

V Workshop em Modelagem Numérica de tempo e clima em mesoescala utilizando o Modelo Eta: Aspectos físicos e numéricos

V WORKETA
Aplicações em Agricultura

São José dos Campos
03 a 08/Abril 2016

Escala temporal

-  **Previsão de tempo – tomada de decisão**
-  **Previsão Climática Sazonal - planejamento**
-  **Projeções de Mudanças Climáticas**

PREVISÃO DE TEMPO

Tomada de decisão

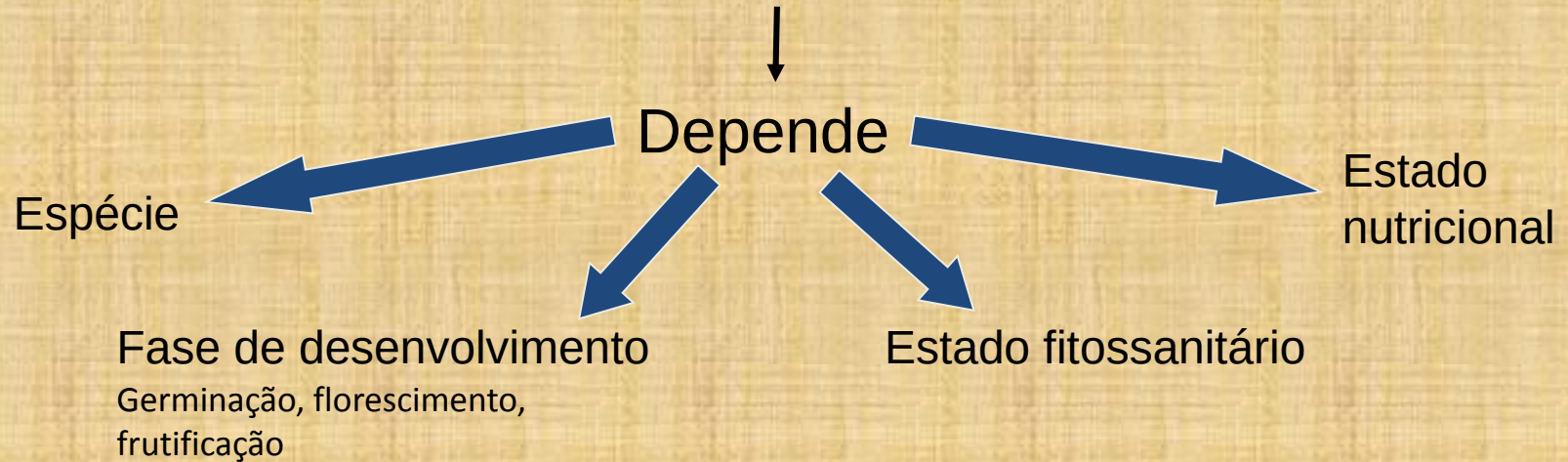


GEADAS

**AVALIAÇÃO DAS PREVISÕES DE
TEMPERATURA DO AR DO MODELO
Eta/CPTEC PARA APLICAÇÃO EM
RISCO DE GEADA**



Temperatura Letal dos Vegetais (abaixo de 0°C)



Resistência	Cultura
Muito Alta	Trigo
	Aveia
Alta	Feijão
	Girassol
Média	Soja
Baixa	Milho
	Sorgo
Muito Baixa	Algodão
	Arroz

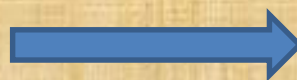


GEADA SEVERA EM CAFÉ – JULHO/2000



Fonte: IAC/APTA
(Campinas)

Temperatura mínima estimada de Abrigo Meteorológico		
4°C (+) Sensível	2°C Sensível	0°C (-) Sensível
Banana, Batata, Feijão, Hortaliças, Mamão e Tomate	Café, Cana de Açúcar, Manga e Trigo	Laranja, Maçã e Pera

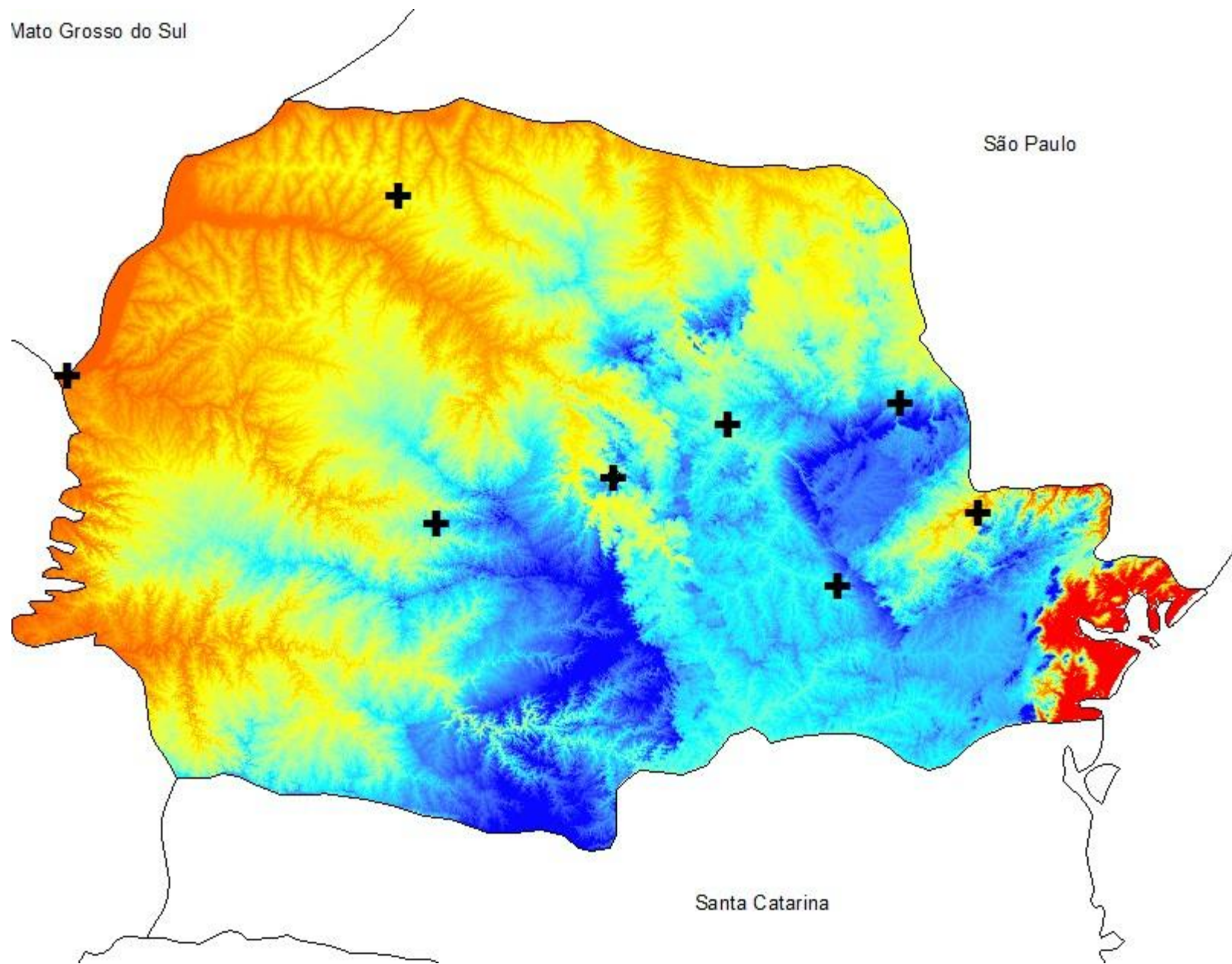


**Temperatura
< 4°C**

Sites	Latitude	Longitude	Altitude
Cândido de Abreu	24,63 S	51,25 W	645 m
Cerro Azul	24,82 S	49,25 W	366 m
Guaíra	24,07 S	54,25 W	645 m
Jaguariaíva	24,22 S	49,68 W	900 m
Palmital	24,88 S	52,22 W	783 m
Paranavaí	23,08 S	52,43 W	480 m
Ponta Grossa	25,22 S	50,02 W	886 m
Telemaco Borba	24,33 S	50,62 W	768 m

Mato Grosso do Sul

São Paulo



Santa Catarina

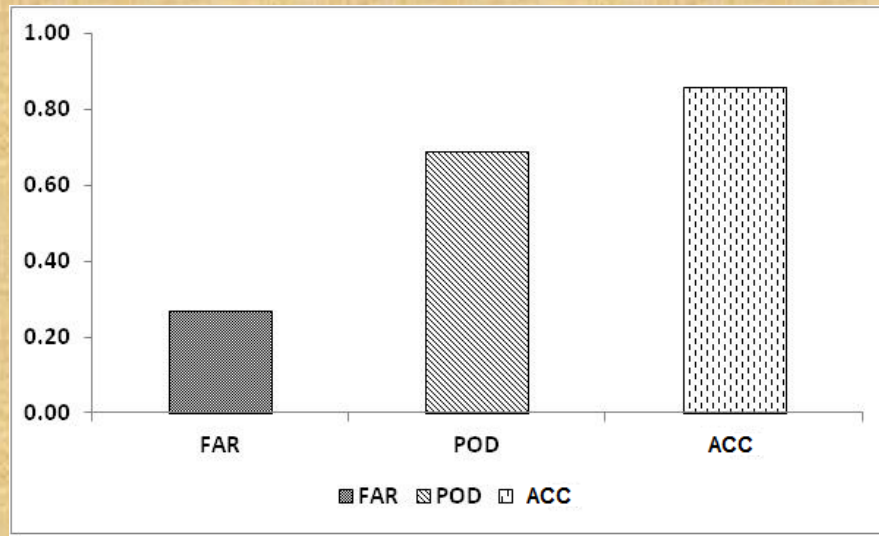
Avaliação das previsões do modelo Eta

$$FAR = \frac{b}{a + b}$$

Falso alarme

$$POD = \frac{a}{a + c}$$

Probabilidade de detecção



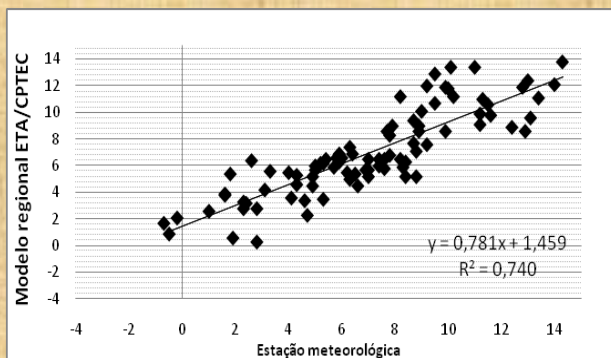
$$ACC = \frac{a + b}{a + c}$$

Acurácia (BIAS)

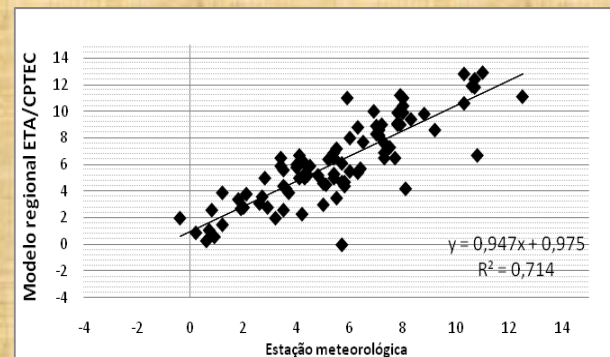
- (a) O modelo previu Temp <4°C e esta ocorreu nos locais de estudo;
- (b) O modelo previu Temp <4°C nos locais de estudo e esta não ocorreu;
- (c) O modelo não previu Temp <4°C nos locais de estudo e esta ocorreu;
- (d) O modelo não previu Temp <4°C nos locais de estudo e esta não ocorreu.

Avaliação do desempenho do modelo Eta/CPTEC (previsão curto prazo) para o risco de geada no Estado do Paraná, após a remoção do erro sistemático

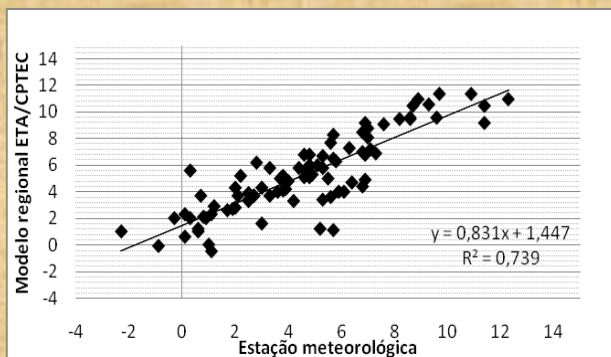
Cerro Azul



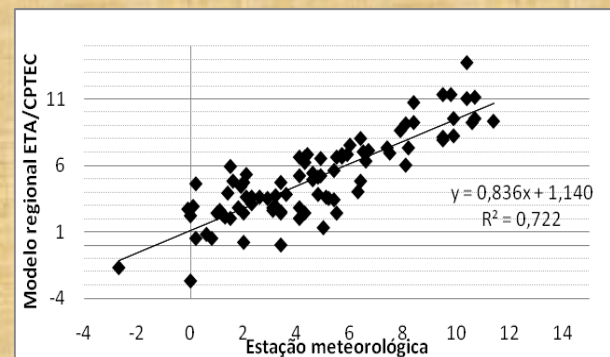
Jaguariaíva



Telemaco Borba



Ponta Grossa



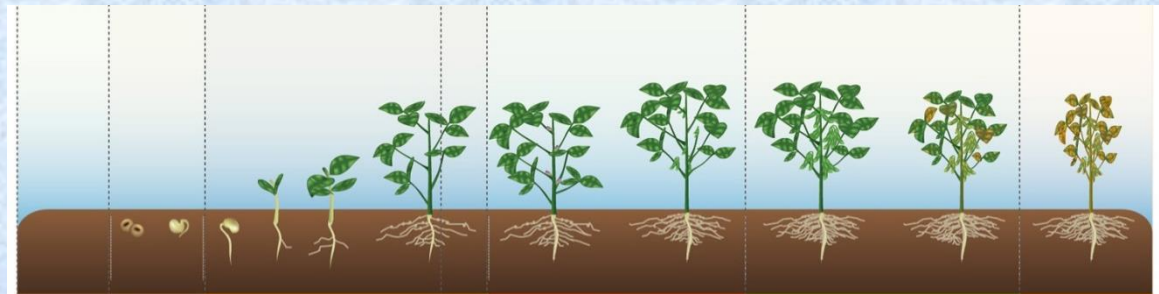
Melhorias

- Utilizar escala horaria da previsão
- Topografia
- Considerar mais regiões

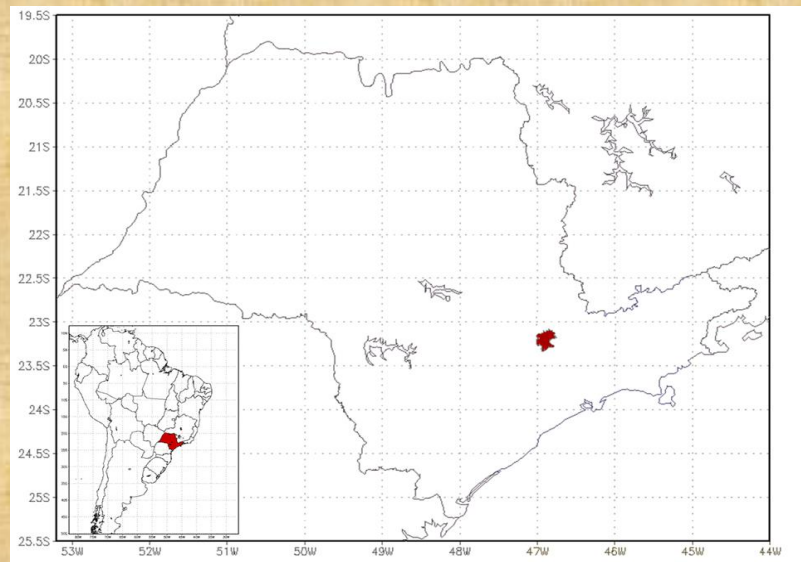


PREVISÃO CLIMÁTICA SAZONAL

Planejamento Agrícola



Número de horas de frio para fruticulturas de clima temperado: Previsões do Modelo regional Eta



Região de Jundiaí – SP
período de 1997 a 2010

Cálculo do Número de Horas de Frio (NHF)

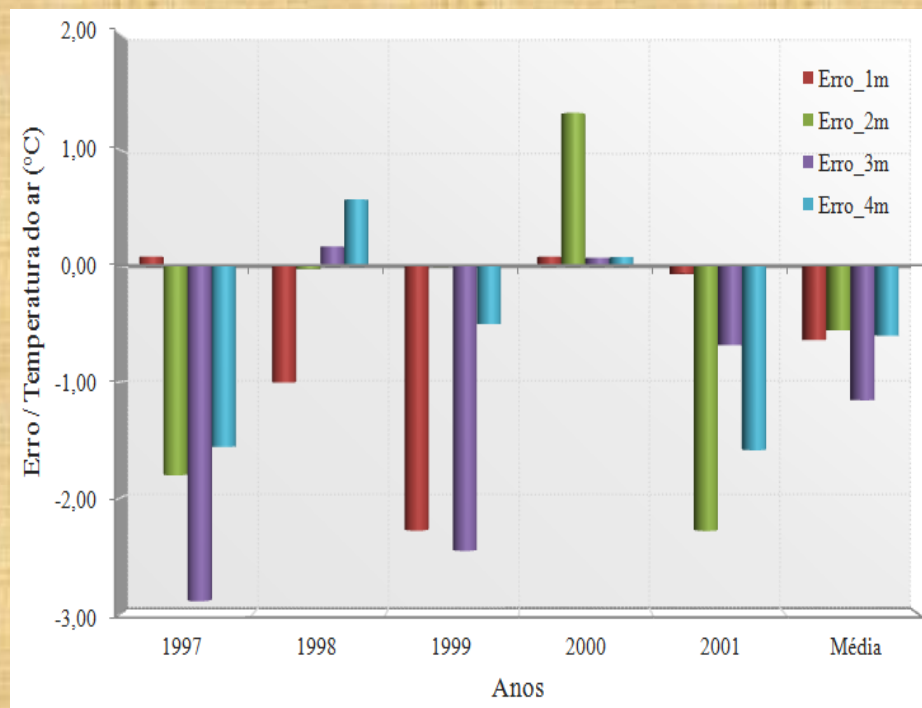
O NHF foi quantificado de acordo com relações estatísticas determinadas por Pedro Junior et al. (1979) para o estado de São Paulo.

Os autores estabeleceram equações para estimativa do NHF com temperaturas inferiores a 7,0°C (NHF<7) e 13°C (NHF<13) em função somente da temperatura média do mês de julho.

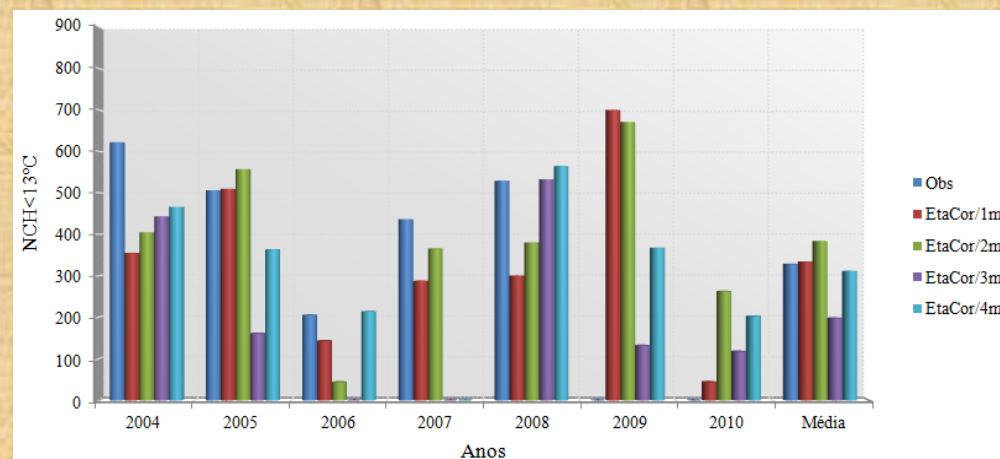
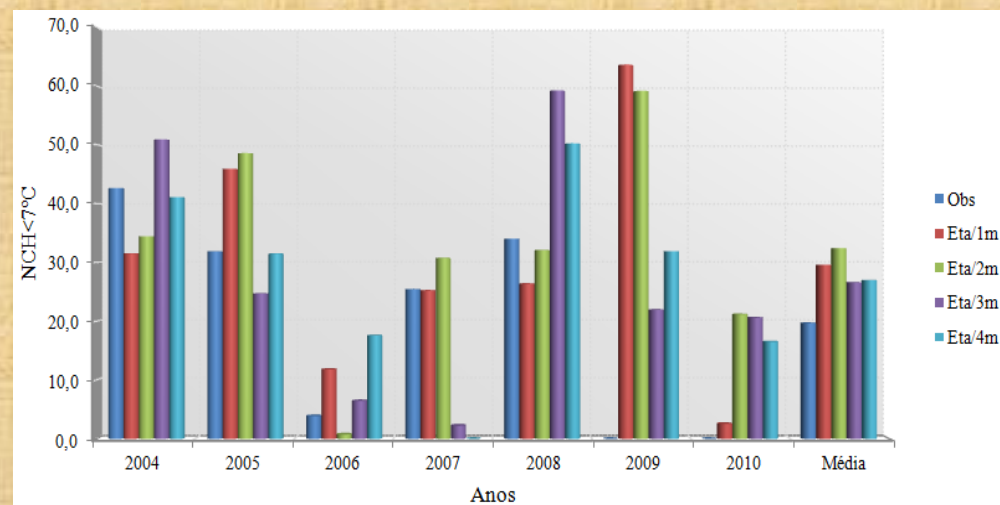
$$\text{NHF}<7 = 401,9038 - 21,5142 * \text{Tmed}_{\text{julho}}$$

$$\text{NHF}<13 = 4482,8811 - 231,2112 * \text{Tmed}_{\text{julho}}$$

Foram utilizados cinco anos de climatologia da previsão sazonal do Modelo realizadas por Bustamante et al. (2006), equivalente ao período de 1997 a 2001 e as previsões climáticas dos anos de 2004 a 2010, válidas para o mês de julho com prazos de um a quatro meses de antecedência.



Erros sistemáticos do modelo Eta para a localidade de Jundiaí-SP, para os anos de 1997 a 2001 e para a média do período



Valores de NHF (número de horas de frio) obtidos a partir de dados do modelo Eta para Jundiaí-SP (2004 a 2010), considerando: valores de temperatura do ar sem ajuste para NHF < 7 (A); com ajuste para NHF < 7 (B).

As previsões sazonais do modelo regional Eta podem fornecer informações do comportamento do NHF com prazos razoáveis de antecedência podendo contribuir potencialmente para o auxílio do planejamento das fruticulturas.

Melhorias:

Ampliar localidades

Ampliar período de meses



MUDANÇAS CLIMÁTICAS

CULTURA DO CAFÉ

Estimativa da ocorrência de temperatura máxima maior que 34°C durante o florescimento e maturação do para São Paulo, baseada no modelo Eta/CPTEC 40km – cenário A1B

Rodrigues et al. (2011)

Objetivo:

Analisar ocorrências de temperaturas máximas superiores a 34°C em Estado de São Paulo, durante o clima presente (1961-1990) e no clima futuro (2011-2100), utilizando o modelo de projeções climáticas Eta/CPTEC, resolução 40 km, para o cenário de mudanças climáticas A1B.

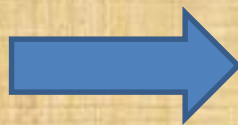
Temperaturas máximas extremas prejudicam a produção de grãos de café.



ANO 1											
PERÍODO VEGETATIVO											
Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago
(1) Vegetação e formação das gemas vegetativas						(2) Indução e maturação das gemas florais					
									Repouso		
ANO 2											
PERÍODO REPRODUTIVO											
Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago
(3) Florada, chumbinho e expansão dos frutos			(4) Granação dos frutos			(5) Maturação dos frutos			(6) Repouso, senescência dos ramos 3º e 4º		
Período reprodutivo (novo período vegetativo)									Autopoda		



Cereja

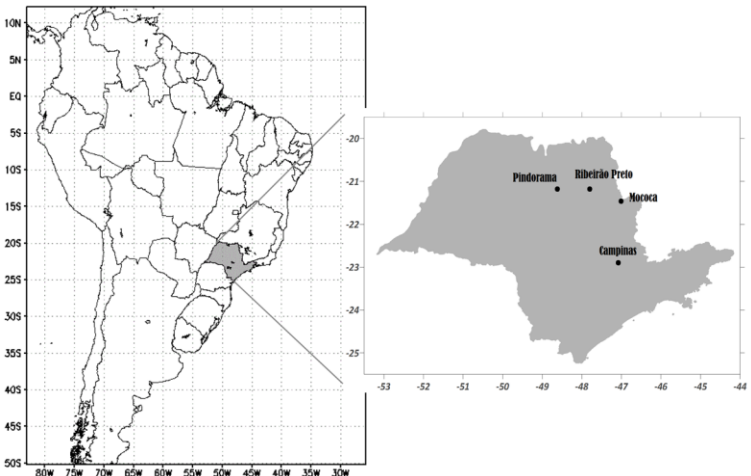


Altas temperaturas



Passa

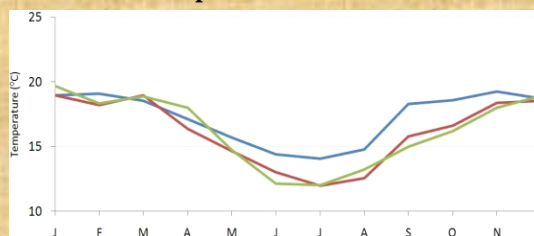
Pezzopane, J.R. et al., 2003



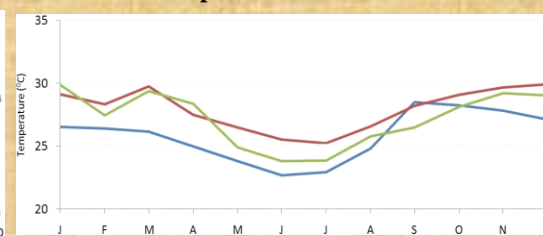
Locais de estudo Campinas, Mococa, Pindorama e Ribeirão Preto

Campinas

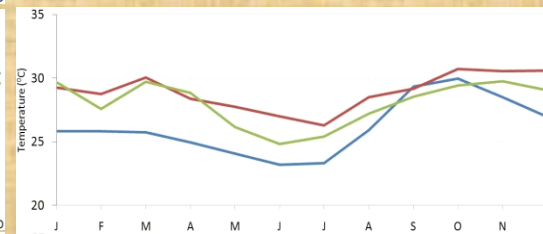
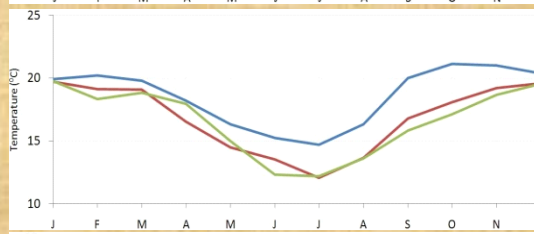
Temperatura Mínima



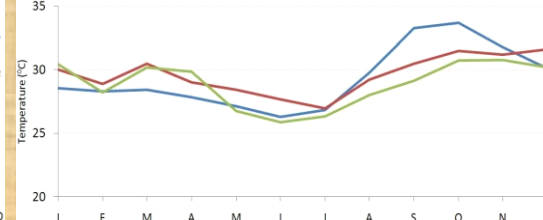
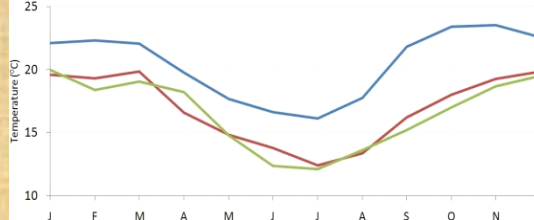
Temperatura Máxima



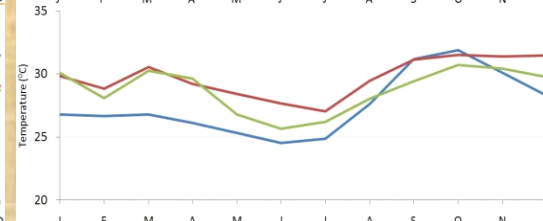
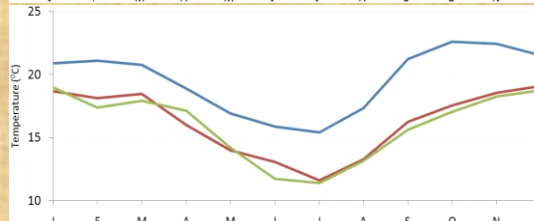
Mococa



Pindorama



Ribeirão Preto



Eta/CPTEC

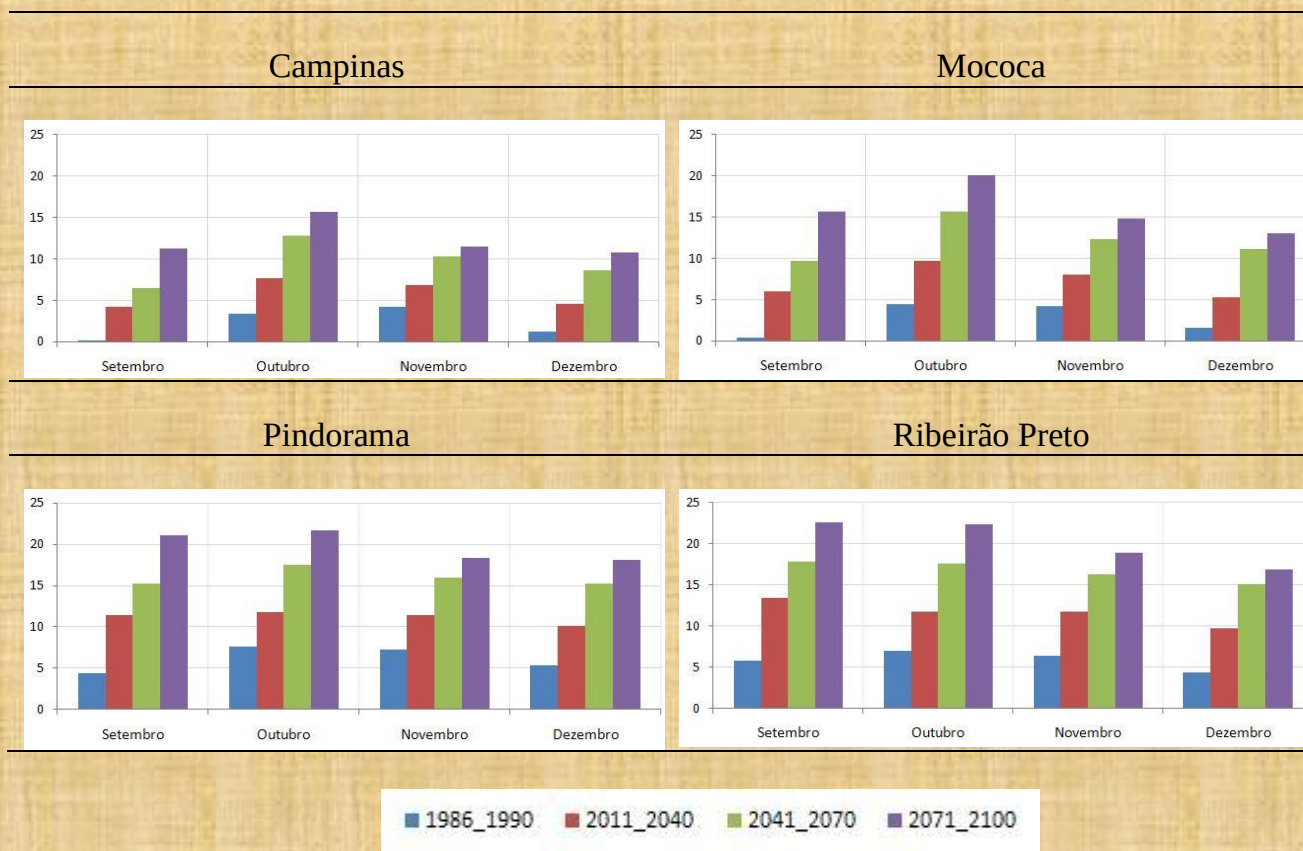
ETA/CPTEC_corr

Tobs.

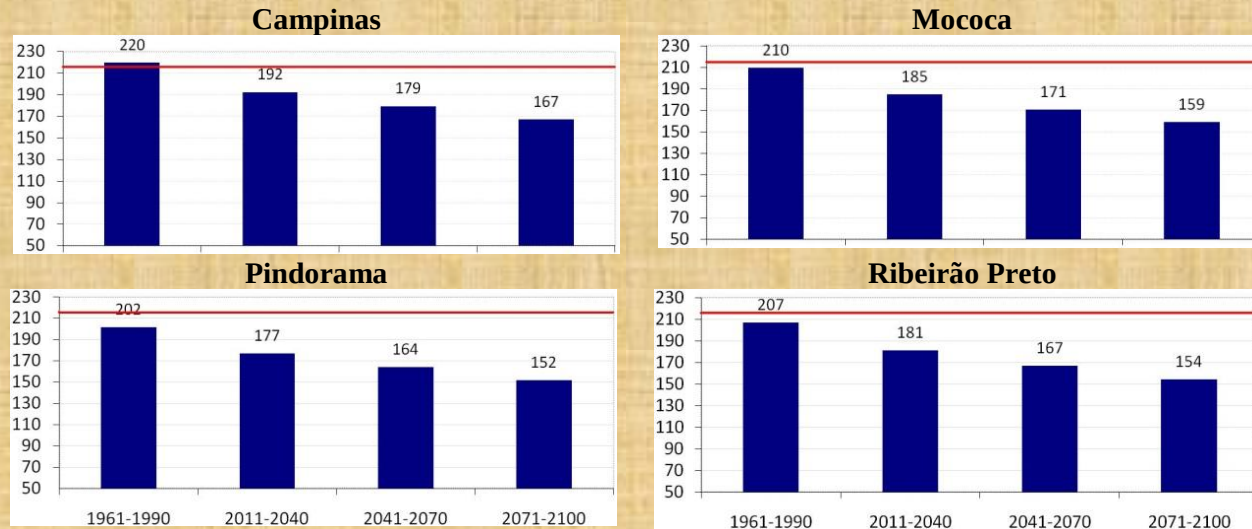
Simulações dos valores de temperaturas mínimas e máximas do modelo Eta/CPTEC, antes e após a remoção dos erros sistemáticos.

Período: 1986 a 1990.

Representação do número de dias com temperaturas máximas acima de 34°C durante os meses de setembro, outubro, novembro e dezembro. Observa-se um aumento do número de dias com temperaturas acima de 34°C para o período futuro (2011-2100).



Temperaturas elevadas aceleram o ciclo e prejudicam a formação do grão



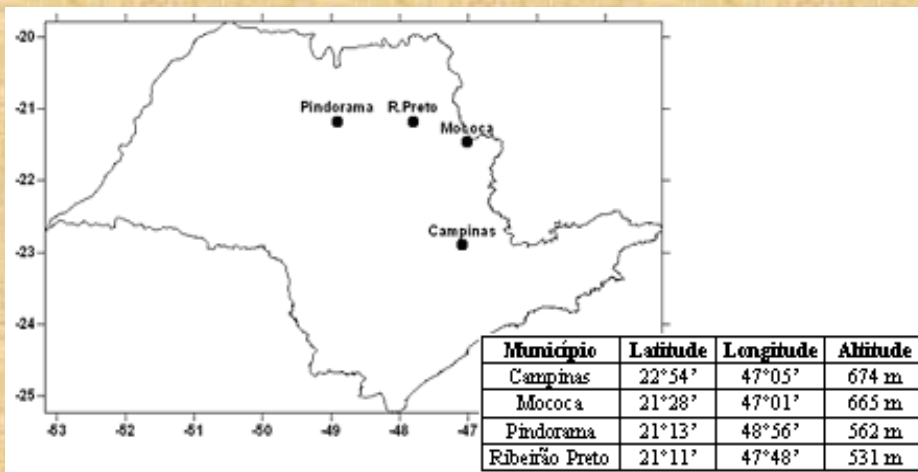
Duração dos estádios floração-maturação do café arábica (em dias), para total acumulado de GD de 2733°C.dia.

Cenário presente (1961-1990) e projeções do cenário A1B (2011-2040; 2041-2070; 2071-2100).

CULTURA DO CAFÉ

Ocorrência da doença ferrugem-do-café (*hemileia vastatrix*) em São Paulo, baseada nas projeções climáticas do Modelo Eta/CPTEC (cenário A1B-IPCC/SRES)

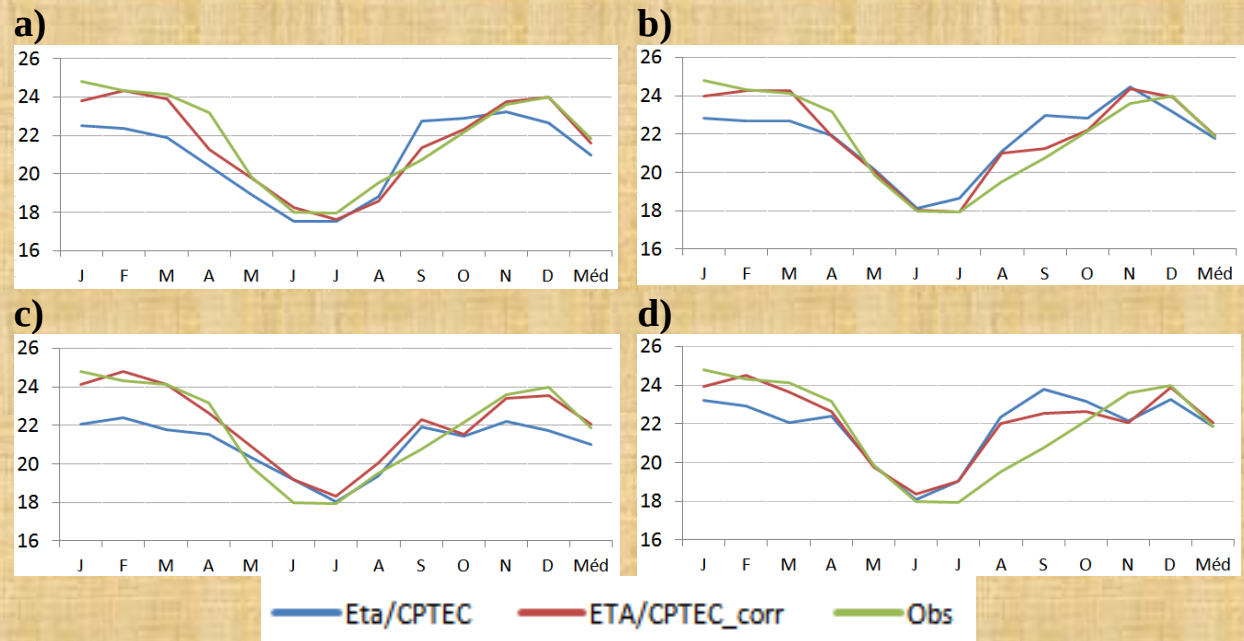




Locais de estudo – Estado São Paulo

Temperatura Média

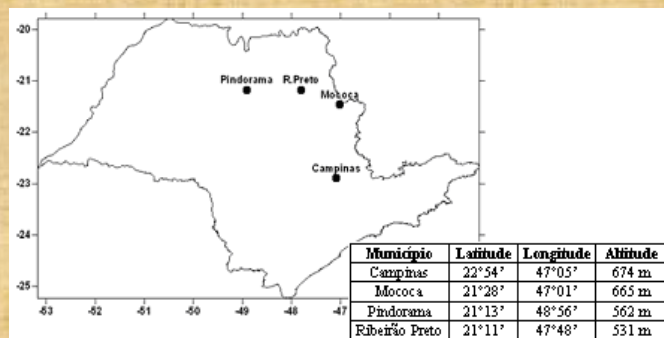
Temperaturas médias simuladas pelo modelo antes e após remoção dos erros sistemáticos e temperaturas médias observadas na estação meteorológica, em Campinas, para o período de 1986-1990, segundo os membros de simulação a) CNTRL, b) HIGH, c) LOW e d) MIDI.



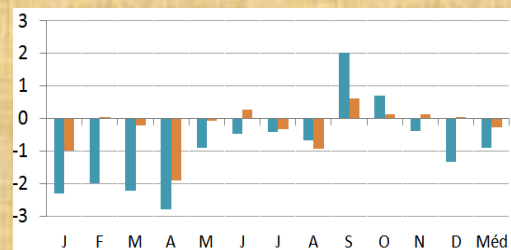
Meses	CNTRL	HIGH	LOW	MIDI
Jan	-1,30	-1,16	-2,07	-0,74
Fev	-1,98	-1,59	-2,42	-1,59
Mar	-1,99	-1,59	-2,33	-1,56
Abr	-0,87	0,04	-1,11	-0,22
Mai	-0,84	0,09	-0,61	0,10
Jun	-0,73	0,09	-0,03	-0,28
Jul	-0,10	0,75	-0,24	-0,01
Ago	0,24	0,09	-0,68	0,37
Set	1,40	1,75	-0,40	1,23
Out	0,57	0,64	-0,09	0,52
Nov	-0,50	0,08	-1,20	0,08
Dez	-1,33	-0,78	-1,83	-0,61
Média	-0,62	-0,13	-1,09	-0,23

Erros sistemáticos obtidos nas estimativas de temperaturas médias do ar ($^{\circ}\text{C}$) a partir do modelo Eta/CPTEC, segundo os diferentes membros de simulação.

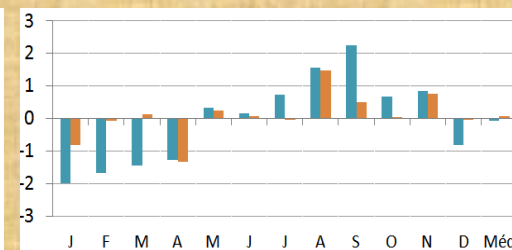
Exemplo: Campinas



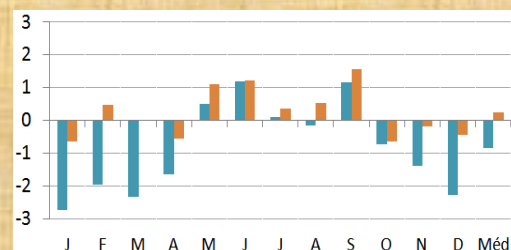
a)



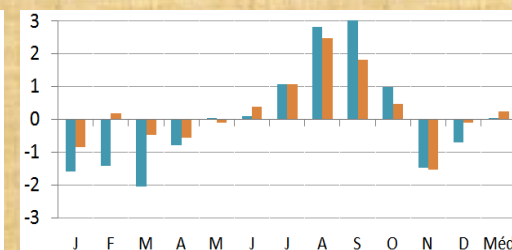
b)



c)



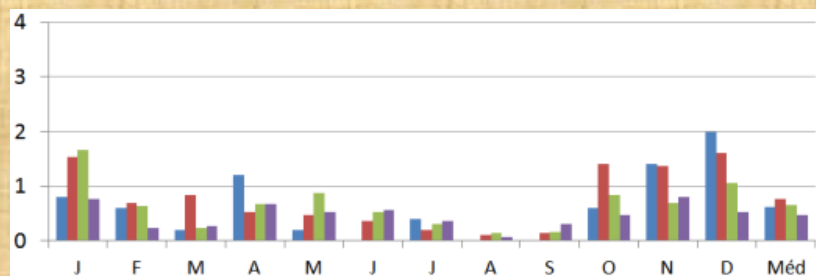
d)



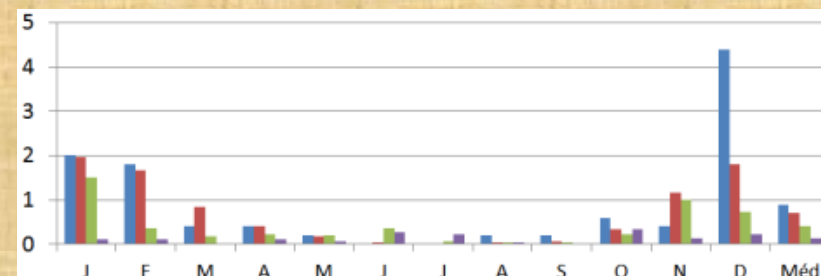
BIAS_Tmed BIAS_TmedCorr

Campinas

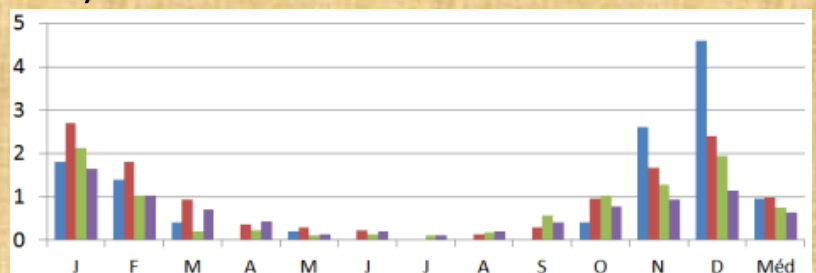
a) CNTRL



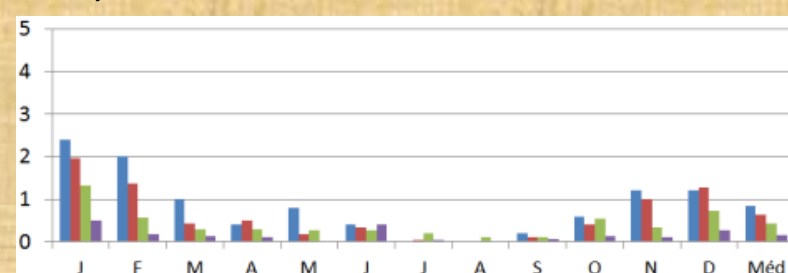
b) HIGH



c) LOW



c) MIDI



■ 1986_1990 ■ 2011_2040 ■ 2041_2070 ■ 2071_2100

Número de dias com condições ideais de temperatura média do ar e precipitação para a ocorrência de ferrugem-do-café nos períodos de 1986-1990; 2011-2040; 2041-2070; 2071-2099.

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DO CAFÉ PRODUZIDO EM SÃO PAULO, BASEADAS NAS PROJEÇÕES CLIMÁTICAS DO MODELO Eta/CPTEC (CENÁRIO A1B-IPCC/SRES)



Tabela 4. Classificação da qualidade sensorial da bebida do café, adaptado de Bressani (2007).

Qualidade sensorial da bebida do café	
Bebida Rio	Sabor forte e desagradável
Bebida Dura	Sabor adstringente, gosto áspero
Bebida Mole	Sabor suave e adocicado
Bebida Estritamente Mole	Sabor muito suave e adocicado

Tabela 5. Classificação da qualidade do café, segundo Camargo & Cortez (1998).

Relação das temperaturas médias com a qualidade natural da bebida	
Inaptidão por calor	T média Anual > 24°C
Bebida Rio	T média Anual > 23°C
Bebida Dura	21°C < T Média Anual < 23°C
Bebida Mole	18°C < T Média Anual < 21°C
Bebida Estritamente Mole Inaptidão por risco de Geadas	T média Anual < 18°C T Média Anual < 17° C

Classificação da qualidade da bebida do café, nas projeções do modelo Eta/CPTEC sem e com correção dos erros sistemáticos (Eta1 e Eta2, respectivamente), para as cidades de Campinas, Mococa, Pindorama e Ribeirão Preto, segundo os membros de simulação CNTRL, HIGH, LOW e MIDI.

Em que:

0 - Inaptidão por calor

1 - Bebida Rio

2 - Bebida Dura

3 - Bebida Mole

4 - Bebida Estritamente Mole

5 - Inaptidão por risco de Geadas

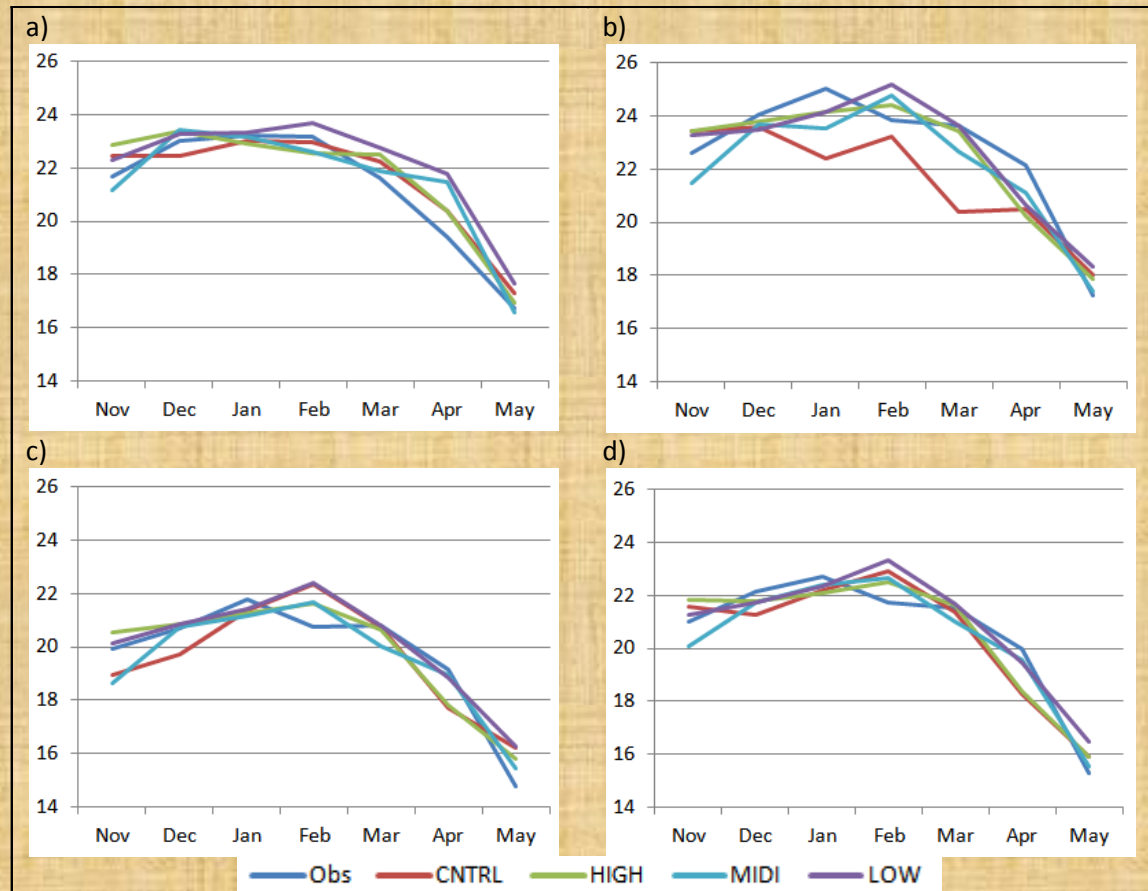
Tabela 15 – Classificação da qualidade da bebida do café, nas projeções do modelo Eta/CPTEC sem e com correção dos erros sistemáticos (Eta1 e Eta2, respectivamente), para as cidades de Campinas, Mococa, Pindorama e Ribeirão Preto, segundo os membros de simulação CNTRL, HIGH, LOW e MIDI.

CAMPINAS									
ANOS	Obs	CNTRL		HIGH		LOW		MIDI	
		Eta1	Eta2	Eta1	Eta2	Eta1	Eta2	Eta1	Eta2
1986-1990	2	3	2	2	2	3	2	2	2
2011-2040	-	2	1	1	1	2	2	1	1
2041-2070	-	1	0	0	0	2	1	0	0
2071-2099	-	0	0	0	0	1	0	0	0
MOCOCA									
ANOS	Obs	CNTRL		HIGH		LOW		MIDI	
		Eta1	Eta2	Eta1	Eta2	Eta1	Eta2	Eta1	Eta2
1986-1990	2	2	2	2	2	2	2	2	2
2011-2040	-	1	0	0	0	2	1	0	0
2041-2070	-	0	0	0	0	1	0	0	0
2071-2099	-	0	0	0	0	0	0	0	0
PINDORAMA									
ANOS	Obs	CNTRL		HIGH		LOW		MIDI	
		Eta1	Eta2	Eta1	Eta2	Eta1	Eta2	Eta1	Eta2
1986-1990	2	0	2	0	1	0	1	0	1
2011-2040	-	0	0	0	0	0	0	0	0
2041-2070	-	0	0	0	0	0	0	0	0
2071-2099	-	0	0	0	0	0	0	0	0
RIBEIRÃO PRETO									
ANOS	Obs	CNTRL		HIGH		LOW		MIDI	
		Eta1	Eta2	Eta1	Eta2	Eta1	Eta2	Eta1	Eta2
1986-1990	2	2	2	1	2	2	2	1	2
2011-2040	-	0	0	0	0	1	1	0	0
2041-2070	-	0	0	0	0	0	0	0	0
2071-2099	-	0	0	0	0	0	0	0	0

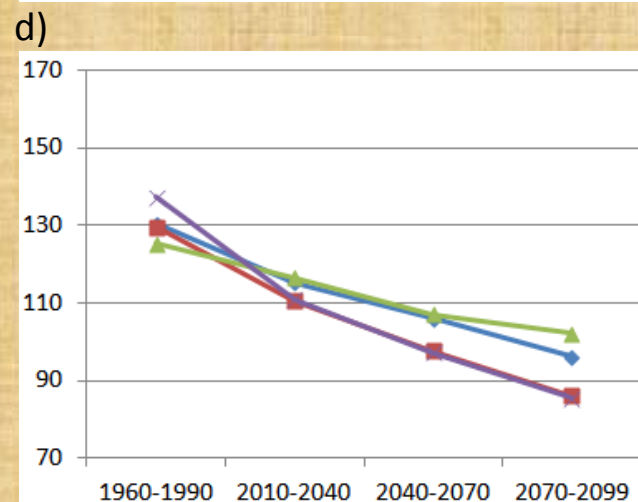
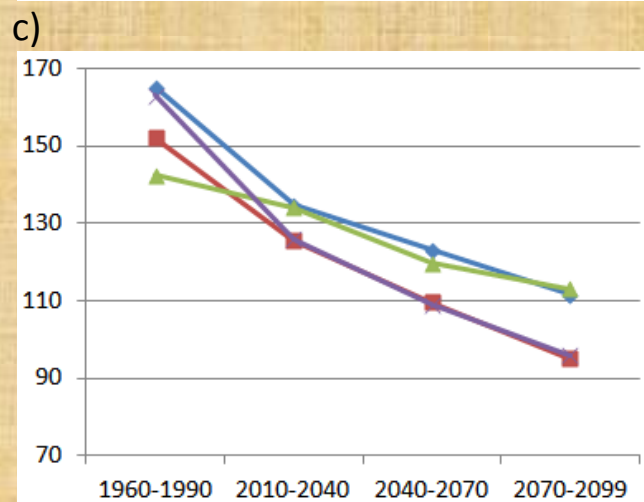
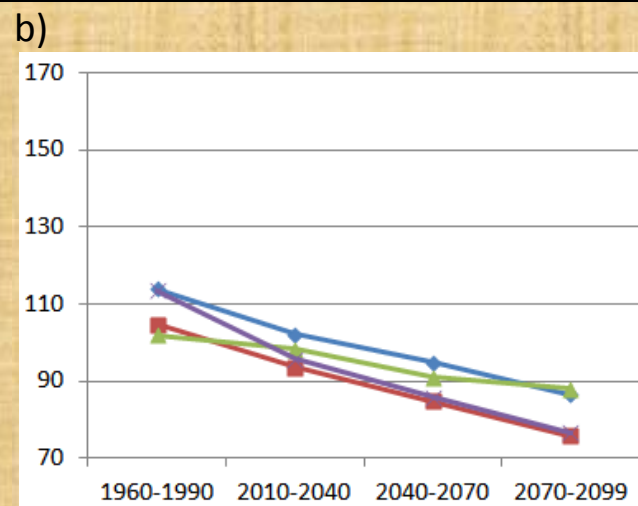
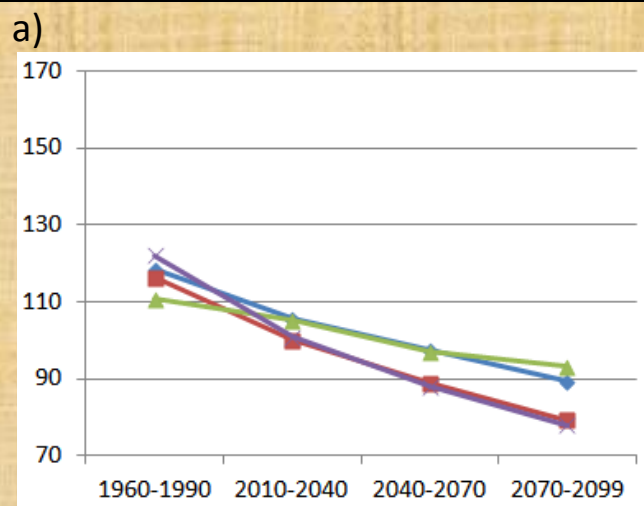
CULTURA DA SOJA

Projeções da duração do ciclo da cultura da soja baseadas no modelo regional Eta/CPTEC 40km (cenário A1B)

Tavares et al. (2010)



Temperatura média observada e simulada (membros CNTRL, HIGH, LOW e MIDI) após remoção dos erros sistemáticos do modelo, no período de 1986-1990, para as cidades de a) Cândido Abreu, b) Cerro Azul, c) Ponta Grossa e d) Telêmaco Borba – PR.



—◆— CNTRL —■— HIGH —▲— LOW —×— MIDI

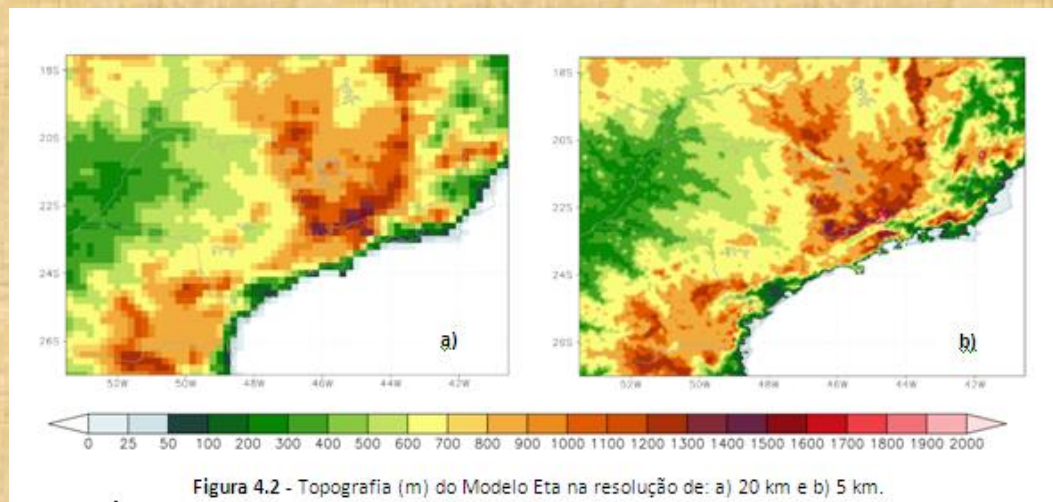
Média do número de dias do ciclo da cultura da soja por período, considerando 1030°C acumulados, para as cidades de a) Cândido Abreu, b) Cerro Azul, c) Ponta Grossa e d) Telêmaco Borba.

IMPACTOS DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS NA PRODUTIVIDADE DO CAFEEIRO EM ÁREAS DO SUDESTE DO BRASIL (tese de doutorado Priscila Tavares)

Modelo INLAND: incluindo a cultura do café no modelo

Modelo: Eta-HADGEM-ES

Projeções RCP (4.5 e 8.5)



Exemplo da topografia (m) do modelo Eta para 5km (Fonte: Tavares , 2015)



Obrigada!

Angelica Giarolla
Centro de Ciência do Sistema Terrestre/INPE
angelica.giarolla@inpe.br