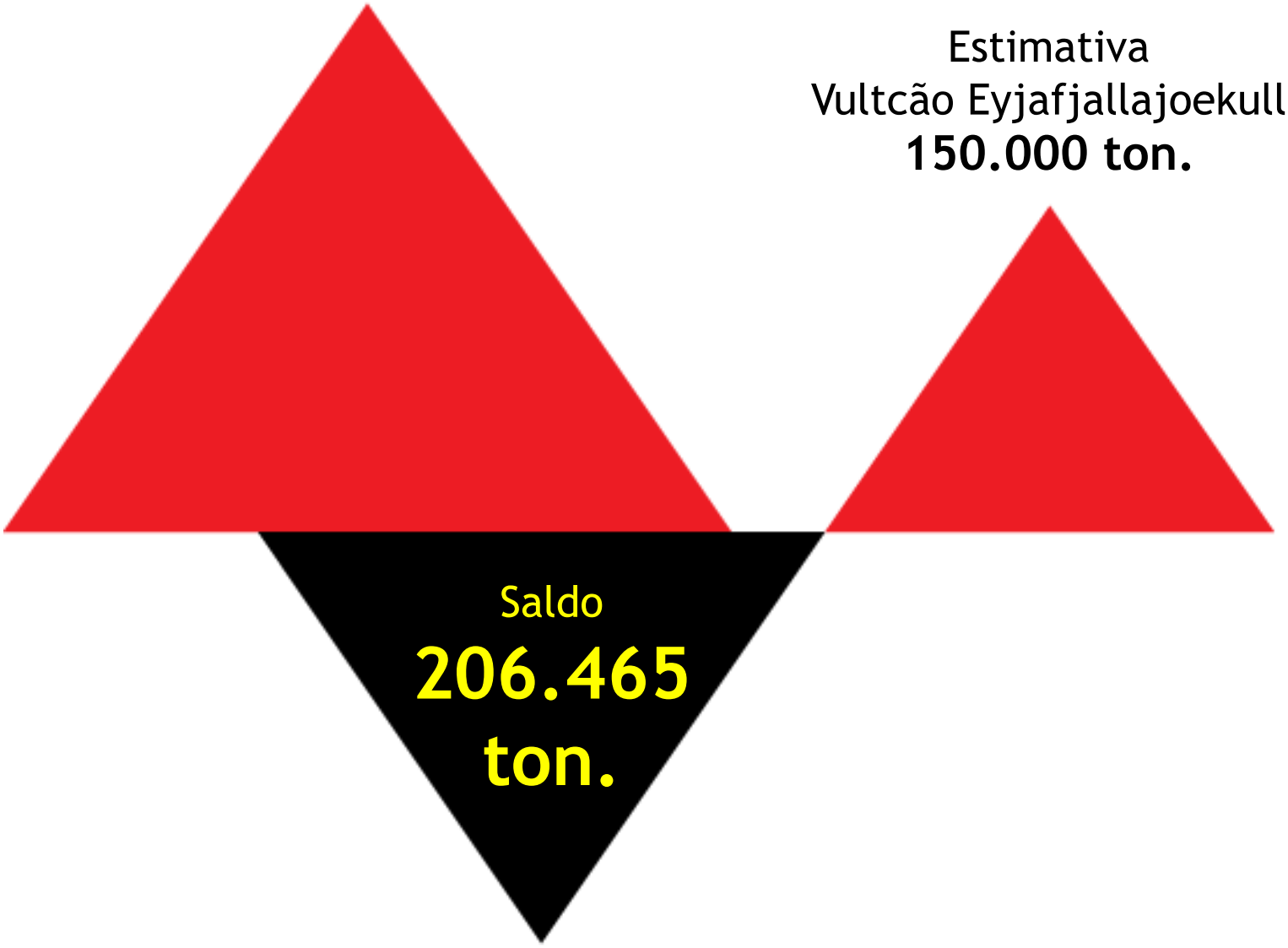
David McCandless & Ben Bartels v 1.3 // InformationIsBeautiful.net
source: USGS, BBC, EEA, Nordic Volcanological Institute, AFP
lower estimates for aviation & volcano used

Vulcões ou Aviões

Emissão DIÁRIA de CO2

Industria de Aviação Européia
344.109 ton.

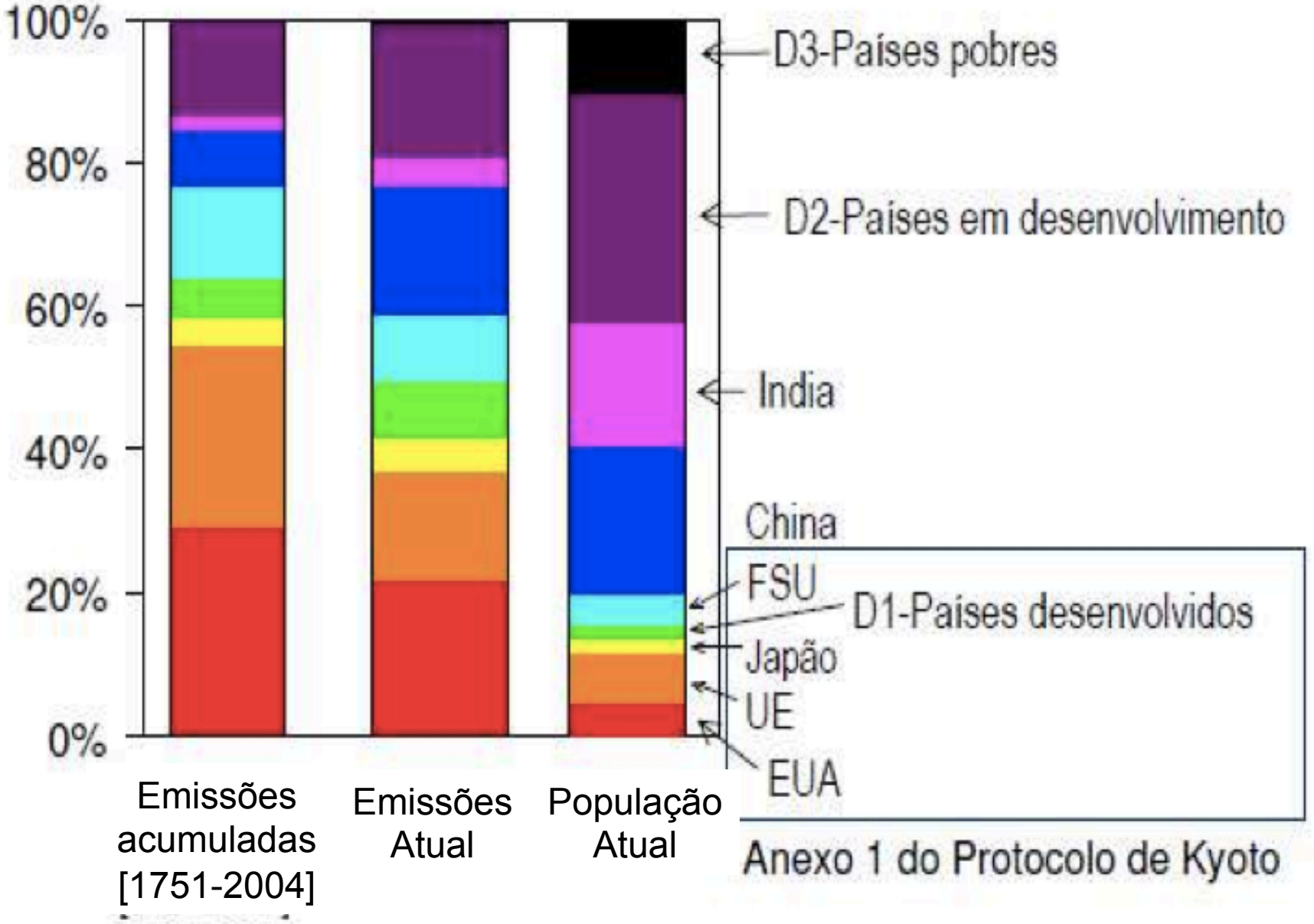
Estimativa
Vultcão Eyjafjallajoekull
150.000 ton.



David McCandless & Ben Bartels v 1.3 // InformationIsBeautiful.net
source: USGS, BBC, EEA, Nordic Volcanological Institute, AFP
lower estimates for aviation & volcano used
extra research: James Key, Nicole Keller // data: bit.ly/planevolcano

MCT / INPE / CCST – Marcos Barbosa Sanches – marcos.sanches@inpe.br

Emissões de CO_2 eq: Passado e presente





MCT / INPE / CCST – Marcos Barbosa Sanches – marcos.sanches@inpe.br

Avenida Paulista em 1891



Jules Victor André Martin (1832-1906)

Avenida Paulista em 1900 e pouco...



Avenida Paulista em 1912

Cartão postal circualado em 2 de maio de 1912



MCT / INPE / CCST – Marcos Barbosa Sanches – marcos.sanches@inpe.br

Avenida Paulista em 1928

Cartão postal circualado em 1928



MCT / INPE / CCST – Marcos Barbosa Sanches – marcos.sanches@inpe.br

Algumas décadas depois...



...mais algumas décadas...



Avenida Paulista hoje



MCT / INPE / CCST – Marcos Barbosa Sanches – marcos.sanches@inpe.br

A CADA HORA

MCT / INPE / CCST – Marcos Barbosa Sanches – marcos.sanches@inpe.br

A CA



HORA

MCT / INPE / CCST – Marcos Barbosa Sanches – marcos.sanches@inpe.br

4 Milhões de toneladas de CO_2 são emitidos



A

9.000 pessoas se somam à população mundial



HORA

MCT / INPE / CCST – Marcos Barbosa Sanches – marcos.sanches@inpe.br

4 Milhões de toneladas de CO_2 são emitidos



A

9.000 pessoas se somam à população mundial



HO



A cada hora, 1.500 hectares de florestas são derrubadas

MCT / INPE / CCST – Marcos Barbosa Sanches – marcos.sanches@inpe.br

4 Milhões de toneladas de CO_2 são emitidos



9.000 pessoas se somam à população mundial





Atividades humanas adicionam 1,7milh.Kg nitrogênio às florestas, plantações,corpos d'água



A cada hora, 1.500 hectares de florestas são derrubadas

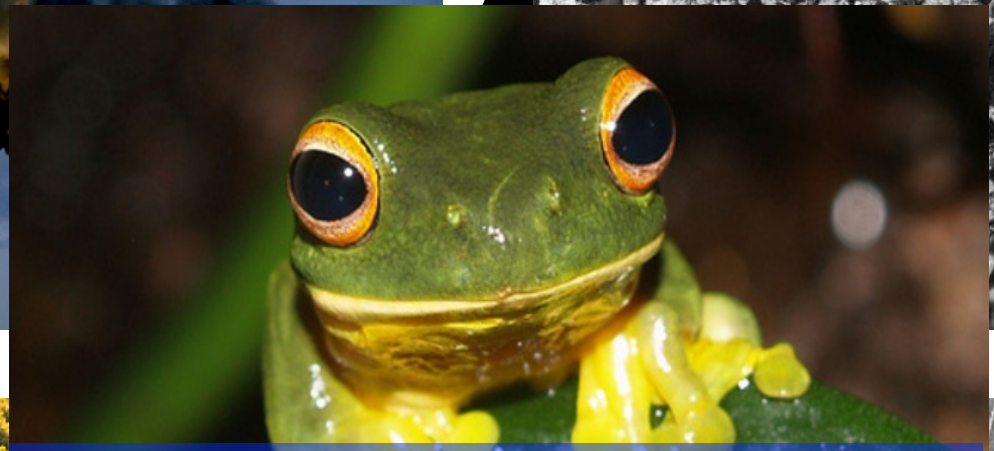
MCT / INPE / CCST – Marcos Barbosa Sanches – marcos.sanches@inpe.br

4 Milhões de toneladas de CO_2 são emitidos



9.000 pessoas se somam à população mundial





3 espécies são extintas
(1000 vezes mais rápido do que os processos naturais)



Atividades humanas adicionam 1,7milh.Kg nitrogênio às florestas, plantações,corpos d'água



A cada hora, 1.500 hectares de florestas são derrubadas

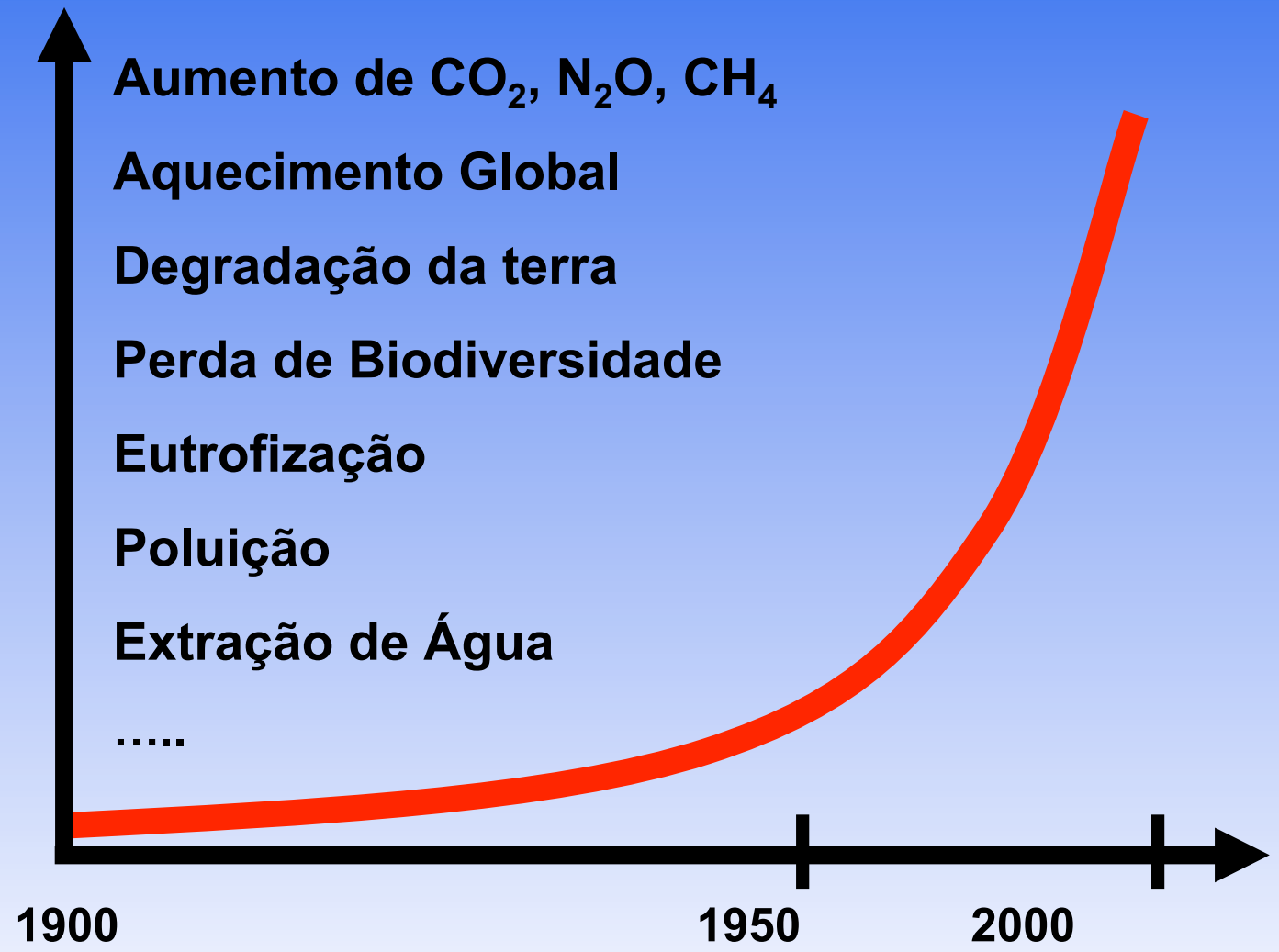
MCT / INPE / CCST – Marcos Barbosa Sanches – marcos.sanches@inpe.br

Desde 1970. Resultados do Relatório AR4 do IPCC: O Aquecimento Global é Inequívoco



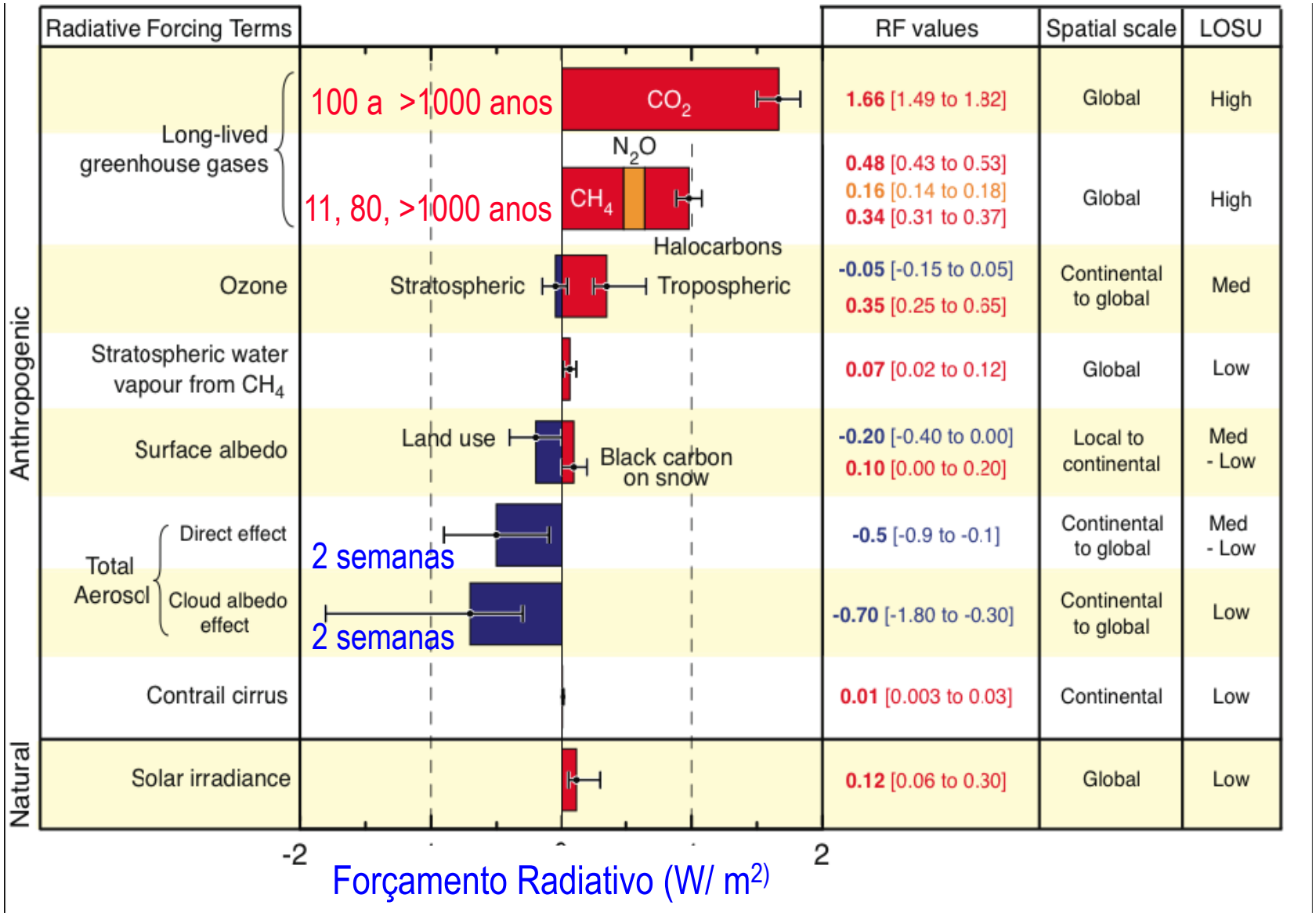
Fonte: A. A. Villela

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



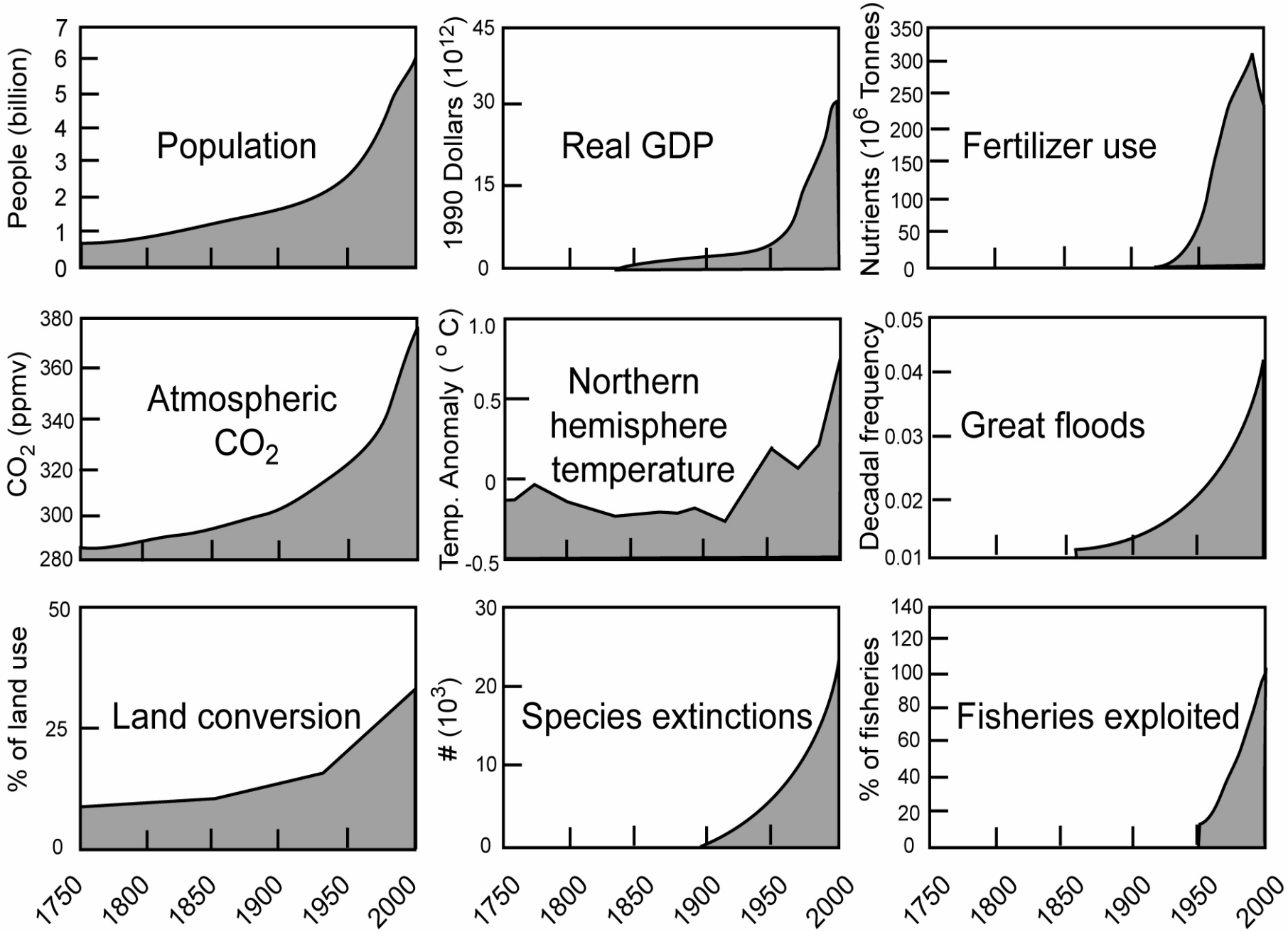
Rockstrom

Atualmente, o Forçamento Radiativo (RF) médio de GEE (aquecimento) e aerossois (resfriamento) é de 1,6 W/m2



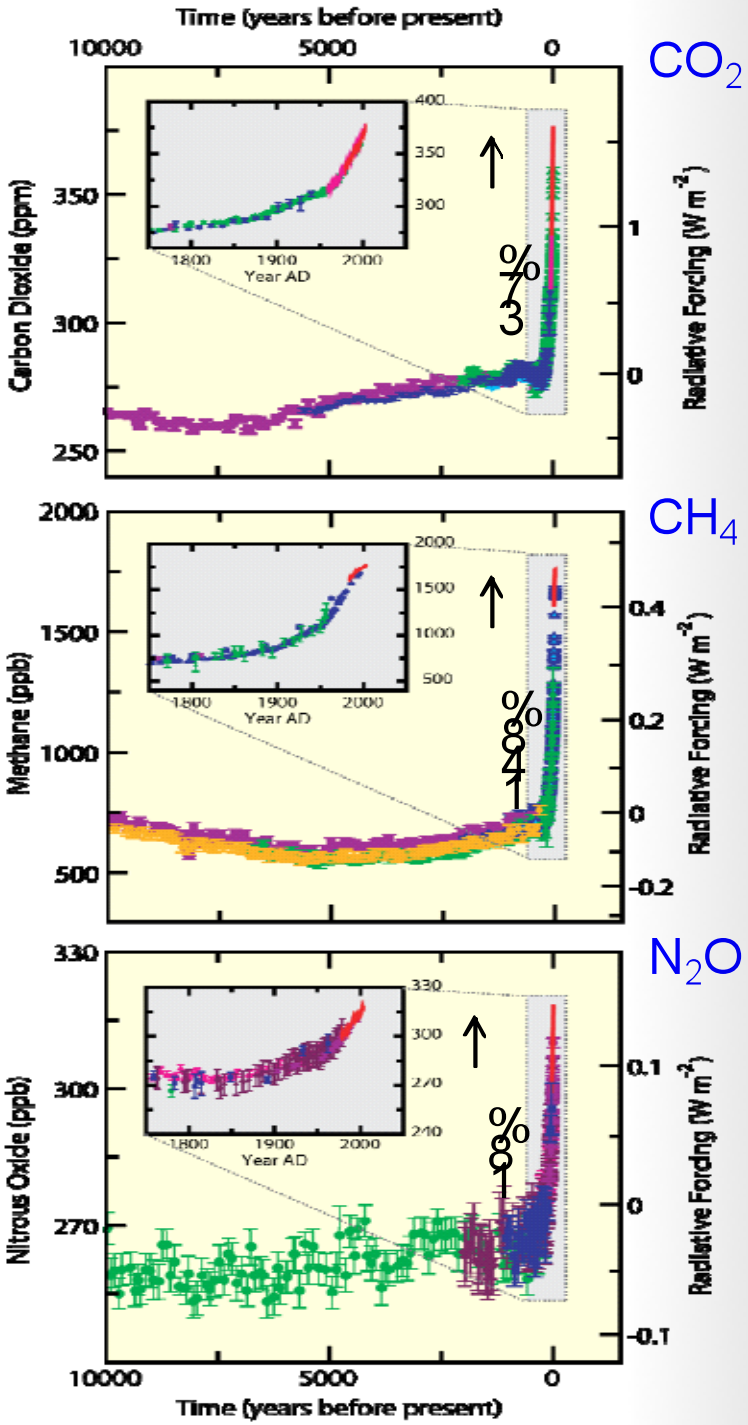
IPCC 2007 WGI

“Fotografias” do Antropoceno e a “Grande Aceleração”



IGBP 2003

Steffen et al. 2004



$[CO_2]$ aumentou de 280 ppm em 1750 para 383 ppm em 2007
140 anos

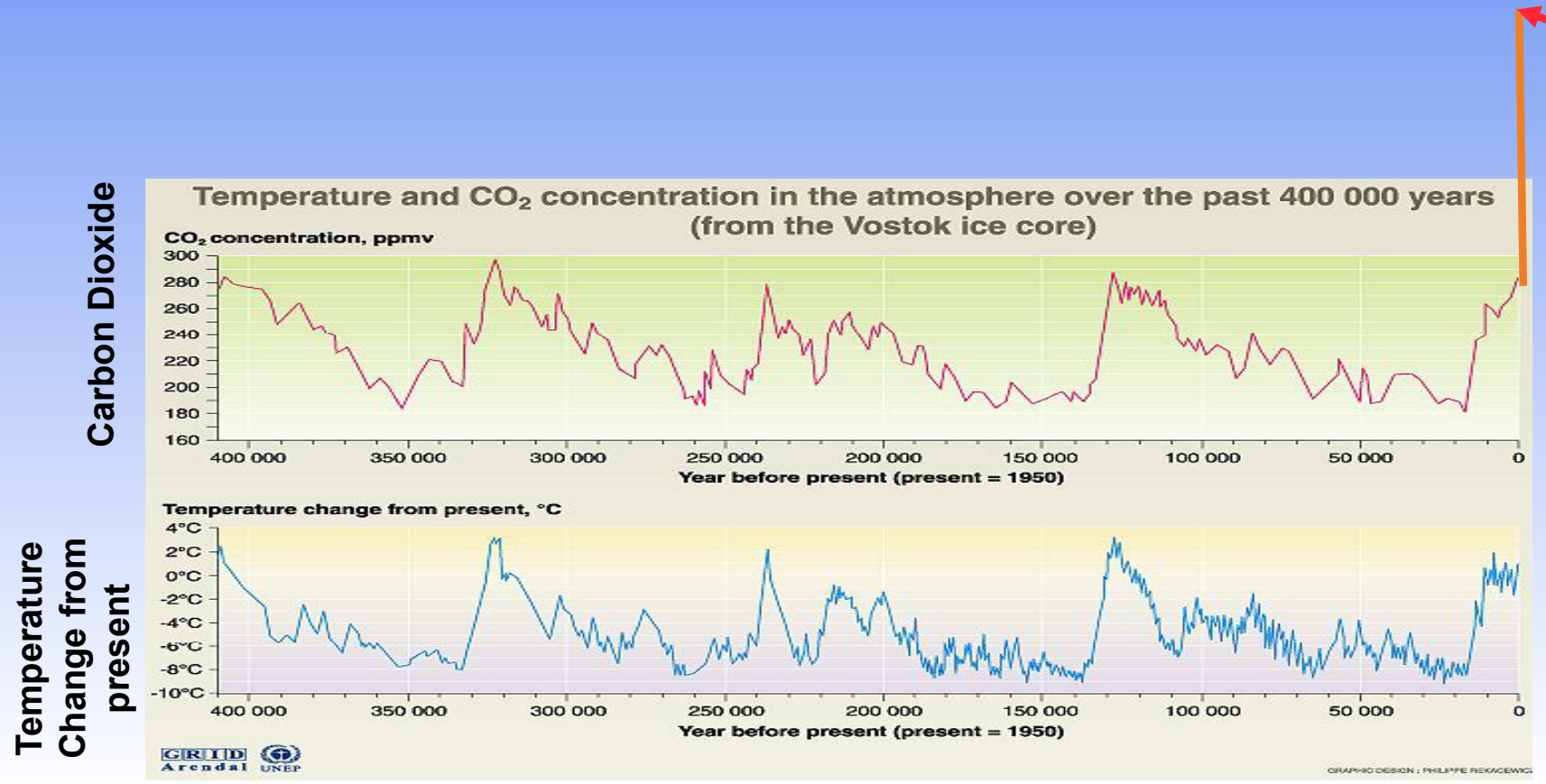
$[CH_4]$ aumentou de 715 ppb em 1750 para 1774 ppb em 2005
11 anos

$[N_20]$ 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

IPCC 2007 WGI

Dióxido de Carbono e Temperatura



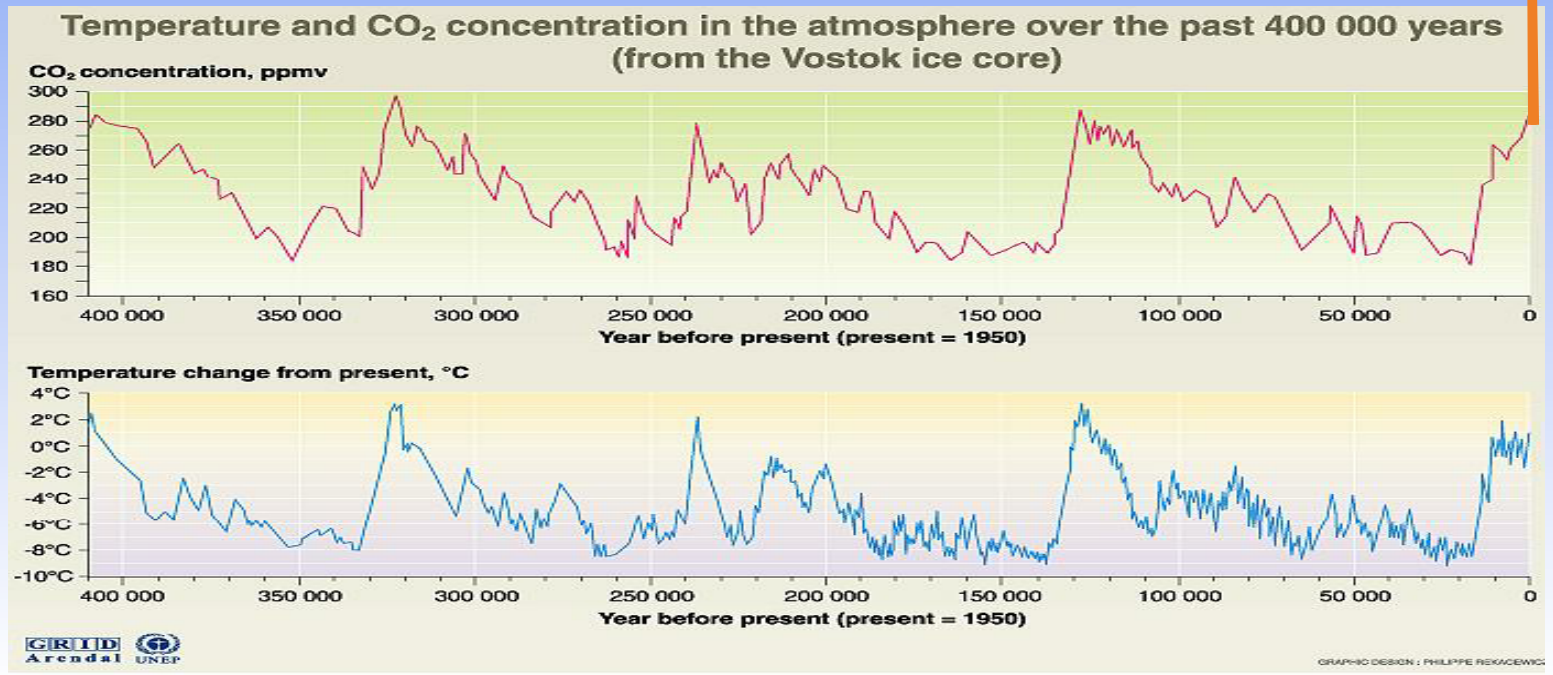
Source: J.R. Petit, J. Jouzel, et al. Climate and atmospheric history of the past 420 000 years from the Vostok ice core in Antarctica, Nature 399 (3JUne), pp 429-436, 1999.

Dióxido de Carbono e Temperatura

2100

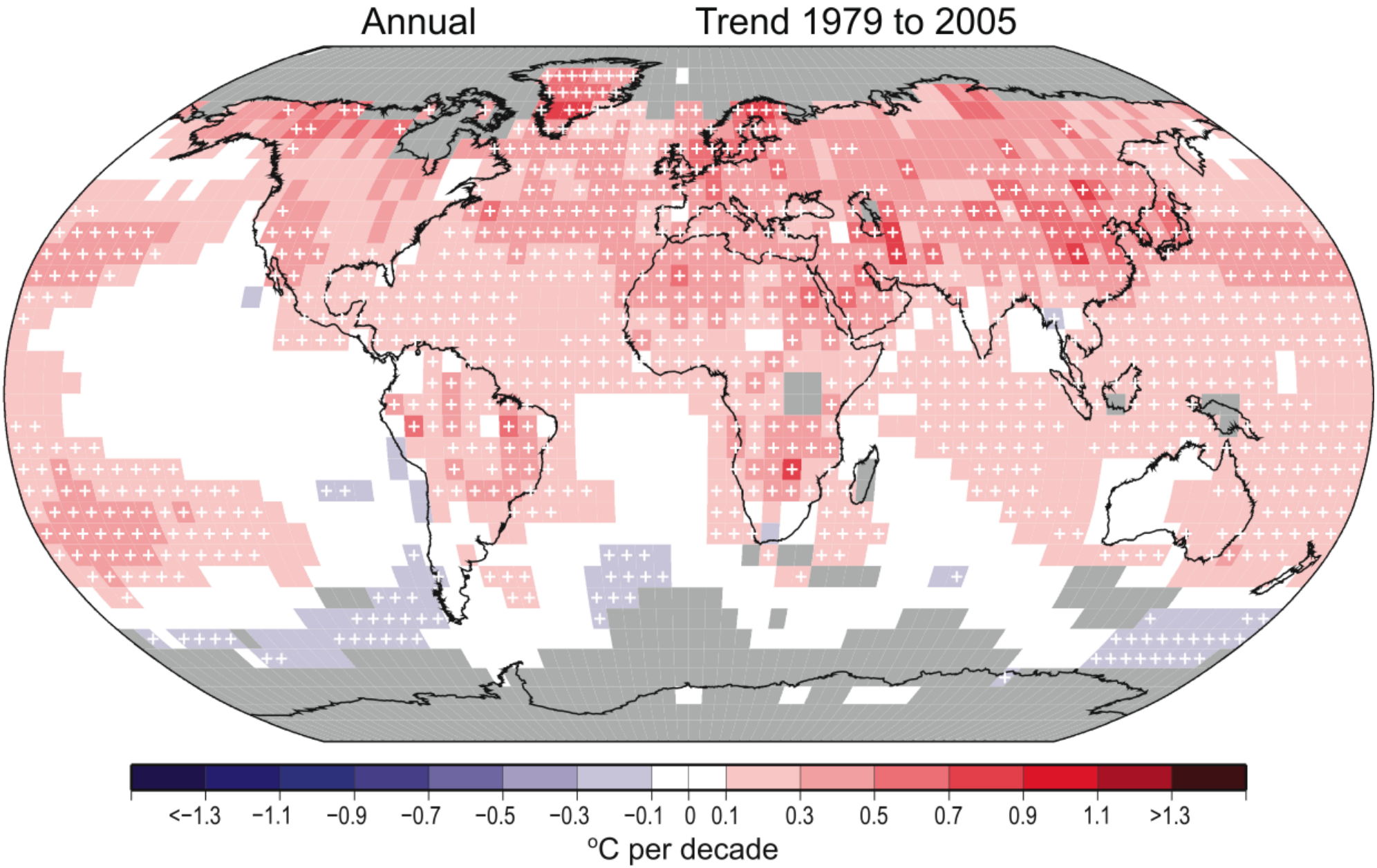
2010

"Business as Usual" (economia intensiva em Combustível Fóssil)

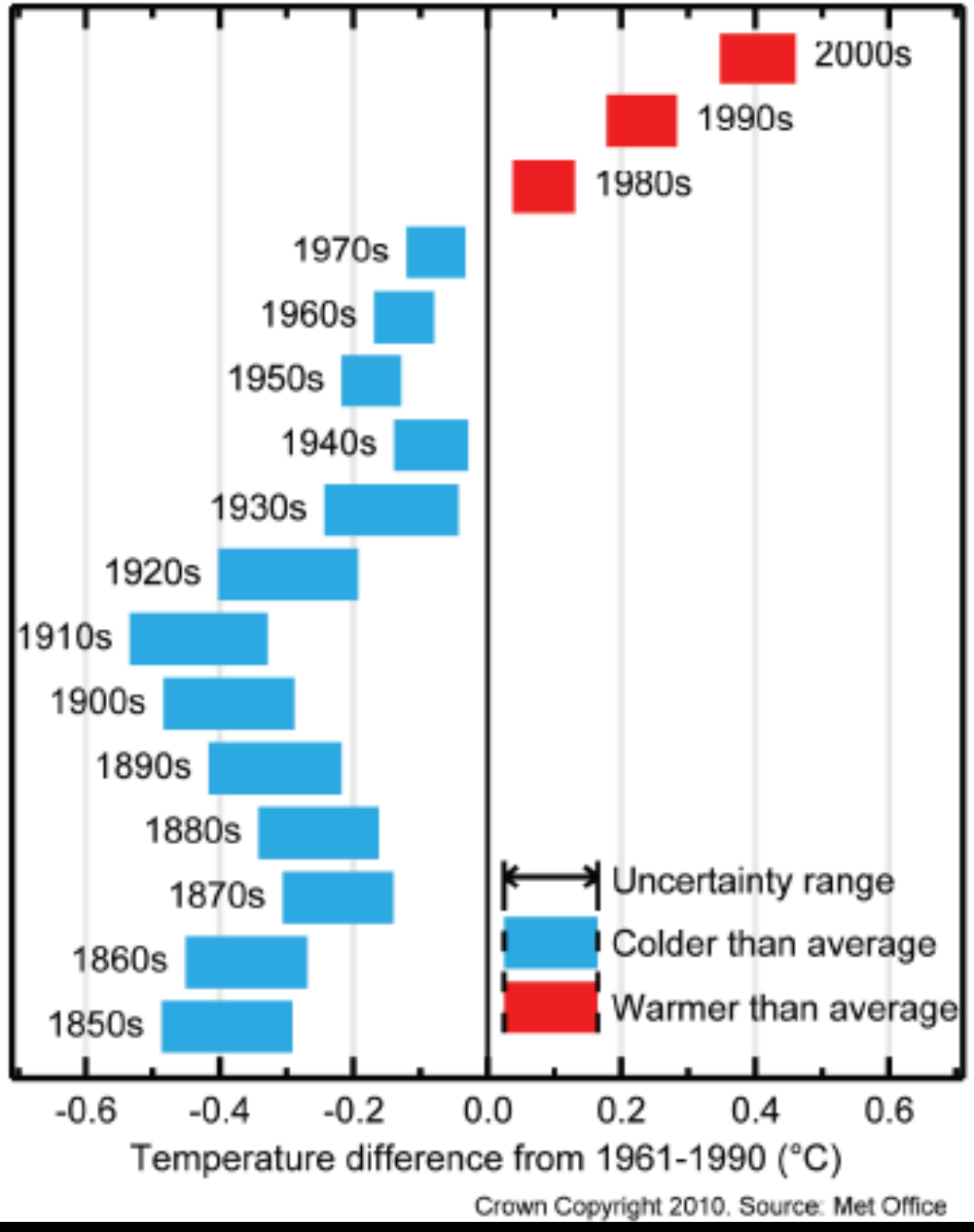


Source: J.R. Petit, J. Jouzel, et al. Climate and atmospheric history of the past 420 000 years from the Vostok ice core in Antarctica, Nature 399 (3JUne), pp 429-436, 1999.

O Aquecimento é inequívoco!

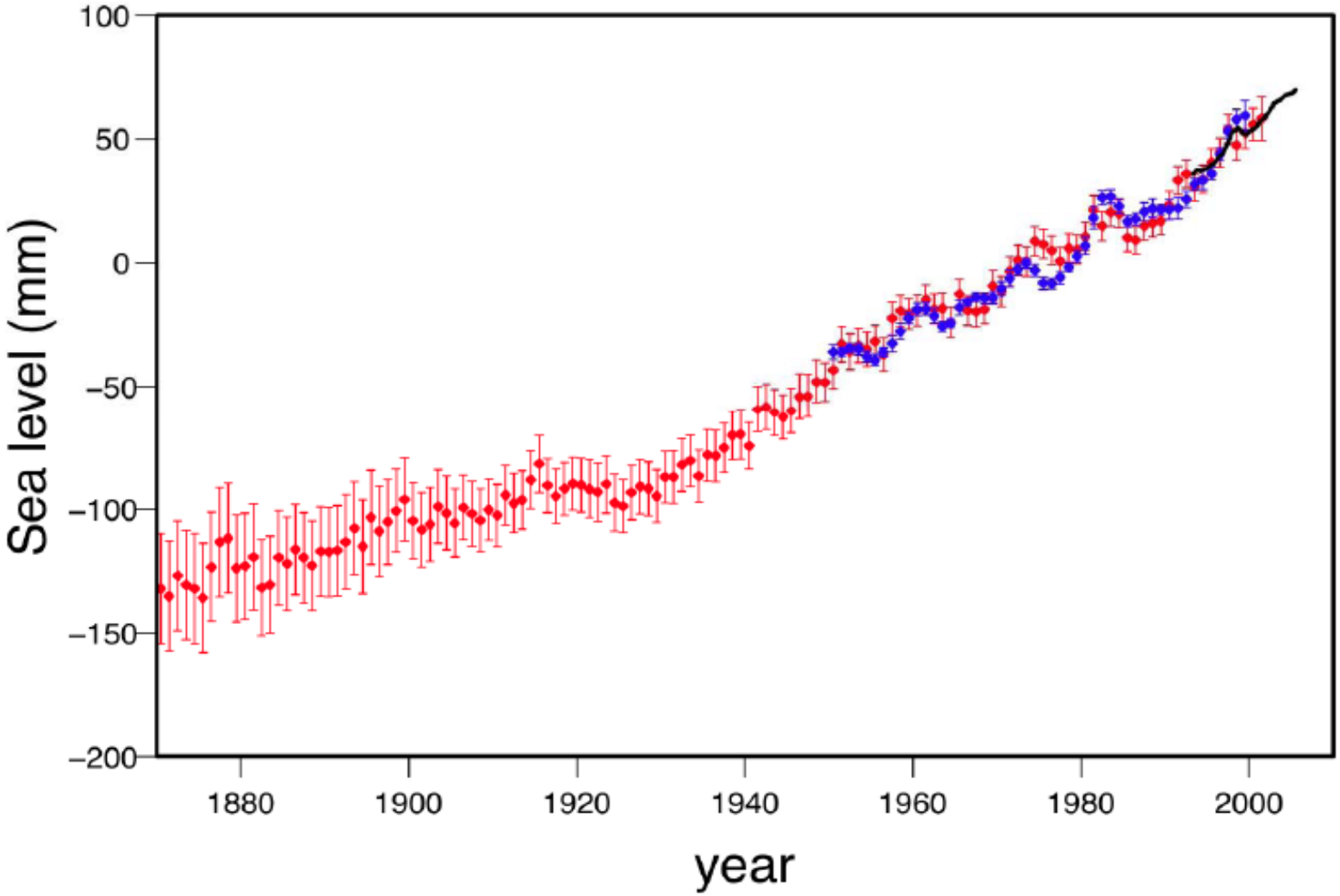


O Aquecimento é inequívoco!



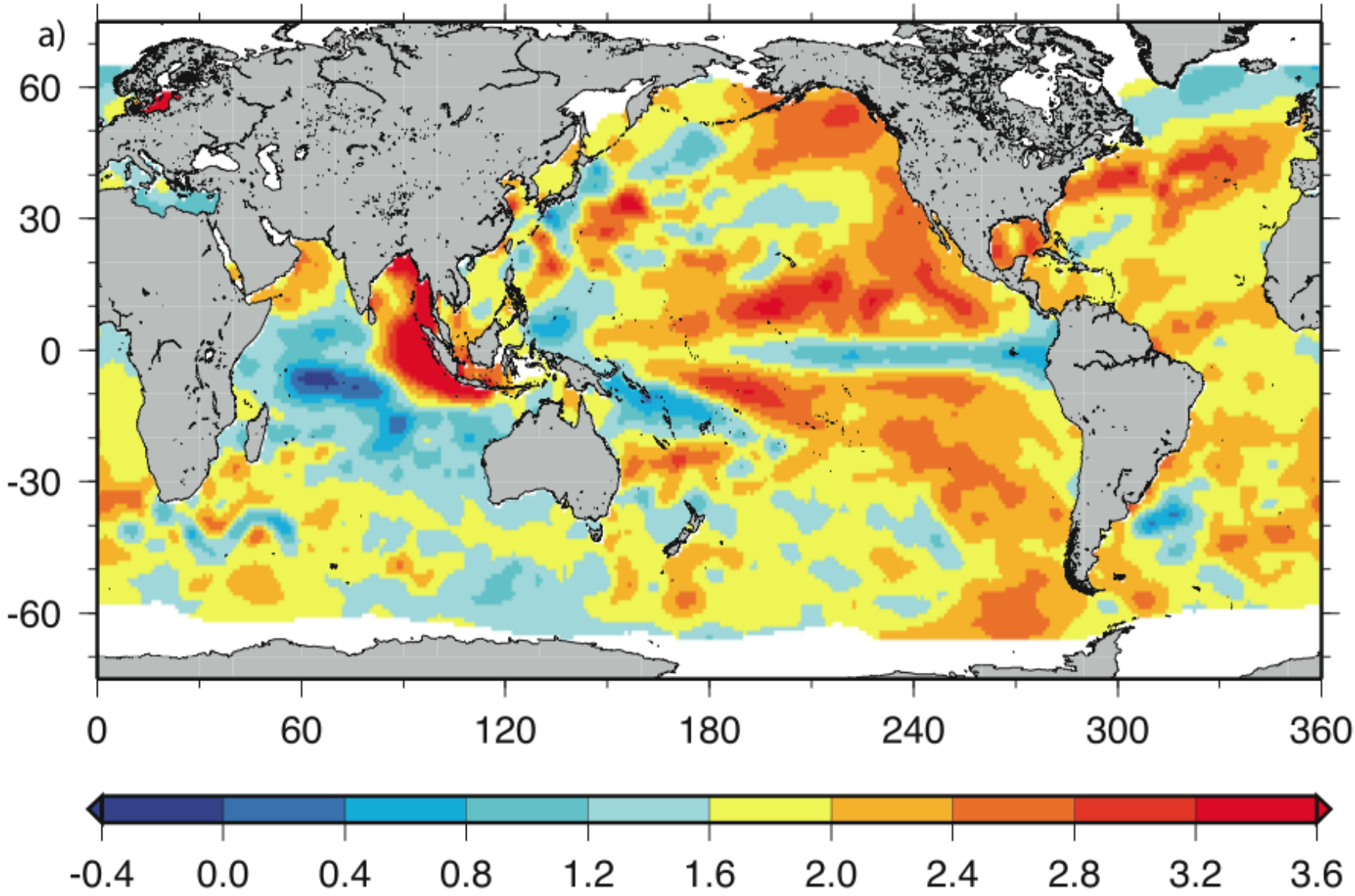
O Aquecimento é inequívoco!

Evolução do nível médio do mar desde a era pré-industrial



O Aquecimento é inequívoco!

Tendência do nível médio do mar entre 1955 e 2003



Fonte: IPCC 2007



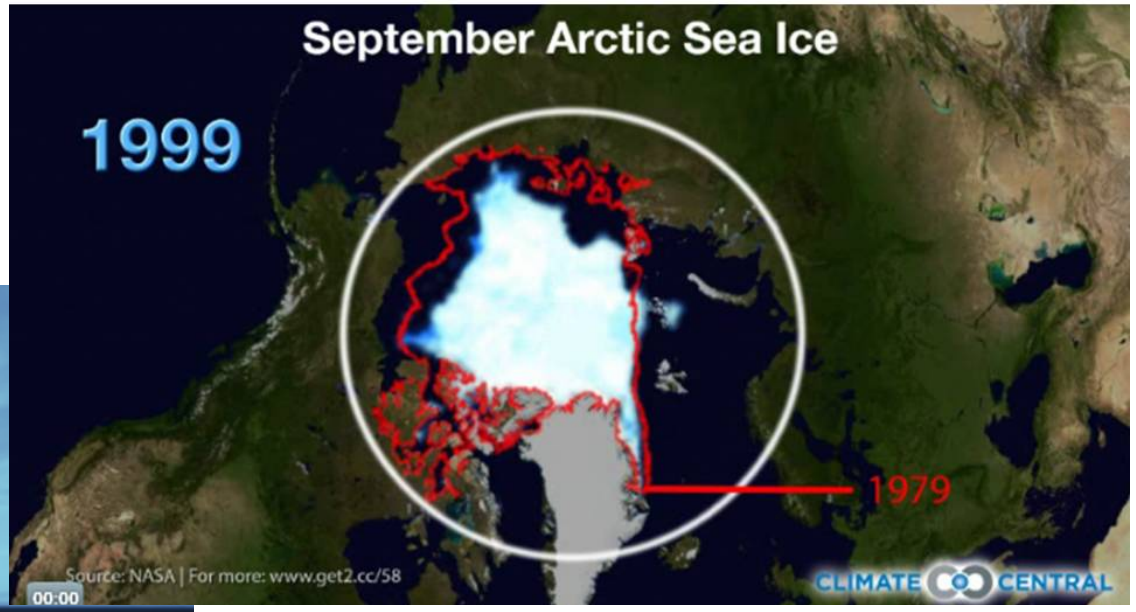


O Aquecimento é inequívoco!





O Aquecimento é inequívoco!





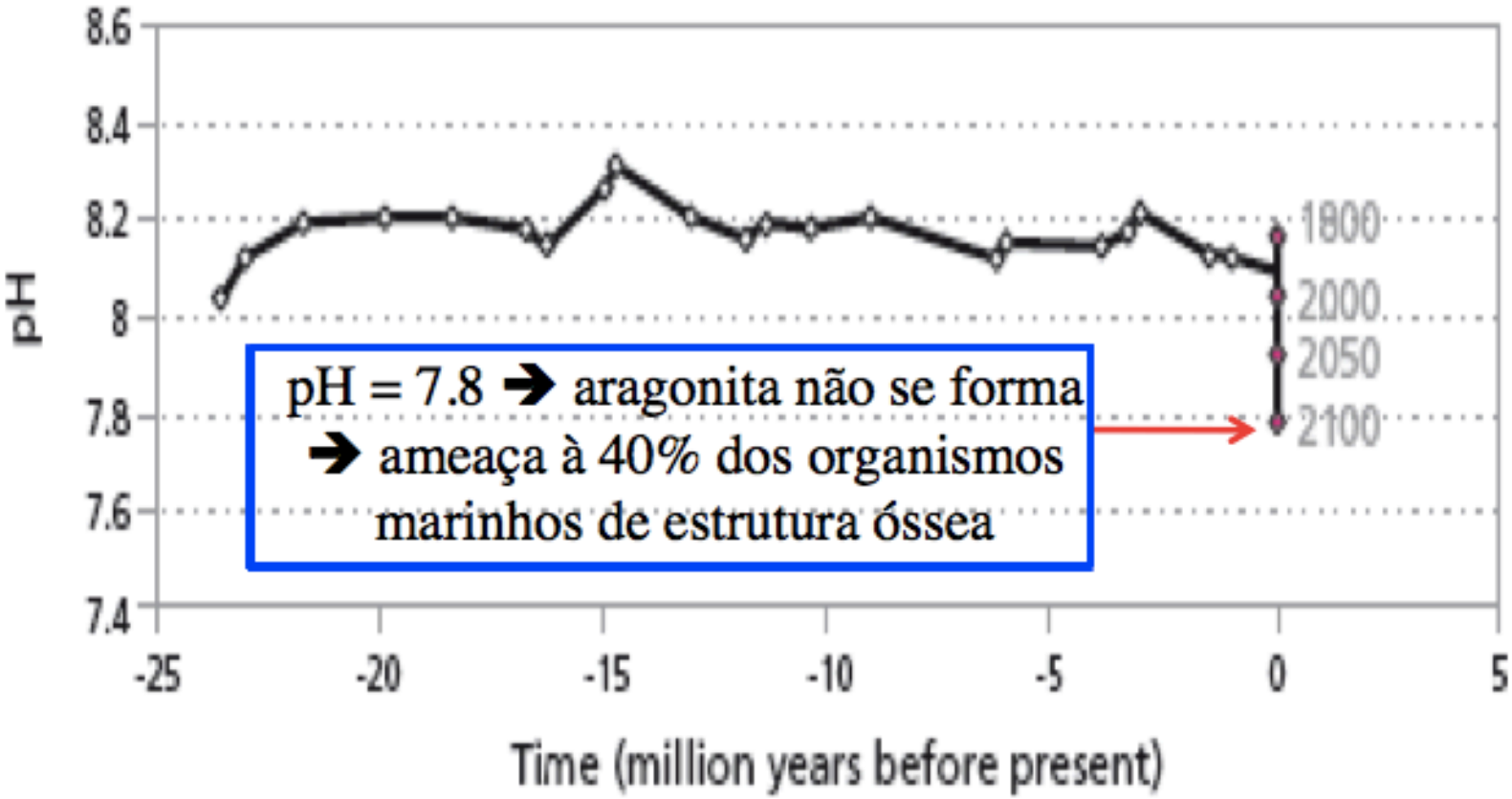
O Aquecimento é inequívoco!





O Aquecimento é inequívoco!

Acidificação dos Oceanos



Ocean acidity (pH) over the past 25 millions years and projected to 2100[25]. The lower the pH, the more acidic the ocean becomes.



"Num mundo desigual, as mudanças climáticas irão aumentar ainda mais as desigualdades"

M. Parry, co-presidente do IPCC AR4 WGII

Impactos das Mudanças Ambientais

MCT / INPE / CCST – Marcos Barbosa Sanches – marcos.sanches@inpe.br

Comida para uma semana no campo de Refugiados em Darfur, África



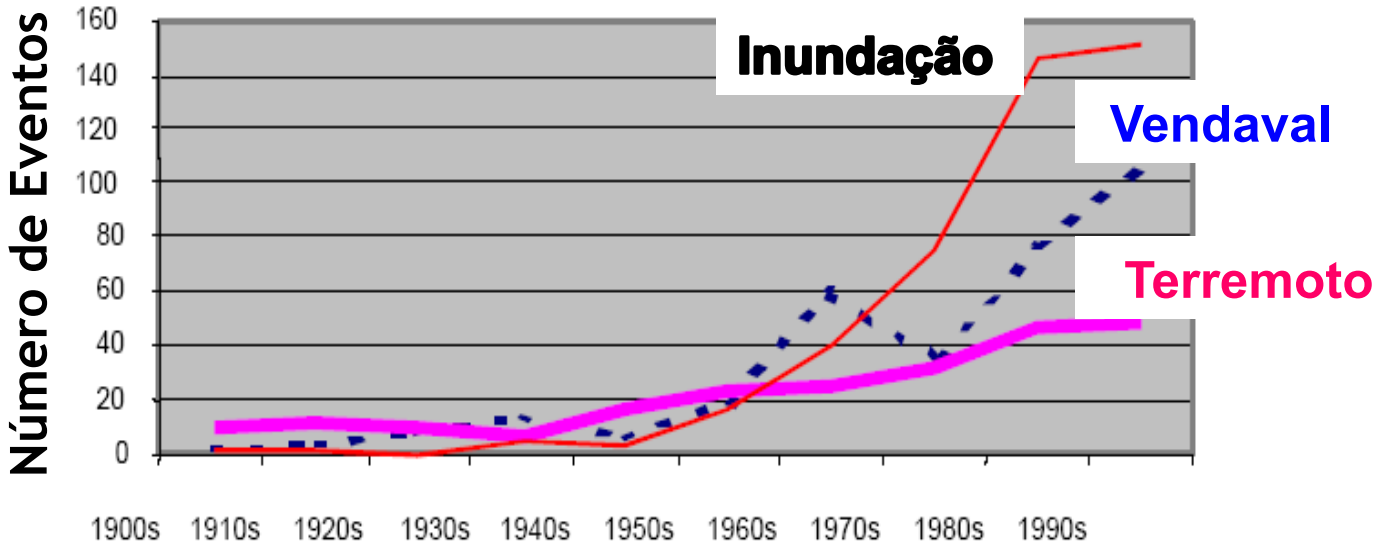
FONTE - Menzel, 2005

Comida para uma semana na Alemanha



FONTE: Menzel 2005

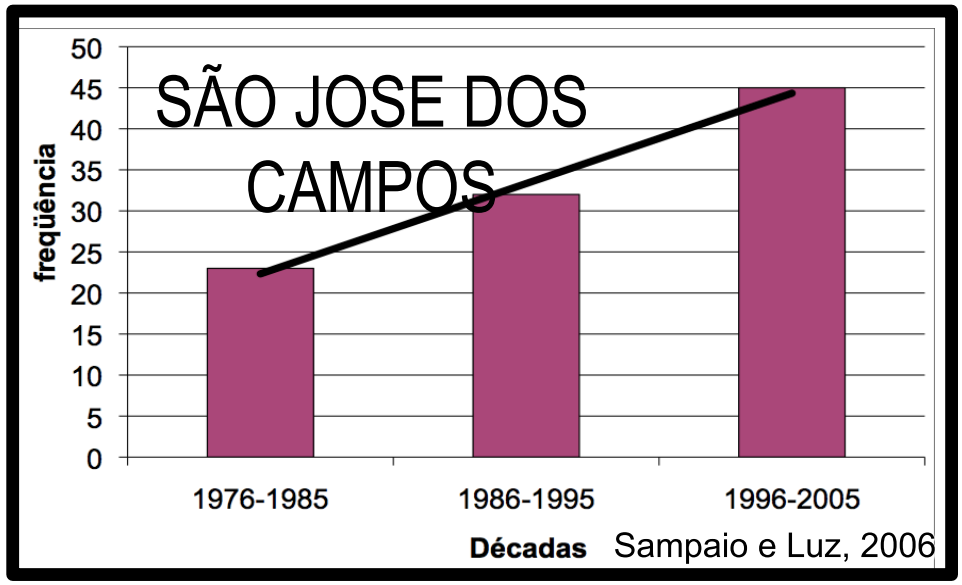
Aumento na incidência de distúrbios climáticos

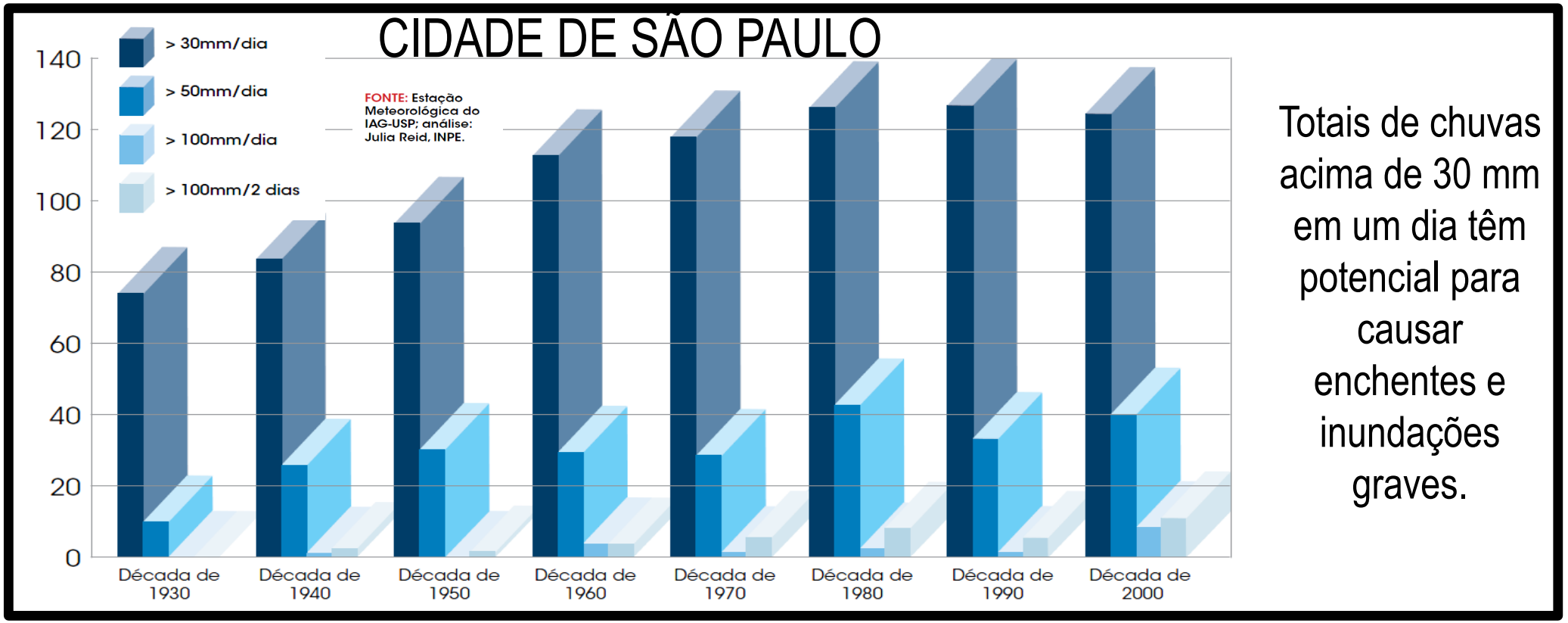


- Perdas econômicas devido à desastres relacionados ao clima totalizaram US$69 bilhões em 2007, um aumento de 36% em relação a 2006.
- Em 2007, desastres relacionados ao clima representaram 91% de todos os desastres naturais.
- Entre 1980 e 2007, 46% de todas as catástrofes naturais ocorreram em países ricos, mas estas nações só tiveram 8% das fatalidades.
- Empresas de seguro agora recorrem a climatologistas

FREQUENCIA DE CHUVAS > 100mm EM MAIS DE 48 HORAS

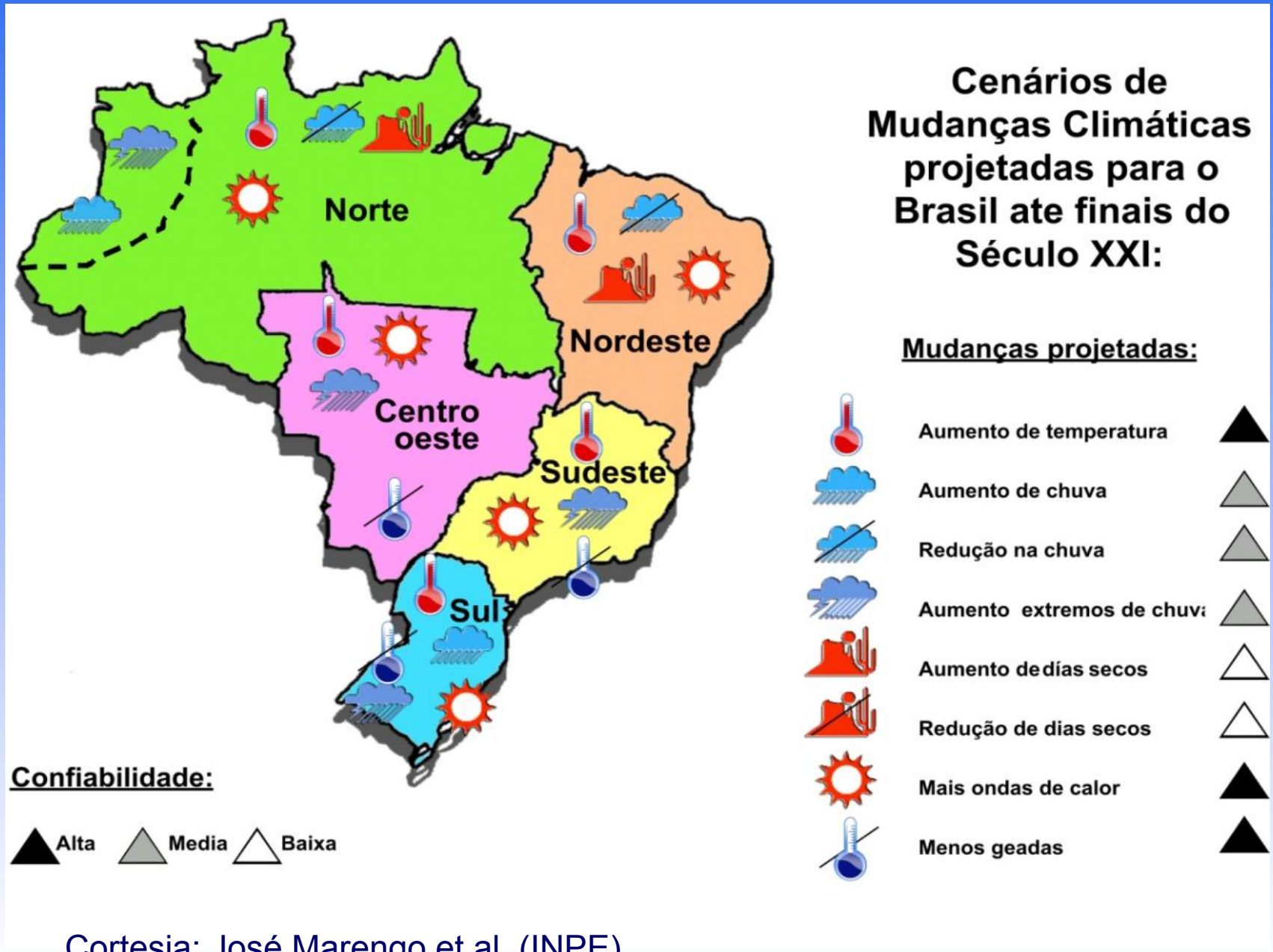






Totais de chuvas acima de 30 mm em um dia têm potencial para causar enchentes e inundações graves.

Impactos das Mudanças Climáticas no Brasil



Cortesia: José Marengo et al. (INPE)

Estamos assistindo a mais extremos hidrológicos?

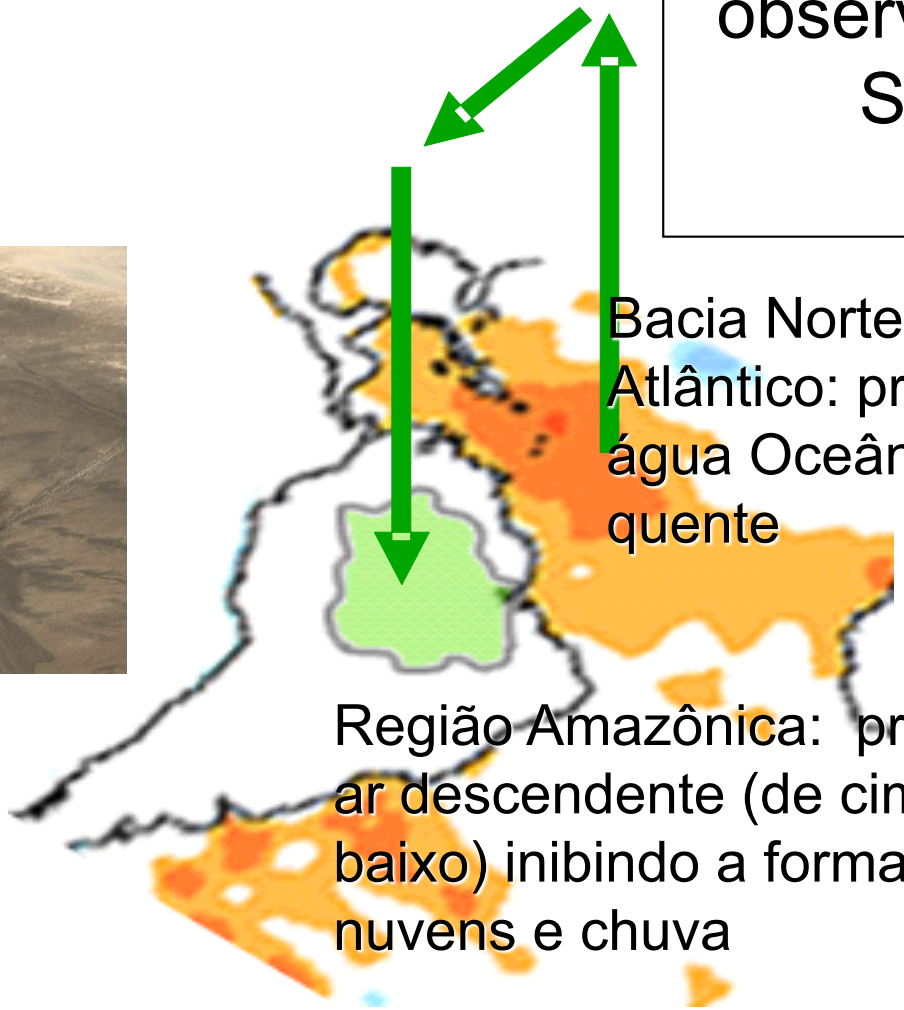
"A Seca da Amazônia em 2005 considerada uma das mais severas em 100 anos"







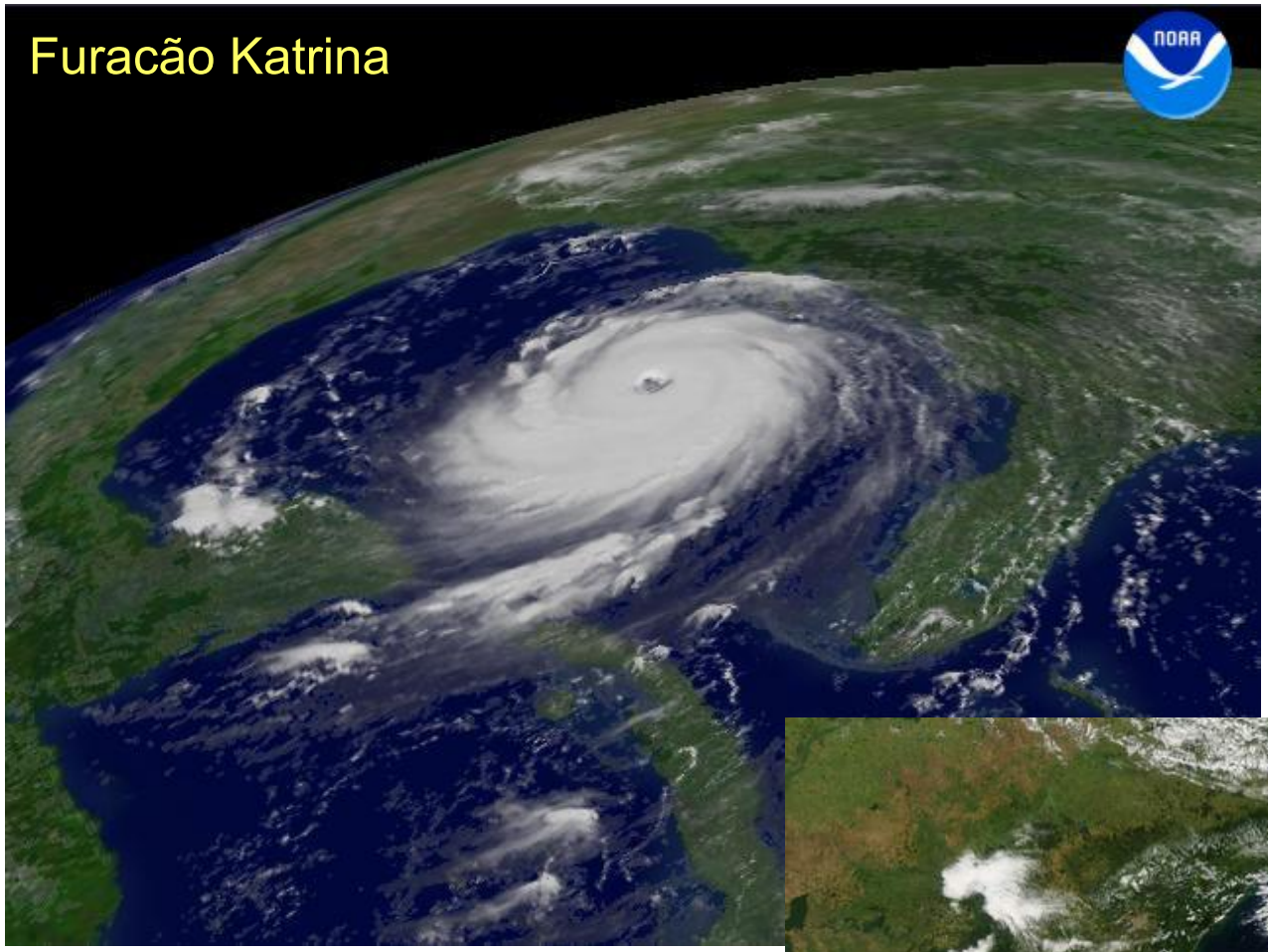
Padrão observado em Setembro 2005



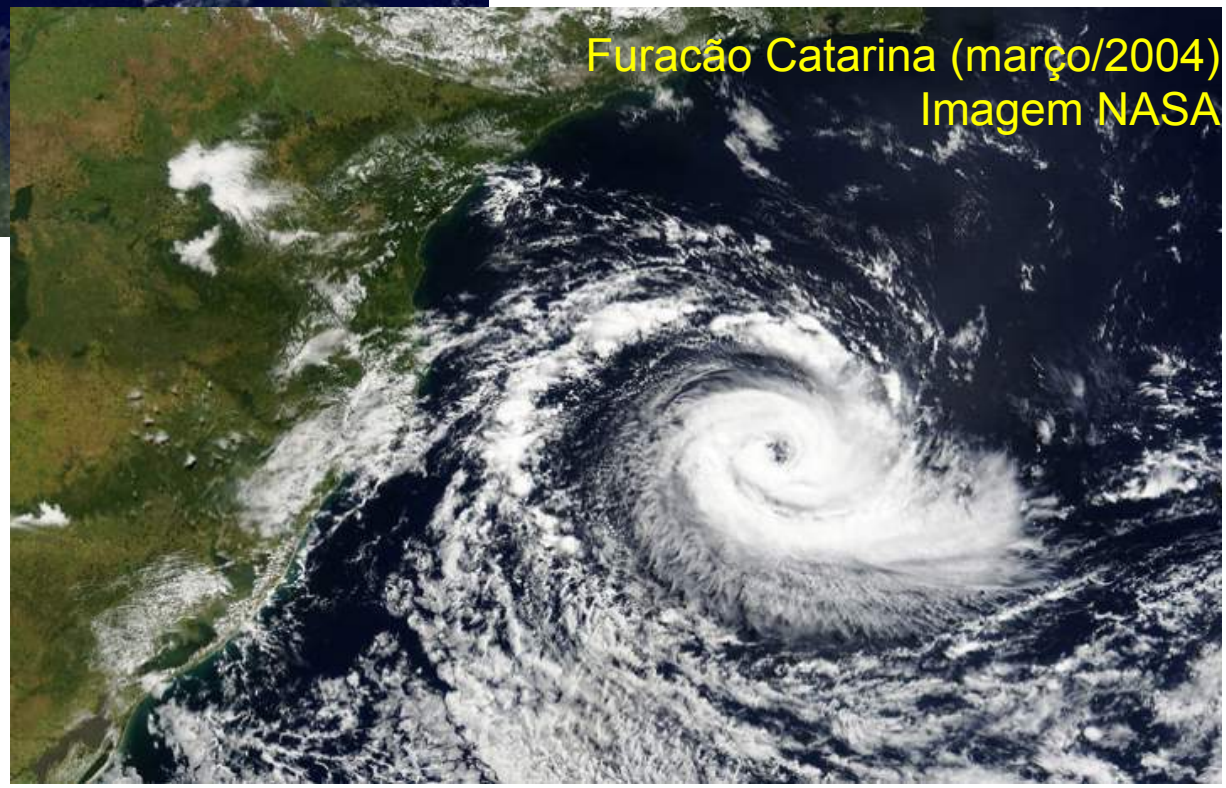
Bacia Norte do Oceano Atlântico: presença de água Oceânica mais quente

Região Amazônica: presença de ar descendente (de cima para baixo) inibindo a formação de nuvens e chuva

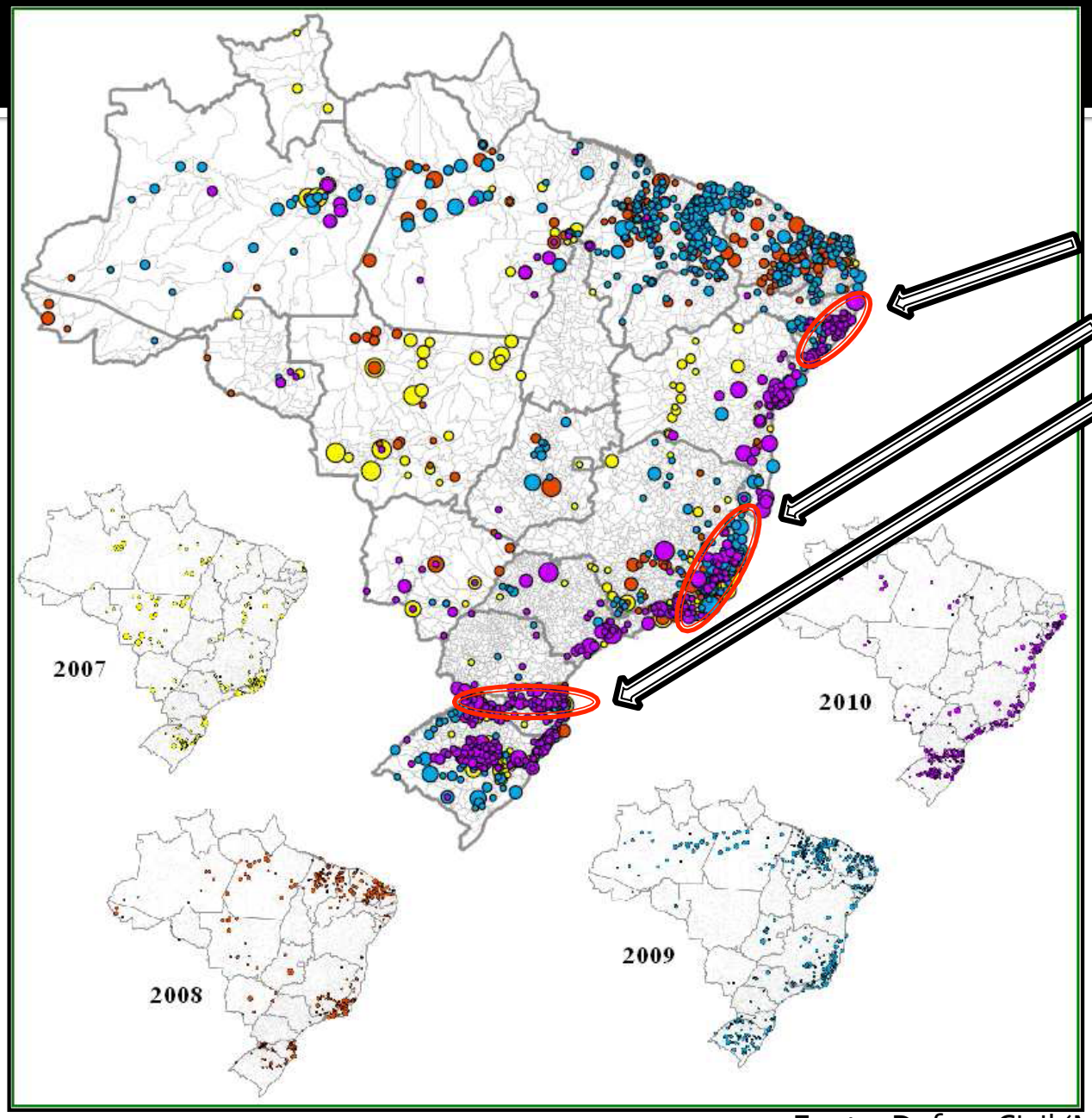
Cortesia: Jacy Saraira - SIPAM



Fenômenos atípicos



Distribution of affected by Floods and Flooding

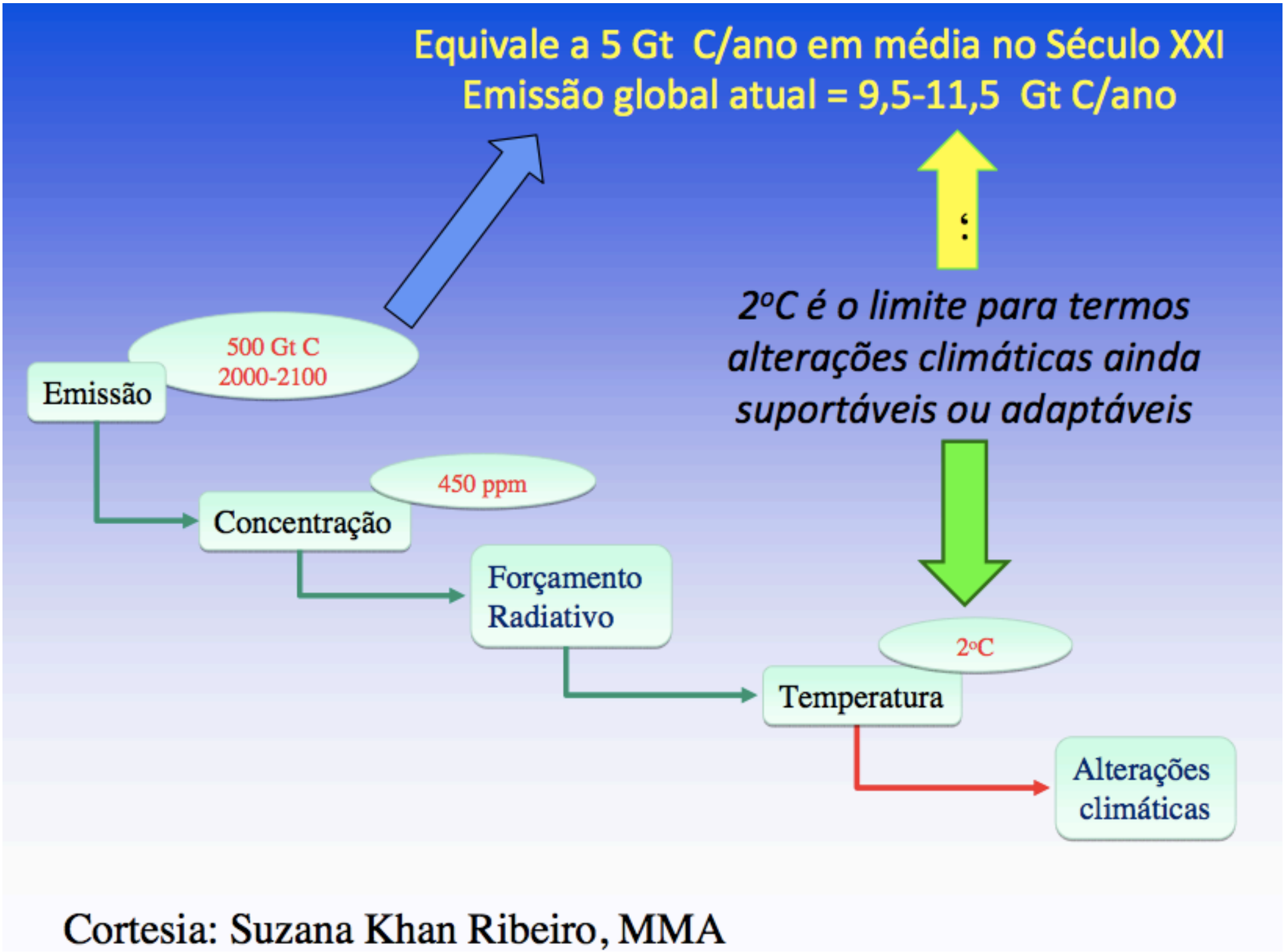


Recurring events in cities in the coastal part of the Northeast region of Rio de Janeiro and Espírito Santo and Santa Catarina

Fonte: Defesa Civil (MI). Elaboração: SPI (MP).

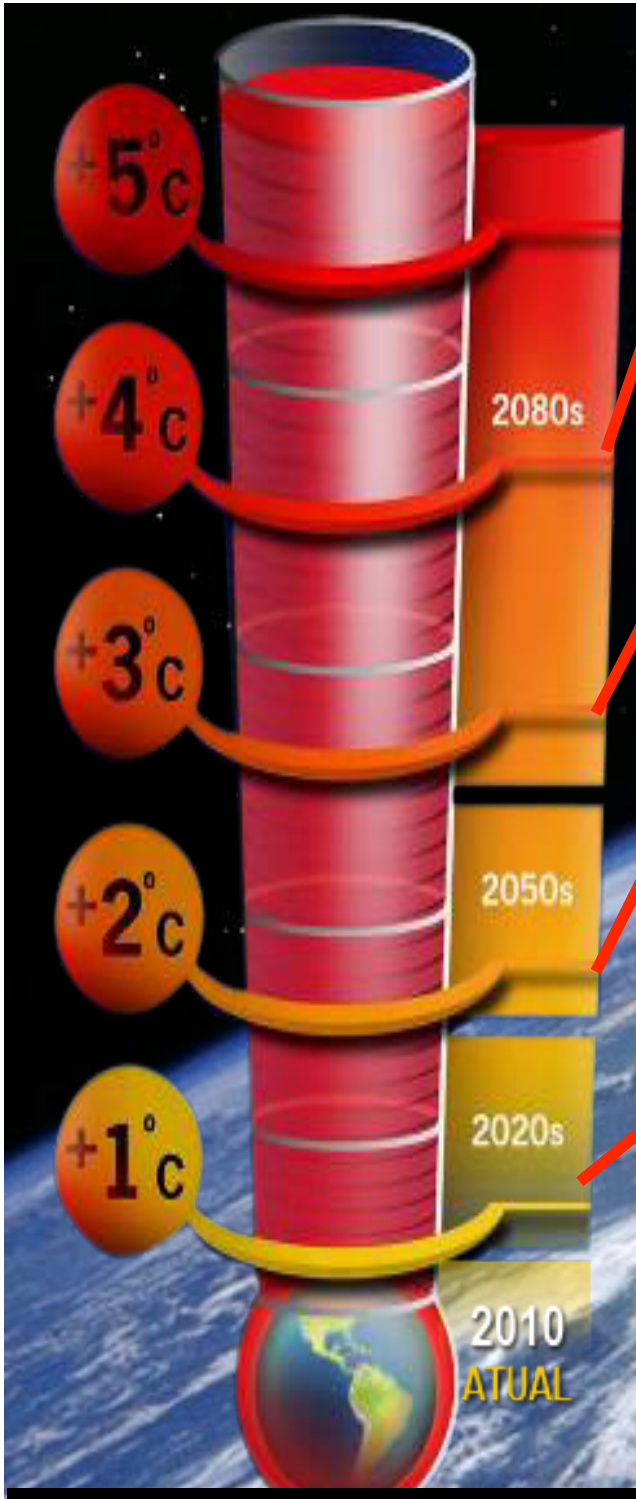


MCT / INPE / CCST – Marcos Barbosa Sanches – marcos.sanches@inpe.br



Cortesia: Suzana Khan Ribeiro, MMA

Limites Climáticos Perigosos



. Colapso da corrente termohalina

. Acidificação dos oceanos
. Colapso da Floresta Amazônica

. Extinção de Espécies da fauna e da flora
. Início do derretimento da geleira da Groelândia

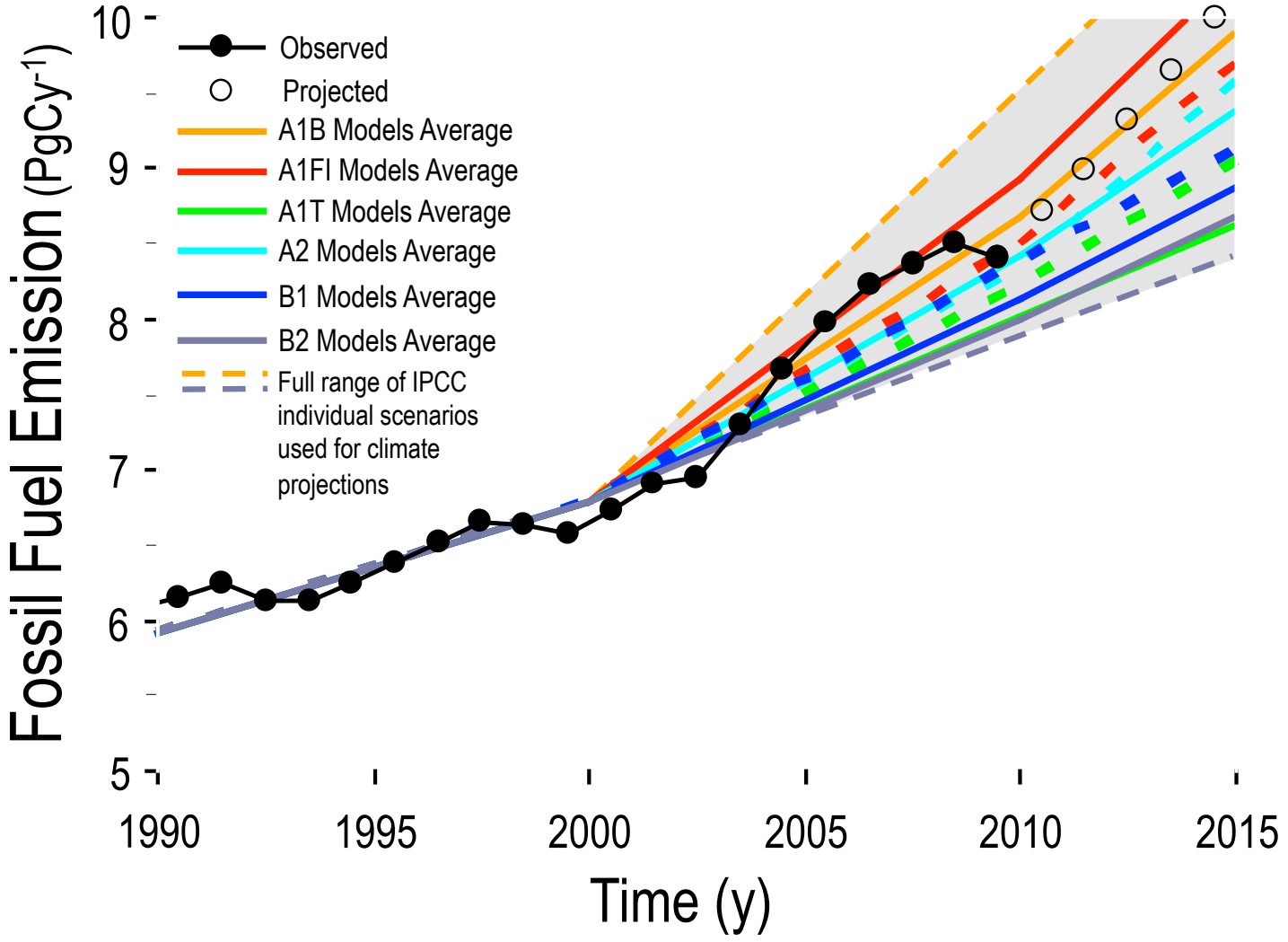
. Branqueamento de corais
. Perda de gelo da Antártica Ocidental
. Desaparecimento da geleira do Kilimanjaro
. Desaparecimento das geleiras dos Andes tropicais
. Desaperacimento do gelo sobre o Oceano Ártico no final do verão

MCT / INPE / CCST – Marcos Barbosa Sanches – marcos.sanches@inpe.br



MCT / INPE / CCST – Marcos Barbosa Sanches – marcos.sanches@inpe.br

Fossil Fuel Emissions: Actual vs. IPCC Scenarios

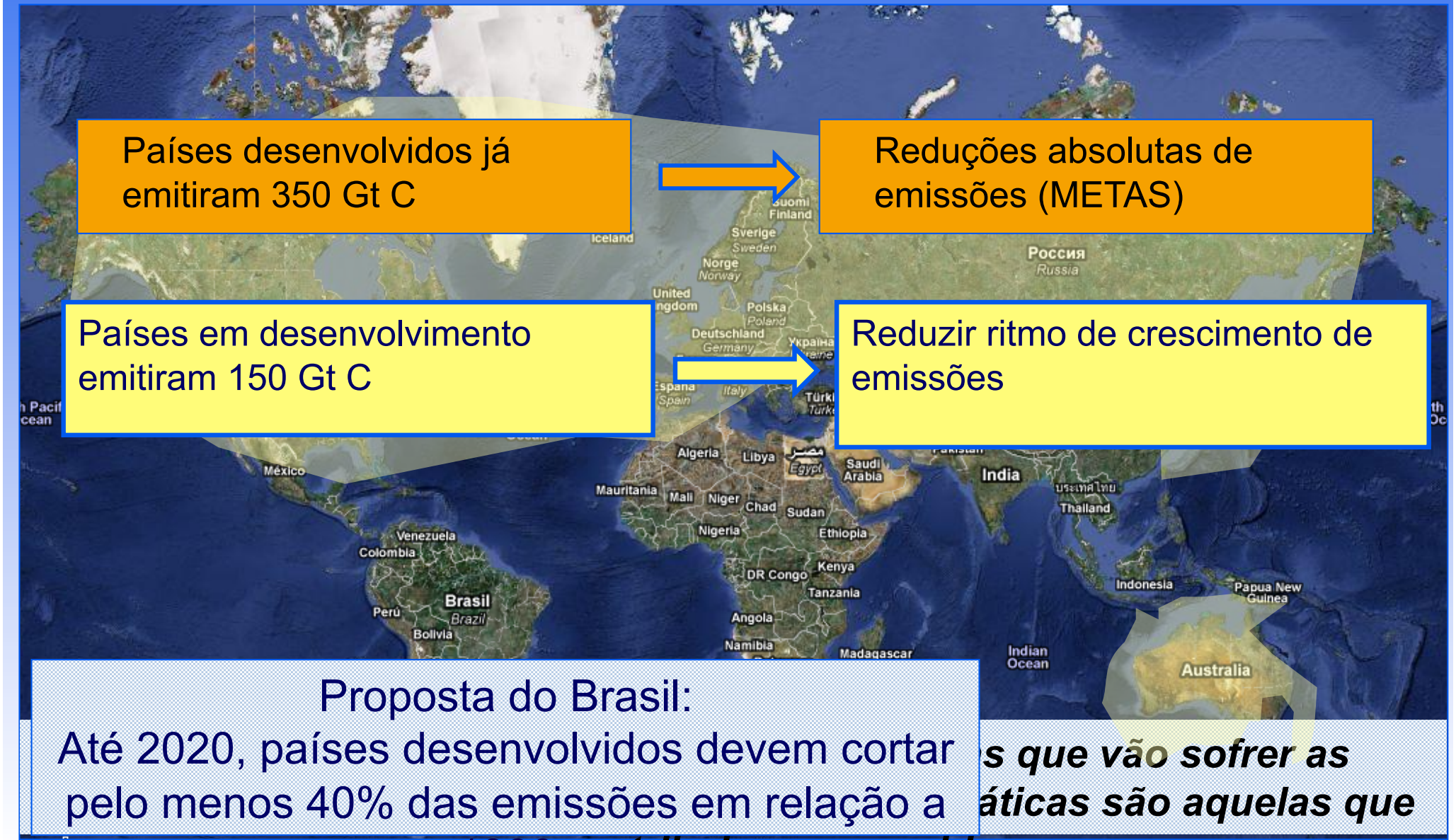


Updated from Raupach et al. 2007, PNAS; Data: Gregg Marland, Thomas Boden-CDIAC 2010; International Monetary Fund 2010

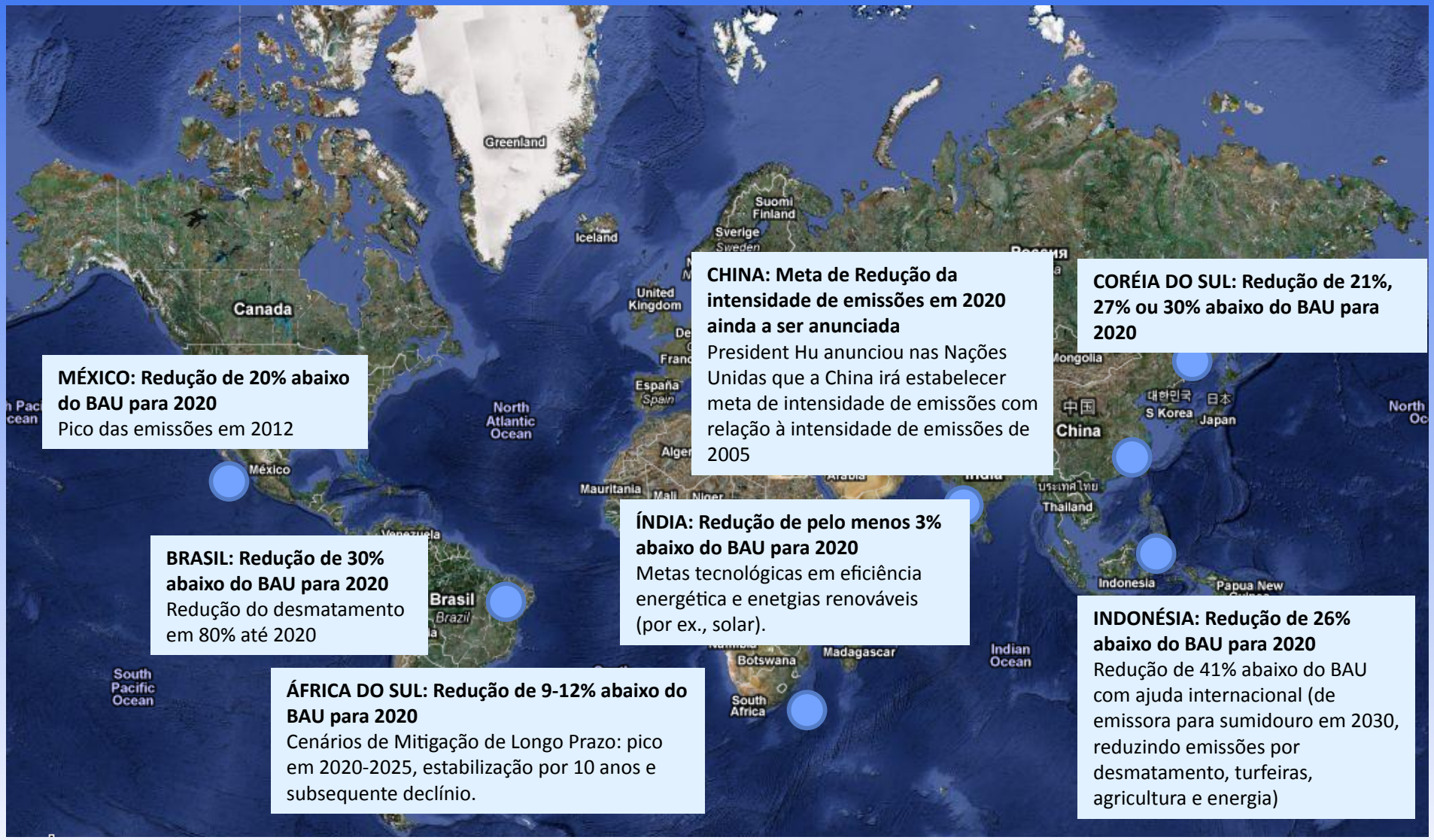


MCT / INPE / CCST – Marcos Barbosa Sanches – marcos.sanches@inpe.br

As dimensões éticas das Mudanças Climáticas Globais



Compromissos Anunciados por Vários Países em Desenvolvimento



MÉXICO: Redução de 20% abaixo do BAU para 2020
Pico das emissões em 2012

BRASIL: Redução de 30% abaixo do BAU para 2020
Redução do desmatamento em 80% até 2020

ÁFRICA DO SUL: Redução de 9-12% abaixo do BAU para 2020
Cenários de Mitigação de Longo Prazo: pico em 2020-2025, estabilização por 10 anos e subsequente declínio.

CHINA: Meta de Redução da intensidade de emissões em 2020 ainda a ser anunciada
President Hu anunciou nas Nações Unidas que a China irá estabelecer meta de intensidade de emissões com relação à intensidade de emissões de 2005

ÍNDIA: Redução de pelo menos 3% abaixo do BAU para 2020
Metas tecnológicas em eficiência energética e enetgias renováveis (por ex., solar).

CORÉIA DO SUL: Redução de 21%, 27% ou 30% abaixo do BAU para 2020

INDONÉSIA: Redução de 26% abaixo do BAU para 2020
Redução de 41% abaixo do BAU com ajuda internacional (de emissora para sumidouro em 2030, reduzindo emissões por desmatamento, turfeiras, agricultura e energia)



A agricultura e geração de energia no Brasil podem ser afetadas pelas mudanças climáticas

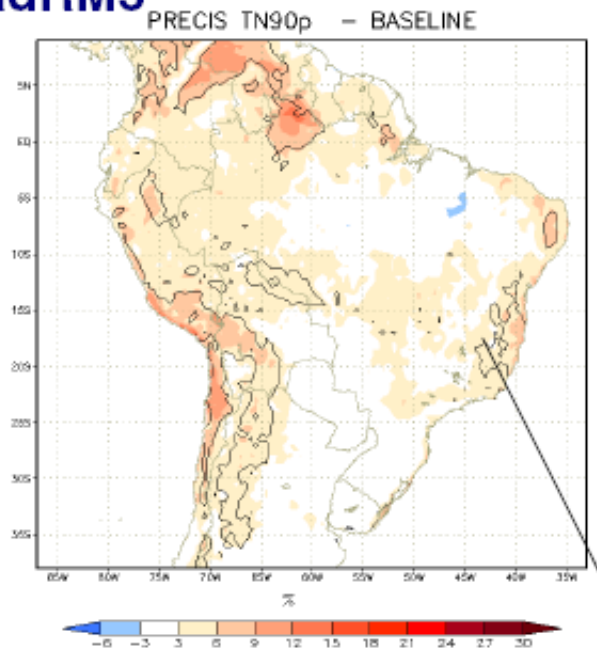
Impacto das mudanças climáticas no Brasil

MCT / INPE / CCST – Marcos Barbosa Sanches – marcos.sanches@inpe.br

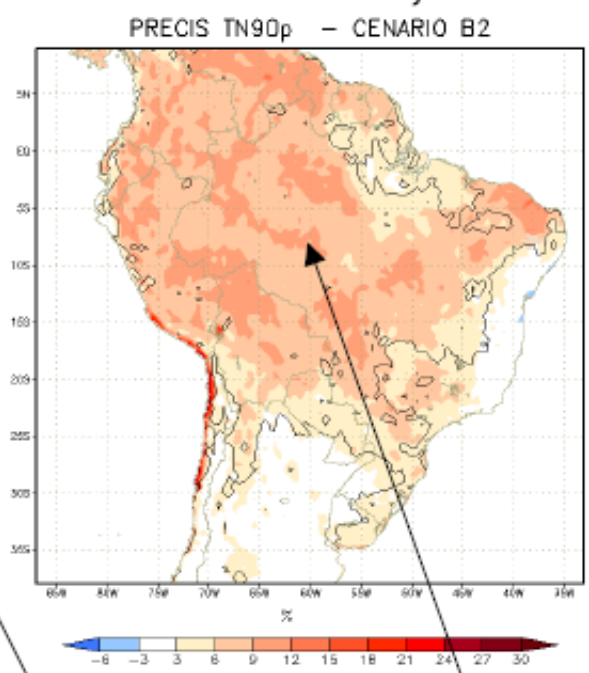
Índice TN90 (Noites quentes) presente (1961-90) e futuro (2071-2100)

HadRM3

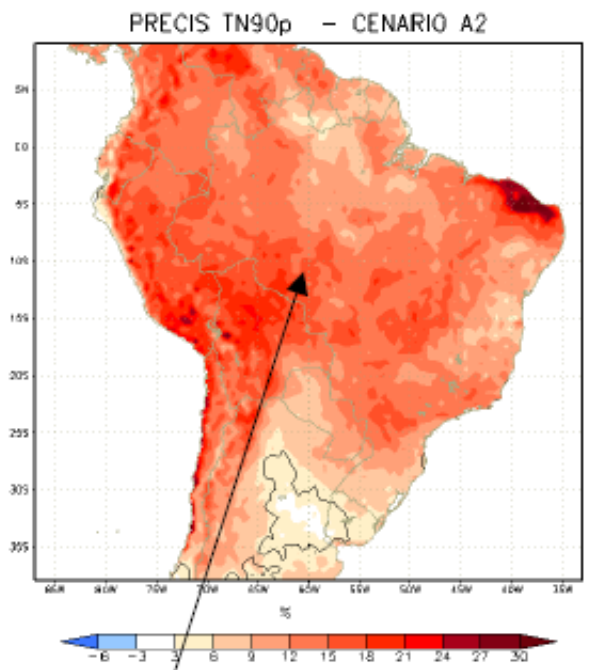
1961-90



2071-2100,



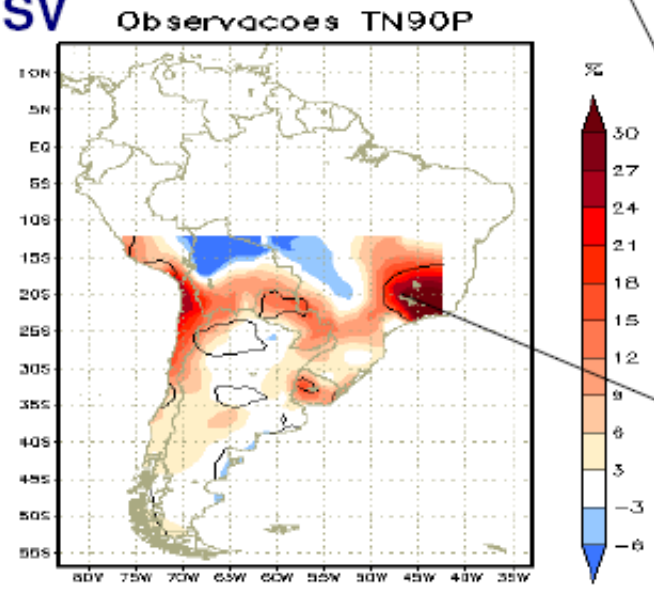
2071-2100



Baixas emissões

Altas emissões

OBSV



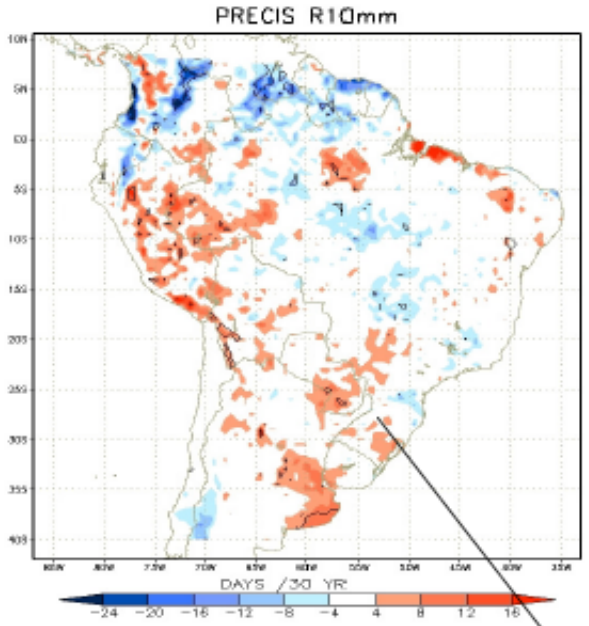
Aumento na freqüência de noites quentes até 2100

Aumento na freqüência de noites quentes entre 1961-2000

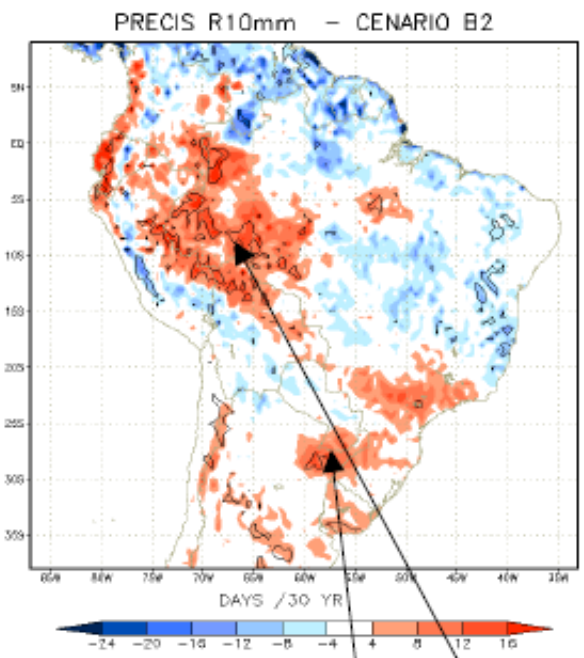
Índice R10 (chuvas intensas) presente (1961-90) e futuro (2071-2100)

HadRM3

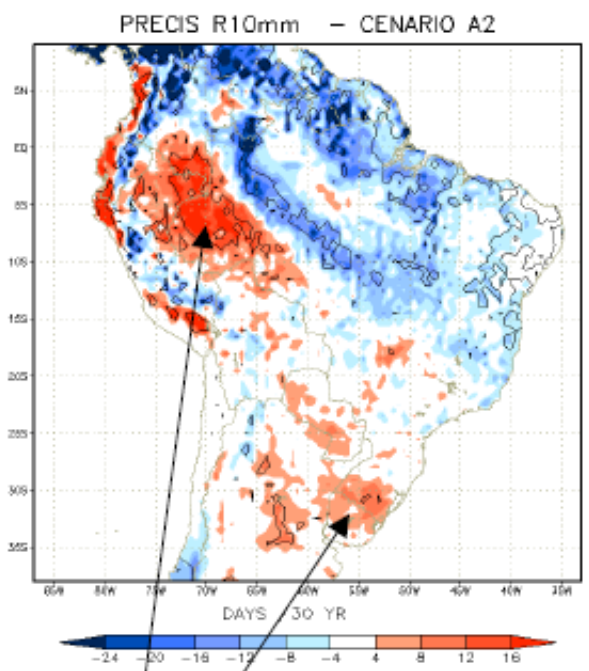
1961-90



2071-2100



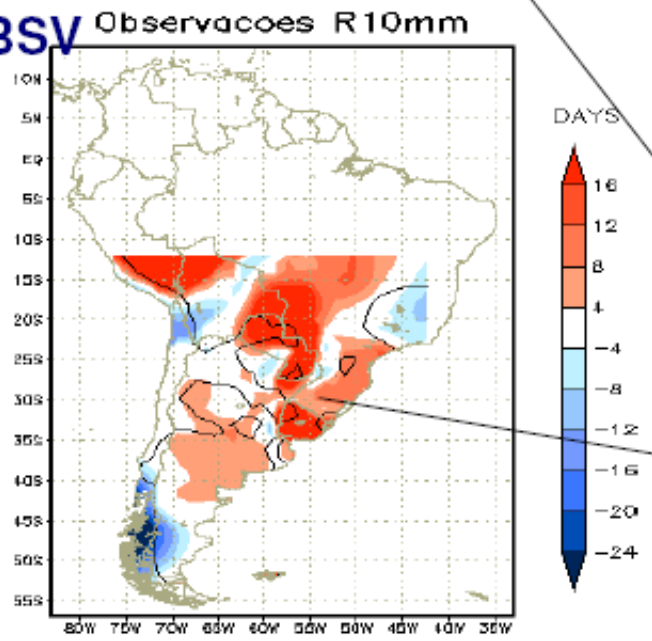
2071-2100



Baixas emissões

Altas emissões

OBSV



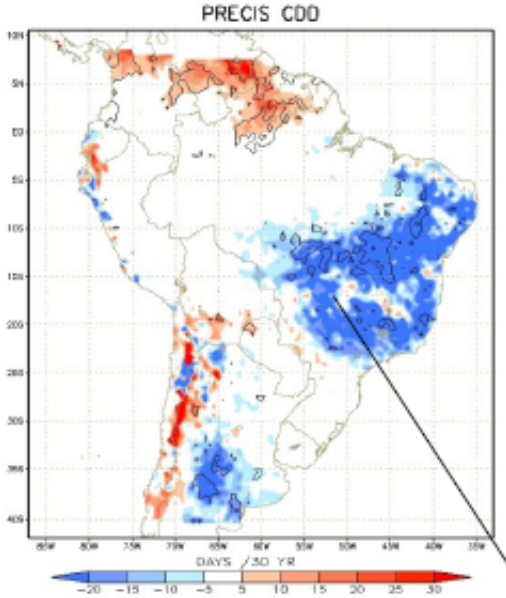
Aumento na freqüência de chuvas intensas até 2100

Aumento na freqüência de chuvas intensas (acima de 10 mm) entre 1961-2000

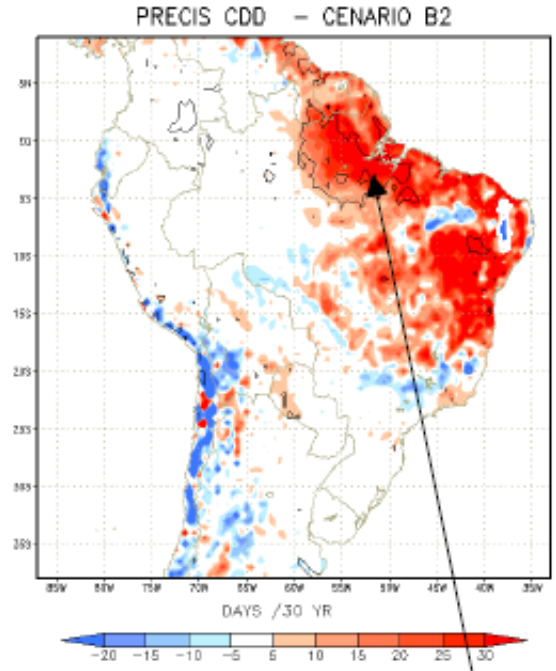
Índice CDD (dias secos consecutivos) presente (1961-90) e futuro (2071-2100)

HadRM3

1961-90

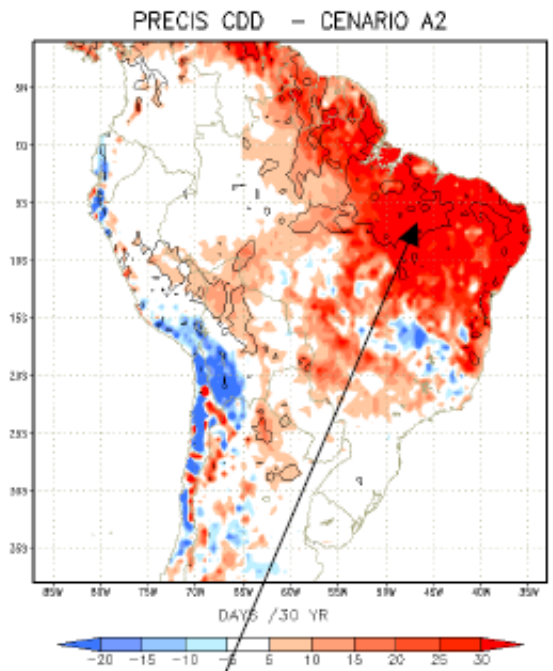


2071-2100



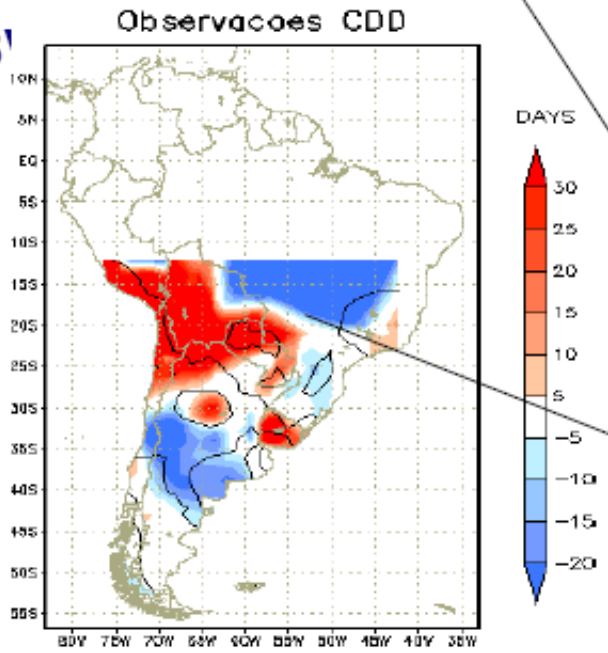
Baixas emissões

2071-2100



Altas emissões

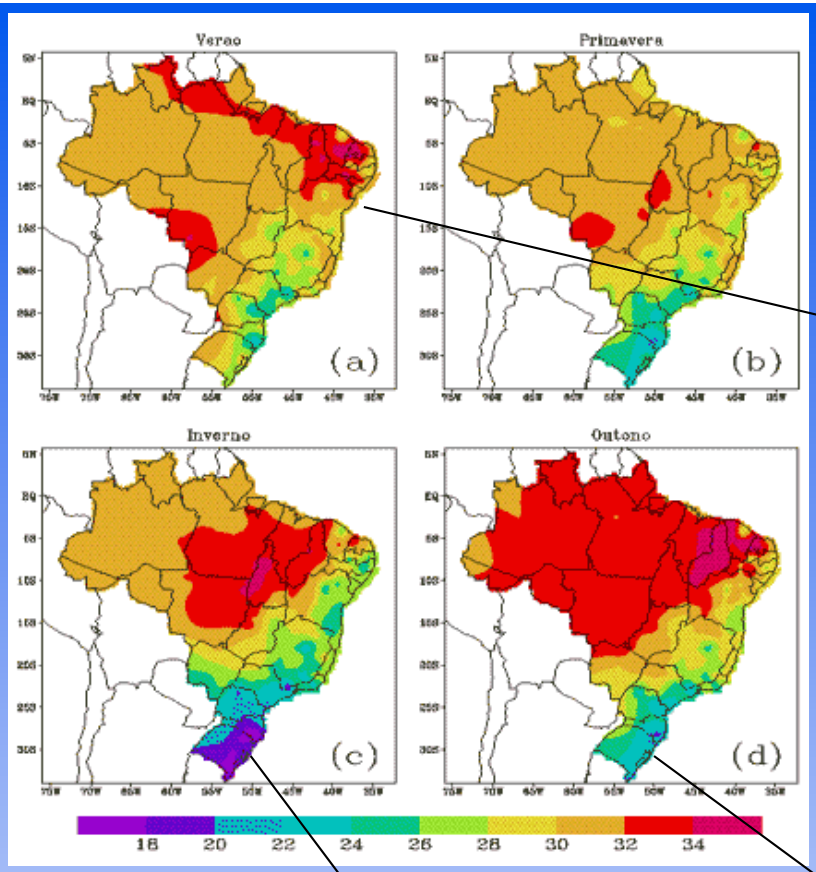
OBS'



Aumento na freqüência de dias secos consecutivos ate 2100

Redução na freqüência de dias secos consecutivos entre 1961-2000

Clima e Endemias





Baixa amplitude de temperatura
Chuvas constantes



Isoterma de 22ºC



Chuvas no verão
Baixas temperaturas
Arroz

Cortesia: Christovam Barcellos, FIOCRUZ, 2008

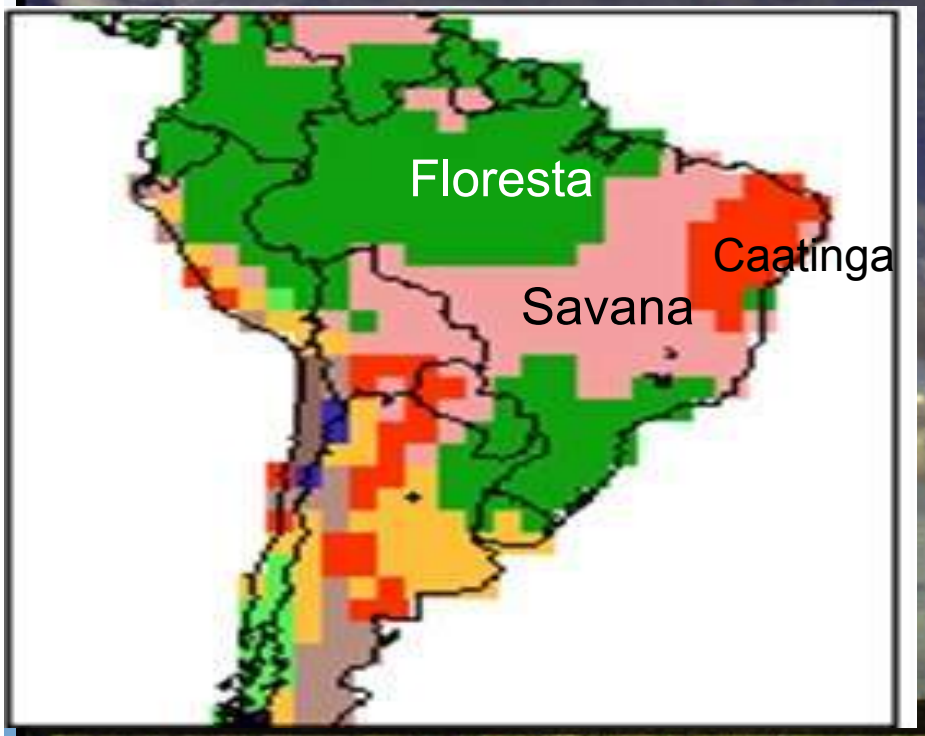
Principais Efeitos do Aquecimento Global no Mar que afetam Zonas Costeiras

3. Possível mudança nas direções de propagação das ondas devido a alterações na circulação atmosférica, semelhante ao que já acontece em eventos de El Niño:
   a. Tendência de realinhamento da linha de praia, criando sérios problemas em enseadas urbanizadas, e.g. Copacabana, Ipanema-Leblon, etc. **(efeitos persistentes)**



Fonte: P. Rosman, COPPE-UFRJ

Riscos aos Biomas Brasileiros



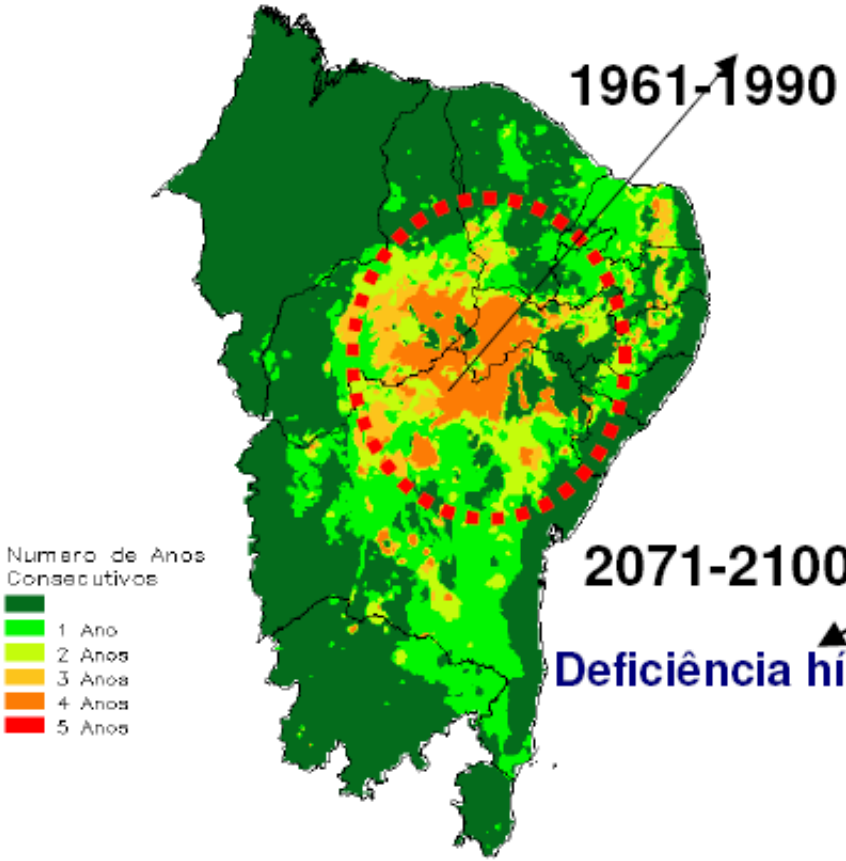


Savanização da Amazônia e 'Aridização' do NE do Bra

Fontes: Oyama and Nobre, 2003 e Salazar, Nobre and Oyama, 2007

Impactos severos das mudanças de clima no semi-arido do Nordeste→Tendência para "aridização" do semi-arido ate by 2100

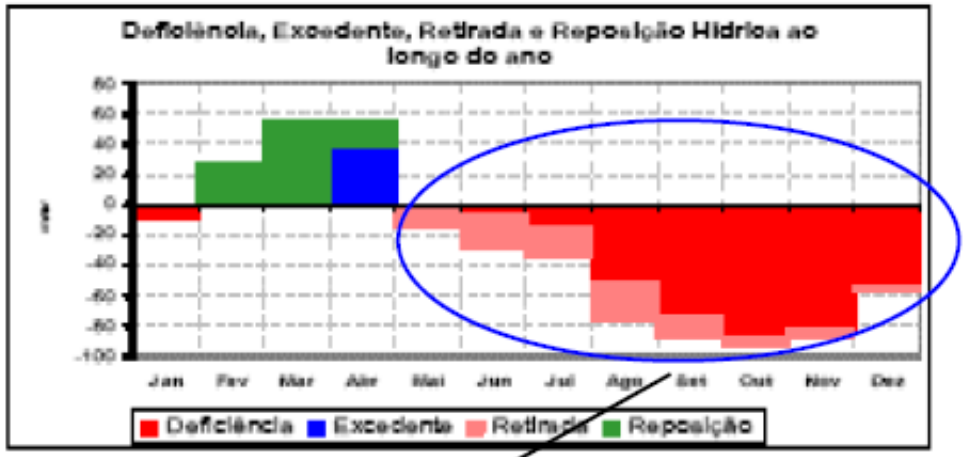
Relevante ao:
PROGRAMA NACIONAL DE COMBATE À DESERTIFICAÇÃO E MITIGAÇÃO DOS EFEITOS DE SECA (PAN-Brasil)

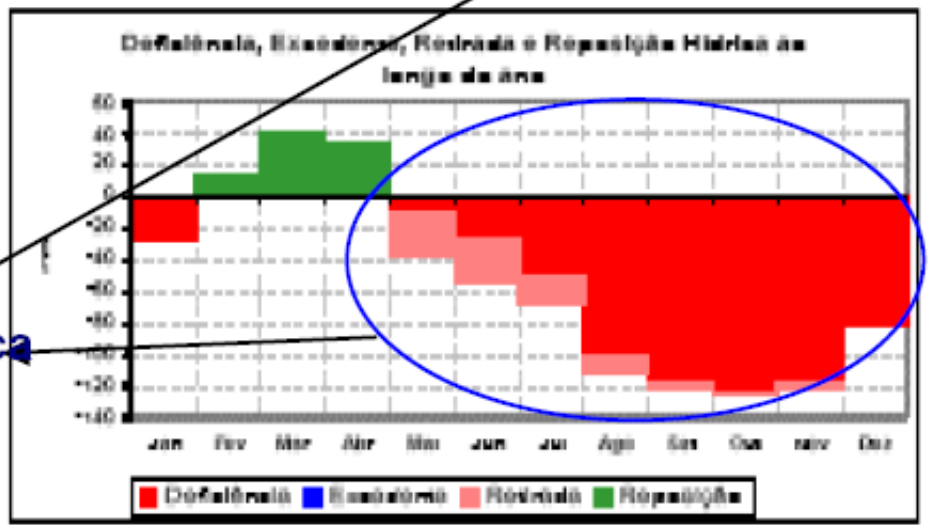


Fontes de dados: CMCD/INPE-INMET-FUNCEME/CE-LMRS/PB-EMPARN/RN-DMRH/PE SRH/BA-NMRH/AL-SEAAB/PI-SRH/SE-CEMIG/SIMGE/MG-SEAG/ES

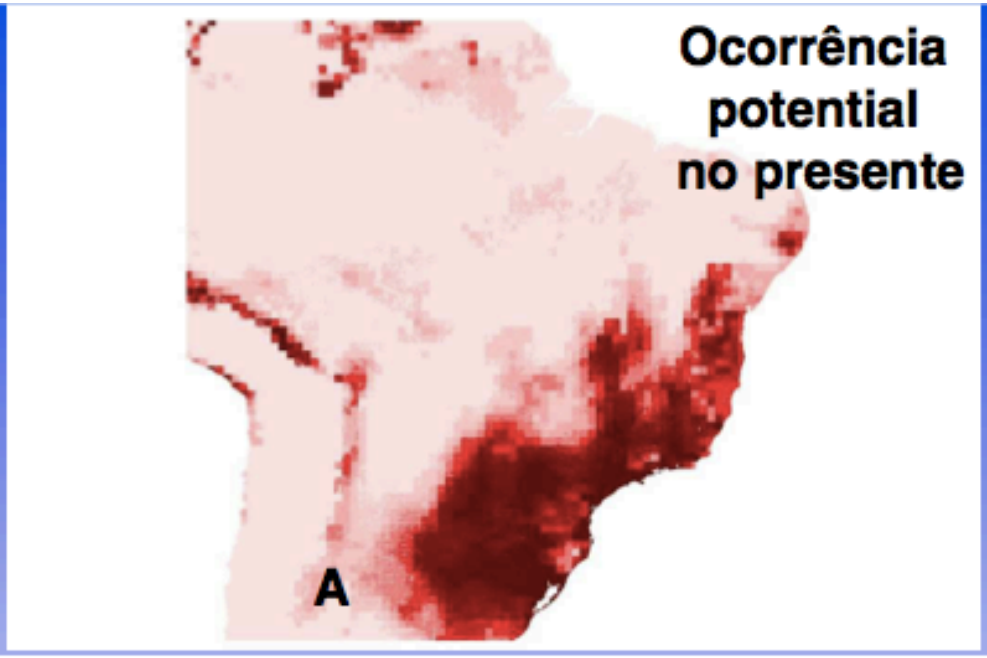
© CPTEC/INPE

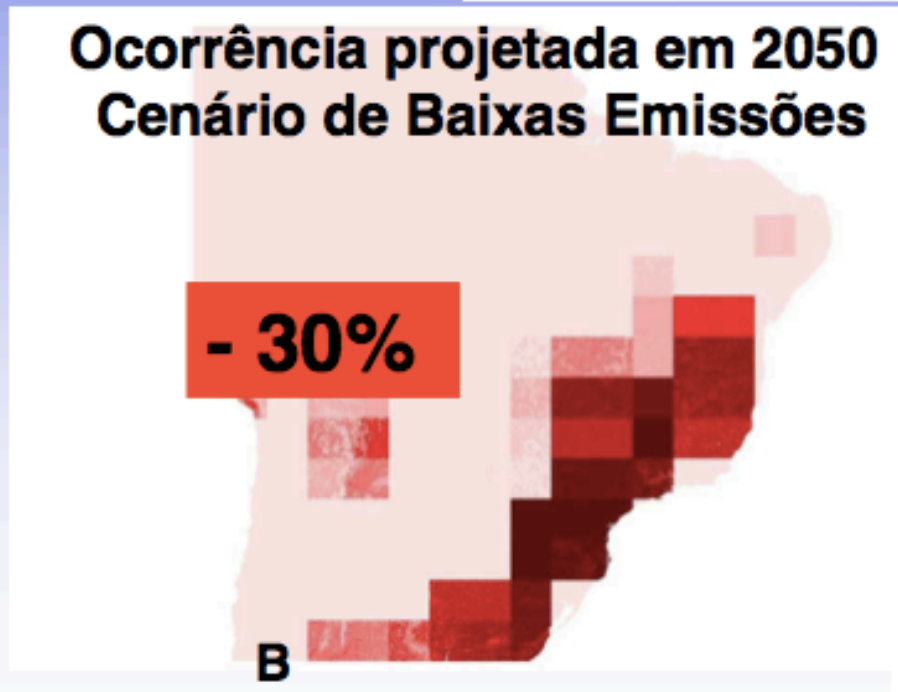
Balançoo Hidrológico-Nordeste

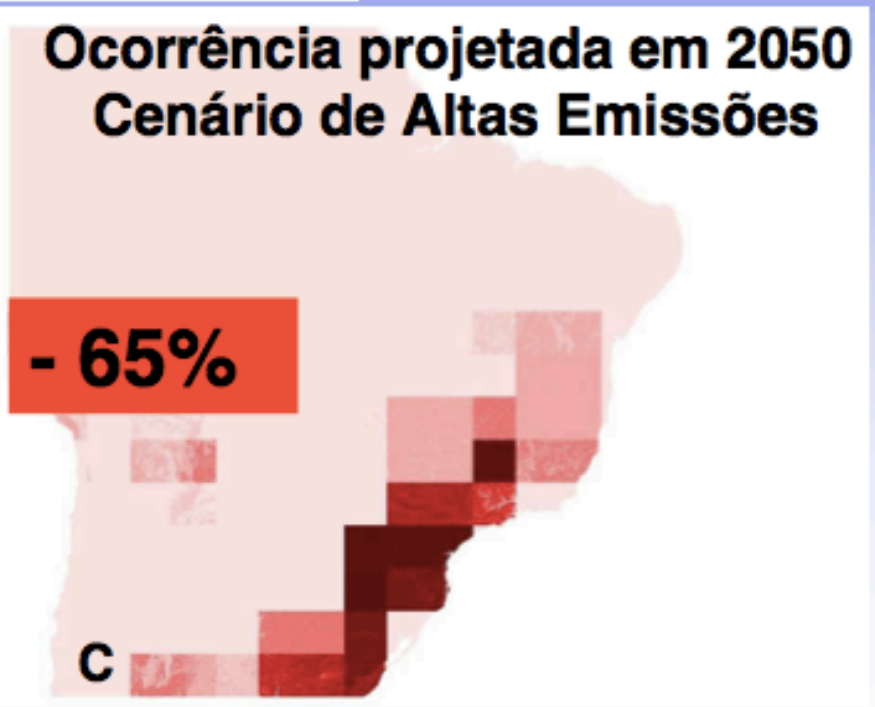




Mudanças Climáticas e a IMata Atlântica







Área potencial migra para leste do Sudeste e Sul

Fonte: Colombo 2007 , Using GARP.



Café Arábica

Cultura: Café Arábica

Modelo: PRECIS

Cenário: A2

Ano: 2070

Cenário para 2070

Irrigação Necessária
Baixo Risco Climático
Irrigação Recomendada
Risco de Geadas
Risco de Temp.Elevadas
Alto Risco Climático

Cultura: Café Arábica

Zoneamento Atual

Zoneamento Atual

Irrigação Necessária
Baixo Risco Climático
Irrigação Recomendada
Risco de Geadas
Risco de Temp.Elevadas
Alto Risco Climático

Risco de Geadas

Risco de Temp. Elevadas

Alto Risco Climático

Fonte: E. Assad, Embrapa



Uma oportunidade única para o Brasil liderar a trajetória de sustentabilidade

O BRASIL no rumo do desenvolvimento sustentável

MCT / INPE / CCST – Marcos Barbosa Sanches – marcos.sanches@inpe.br

Brasil: Uma “Potência Ambiental”

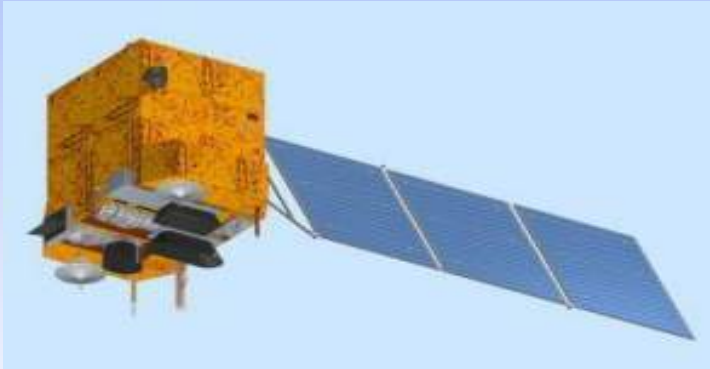


Reduzimos o desmatamento em 60% desde 2004

Brasil pode ser líder mundial em desenvolvimento sustentável



Melhor tecnologia em biocombustíveis



Monitoramento ambiental por satélites

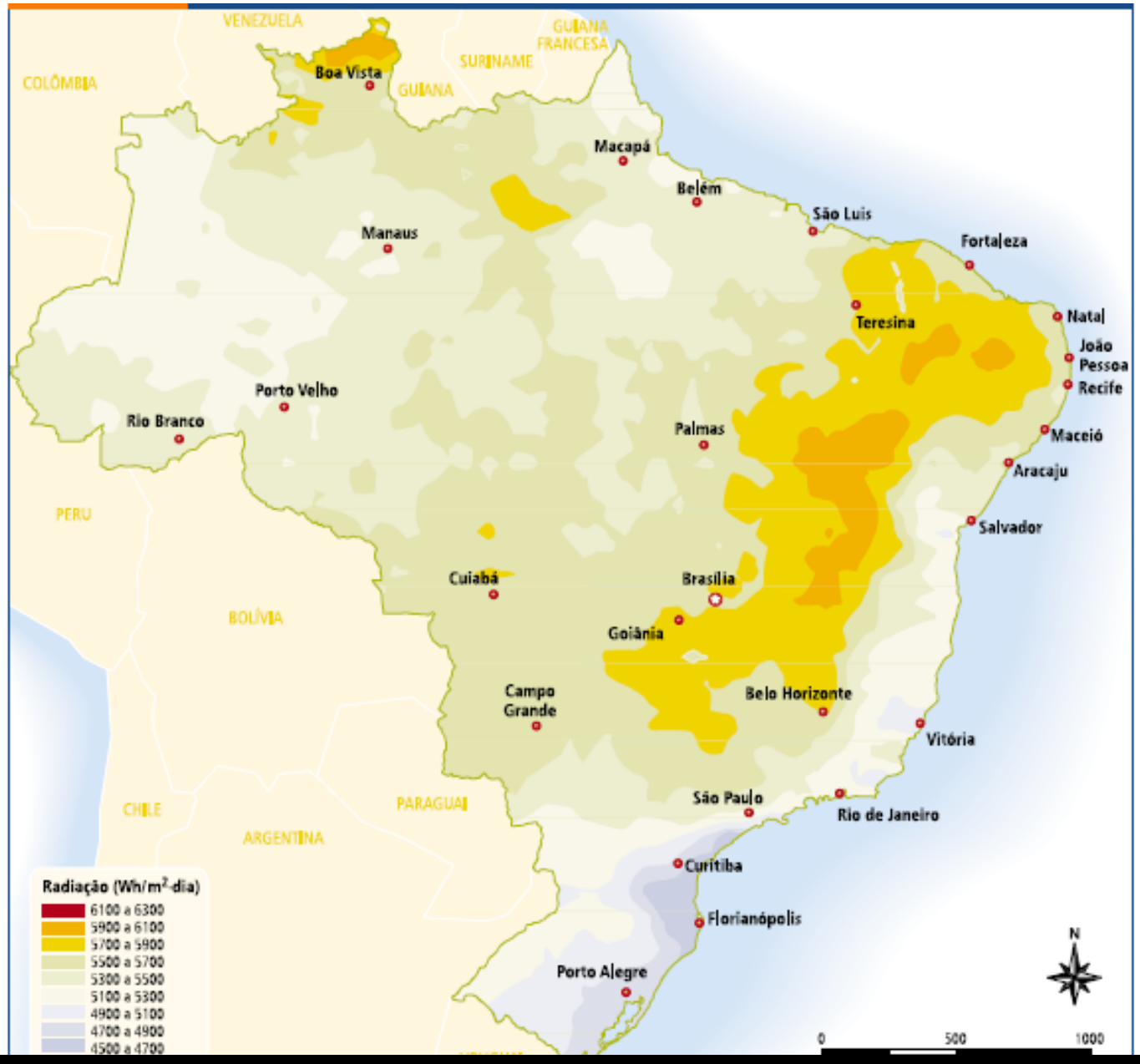


Competência em agricultura tropical



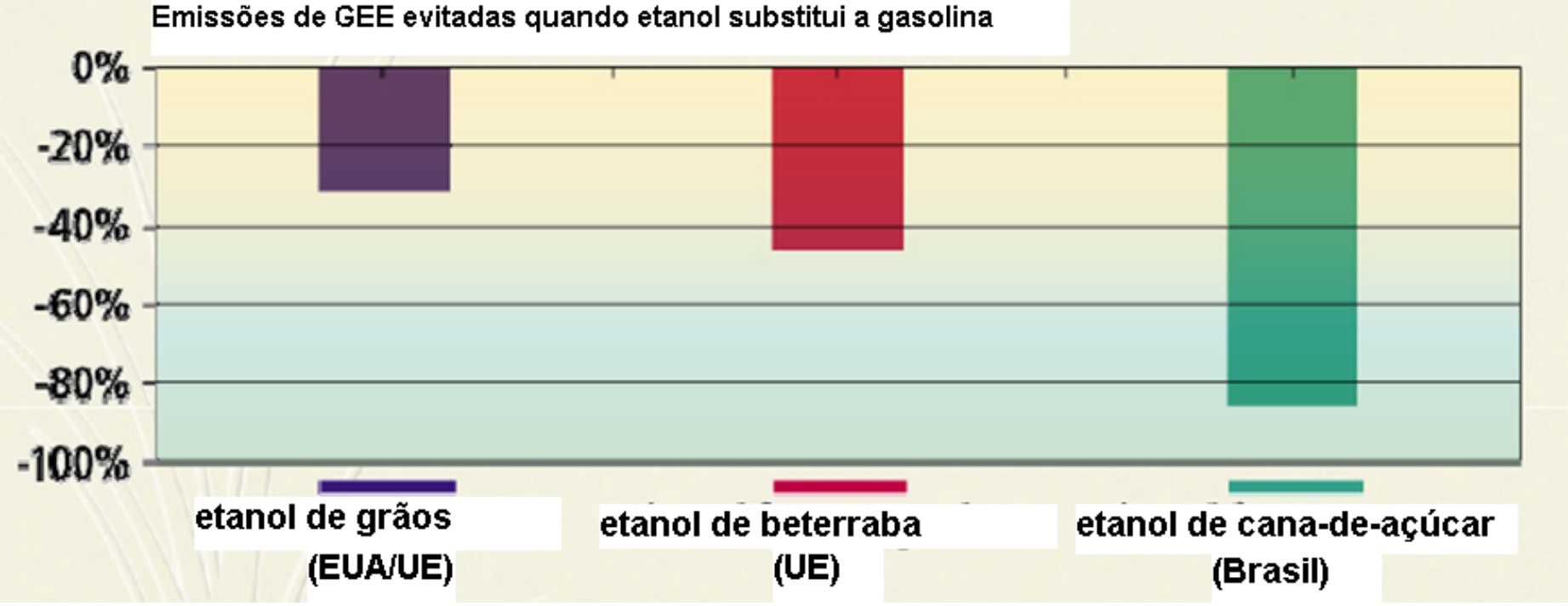
46% da nossa matriz energética vem de fontes renováveis

Radiação solar global diária no Brasil - média anual típica (Wh/m2.dia)

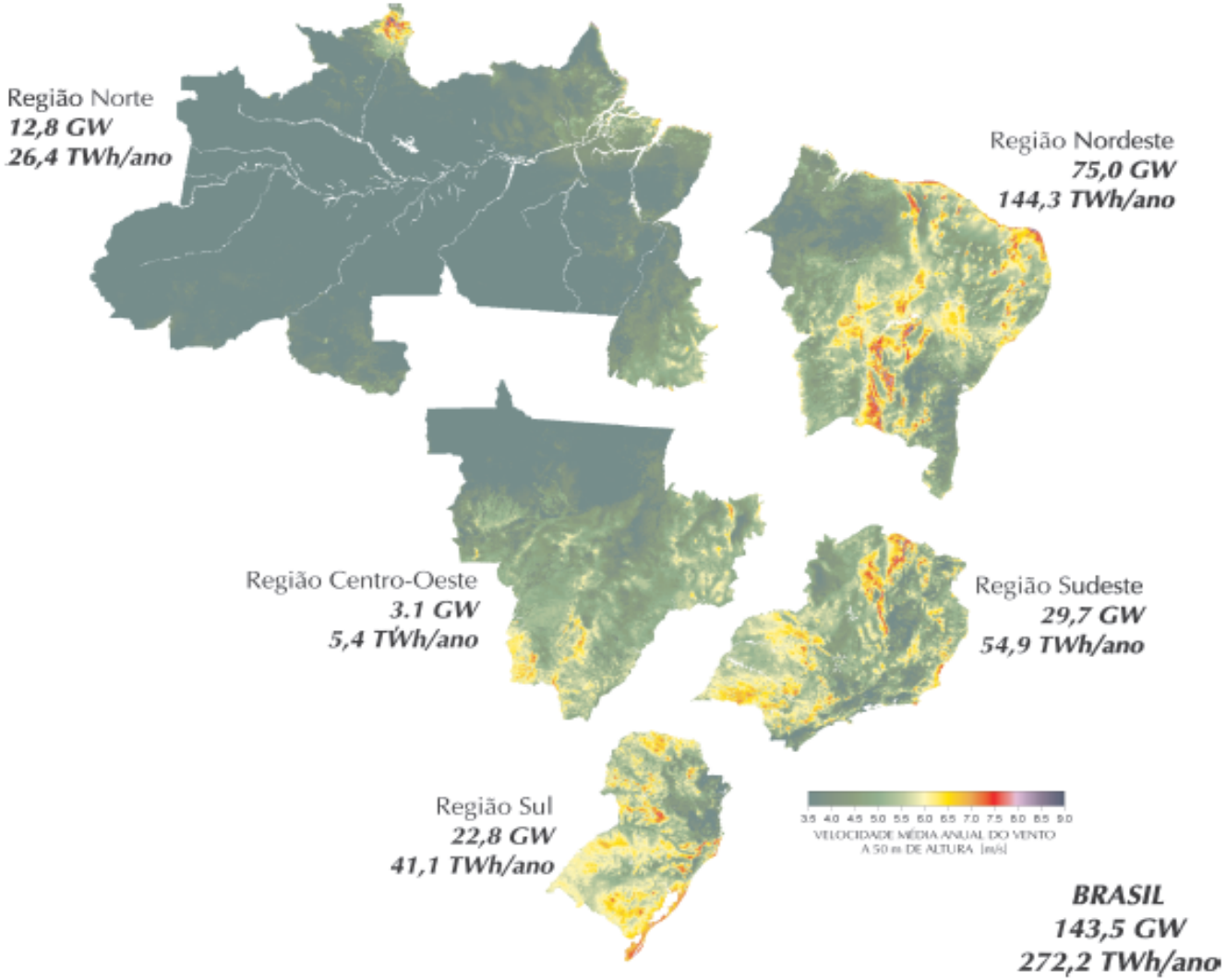


MCT / INPE / CCST – Marcos Barbosa Sanches – marcos.sanches@inpe.br

Balanço de emissões de Gases do Efeito Estufa (GEE) de fontes distintas de etanol (em análise de ciclo de vida)



Potencial Eólico Brasileiro



Comprometimento

8 JEITOS DE MUDAR O MUNDO

NÓS PODEMOS

1



ACABAR COM A FOME E A MISÉRIA

2



EDUCAÇÃO BÁSICA DE QUALIDADE PARA TODOS

3



IGUALDADE ENTRE SEXOS E VALORIZAÇÃO DA MULHER

4



REDUZIR A MORTALIDADE INFANTIL

5



MELHORAR A SAÚDE DAS GESTANTES

6



COMBATER A AIDS, A MALÁRIA E OUTRAS DOENÇAS

7



QUALIDADE DE VIDA E RESPEITO AO MEIO AMBIENTE

8



TODO MUNDO TRABALHANDO PELO DESENVOLVIMENTO

E na prática do dia a dia...

. Evitar queimar compostos orgânicos ou lixo
. Plantar mais árvores e cultivar áreas verdes
. Reduzir e reciclar o lixo
. Fazer vistorias constantes em veículos
. Pensar antes de comprar, ser um consumidor consciente
. Preservar os rios, lagos e oceanos
. Repensar seus hábitos alimentares
. Economizar água
. Mudar seu estilo de vida e consumo visando a conservação
. Organizar sistemas de caronas
. Usar combustíveis menos poluentes
. Economizar energia
. Preferir produtos biodegradáveis.
. Ser um agente multiplicador do tema

www.ccst.inpe.br



Obrigado

Marcos Sanches

marcos.sanches@inpe.br