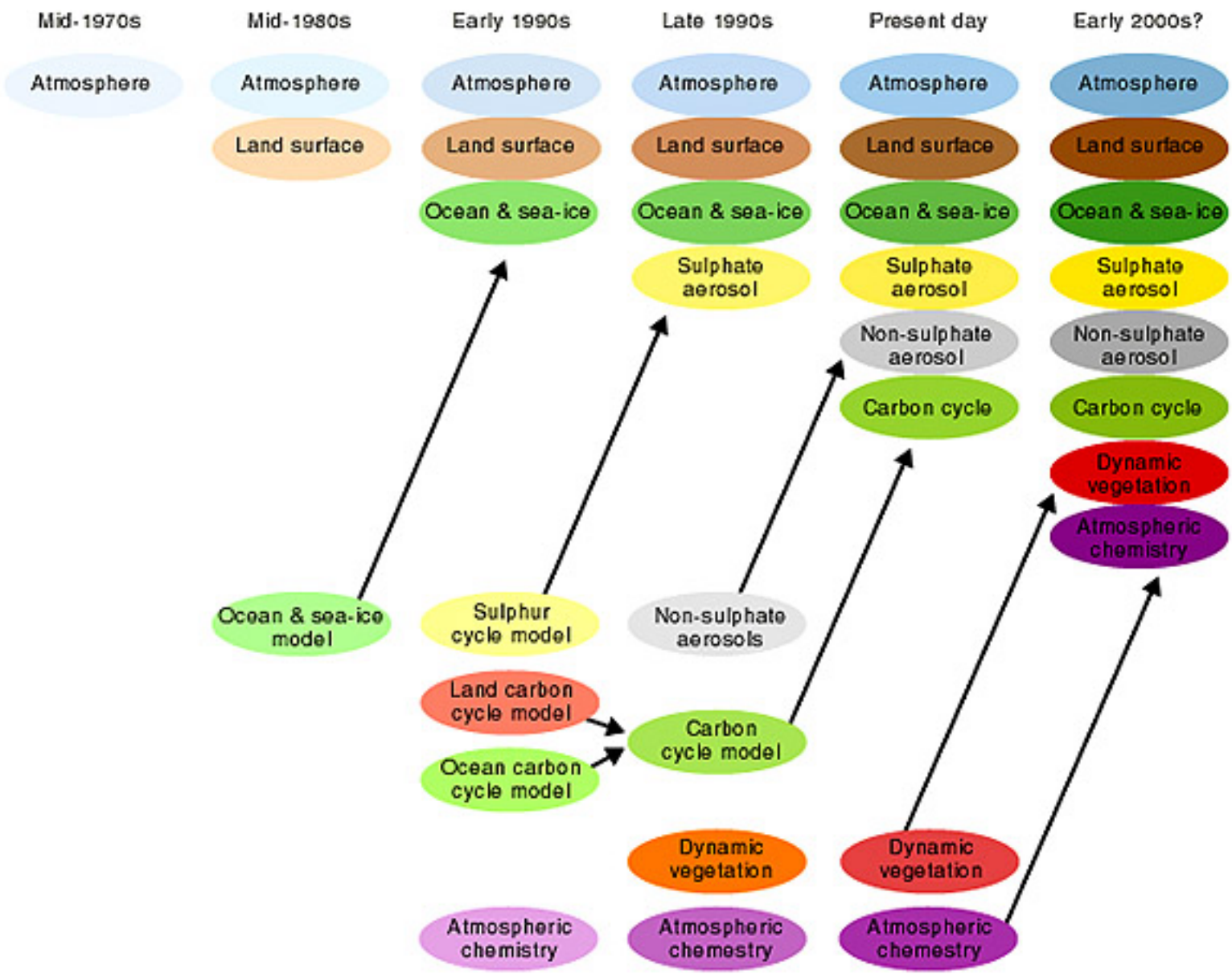
Mudanças Climáticas:, incertezas científicas, riscos e oportunidades

Pedro Leite da Silva Dias

Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas
Universidade de São Paulo

(*) Coordenador da Área de Ciências Ambientais do Instituto de Estudos Avançados da USP

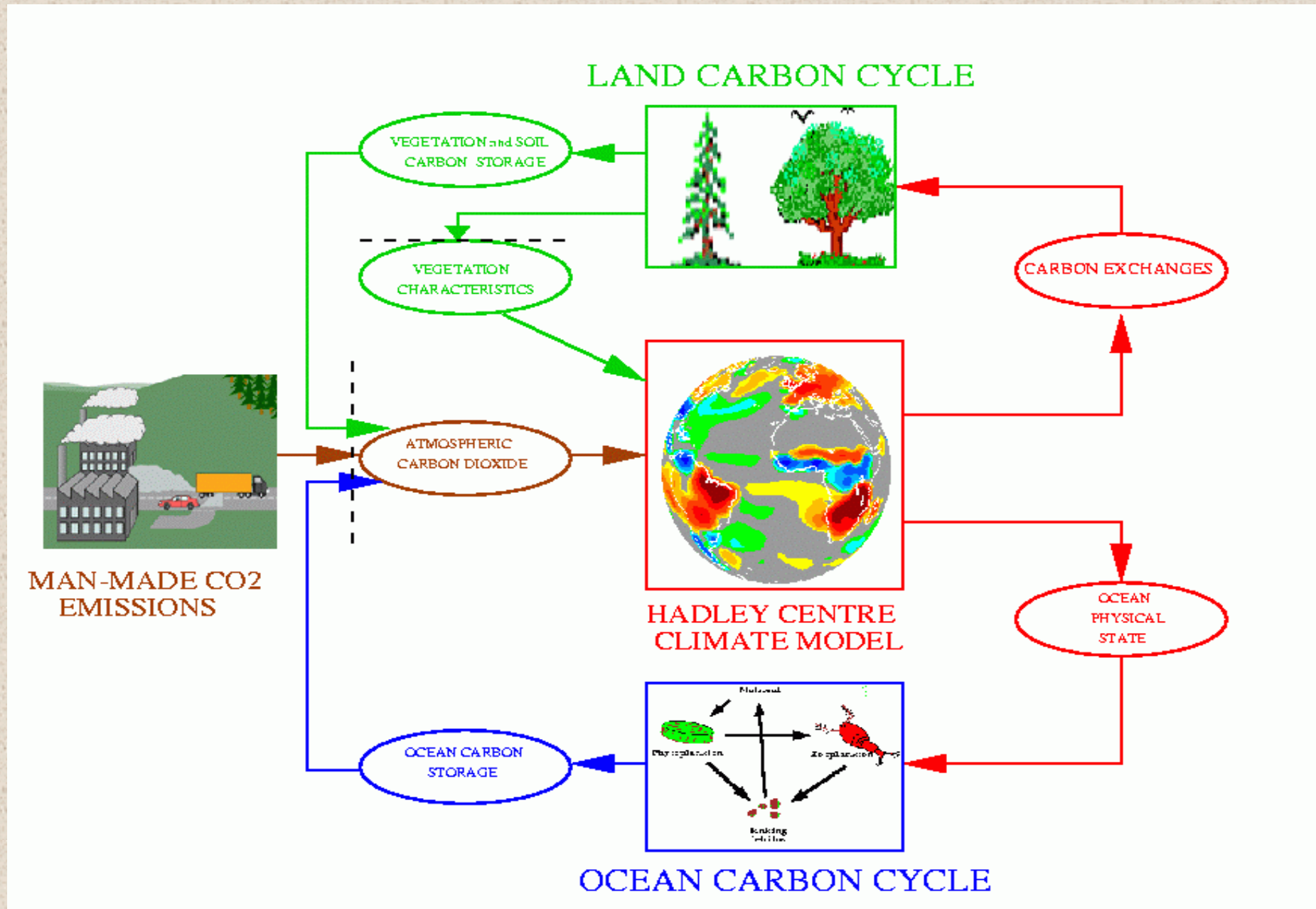
The Development of Climate models, Past, Present and Future



- **Cenários do IPCC/2007 em grande parte baseados em modelos sem a interação da atmosfera com a biosfera. Apenas 6 cenários.**

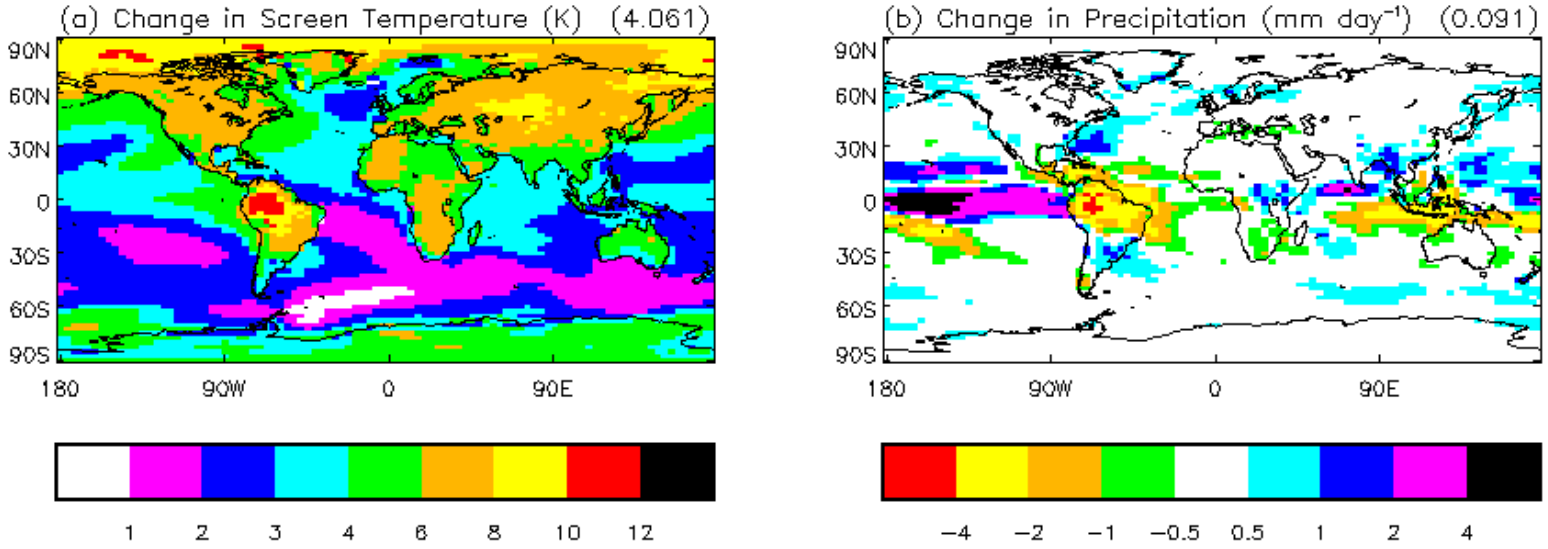
- **Biosfera aumenta a complexidade do sistema climático e a incerteza!**
- **O que dizem estes modelos e como os resultados podem ser relevantes para nós?**

Hadley Centre Coupled Climate-Carbon Cycle Model



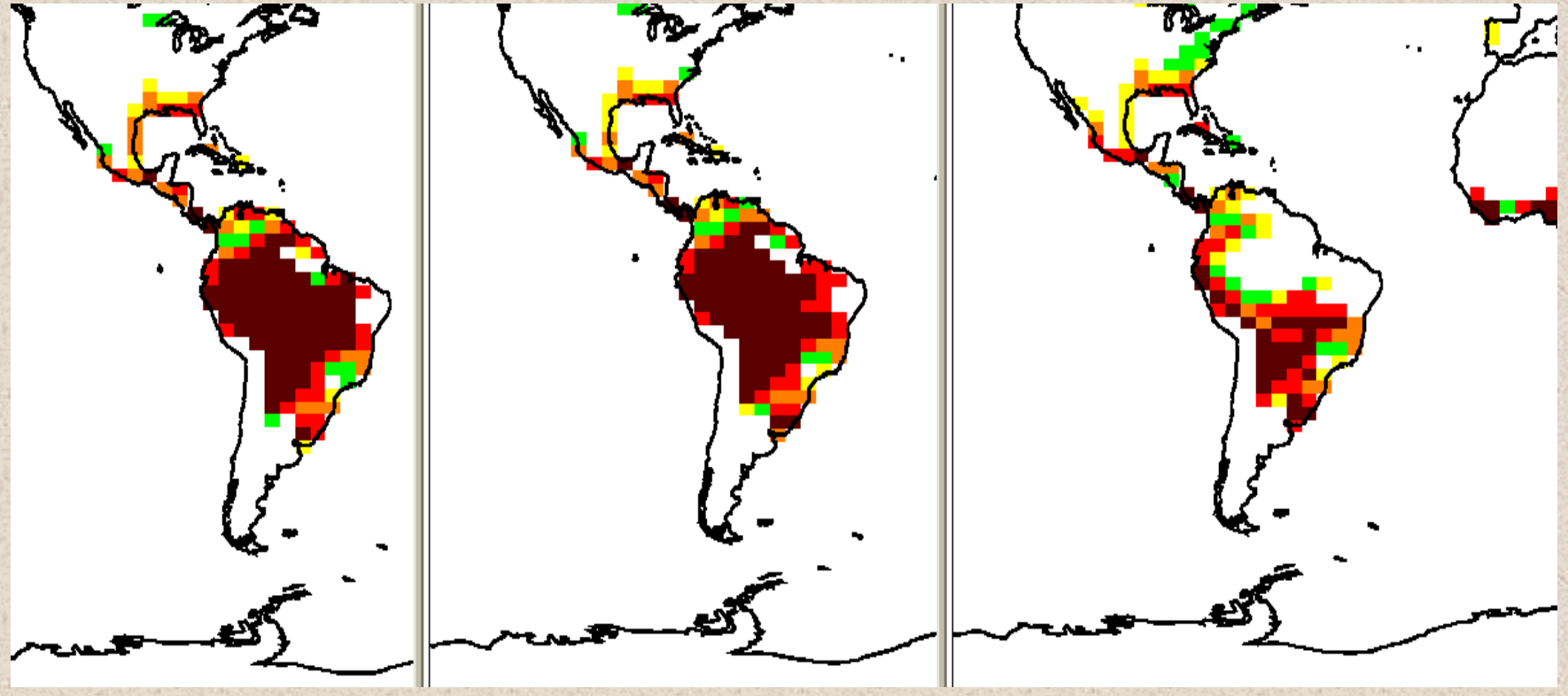
Mudança Climática no modelo do Haddley Center

CO_2 interativo e vegetação dinâmica 2090s - 1990s



Retrocesso da floresta amazônica por mudança climática

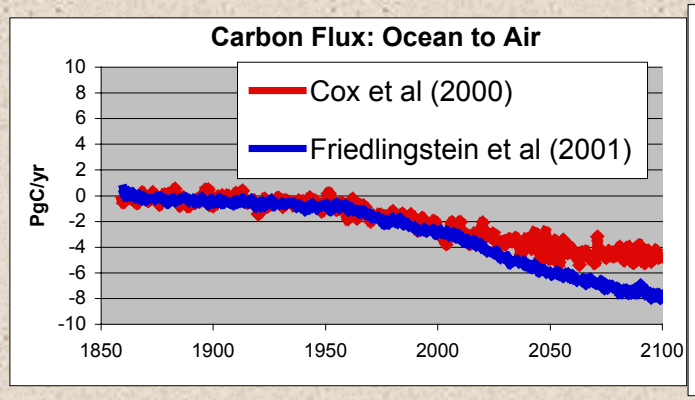
1850 2000 2100

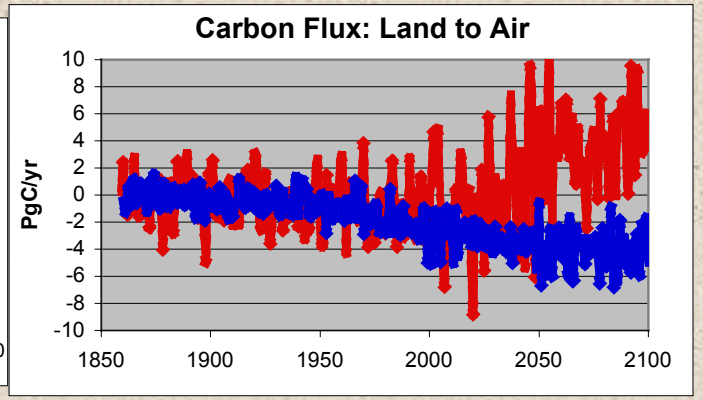


Carbon-Climate Futures

Slide: A.S. Denning

Coupled simulations of climate and the carbon cycle

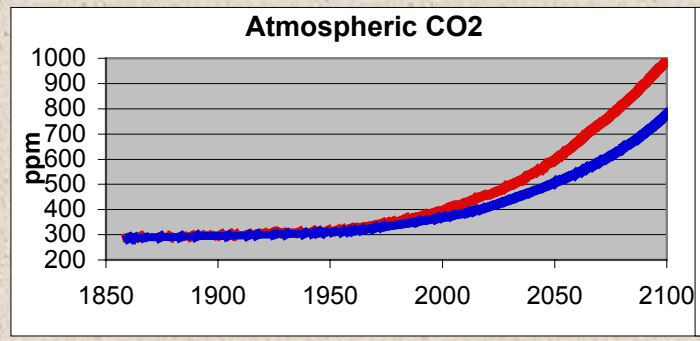


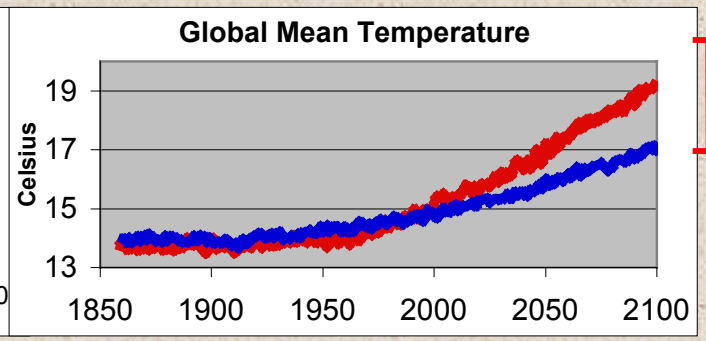


ΔCO_2

=> 700

=> 500





~ 2° K in 2100

$\Delta T=5$

$\Delta T=3$

Coupled climate—vegetation models project dramatically different futures (CO_2, vegetation, T) using different ecosystem models.

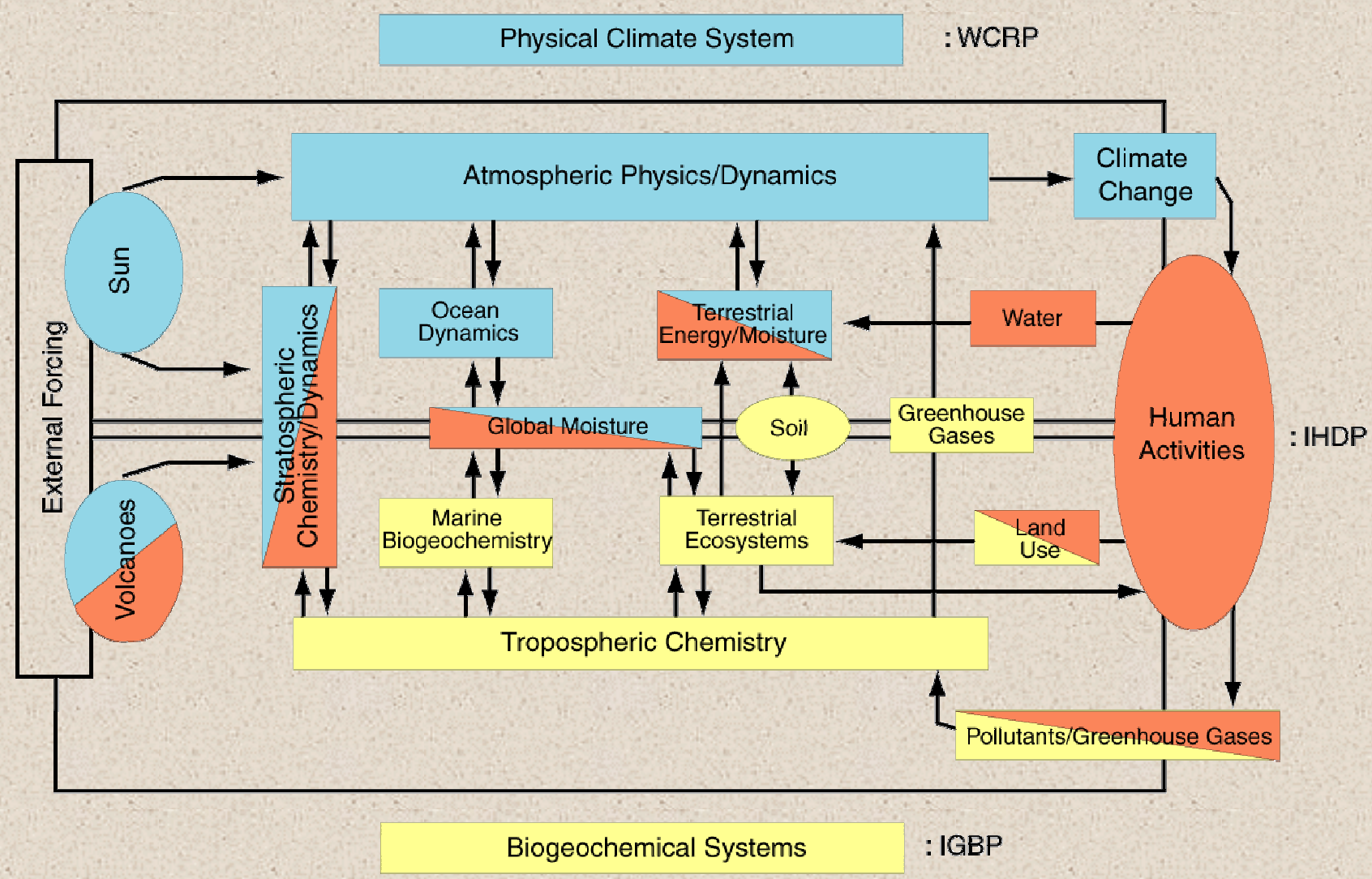
O que fazer?

Entrelaçadas!

Em quais aspectos das mudanças do sistema terrestre temos mais confiabilidade?????

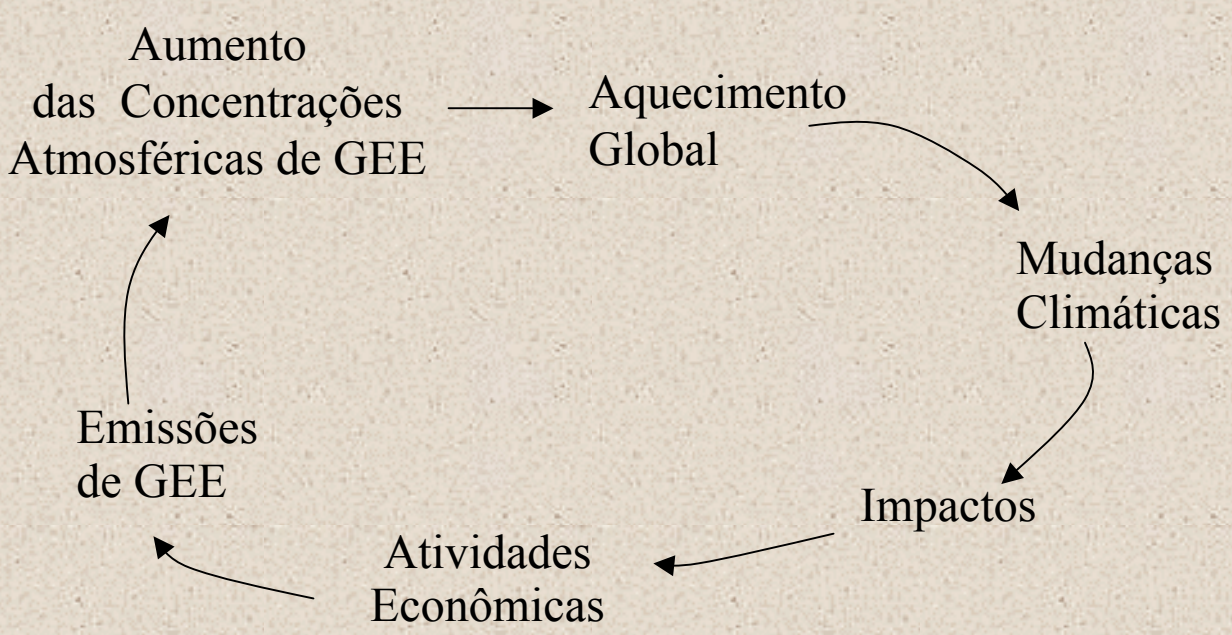
- IPCC/2007 reduz incertezas nos aspectos médios globais
- Aspectos regionais da mudança climática ainda apresentam incertezas significativas

The Earth System: Coupling the Physical, Biogeochemical and Human Components



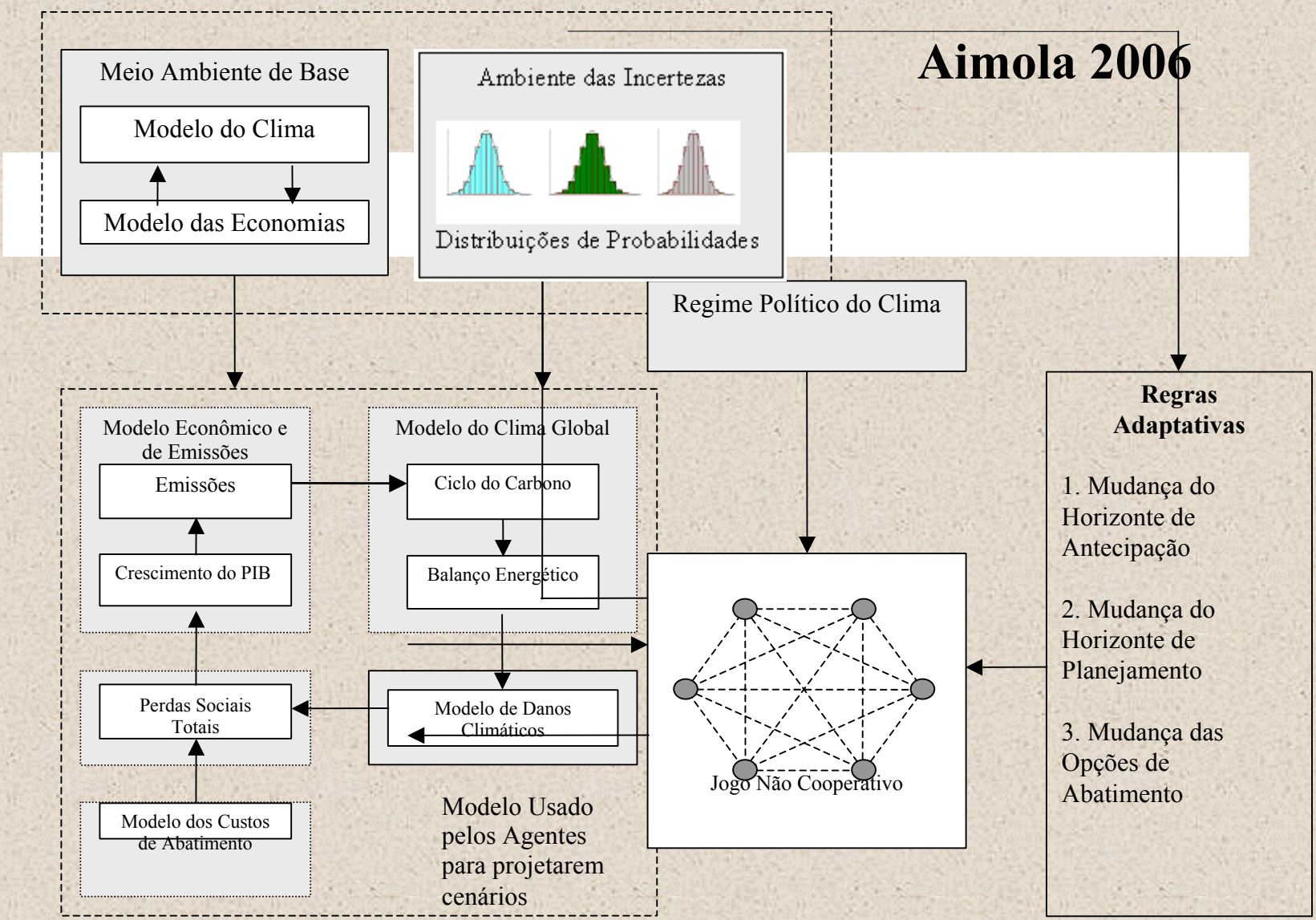
Modelos Integrados Clima - Economia

Cadeia de Causas e Efeitos



Modelos Integrados Clima – Economia

Baseados em Múltiplos Agentes

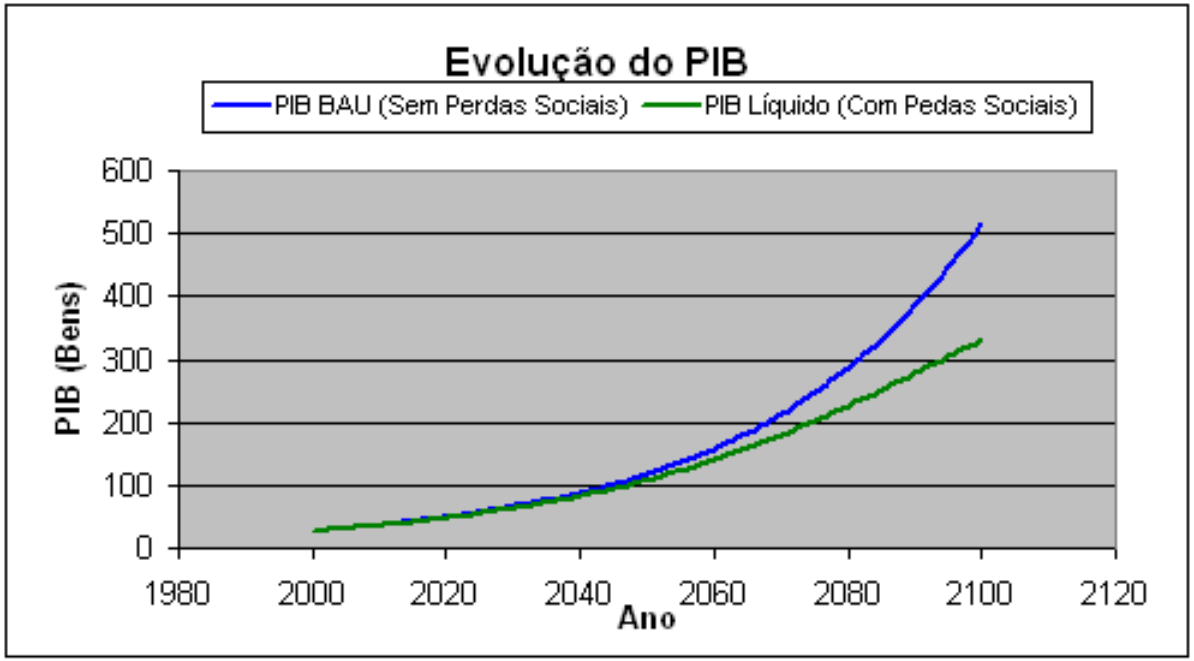


Impactos Perigosos

Queda Sistemática do Produto Interno Bruto de um País

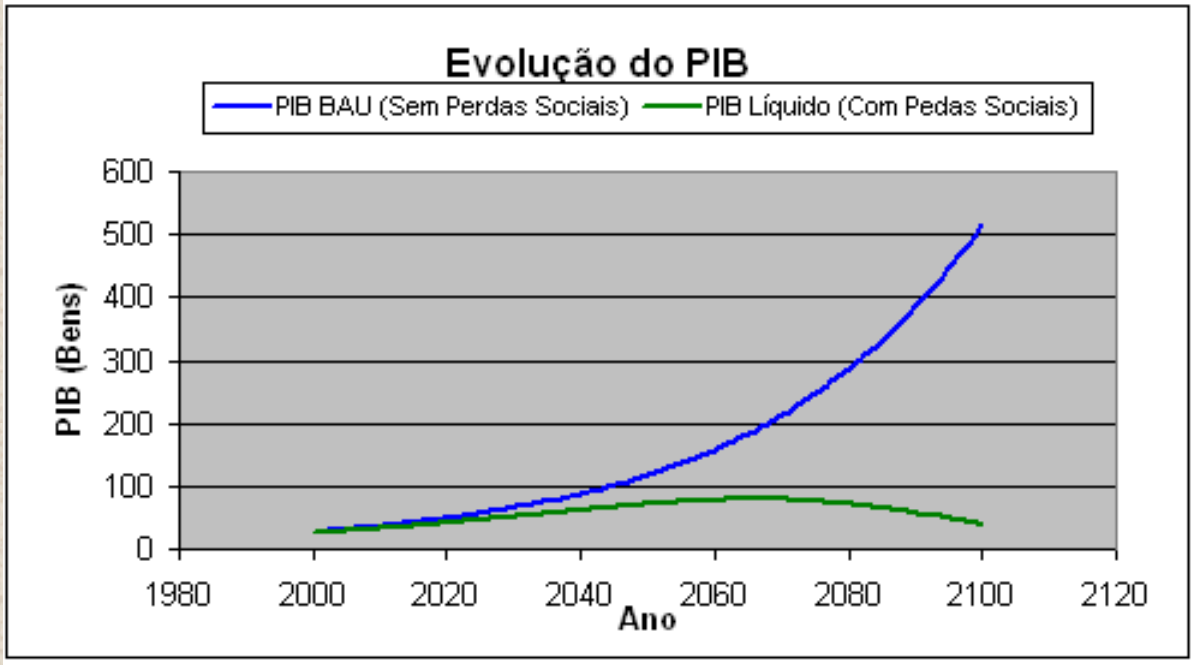
"...permita ao desenvolvimento econômico prosseguir de forma sustentável." (Artigo 2)

Taxa de Crescimento do PIB



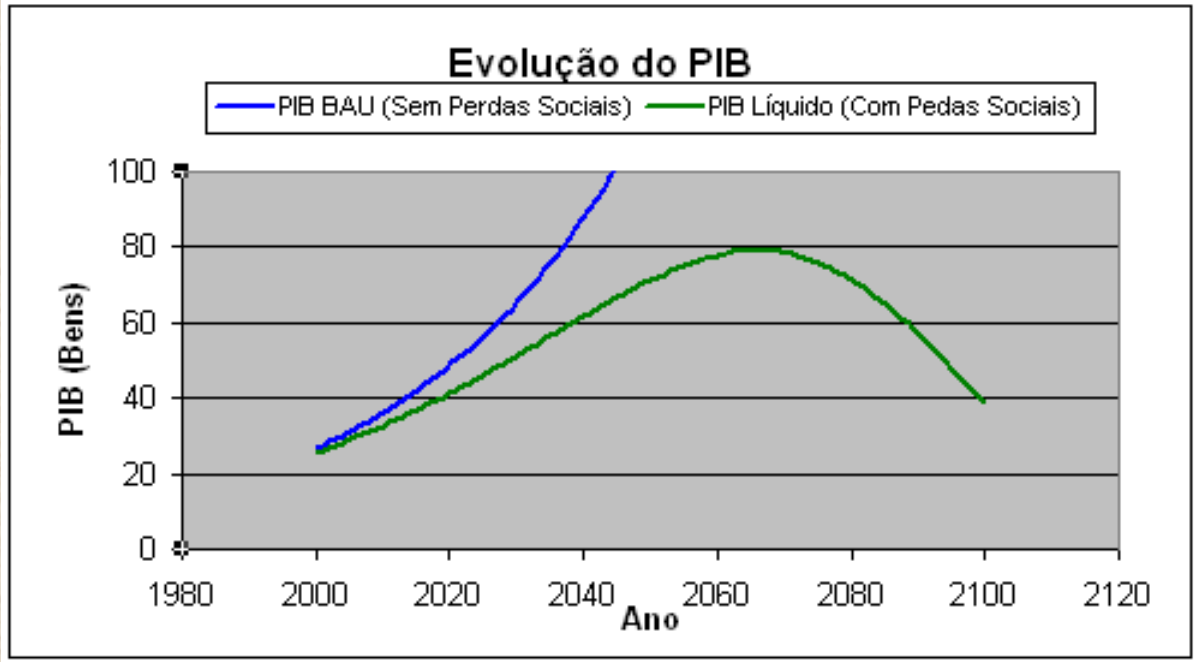
$$PIB(t) = PIB(t).(1-\alpha.\Delta T(t))$$

Taxa de Crescimento do PIB Negativa



$$PIB(t) = PIB(t).(1-\alpha.\Delta T(t))$$

Colapso ! = “Perigoso”



$$PIB(t) = PIB(t).(1-\alpha.\Delta T(t))$$

Problema fundamental associado à incerteza dos cenários:

- Múltiplas escalas – espaço e tempo: não linearidade
- “seamless prediction”
- Processos físicos: acoplamento

Conclusões

- **Os cenários de alteração da constituição físico-química da atmosfera têm relação com processos de superfície**
- **O sistema complexo que descreve a evolução do clima: interação entre as várias componentes**

E como conviver com as incertezas na modelagem de sistemas complexos com o que controla o clima terrestre???

- **Grande progresso nos últimos 10 anos: certamente haverá redução dos próximos 10 anos (efeito de aerossóis, nuvens, interação com biosfera etc...);**
  - **impacto que as mudanças climáticas nos ecossistemas naturais e agrícolas!!!**
  - **No nosso caso é fundamental compreendermos o impacto das queimadas e mudança do uso do solo e o**
- **É fundamental compreender qual é o impacto da própria variabilidade natural:**
  - **Análise de cenários realísticos: o que acontece com o sistema energético com o regime pluviométrico dos anos 40-50-60?? E o impacto na agricultura? Como se adaptar???**