

# ESTIMATIVA DA OCORRÊNCIA DE TEMPERATURA MÁXIMA MAIOR QUE 34°C DURANTE O FLORESCIMENTO E MATURAÇÃO DO CAFEIEIRO BASEADA NO MODELO ETA/CPTEC 40KM (CENÁRIO A1B)

DANIELA C. RODRIGUES<sup>1</sup>, PRISCILA TAVARES<sup>2</sup>, ANGÉLICA GIAROLLA<sup>2</sup>, SIN CHAN CHOU<sup>2</sup>, NICOLE C. RESENDE<sup>1</sup>, MARCELO B. P. DE CAMARGO<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Alunas do curso de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Lavras (UFLA), Minas Gerais, Brasil, e-mails: danic\_rodrigues@yahoo.com.br; nicole.resende@yahoo.com.br

<sup>2</sup>Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) / Centro de Ciências do Sistema Terrestre (CCST), São Paulo, Brasil, e-mails: priscila.tavares@inpe.br; angelica.giarolla@inpe.br; chou.sinchan@cptec.inpe.br

<sup>3</sup>Centro de Ecofisiologia e Biofísica-IAC/APTA, Campinas –SP, Brasil, e-mail: mcamargo@iac.sp.gov.br

*Apresentado no XVII Congresso Brasileiro de Agrometeorologia – 18 a 21 de Julho de 2011.  
SESC Centro de Turismo de Guarapari, Guarapari – ES.*

**Resumo:** Períodos prolongados com temperatura máxima do ar superiores a 34°C na floração e maturação do cafeeiro causam abortamento floral, prejudicando a produção dessa cultura. O objetivo desse estudo foi quantificar ocorrências de temperaturas máximas diárias acima de 34°C durante os períodos fenológicos floração-maturação do café arábica, para o clima presente e em simulações futuras do cenário A1B geradas pelo modelo Eta/CPTEC. As regiões produtoras do estado de São Paulo selecionadas foram: Campinas, Mococa, Pindorama e Ribeirão Preto. A partir das séries históricas de temperatura para esses locais, foram avaliadas e ajustadas as simulações do modelo Eta para o clima presente. Após a identificação e remoção do erro sistemático observou-se que o modelo apresentou um bom desempenho nas estimativas das temperaturas máximas do ar, mostrando valores próximos aos observados. As projeções indicaram aumento na frequência de dias com temperaturas máximas acima de 34°C, atingindo, em média, até 13 dias/mês a mais para o cenário futuro.

**Palavras-chave:** temperatura máxima, café, modelo Eta/CPTEC, mudanças climáticas

## ESTIMATE OF MAXIMUM AIR TEMPERATURE UPPER THAN 34°C DURING FLOWERING AND MATURITY COFFEE CROP PHASES BASED ON MODEL ETA/CPTEC 40KM (A1B SCENARIO)

**Abstract:** Periods with maximum air temperature upper than 34 °C during flowering and maturation phases causes flower bud abortion and reduction in the coffee yield. The objective was to quantify occurrences of maximum temperatures upper than 34 °C during the flowering and maturation phases for coffee crop, for present climate and for future scenario A1B generated from Eta/CPTEC model, 40Km. The locations in São Paulo state were selected: Campinas, Mococa, Pindorama and Ribeirão Preto. From air temperature observed data was possible to evaluate and adjust the model simulations for present climate. After checking systematic error for presente and future climate, it was observed that the model present good performance, with values similar to observed data. The projections indicated an increase in the frequency of days containing values of maximum temperature upper than 34°C, reaching up to 13 days/month for the future climate, on average.

**Keywords:** maximum temperature, coffee crop, Eta/CPTEC model, climate change.

## 1.0 Introdução

O clima e, principalmente a temperatura do ar, tem grande importância sobre as fases fenológicas do café, onde as fases de floração e maturação são as mais sensíveis a temperaturas elevadas. O período floração-maturação, que representa o período reprodutivo do cafeeiro, inicia-se normalmente a partir de setembro com o reinício das chuvas da primavera e estende-se posteriormente até dezembro (Zacharias et al., 2008). Segundo Iaffe et al. (2001), a ocorrência de períodos prolongados com temperaturas máximas do ar superiores a 34°C durante o período reprodutivo causa abortamento floral e formação de flores-estrelinhas, prejudicando a produção do cafeeiro. Neste sentido, o presente estudo teve como objetivo analisar as tendências de ocorrências de temperaturas máximas superiores a 34°C para as localidades de Campinas, Mococa, Pindorama e Ribeirão Preto, todas situadas no estado de São Paulo. Objetivo deste trabalho consistiu da avaliação do número de dias com temperatura máxima acima de 34°C para o clima presente (1961-1990) e para projeções do cenário A1B, geradas pelo modelo regional Eta/CPTEC, com resolução horizontal de 40km, o durante o período de florescimento e maturação do cafeeiro arábica.

## 2.0 Material e métodos

Os dados observados de temperatura do ar referentes ao período de 1961-1990 foram obtidos junto ao Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), para as seguintes localidades situadas no estado de São Paulo: Campinas (22,9°S; 47,08°W; 674 m), Mococa (21,46°S; 47,01°W; 665 m), Pindorama (21,23°S; 45°W; 918 m) e Ribeirão Preto (21,18°S; 47,8°W; 531 m). Os dados observados foram utilizados para análise e remoção dos erros sistemáticos do modelo. Utilizou-se a temperatura máxima de 34°C como limite para o estresse térmico do cafeeiro conforme Camargo et al. (2001) e Iaffe et al. (2001). Adotou-se o ciclo fenológico proposto por Camargo e Camargo et al. (2001) como referência (Figura 1), o qual é subdividido em seis fases distintas, sendo duas vegetativas e quatro reprodutivas, respectivamente: (1) vegetação e formação de gemas foliares; (2) indução e maturação das gemas florais; (3) florada; (4) granação dos frutos; e, (6) repouso e senescência dos ramos terciários e quaternários. Analisaram-se o período de setembro a dezembro, que representa o período de florescimento (3) e formação do grão (4), fases críticas do cafeeiro.

ANO 1											
<i>PERÍODO VEGETATIVO</i>											
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											
<i>PERÍODO REPRODUTIVO</i>											
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 3° e 4°		
Período reprodutivo (novo período vegetativo)						Autopoda					

Figura 1 - Vegetação e frutificação do cafeeiro arábica, abrangendo seis fases fenológicas, durante 24 meses. Adaptado de Camargo e Camargo (2001).

### 3.0 Resultados e discussão

Inicialmente realizou-se a avaliação da destreza do modelo Eta, a partir da análise do viés (erro sistemático) calculado conforme teste de Willmot et al. (1985). Foi observado, portanto, a tendência do modelo em superestimar (valores positivos) ou subestimar (valores negativos) da temperatura do ar. É importante ressaltar a ausência de dados observados de temperatura máxima para as cidades de Mococa e Pindorama, onde se sugere uma análise mais robusta para essas cidades. Os períodos de falhas estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Períodos com ausência de dados de temperatura do ar (°C)

Localidade	Dados	Período
Mococa	Temp. máxima	1961 a 1970
Pindorama	Temp. máxima	1961 a 1970

Na Figura 2 estão apresentados os valores da temperatura máxima referentes às simulações do modelo Eta/CPTEC antes e após a remoção dos erros sistemáticos, juntamente com os dados observados. Após a identificação dos erros sistemáticos realizada para 1961-1985 e a remoção do mesmo no período de 1985-1990 (período de teste), observou-se que o modelo apresentou um bom desempenho, mostrando valores próximos aos observados. Com o pressuposto de que os erros do modelo são persistentes, estes também foram removidos dos cenários futuros (2011-2040; 2041-2070 e 2071-2100). A avaliação do modelo foi feita para todos os meses do ano, entretanto, o enfoque desse trabalho abrangeu os meses de setembro, outubro, novembro e dezembro, os quais correspondem aos períodos de florescimento e formação dos grãos do café.

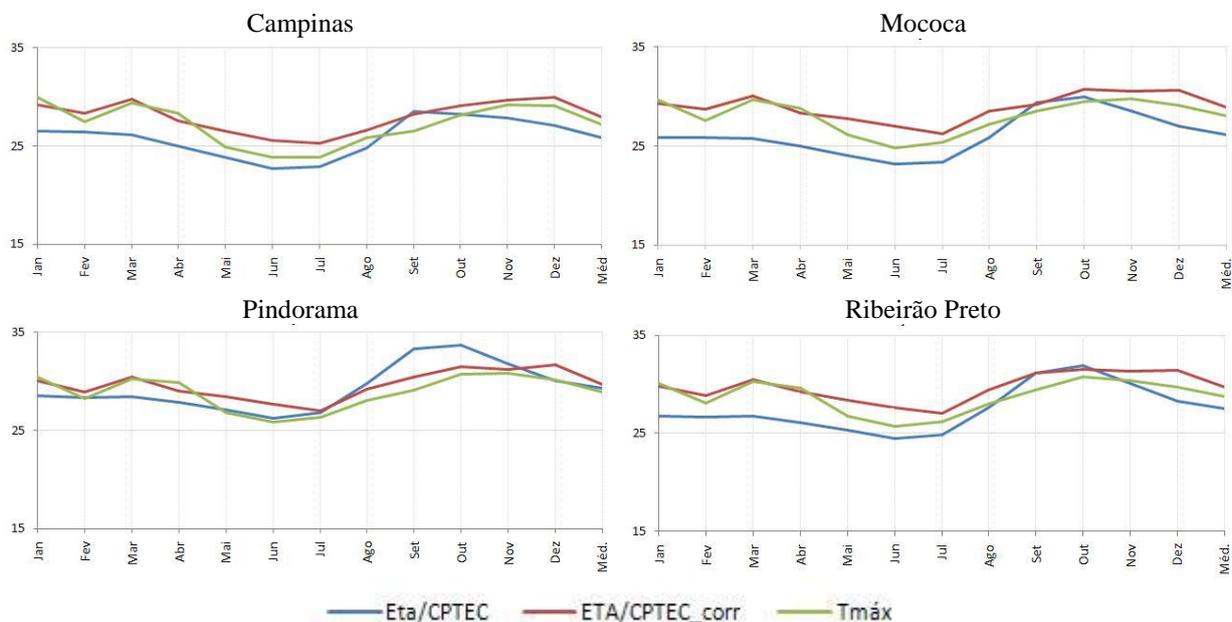


Figura 2 - Temperatura do ar simuladas pelo modelo regional Eta e valores observados, para as cidade de Campinas, Mococa, Pindorama e Ribeirão Preto – SP.

A Figura 3 contém os gráficos com a 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 cenário futuro (2011-2100). As simulações do modelo Eta apresentaram, no geral, maior frequência do número de dias com temperatura máxima acima que 34°C, sendo em média de 11 dias em Campinas, 14 dias em Mococa e Pindorama e de 15 dias em Ribeirão Preto, respectivamente, para o período de 2071 a 2100.

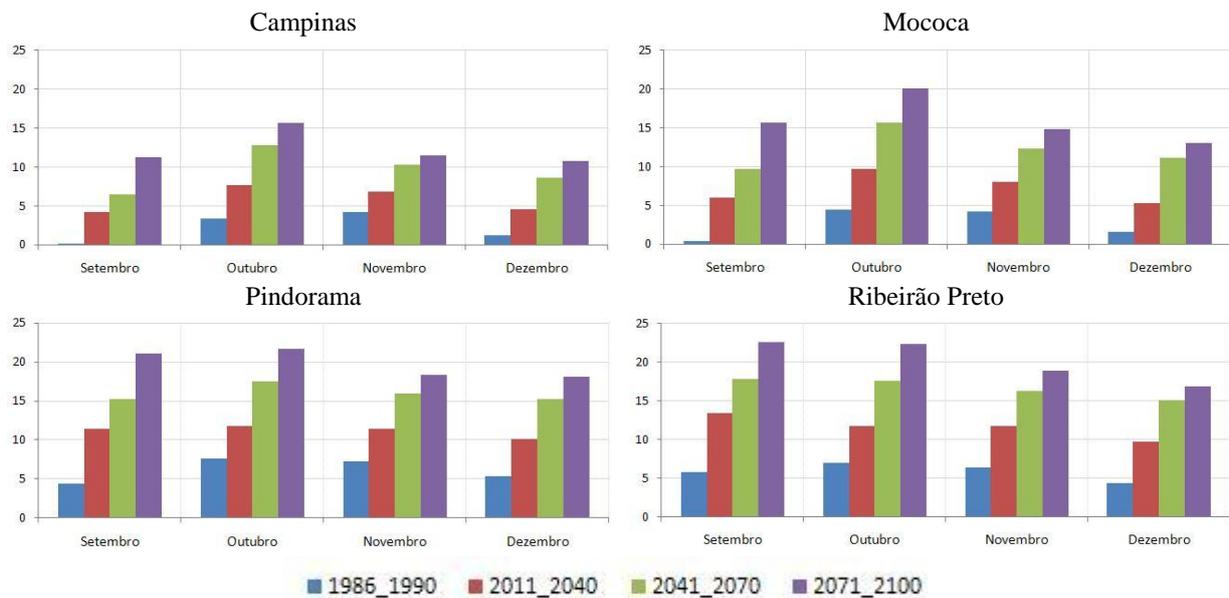


Figura 3 - Número de dias com temperaturas máximas acima de 34°C simuladas pelo modelo regional Eta/CPTEC durante os meses de setembro, outubro, novembro e dezembro para Campinas, Mococa, Pindorama e Ribeirão Preto – SP.

#### 4.0 Conclusões

O modelo Eta/CPTEC apresentou bom desempenho na simulação de temperaturas máximas durante o clima presente para as quatro localidades selecionadas no estado de São Paulo. Foi possível avaliar projeções de números de dias médios com temperaturas máximas acima de 34°C, durante os meses que correspondem ao período de floração e maturação do café arábica, para o cenário de mudanças climáticas A1B. Entretanto, sob o aspecto de mudança climática na cafeicultura, é importante ressaltar a revisão feita por Camargo (2010), a qual aborda o tema impacto da variabilidade e da mudança climática na produção de café arábica no Brasil e apresenta algumas estratégias as quais podem ser avaliadas para atenuar o impacto das temperaturas desfavoráveis, tais como: sistemas de sombreamento (arborização), plantio em altas densidades, manter solo vegetado, irrigação correta e adaptações agronômicas com foco em programas de melhoramento.

#### 5.0 Agradecimentos

Aos projetos FCO\_GOF-Dangerous Climate Change DCC e o PNUD BRA/05/31 e ao Instituto Agrônomo de Campinas – IAC, pela concessão dos dados observados.

## 6.0 Referências bibliográficas

CAMARGO, M. B. P. et al. Modelo agrometeorológico de monitoramento e de estimativa de quebra de produtividade como subsídio à previsão de safra de café (*Coffea arabica L.*): resultados preliminares. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 3., 2003, Porto Seguro. **Anais...** Brasília, DF: Embrapa Café, 2003. P. 75-76.

CAMARGO, A. P.; CAMARGO. M.B.P. Definição e esquematização das fases fenológicas do cafeeiro arábica nas condições tropicais do Brasil. **Bragantia**, Campinas, 60(1), 65-68, 2001.

IAFFE,A.; ARRUDA,F.B.; SAKAI,E. Estimativa da temperatura base e graus-dia do florescimento a colheita de cafeeiro Mundo Novo em Botucatu, SP. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 12., 2001, Fortaleza, CE. **Anais...** Fortaleza: SBA, 2001. p. 703-704.

ZACHARIAS, A.O.; CAMARGO, M.B.P.; FAZUOLI, L.C. Modelo agrometeorológico de estimativa do início da florada plena do cafeeiro. **Bragantia**, v.67, p.249-256, 2008