

## Estudo 1 (em preparação)

### Vulnerabilidade, Impactos e Adaptação à Mudança do Clima

**Carlos A. Nobre e José A. Marengo**, Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos – CPTEC, INPE, Cachoeira Paulista, SP; **Magda A Lima**, Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna, SP; **Ulisses Confaloniere**, Fiocruz, Rio de Janeiro, RJ; **Enéas Salati**, Fundação Brasileira para o Desenvolvimento Sustentável, Rio de Janeiro, RJ; **Thelma Krug**, IAI, São José dos Campos, SP; **Robin Clarke**, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS; **Vanderlei Perez Canhos**, Centro de Referência em Informação Ambiental (CRIA), Campinas, SP; **Cláudio Freitas Neves**, Programa de Engenharia Oceânica, COPPE/UFRJ e **Dieter Muehe**, Departamento de Geografia, Instituto de Geociências, UFRJ; **Marcos Aurélio Vasconcelos de Freitas**, Agência Nacional de Águas (ANA), Brasília, DF

**Centro de Gestão e Estudos Estratégicos - CGEE**

# **Estudo 1 (em preparação)**

## **Sumário de Impactos e Vulnerabilidades Setoriais do País às Mudanças Climáticas**

Cenários de Mudanças Climáticas para 2100  
Impactos das Mudanças Climáticas nos Biomas  
Impactos Climáticos na Biodiversidade  
Impactos das Mudanças Climáticas na Agricultura  
Mudanças Climáticas e Saúde Humana  
Vulnerabilidade da Agricultura do Semi-Árido à Variabilidade  
Natural e a Mudanças Climáticas  
Recursos Hídricos e Hidroeletricidade  
Considerações sobre Vulnerabilidade aos Extremos Climáticos  
Impactos Climáticos nas Zonas Costeiras

## Definição de *Vulnerabilidade*

***Vulnerabilidade*** refere-se ao nível de reação de um determinado sistema para uma mudança climática específica. O IPCC define vulnerabilidade como “o *grau de suscetibilidade de um sistema aos efeitos adversos da mudança climática, ou sua incapacidade de administrar esses efeitos, incluindo variabilidade climática ou extremos. Vulnerabilidade é função do caráter, dimensão e taxa de variação climática ao qual um sistema é exposto, sua sensibilidade e capacidade de adaptação.*”

(IPCC Third Assessment Report, Working Group II; 2001).

## Definições de *Impactos* e *Adaptação*

***Impactos*** (climáticos) referem-se às conseqüências da mudança climática nos sistemas naturais e humanos.

***Adaptação*** descreve ajustes em sistemas ecológicos ou sócio-econômicos em resposta às mudanças climáticas correntes ou projetadas, resultantes de práticas, processos, medidas ou mudanças estruturais.

## Definições de Adaptação

### Anexo I: Tipos de Adaptação, conforme o Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima (TAR, 2001)

Ajuste em sistemas naturais ou humanos em resposta a estímulos climáticos atuais e esperados, ou seus efeitos, que modera os danos ou explora as oportunidades benéficas. Vários tipos de adaptação podem ser diferenciados: antecipada ou reativa, privada ou pública, e autônoma ou planejada.

**Adaptação Antecipada (ou Adaptação Pró-ativa):** é aquela que ocorre antes de serem observados os impactos da mudança climática.

**Adaptação Autônoma (ou Adaptação Espontânea):** é adaptação que não constitui uma resposta consciente a um estímulo climático mas decorre de mudanças ecológicas em sistemas naturais e por mudanças no mercado ou bem-estar em sistemas humanos.

**Adaptação Planejada:** adaptação que resulta de uma decisão política deliberada, baseada na consciência de que certas condições mudaram ou estão para mudar, e que ações são necessárias para retornar, manter ou alcançar um estado desejado.

**Adaptação Privada:** adaptação que é iniciada e implementada por indivíduos, famílias, ou companhias privadas. A adaptação privada normalmente ocorre por interesse pessoal do realizador.

**Adaptação Pública:** adaptação iniciada e implementada por governos em todos os níveis. A adaptação pública é normalmente dirigida para as necessidades coletivas.

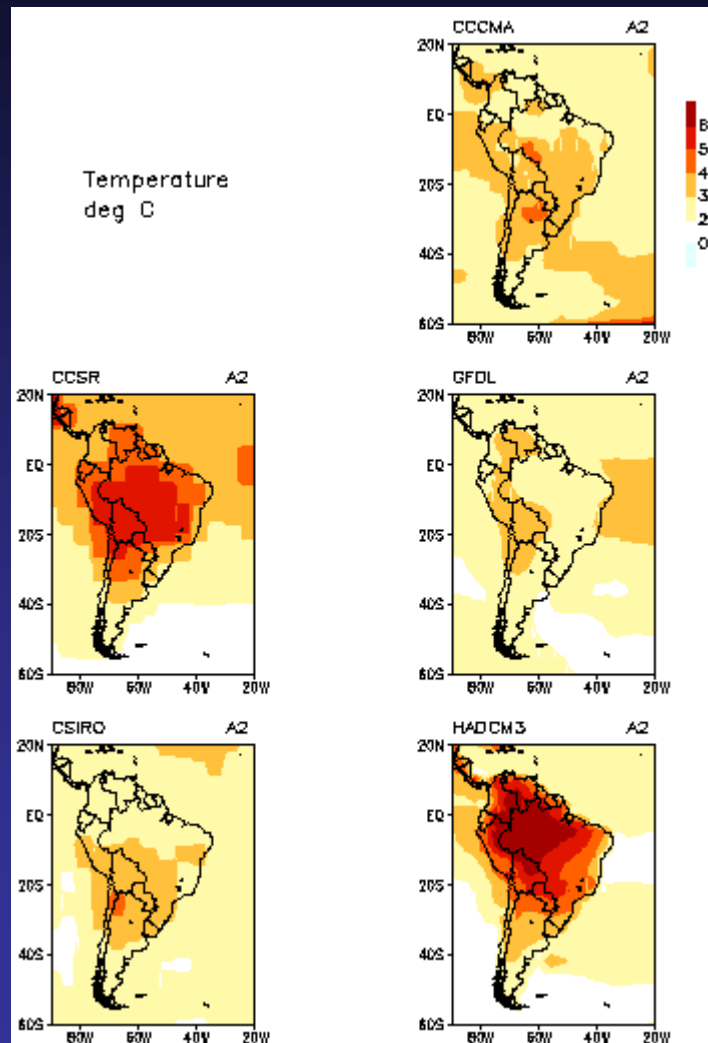
**Adaptação Reativa:** adaptação que ocorre após a observação dos impactos da mudança climática.

Quais são os mais prováveis cenários de mudanças climáticas na América do Sul em 2100?

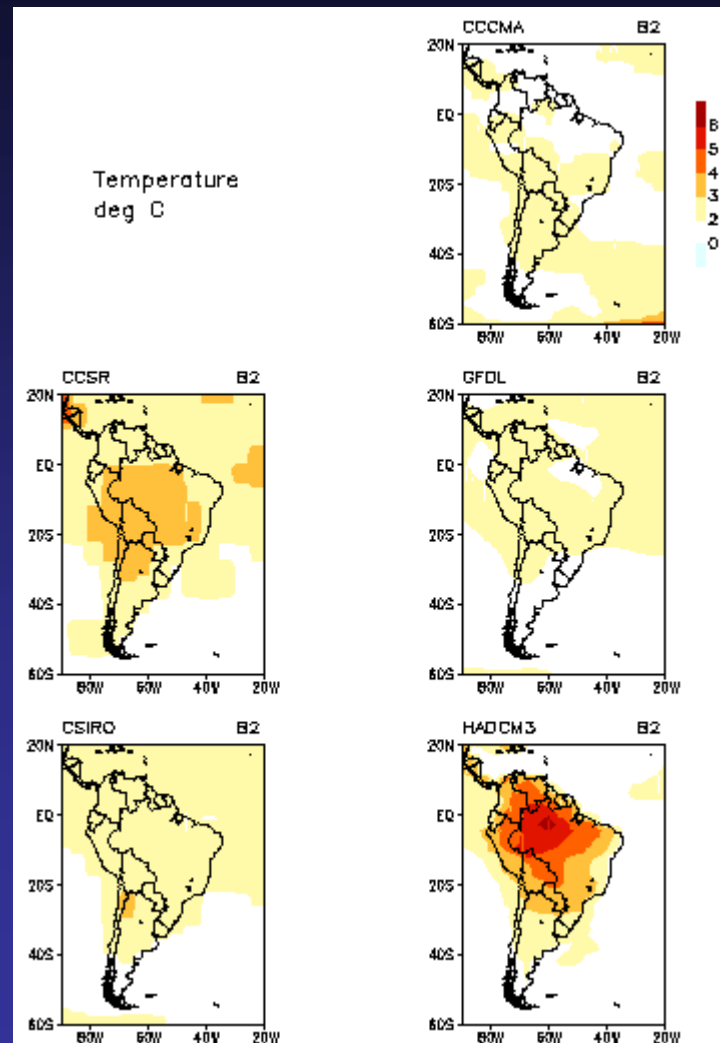
Análise de 5 Modelos Climáticos Globais para dois cenários de emissões de GEE (Cenários A2 e B2) para o final do Século XXI

# Temperature Anomalies (deg C) for 2091-2100

## A2 High GHG Emissions Scenario



## B2 Low GHG Emissions Scenario

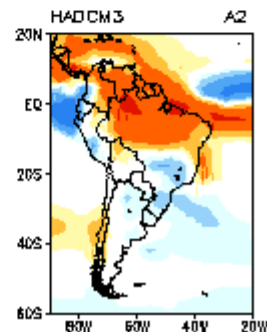
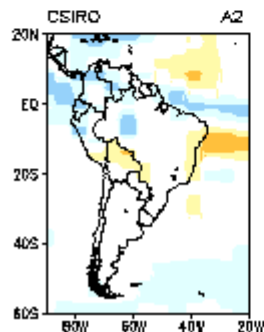
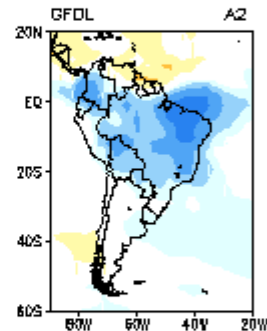
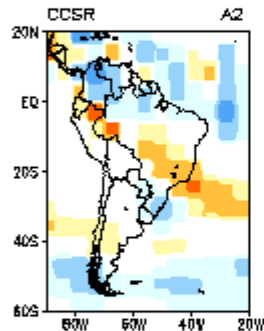
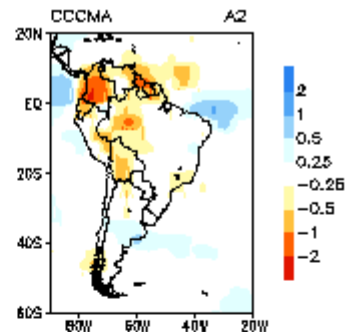


# Precipitation Anomalies (mm/day) for 2091-2100

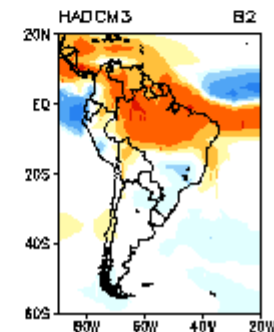
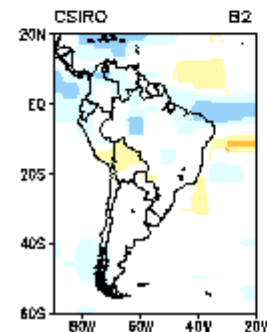
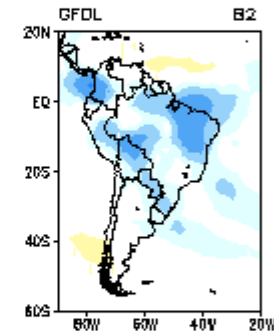
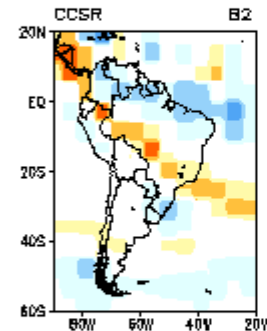
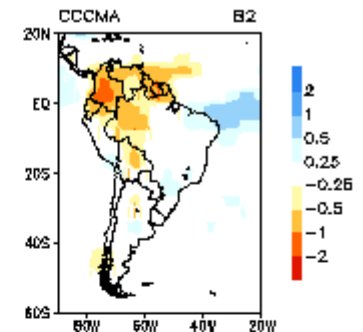
## A2 High GHG Emissions Scenario

## B2 Low GHG Emissions Scenario

Precipitation  
mm/day



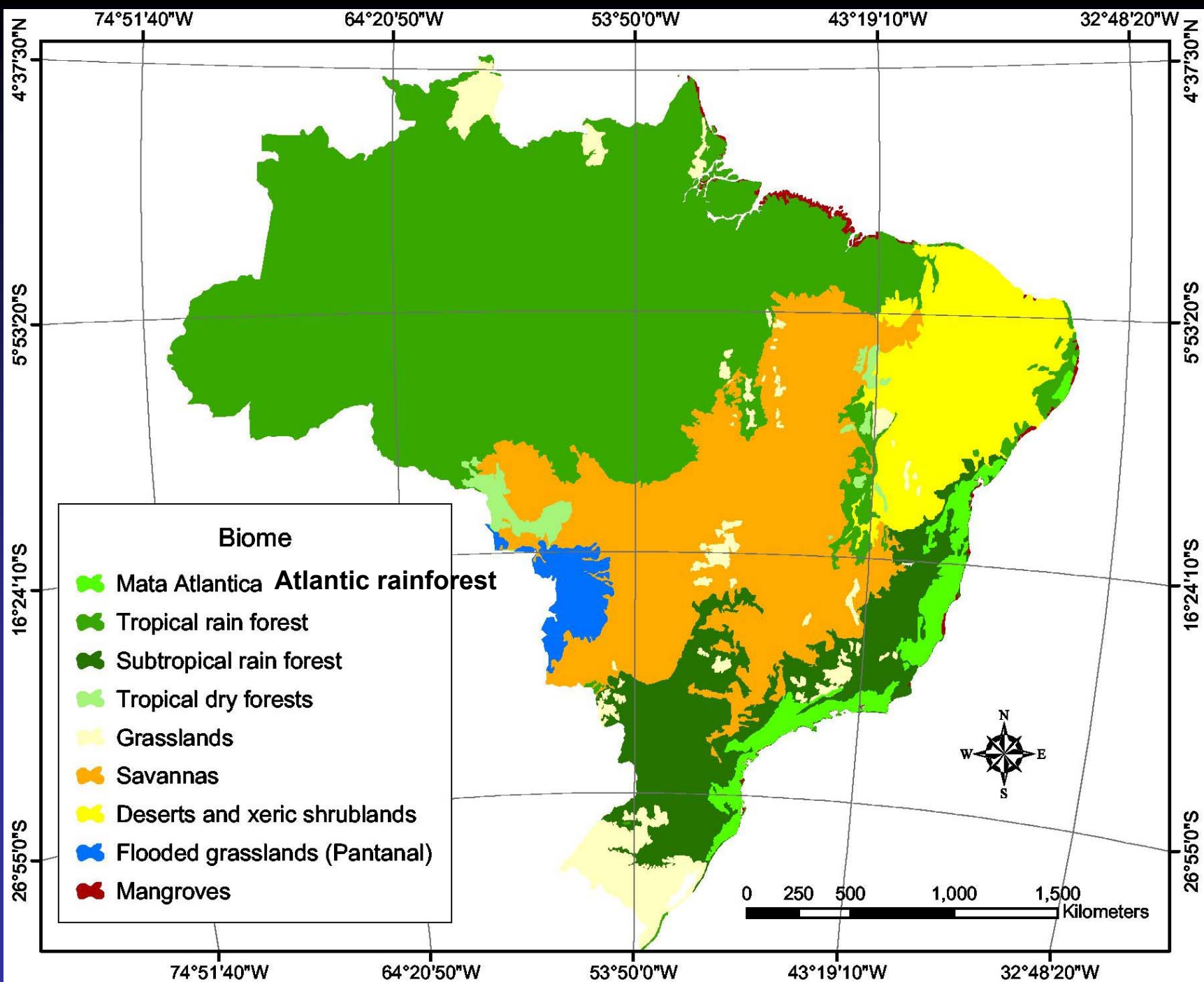
Precipitation  
mm/day





Grau de incerteza dos cenários climáticos  
futuros é significativamente maior  
devido a diferentes modelos climáticos  
globais do que devido a diferentes  
cenários

Quais são os mais prováveis impactos  
nos biomas da América do Sul devido  
ao Aquecimento Global?



# Análise de Redistribuição de Biomas em face a Mudanças Climáticas

**Ecologia**

## Modelo de Biomas

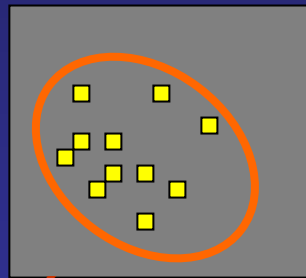


**Projeção considerando alterações climáticas**

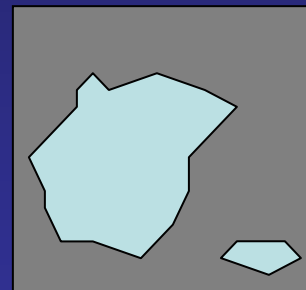
**Algoritmo**



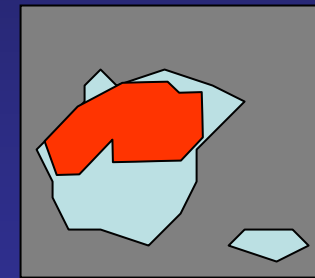
**Geografia**



**Área de Ocorrência**



**Previsão da Distribuição**

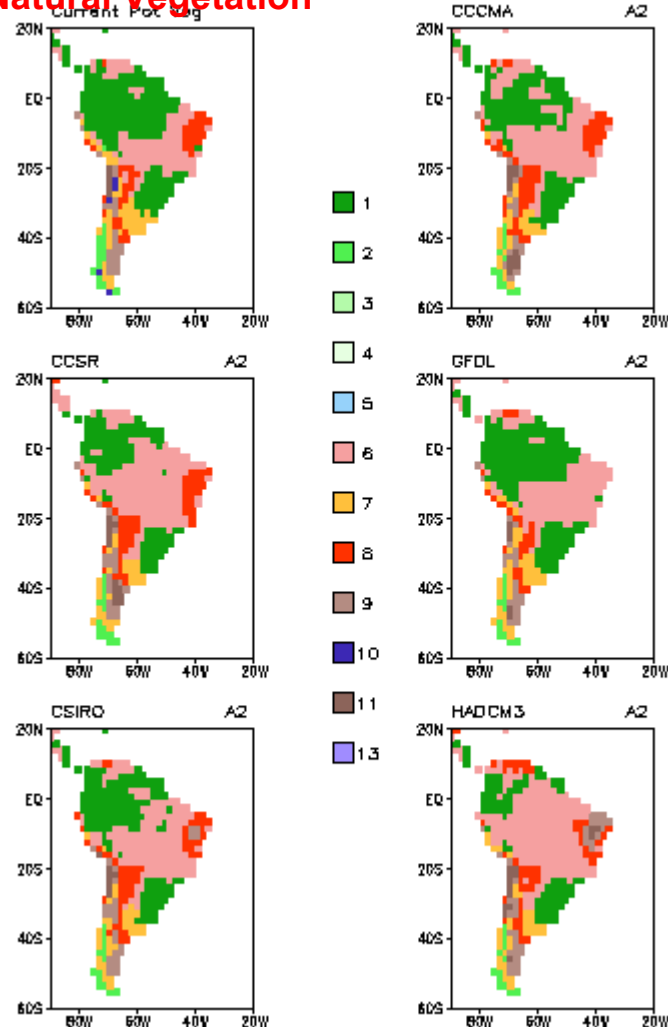


**Projeção de Biomas com Mudança Climática**

# Projected Biome Distributions for South America for 2091-2100

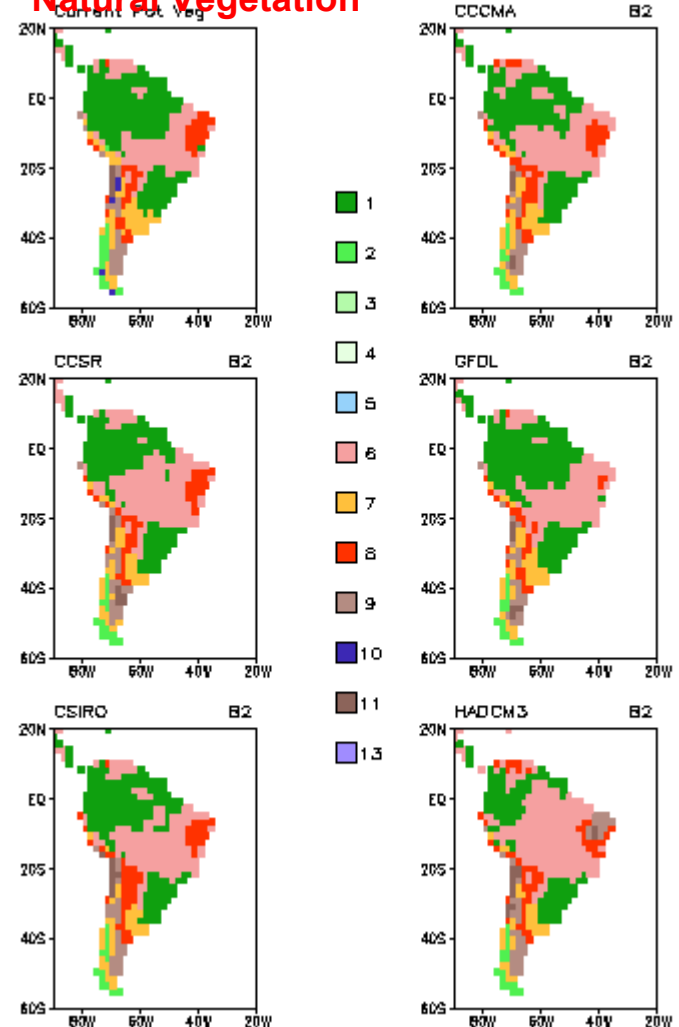
## A2 High GHG Emissions Scenario

### Natural Vegetation



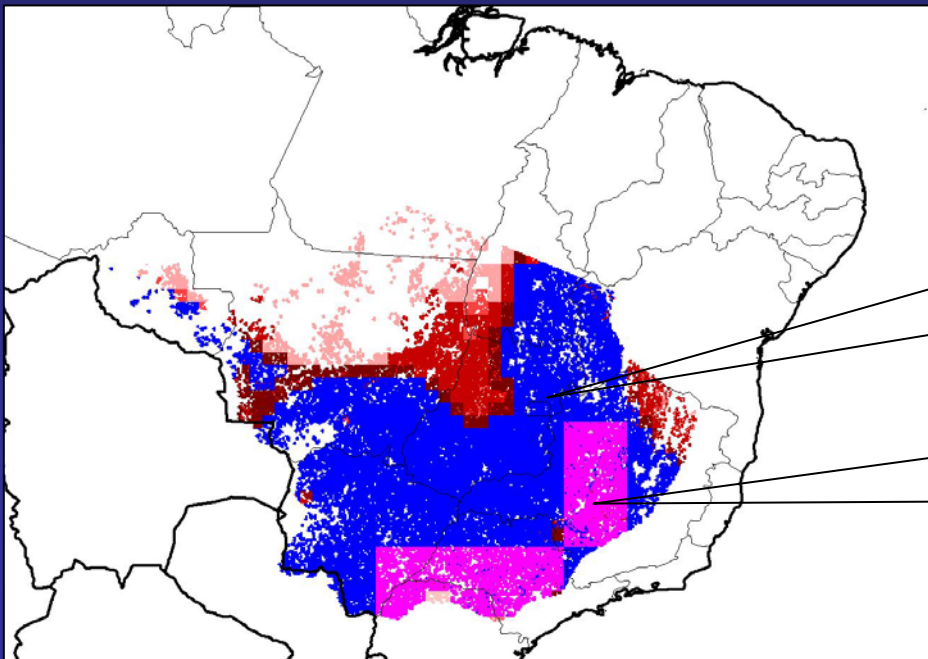
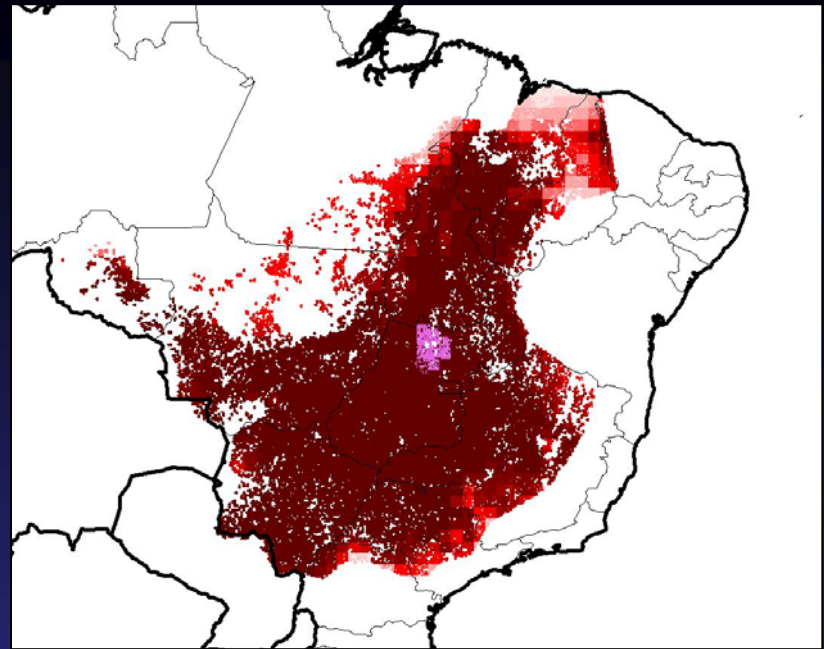
## B2 Low GHG Emissions Scenario

### Natural Vegetation



Previsão de riqueza para 162 espécies de árvores do Cerrado: presente (1961-1990)

Previsão de distribuição presente (1961-1990) e futura (2055) de *Acosmium subelegans*



Área projetada para permanecer habitável em 2055 (0,5% CO<sub>2</sub>)

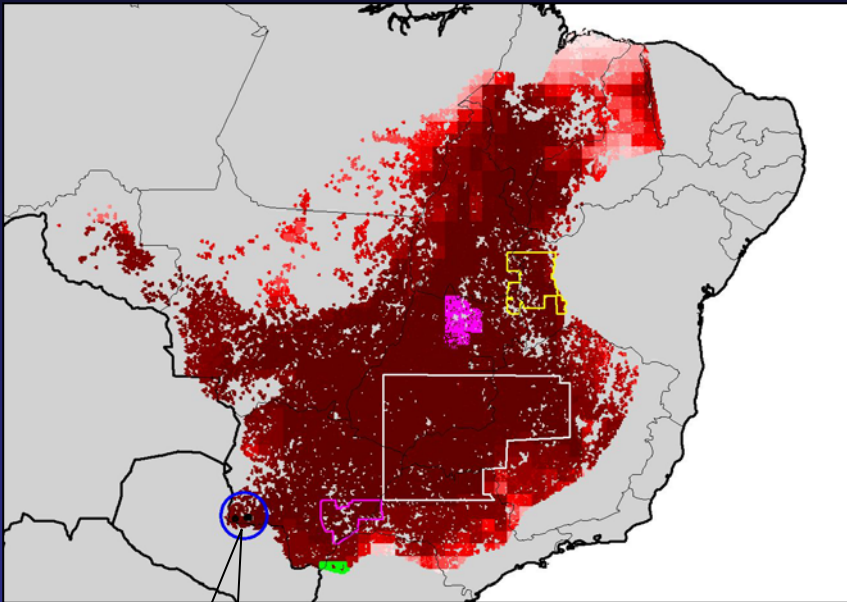
Área projetada para permanecer habitável em 2055 (1% CO<sub>2</sub>)

## Conseqüências para as 162 espécies analisadas

- Cenário DX (+ 0,5% CO<sub>2</sub>):
  - 18 espécies dadas como extintas
  - 91 espécies com redução maior que 90%
- Cenário AX (+ 1% CO<sub>2</sub>):
  - 56 espécies dadas como extintas
  - 123 espécies com redução maior que 90%

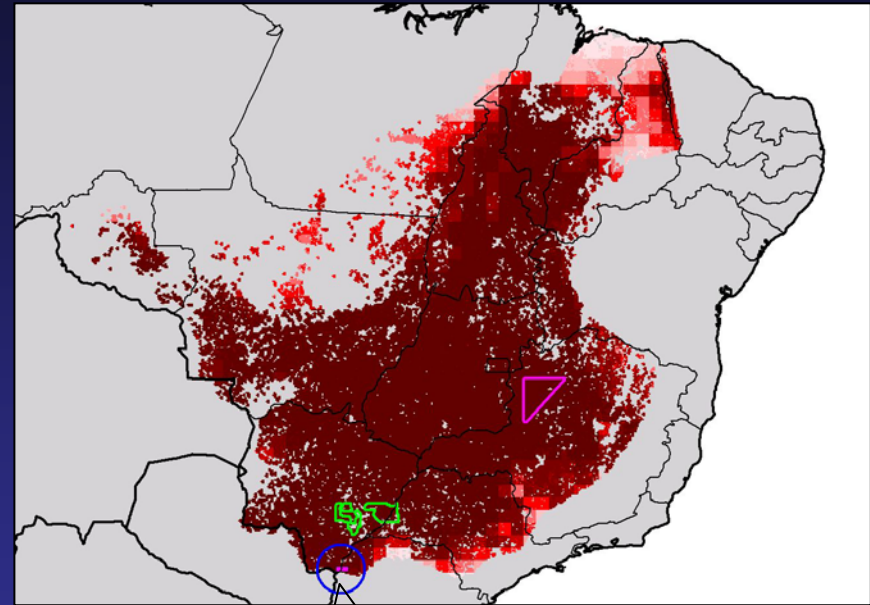
## Determinação de áreas prioritárias para conservação considerando mudanças climáticas baseado em dois cenários:

+ 0.5%



87 espécies

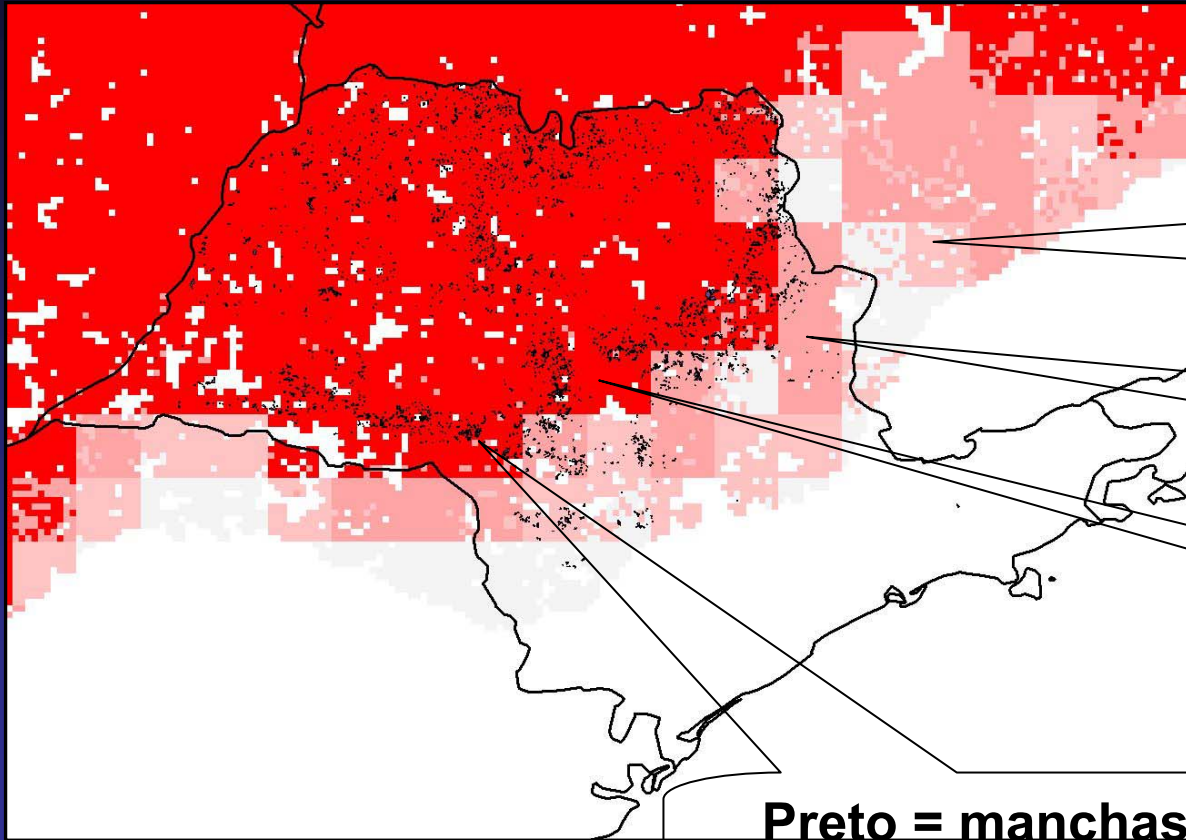
+ 1%



63 espécies



## São Paulo “Museu Vivo de Espécies Arbóreas do Cerrado” ????



**Rosa = 81-120  
espécies**

**Rosa escuro = 121  
– 140 espécies**

**Vermelho = >  
140 espécies**

**Preto = manchas do  
Cerrado**

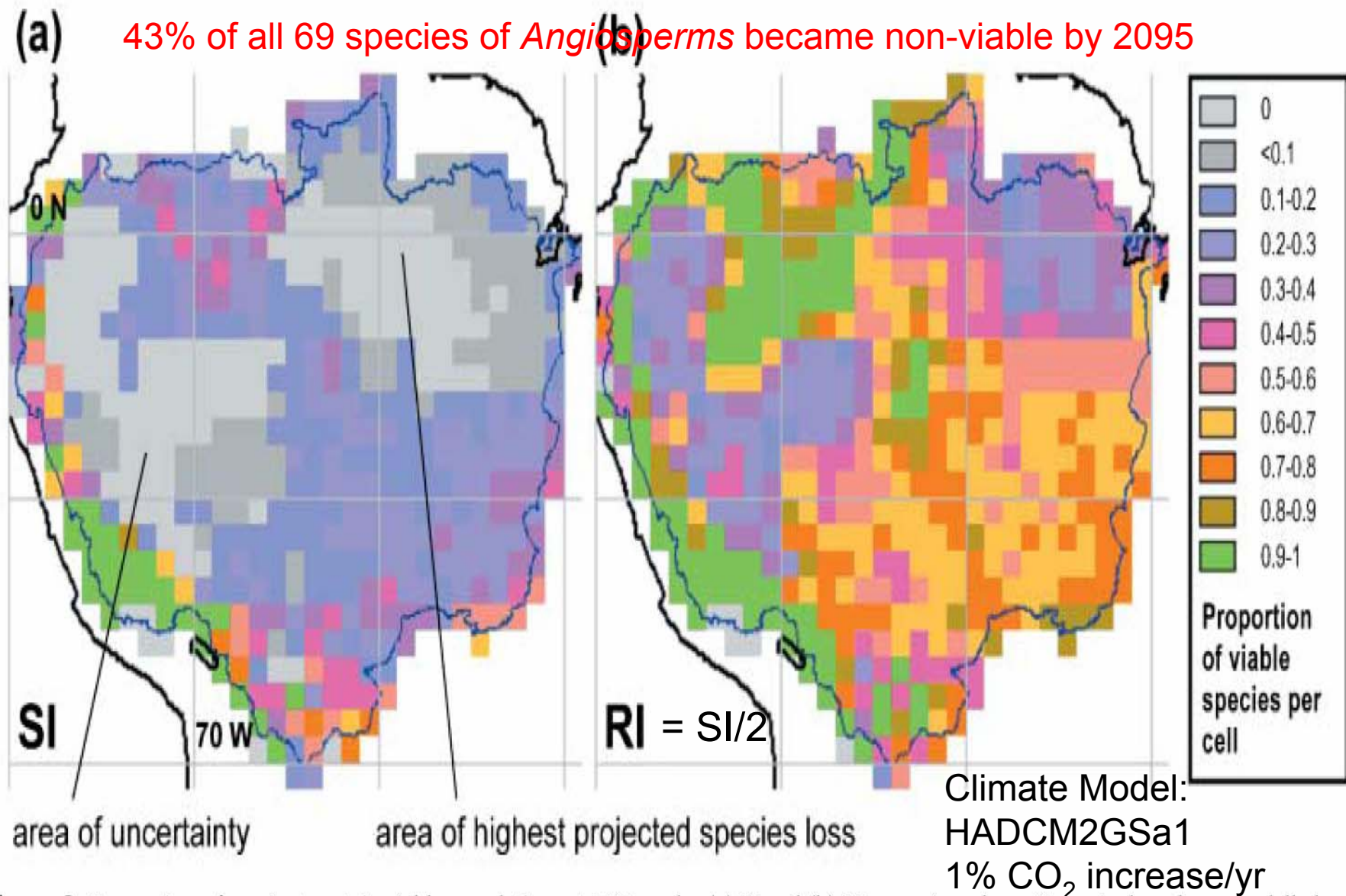


Figure 3 Proportion of species to retain viable populations at 2095 under (a) SI and (b) RI scenarios where 69 species have been modelled.

# Impactos das Mudanças Climáticas na Agricultura

# Building capacity to assess the impact of climate change/variability and develop adaptation responses for the mixed crop/livestock production systems in the Argentinean , Brazilian and Uruguayan Pampas

## Principal Scientists

- Graciela Magrin, INTA, Argentina
- María I. Travasso, INTA, Argentina
- Osvaldo Canziani, Argentina
- Gilberto Cunha, Brazil
- J. Mauricio Fernandes, Brazil
- Agustin Gimenez, GRAS- INIA, Uruguay
- Walter E. Baethgen, IFDC, Uruguay
- Holger Meinke, APSRU, DPI, Australia







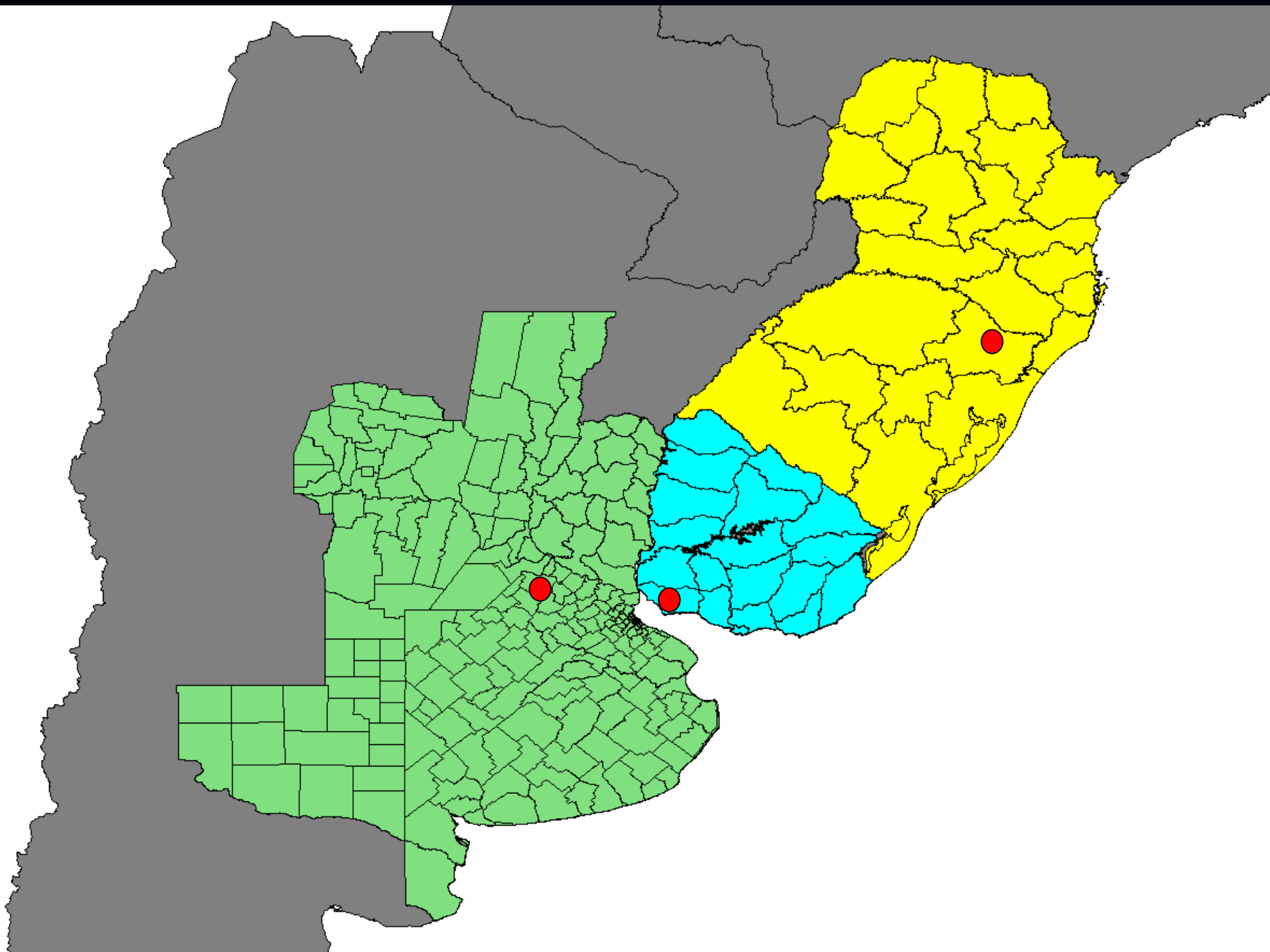
# **Expected impacts of climate change on CROP YIELDS in the Pampas region of Argentina, Brazil and Uruguay**

LA27



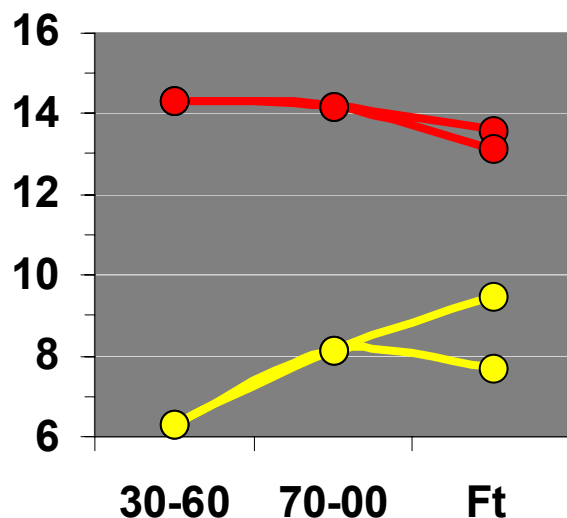
María I. Travasso (INTA)



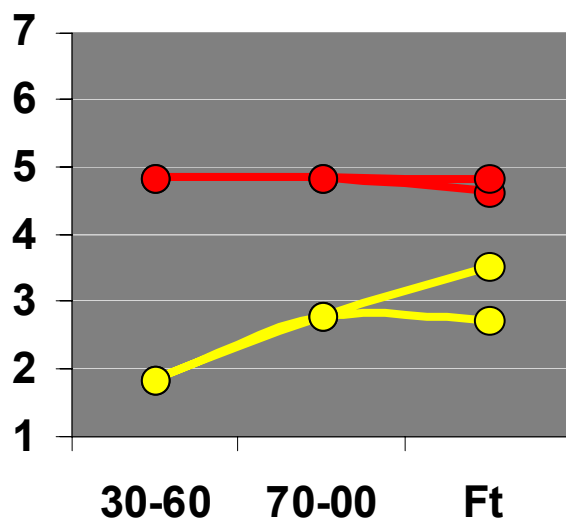


# Increasing CO<sub>2</sub>

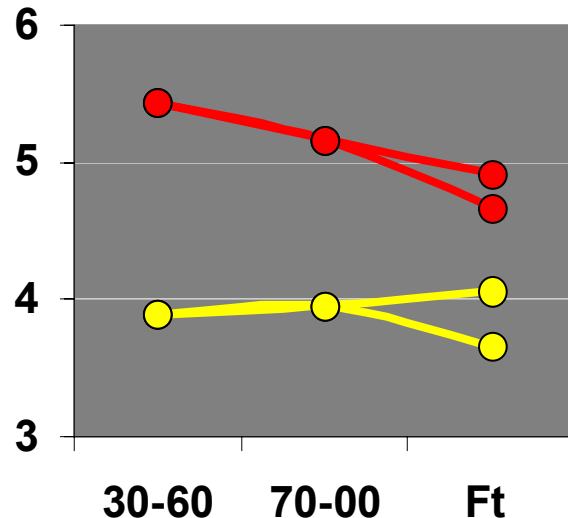
## Maize Yield



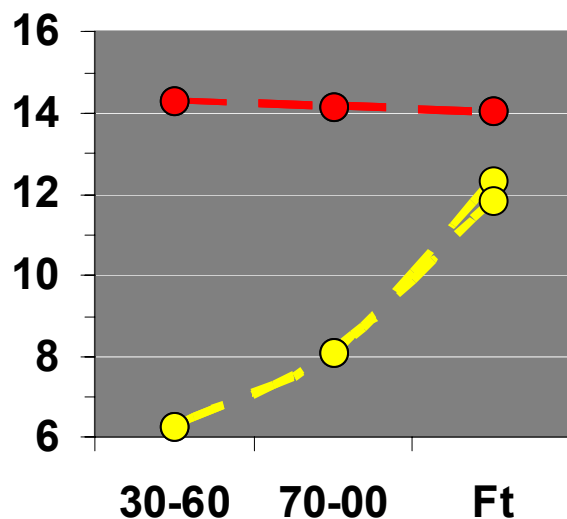
## Soybean Yield



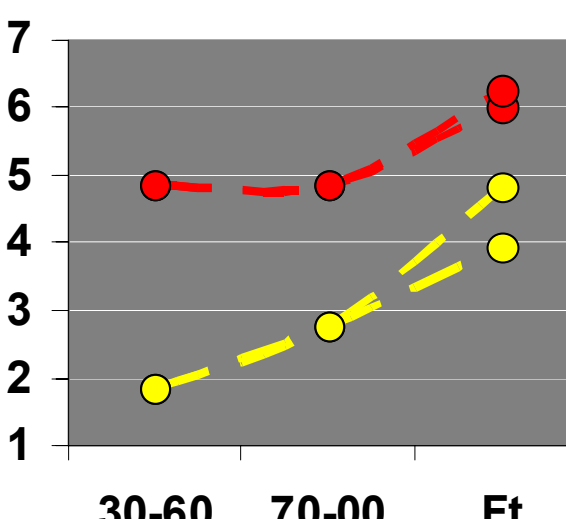
## Wheat Yield



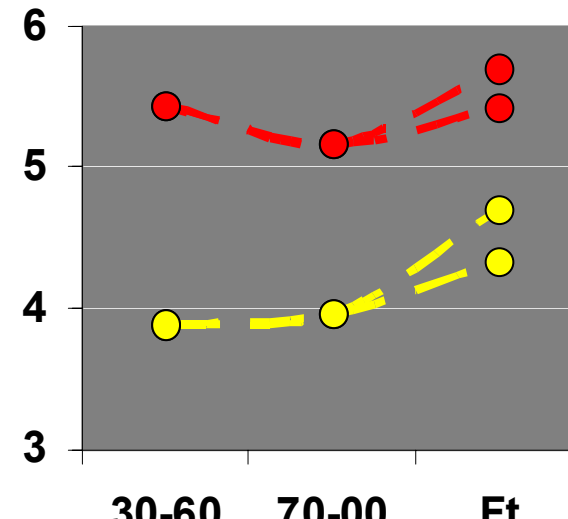
## Maize Yield



## Soybean Yield



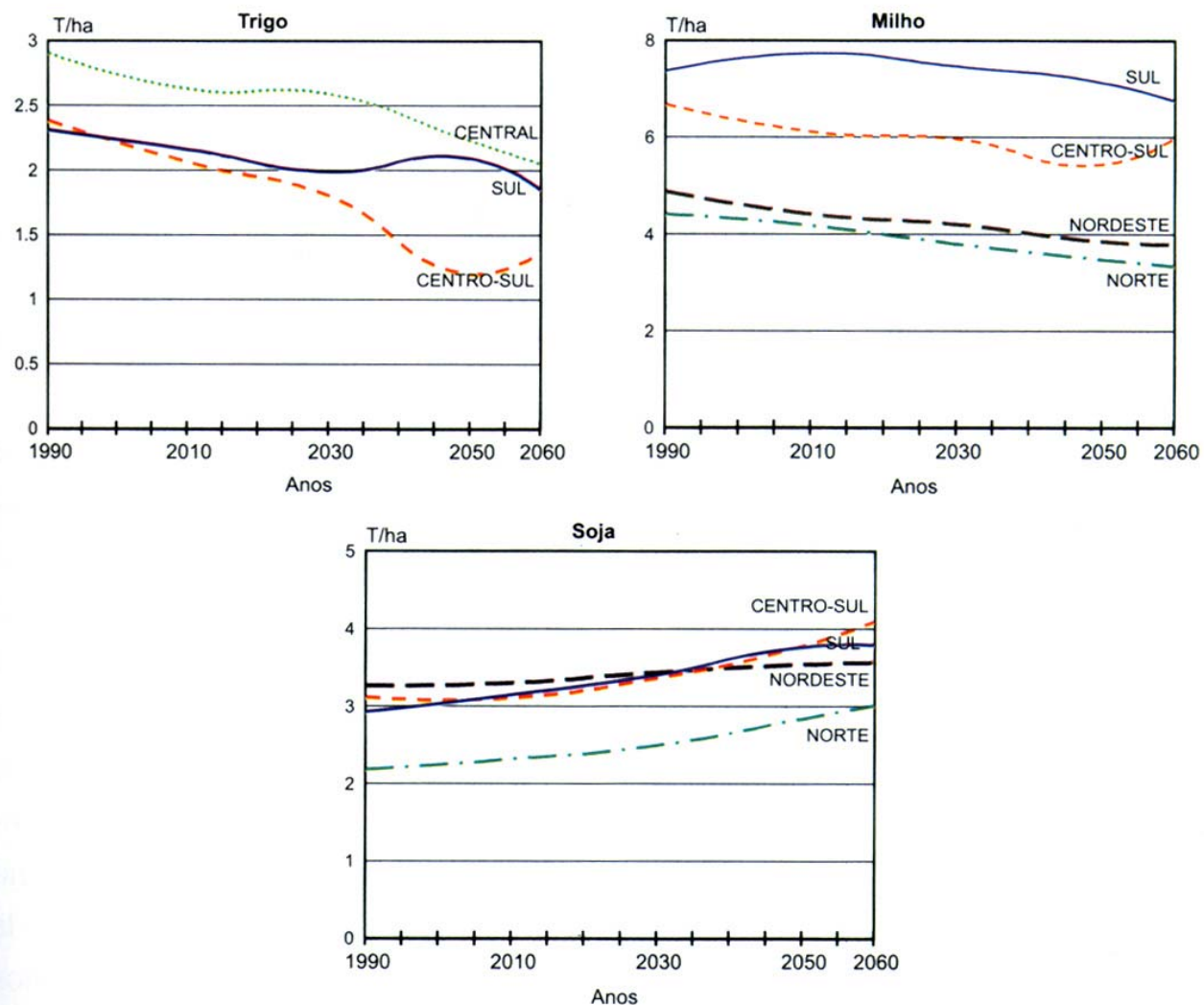
## Wheat Yield



+CO<sub>2</sub>

+CO<sub>2</sub>

+CO<sub>2</sub>



**Figura 7** - Projeções de mudanças graduais na produção de grãos de trigo, milho e soja em decorrência de aumento da concentração de  $\text{CO}_2$  na atmosfera projetados pelos modelos de equilíbrio atmosférico GISS e GISS "transient"



# WHEAT DISEASES

---

**Powdery mildew**



**Leaf rust**



**Glume blotch**



**Spot blotch**



**Take all**



**BYDV**

**Blast**

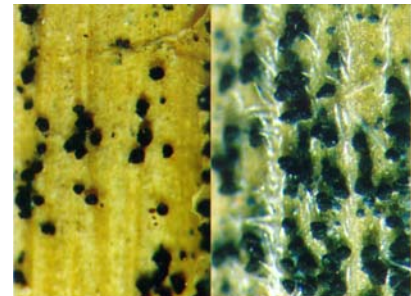
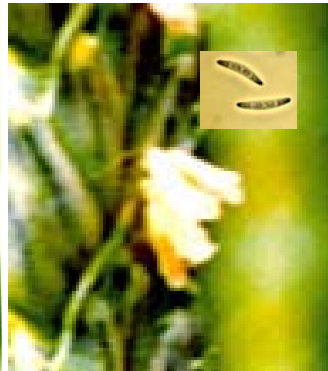


**Tan spot**



# FUSARIUM HEAD BLIGHT OF WHEAT

**Window of susceptibility**  
**Highly influenced by weather**  
**variables**







# Wheat crop model

## Agronomic inputs

Early spring wheat

Nine sowing dates

Three-day intervals

Soil properties

## Weather inputs

Historic daily weather

Scenario daily weather

FHB incidence

# INF = Módulo ambiente



## EVENTO DE INFEÇÃO

mínimo 48 horas de molhamento (P e UR)



INF é calculado sempre  
que ocorrer ...

**2 dias de  $P \geq 0,3$  e  $UR \geq 80\%$  na média**

**1 dia de  $P \geq 0,3$  e  $UR \geq 80\%$  precedido ou sucedido por um dia de  $P=0$  e  $UR \geq 85\%$**

# Final Remmarks

Models using climatic variability and trend analysis  
are tools for defining FHB-risk

FHB - Blame it on Minimum Tillage

More frequent FHB epidemics in the future

Raise food safety concerns

There is a need for breeding more resistant wheat

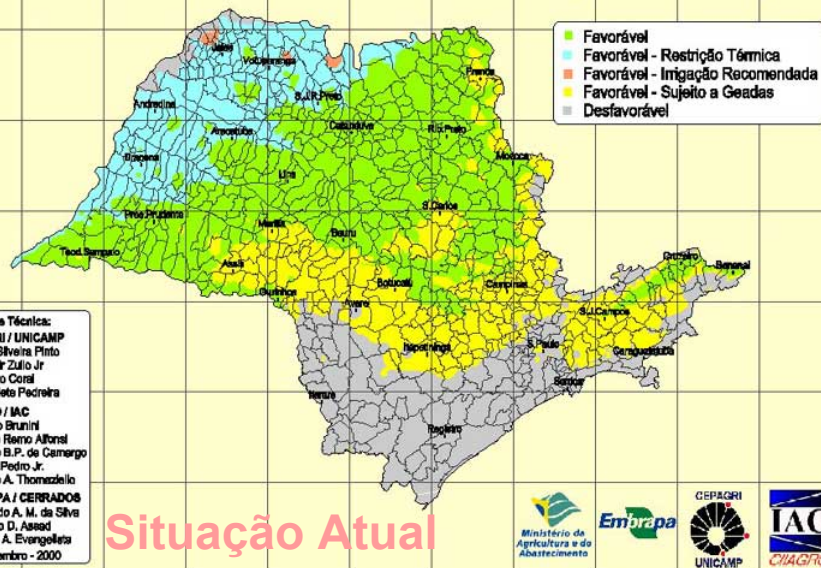
Interactions with other crops/pests



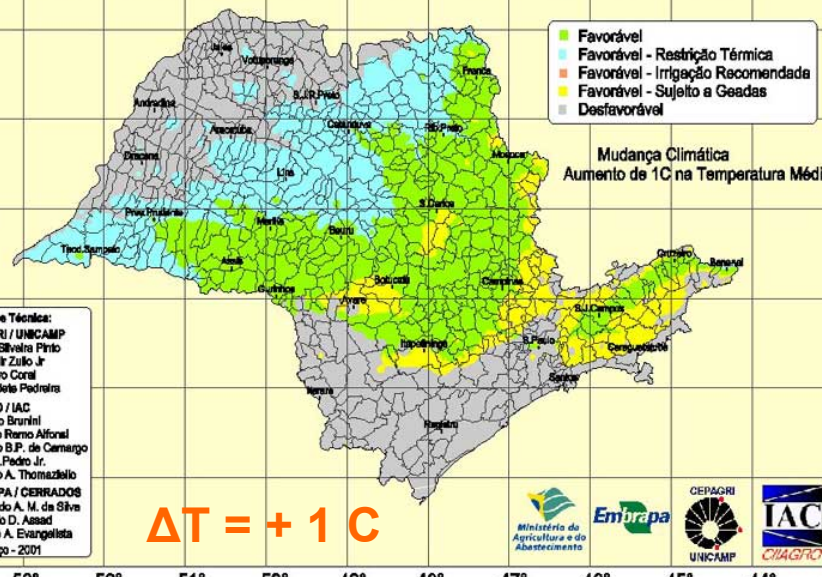
# **Estudo da UNICAMP (Prof. Hilton Pinto et alli) e EMBRAPA (Dr. Eduardo Assad) sobre riscos agroclimáticos das mudanças climáticas globais para café, soja, etc.**

- Cenários de aumento de 1 a 5 C na temperatura; aumento de 15% nas chuvas; CO<sub>2</sub> mantido constante
- Efeito do aumento de temperatura na agricultura de sequeiro é bastante severo para a maioria das culturas para aumentos da temperatura de 5 C (por exemplo, praticamente não haveria mais áreas com baixo risco agroclimático no Estado de São Paulo para café).

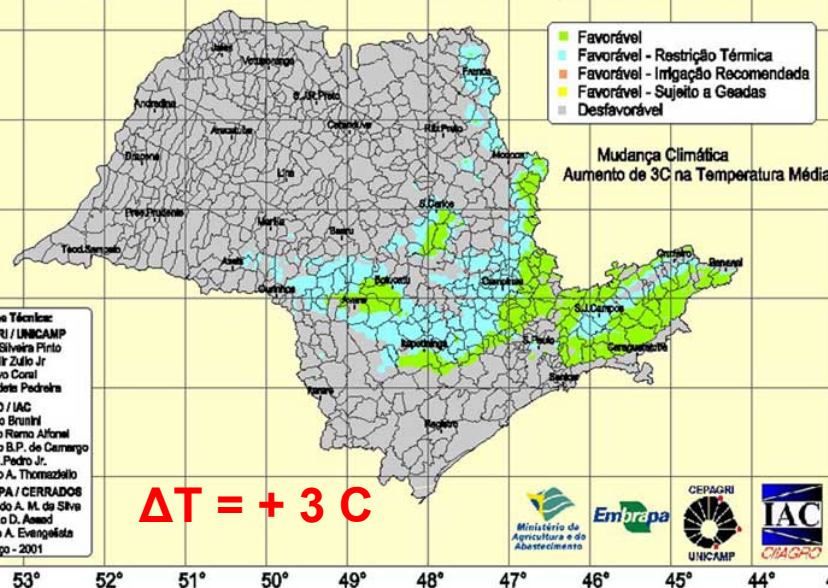
## Zoneamento Climático da Cultura do Café (*Coffea arabica*)



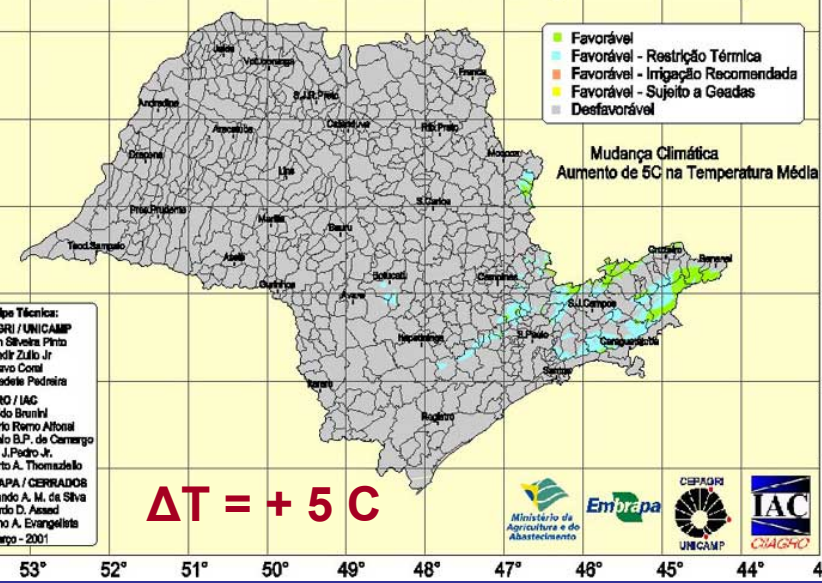
## Zoneamento Climático da Cultura do Café (*Coffea arabica*)



## Zoneamento Climático da Cultura do Café (*Coffea arabica*)



## Zoneamento Climático da Cultura do Café (*Coffea arabica*)



# Impactos das Mudanças Climáticas na Saúde

## Capítulo de Saúde do TAR (2001)

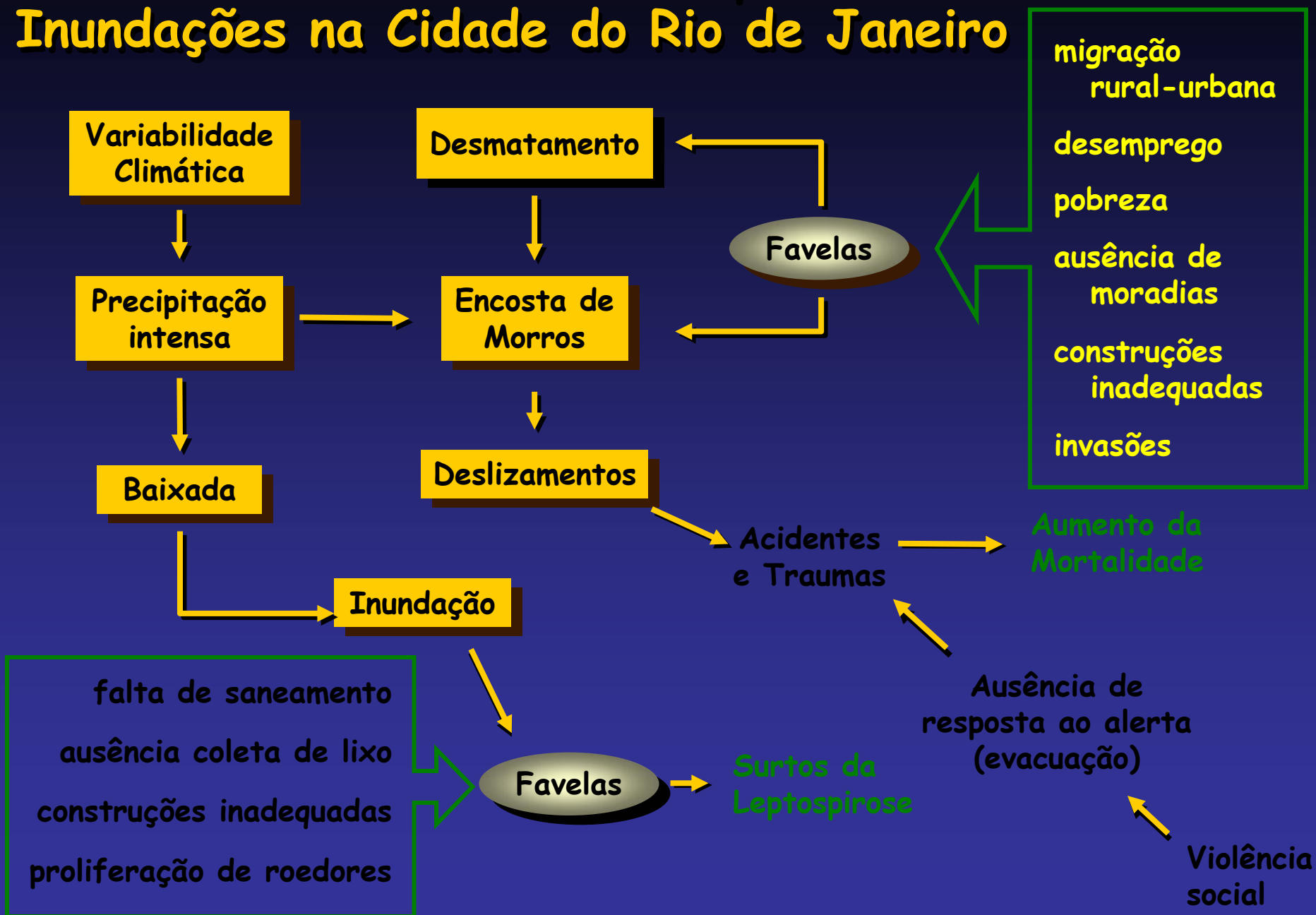
- MC trará grande diversidade de impactos na saúde humana, alguns positivos, mas a maioria negativos
- Não há evidências de que tendências climáticas recentes (aquecimento global) tenham afetado a saúde populacional
- Países em desenvolvimento com maior risco de problemas nutricionais e impactos de eventos climáticos extremos
- Novas evidências de impactos de variabilidade interanual (ENSO) na saúde
- MC podem causar rupturas sociais, declínio econômico e deslocamentos populacionais, afetando a saúde



# Doenças Infecciosas sensíveis ao clima

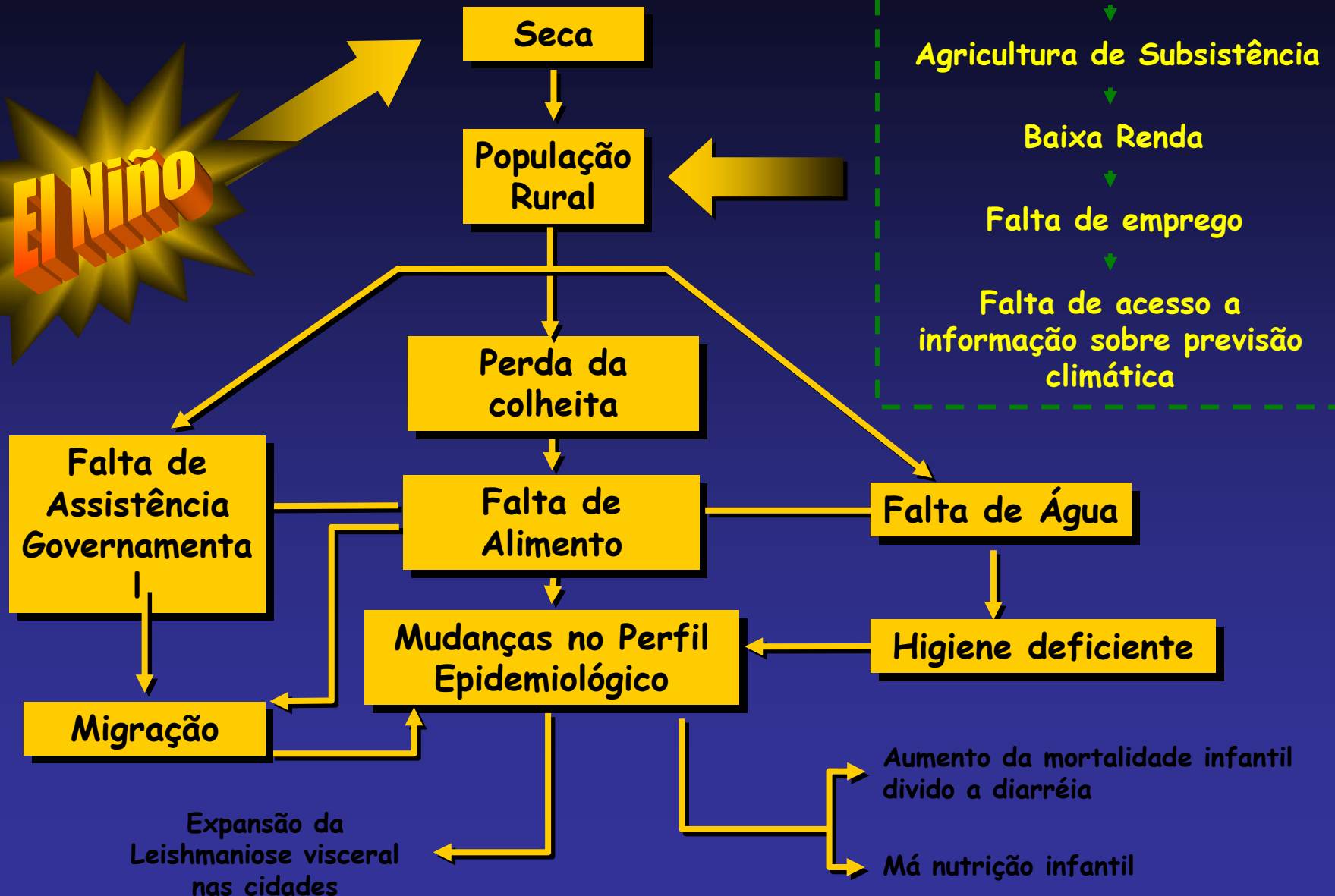
- Malária
- Febre da dengue
- Leishmaniose tegumentar
- Leishmaniose visceral
- Meningite
- Síndrome da hantavirose pulmonar
- Diarréias infecciosas
- Leptospirose

# Vulnerabilidade Social a Tempestades e Inundações na Cidade do Rio de Janeiro



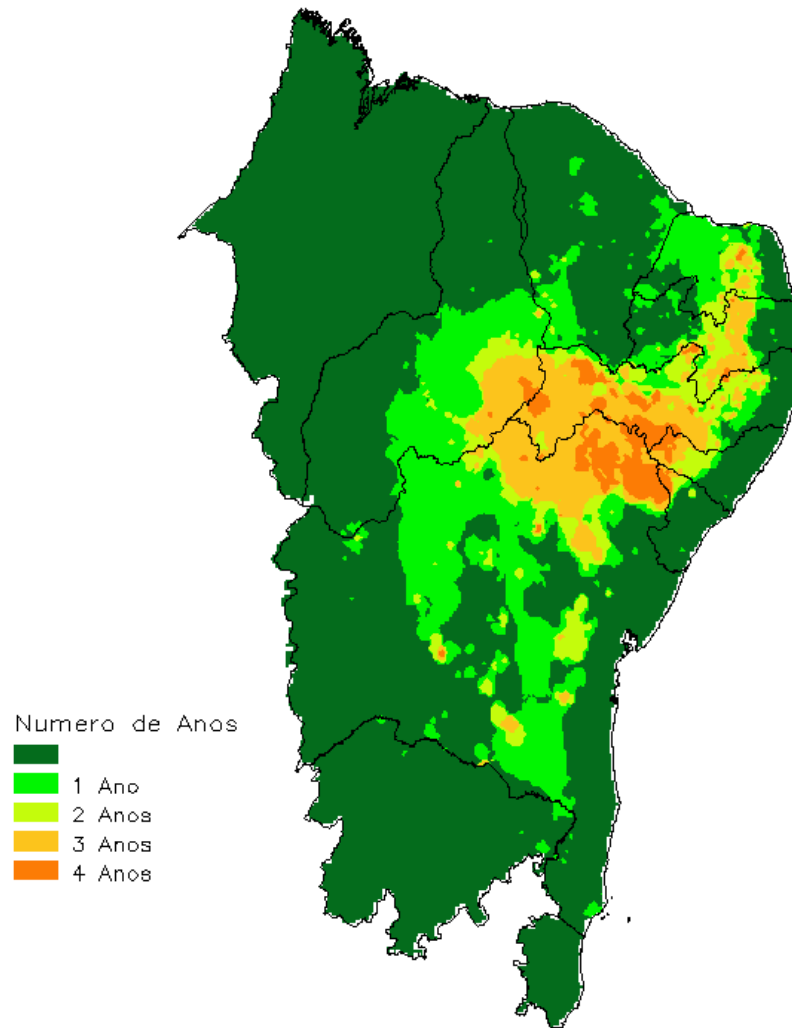


# Vulnerabilidade Social à Seca no Nordeste Brasileiro



# Impactos das Mudanças Climáticas numa Região Vulnerável: o Semi-Árido do Nordeste

S U D E N E - C P T E C - I N P E  
Áreas com déficit superior a 30 dias no trimestre chuvoso  
Período 01/10/1999-30/09/2003



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

Figura 7. Abrangência geográfica das áreas com déficit hídrico severo para as estações chuvosas de 1999 até 2003. Define-se uma área crítica como aquela que apresentou déficit hídrico superior a 30 dias durante o trimestre mais chuvoso, portanto, tendo alta probabilidade de ter havido diminuição significativa ou mesmo colapso da safra agrícola de subsistência.

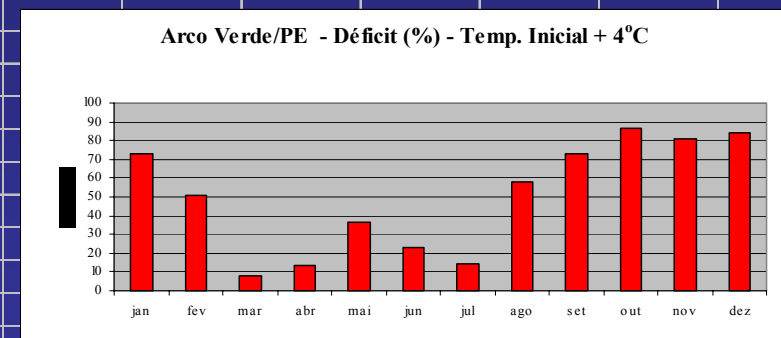
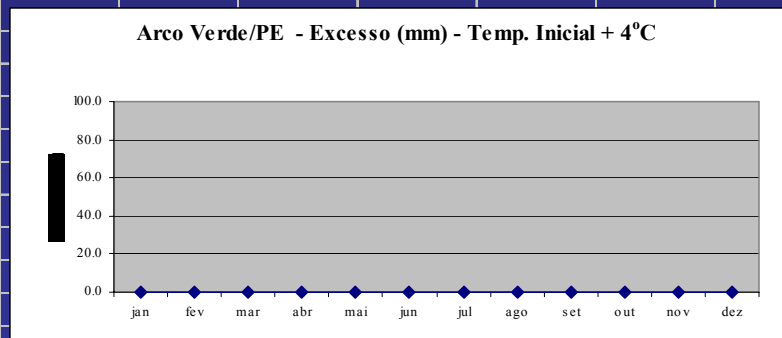
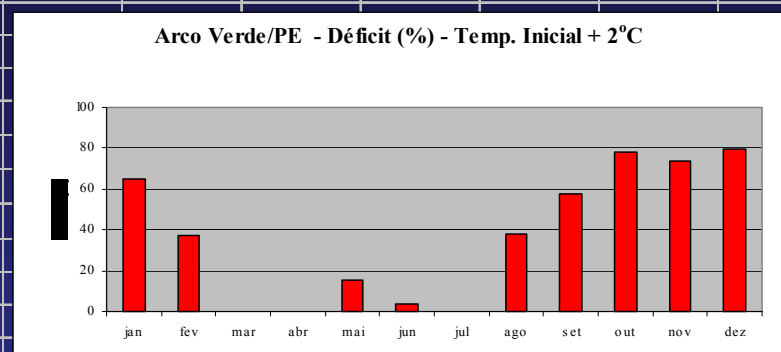
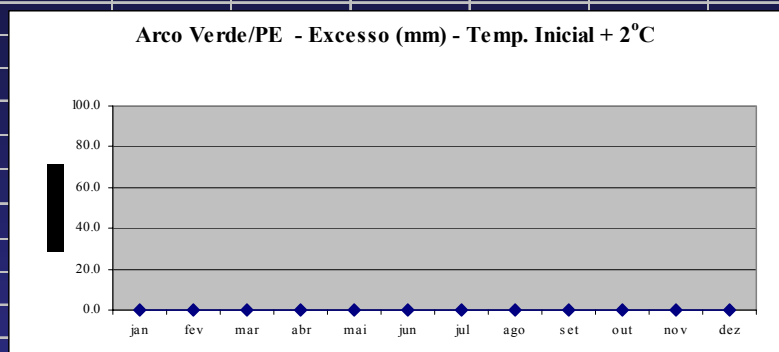
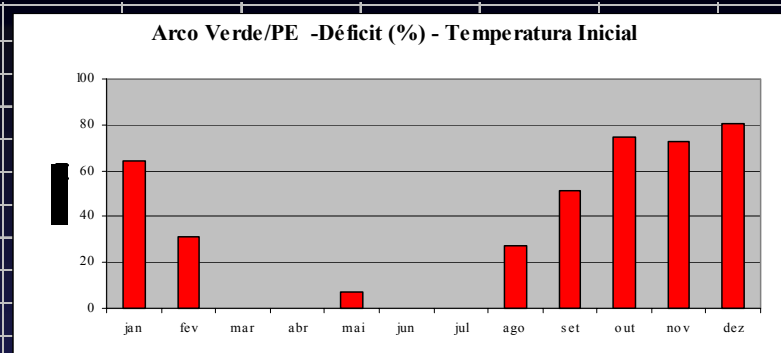
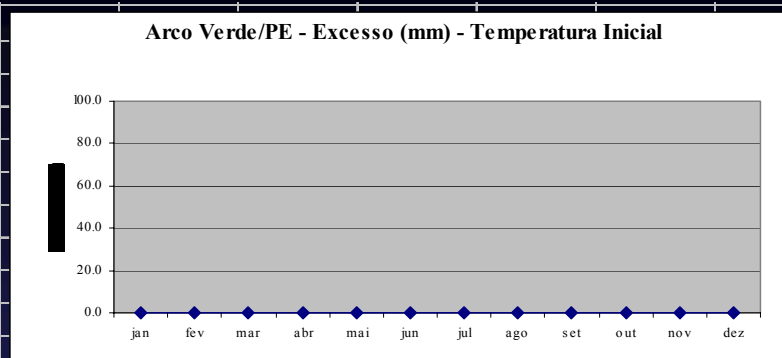


Figura 8. Cálculo do balanço hídrico para Arco Verde, PE, assumindo um aumento de 15% na precipitação distribuídos uniformemente por todos os meses e para três cenários de temperatura: temperatura atual, aquecimento de 2 C e aquecimento de 4 C.

## Conclusões Principais

- O Brasil apresenta sensíveis vulnerabilidades e riscos às mudanças climáticas (e também à variabilidade climática natural), que podem se apresentar como determinantes óbices ao seu desenvolvimento sustentável.
- Esta questão ainda não sensibilizou a comunidade científica brasileira em profundidade e, resultado disso, não é assunto prioritário para políticas públicas de mitigação dos impactos adversos e adaptação.