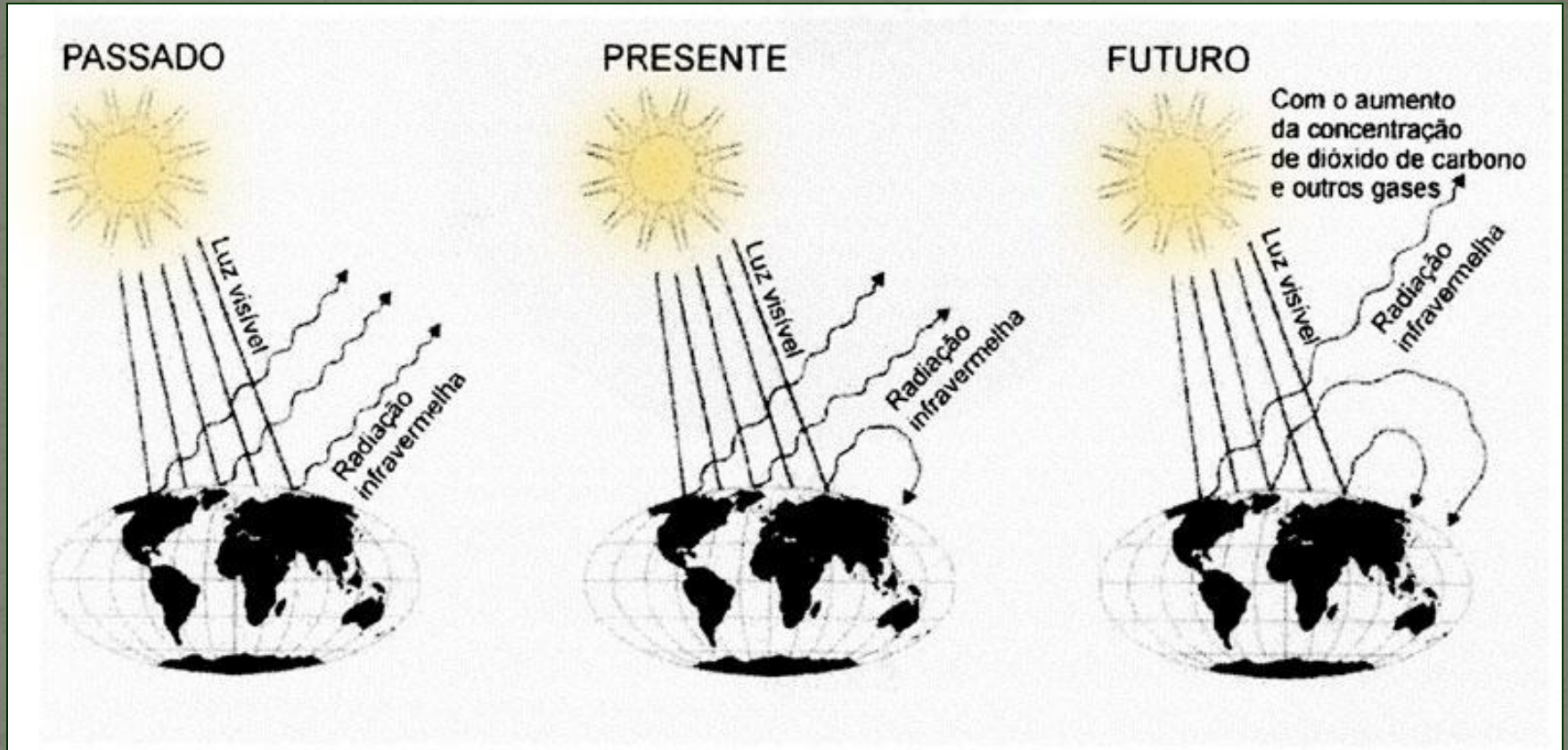


# **Mudanças Climáticas Globais – Possibilidades de Mitigação e Adaptação no Brasil**

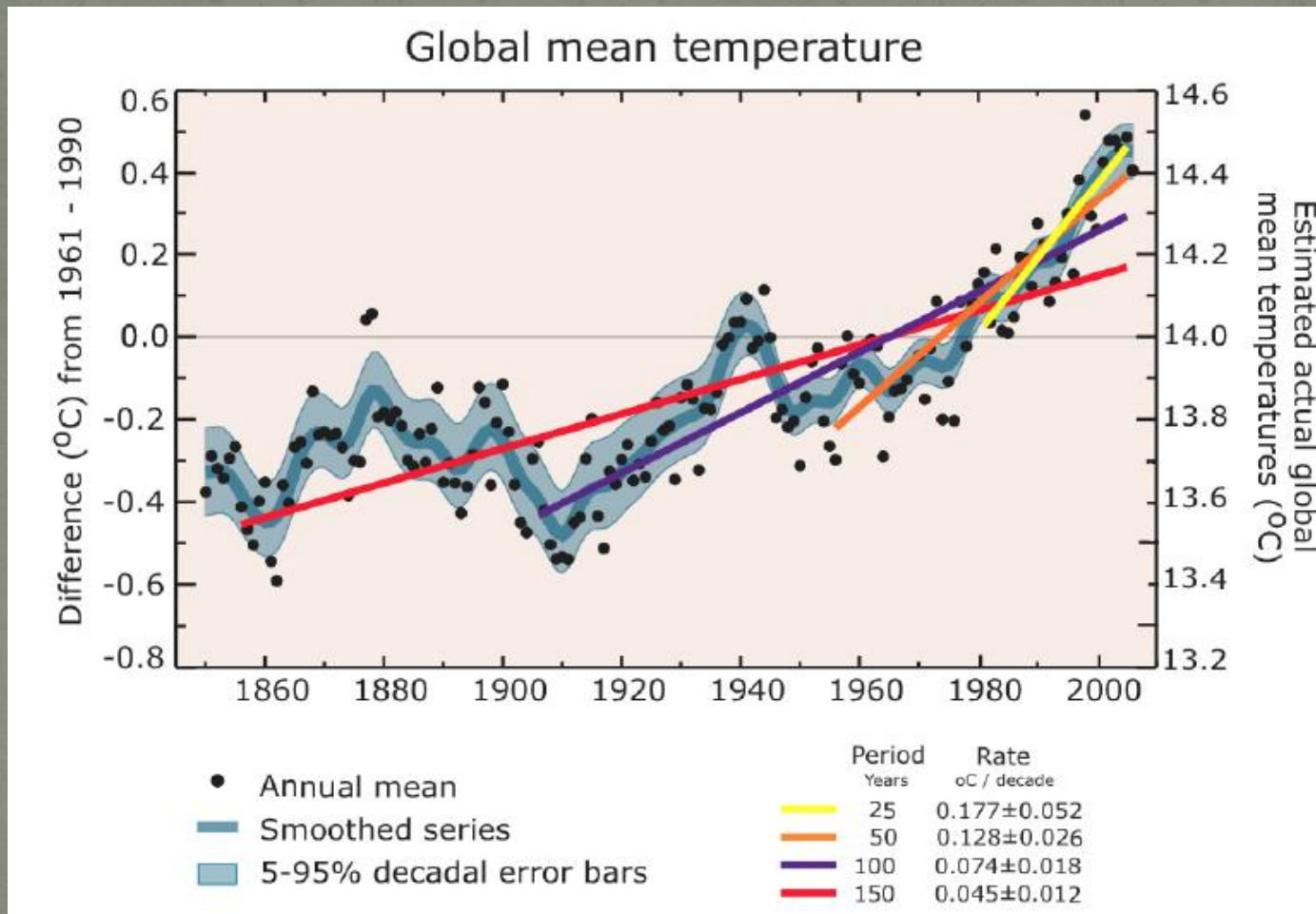
**Prof. Marcos Aurélio Vasconcelos de Freitas  
([mfreitas@ppe.ufrj.br](mailto:mfreitas@ppe.ufrj.br))**

**Instituto Virtual Internacional de Mudanças Globais –  
IVIG/COPPE/UFRJ**

# Como ocorre o aquecimento global

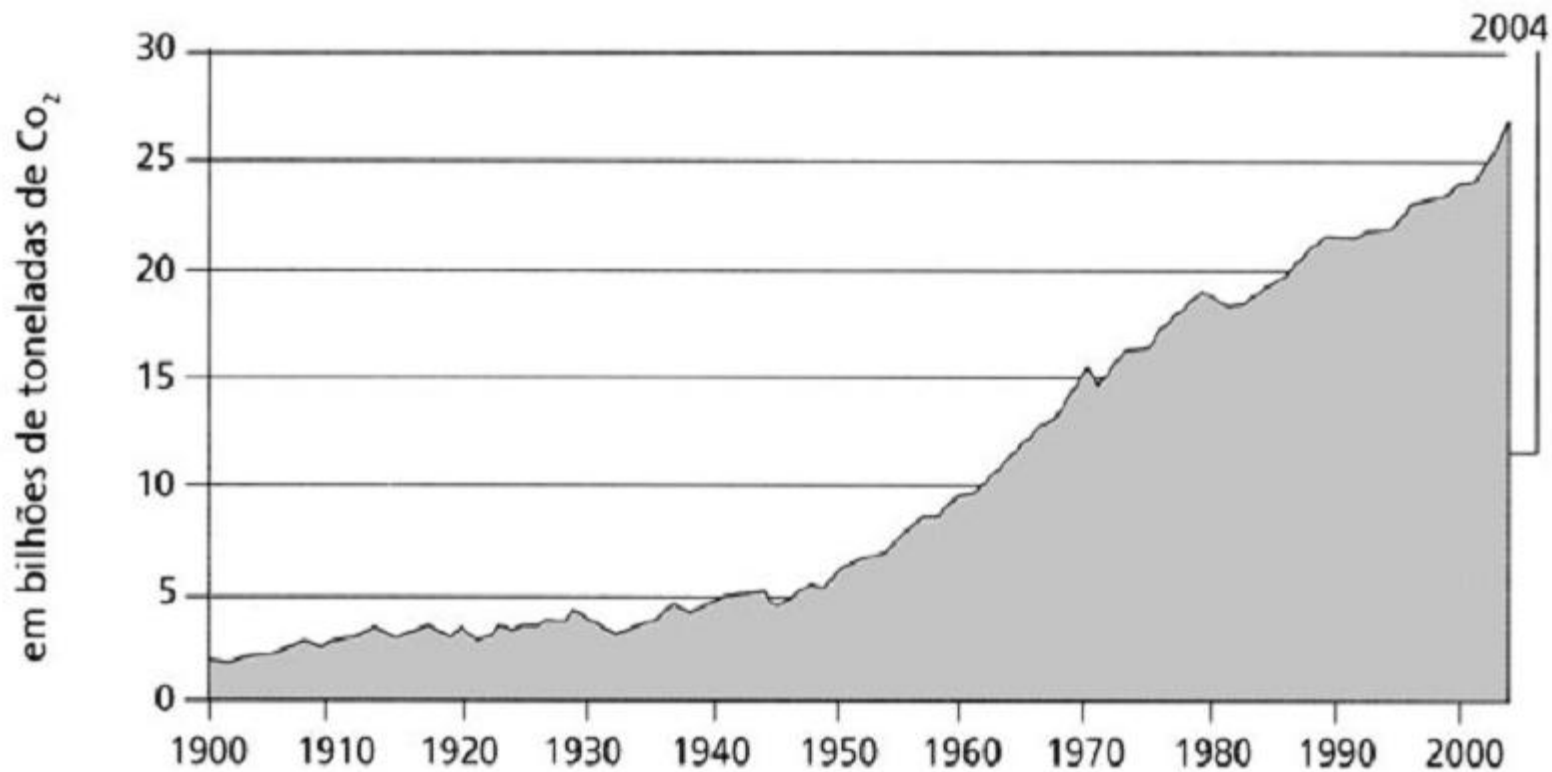


# Padrões lineares de evolução das temperaturas médias globais



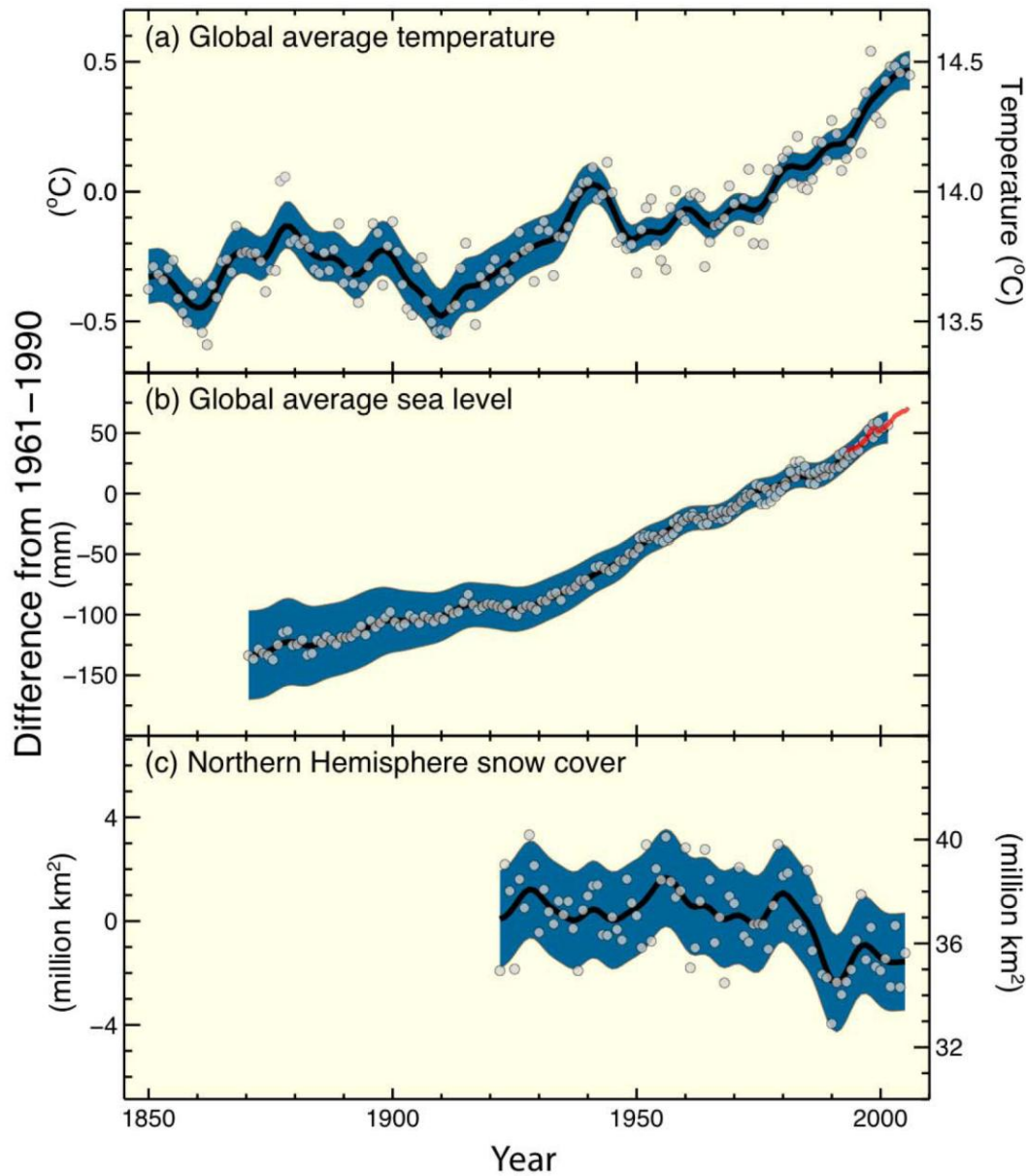


# Evolução das emissões de CO<sub>2</sub> por combustíveis fósseis (1900-2004)



Source & Notes: WRI estimates based on IEA, 2004; EIA, 2004; Marland et al., 2005; and BP, 2005. Emissions include fossil fuel combustion, cement manufacture, and gas flaring.

# Changes in Temperature, Sea Level and Northern Hemisphere Snow Cover



Hemisfério Norte

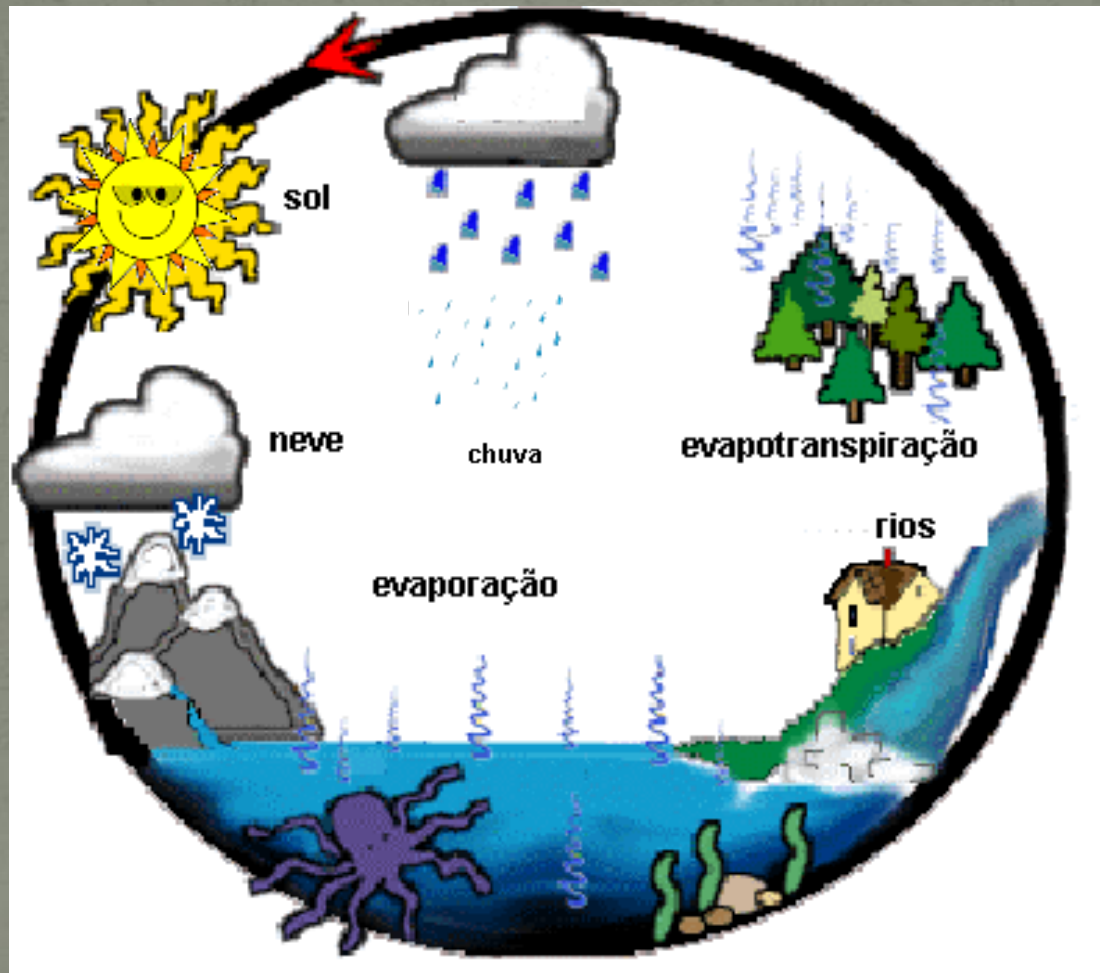
Alterações na:

**temperatura**

**nível do mar**

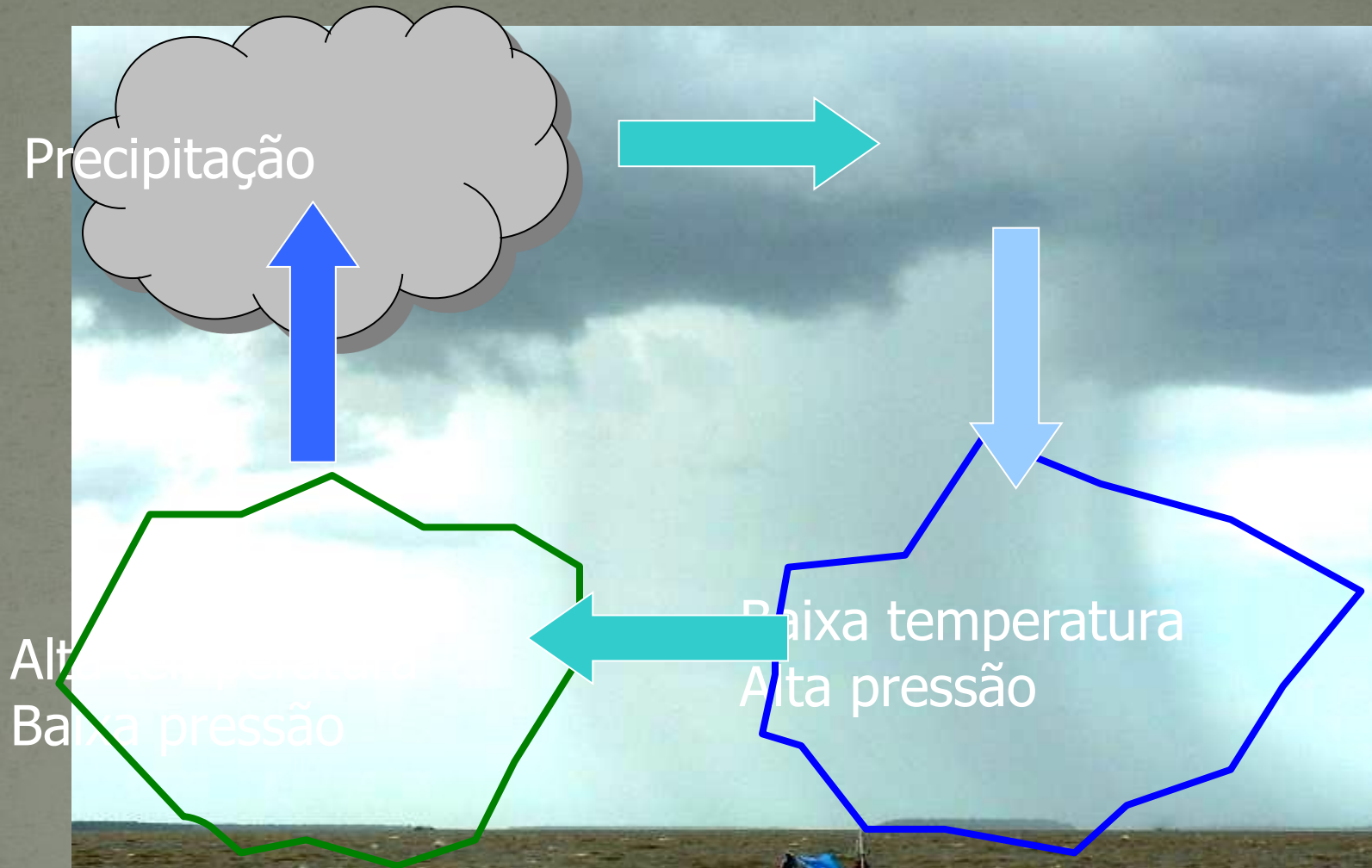
**cobertura de neve**

# O ciclo da água





# Fluxos de energia



Variação = fluxo





Uma verdade inconveniente



WMO INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE UNEP

**"Climate Change 2007"**  
The IPCC 4th Assessment Report is coming out

November 07

A comprehensive and rigorous picture of the global present state of knowledge of climate change

The Synthesis Report will come out  
The core message of this message is: climate change is real, most policy-relevant climate indicators are already changing, and the climate system is warming.

Relatório IPCC, 2007

Other IPCC News  
The future in our hands: high-level event on climate change convened by the UN Secretary-General on 21 September 07

IPCC Fourth Assessment Report (AR4)  
Working Group I Report: "The Physical Science Basis"

- Full AR4 WGI report available online
- AR4 Working Group I Report
- AR4 Working Group I Report Summary for Policymakers







Jaboatão- PE, 2005



Ciclone Catarina, RS e SC, 2004

# Austrália e Etiópia apresentam variabilidade climática semelhante.



Etiópia

Armazenamento de água:  
45 m<sup>3</sup> por pessoa

Austrália

Armazenamento de água:  
5.000 m<sup>3</sup> por pessoa



# Estados Unidos e Nepal apresentam potencial hidrelétrico semelhante

Estados  
Unidos

Capacidade instalada:  
90.000 MW



Nepal

Capacidade instalada:  
Nepal: 500 MW

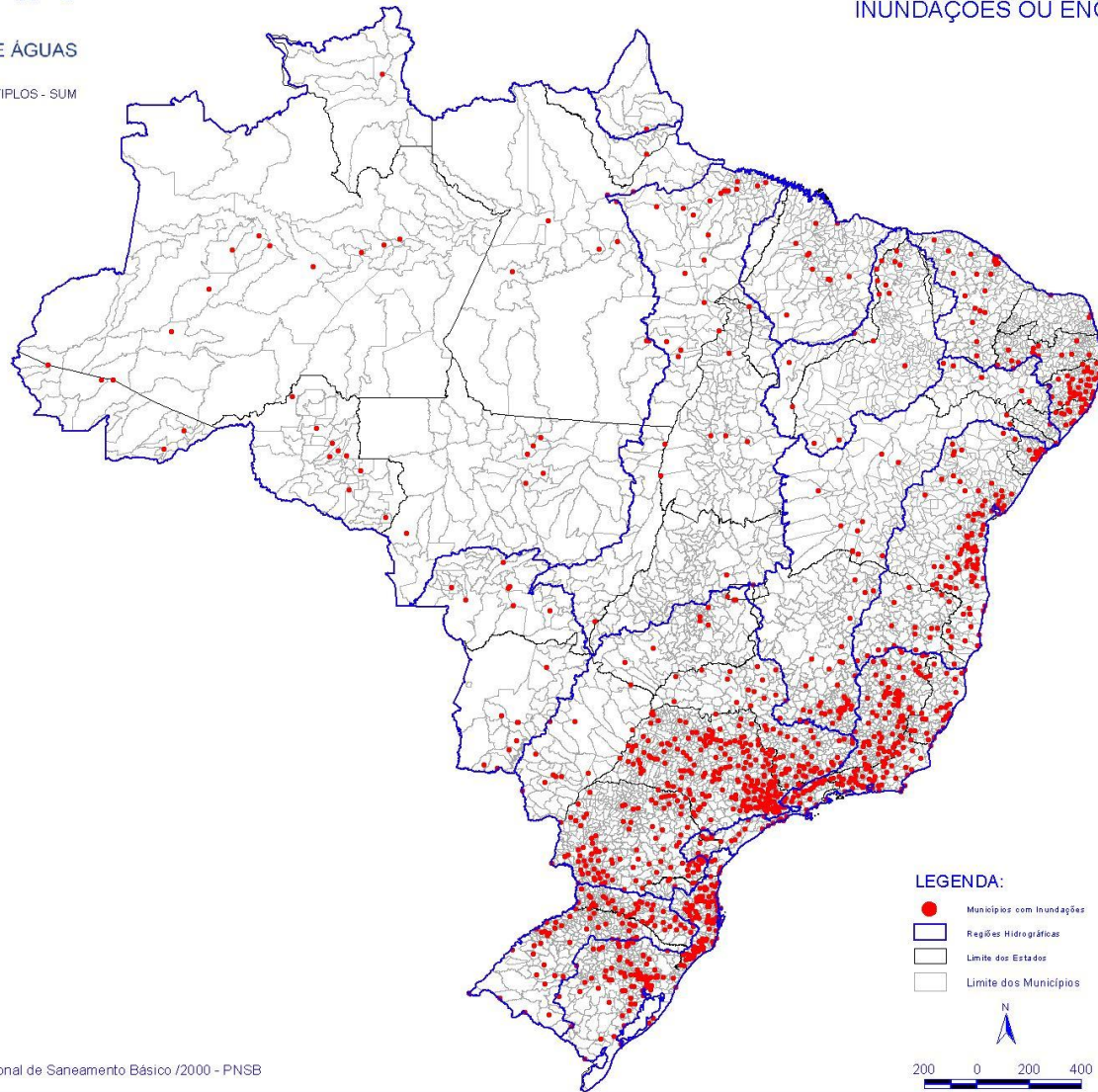




AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS

SUPERINTENDÊNCIA DE USOS MÚLTIPLOS - SUM

## MUNICÍPIOS COM OCORRÊNCIA DE INUNDAÇÕES OU ENCHENTES EM 1998 E 1999

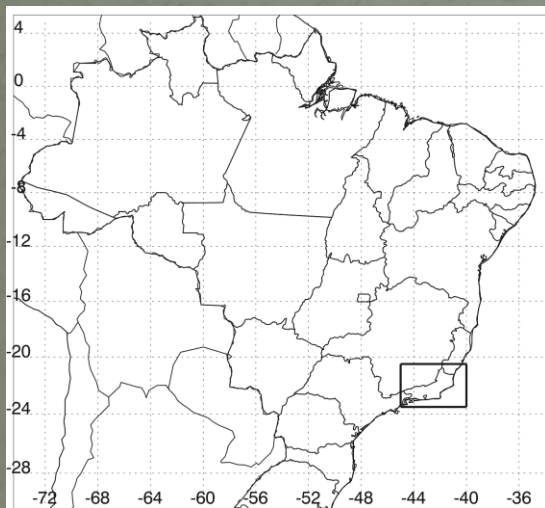


FONTE: Pesquisa Nacional de Saneamento Básico /2000 - PNSB  
IBGE (2002)

# Anomalias de precipitação (mm/dia)

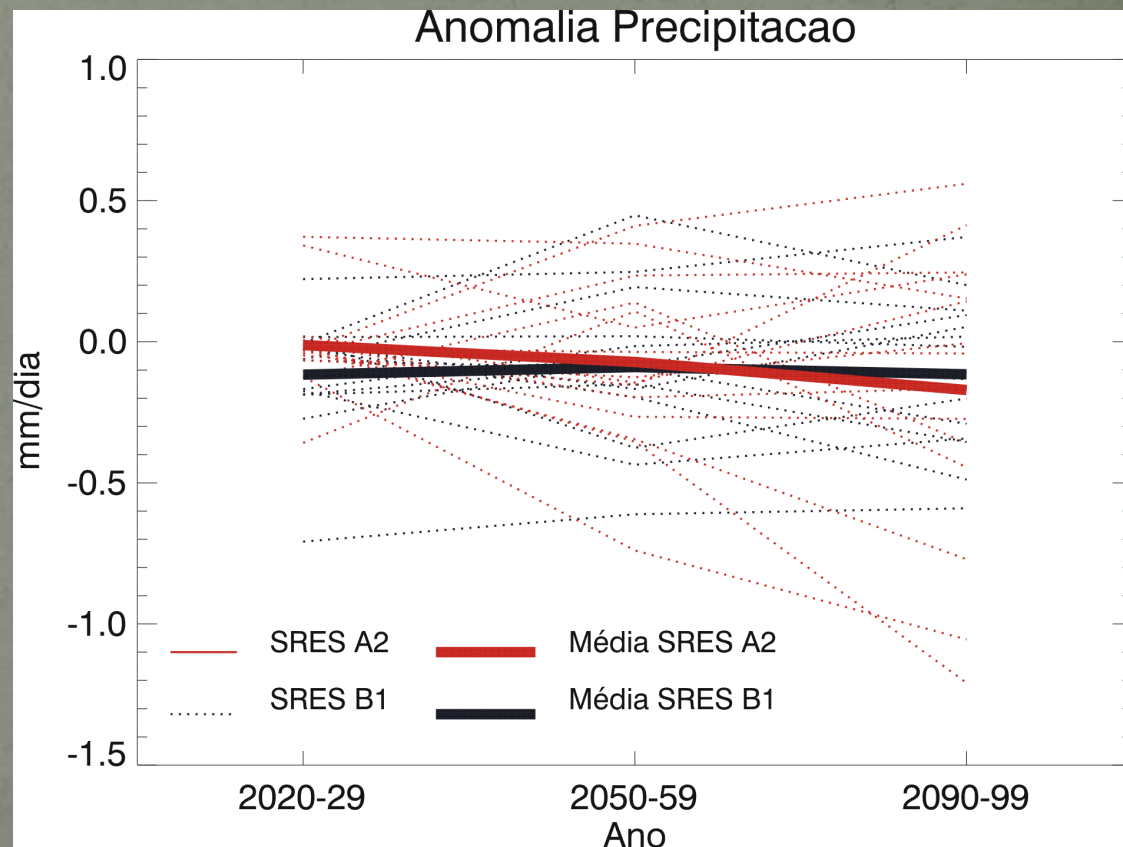
Cenários: A2 e B1

Período: 2020-29, 2050-59, 2090-99



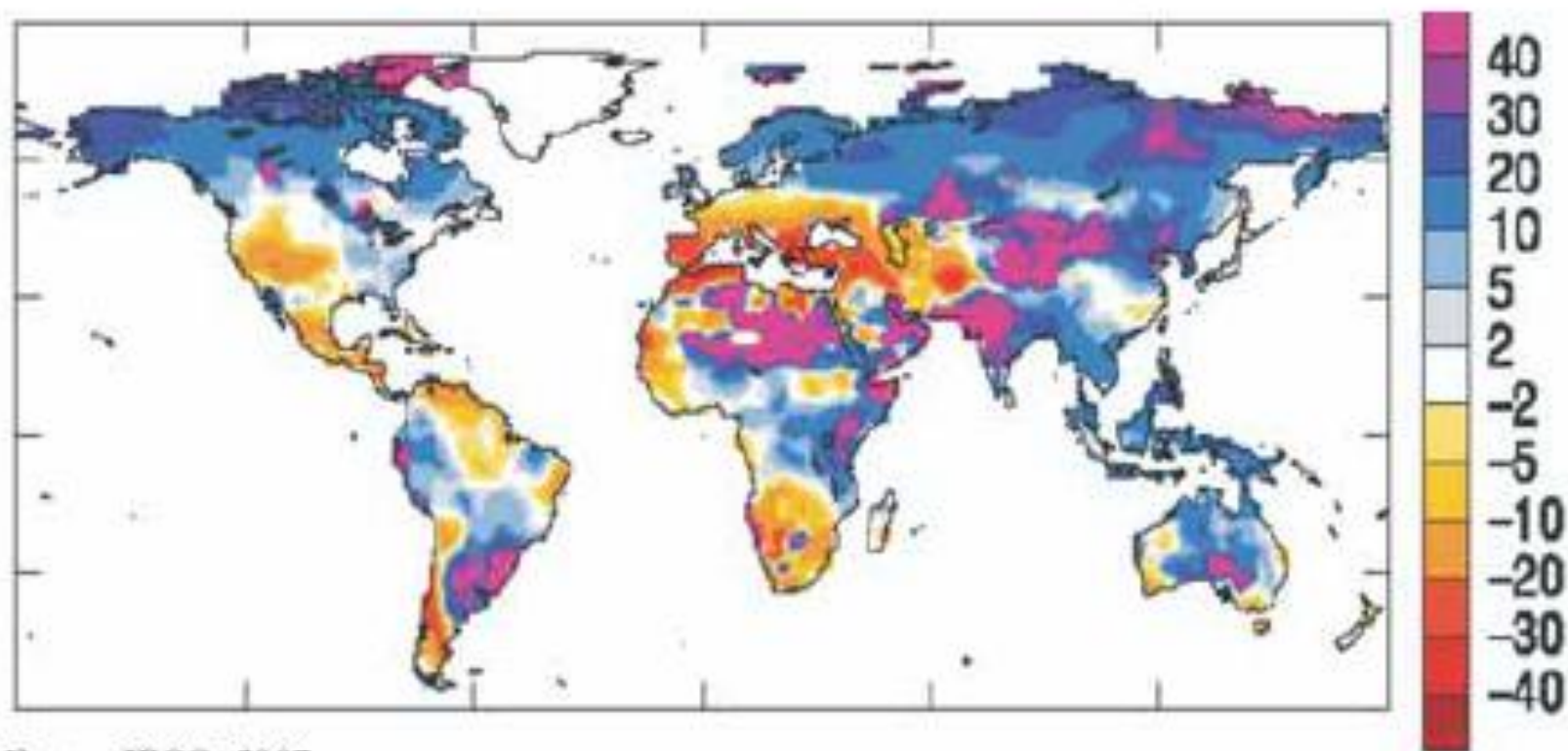
Área: 20.5 S-23.5 S, 45 W-40 W

Fonte: Nobre, C.  
& Valeriano D., INPE, 2007.



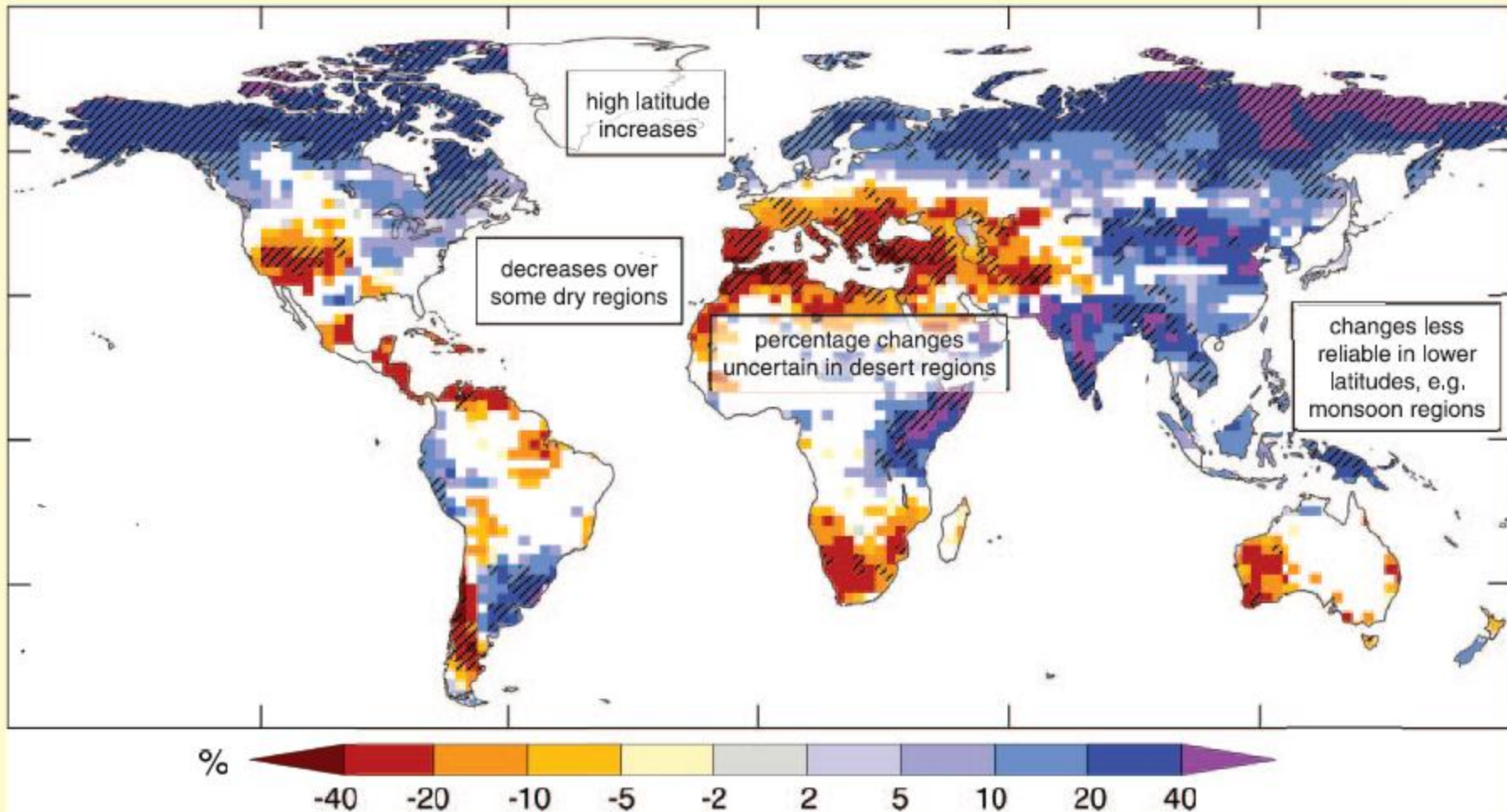


**Figura 2.** Projeções de mudanças em vazões de rios ate 2050 (média de 12 modelos de IPCC AR4, cenário A1B)



Fonte: IPCC, 2007a.

## Projections and model consistency of relative changes in runoff by the end of the 21st century



Large-scale relative changes in annual runoff (water availability, in percent) for the period 2090-2099, relative to 1980-1999. Values represent the median of 12 climate models using the SRES A1B scenario. White areas are where less than 66% of the 12 models agree on the sign of change and hatched areas are where more than 90% of models agree on the sign of change. (Bates et al.; 2008)

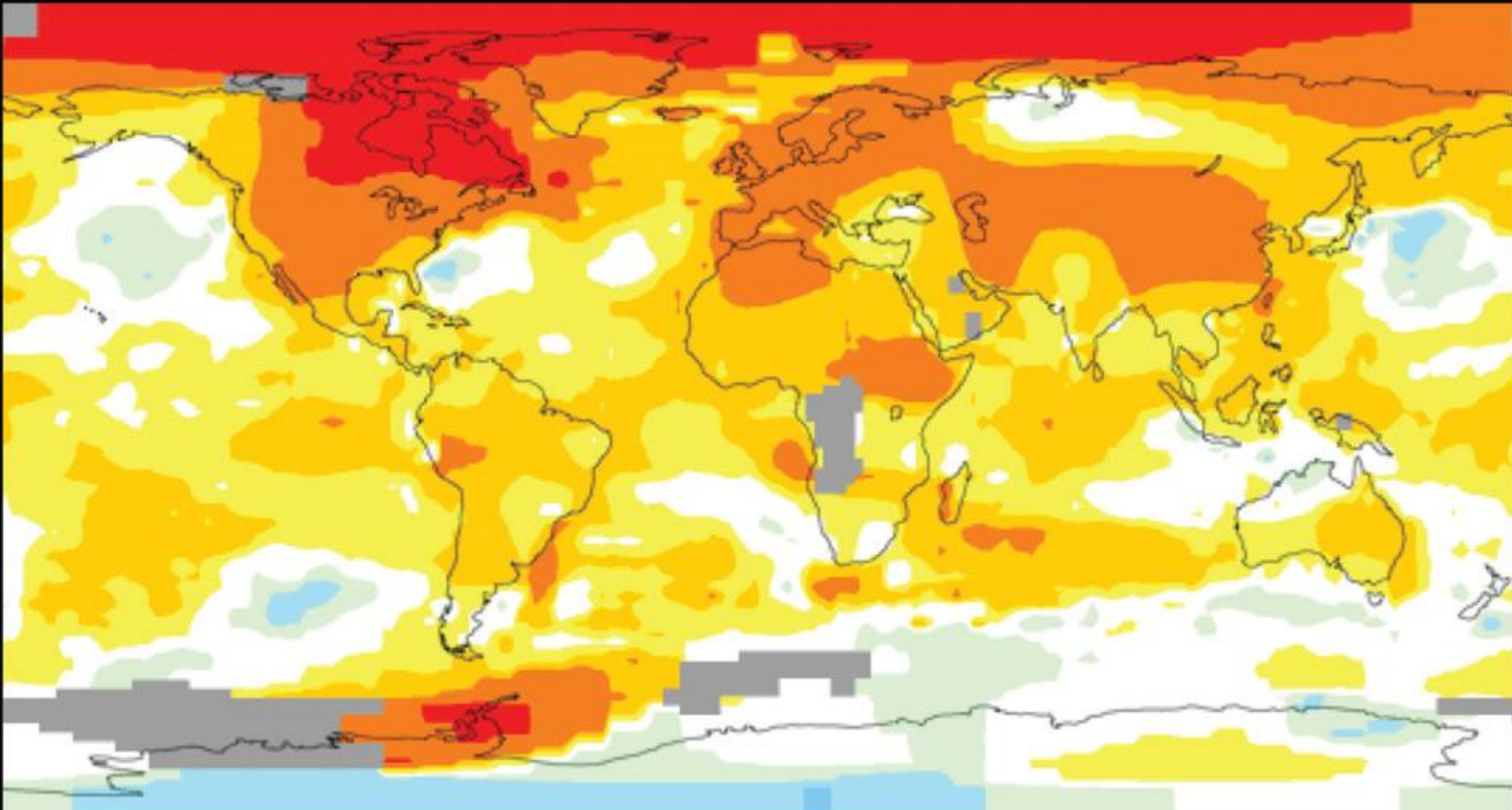
**Figura 5.** América do Sul - Tendências de Precipitação de 1960 a 2000



Nota: As bolas indicam tendência de redução e as cruces de aumento das chuvas, o negrito indica uma tendência mais acentuada.

Fonte: IPCC, WG II (2007, b).

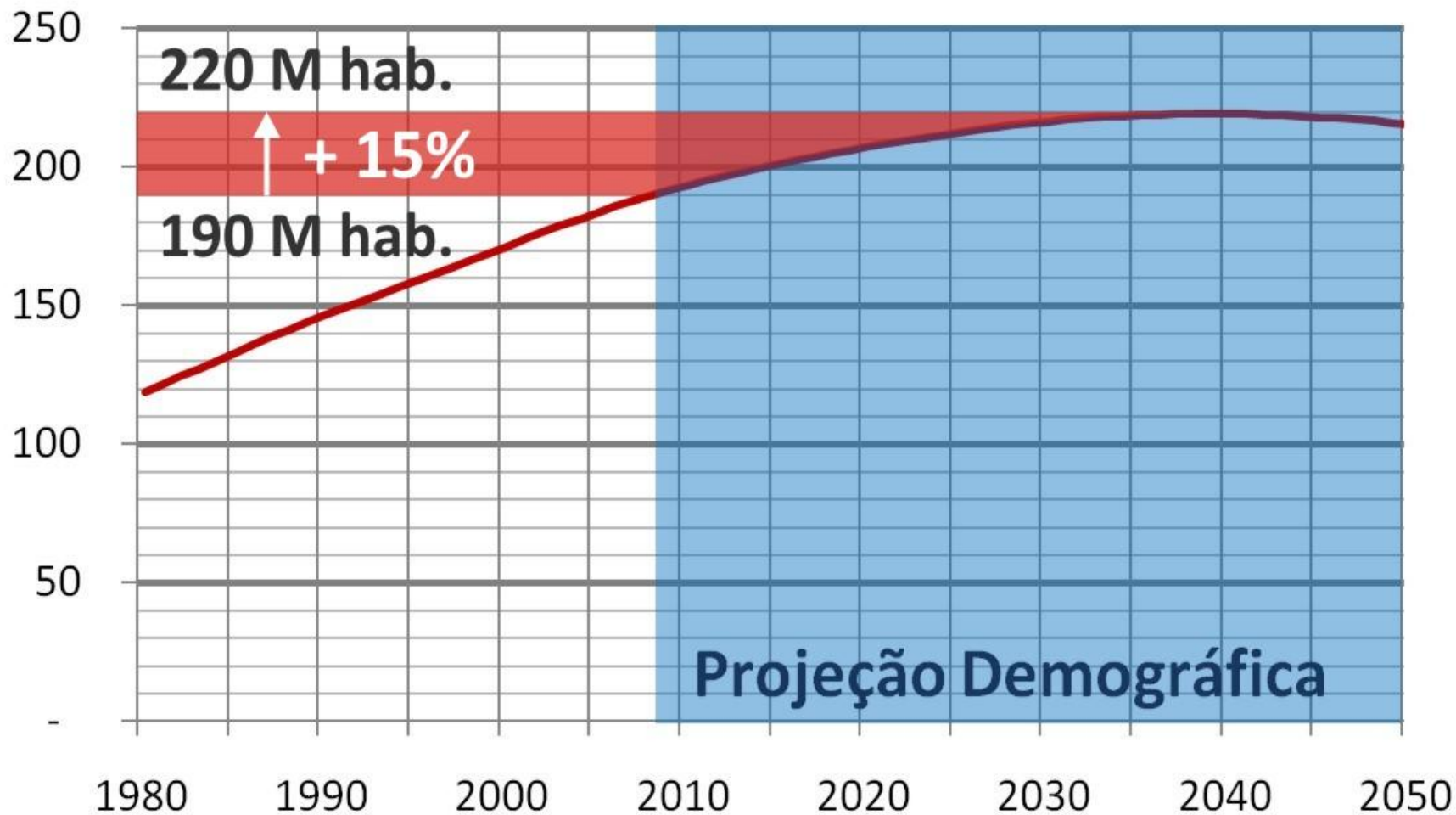




Aquecimento no Hemisfério Norte e Hemisfério Sul.  
Fonte: NASA.

Brasil \_  
Possibilidades de  
Mitigação de GEE

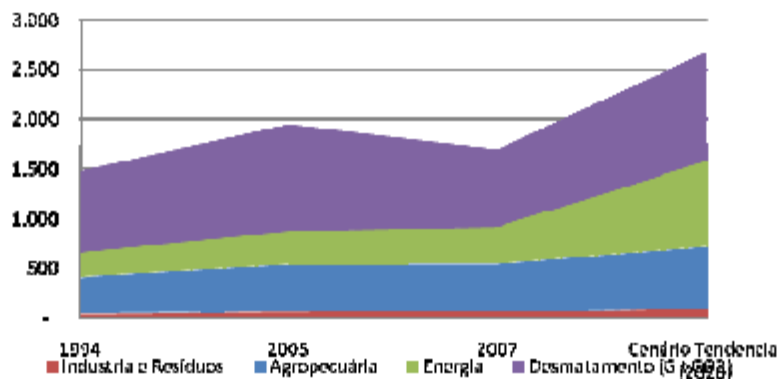
## População Brasileira (milhões de habitantes)





# Emissões Brasileiras (mi tCO2e)

| Emissões              | 1994         | 2005         | 2007         | Genário Tendencial 2020 |
|-----------------------|--------------|--------------|--------------|-------------------------|
| Agropecuária          | 369          | 480          | 479          | 627                     |
| Industria e Resíduos  | 42           | 55           | 60           | 92                      |
| Energia               | 248          | 347          | 381          | 901                     |
| Desmatamento          | 818          | 1.060        | 770          | 1.084                   |
| <b>Total Emissões</b> | <b>1.477</b> | <b>1.942</b> | <b>1.690</b> | <b>2.703</b>            |



## Ações para Mitigação de Emissões até 2020

| Ações de Mitigação (NAMAs)                             | 2020<br>(tendencial) | Amplitude da<br>redução 2020<br>(mi tCO <sub>2</sub> ) |             | Proporção de<br>Redução |              |
|--|----------------------|--|-------------|-------------------------|--------------|
| <b>Uso da terra</b>                                    | <b>1084</b>          | <b>669</b>   | <b>669</b>  | <b>24,7%</b>            | <b>24,7%</b> |
| Red Desmatamento Amazônia (80%)                        |                      | 564  | 564         | 20,9%                   | 20,9%        |
| Red Desmatamento no Cerrado (40%)                      |                      | 104  | 104         | 3,9%                    | 3,9%         |
| <b>Agropecuária</b>                                    | <b>627</b>           | <b>133</b>   | <b>166</b>  | <b>4,9%</b>             | <b>6,1%</b>  |
| Recuperação de Pastos                                  |                      | 83   | 104         | 3,1%                    | 3,8%         |
| ILP - Integração Lavoura Pecuária                      |                      | 16   | 22          | 0,7%                    | 0,8%         |
| Plantio Direto   |                      | 16   | 20          | 0,6%                    | 0,7%         |
| Fixação Biológica de Nitrogenio                        |                      | 16   | 20          | 0,6%                    | 0,7%         |
| <b>Energia</b>   | <b>901</b>           | <b>166</b>   | <b>207</b>  | <b>6,1%</b>             | <b>7,7%</b>  |
| Eficiência Energética                                  |                      | 12   | 15          | 0,4%                    | 0,6%         |
| Incremento do uso de biocombustíveis                   |                      | 48   | 60          | 1,8%                    | 2,2%         |
| Expansão da oferta de energia por Hidroelétricas       |                      | 79   | 99          | 2,9%                    | 3,7%         |
| Fontes Alternativas (PCH, Bioeletricidade, eólica)     |                      | 26   | 33          | 1,0%                    | 1,2%         |
| <b>Outros</b>  | <b>92</b>            | <b>8</b>   | <b>10</b>   | <b>0,3%</b>             | <b>0,4%</b>  |
| Siderurgia – substituir carvão de desmate por plantado |                      | 8  | 10          | 0,3%                    | 0,4%         |
| <b>Total</b>   | <b>2703</b>          | <b>975</b>   | <b>1052</b> | <b>36,1%</b>            | <b>38,9%</b> |

Brasil \_  
Vulnerabilidade  
Possibilidades de Adaptação



# Impactos do aumento de CO<sub>2</sub> no Brasil



## Cenários de Mudanças Climáticas projetadas para o Brasil ate finais do Século XXI:

### Mudanças projetadas:

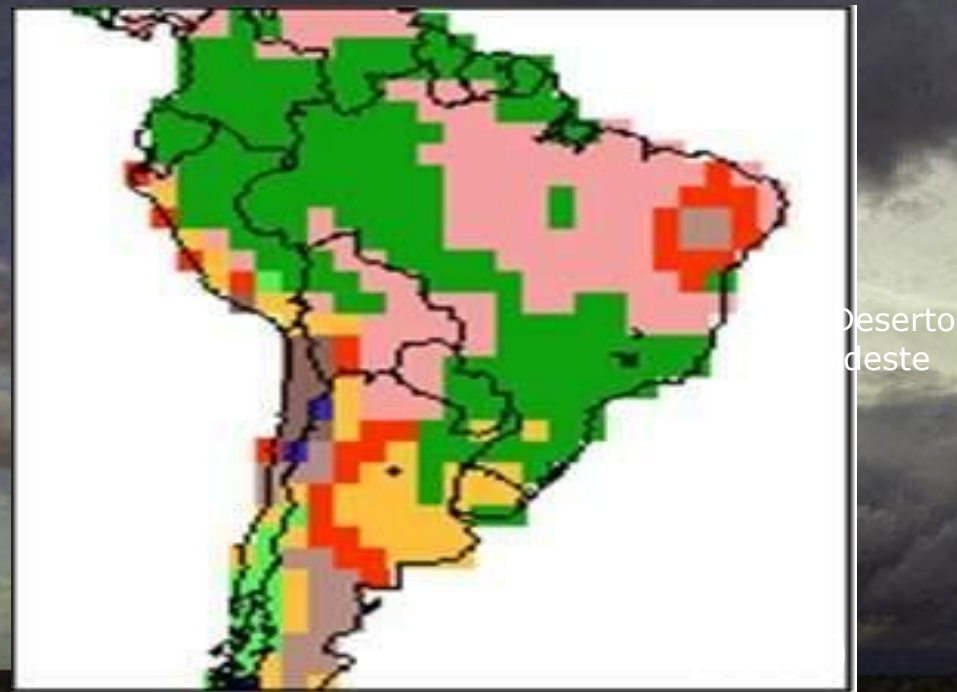
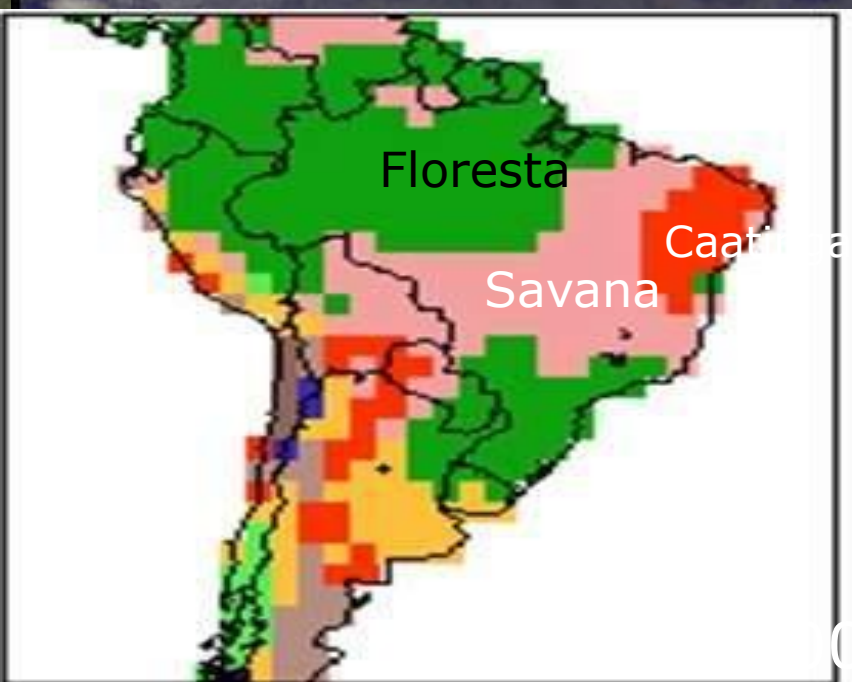
|  |                           |   |
|--|---------------------------|---|
|  | Aumento de temperatura    | ▲ |
|  | Aumento de chuva          | ▲ |
|  | Redução na chuva          | ▲ |
|  | Aumento extremos de chuva | ▲ |
|  | Aumento de dias secos     | △ |
|  | Redução de dias secos     | △ |
|  | Mais ondas de calor       | ▲ |
|  | Menos geadas              | ▲ |

### Confiabilidade:

▲ Alta    ▲ Média    △ Baixa

Modelagem: José Marengo e Carlos Nobre (INPE)

# Riscos aos Biomas Brasileiros

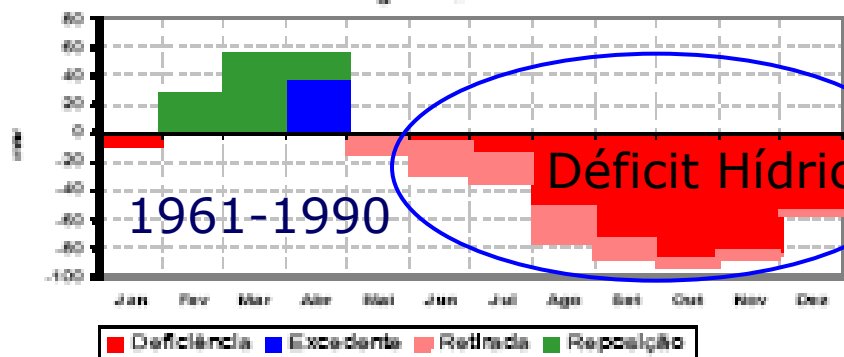


Savanização na Amazônia e 'Aridização' no NE do Brasil

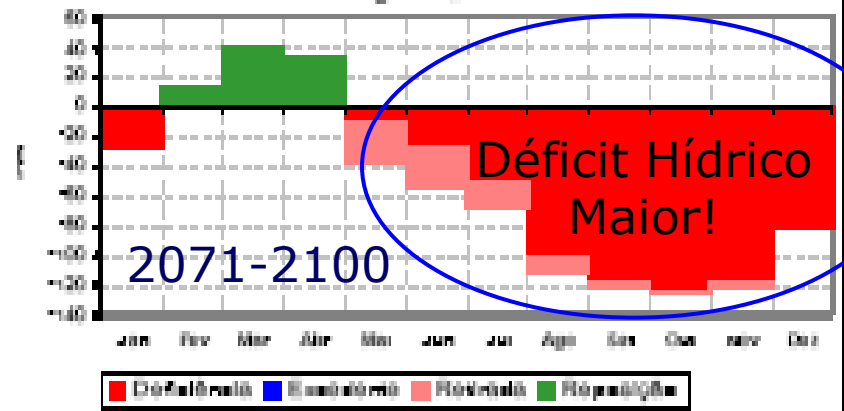


# Impacto possível na disponibilidade de água no Nordeste

Deficiência, Excedente, Retirada e Reposição Hídrica ao longo do ano

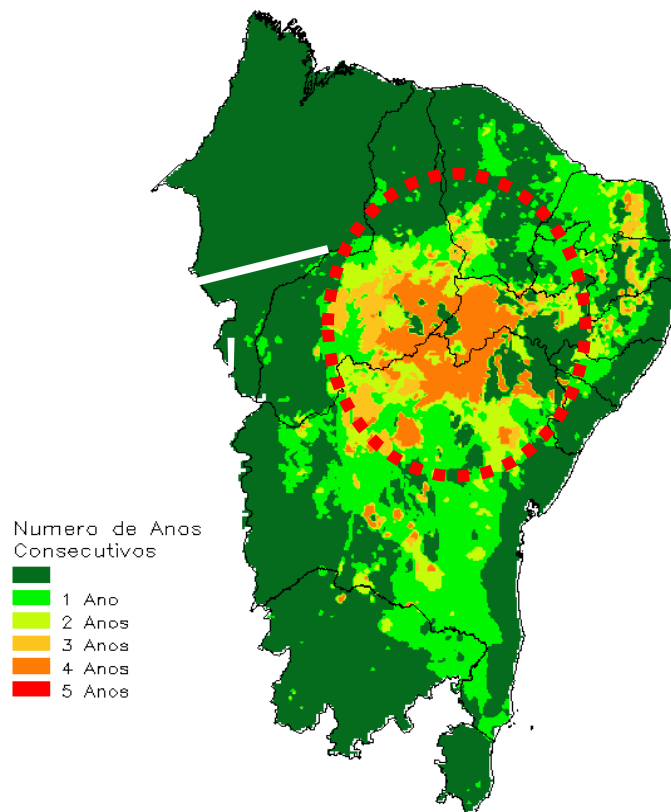


Deficiência, Excedente, Retirada e Reposição Hídrica ao longo do ano



Menor  
Para agricultura

SUDENE - CPTEC - INPE  
Áreas com déficit superior a 30 dias no trimestre chuvoso em anos consecutivos no período 01/10/1999-30/09/2004



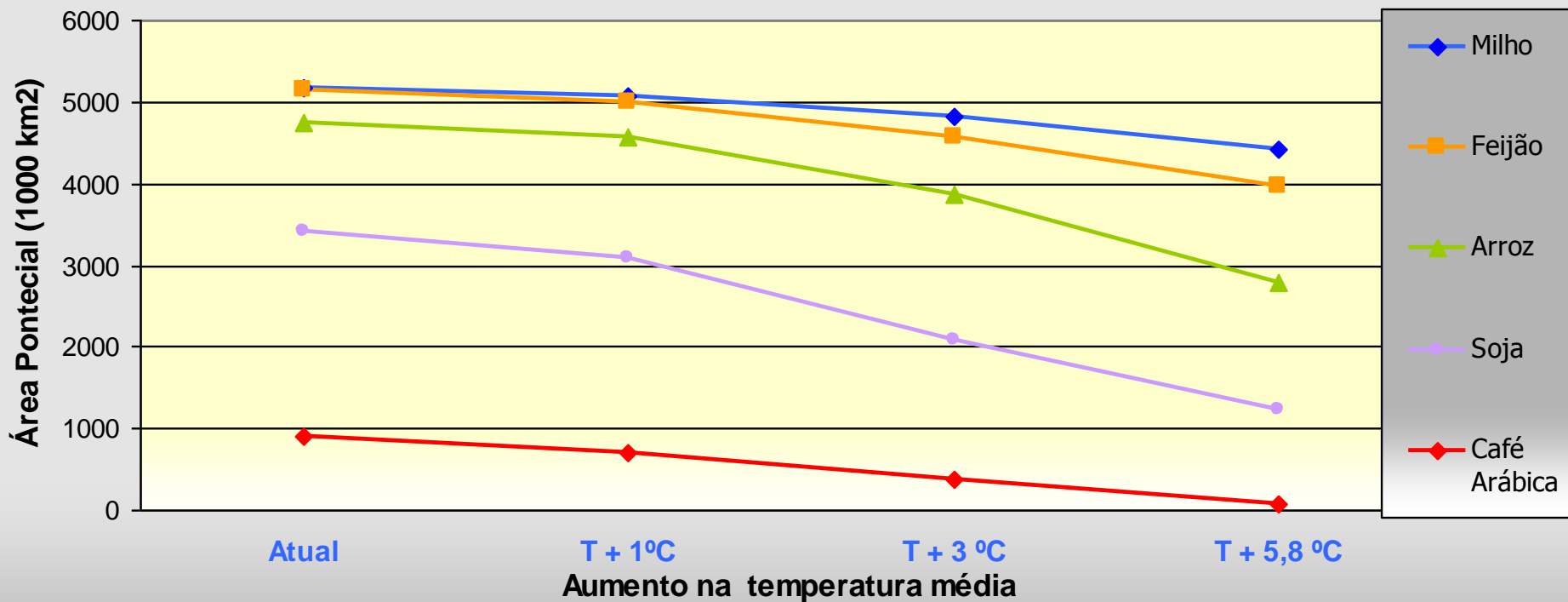
Fontes de dados: CMCD/INPE-INMET-FUNCEME/CE-LMRS/PB-EMPARN/RN-DMRH/PE-SRH/BA-NMRH/AL-SEAAB/PI-SRH/SE-CEMIG/SIMGE/MG-SEAG/ES

© CPTEC/INPE



# Impactos na Agricultura

Redução da área potencial em função do aumento da temperatura entre 1 °C e 5,8 °C



## Impactos da Seca



Ceará, seca de 1877

Morreram 50% da população  
877.000 pessoas

Brasil, seca de 1998

Recursos públicos  
US\$ 875 milhões







Obrigado

---

Prof. Marcos Aurélio Vasconcelos de Freitas –  
IVIG/COPPE/UFRJ  
[mfreitas@ivig.coppe.ufrj.br](mailto:mfreitas@ivig.coppe.ufrj.br)