

# Impactos das Mudanças Climáticas na Agricultura Brasileira

Florianópolis , 26/04/2007

***Embrapa Informática Agropecuária***

***Eduardo Assad***

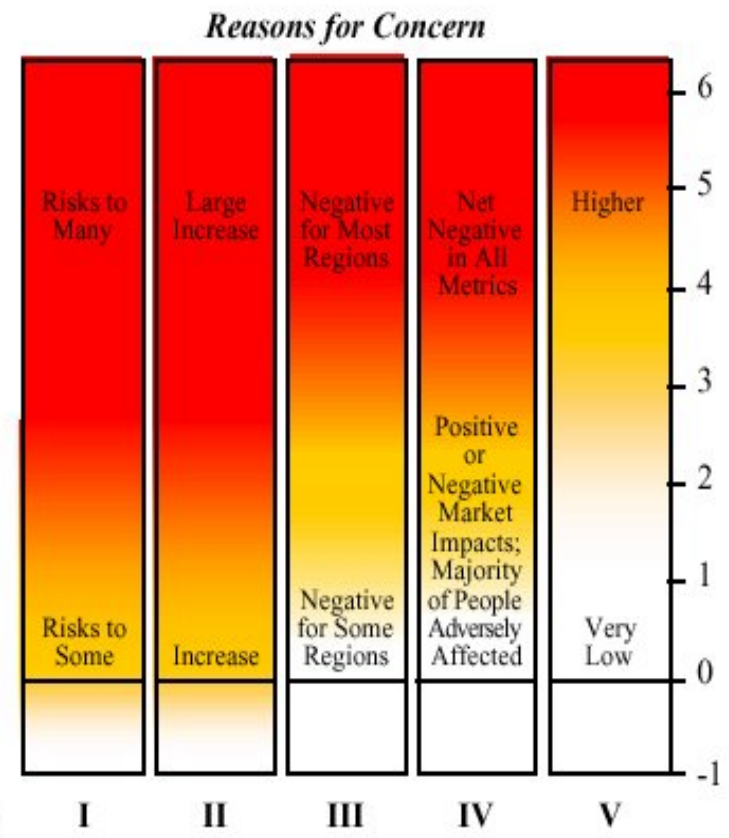
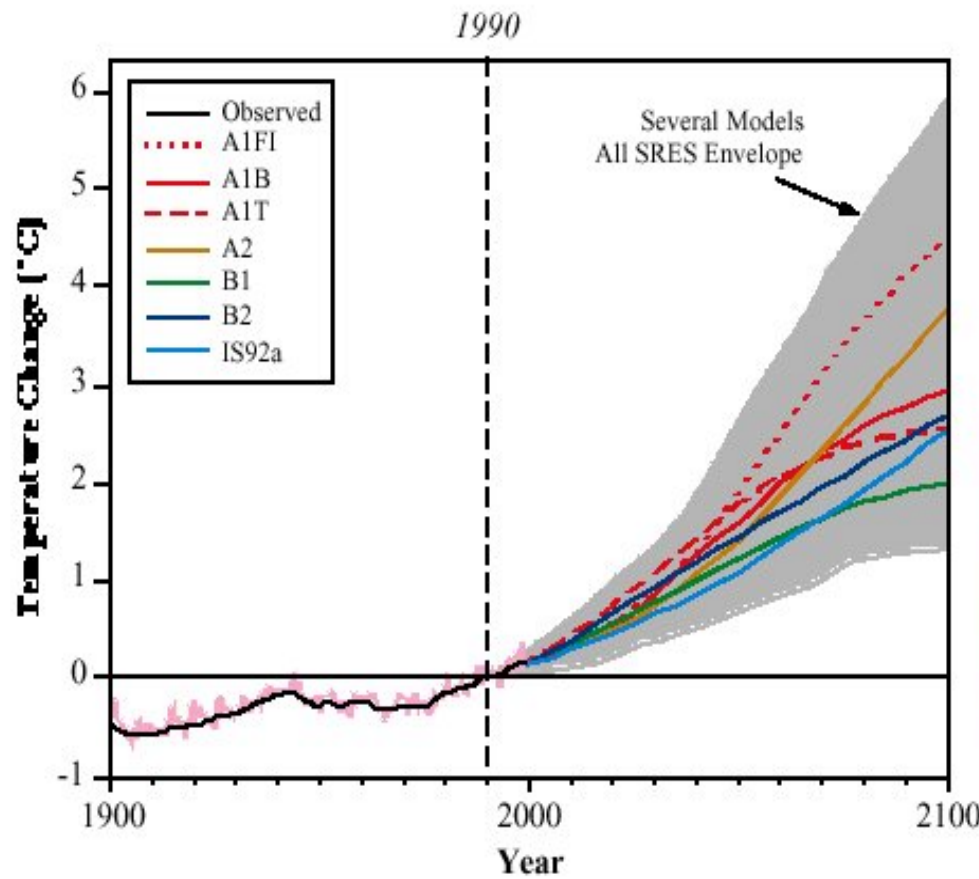
***Fábio Marin***

***Giampaolo Pellegrino***

***CEPAGRI/UNICAMP***

***Hilton Silveira Pinto***

***Jurandir Zullo Jr***

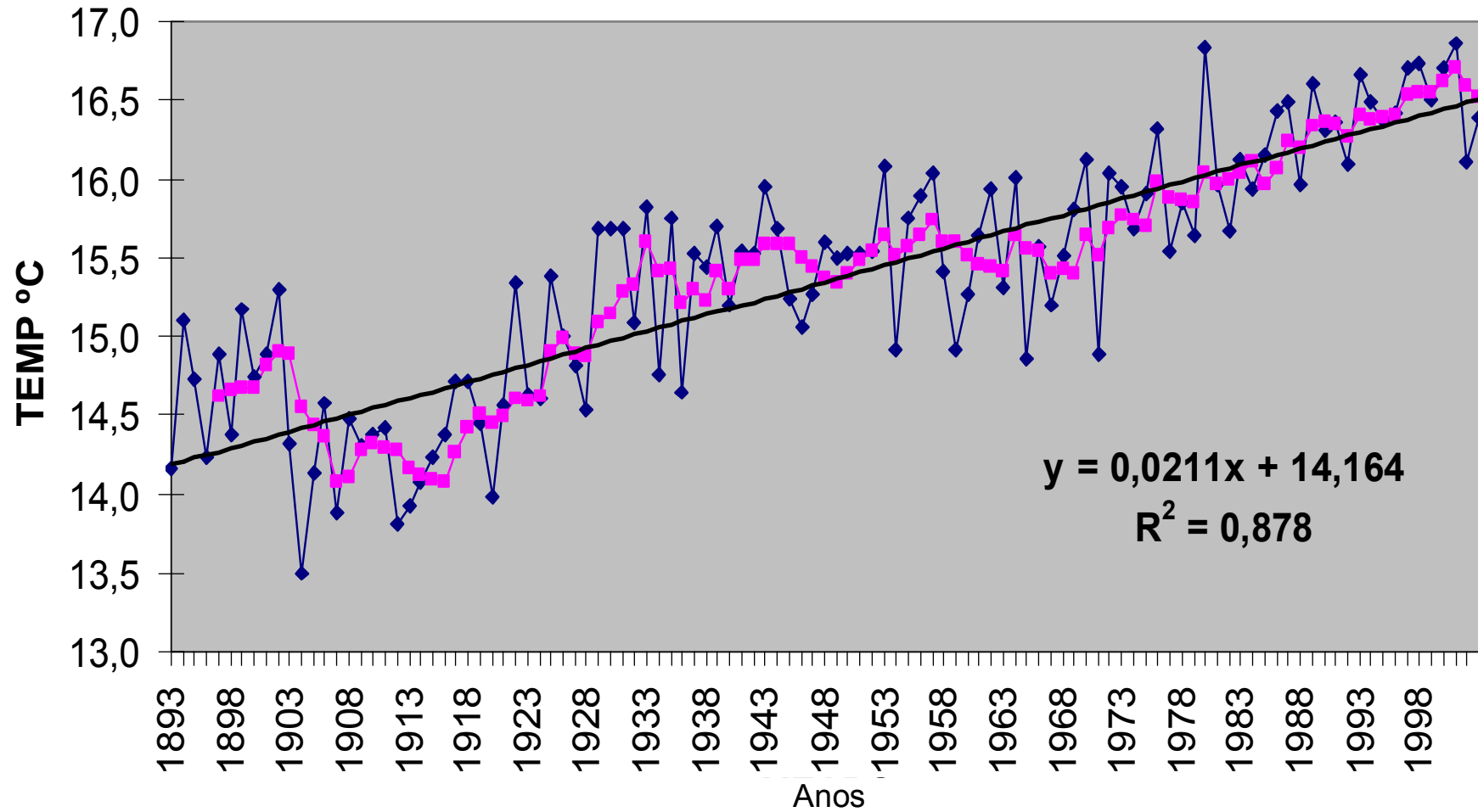


- I Risks to Unique and Threatened Systems
- II Risks from Extreme Climate Events
- III Distribution of Impacts
- IV Aggregate Impacts
- V Risks from Future Large-Scale Discontinuities

**Fonte: Climate Change 2001 - IPCC-WGII-TAR. Impacts, Adaptation and Vulnerability - 2001**

# TEMPERATURA MÍNIMA ANUAL MÉDIA EM CAMPINAS, SP

Média Móvel 5 anos – Fonte: IAC



# Scenarios of Climate Change Projected for the Pampas Region of Argentina, Brazil and Uruguay

Future Scenarios :

- Based on changes occurred during the 20 Century
- Based on Hadley predictions (A2 2)

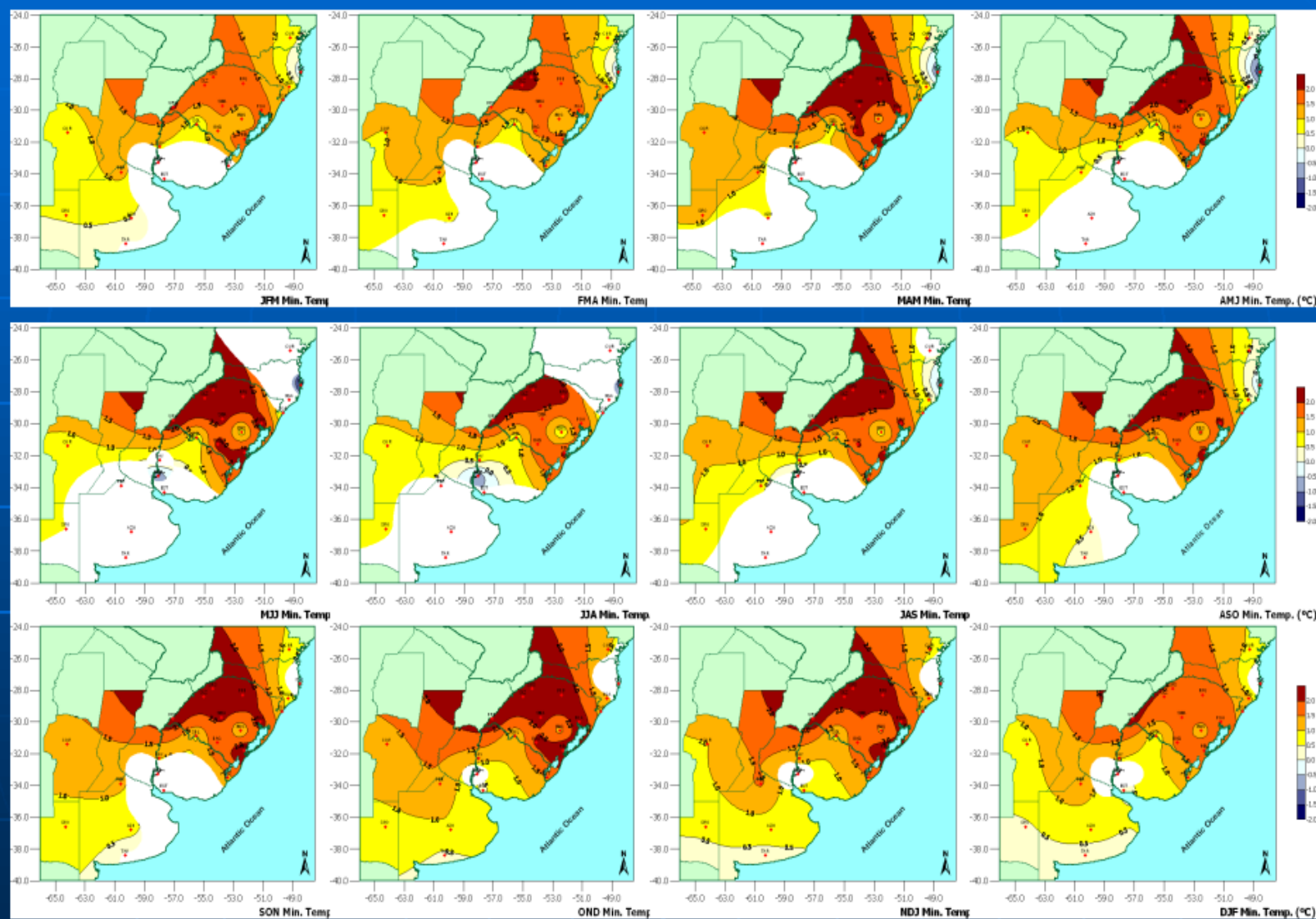
LA27



**Cenários de Mudanças Climáticas Projetadas para a Região do Pampas da Argentina, Brasil e Uruguai.**

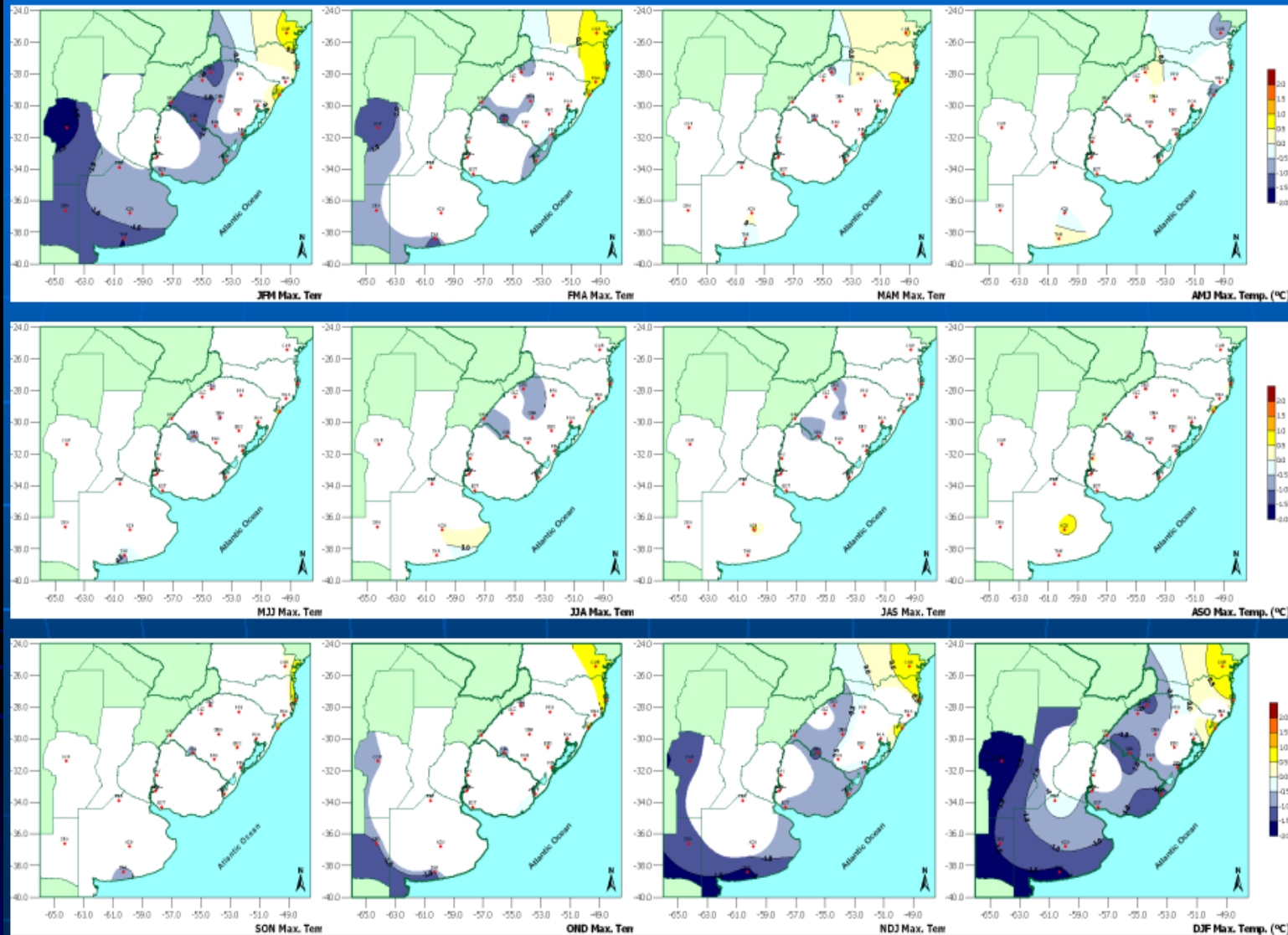
Cenários Futuros Baseados em: Mudanças Ocorridas durante o século 20;  
Predições do Hadley Center (A2 2)

## Significant changes in Minimum Temperature between 1930-60 and 1970-00



Mudanças Significativas na Temperatura Mínima entre 1930-60 e 1970-00

# Significant changes in Maximum Temperature between 1930-60 and 1970-00

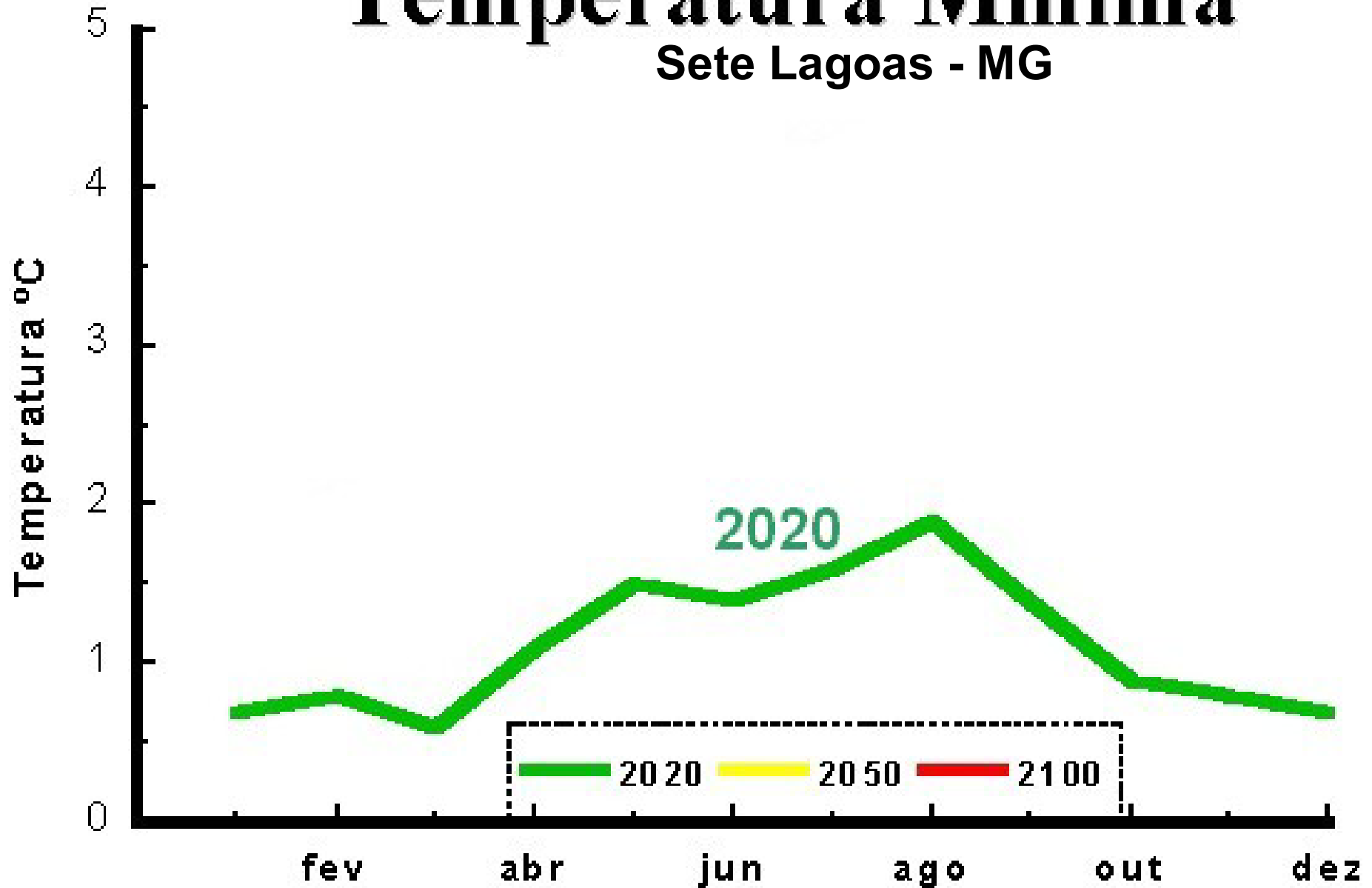


Mudanças Significativas na Temperatura Máxima entre 1930-60 e 1970-00

Fonte: Daniel F. Guimarães – Embrapa – Milho e Sorgo

# Temperatura Mínima

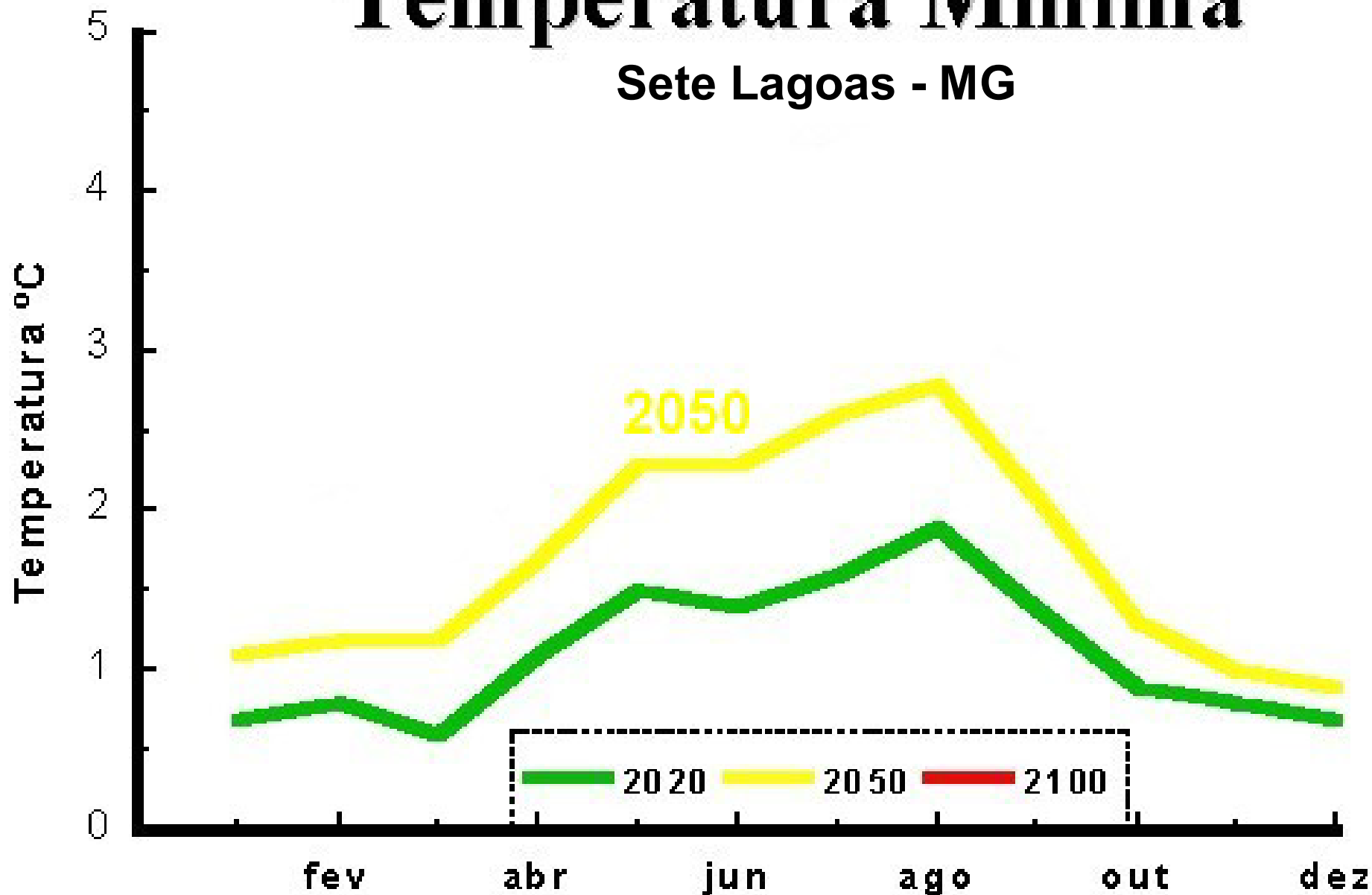
## Sete Lagoas - MG



Fonte: Daniel F. Guimarães – Embrapa – Milho e Sorgo

# Temperatura Mínima

Sete Lagoas - MG

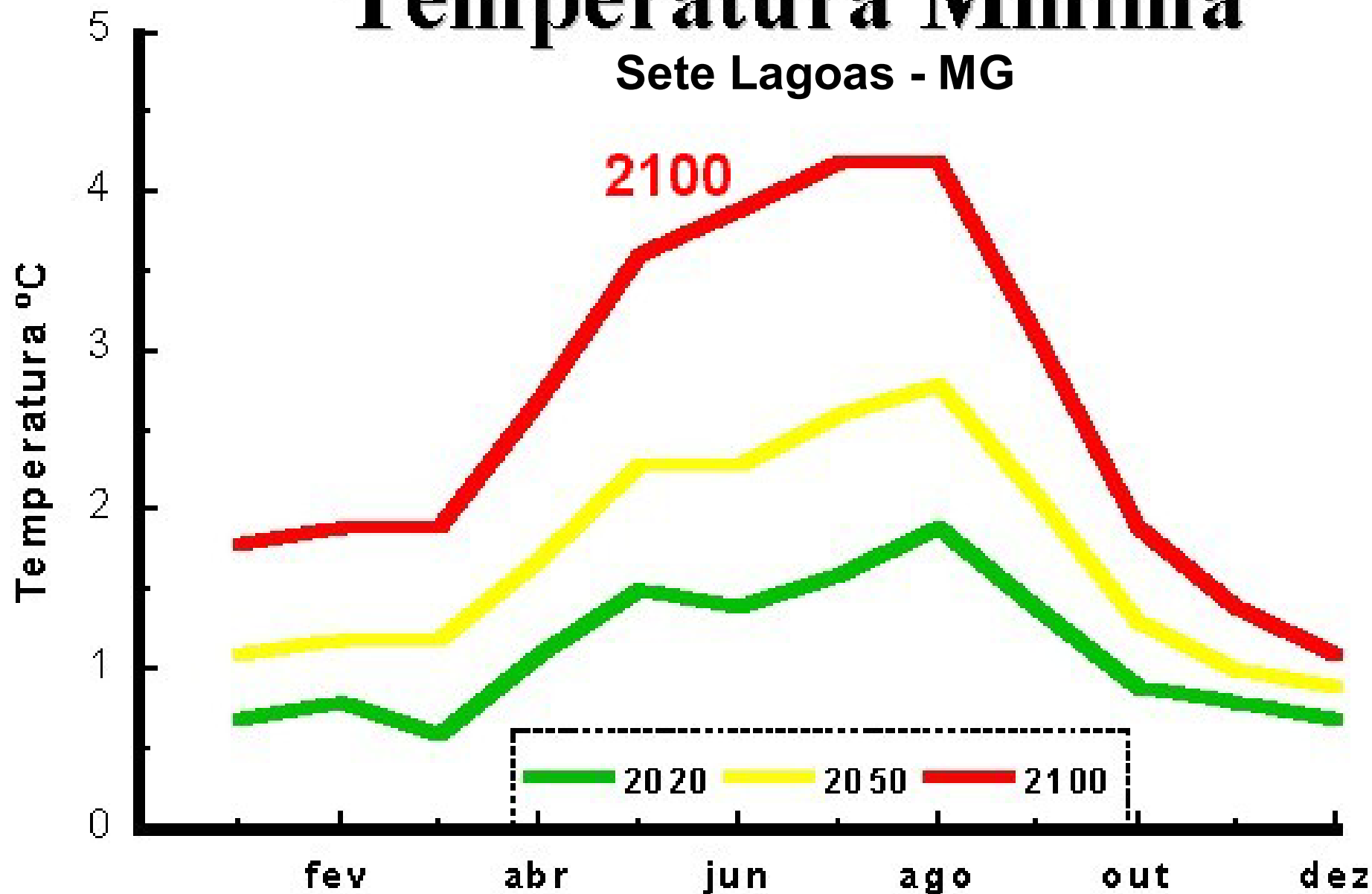


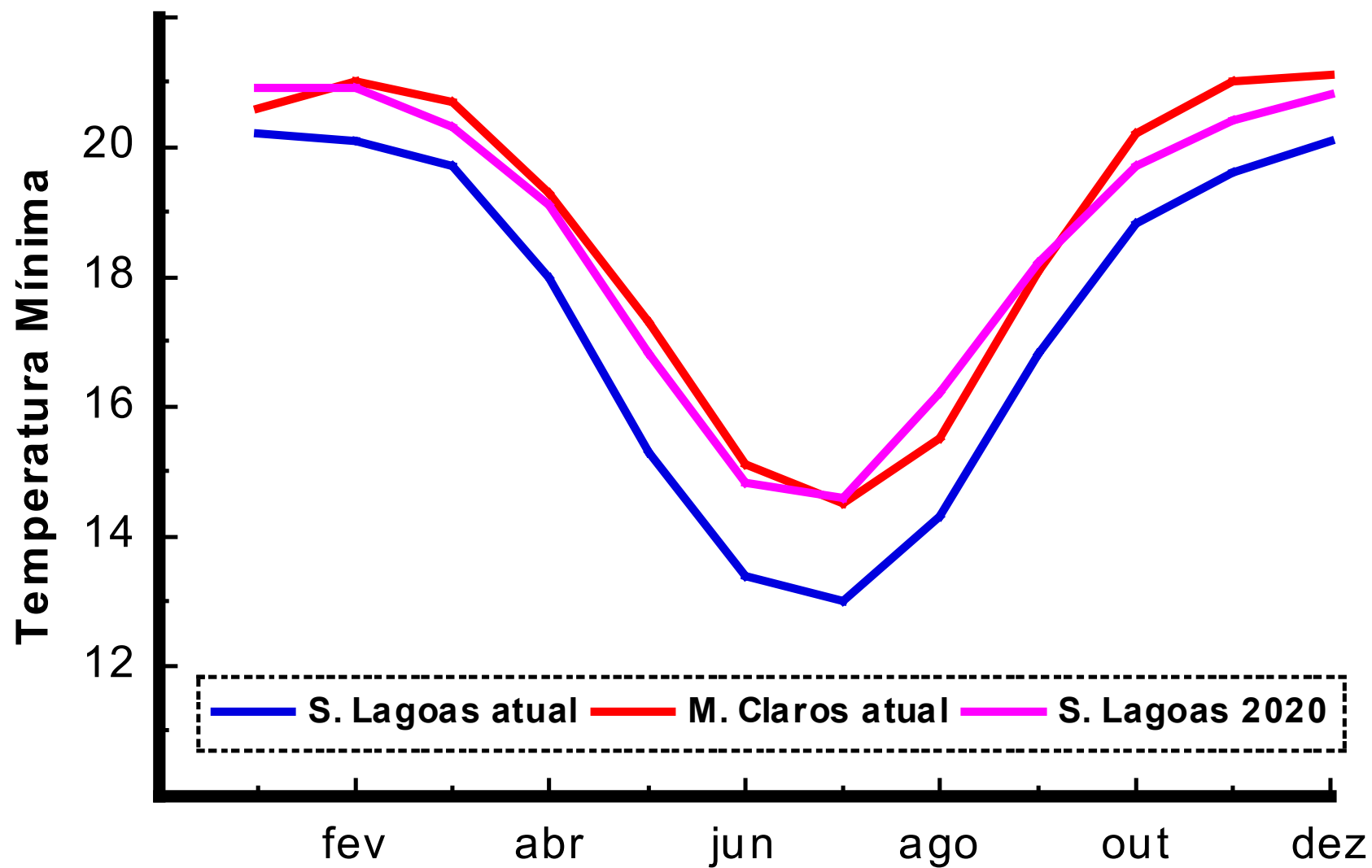


Fonte: Daniel F. Guimarães – Embrapa – Milho e Sorgo

# Temperatura Mínima

## Sete Lagoas - MG

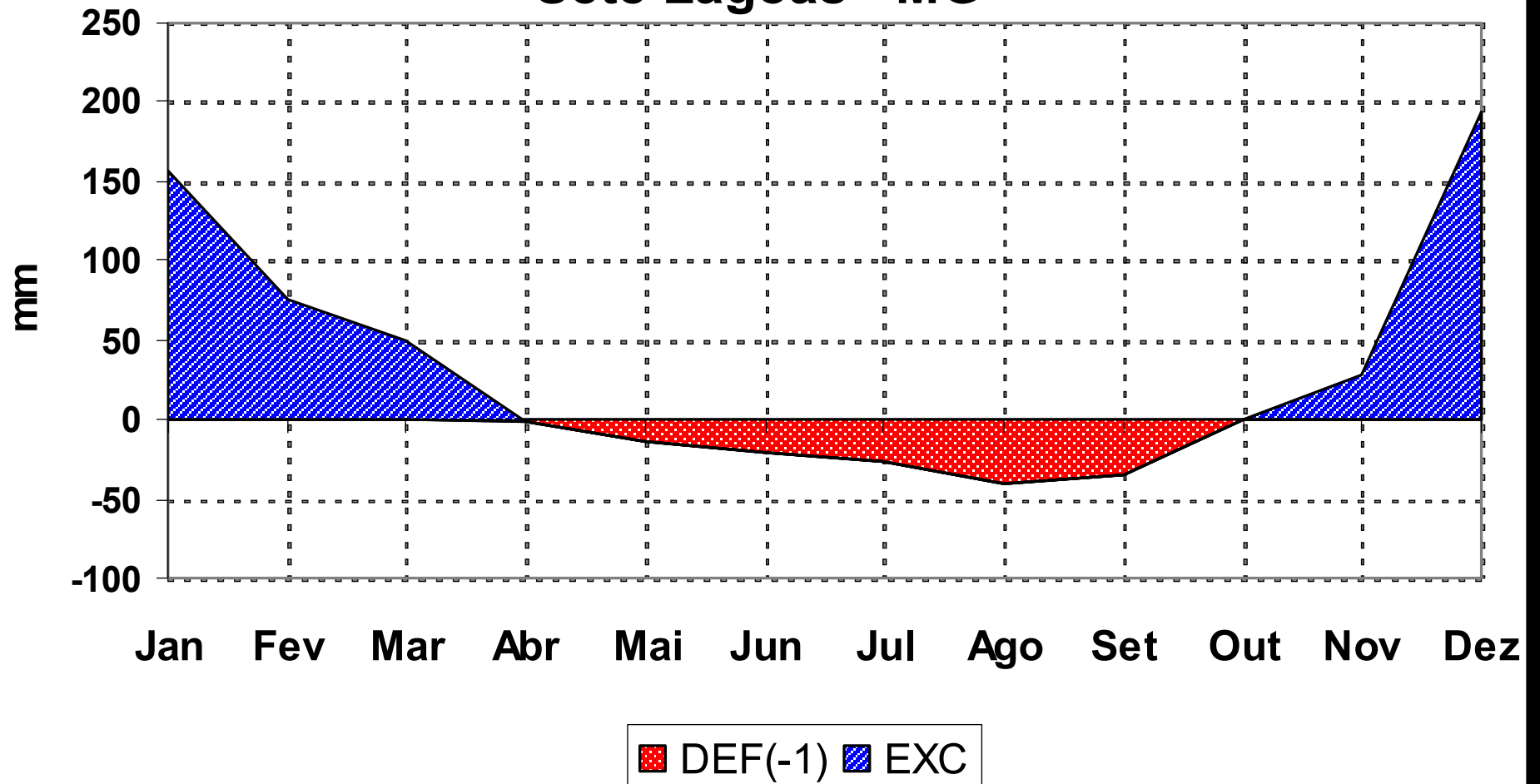




Fonte: Daniel F. Guimarães – Embrapa – Milho e Sorgo

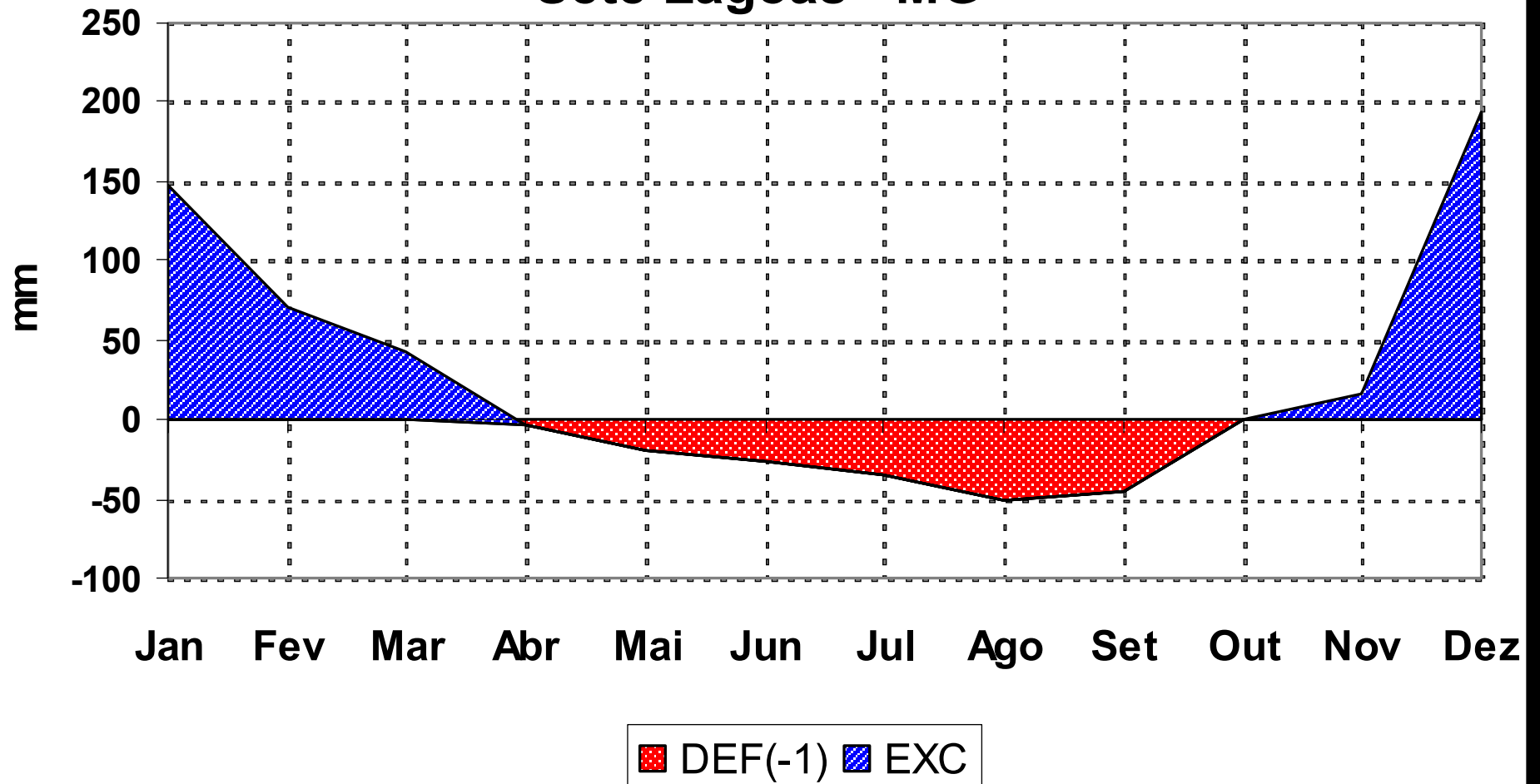
# Balanco Hídrico - Atual

## Extrato do Balanço Hídrico Mensal Sete Lagoas - MG



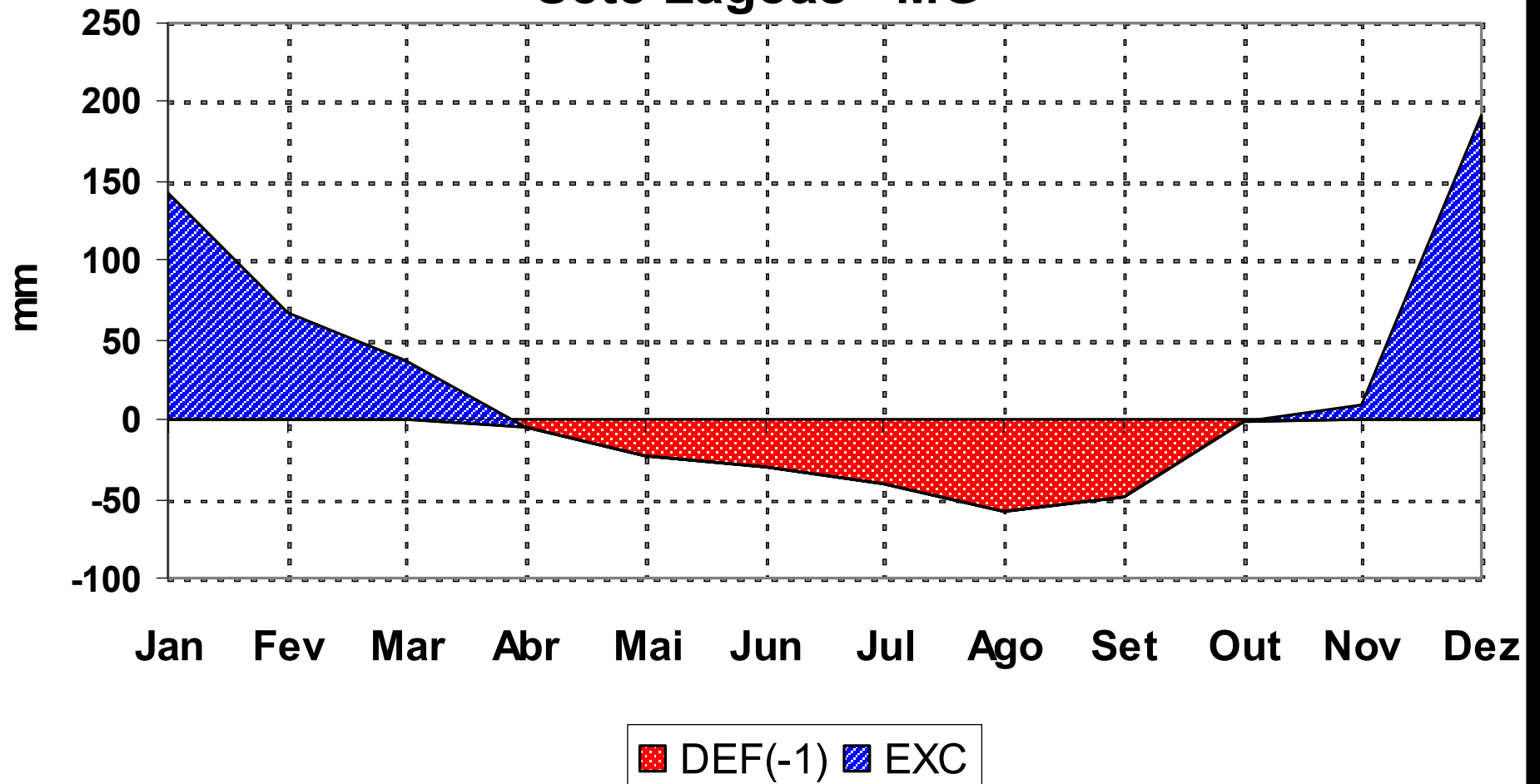
# Balanco Hídrico - 2020

## Extrato do Balanço Hídrico Mensal Sete Lagoas - MG



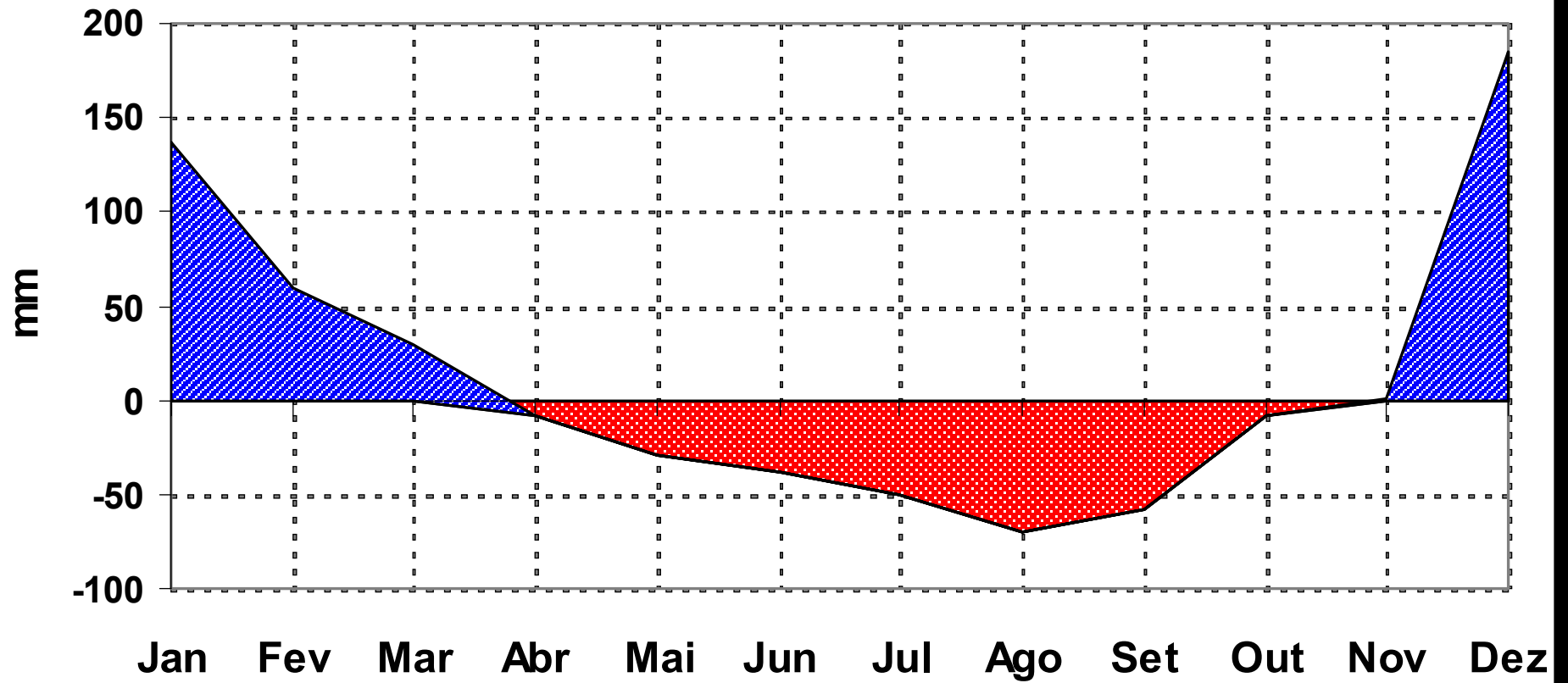
# Balanco Hídrico - 2050

## Extrato do Balanço Hídrico Mensal Sete Lagoas - MG



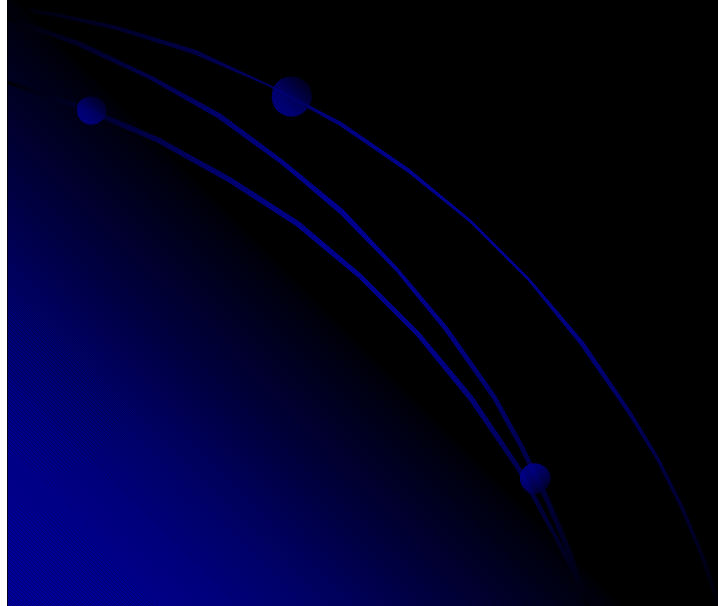
# Balanco Hídrico - 2100

## Extrato do Balanco Hídrico Mensal



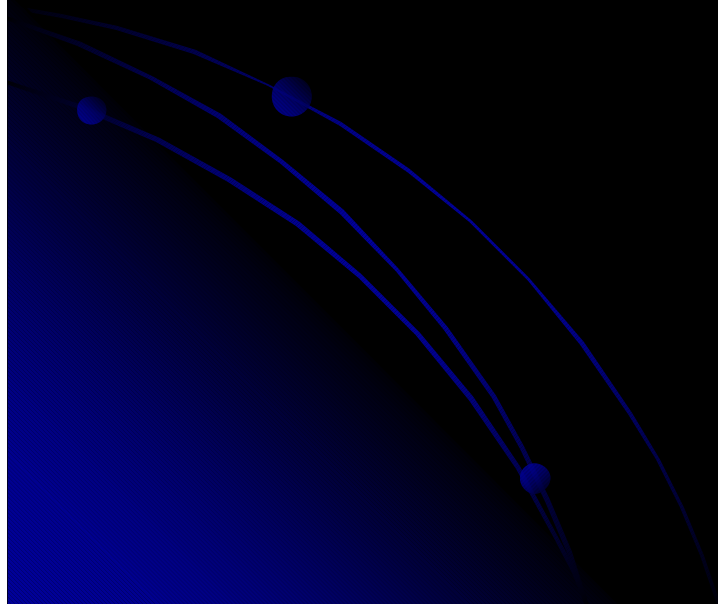
DEF(-1) EXC

# Impactos na Agricultura Brasileira

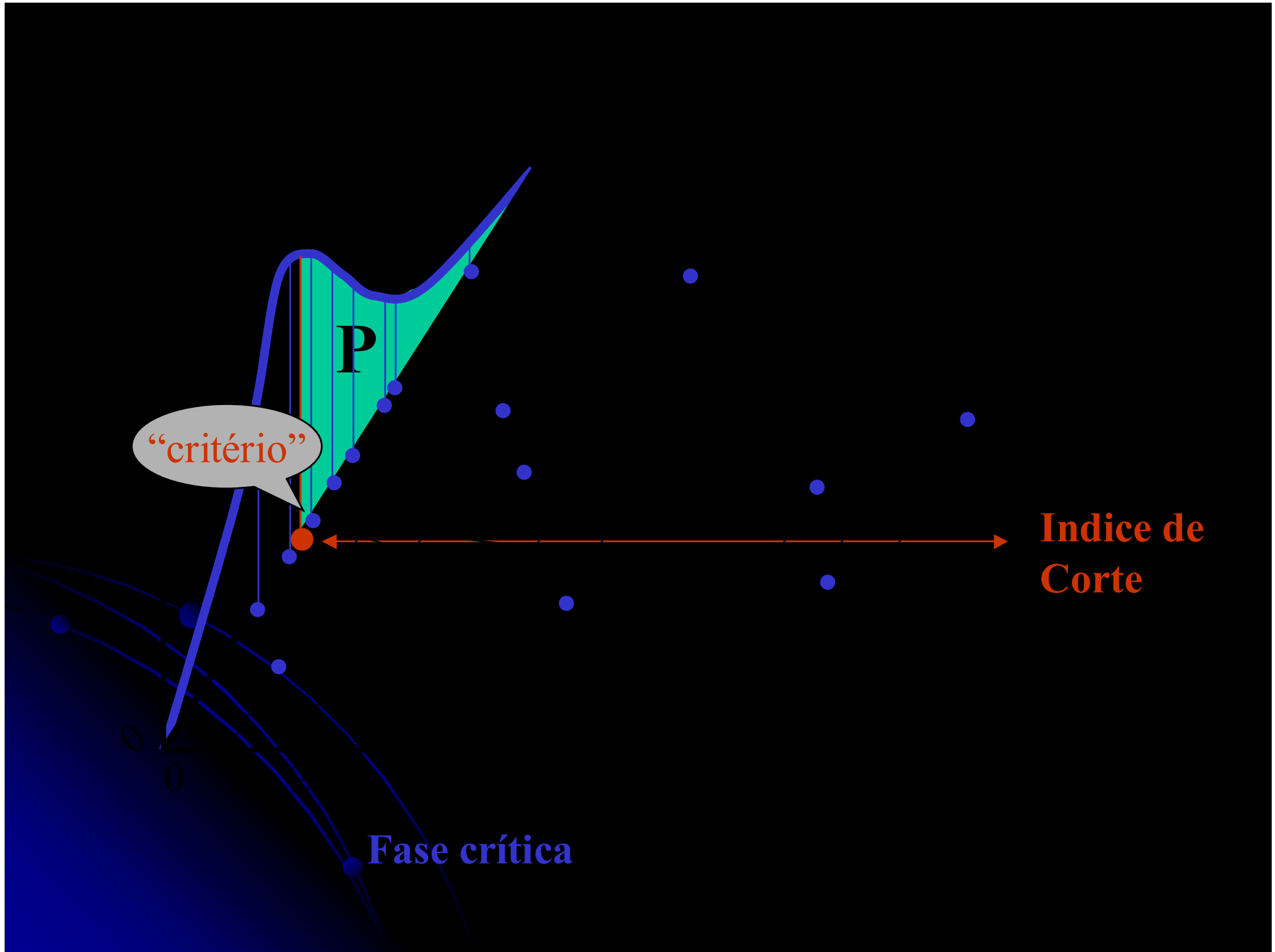


# Zoneamento Agrícola

Como funciona

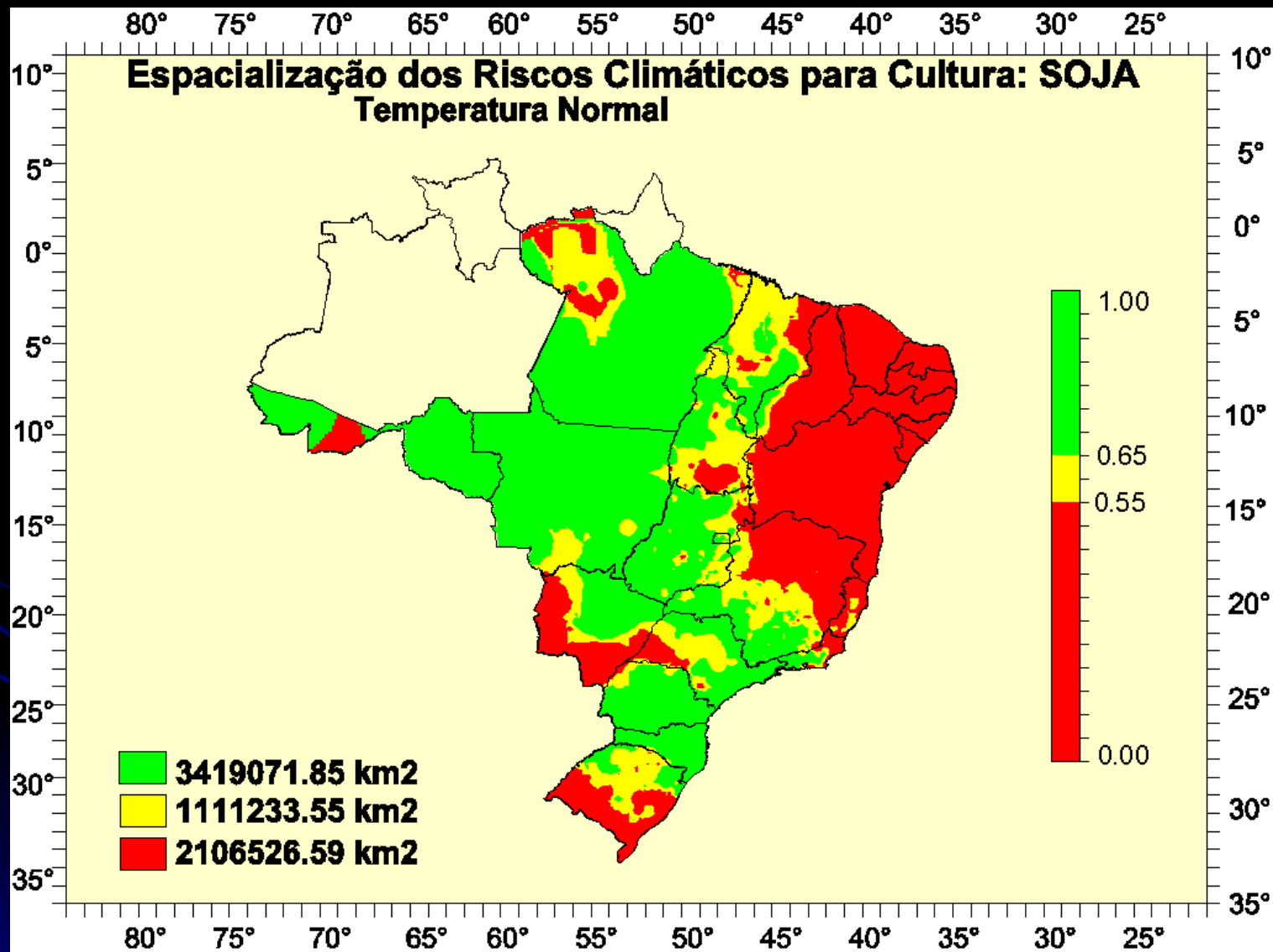


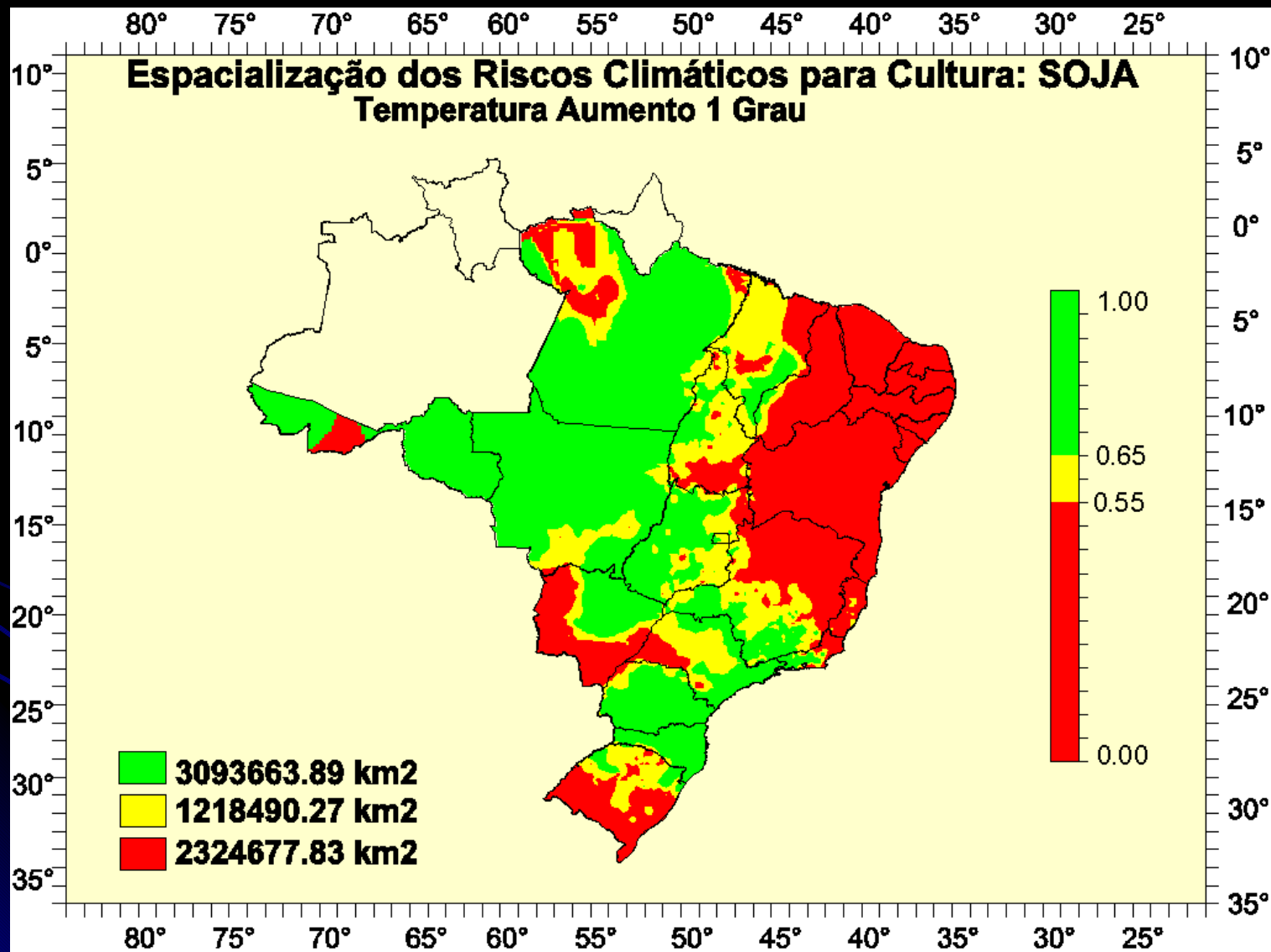


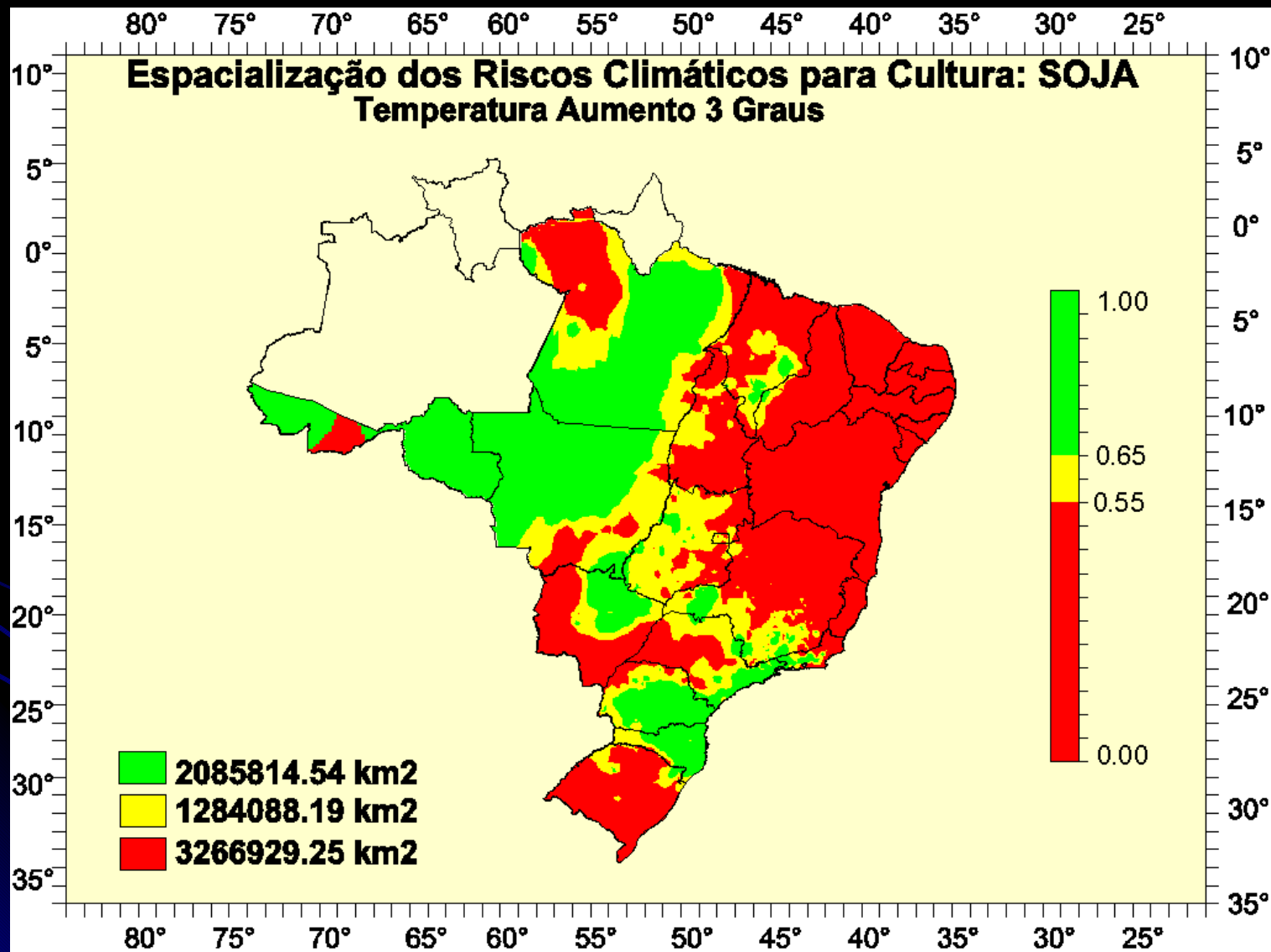


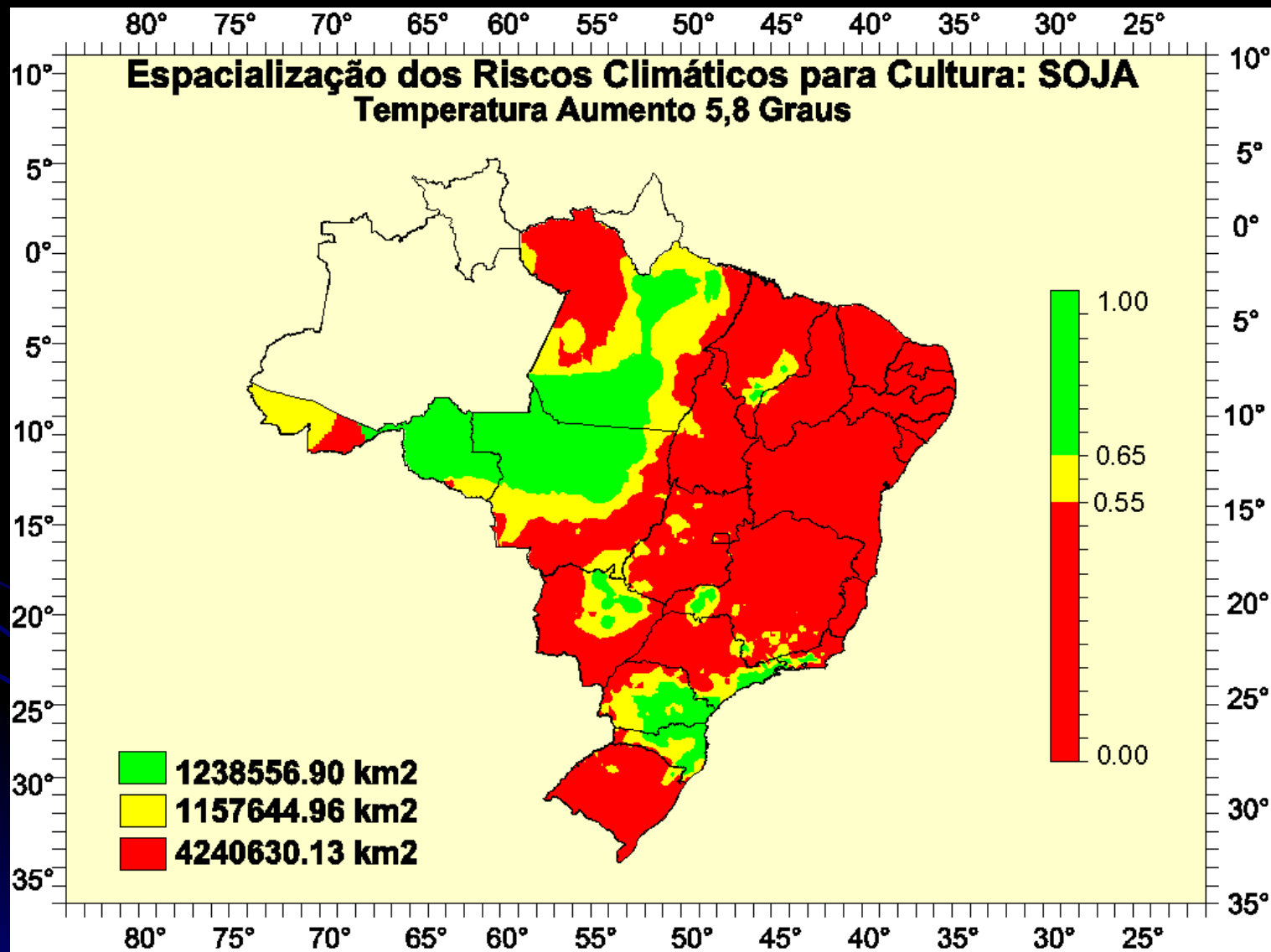
# Soja







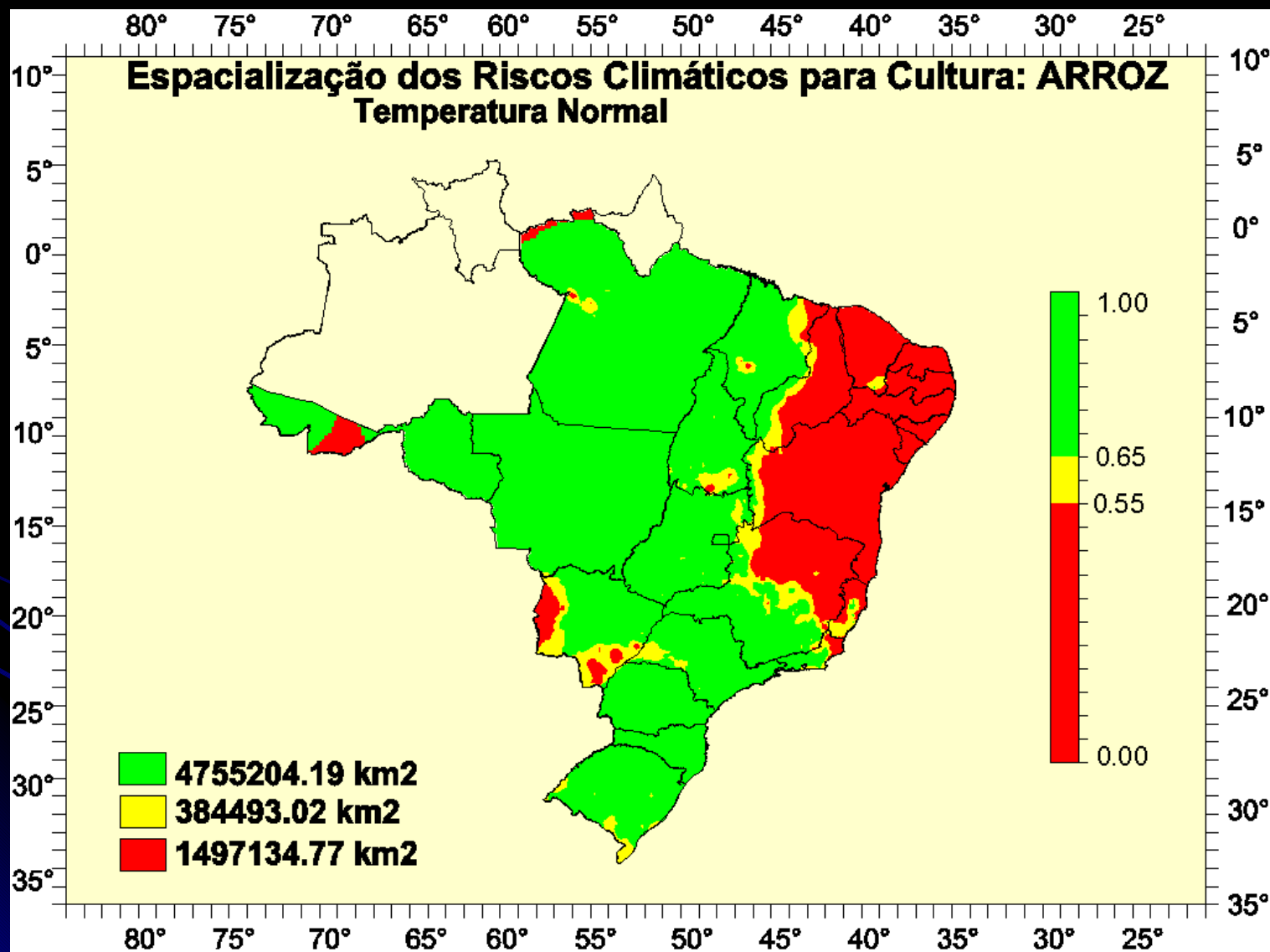




A wide-angle photograph of a lush green rice paddy field. The rice plants are in various stages of growth, with some showing their characteristic upright stalks. The field extends to a flat horizon under a bright, clear sky. The overall scene is vibrant and agricultural.

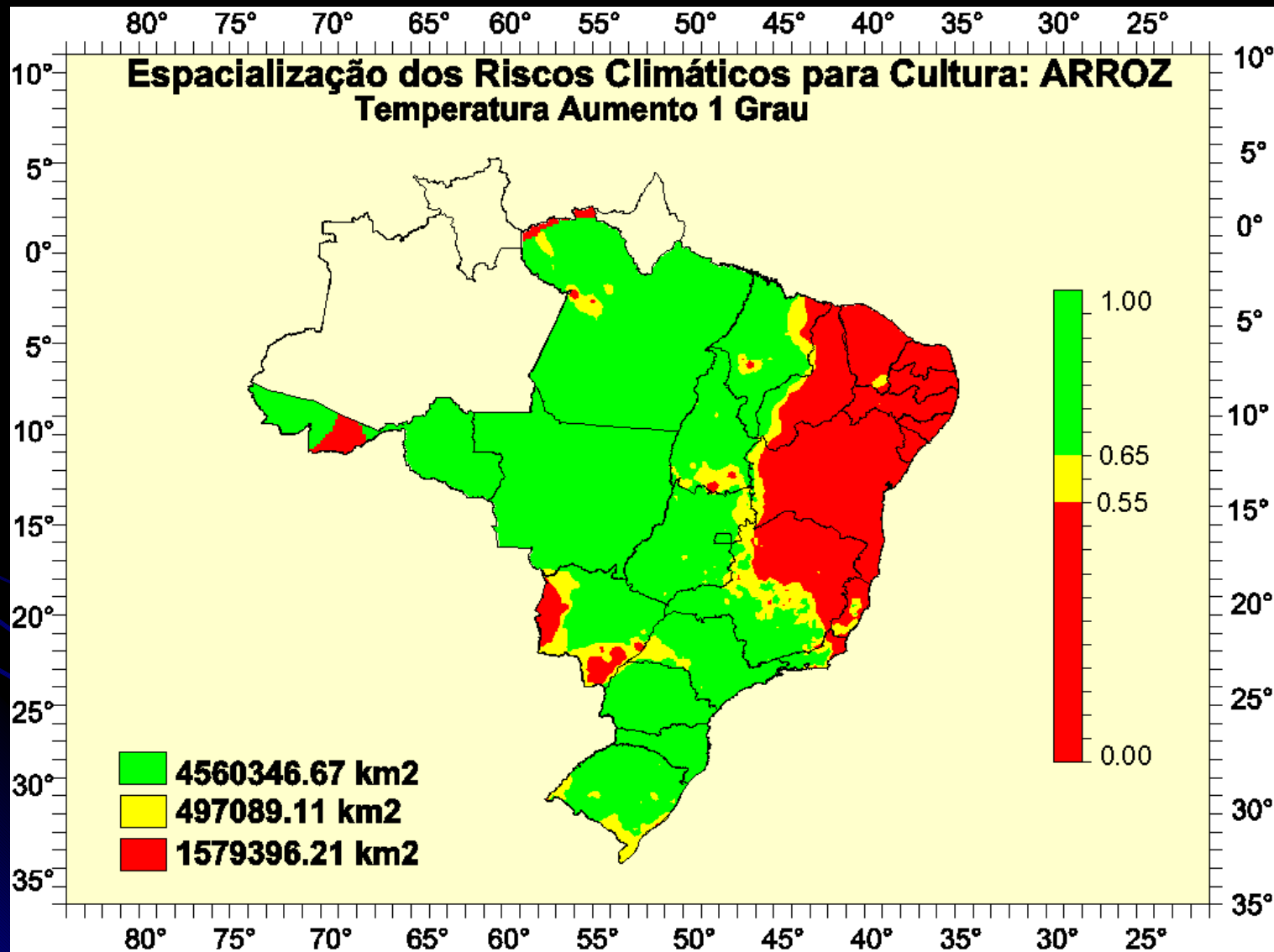
**ARROZ**

# Solo 50mm – 1 a 10 de Novembro

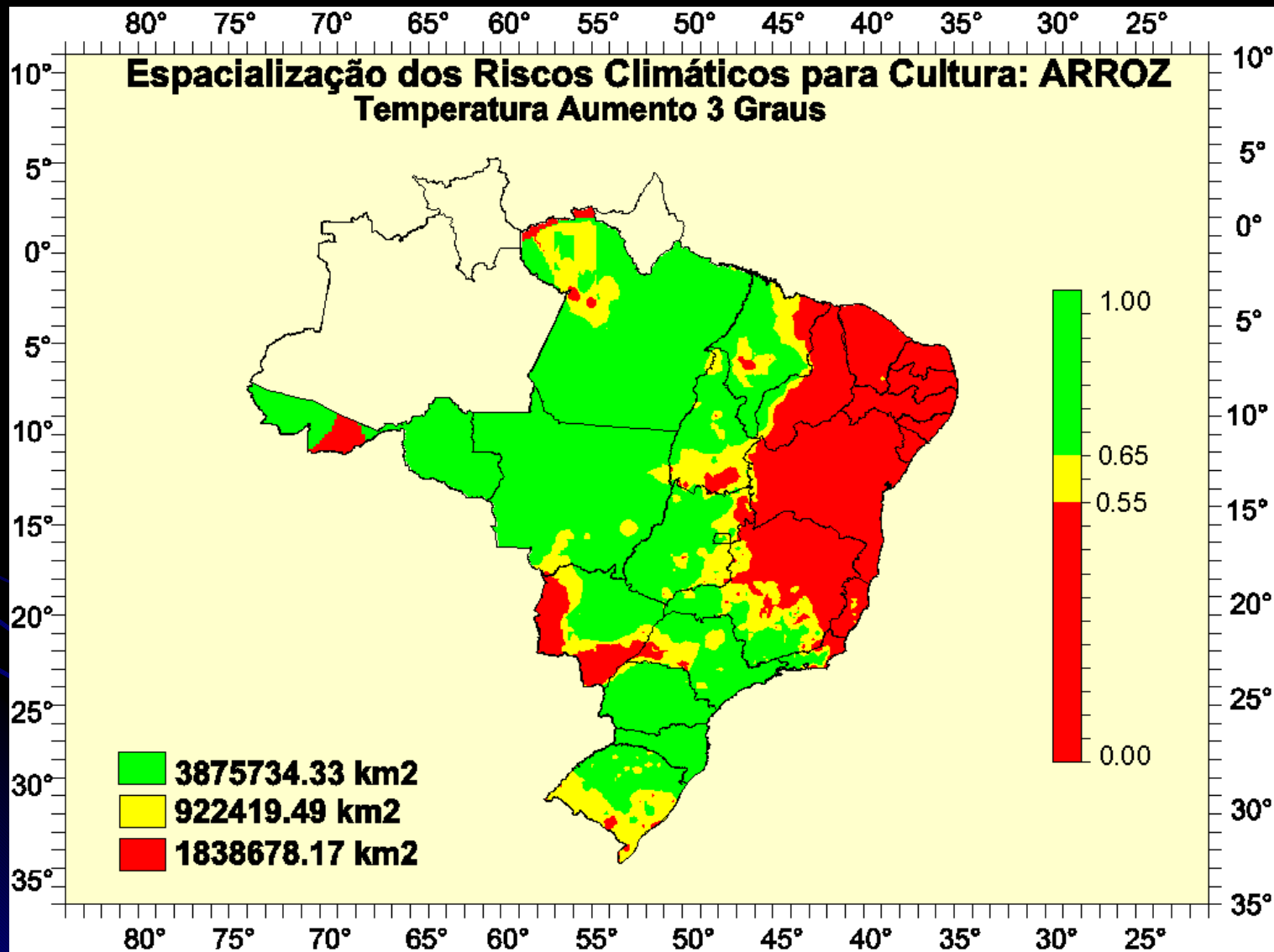




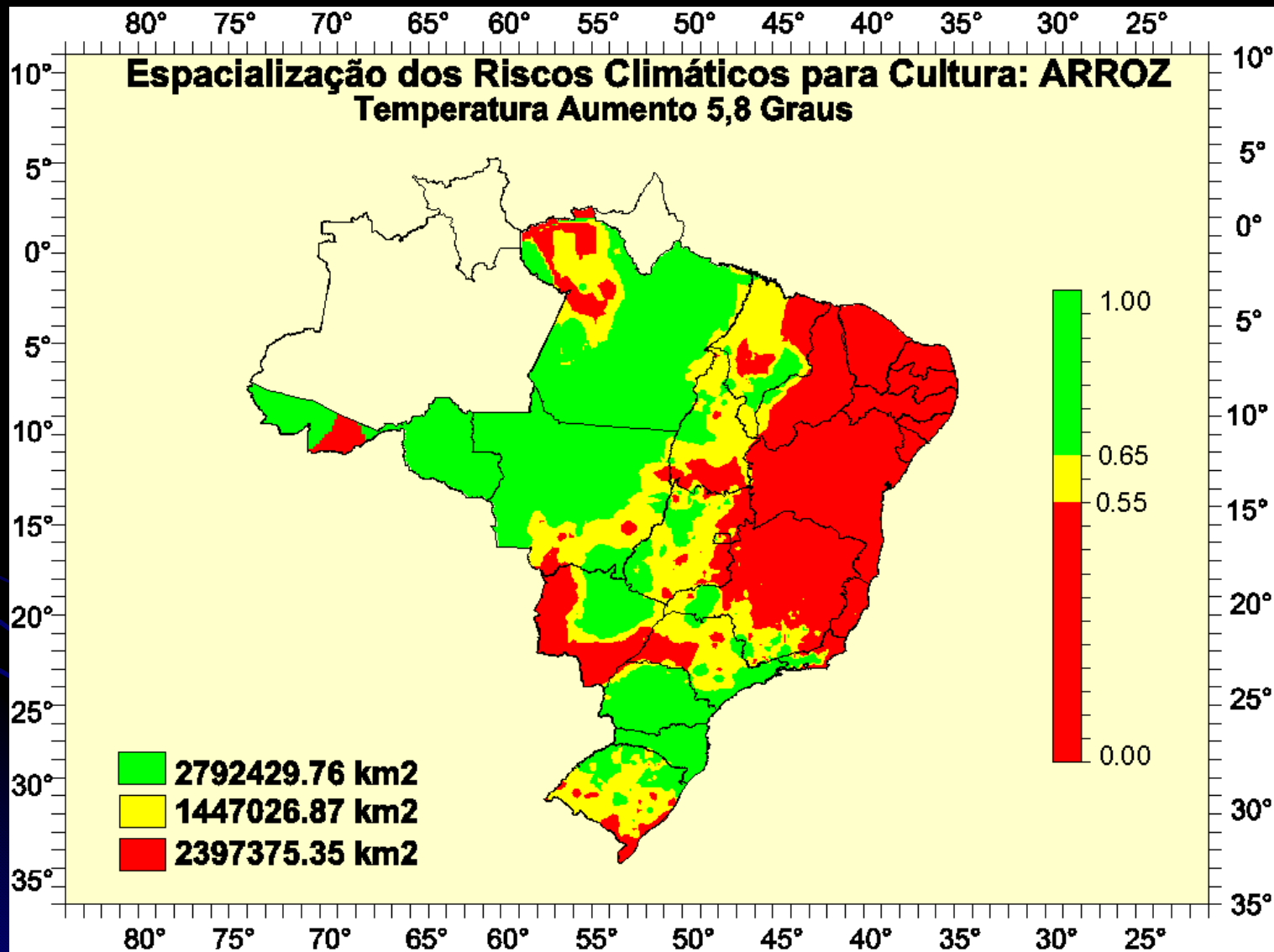
# Solo 50mm – 1 a 10 de Novembro



# Solo 50mm – 1 a 10 de Novembro



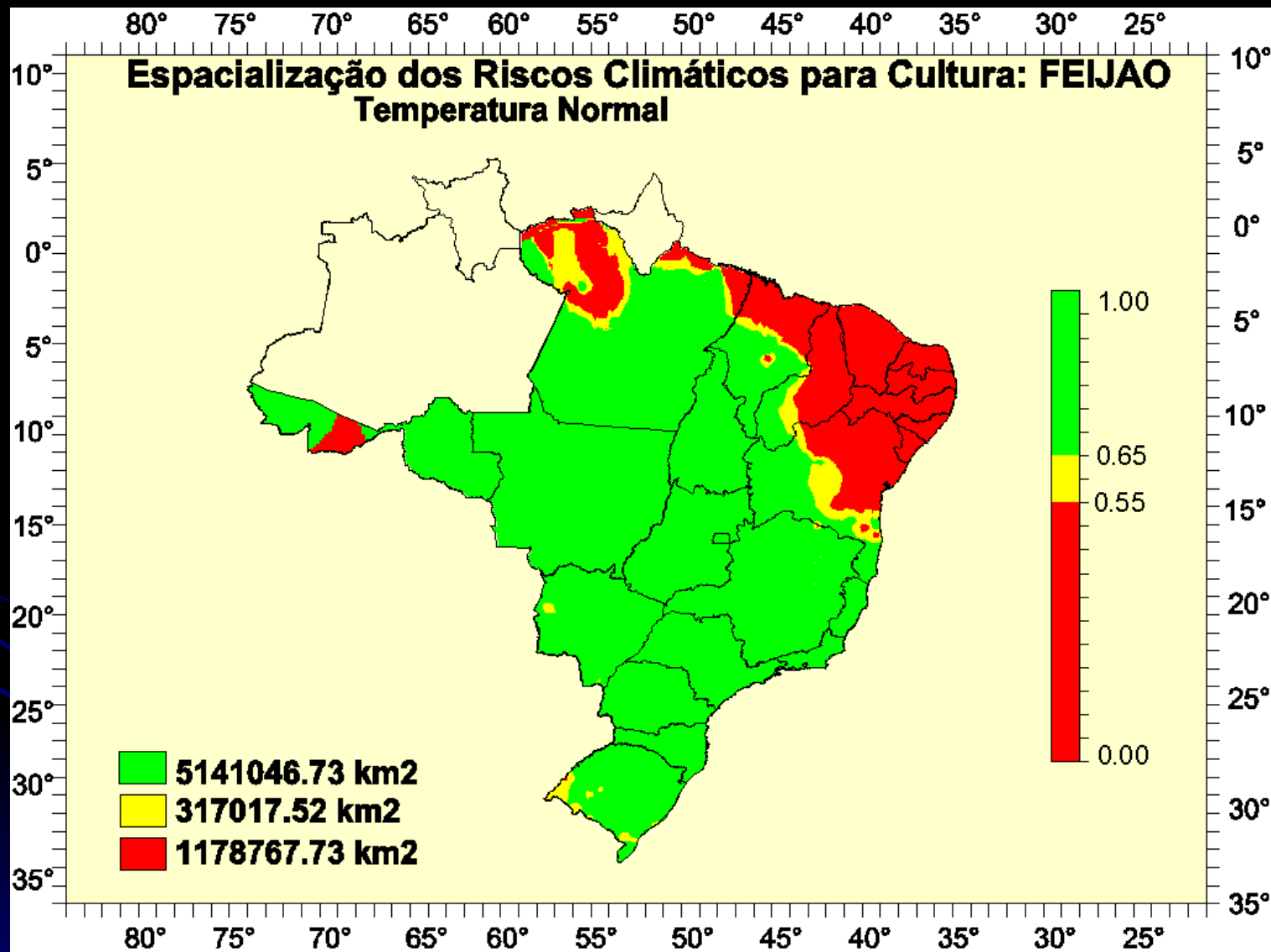
# Solo 50mm – 1 a 10 de Novembro



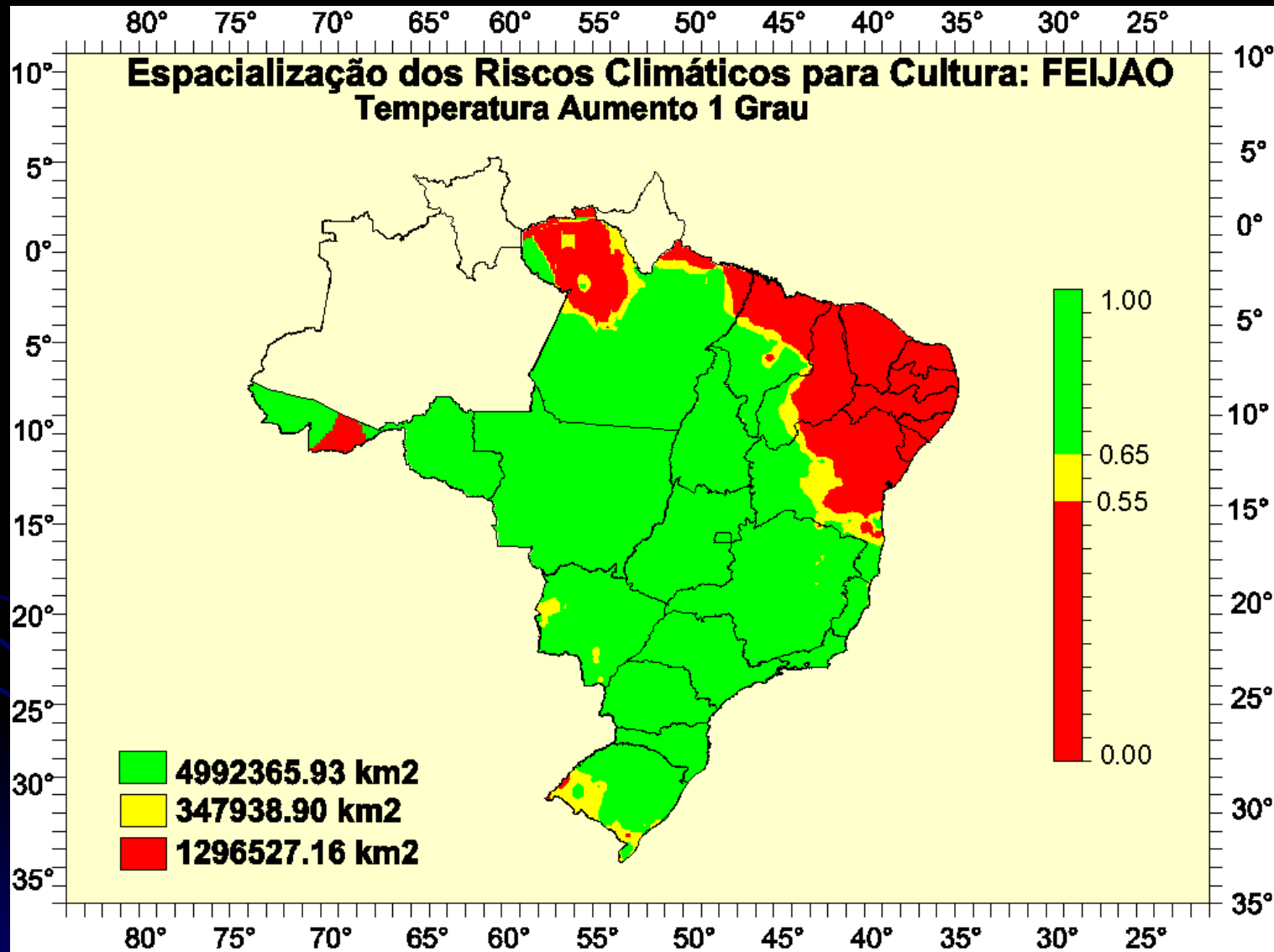
A photograph of a large field of green bean plants (Feijão) growing in rows. The plants are lush and green, with some showing signs of flowering. The ground is covered with a dark, reddish-brown mulch. The word "Feijão" is overlaid in the center in a large, bold, black font with a white outline.

# Feijão

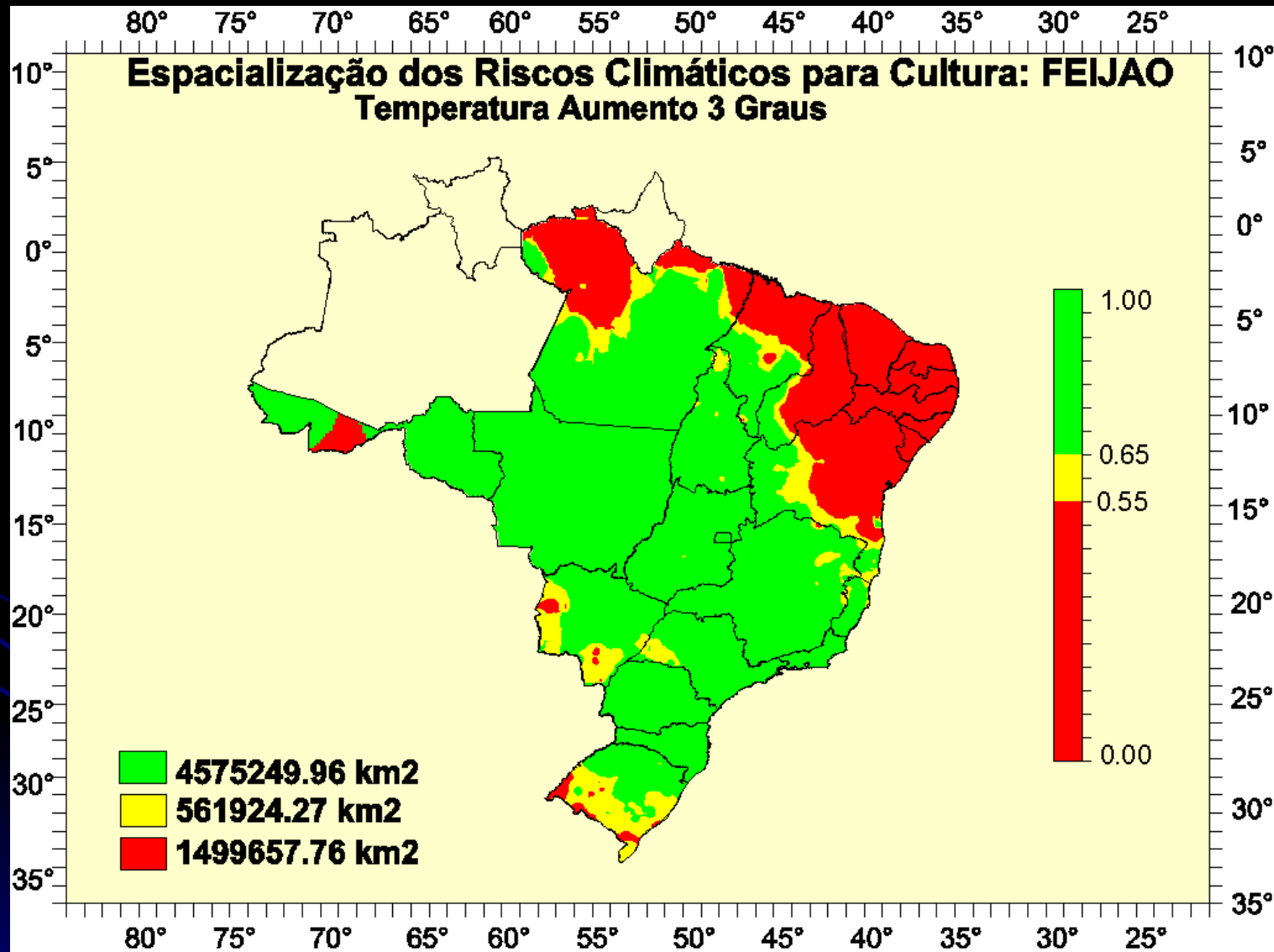
# Solo 50mm – 1 a 10 de Novembro



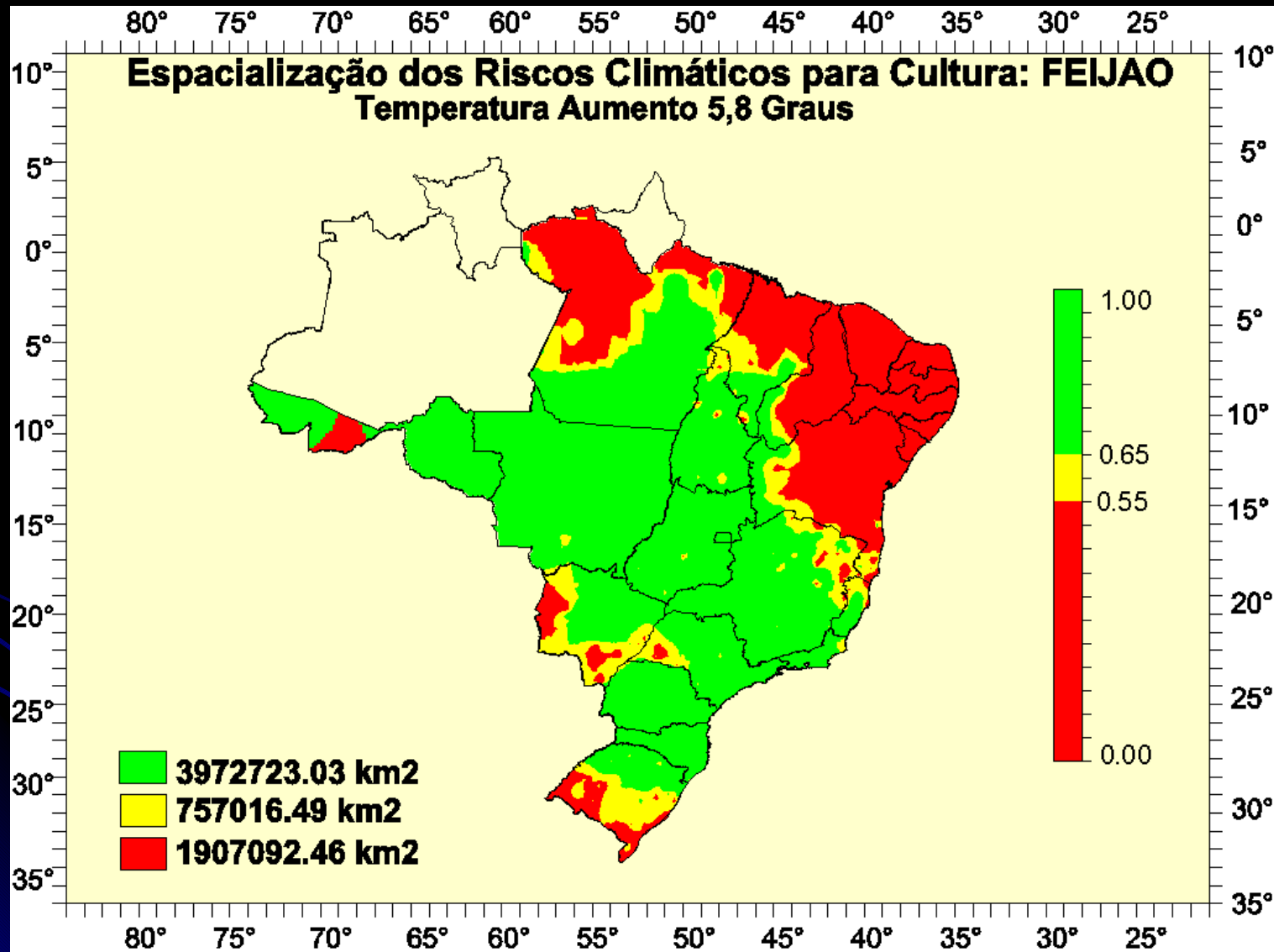
# Solo 50mm – 1 a 10 de Novembro



# Solo 50mm – 1 a 10 de Novembro



# Solo 50mm – 1 a 10 de Novembro

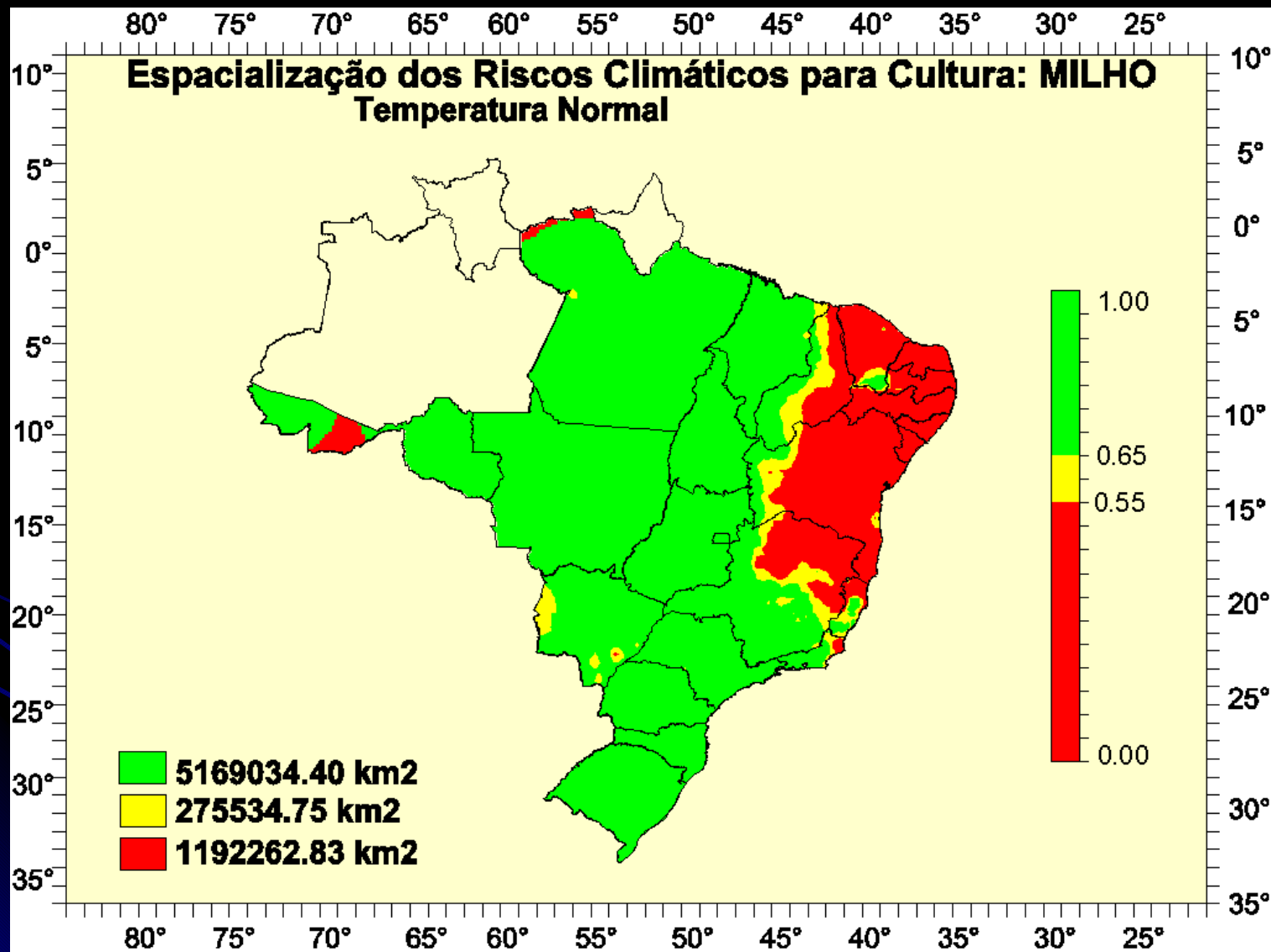




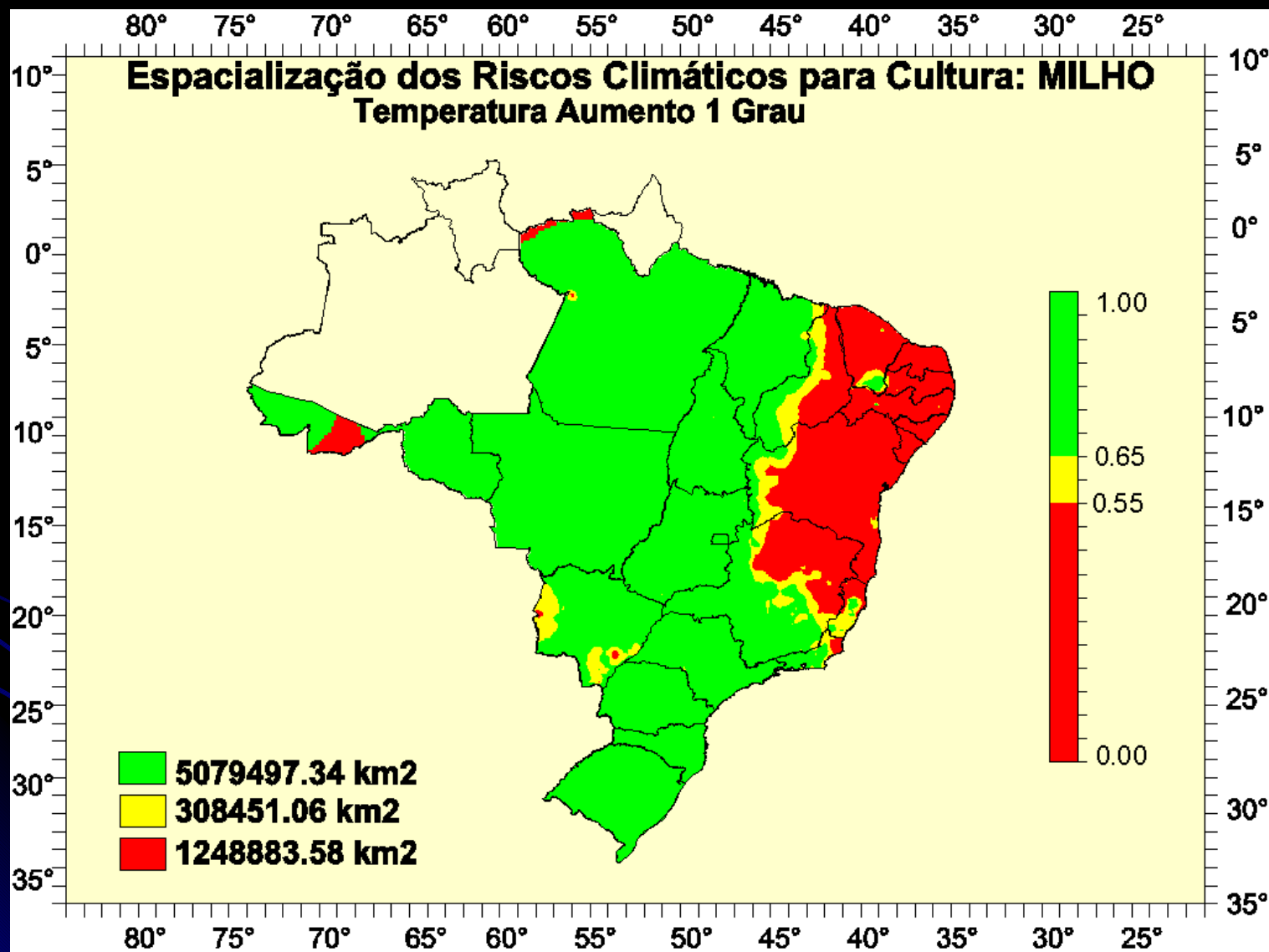
A wide-angle photograph of a cornfield (milho) on a rolling hillside. The corn plants are in the early stages of growth, appearing as a dense carpet of green. The soil between the rows is a rich, reddish-brown color. In the background, the hillside continues to rise, dotted with a few scattered trees and a utility pole. The sky is a clear, bright blue.

# Milho

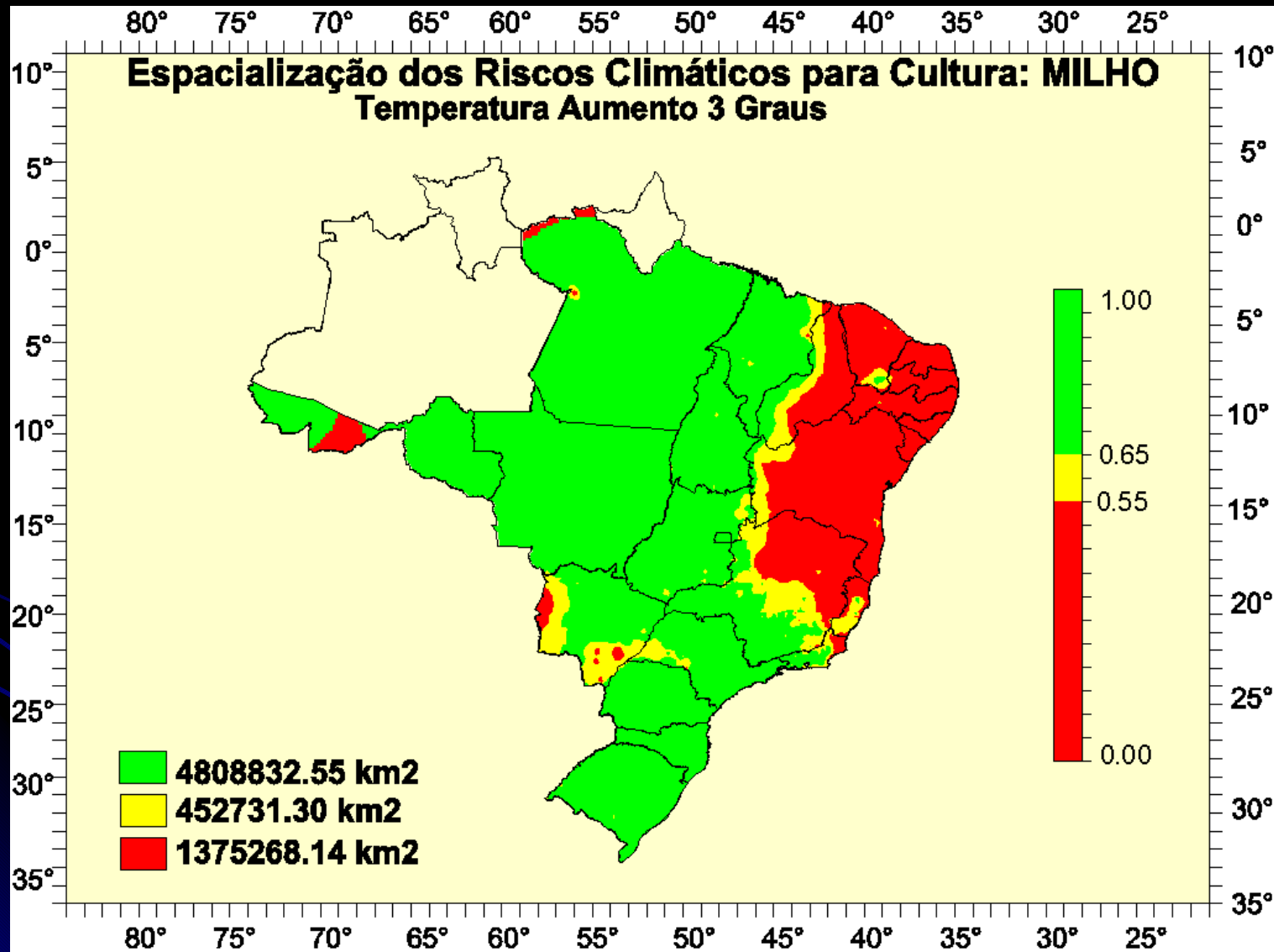
# Solo 50mm – 1 a 10 de Novembro



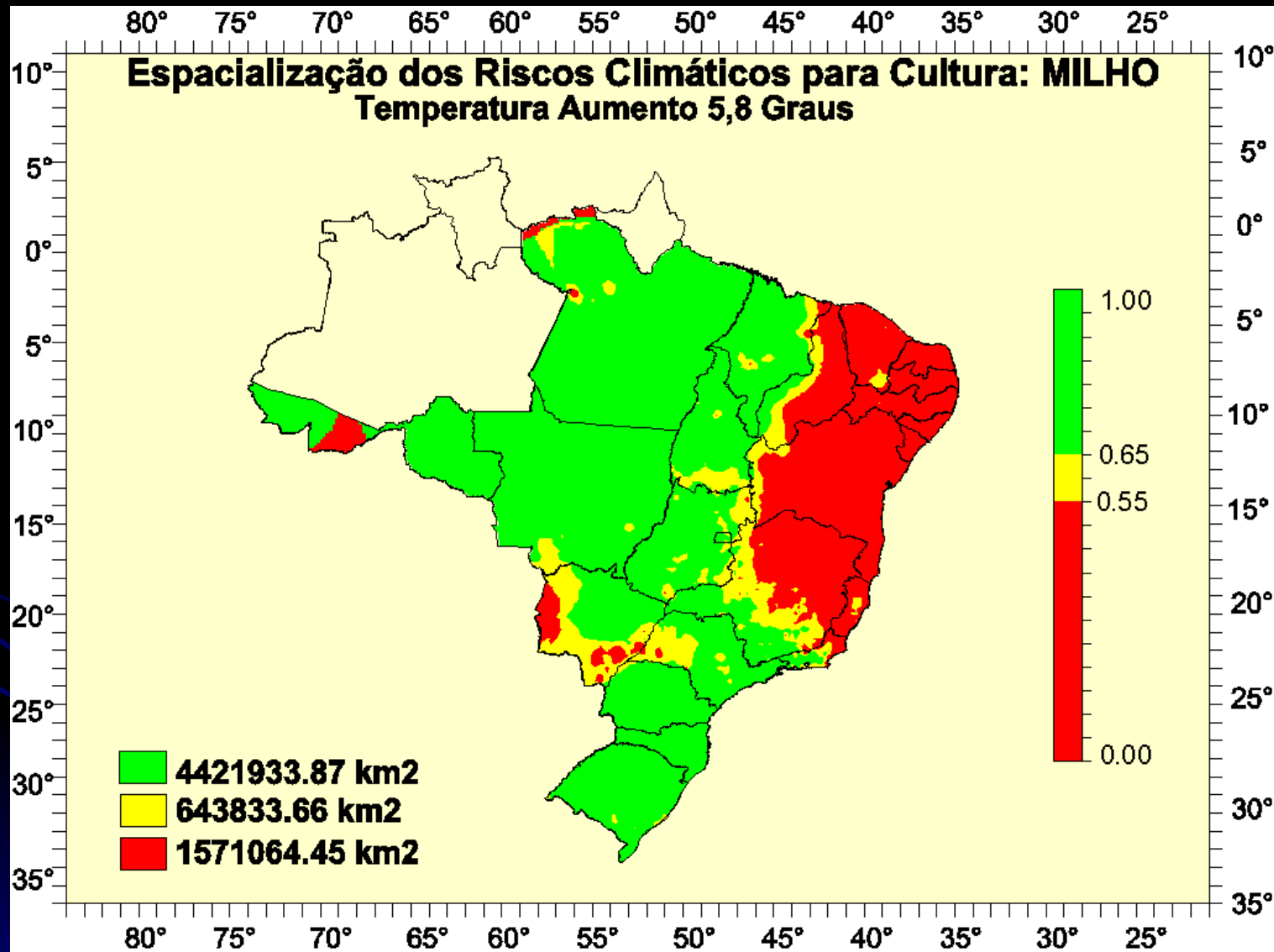
# Solo 50mm – 1 a 10 de Novembro



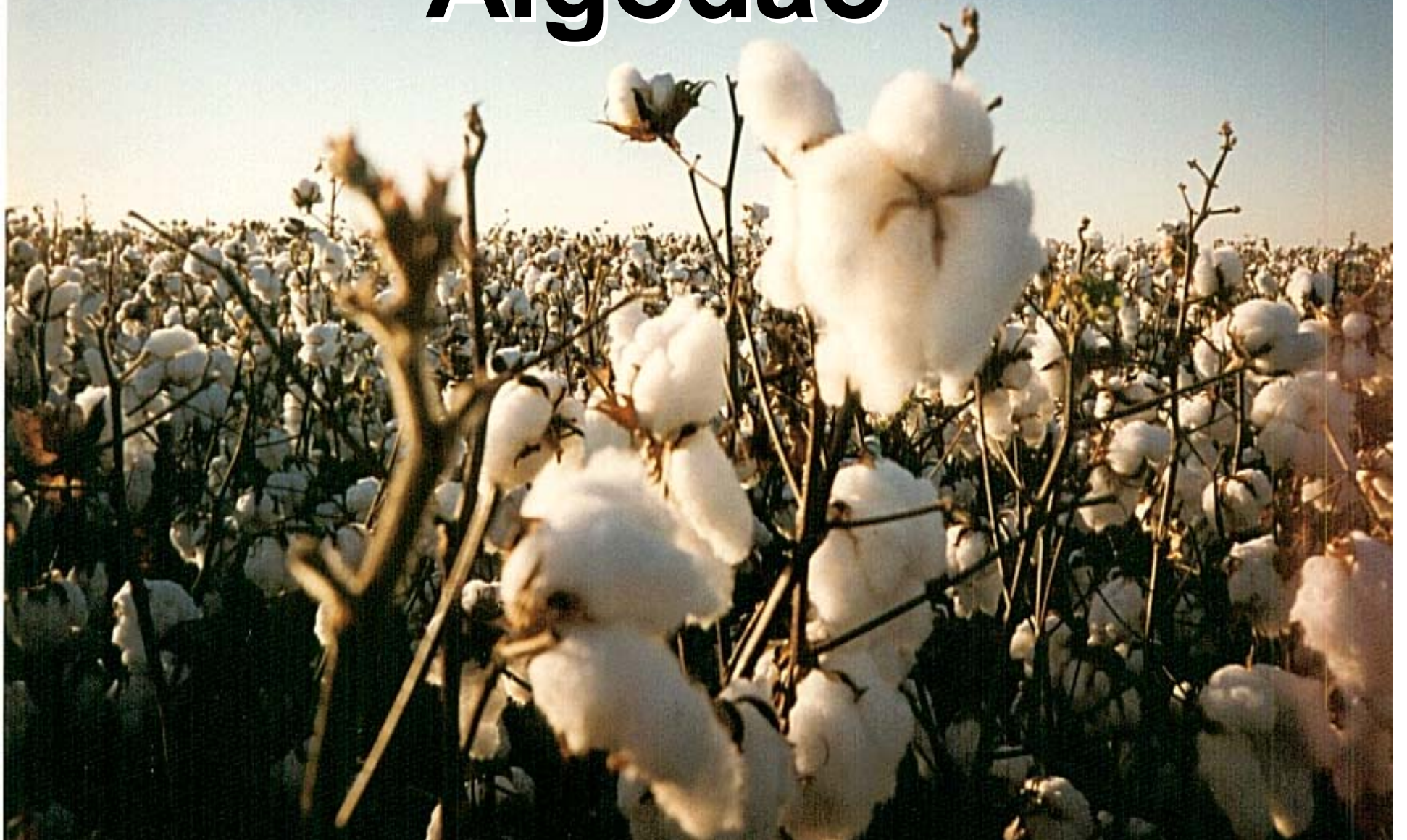
# Solo 50mm – 1 a 10 de Novembro



# Solo 50mm – 1 a 10 de Novembro



# Algodão



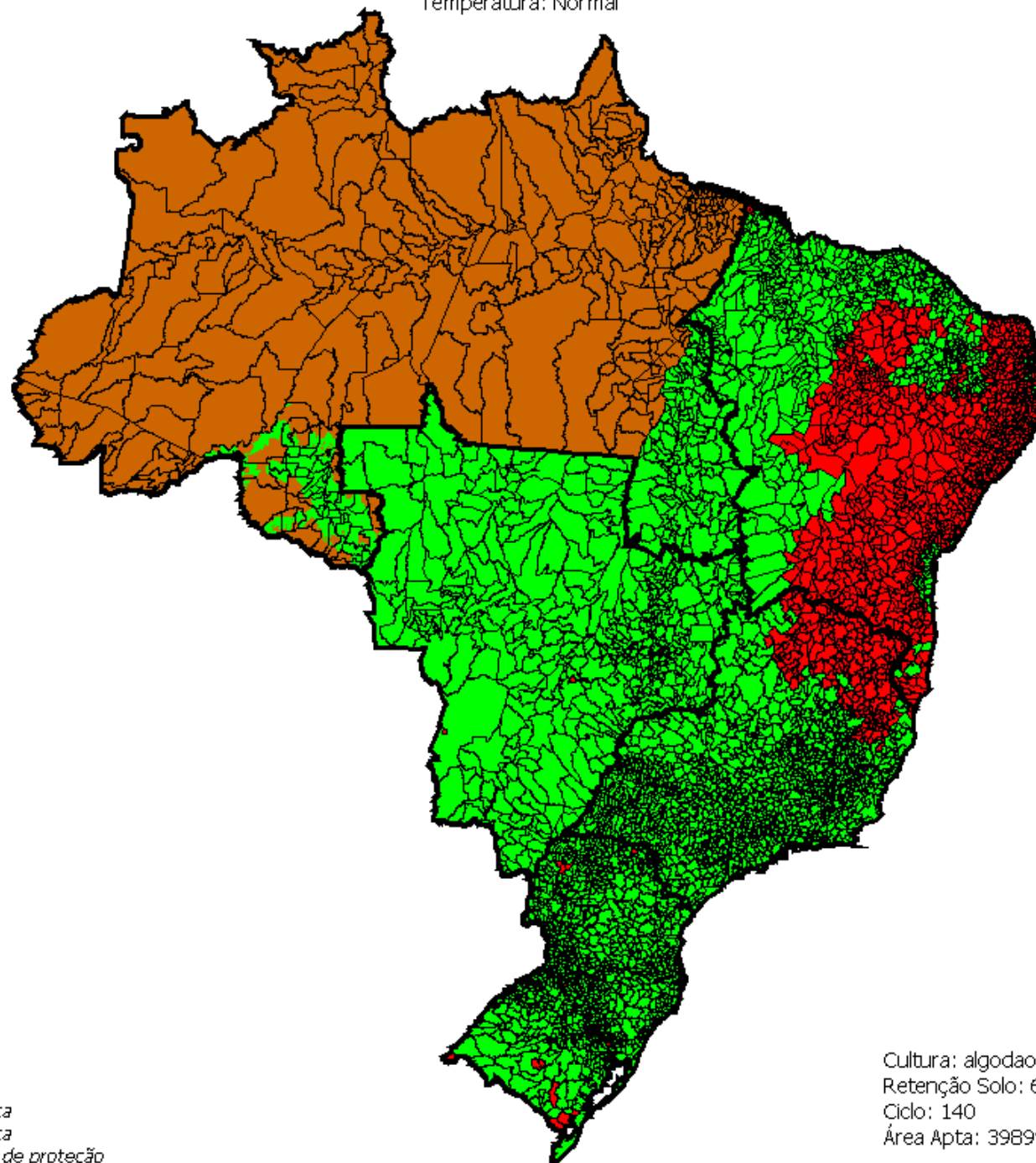
CAD = 60mm

Plantio:  
1 – 10,  
Janeiro

Temperatura  
Normal

Municípios com plantio favorável em: 01/01 a 10/01

Temperatura: Normal



- *apta*
- *inapta*
- *inapta*
- *área de proteção*

Cultura: algodao  
Retenção Solo: 60  
Ciclo: 140  
Área Apta: 3989920 KM2

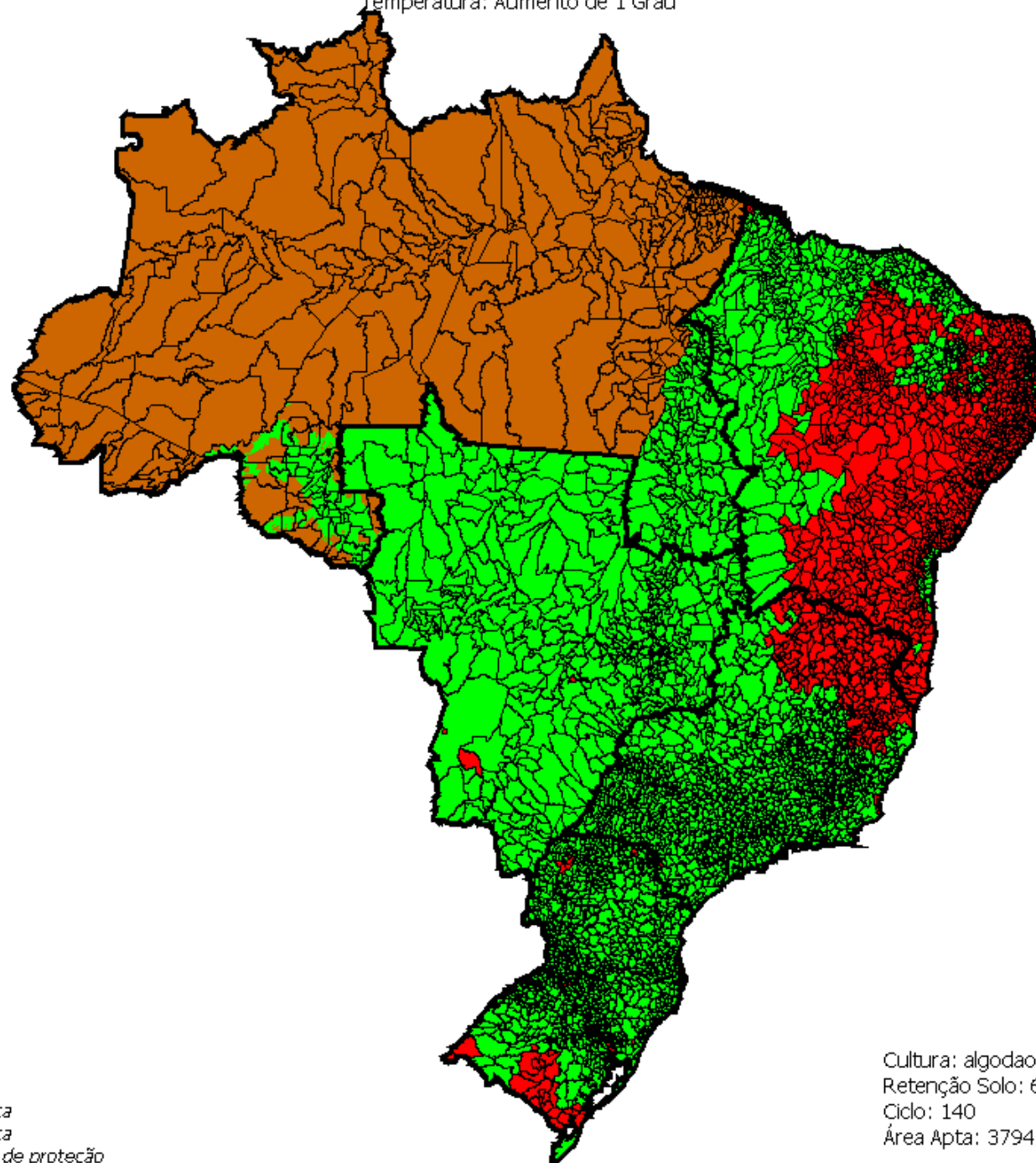
CAD = 60mm

Plantio:  
1 – 10,  
Janeiro

T+1°C

### Municípios com plantio favorável em: 01/01 a 10/01

Temperatura: Aumento de 1 Grau



- *apta*
- *inapta*
- *inapta*
- *área de proteção*

Cultura: algodao  
Retenção Solo: 60  
Ciclo: 140  
Área Apta: 3794794 KM2



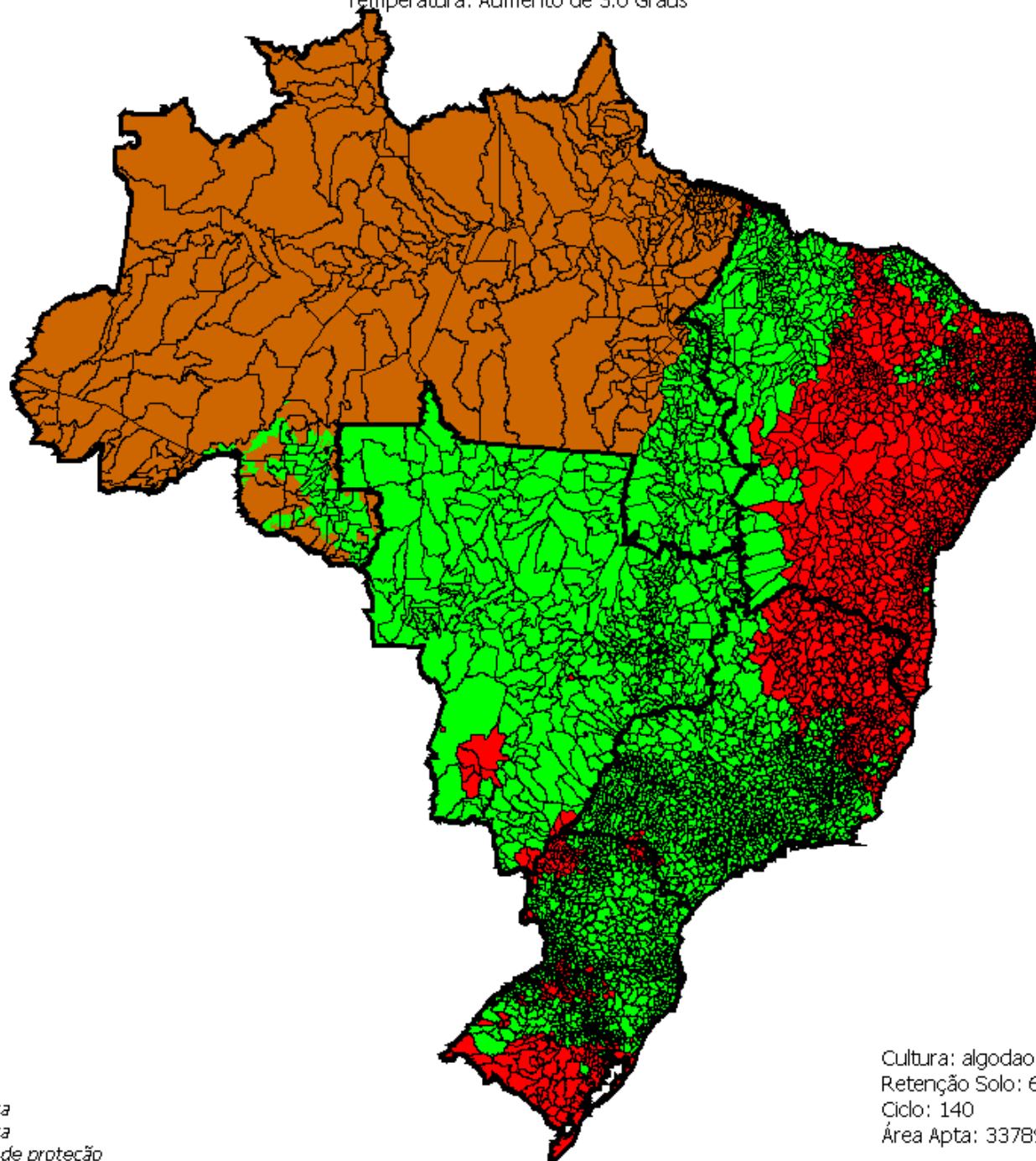
CAD = 60mm

Plantio:  
1 – 10,  
Janeiro

T+3°C

### Municípios com plantio favorável em: 01/01 a 10/01

Temperatura: Aumento de 3.0 Graus



- *apta*
- *inapta*
- *inapta*
- *área de proteção*

Cultura: algodao  
Retenção Solo: 60  
Ciclo: 140  
Área Apta: 3378910 KM2

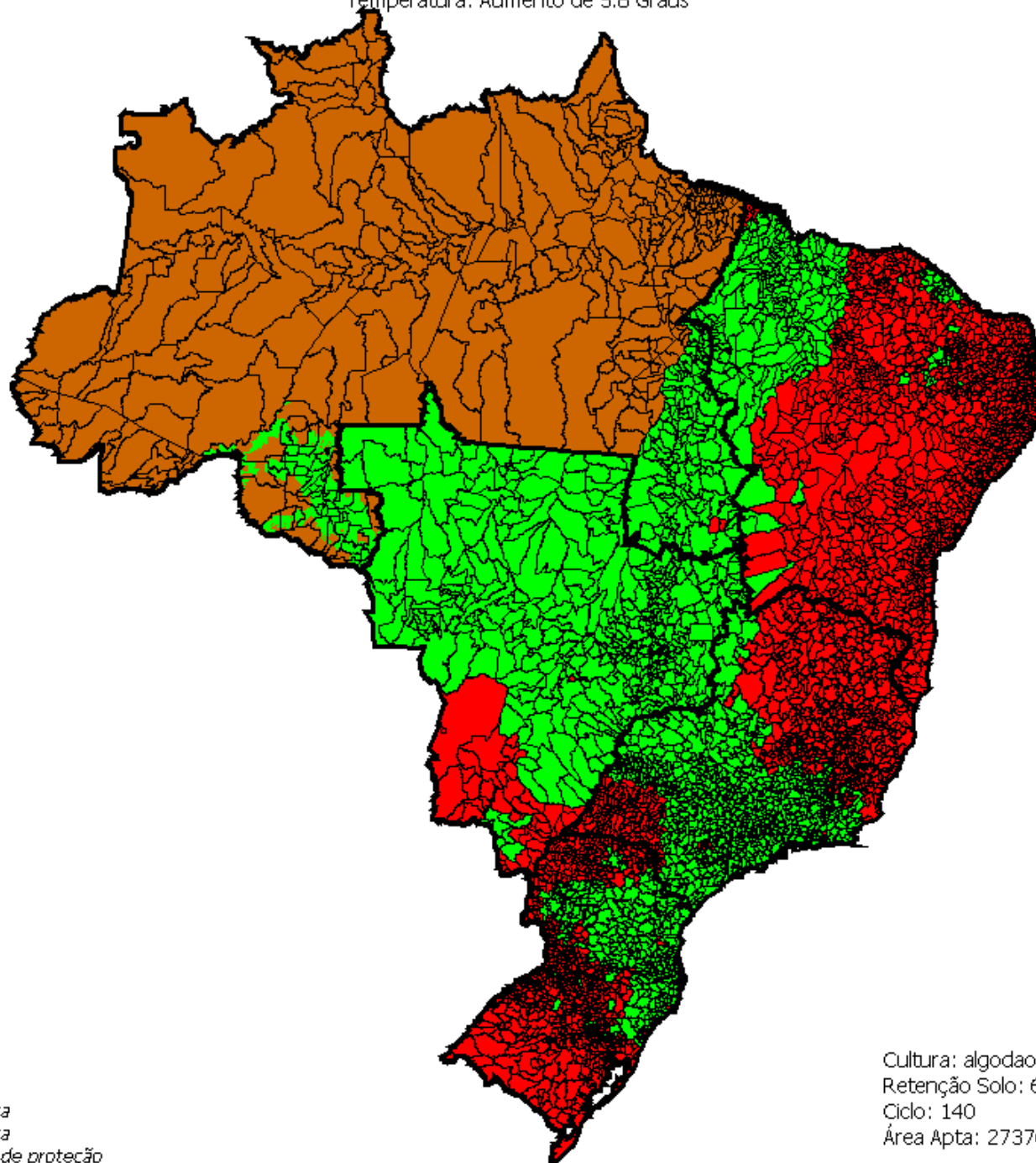
CAD = 60mm

Plantio:  
1 – 10,  
Janeiro

T+5,8°C

### Municípios com plantio favorável em: 01/01 a 10/01

Temperatura: Aumento de 5.8 Graus



- apta
- inapta
- inapta
- área de proteção

Cultura: algodao  
Retenção Solo: 60  
Ciclo: 140  
Área Apta: 2737643 KM2



# Café

# CONDIÇÕES CLIMÁTICAS DETERMINANTES PARA A APTIDÃO À PRODUÇÃO DE CAFÉ ARÁBICA

## • Temperatura do Ar – Ta – Média Anual:

- $18^{\circ}\text{C} < \text{Ta} < 22^{\circ}\text{C}$  - Apta
- $\text{Ta} > 23^{\circ}\text{C}$  – Excesso de calor no florescimento.  
Alto nível de aborto floral.
- Temperatura do ar mínima absoluta:
  - Letal para a folha:  $\text{Ta} < 1,5^{\circ}\text{C}$  ( $T_{\text{folha}} = -3,5^{\circ}\text{C}$ )
  - Probabilidade de geada  $> 25\%$ .

## Balanco Hídrico:

- Estimulação do florescimento
- Colheita (Qualidade do produto)
- Índice de Satisfação das Necessidades de Água

## MODELO: REDUÇÃO NA PRODUÇÃO DO CAFÉ - QP(%)

QP% = f(água, baixa temp, alta temp)

água

temp.baixa

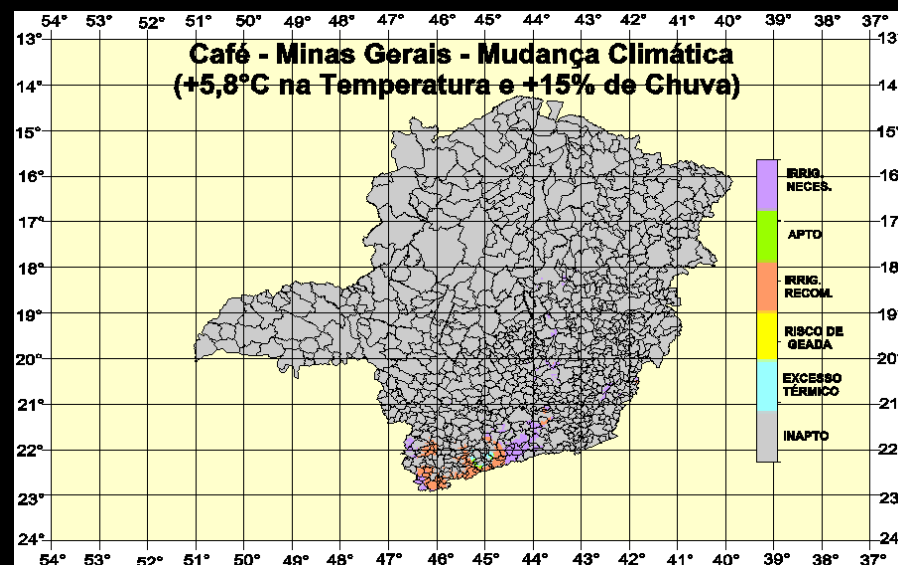
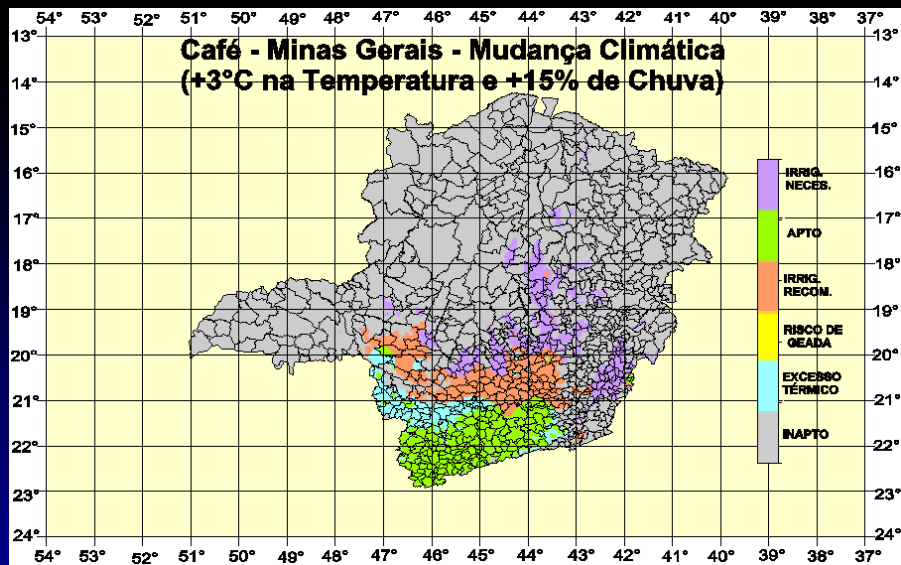
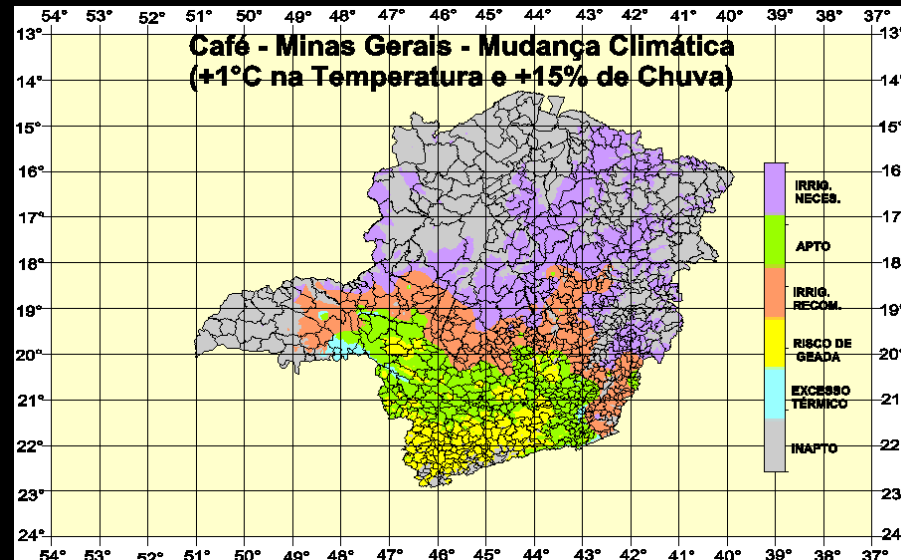
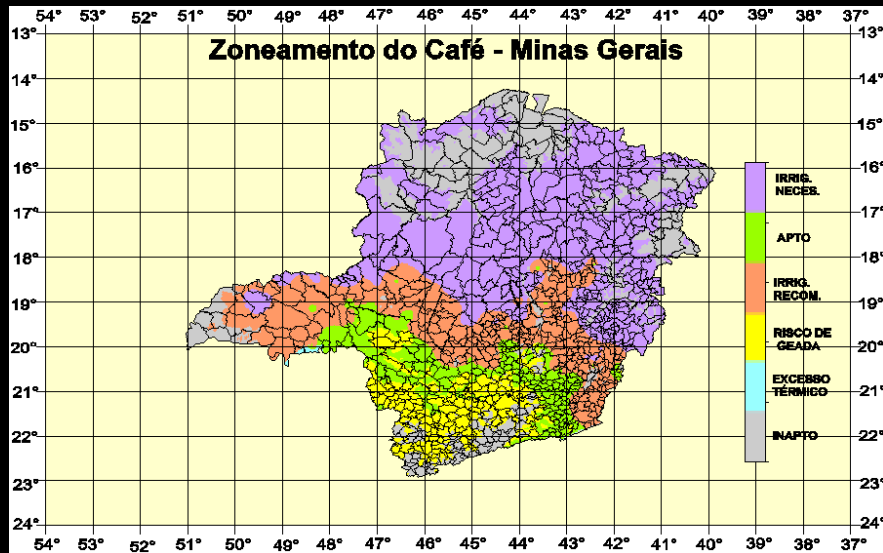
temp.alta=Y2

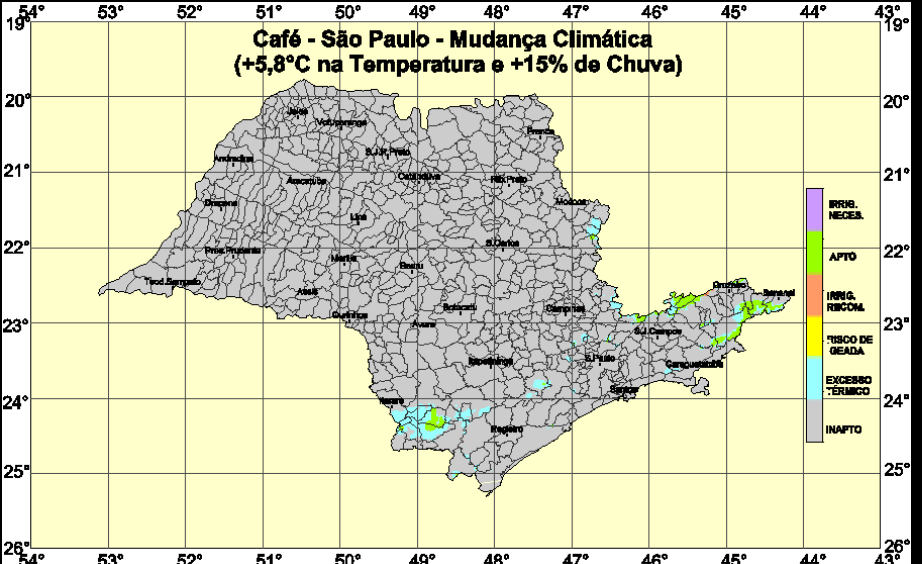
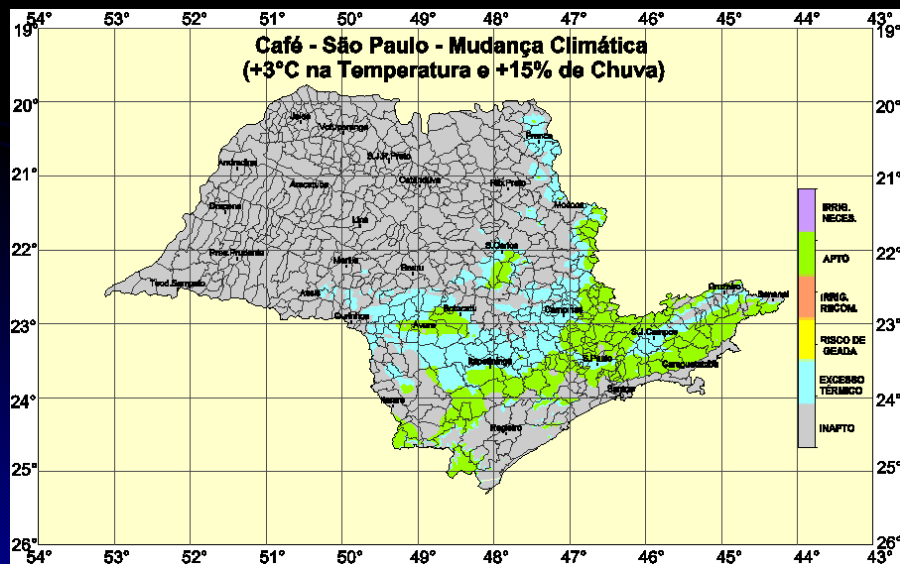
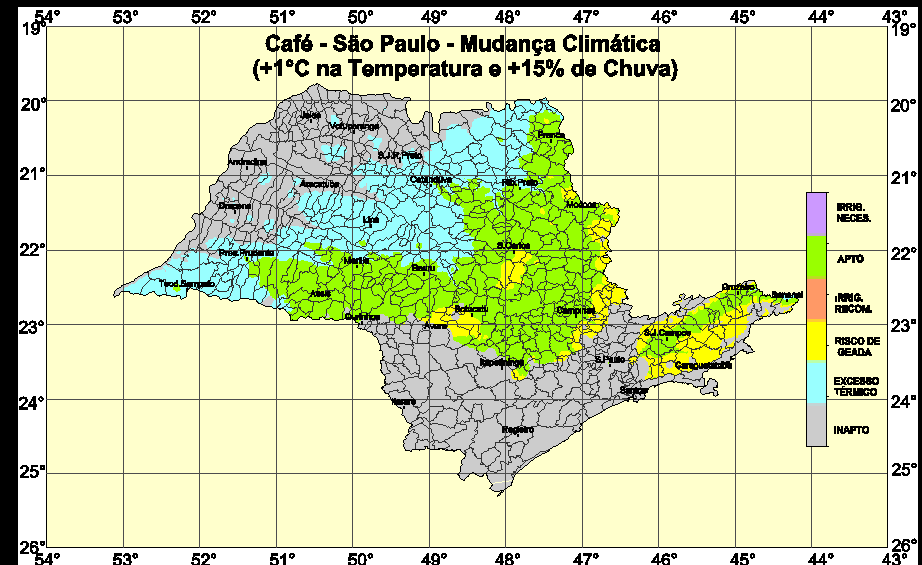
$$QP = \left\{ \left[ 1 - Ky \right] \left[ 1 - \frac{ETr}{ETp} \right] \left[ 1 - \left[ a_1 - \exp \left[ \frac{x - b_1}{c_1} \right] \right] \right] \left[ 1 - \left[ a_2 * \exp^{-\exp \left[ \frac{b_2 - c_2 x}{2} \right]} \right] \right] \right\}$$

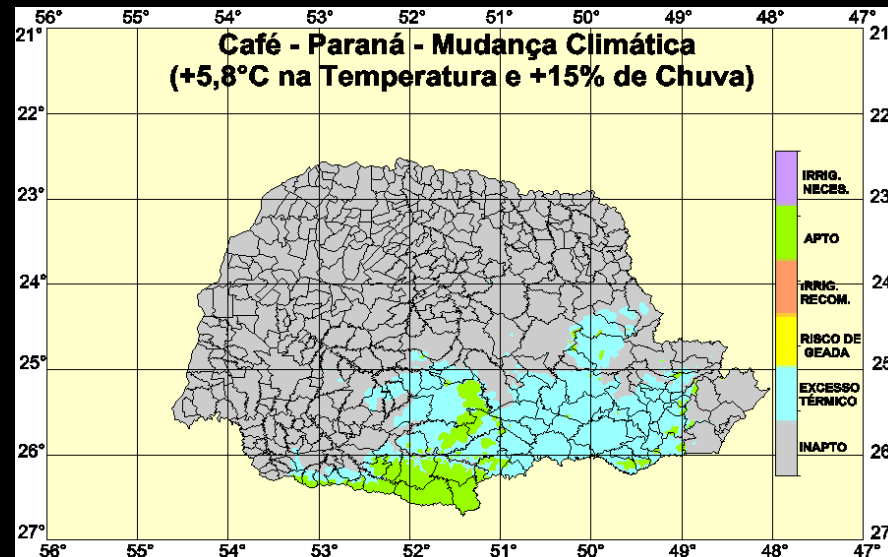
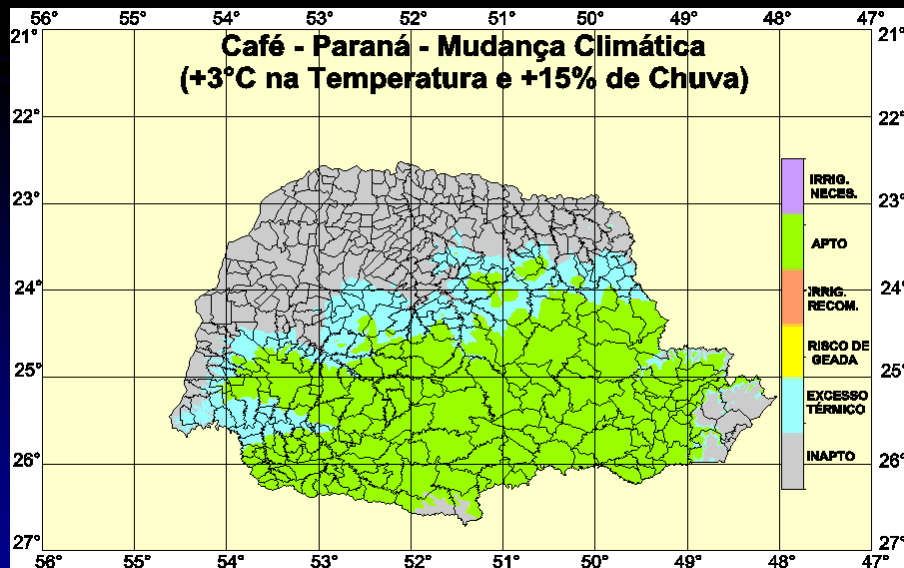
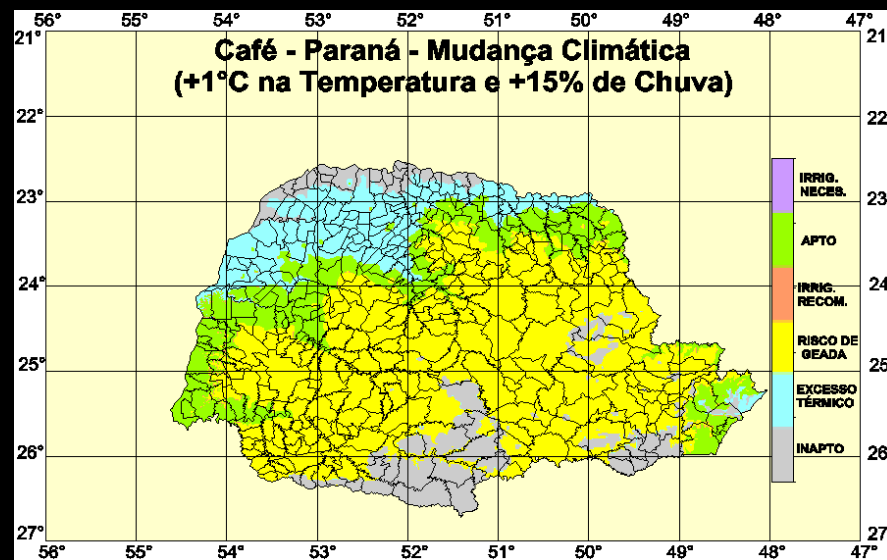
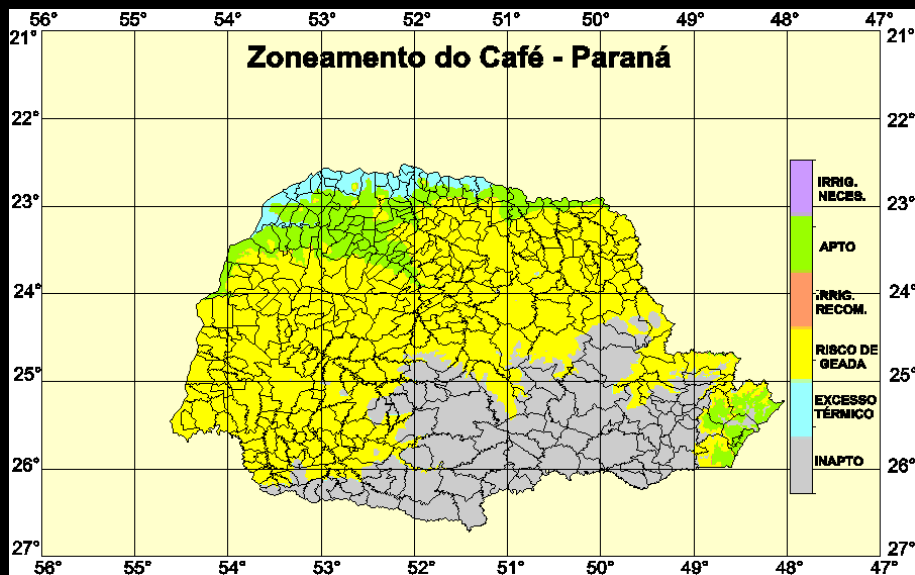
(Y2) -> Efeito da temperatura máxima (x2) durante a fase de florescimento

Tmax > 34C -> Aborto de flores e má formação de frutos.

$$\rightarrow Y_2 = 1 - \left[ a_2 * \exp^{-\exp \left[ \frac{b_2 - c_2 x}{2} \right]} \right]$$









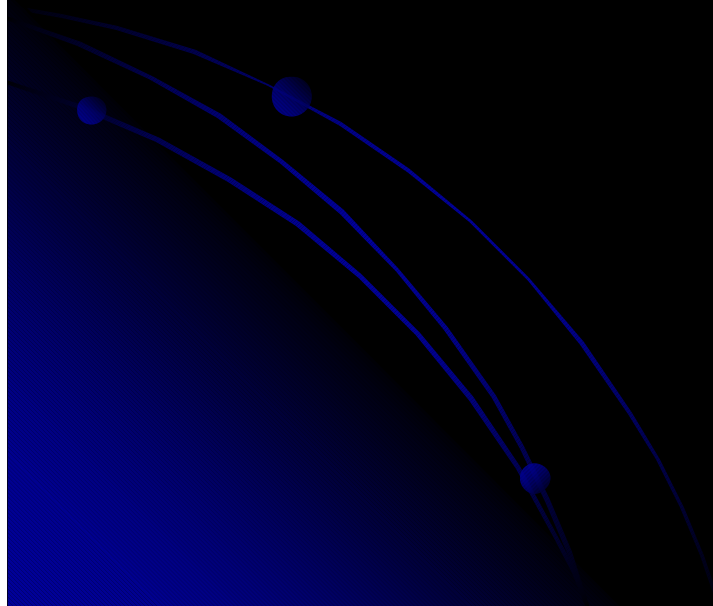
	<b>Goiás</b> %	<b>Minas</b> %	<b>Paraná</b> %	<b>São Paulo</b> %
<b>Atual</b>	<b>38,4</b>	<b>75,9</b>	<b>70,4</b>	<b>76,1</b>
<b>+1,0C</b>	<b>14,1</b>	<b>56,7</b>	<b>86,8</b>	<b>58,5</b>
<b>+3,0C</b>	<b>0,1</b>	<b>23,7</b>	<b>66,7</b>	<b>30,4</b>
<b>+5,8C</b>	<b>0,0</b>	<b>2,6</b>	<b>25,2</b>	<b>3,4</b>

**Porcentagem de áreas cultivadas com café nos estados de Goiás, Minas Gerais, Paraná e São Paulo e alterações projetadas devidas ao aumento de temperatura de 1,0°C, 3,0°C e 5,8°C.**

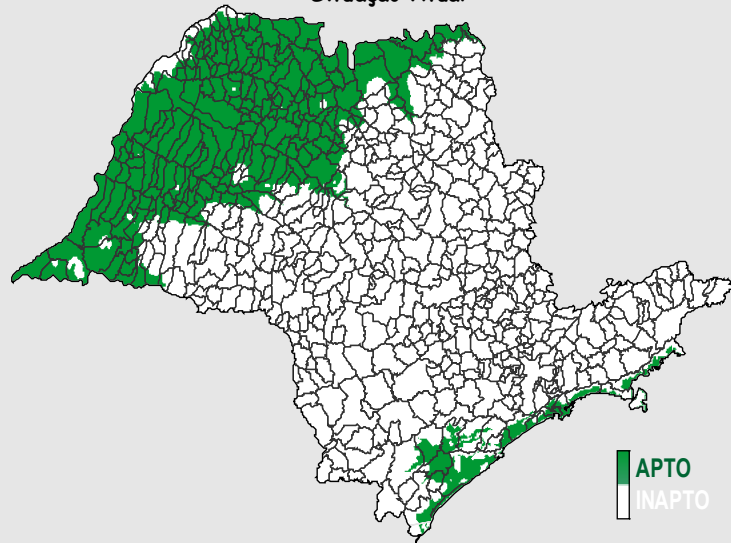
Condition	Production 1,000 x bags (60 Kg)			
	TOTAL	MINAS GERAIS	PARANÁ	SÃO PAULO
Atual	26.231	18.660	2.500	5.071
+ 1°C	22.262,5	15.174	2.910	4.178,5
Difference	-3.968,5	-3.486	+410	-892,5
US\$ 94.6 /bag: (US\$ 375,420,100/year)				

**Tabela 1 – Produção de café (60Kg/saca) nos estados de Minas Gerais, Paraná e São Paulo e possíveis alterações devidas à elevação de 1°C na temperatura (15 anos). Perda econômica em torno de US\$ 375 milhões/ano**

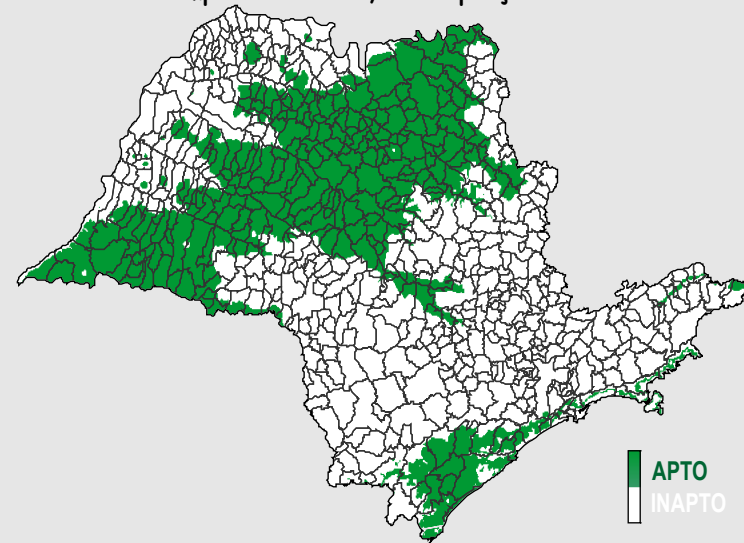
# **SIMULAÇÕES DAS CONDIÇÕES CLIMÁTICAS PARA A PRODUÇÃO DO CAFÉ ROBUSTA**



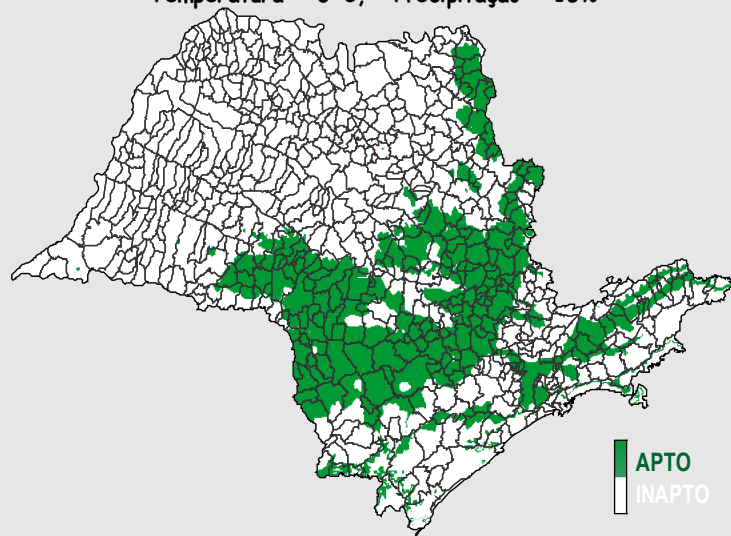
**Zoneamento do Café Robusta - São Paulo**  
Situação Atual



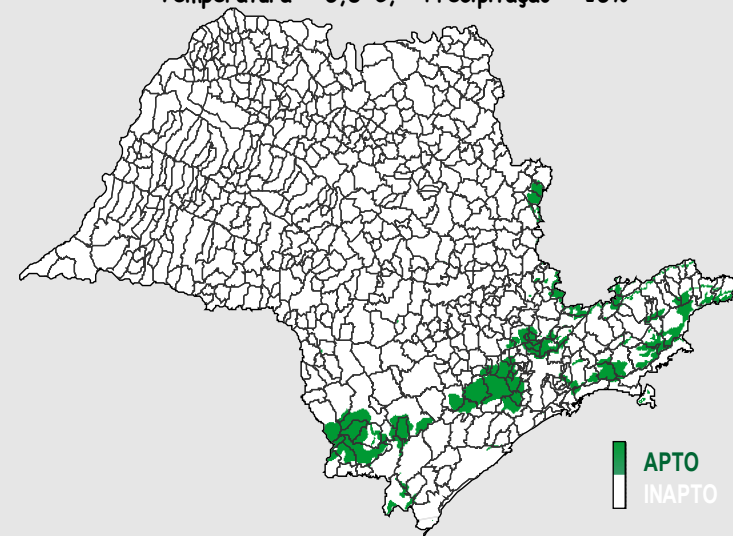
**Zoneamento do Café Robusta - São Paulo**  
Temperatura + 1°C, Precipitação + 15%



**Zoneamento do Café Robusta - São Paulo**  
Temperatura + 3°C, Precipitação + 15%

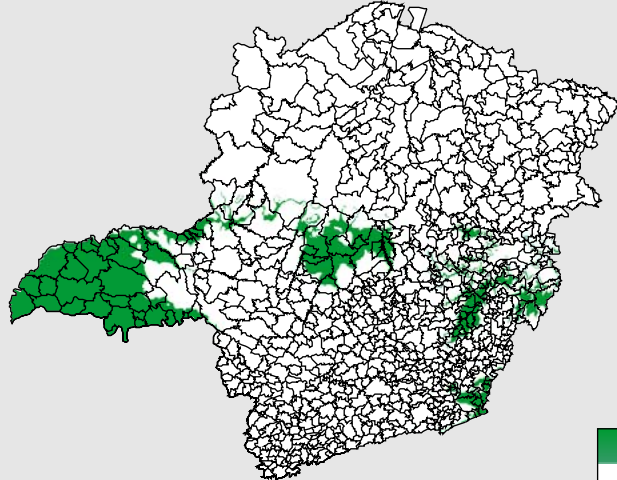


**Zoneamento do Café Robusta - São Paulo**  
Temperatura + 5,8°C, Precipitação + 15%



22°  
23°  
24°  
25°  
26°  
54°  
53°  
52°  
51°  
50°  
49°  
48°

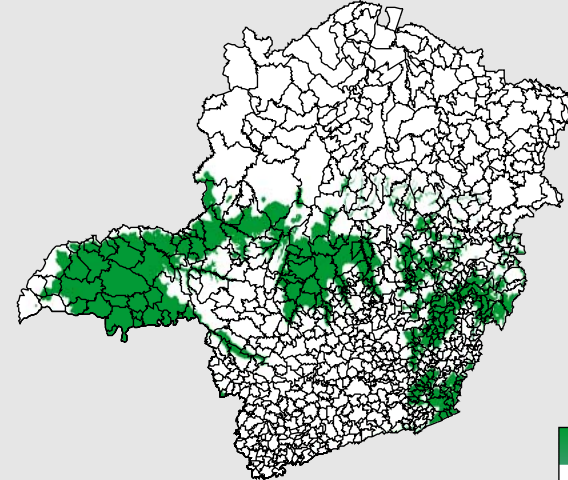
### Zoneamento do Café Robusta - Minas Gerais Situação Atual



APTO  
INAPTO



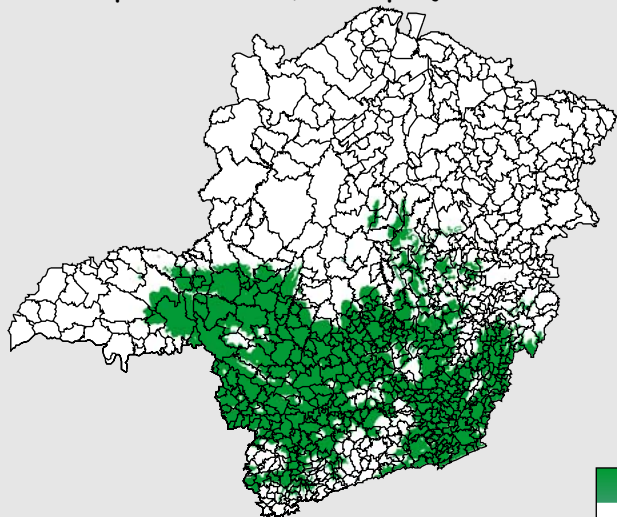
### Zoneamento do Café Robusta - Minas Gerais Temperatura + 1°C, Precipitação + 15%



APTO  
INAPTO



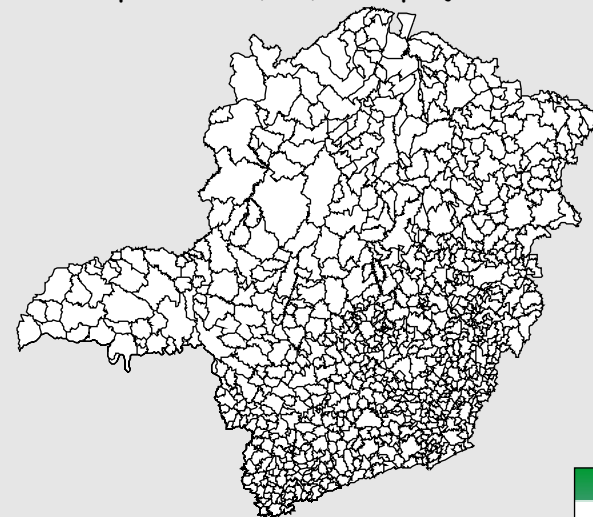
### Zoneamento do Café Robusta - Minas Gerais Temperatura + 3°C, Precipitação + 15%



APTO  
INAPTO



### Zoneamento do Café Robusta - Minas Gerais Temperatura + 5,8°C, Precipitação + 15%



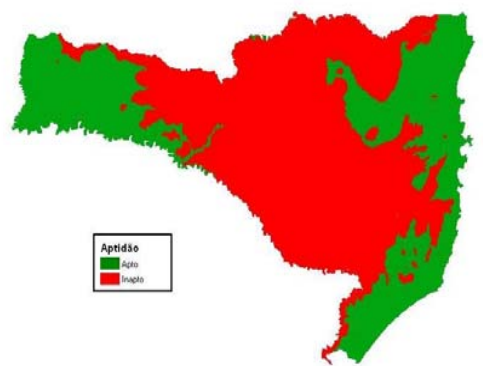
APTO  
INAPTO



54° 53° 52° 51° 50° 49° 48° 47° 46°

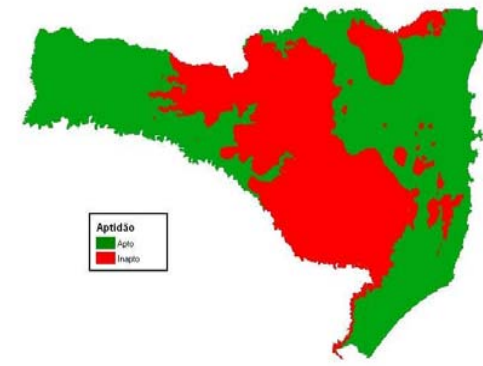
a o

Zoneamento de Risco Climático para a Cultura do Café - SC



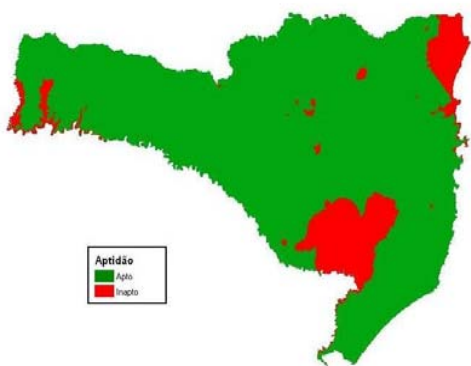
Aptidão  
Apto  
Inapto

Zoneamento de Risco Climático para a Cultura do Café + 1°C - SC



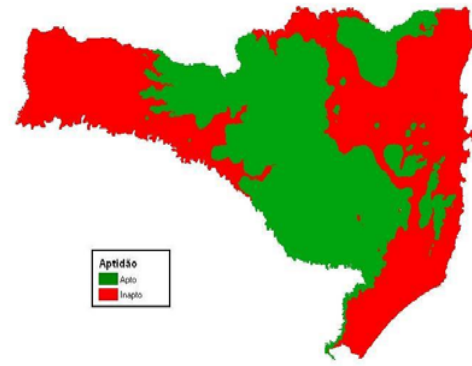
Aptidão  
Apto  
Inapto

Zoneamento de Risco Climático para a Cultura do Café + 3°C - SC



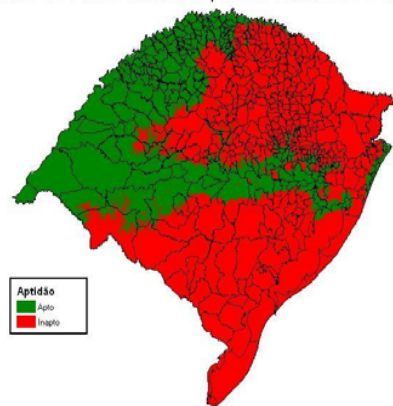
Aptidão  
Apto  
Inapto

Zoneamento de Risco Climático para a Cultura do Café + 5.8°C - SC

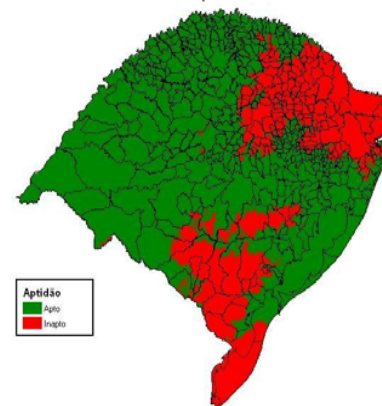


Aptidão  
Apto  
Inapto

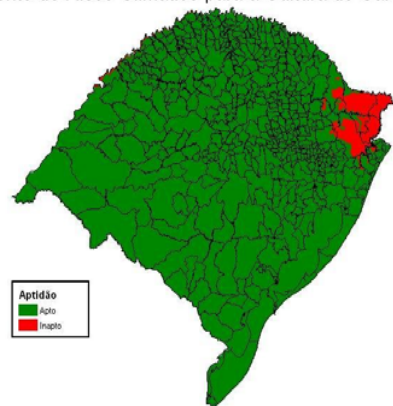
Zoneamento de Risco Climático para a Cultura do Café - RS



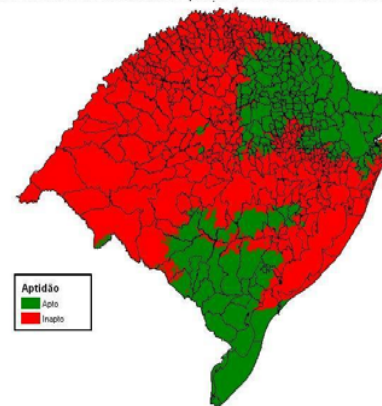
Zoneamento de Risco Climático para a Cultura do Café + 1°C - RS



Zoneamento de Risco Climático para a Cultura do Café + 3°C - RS



Zoneamento de Risco Climático para a Cultura do Café + 5.8°C - RS



<b>Cultura</b>	<b>Área Potencial Atual Km<sup>2</sup></b>	<b>Área após T+1°C Km<sup>2</sup></b>	<b>Área após T+3°C Km<sup>2</sup></b>	<b>Área após T+5,8°C Km<sup>2</sup></b>	<b>Redução de Área %</b>	<b>Produção Atual e Futura</b>
<b>Arroz</b>	<b>4,755,204</b>	<b>4,560,347</b>	<b>3,875,734</b>	<b>2,792,430</b>	<b>41</b>	<b>13 k tons 7.7 k tons</b>
<b>Feijão</b>	<b>5,141,047</b>	<b>4,992,366</b>	<b>4,575,250</b>	<b>3,972,723</b>	<b>23</b>	<b>2.8 k tons 2.2 k tons</b>
<b>Soja</b>	<b>3,419,072</b>	<b>3,093,664</b>	<b>2,085,815</b>	<b>1,238,557</b>	<b>64</b>	<b>60 k tons 22 k tons</b>
<b>Milho</b>	<b>5,169,034</b>	<b>5,079,497</b>	<b>4,808,833</b>	<b>4,421,934</b>	<b>15</b>	<b>39 k tons 33 k tons</b>
<b>Café Arábica</b>	<b>904,971</b>	<b>698,720</b>	<b>381,414</b>	<b>73,915</b>	<b>92</b>	<b>30 k bags 2.4 k bag</b>
<b>Popul. Brasil</b>	<b>165 k. 2000</b>	<b>190 k. 2020</b>	<b>300 k. 2050</b>	<b>400 k. 2100</b>		

**Área presente e futura para a produção de grãos no Brasil, de acordo com as projeções do IPCC-TAR para aumento de temperatura, e redução de produção**





# CANA-DE-AÇÚCAR

# Possíveis Áreas de Expansão

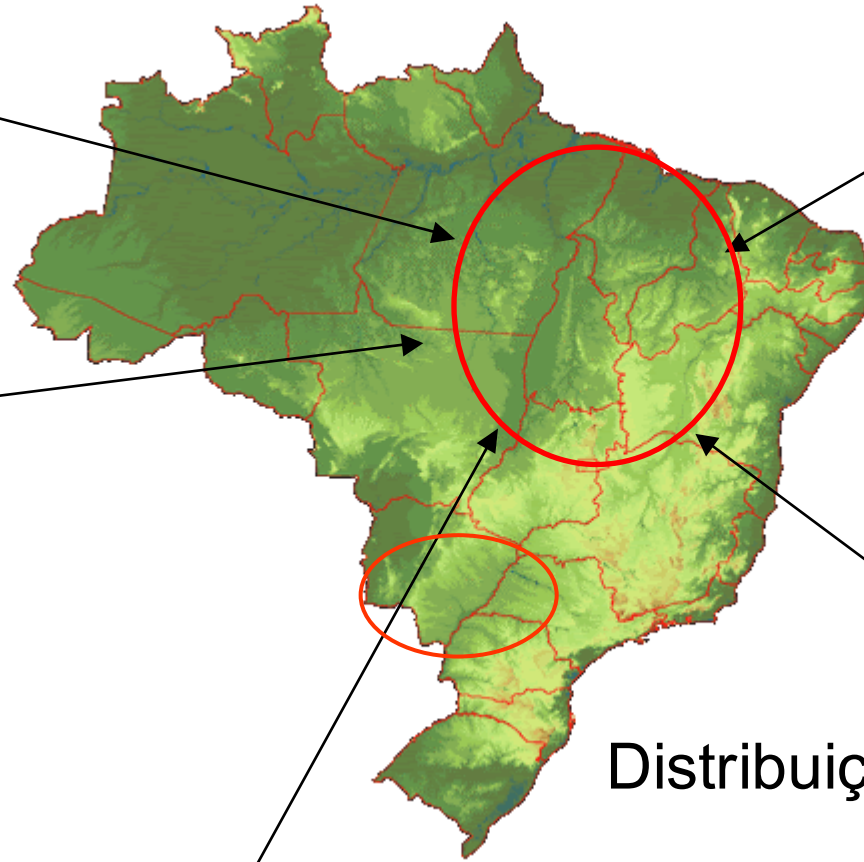
Variedades

Solos

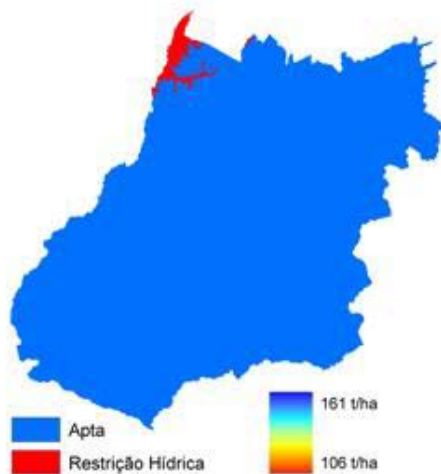
Preços

Distribuição de Usinas

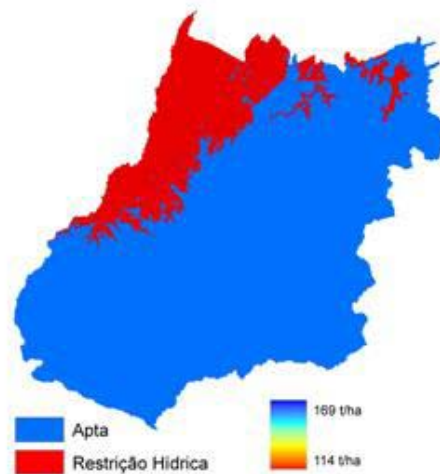
Políticas Públicas



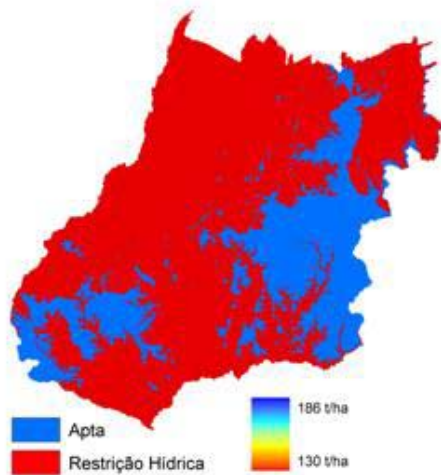
Zoneamento Agroclimática da Cana-de-Açúcar para o Estado de Goiás



Zoneamento Agroclimática da Cana-de-Açúcar para o Estado de Goiás Mudanças Climáticas (+1°C)



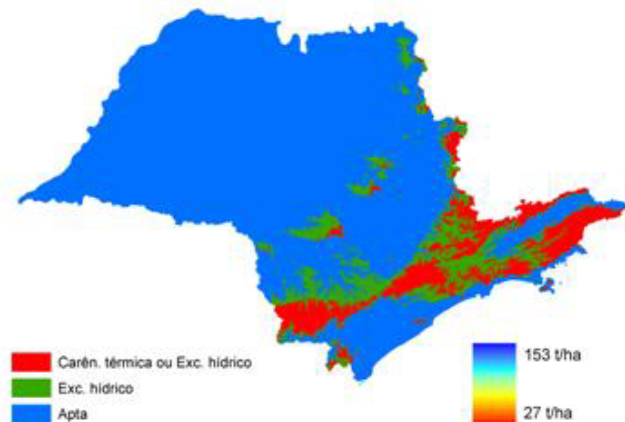
Zoneamento Agroclimática da Cana-de-Açúcar para o Estado de Goiás Mudanças Climáticas (+3°C)



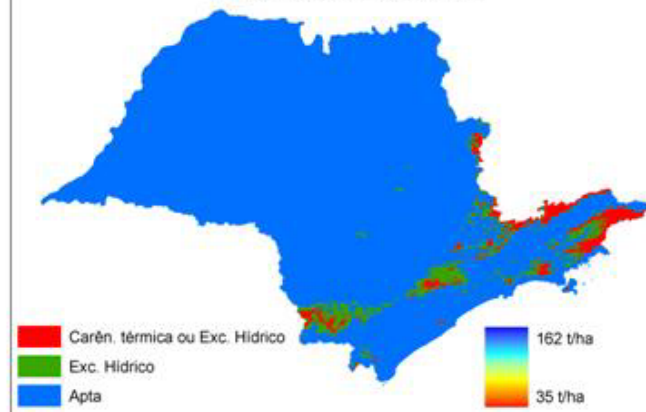
Zoneamento Agroclimática da Cana-de-Açúcar para o Estado de Goiás Mudanças Climáticas (+5°C)



Zoneamento Agroclimático da Cana-de-açúcar para o Estado de São Paulo



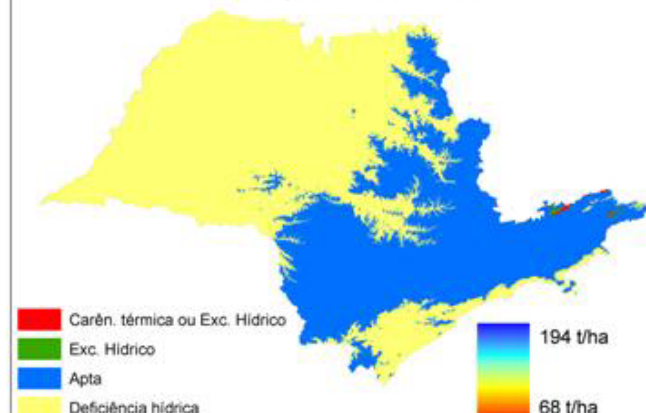
Zoneamento Agroclimático da Cana-de-açúcar para o Estado de São Paulo Mudanças Climáticas (+1°C)



Zoneamento Agroclimático da Cana-de-açúcar para o Estado de São Paulo Mudanças Climáticas (+3°C)



Zoneamento Agroclimático da Cana-de-açúcar para o Estado de São Paulo Mudanças Climáticas (+5°C)



# O que pode a Agro/Silvicultura fazer?

- Redução das Emissões de GEE
- Mitigação (sistemas mais eficientes e limpos)
- Adaptação (biotecnologia, genômica, melhoramento, etc)

● ...



## Possíveis Soluções:

### Mitigação

1. Redução das queimadas (eliminação)
2. Substituição de combustíveis fósseis por biocombustíveis (cana-de-açúcar, soja, mamona, dendê e outros)
3. Adoção de práticas conservacionistas
4. Sistemas de estoque de carbono eficientes
5. Florestamento e reflorestamento
6. Reanalisar a matriz energética
7. Energias alternativas
8. ....

## Possíveis Soluções:

### Adaptação

1. Melhoramento genético: variedades resistentes a altas temperaturas
2. Melhoramento genético: variedades resistentes à seca
3. Introdução de novas culturas
4. ....





# Pastagem Degradada



Área estimada em 40 milhões de hectares na Região dos Cerrados  
Capacidade de Suporte de 0,5 cabeça por hectare

# SISTEMA AGROSSILVIPASTORIL

Ótima opção para parte da fazenda





# Manejo do Solo



**2,2 % Carbono**

**1,6 % Carbono**

**Plantio direto:**

**14° ano**

**Sucessão (trigo)**

**Plantio direto:**

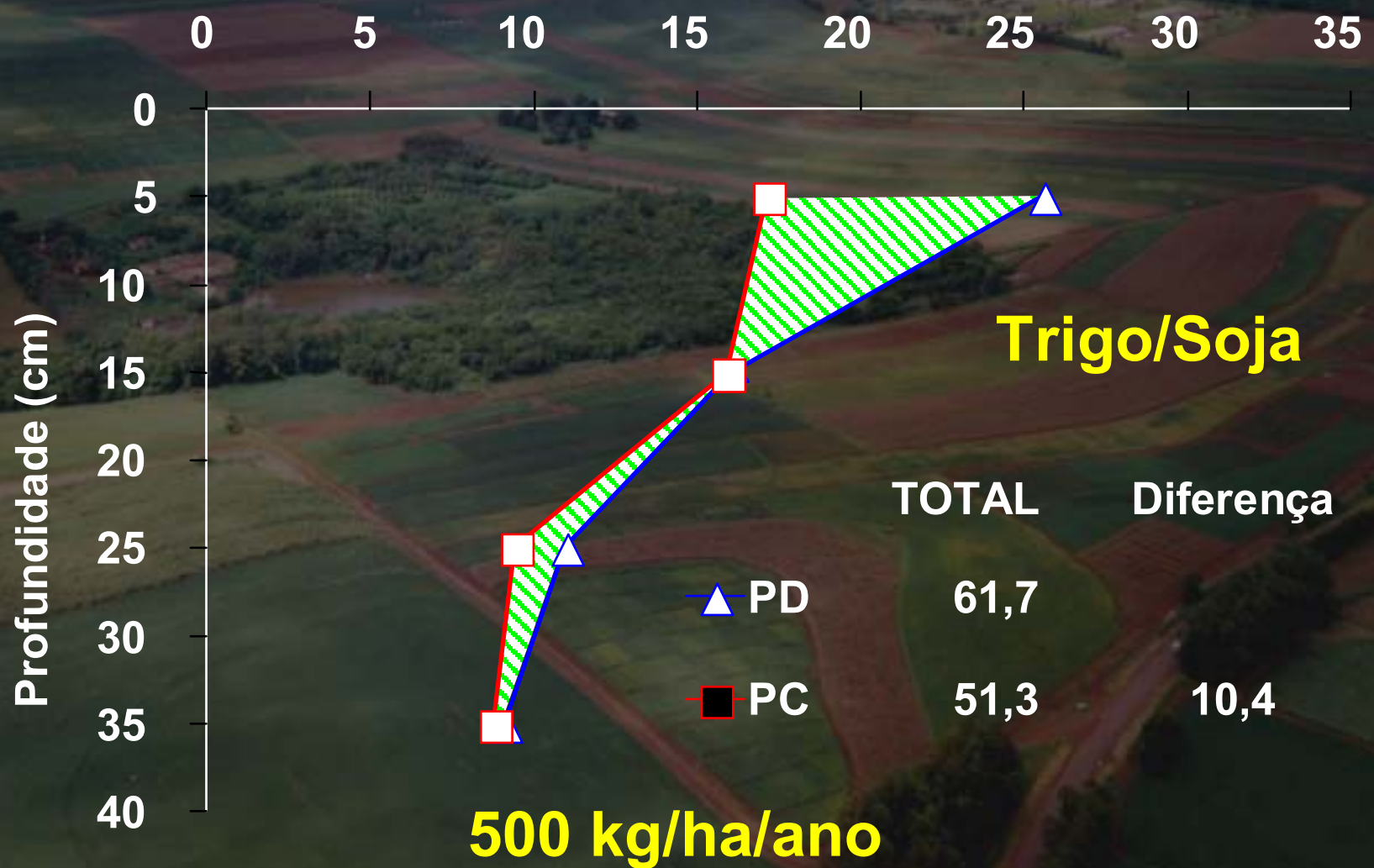
**2° ano**

**Sucessão (trigo)**

# Londrina

Depois de 22 anos

Carbono ( $\text{Mg ha}^{-1}$ )



# ***Infra-estrutura***

**Indução de seca para a prospecção de genes**



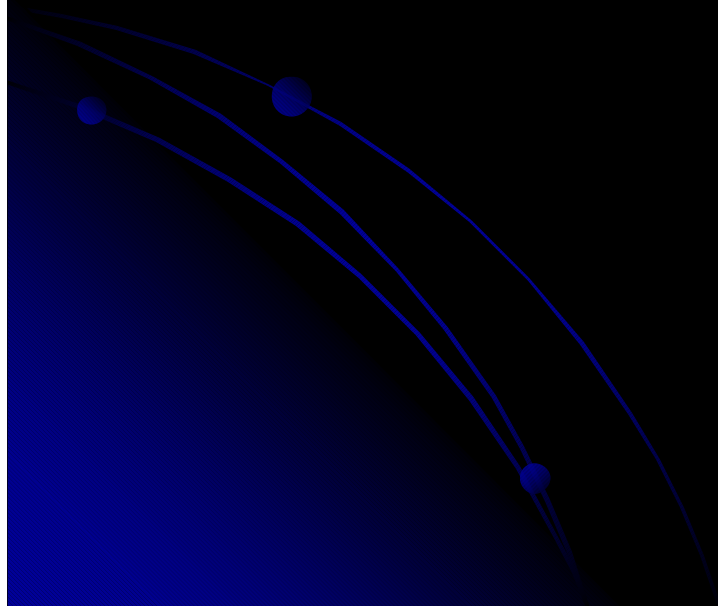
# Expressão de gene tolerante à seca na Soja



**P58 (BR-16 **com** gene)**  
**2.5% Umidade do solo**

**BR-16 **sem** gene**  
**2.5% Umidade do solo**

Onde procurar os Genes  
tolerantes?





# Número de Espécies

12000

Mendonça et al 2007

6600

2000  
Florestas

4600  
Savanas e Campos

3600  
herbáceas

1000  
Lenhosas  
(38 generalistas)

1000  
Lenhosas

1000  
Herbáceas

?

Formações  
Florestais

Mata de  
Galeria

Mata Seca

Cerradão

Formações  
Campestres

Campo  
Sujo

Campo  
Limpo

Campo  
Rupestre

Formações  
Savânicas

Cerradão

Vereda

Palmeiral

Parque de  
Cerrado

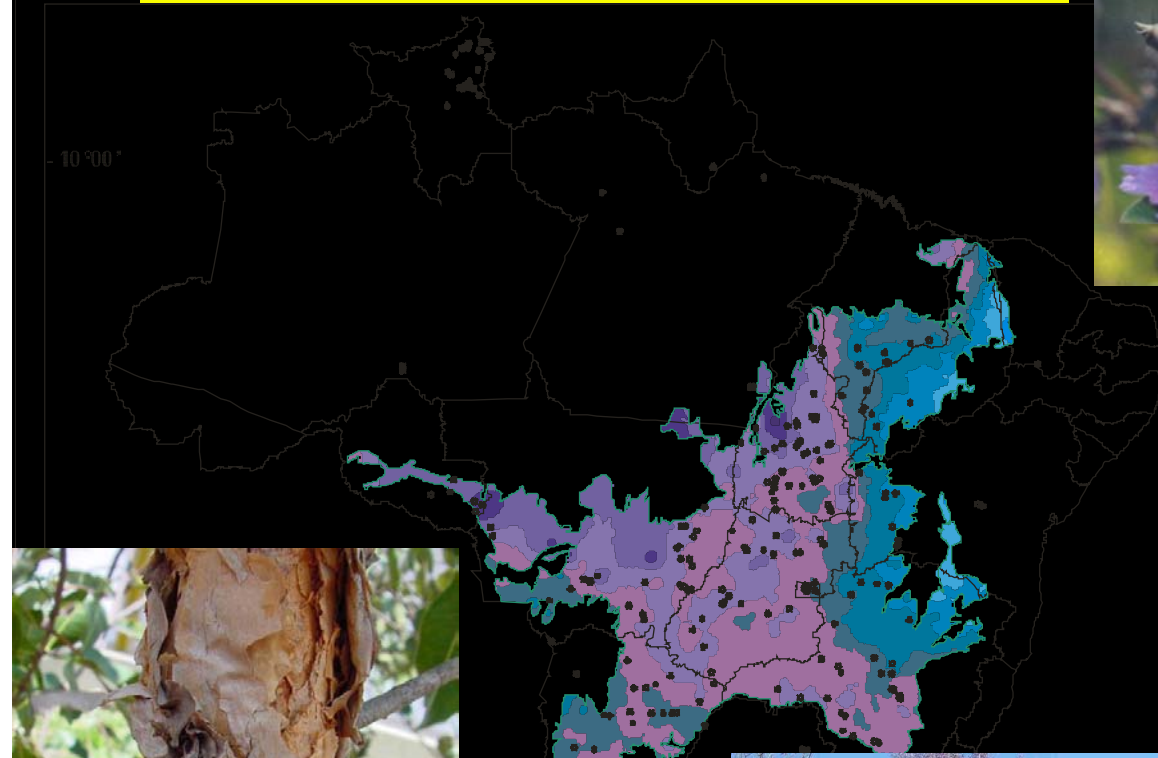
Denso

Típico

Mendonça et al 1998



# Generalistas



*Lafoensia pacari*



*Bowdichia virgilioides*



*Qualea grandiflora*



*Dimorphandra mollis*



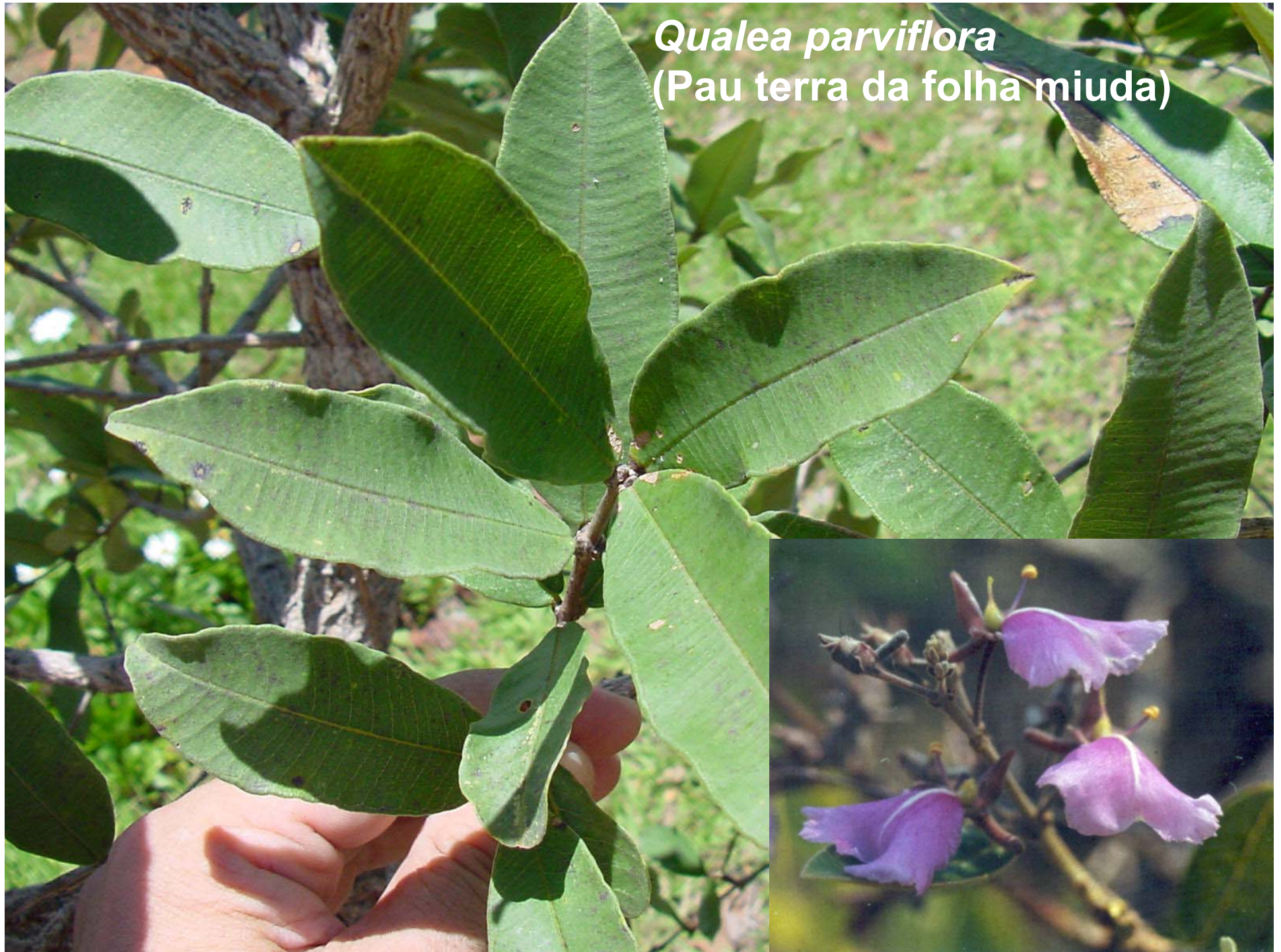
*Qualea parviflora*





*Qualea grandiflora*  
(Pau terra da folha grande)

*Qualea parviflora*  
(Pau terra da folha miuda)

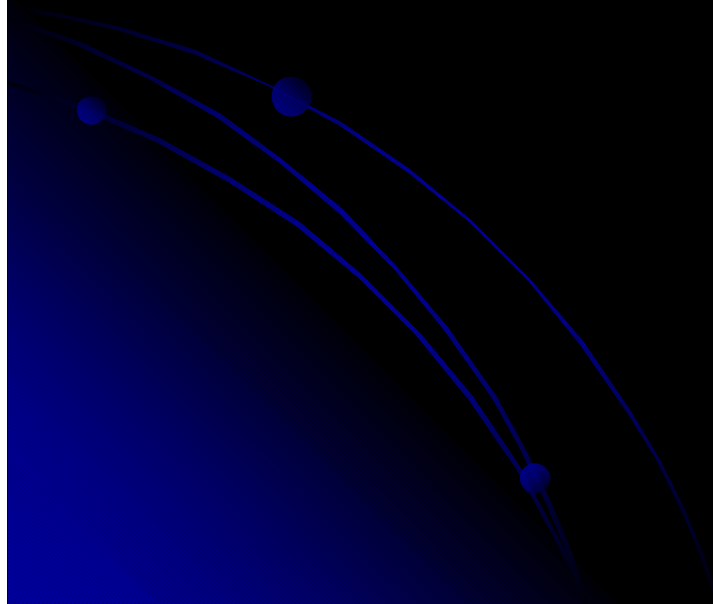




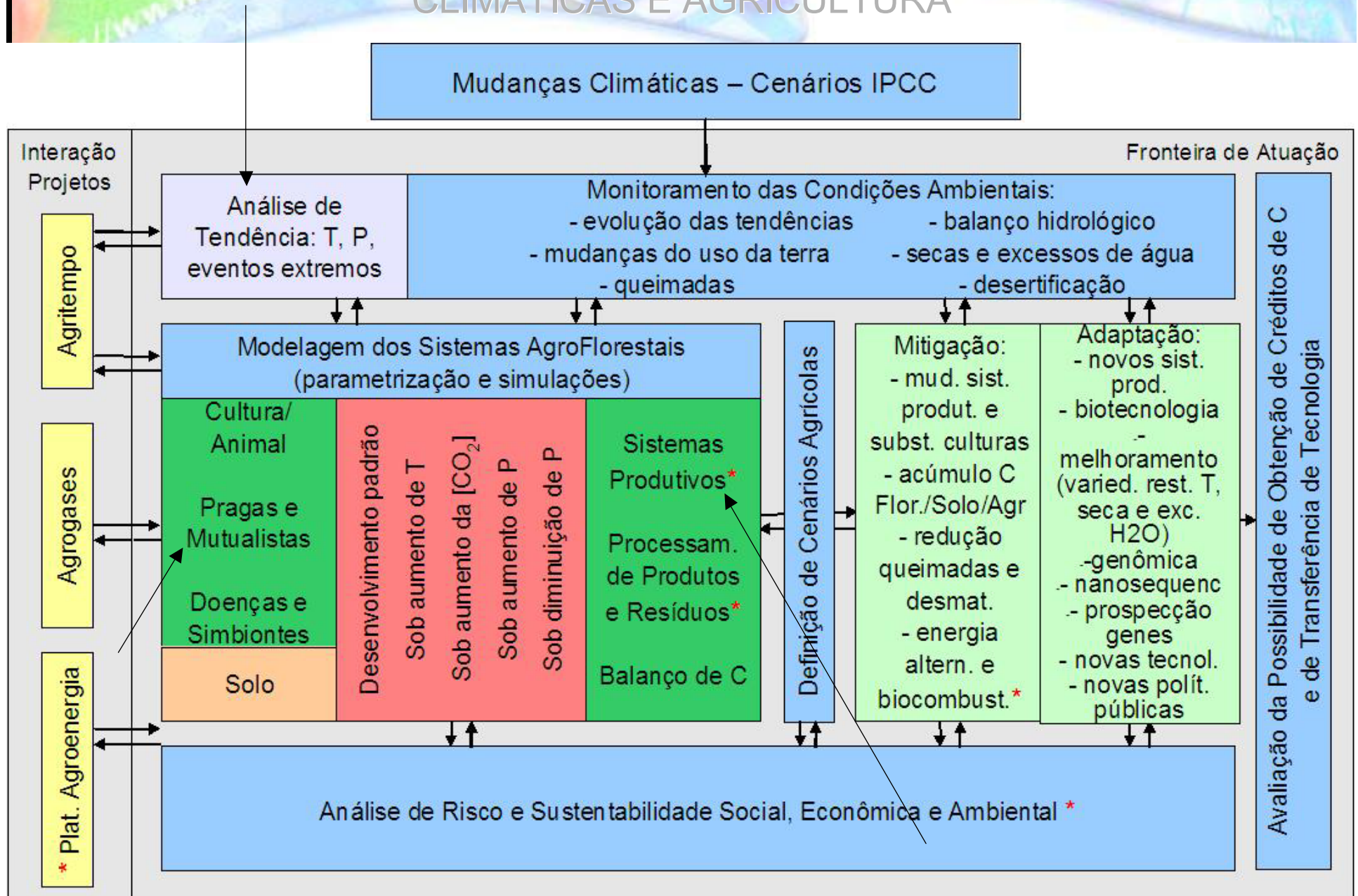
*Lafoensia pacari* St. Hil.  
(Lythraceae)



# PROPOSTA DA EMBRAPA PARA PESQUISA EM MUDANÇAS CLIMÁTICAS E AGRICULTURA



# PROPOSTA DA EMBRAPA PARA PESQUISA EM MUDANÇAS CLIMÁTICAS E AGRICULTURA



# Obrigado!

***Páginas recomendadas:***

**[www.agritempo.gov.br/cthidro](http://www.agritempo.gov.br/cthidro)**

**[www.cpa.unicamp.br](http://www.cpa.unicamp.br)**

**[www.cptec.gov.br](http://www.cptec.gov.br)**