



INSTITUTO NACIONAL  
DE PESQUISAS ESPACIAIS

# **Rede CLIMA**

## **Rede Brasileira de Pesquisa sobre Mudanças Climáticas**

**Carlos Nobre**  
**Centro de Ciência do Sistema Terrestre**  
**Instituto Nacional Pesquisas Espaciais - INPE**

### **Comissão Mista Permanente sobre Mudanças Climáticas**

Brasília, 19 de Maio de 2009

# ***Antropoceno***

***“A influência da humanidade no Planeta Terra nos últimos séculos tornou-se tão significativa a ponto de constituir-se numa nova era geológica”***

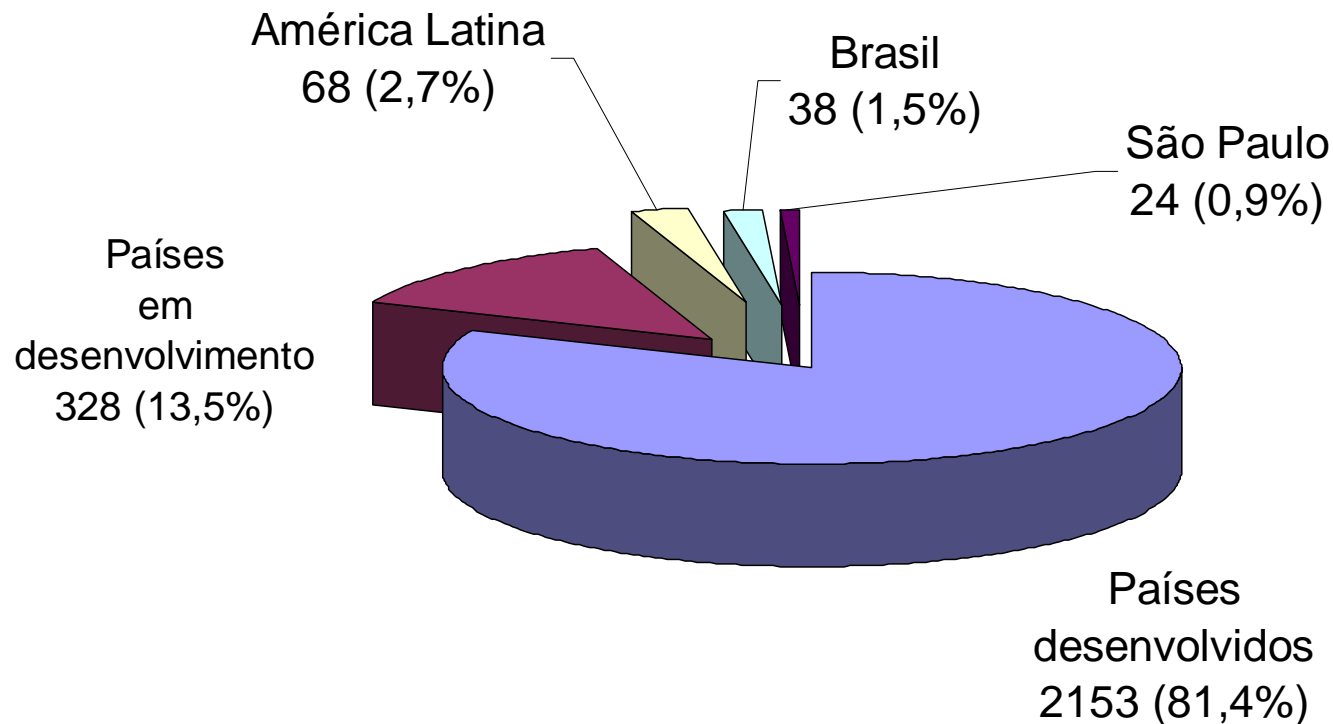
***Prof. Paul Crutzen***

***Prêmio Nobel de Química 1995***

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

# Contribuições das instituições paulistas ao conhecimento sobre mudanças climáticas

Número de publicações por Abrangência Geográfica - 2002 - 2007

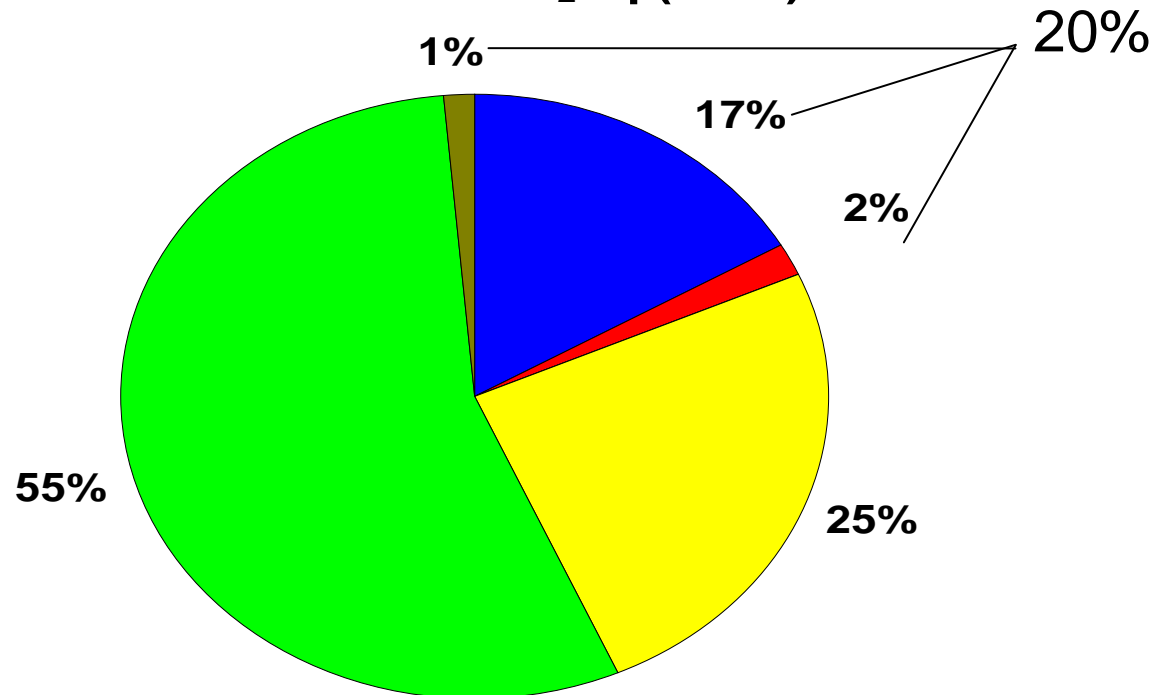


Seleção de artigos contendo as palavras-chave “climate change”, a partir de 20 periódicos de veiculação internacional ampla (e. g., Science, Nature, PNAS, etc.), durante os últimos 5 anos (2002-2007).

**Média da contribuição brasileira é de 2% (todas as áreas)**

# MITIGAÇÃO

Emissões Brasileiras de CO<sub>2</sub>eq (1994)



- Energia
- Processos Industriais
- Uso de Solventes e Outros Produtos
- Agropecuária
- Mudança no Uso da Terra e Florestas
- Tratamento de Resíduos

**Foco em redução das emissões por usos da terra e agricultura**

Considerando GWP do CH<sub>4</sub> = 21

# Adaptação de Sistemas Humanos



Perigo/Risco

Exposição

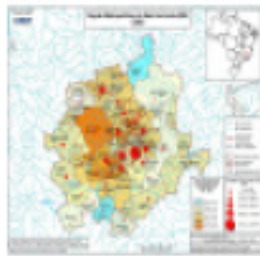
Capacidade  
Adaptativa

Impacto

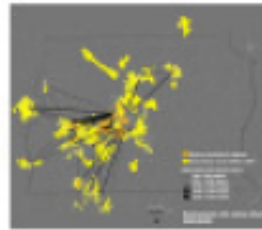
Vulnerabilidade

**A complexidade das dimensões humanas.**

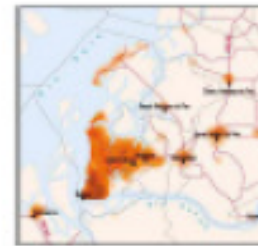
**RM de Belo Horizonte**



**Brasília - RIDE-DF**



**RM de Belém**



**RM de Fortaleza**



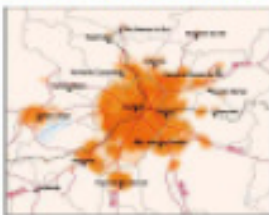
**RM de São Paulo**



**RM do Recife**



**RM de Curitiba**



**RM de Salvador**



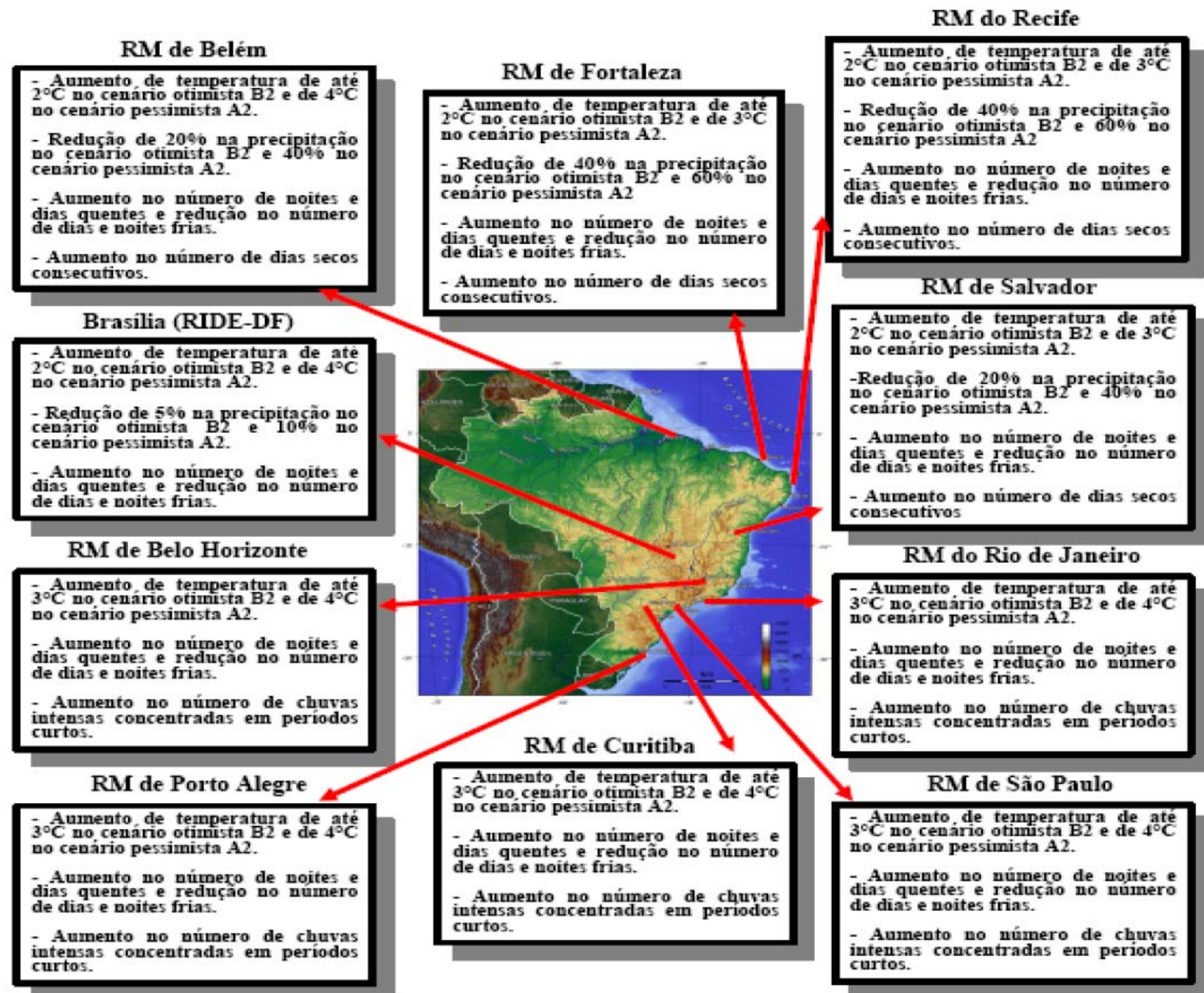
**RM de Porto Alegre**



**RM do Rio de Janeiro**



**Distribuição da População Urbana**  
Fonte: IBGE



Projeções de mudanças de temperatura, precipitação e ocorrência de extremos para o final do século XXI. Os cenários considerados são o A2 (altas emissões de carbono) e B2 (baixas emissões).  
 Fonte: Ambrizzi et al, 2007; Marengo et al, 2007



# Rede Brasileira de Pesquisas sobre Mudanças Climáticas - Rede CLIMA

Estabelecida no final de 2007 pelo Ministério de Ciência e Tecnologia para expandir a base de conhecimentos sobre mudanças climáticas, seus impactos, adaptação e mitigação.

Visa aumentar a capacidade do país a responder aos desafios das mudanças ambientais globais.

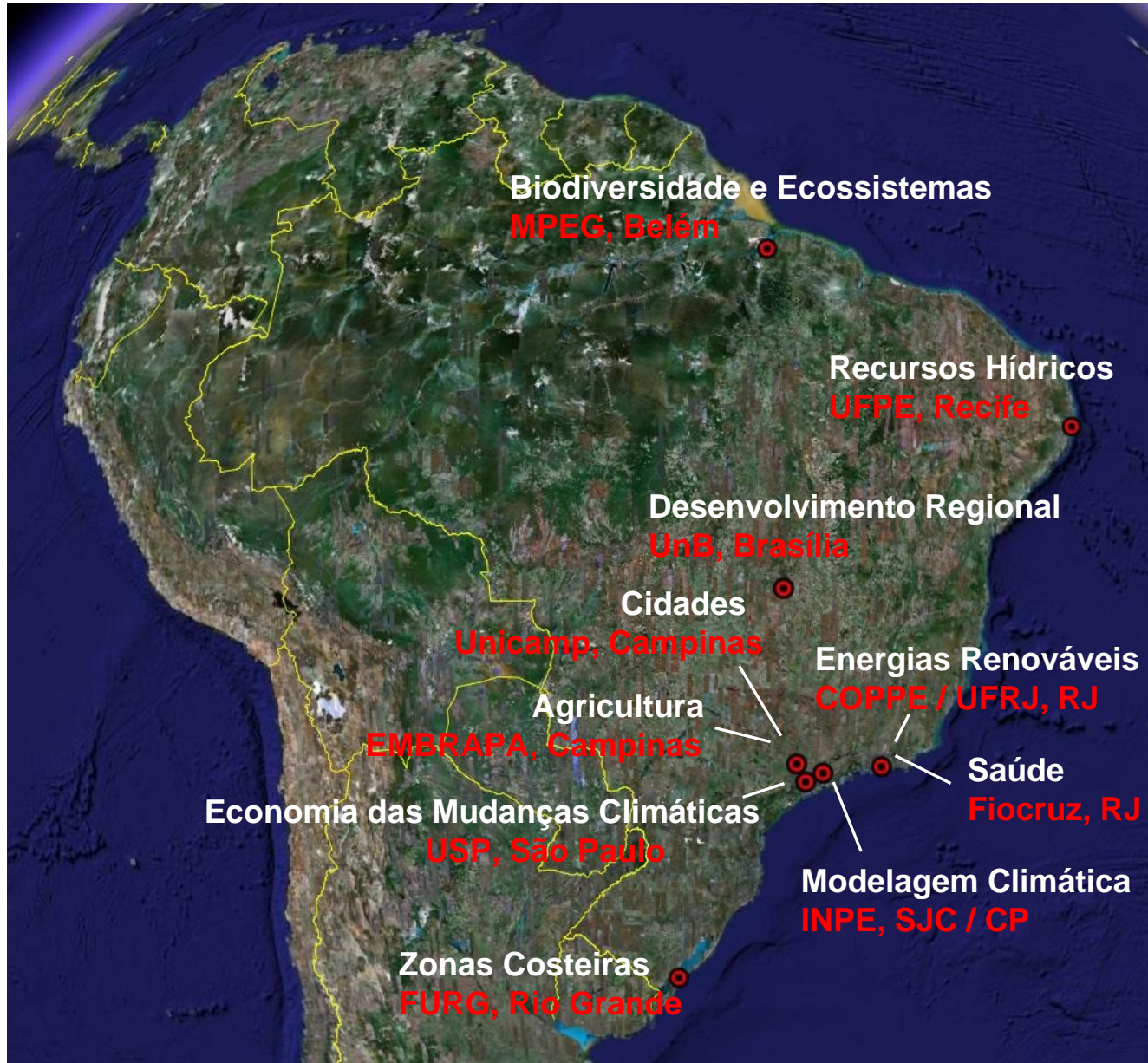
Irã articular mais de 50 instituições nacionais de pesquisa cobrindo todos os aspectos de mudanças ambientais globais.

Investimento inicial de R\$ 10 milhões e previstos R\$ 10 milhões anualmente nos próximos três anos (FNDCT)

O INPE exercerá a Secretaria Executiva da Rede CLIMA

Envolverá inicialmente 10 sub-Redes Temáticas

# Rede Brasileira de Pesquisas sobre Mudanças Climáticas - Rede CLIMA – Sub-Redes Temáticas



# Rede Brasileira de Pesquisas sobre Mudanças Climáticas - Rede CLIMA

Rede CLIMA será importante elemento da Política e do Plano Nacionais de Mudanças Climáticas, articulando o eixo de P&D do Plano.

Desenvolver capacidade de aumentar influência de ciência em políticas públicas.

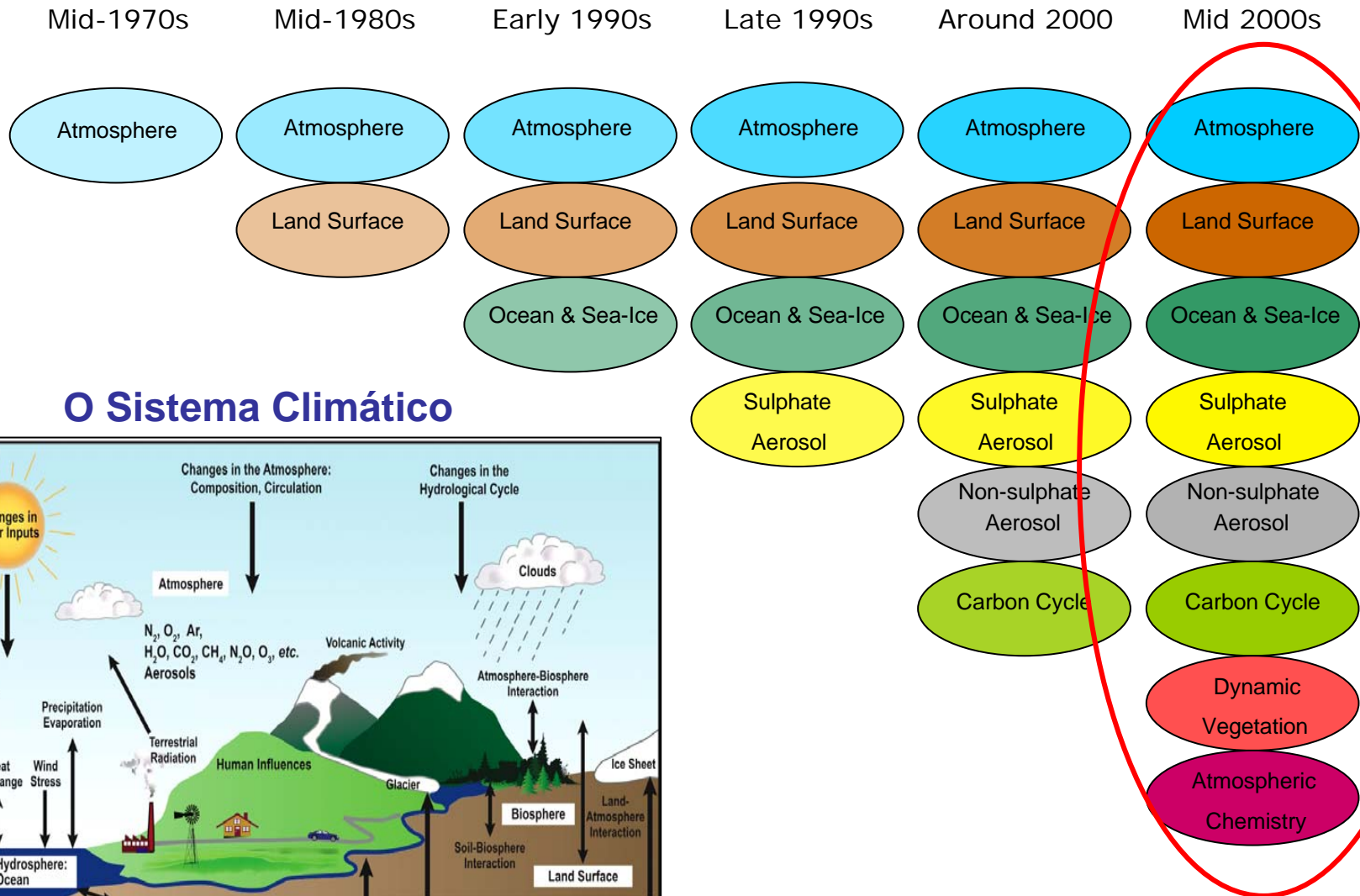
Produzir em parceria com MMA, MCT, FBMC, Fóruns Estaduais, etc., **Primeiro Relatório Brasileiro de Mudanças Climáticas** nos moldes do IPCC para o Brasil (base científica, IAV, mitigação e recomendações de políticas públicas) até 2010.

# Capacidade Brasileira de Gerar Cenários de Mudanças Climáticas

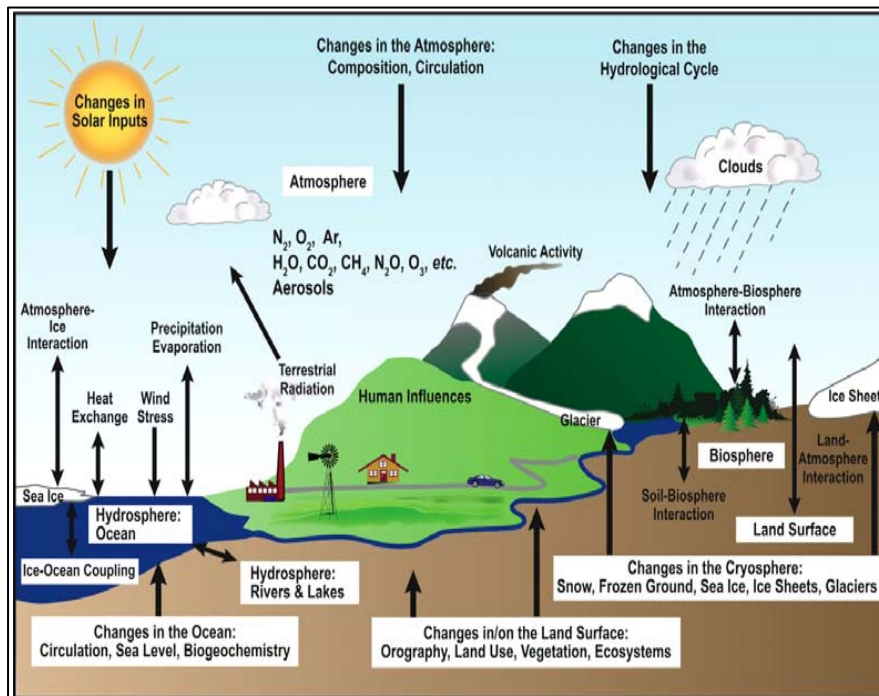
- Brasil já desenvolveu modelagem climática regional e gera cenários climáticos futuros para a América do Sul
- Nos próximos 4 anos, irá desenvolver Modelo Brasileiros do Sistema Climático Global
- Participação do Brasil na geração de cenários climáticos para o Fifth Assessment Report do IPCC
- Investimentos em infra-estrutura (supercomputador) e capacitação de pessoal

# A Rede CLIMA irá

## Desenvolver um Modelo Brasileiro do Sistema Climático Global

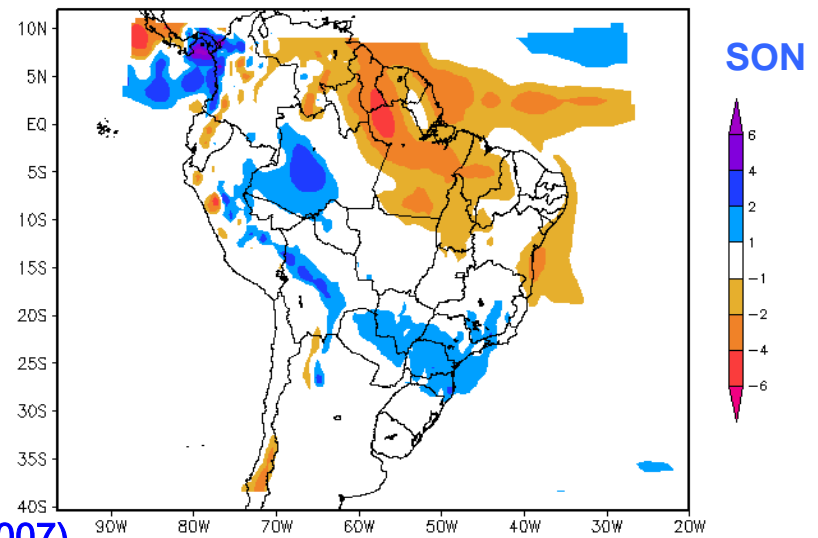
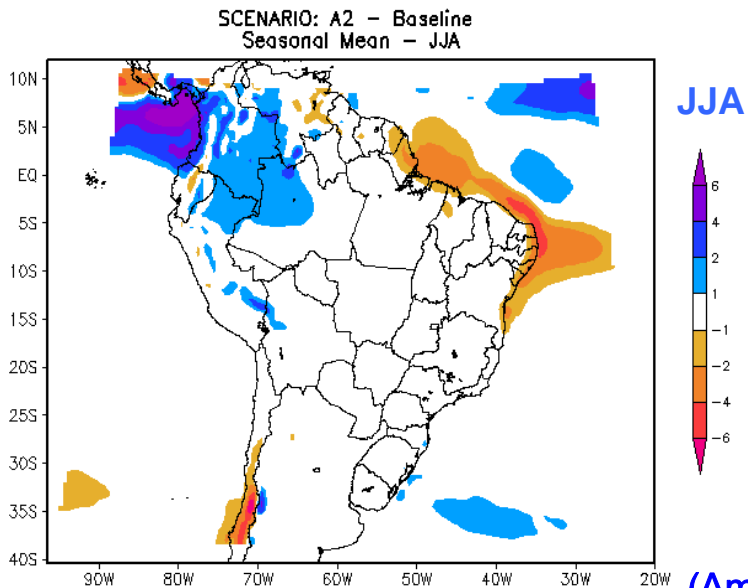
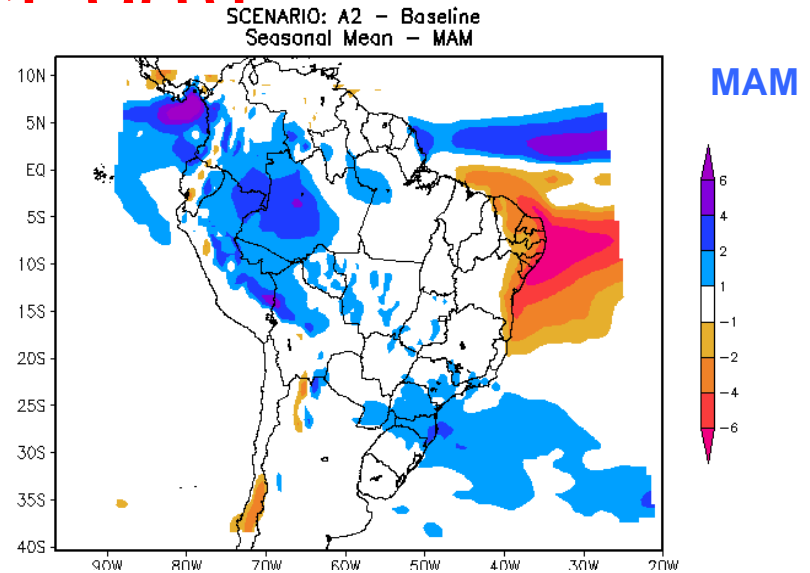
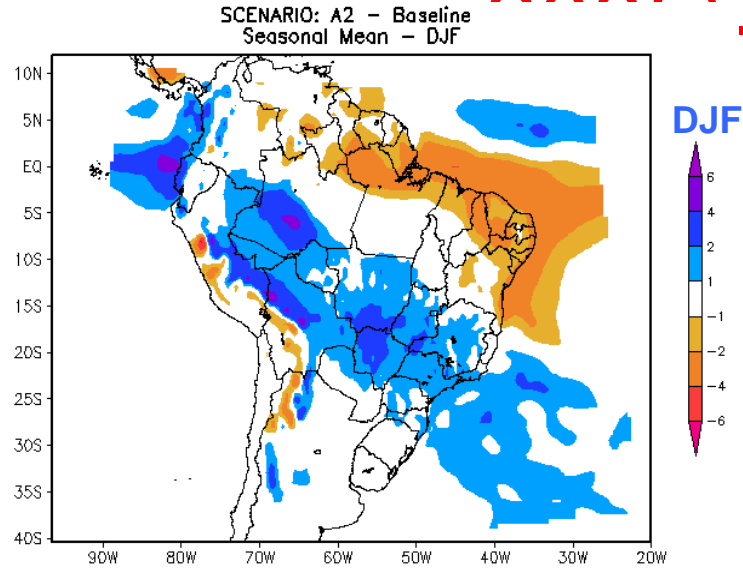


### O Sistema Climático



# Média sazonal A2 DJF – anomalias de precipitação (mm/dia) – [(2071-2005) - (1961-2001)]

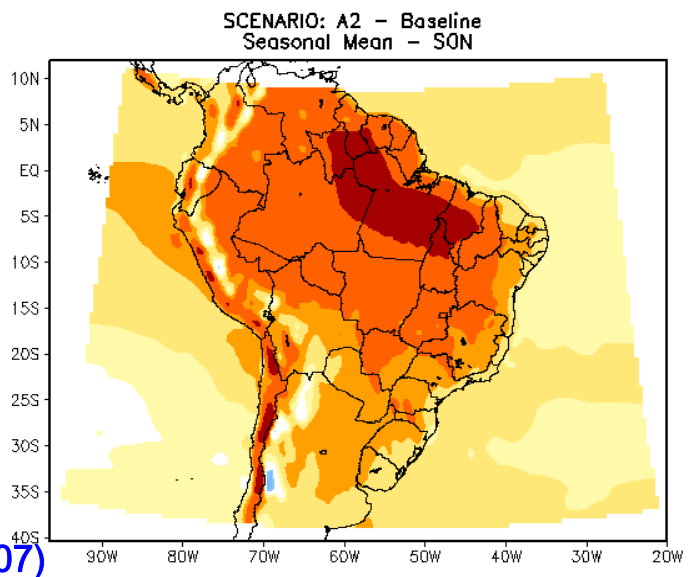
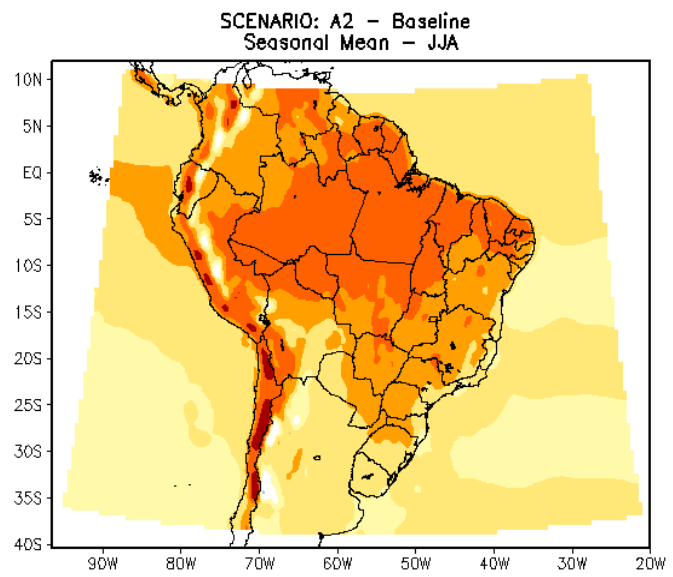
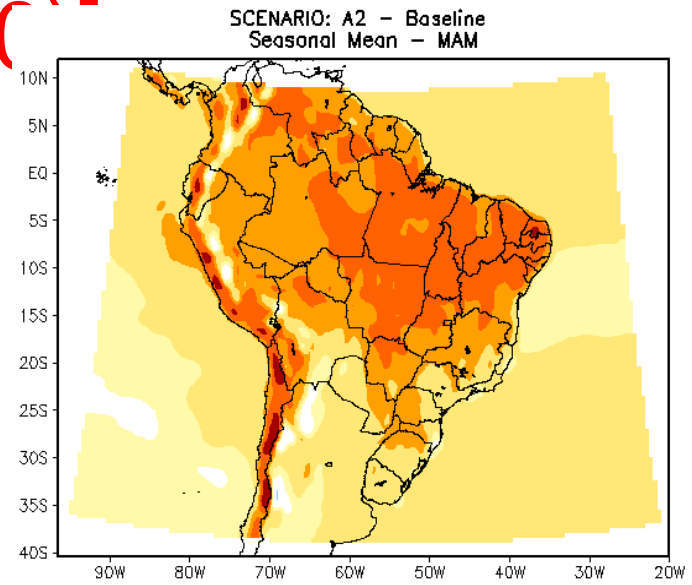
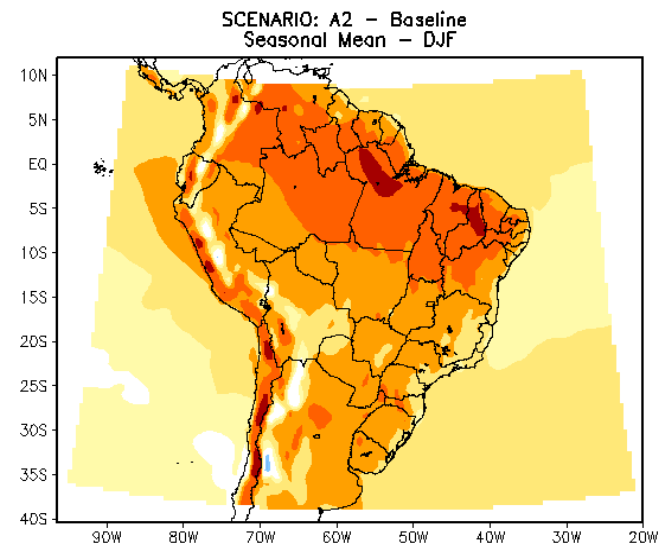
HadRM3P



(Ambrizzi et al 2007)

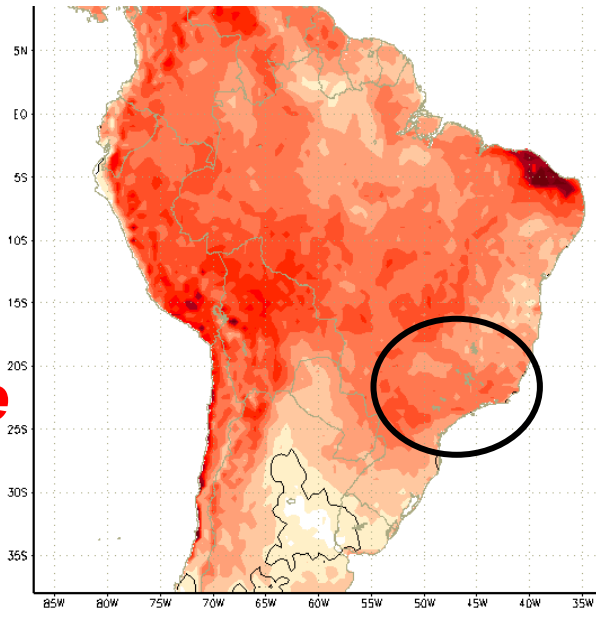
# Média sazonal DJF A2 – anomalias de temperatura (oC) – [(2071-2085)-1961-90]

HadRM3P

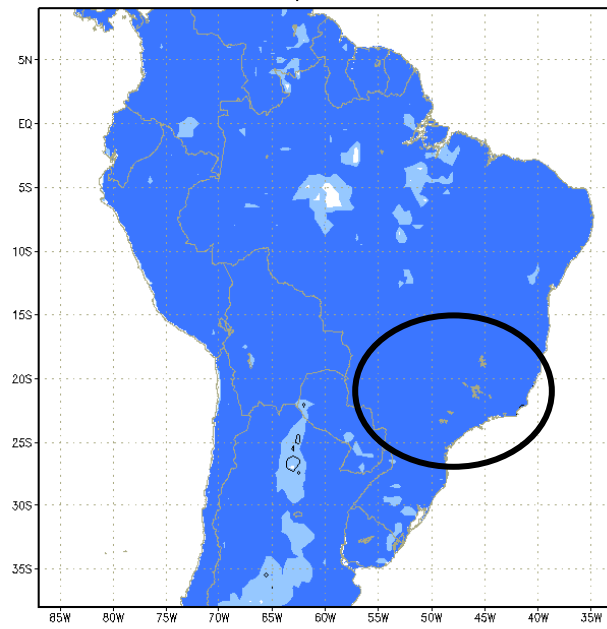


(Ambrizzi et al 2007)

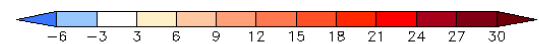
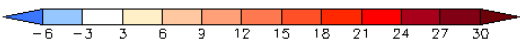
*noites  
quentes*



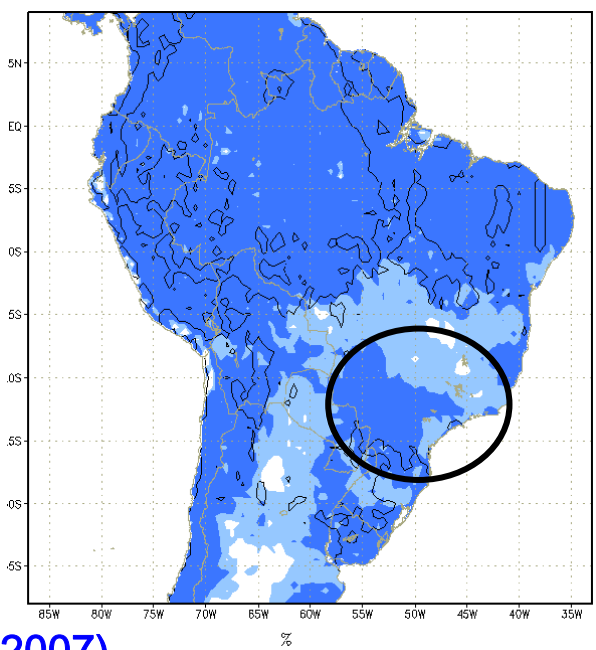
*noites  
frias*



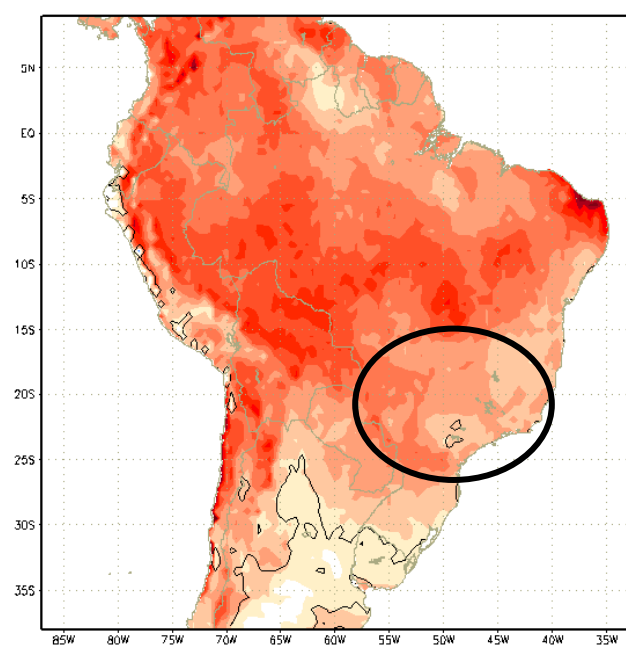
**Tendências de  
temperatura  
simulada pelo  
modelo  
regional  
Precis  
(2071-2100)**



*dias frios*

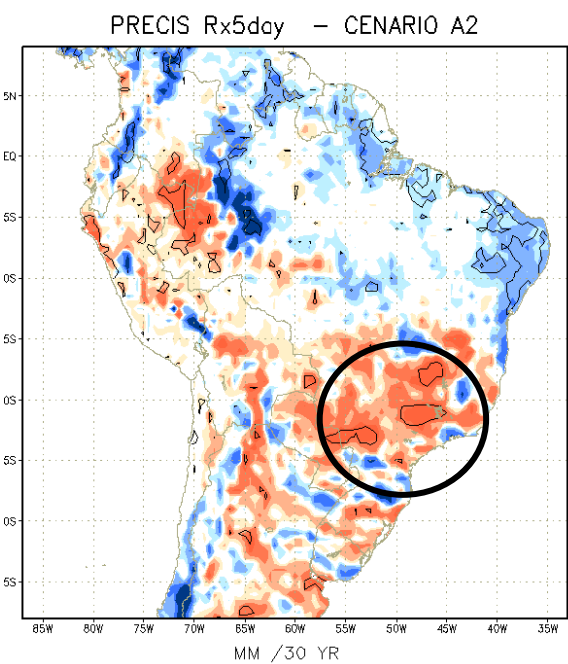
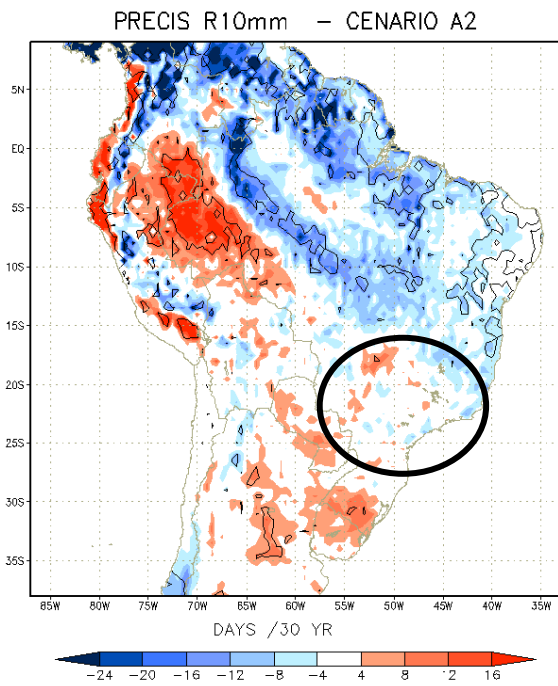


*dias  
quentes*

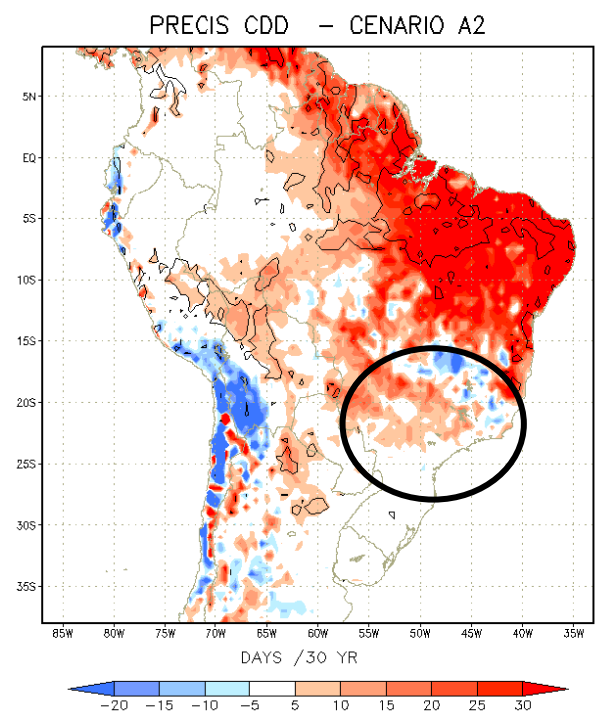
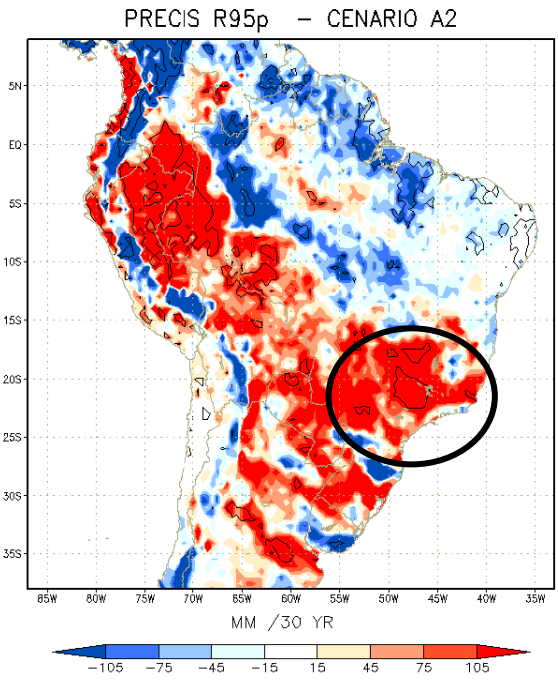


(Marengo et al 2007)





***Tendências de precipitação simulada pelo modelo regional Precis (2071-2100)***



(Marengo et al 2007)

# Novo Supercomputador da Rede de Pesquisa em Mudanças Climáticas



1 TFlop = 1 trilhão de operações aritméticas por segundo

Velocidade sustentada

15 a 20 TFlops

Memória

20 TBytes

Armazenamento

400 TBytes

Aquisição

2008

Custo total

R\$ 37.000.000

FNDCT - R\$ 35.000.000

FAPESP - R\$ 16.000.000

Este novo sistema computacional colocará o Brasil, em 2009, na **6ª colocação** entre os países com maior poder computacional em pesquisas sobre Mudanças Climáticas

**Será possível fazer simulações com modelos climáticos globais com resolução espacial de até 10 km !**

# Institutos Nacionais de C&T

1. Proposta de um “**Instituto Nacional de Mudanças Climáticas**” em análise pelo MCT.
2. Abrangente, associado à Rede CLIMA; forte interface com a comunidade científica nacional e internacional

# INCT para Mudanças Climáticas

1. 74 Instituições Nacionais e 14 Instituições Estrangeiras; mais de 400 participantes; 26 sub-projectos de pesquisa, cobrindo todos os aspectos científicos de mudanças climáticas
2. Abrangente, associado à Rede CLIMA.

# Instituto Nacional de C&T em Mudanças Climáticas

## Base Científica

- A.1 - Detecção, atribuição e variabilidade natural do clima
- A.2 - Amazônia
- A.3 - Mudanças dos Usos da Terra
- A.4 - Ciclos Biogeoquímicos Globais
- A.5 - Oceanos
- A.6 - Gases de Efeito Estufa
- A.7 - Interação Biosfera-Atmosfera
- A.8 - Redução de Incertezas em Modelos e Cenários Climáticos

## Impacto, Adaptação e Vulnerabilidade

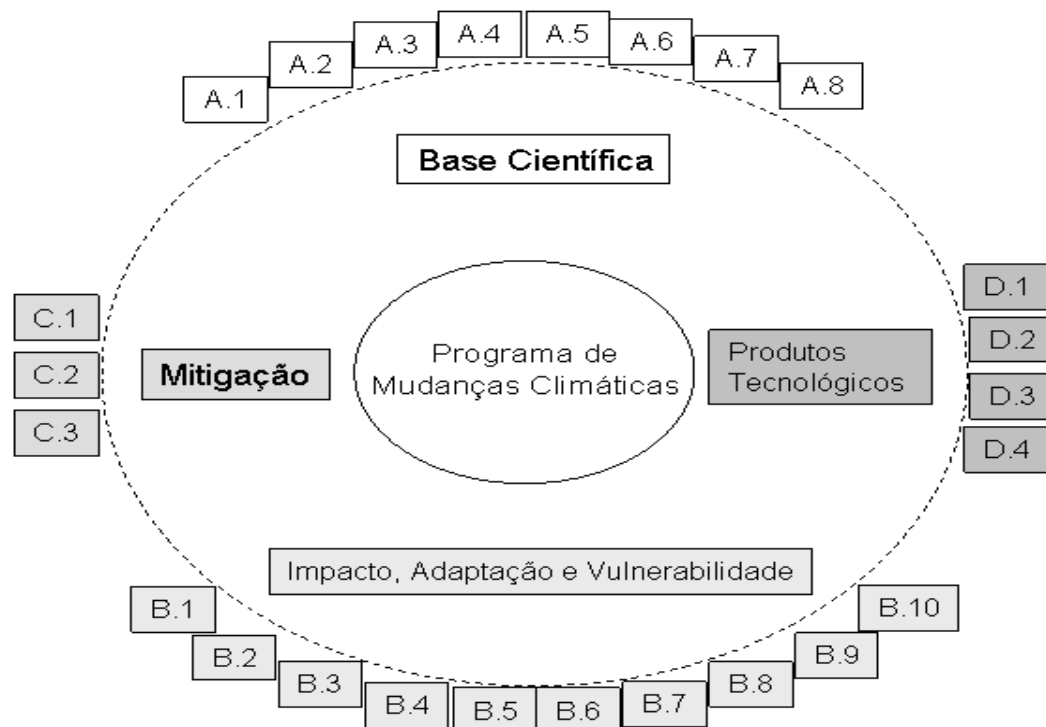
- B.1 - Cenários de Mudanças Climáticas
- B.2 - Agricultura
- B.3 - Recursos Hídricos
- B.4 - Energias Renováveis
- B.5 - Biodiversidade
- B.6 - Saúde
- B.7 - Zonas Costeiras
- B.8 - Urbanização e Mega-Cidades
- B.9 - Economia das Mudanças Climáticas
- B.10 - Estudos de Ciência, Tecnologia e Políticas Públicas

## Mitigação

- C.1 - Emissões de Lagos e Reservatórios
- C.2 - Processos de combustão e CCS
- C.3 - Redução de Emissões por Desmatamento e Degradação

## Produtos Tecnológicos

- D.1 - Modelo do Sistema Climático Global
- D.2 - Modelagem multi-escala
- D.3 - Tecnologias Observacionais
- D.4 - Sistema de Informações de Desastres Naturais



# Outras Iniciativas de Fomento à Pesquisa

1. Parcerias entre FAPESP e outras FAPs (FAPERJ, FAPEMIG, FAPEAM, FADESP)
2. Editais da FINEP (projetos da Rede CLIMA) específicos

# O papel de C&T

O desafio de uma geração é **inventar** um novo paradigma de desenvolvimento para o Brasil, baseado em C&T, reconhecendo que os usos racionais dos abundantes recursos naturais renováveis e da biodiversidade podem ser a grande alavanca para o desenvolvimento.

# Programa FAPESP de Pesquisa em Mudanças Climáticas Globais

- Programa de longa duração: 10 anos
- Primeiro Edital lançado: R\$ 16 milhões
- Desafio de desenvolver um Modelo Brasileiro do Sistema Climático Global em 4 anos
- Contribuição ao desenvolvimento de um Modelo do Sistema Terrestre, com módulos de dimensões humanas (e.g., economia).



# Conteúdo

- Contribuições das instituições paulistas ao conhecimento sobre mudanças climáticas
- O Programa FAPESP de Pesquisa sobre Mudanças Climáticas Globais
- Para onde caminha a ciência das mudanças climáticas globais

# Breve Histórico

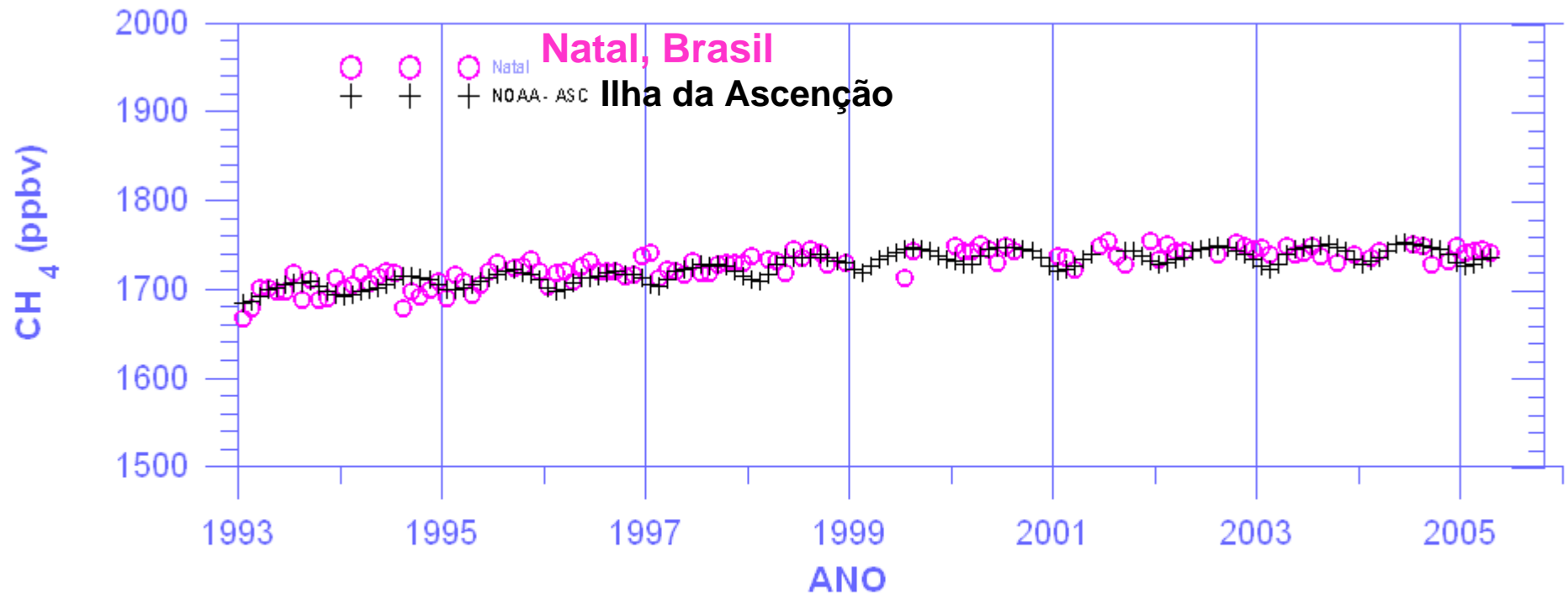
- Final de 2005: seguindo proposição do IEA-USP, FAPESP organiza reunião para discutir criação de programa de pesquisa em mudanças climáticas.
- Escopo e documento científico são desenvolvidos em 2006 e 2007, com expressiva participação da comunidade científica do Estado de São Paulo (“bottom-up” approach)
- Parceria com o MCT e CNPq no co-financiamento do Programa é firmada em 2008
- Programa é oficialmente lançado em agosto de 2008

# Contribuições das instituições paulistas ao conhecimento sobre mudanças climáticas

# Monitoramento de Gases de Efeito Estufa

Razão de mistura de metano obtidas em Natal/RN e NOAA - I. Ascensão

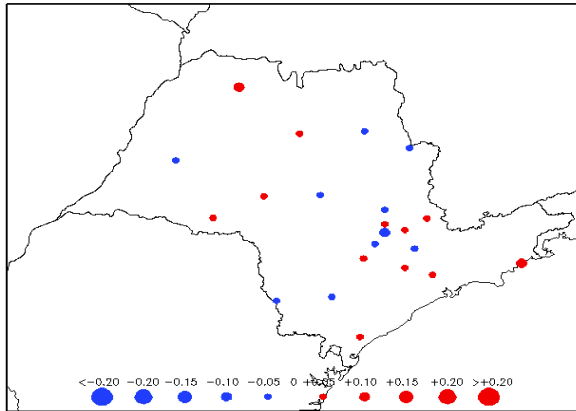
**METANO**



# TENDÊNCIA ANUAL DAS Tmax E Tmin (1950-2000)

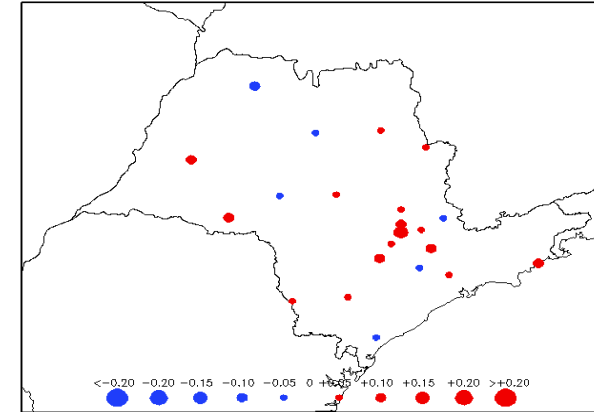
## Temperatura máxima

Tendencia Anual da Temperatura Maxima



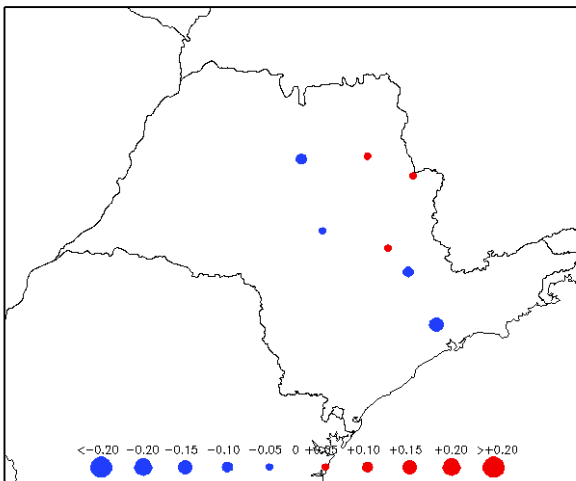
## Temperatura mínima

Tendencia Anual da Temperatura Minima



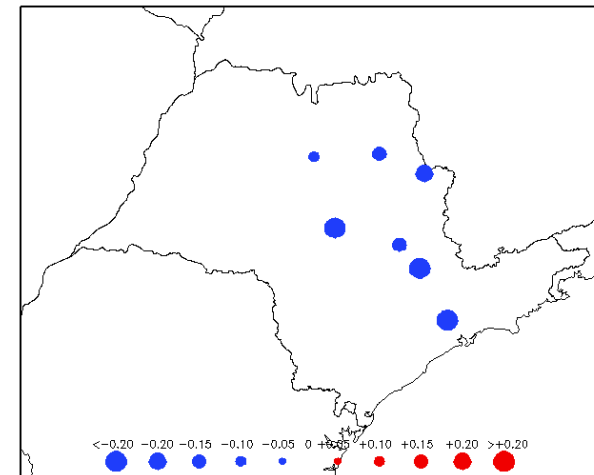
## Dias frios

Tendencia Anual do TX10P



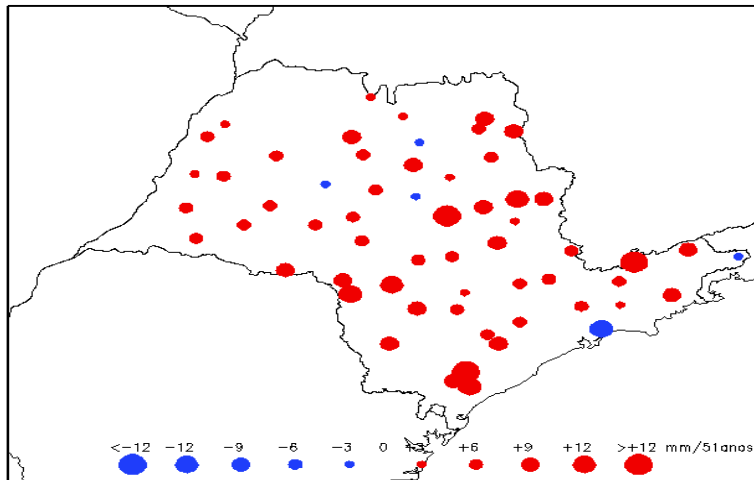
## Noites frias

Tendencia Anual do TN10P



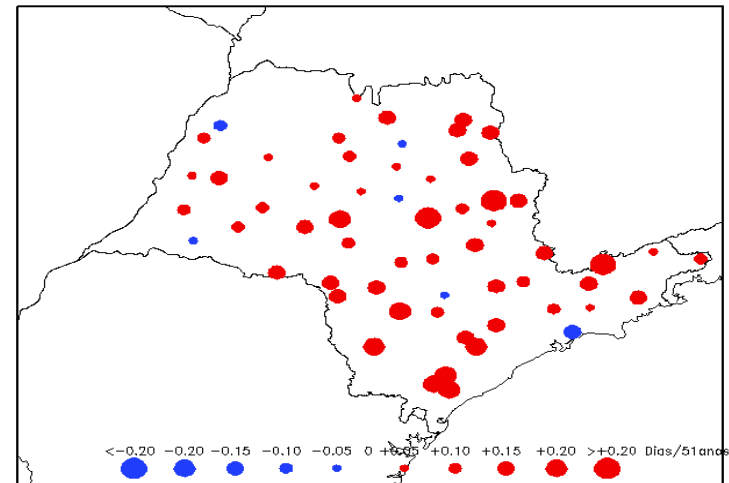
# TENDÊNCIA ANUAL E DE EVENTOS EXTREMOS DA PRECIPITAÇÃO NO ESTADO DE SÃO PAULO 1950-2000

Tendência Anual do PRCPTOT: 1950 a 2000



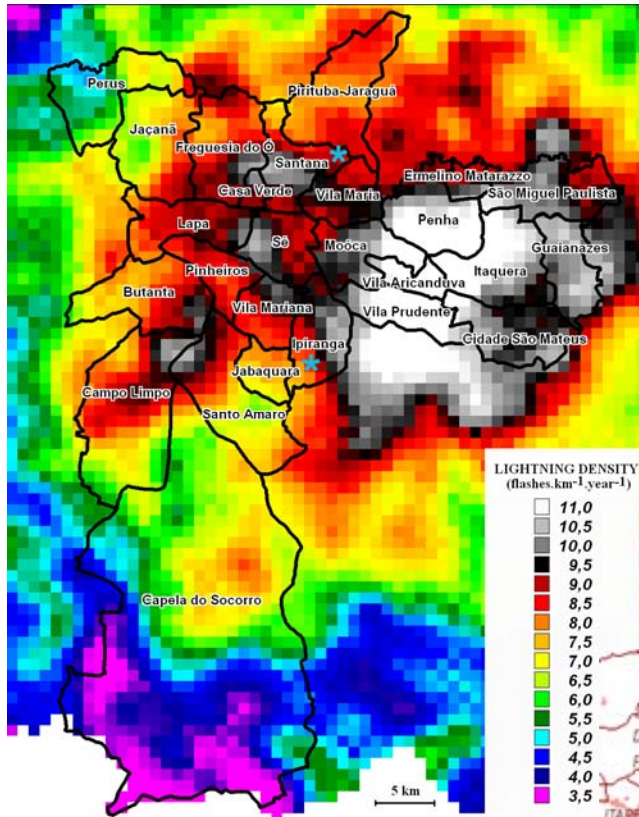
Tendência Annual da Precipitação Total

Tendência Anual do R20mm: 1950 a 2000



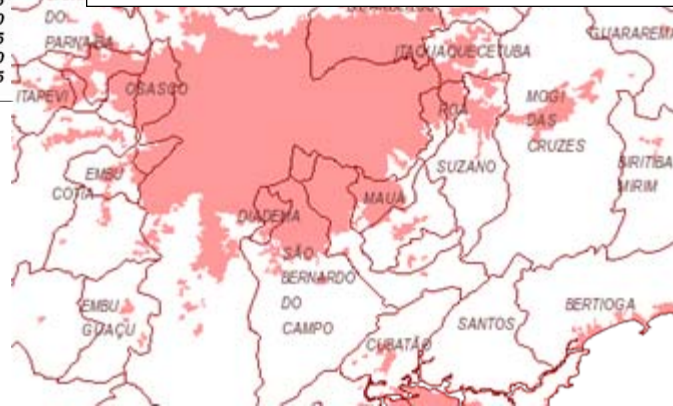
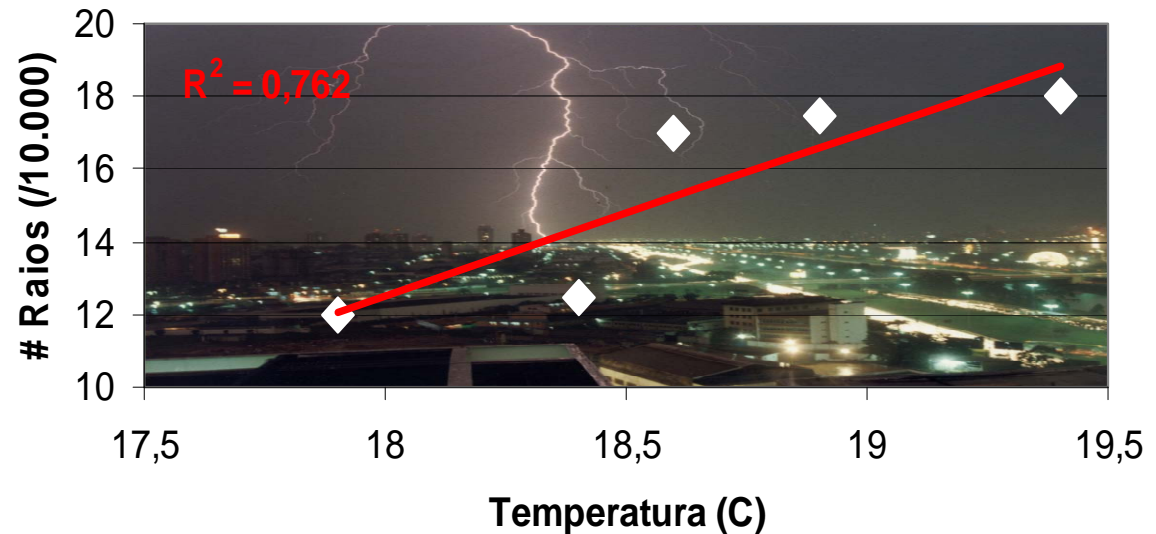
Tendência de Eventos com  $P > 20$  mm/dia

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



Incidência de Raios X Temperatura por  
Década (1950 - 2000)

**Aumento de  
30% por grau**



# Interação de queimadas com o ciclo hidrológico na Amazônia



**Pyrocumulus Clouds**



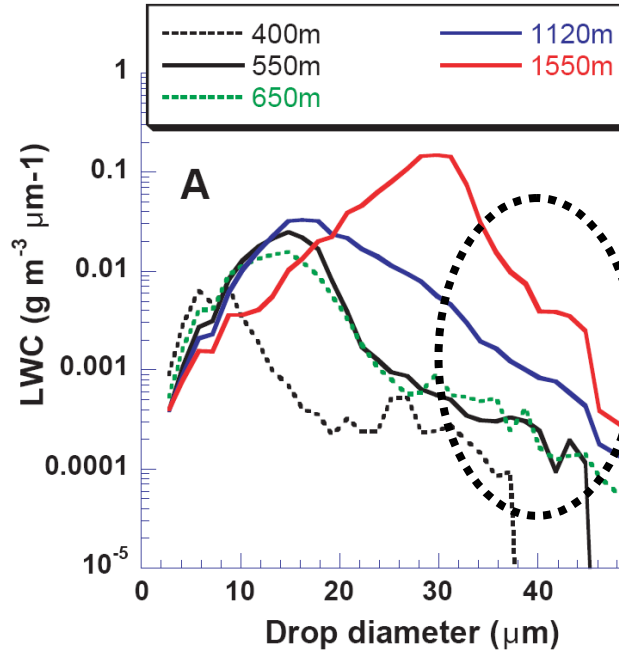
**“Green Ocean Clouds”**



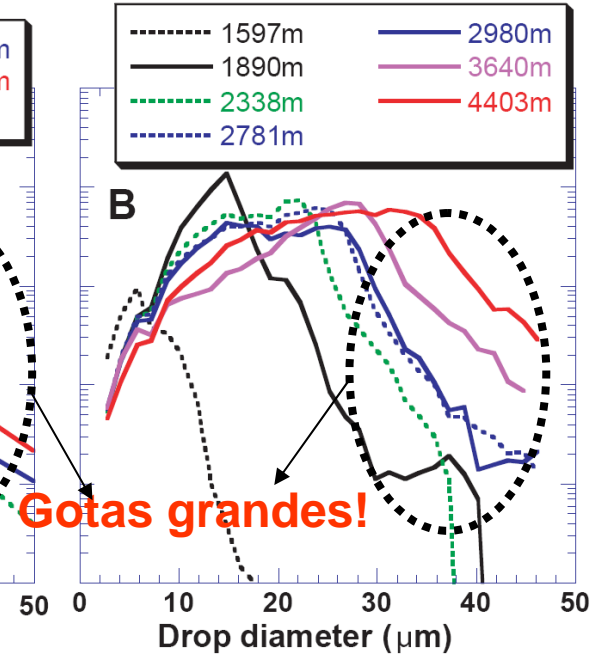


# A adição de núcleos de Condensação de queimadas tem impactos profundos na microfísica de núvens

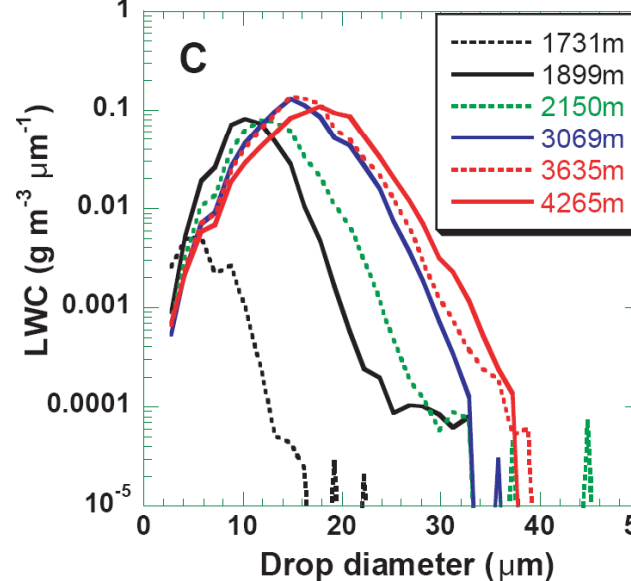
Blue Ocean, 18 Oct, 11 UT



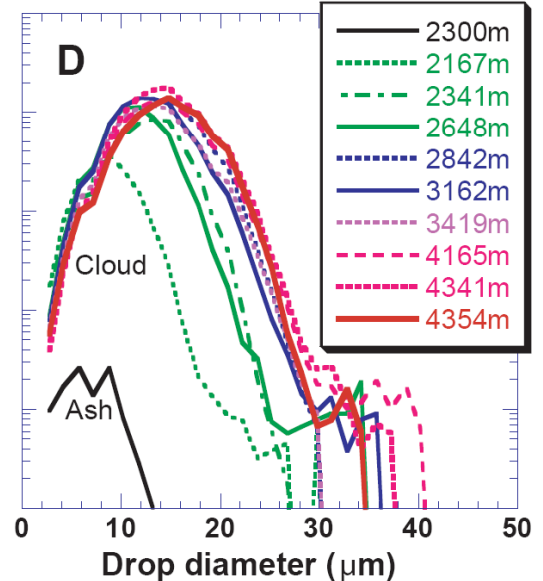
Green Ocean, 5 Oct, 20 UT



Smoky, 4 Oct 02, 15 UT



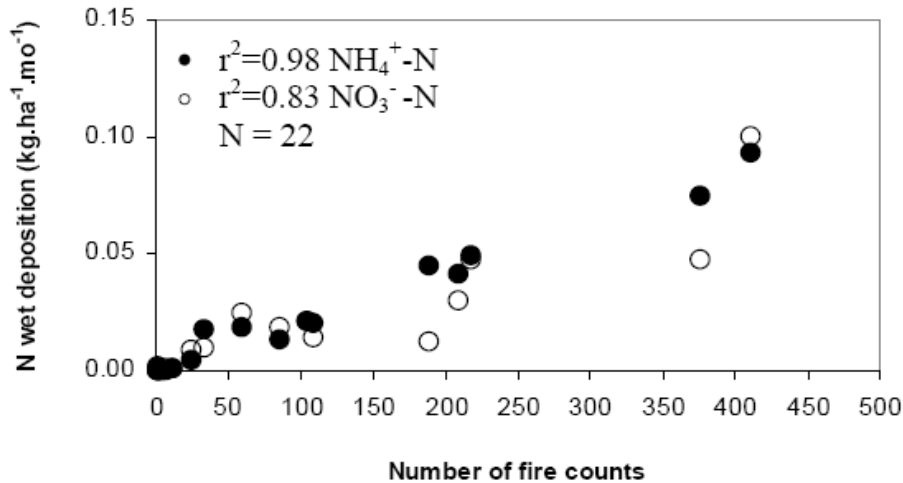
Pyro, 1 Oct < 4000 m; 4 Oct > 4000 m



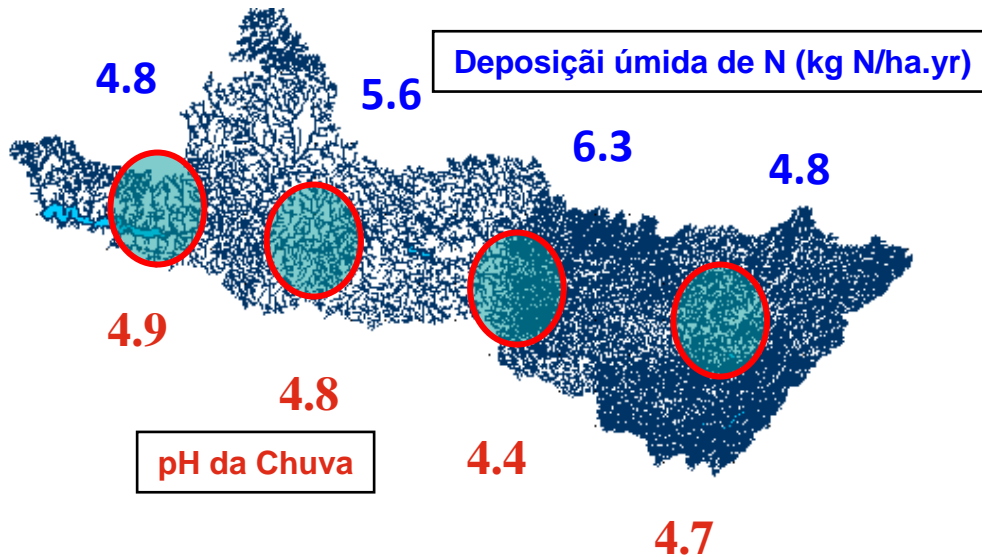
Four aerosol regimes of:  
 (A) *Blue Ocean*, (B) *Green Ocean*,  
 (C) *Smoky clouds*, (D) *Pyro-clouds*

Note that the narrowing of CDSD and the slowing of its rate of broadening with height for the progressively more aerosol rich regimes from A to D.

# Uso da terra, queimadas e alterações biogeoquímicas



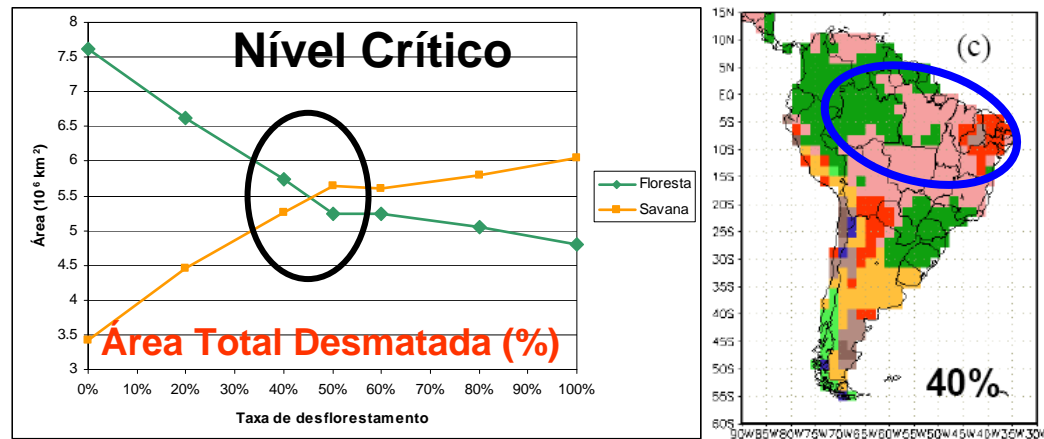
Relação entre número de focos de queimadas e deposição de nitrogênio e alteração no pH da chuva relacionada a cobertura do solo e a presença de cana-de-açúcar



# Resultados de três estudos de modelagem para a Amazônia:

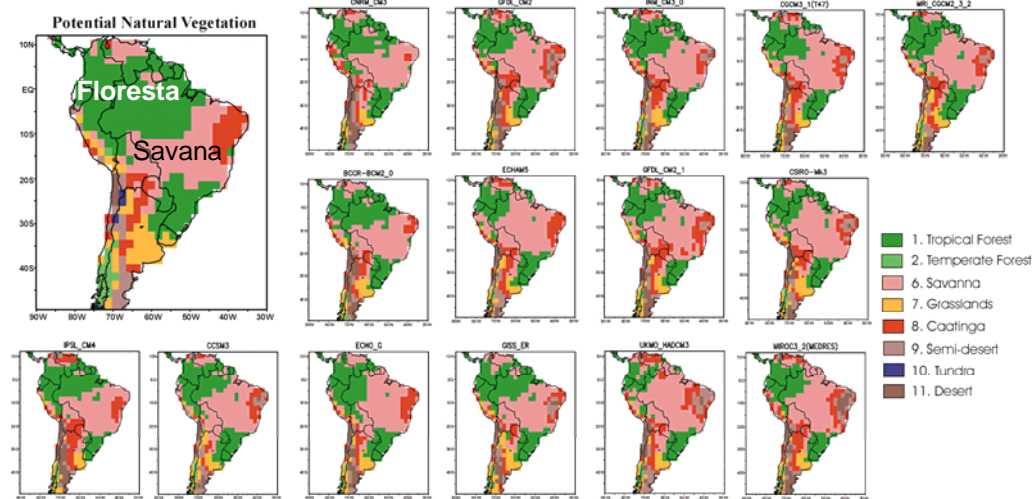
1) Biomas potenciais em equilíbrio após 40% de desflorestamento. Savanização da Amazônia e semi-deserto no Nordeste.

Fonte: Sampaio, 2008.



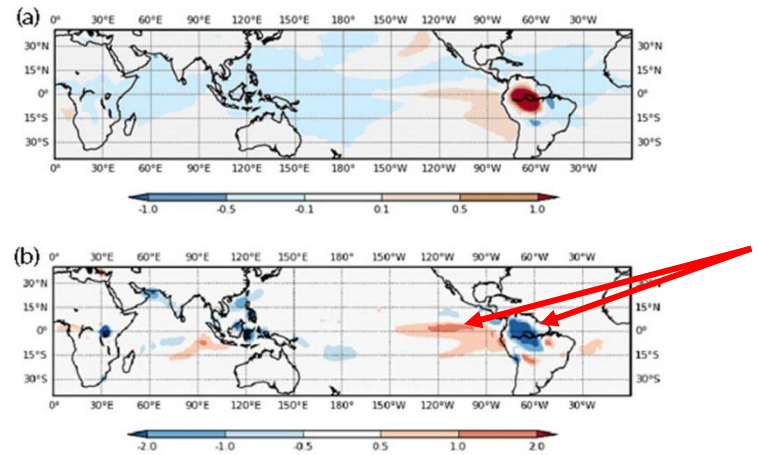
2) Biomas potenciais em equilíbrio para o cenário A2 de GEE – período: 2090-2099. Savanização da Amazônia e semi-deserto no Nordeste para aumento de temperatura > 4 C.

Fonte: Salazar et al., 2007.

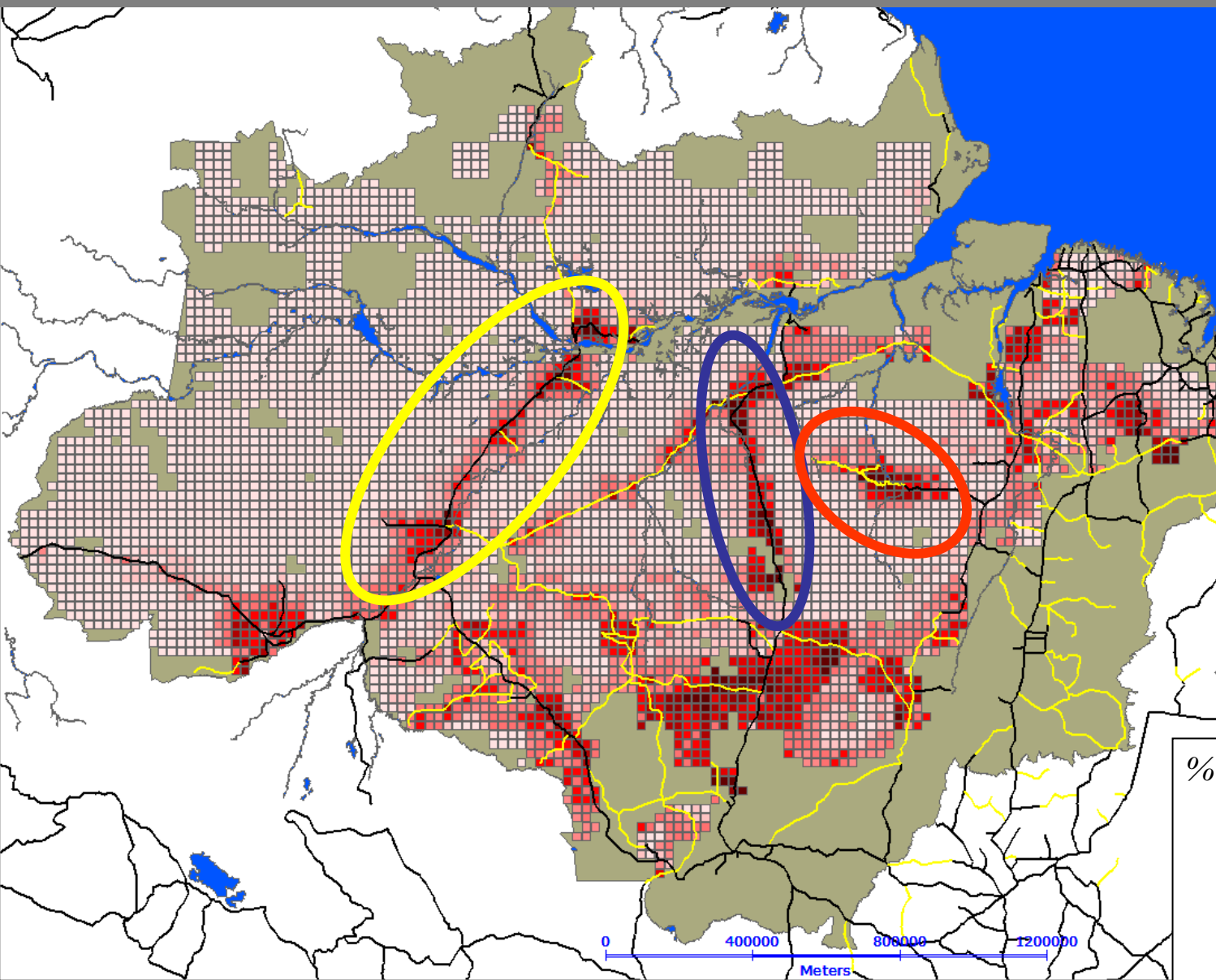


3) O desflorestamento da Amazônia, aumenta a temperatura e diminui a precipitação na região. Há amplificação do fenômeno El Niño-Oscilação Sul.

Fonte: Nobre P. et al., 2008.













# Baseline Scenario A – Hot spots of deforestation from 1997 a 2020






*New frontiers in  
Central Amazonia:*

-  São Felix/Iriri  
(Terra do Meio)
-  BR 163  
(Cuiabá-Santarém)
-  South of Amazonas  
BR 319 (Porto  
Velho-Manaus)

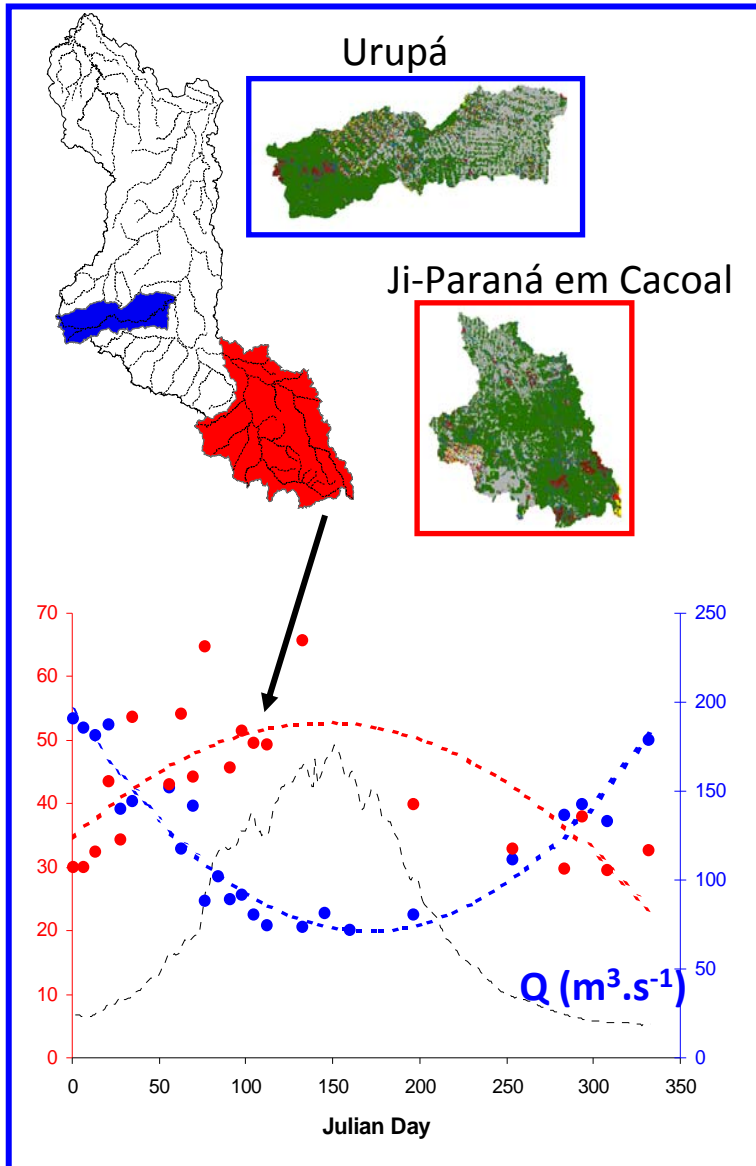
*% change 1997 a 2020:*

-  0.0 – 0.1
-  0.1 – 0.2
-  0.2 – 0.3
-  0.3 – 0.4
-  0.4 – 0.5
-  0.5 – 0.6
-  0.6 – 0.7
-  0.7 – 0.8
-  0.8 – 0.9
-  0.9 – 1.0

-  Paved roads in 2010
-  Unpaved roads
-  Main rivers

**Modelagem da Dinâmica de Usos da Terra**

# Química da água e a bacia de drenagem: solo ou uso da terra. Qual o fator mais determinante?



Na bacia do Rio Ji-Paraná a presença de pastagens correlacionou diretamente com o conteúdo de nutriente nos rios. A correlação entre concentração de nutriente na água e vazão depende da cobertura da terra

Ballester, M.V.; Victoria, RL e colaboradores (CENA/USP)

O Programa FAPESP de  
Pesquisa sobre Mudanças  
Climáticas Globais - PFPMCG

# PFPMCG – Comissão Coordenadora Provisória

- Carlos Afonso Nobre
- Carlos Alfredo Joly
- Daniel Joseph Hogan
- João Lima Sant'Anna Neto
- Paulo Eduardo Artaxo Netto
- Paulo Hilário Nascimento Saldiva
- Pedro Leite da Silva Dias
- Reynaldo Luis Victória

# Desafios do Programa FAPESP de Pesquisa sobre Mudanças Climáticas Globais

- Detecção e atribuição de causas das mudanças climáticas
  - Entendimento dos ciclos biogeoquímicos e biogeoquímicos
  - Variabilidade climática natural e mudança climática
  - Modelos do sistema climático global
- Como mitigar as emissões de gases de efeito estufa?
- Quais são nossas principais vulnerabilidades às mudanças climáticas?
- Como aumentar a capacidade adaptativa do país?



# Programa FAPESP de Pesquisa sobre Mudanças Climáticas Globais

1. Conseqüências das mudanças climáticas globais no funcionamento dos ecossistemas, com ênfase em biodiversidade e nos ciclos de água, carbono e nitrogênio.
2. Balanço de radiação na atmosfera, aerossóis, gases-traço e mudanças dos usos da terra.
3. Mudanças climáticas globais e agricultura e pecuária.
4. Energia e gases de efeito estufa: emissões e mitigação.
5. Mudanças climáticas e efeitos na saúde humana.
6. Dimensões humanas das mudanças climáticas globais: impactos, vulnerabilidades e respostas econômicas e sociais, incluindo adaptação às mudanças climáticas.

# Programa FAPESP de Pesquisa sobre Mudanças Climáticas Globais

- Modelamento de Clima Global
  - Supercomputador
    - FINEP + FAPESP
  - Apoio institucional pelo INPE
- Investimento de R\$ 10-12 milhões por ano por 10 anos
- Chamadas públicas

# Programa FAPESP de Pesquisa sobre Mudanças Climáticas Globais

- Secretaria Executiva no INPE
  - Admissão de pessoal para apoio Técnico e Científico
    - 5 cientistas para apoio aos pesquisadores do PFPMCG em modelamento
    - 1 Scientific Officer
- Centro de Supercomputação
  - 15 Teraflops sustentável
  - 30% do tempo dedicado ao PFPMCG

## Secretaria Executiva do Programa FAPESP de Pesquisa sobre Mudanças Climáticas Globais

O INPE sediará a **Secretaria Executiva** e fornecerá estrutura de apoio com cinco coordenações:

- Dados e propriedade intelectual
- Comunicação
- Científica
- Relacionamento com políticas públicas
- Modelagem Climática e Apoio de Supercomputação

# Outras funções da Secretaria Executiva

**Divulgação e comunicação de resultados**



**Facilitação ao acesso a dados**



**Articulação entre os projetos**



**Atividades de treinamento e capacitação**



# Desenvolvimento do Modelo Brasileiro do Sistema Climático Global: o papel da FAPESP

Mid-1970s

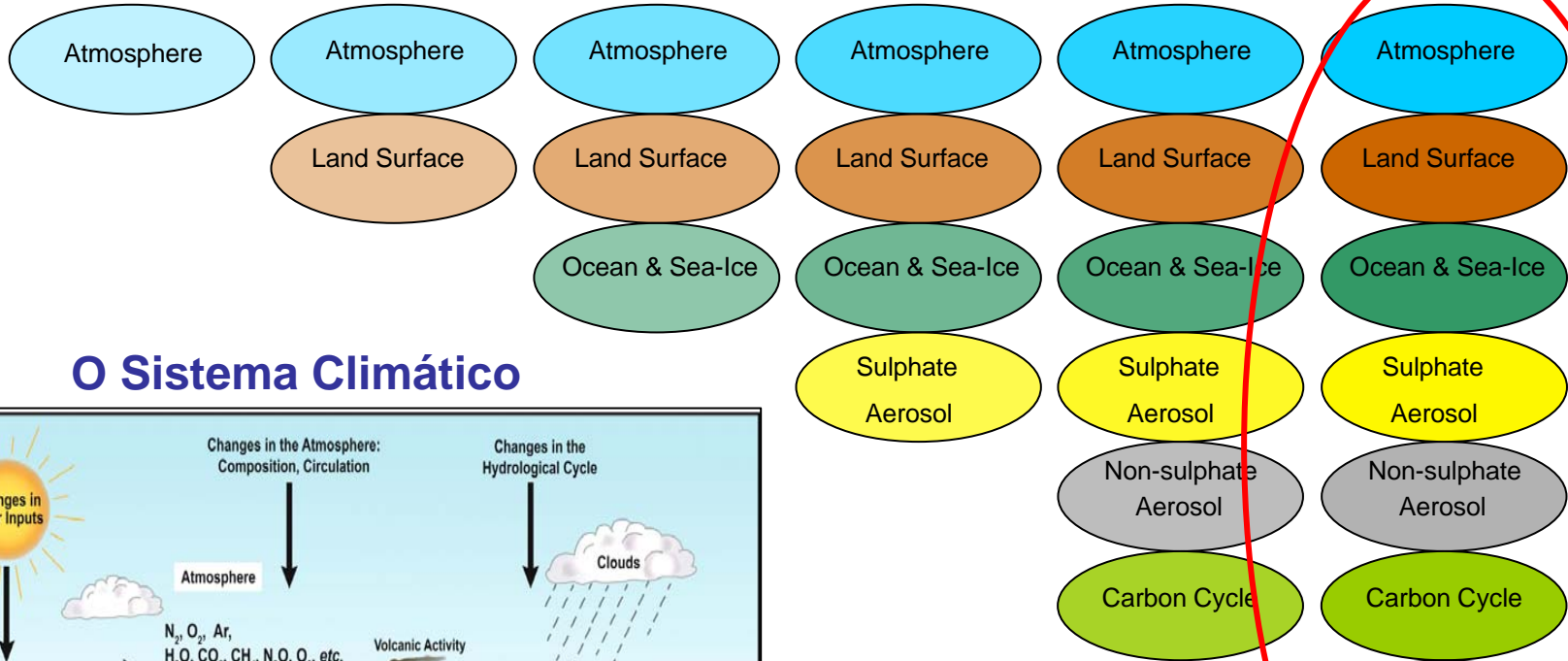
Mid-1980s

Early 1990s

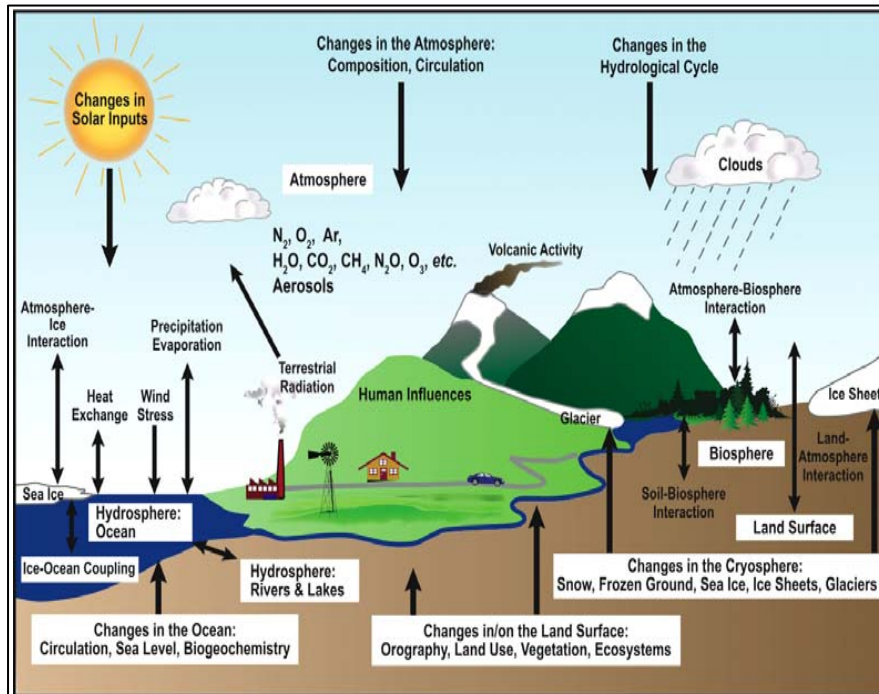
Late 1990s

Around 2000

Mid 2000s



## O Sistema Climático



# Novo Supercomputador da Rede de Pesquisa em Mudanças Climáticas



1 TFlop = 1 trilhão de operações aritméticas por segundo

Do tempo total de uso do supercomputador, 30% exclusivo do Programa FAPESP de Pesquisa sobre Mudanças Climáticas Globais

Velocidade sustentada

15 a 20 TFlops

Este novo sistema computacional colocará o Brasil, em 2009, na 6ª colocação entre os países com maior poder computacional em pesquisas sobre Mudanças Climáticas

Memória

20 TBytes

Armazenamento

400 TBytes

Aquisição

2008

Custo total

R\$ 37.000.000

FNDCT - R\$ 35.000.000

FAPESP - R\$ 13.000.000

Será possível fazer simulações com modelos climáticos globais com resolução espacial de até 10 km !

# Secretaria Executiva do Programa FAPESP sobre Mudanças Climáticas Globais

## Apoio ao uso do sistema de supercomputação, uso de modelos e cenários climáticos



A Secretaria Executiva fornecerá apoio por **especialistas em modelos numéricos** na utilização dos recursos computacionais e dos modelos numéricos.

Esse apoio de recursos humanos especializados será utilizado como auxílio na **customização** de modelos numéricos e **implementação** destes no supercomputador, além de apoiar os pesquisadores no acesso a modelos numéricos climáticos disponíveis no INPE.

Além disso, os pesquisadores associados ao **Programa FAPESP sobre Mudanças Climáticas Globais** terão pleno acesso a todos os cenários climáticos futuros elaborados pelo INPE para uso em estudos de **impactos, adaptação e vulnerabilidade**, incluindo apoio especializado para utilização dos cenários climáticos.



# Editais em 2008

- **Chamada 1 – Pesquisa sobre Mudanças Climáticas Globais (R\$ 13,4 milhões)**
  - Propostas ligadas aos três eixos fundamentais do tema de Mudanças Climáticas Globais: aumento da base científica; impactos, vulnerabilidade e adaptação; e mitigação das emissões de gases de efeito estufa.
  - Propostas submetidas até 16 de novembro de 2008
  - Resultados: Maio de 2009
- **Chamada 2 - Desenvolvimento de Modelo do Sistema Climático Global (R\$ 2,6 milhões)**
  - Identificação, seleção e apoio a **UM** projeto de pesquisa fundamental e aplicada de classe mundial em Mudanças Climáticas, cujo objetivo precípua seja contribuir para o desenvolvimento de um modelo numérico brasileiro do sistema climático global para ser utilizado em estudos de mudanças climáticas globais e regionais.
  - Proposta submetida até 23 de fevereiro de 2009
  - Resultado: Agosto de 2009

# Edital em 2009 (em preparação)

- **Chamada – Impactos das Mudanças Climáticas no Estado de São Paulo**
  - Propostas que contribuam para a produção de avaliação científica integrada sobre os impactos multi-setoriais das mudanças climáticas no Estado de São Paulo,

# Eventos do PFPMCG

- Palestras de Martin Perry, ex-co-presidente do IPCC WGII, e Vicente Barros, co-presidente do IPCC WGII (20/10/2008)
- Workshop Internacional Avaliação do Relatório Stern (3/11/2008)
- Workshop on Physics and Chemistry of Climate Change and Entrepreneurship (26 e 27/2/2009), organizado pela FAPESP, Institute of Physics (IOP) e Royal Society of Chemistry (RSC)

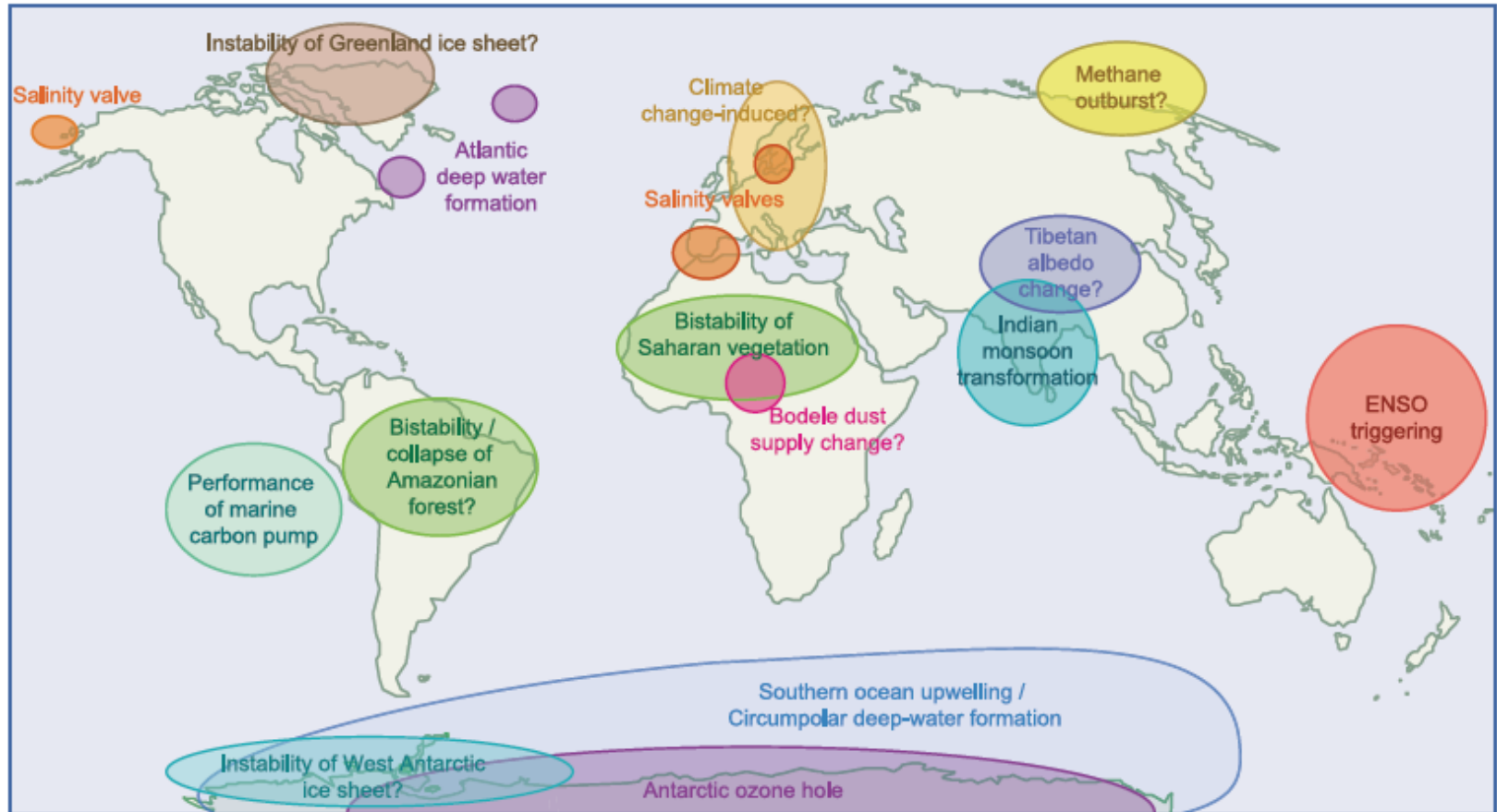
Para onde caminha a ciência  
das mudanças climáticas  
globais e o papel do Brasil

# Para onde caminha a ciência das mudanças climáticas globais

- Quantificação de riscos sistêmicos
- Redução das incertezas e projeções futuras mais relevantes
- Impactos, adaptação e vulnerabilidade
- Tecnologias de descarbonização

# Desafios Científicos das Próximas Duas Décadas

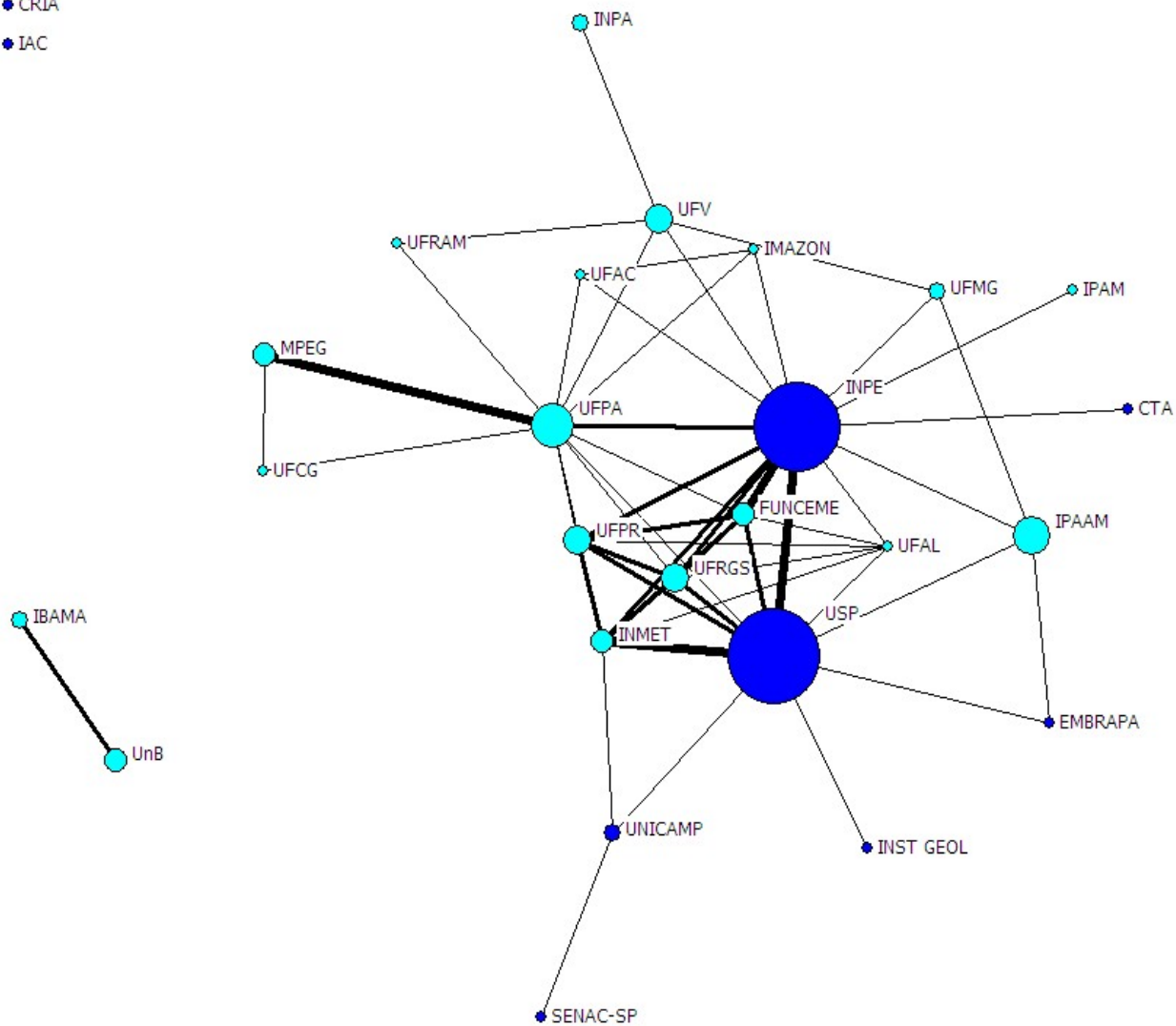
Figure 9. Regions known or anticipated to have strong influences on the Earth System. Courtesy of HJ Schellnhuber.



## “Hotspots” do Sistema Terrestre

# Rede de Colaboração de Instituições Brasileiras

- CRIA
- IAC



# Objetivos do PFPMCG

- **Detecção e atribuição de causas das mudanças climáticas:** avançar na quantificação e separação dos sinais climáticos sobre a América do Sul pela detecção e atribuição de causas
- **Elaborar melhores cenários de climas futuros para a América do Sul:** desenvolver o conhecimento detalhado das mudanças climáticas locais e regionais resultantes de um nível geral de mudanças climáticas.
- **Avançar com estudos de impactos, vulnerabilidade e adaptação em setores e atividades para o Brasil** aplicações de melhores cenários de mudanças climáticas futuras são necessárias para o rápido desenvolvimento de estudos de impactos e vulnerabilidades para diversos setores e atividades para o Brasil
- **Estudar as dimensões humanas das mudanças climáticas:** a identificação dos arranjos políticos e mecanismos institucionais e valores culturais através dos quais as atividades humanas causam mudanças climáticas e outras mudanças ambientais é um passo essencial para responder a estas mudanças.



# Objetivos do PFPMCG

- **Aumentar a capacidade brasileira em modelagem do Sistema Terrestre e desenvolver modelo brasileiro do sistema climático global:** estabelecimento de um ambiente para o desenvolvimento da ciência do Sistema Terrestre no Estado de São Paulo, como parte de um esforço nacional e internacional para desenvolver observações e modelos do Sistema Terrestre, especialmente os modelos climáticos globais.
- **Desenvolver uma componente de inovação tecnológica na área de energias renováveis para mitigação de emissões**
- **Promover pesquisa sobre as interfaces entre ciência e políticas climáticas de relevância ao Brasil** para, por um lado, informar tomadores de decisão com respeito às negociações internacionais das convenções sobre mudanças ambientais globais e, por outro lado, apoiar políticas nacionais de mitigação e adaptação.
- **Capacitação da comunidade científica do Estado de São Paulo:** promover um componente de capacitação com o objetivo de multiplicar a comunidade de pesquisadores do Estado de São Paulo atuando nas questões das mudanças ambientais globais e um componente de comunicação para disseminar seus resultados para os setores governamentais e privados, sistema educacional e



INSTITUTO NACIONAL  
DE PESQUISAS ESPACIAIS

# Mudanças Climáticas Globais

**Carlos Nobre**

**Centro de Ciência do Sistema Terrestre  
Instituto Nacional Pesquisas Espaciais - INPE**

Lançamento do

**“Programa FAPESP de Pesquisa em  
Mudanças Climáticas Globais – PFPMCG”**

São Paulo, 28 de agosto de 2008

# O PROBLEMA ...

O Aquecimento é  
**inequívoco!**

Aumento das  
temperaturas  
atmosféricas

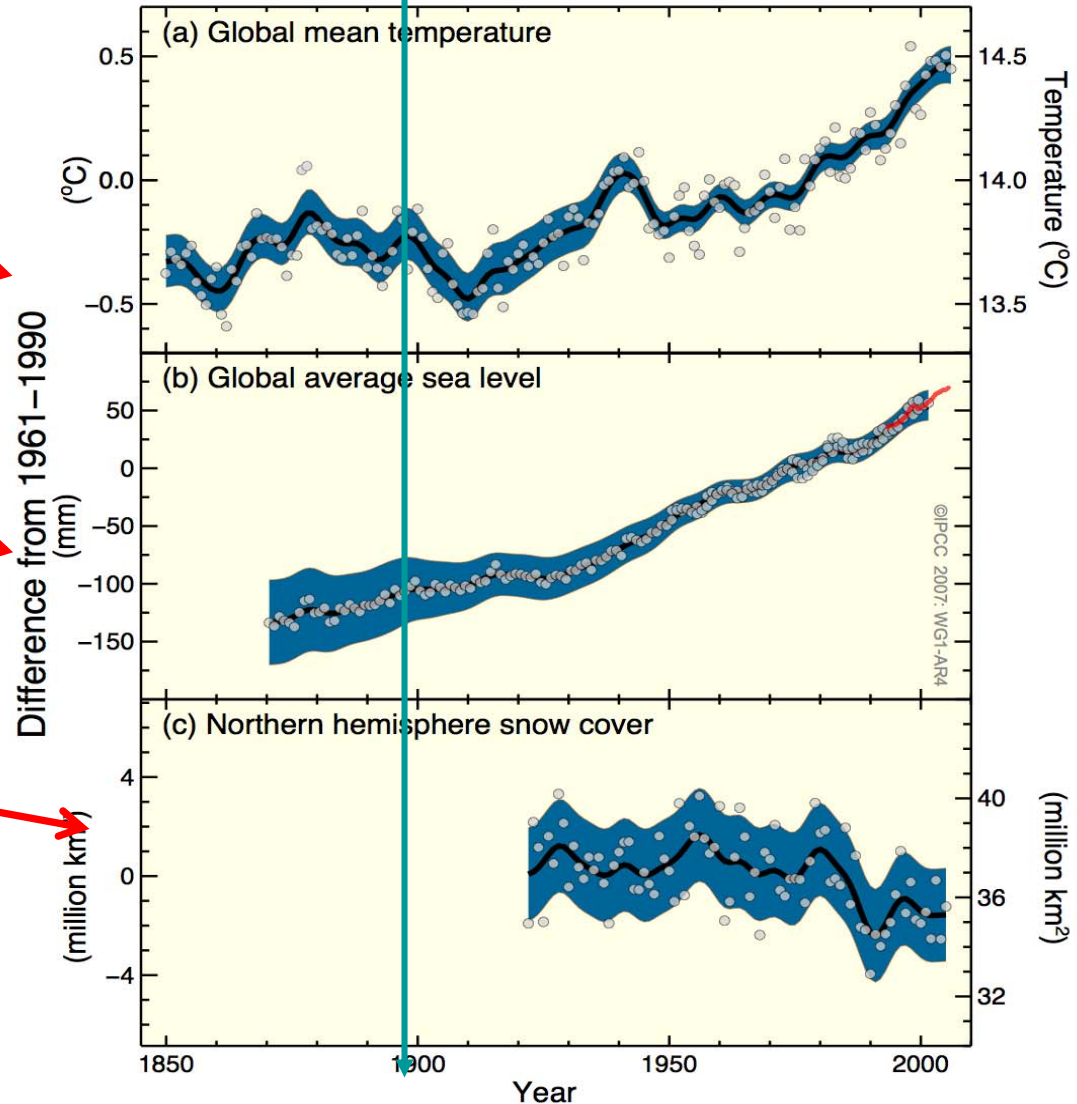
Aumento do  
nível do mar

Reduções da  
neve no HN

e os oceanos...

e a alta  
atmosfera

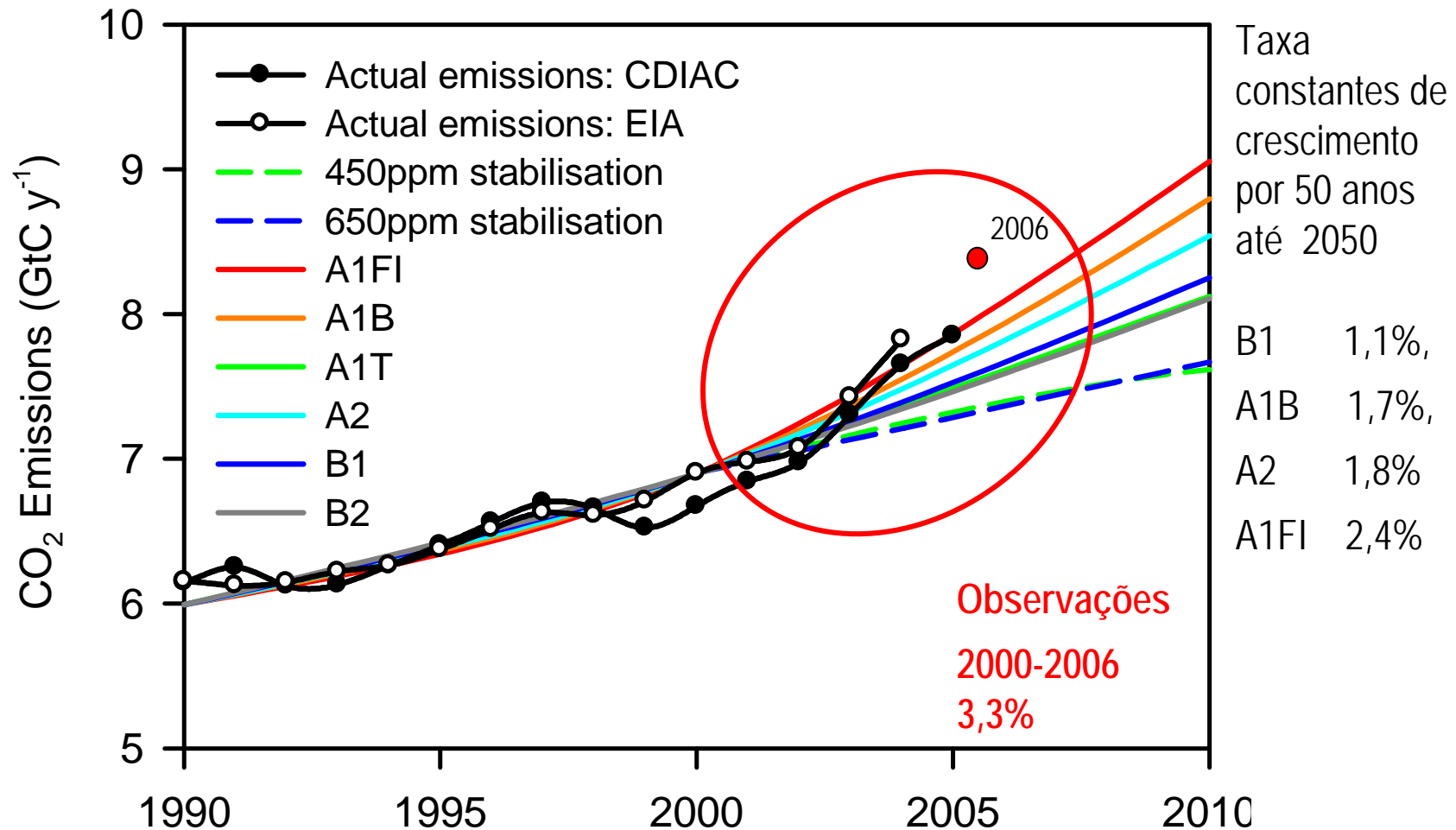
Changes in Temperature, Sea Level  
and Northern Hemisphere Snow Cover



1896: Arrhenius liga causa a efeito!

# ... DE DIFÍCIL SOLUÇÃO..

Emissões estão além do cenário de mais altas emissões!



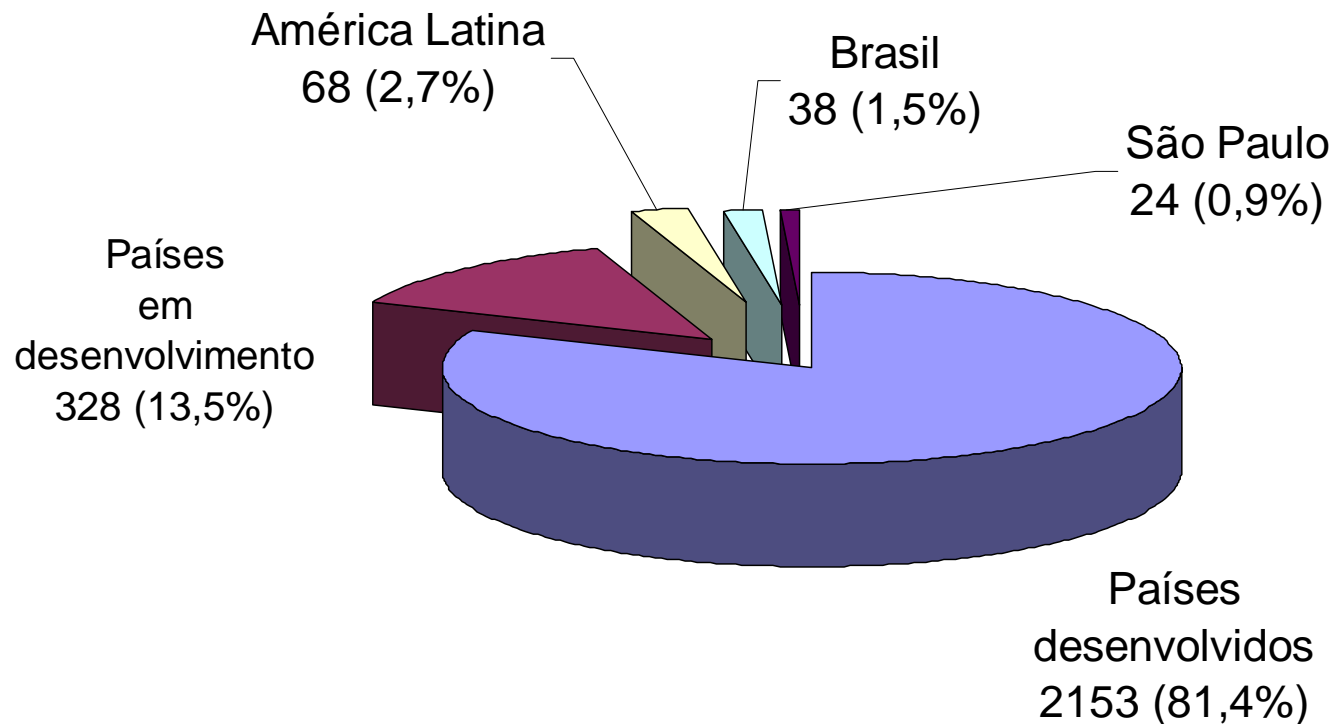
Trajetória das Emissões Globais de Combustíveis Fósseis

# Conteúdo

- Contribuições das instituições paulistas ao conhecimento sobre mudanças climáticas
- Desafios do Programa FAPESP de Pesquisa em Mudanças Climáticas Globais
- Para onde caminha a ciência das mudanças climáticas globais
- O apoio do INPE ao PFPMCG

# Contribuições das instituições paulistas ao conhecimento sobre mudanças climáticas

Número de publicações por Abrangência Geográfica - 2002 - 2007



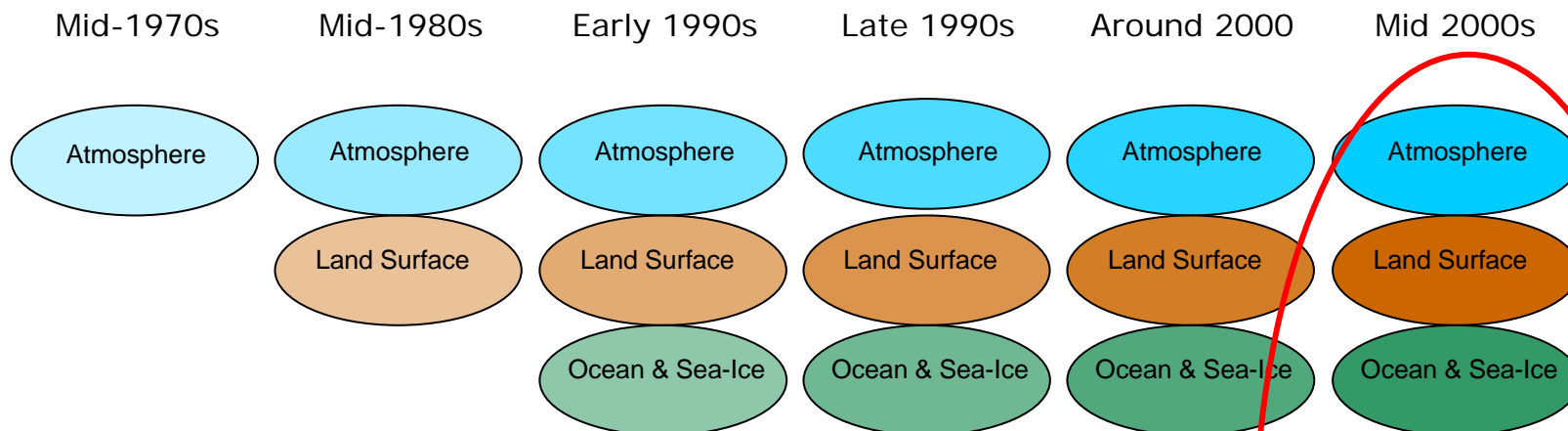
Seleção de artigos contendo as palavras-chave “climate change”, a partir de 20 periódicos de veiculação internacional ampla (e. g., Science, Nature, PNAS, etc.), durante os últimos 5 anos (2002-2007).

**Média da contribuição brasileira é de 2% (todas as áreas)**

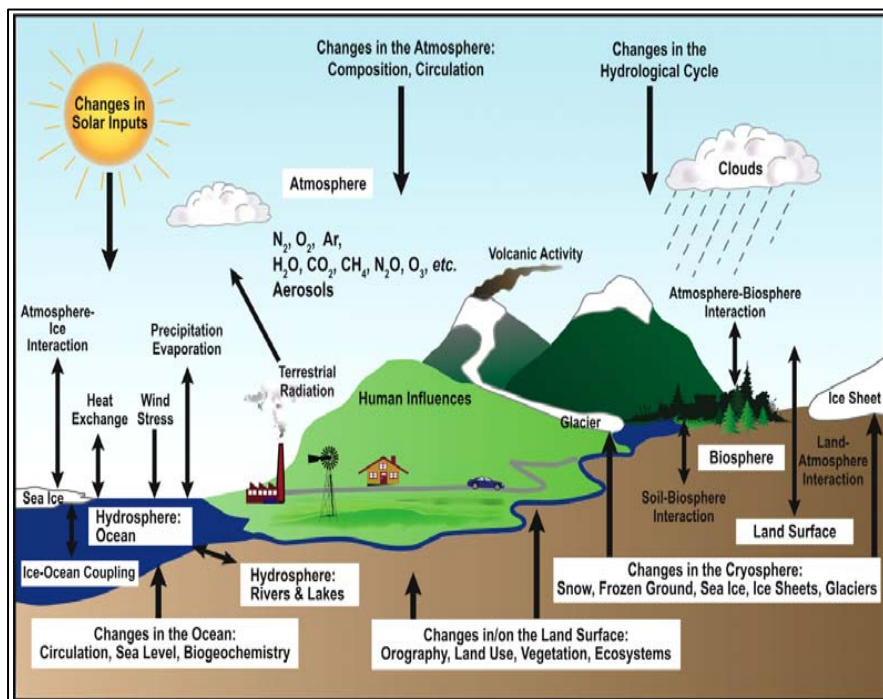
# Desafios do Programa FAPESP de Pesquisa sobre Mudanças Climáticas Globais

- Detecção e atribuição de causas das mudanças climáticas
  - Entendimento dos ciclos biogeoquímicos e biogeoquímicos
  - Variabilidade climática natural e mudança climática
  - Modelos do sistema climático global
- Como mitigar as emissões de gases de efeito estufa?
- Quais são nossas principais vulnerabilidades às mudanças climáticas?
- Como aumentar a capacidade adaptativa do país?

# FAPESP irá contribuir para o desenvolvimento de Modelo Brasileiro do Sistema Climático Global



## O Sistema Climático







# Objetivos do PFPMCG

- Detecção e atribuição de causas das mudanças climáticas
- Elaborar melhores cenários de climas futuros para a América do Sul
- Avançar com estudos de impactos, vulnerabilidade e adaptação em setores e atividades para o Brasil
- Estudar as dimensões humanas das mudanças climáticas

# Objetivos do PFPMCG

- Aumentar a capacidade brasileira em modelagem do Sistema Terrestre e desenvolver modelo brasileiro do sistema climático global
- Desenvolver uma componente de inovação tecnológica para mitigação de emissões
- Promover pesquisa sobre as interfaces entre ciência e políticas públicas de relevância a negociações internacionais e para adaptação e mitigação
- Capacitação da comunidade científica do Estado de São Paulo