

# **O EFEITO DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS NA PRODUÇÃO DE CITROS PARA ALGUMAS LOCALIDADES DO ESTADO DE SÃO PAULO**

ANA MARIA H. DE AVILA<sup>1</sup>, LUCIANA A. S. ROMANI<sup>2</sup>, RENATA R. V. GONÇALVES<sup>3</sup>, PRICILA P. COLTRI<sup>4</sup>, HILTON S. PINTO<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Meteorologista, Pesquisadora Dra. do CEPAGRI, UNICAMP, Cidade Universitária Zeferino Vaz, 13083-970, Campinas, SP, Fone:(19) 3521 2460, E-mail: avila@cpa.unicamp.br. <sup>2</sup>Cientista da Computação, Pesquisadora Dra. da Embrapa Informática Agropecuária, Campinas-SP. <sup>3</sup>Engenheira Cartógrafa, doutoranda da Faculdade de Engenharia Agrícola – Feagri /Unicamp, Campinas-SP. <sup>4</sup>Engenheira Agrônoma, doutoranda da Faculdade de Engenharia Agrícola – Feagri /Unicamp, Campinas-SP. <sup>5</sup>Engenheiro Agrônomo, Professor Dr. do Cepagri/Unicamp, Campinas-SP

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

**RESUMO:** Este trabalho teve por objetivo fazer uma análise do potencial de produção de citros, considerando o clima presente (2000-2010) nas localidades de São José do Rio Preto, Limeira e Araraquara e projeções dos cenários de mudanças climáticas do modelo Eta, para a década de 2020-2030. Os resultados encontrados mostraram que poderão ocorrer secas mais prolongadas em São José do Rio Preto e chuvas em excesso em Limeira com significativo aumento das temperaturas nas três localidades, o que poderá alterar a produção de citros nas regiões estudadas.

**PALAVRAS CHAVE:** modelo Eta, balanço hídrico, temperatura, precipitação

**ABSTRACT:** This work aimed at assessing the citrus production potential considering the current climate (2000 to 2010) in São José do Rio Preto, Limeira and Araraquara cities. In addition, this work incorporates data from climate change scenario of the Eta model to decade 2020-2030. Results show a strong tendency to increase the dry season in São José do Rio Preto and excessive precipitation in Limeira. The significant rise in temperatures in three localities may compromise the citrus production in the studied sites.

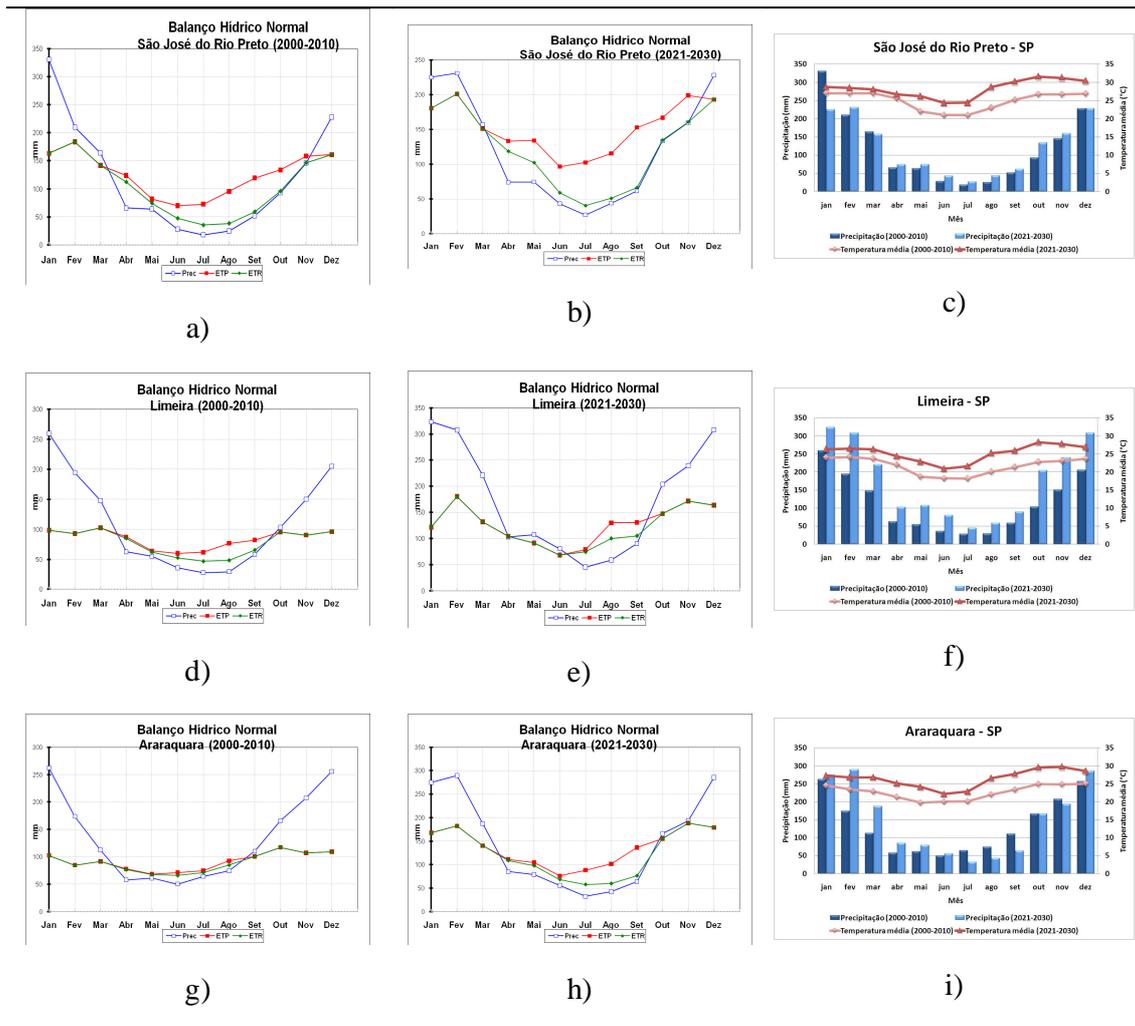
**KEY WORDS:** Eta Model, Water Balance, mean temperature, precipitation

**INTRODUÇÃO:** O Estado de São Paulo é responsável por mais de 70% da produção nacional de citros. Segundo a CONAB(2011), na safra agrícola 2009/2010, o Estado produziu 322,2 milhões de caixas. A cadeia produtiva da laranja gera mais de duzentos mil empregos diretos e uma receita cambial de exportação que varia entre US\$ 1,5 bilhão e US\$ 2,5 bilhões anuais, segundo a cooperativa de sucos SPRES (2011). O clima no Estado de São Paulo é especialmente benéfico para o desenvolvimento dos citros. O estresse hídrico entre os meses de junho e agosto auxilia a planta para a fase reprodutiva, ocorrendo a floração com o início das chuvas na primavera. Chuvas durante o inverno ou em excesso durante a floração podem comprometer a fixação dos frutos, induzir a múltiplas florações ou ainda favorecer a incidência de pragas e doenças (ORTOLANI et. al 1991). A fixação do fruto depende das condições climáticas, na pré-floração (temperatura e disponibilidade hídrica) e durante a floração (temperatura, chuva e vento). Falta de água e temperaturas elevadas contribuem para a abscisão dos frutos, além do mais, o estresse hídrico reduz a taxa de crescimento dos frutos, a quantidade e qualidade do suco dos frutos que atingem a maturidade (DOORENBOS & KASSAM, 1986). Segundo ORTOLANI et al (1991) pode ocorrer um aumento de 4cm<sup>3</sup> no fruto para cada 25mm de chuva. Este trabalho teve por objetivo avaliar o potencial

climático para a produção de nas localidades de São José do Rio Preto, Araraquara e Limeira, considerando o clima atual e os cenários de mudanças climáticas do modelo Eta para a década de 2020-2030.

**MATERIAL E MÉTODOS:** Neste trabalho utilizou-se dados medidos em estações meteorológicas e de cenários futuros do modelo Eta para as localidades de São José do Rio Preto (20,4°S; 49,2°W), Araraquara (21,4°S; 48,1°W) e Limeira (22,3°S; 47,2°W). Os dados de precipitação e temperatura foram obtidos no site Agritempo "<http://www.agritempo.gov.br>". Os cenários futuros de precipitação e temperatura foram obtidos do modelo de mudanças climáticas Eta do CPTEC/INPE. Esse Modelo foi configurado sobre a América do Sul e aplicado um *downscaling* utilizando as condições fornecidas pelo modelo global acoplado oceano-atmosfera HadCM3, está inserido no cenário A1B do SRES (Special Reports on Climate Change) do IPCC e tem grade de resolução de 40km (CHOU et al, 2010). O Modelo Regional Eta oferece quatro cenários de sensibilidade, alta, média, baixa e sem perturbação. Neste trabalho utilizou-se o sem perturbação. Para o estudo do clima, o modelo utiliza a concentração constante de 330ppm de CO<sub>2</sub>. Cada membro do *ensemble* é forçado com a mesma concentração de CO<sub>2</sub> e considera que o efeito das diferentes combinações de parâmetros pode alterar o grau e, em certa medida os padrões de mudança climática. A gama de aumento da temperatura média global até o final do século 21 fornecido por variantes deste modelo é de uma magnitude semelhante à escala dada pela AR4 *multi-model ensemble* (COLLINS et al. 2006). Também foram utilizados valores mensais de temperatura e precipitação diária, calculados para cada mês do ano, com base nos últimos 11 anos das séries (2000 a 2010). Para o cálculo da disponibilidade hídrica do solo foi utilizado o modelo do Balanço Hídrico Climatológico método de THORNTHWAITE & MATHER (1955), CAD (Capacidade de Armazenamento) de 125mm, desenvolvido por ROLIM et al (1998).

**RESULTADOS E DISCUSSÃO** Considerando que os municípios estudados são os principais produtores de citros no país, o clima atual desses municípios oferece condições de produção economicamente viáveis. Sendo assim, optou-se por fazer uma análise do clima atual com base em dados medidos nessas localidades e comparar com as projeções do modelo Eta. Ao se comparar o clima presente, com as projeções futuras do modelo Eta, verificou-se que as projeções futuras indicam um aumento da intensidade da estação seca entre o outono e a primavera na localidade de São José do Rio Preto mostra um longo período em que a precipitação é inferior a evapotranspiração potencial e o solo fica com deficiência hídrica entre os meses de abril e novembro. Na primavera, o início da estação das chuvas, começa a reposição de água no solo, mas devido ao longo período de deficiência hídrica, apenas em dezembro, a precipitação supera a evapotranspiração potencial, e os excedentes hídricos acontecem apenas nos meses de janeiro e fevereiro (Figura 1a). As localidades de Limeira e Araraquara mostram um maior período de excedente hídrico durante o ano (Figura 1d e Figura 1g).



**Figura 1:** Gráficos do balanço hídrico e de precipitação e temperatura média de São José do Rio Preto (a, b e c), Limeira (d, e e f) e Araraquara (g, h e i), década atual(2000-2010) e futuro (2020-2030).

Os dados de temperatura e precipitação gerados pelo modelo Eta, mostraram que o modelo acompanhou o padrão climatológico observado nas estações meteorológicas com chuvas no verão e estiagem entre o outono e primavera. No entanto, o modelo demonstra que há um aumento do período seco, tanto em intensidade quanto em duração, para a localidade de São José do Rio Preto (Figura 1b). Ressalta-se que o total de precipitação médio na década permanece praticamente inalterado (1425 mm no período atual e 1459 mm na década de 2020-2030). Entretanto, as temperaturas médias aumentam de 25°C para 28°C em 2020-2030. Salienta-se que os resultados ainda são preliminares e trata-se de modelo de projeções de cenários, entretanto dado que os eventos extremos poderão se intensificar, segundo o IPCC (2007), os resultados apontam para um possível aumento dos riscos climáticos na produtividade da laranja, em São José do Rio Preto. A produção de frutos, da floração à maturação, leva de 7 a 14 meses, e a colheita ocorre entre os meses de abril e dezembro. Segundo DOORENBOS & KASSAM, (1986), tanto na pré-floração quanto durante a floração, a falta de água e

temperaturas elevadas contribuem para a abscisão dos frutos, redução da taxa de crescimento dos mesmos, da quantidade e da qualidade do suco dos frutos que atingem a maturidade. Assim, o município de São José do Rio Preto passa a não mais fornecer condições climáticas adequadas ao cultivo da laranja.

Em Limeira, as chuvas poderão aumentar 50% entre a década atual e a década de 2020-2030 com os maiores volumes entre outubro e março (Figura 1f). Em Araraquara, poderá ocorrer um acréscimo nas chuvas superior a 100 mm entre a década atual e década de 2020-2030, com o total médio de chuvas passando de 1596 mm para 1756 mm entre 2020-2030 (Figura 1i) com os maiores volumes entre outubro e março. As temperaturas médias na década passarão de 23°C para 26°C. O resultado do balanço hídrico mostra um acentuado déficit hídrico entre julho e setembro, com aumento médio de temperatura de até 5 °C nesse período (Figura 1h e 1i).

### **CONCLUSÕES:**

Com base nos casos estudados, observou-se que poderá ocorrer mudança nos padrões climáticos nas próximas décadas. As temperaturas aumentaram nas três localidades estudadas e o aumento foi maior entre julho e setembro. As chuvas também aumentaram em algumas localidades, sobretudo entre outubro e março, o que evidencia uma tendência de aumento de extremos tanto de chuvas em excesso quanto de estiagem. O balanço hídrico mostrou que onde a chuva se manteve praticamente inalterada entre o período atual e o futuro, as elevadas temperaturas foram responsáveis pela intensificação do déficit hídrico. Como algumas localidades poderão ter maior variação no clima futuro em relação à década atual, considerando as necessidades hídricas para as variedades atuais de citros, aumentará o risco de produtividade nos municípios estudados, ou por excesso de chuvas ou pela falta dela.

### **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:**

CHOU, S. C., MARENGO, J. A., LYRA A. A., SUEIRO G., PESQUERO, J. F., ALVES L.M., KAY G. BETTS R., CHAGAS D. J., GOMES J. L., BUSTAMANTE J. F., TAVARES P. Downscaling of South America present climate driven by 4-member HadCM3 runs. **Clim. Dyn.**, doi:10.1007/s00382-011-1002-8.

COLLINS, M., B. B. BOOTH, G. R. HARRIS, J. M. MURPHY, D. M. H. SEXTON, AND M. J. WEBB (2006), Towards quantifying uncertainty in transient climate change, **Clim. Dyn.**, doi:10.1007/s00382-006-0121-0.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). **Safras**. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em 25. mar. 2010.

DOORENBOS, J. & KASSAM, A. H. – Yield response to water. Rome. FAO, 1979. 197p. (FAO Irrigation and Drainage Paper, 33). Doorenbos, J. & Kassam, A. H. – Yield response to water. Rome. FAO, 1979. 197p. (FAO Irrigation and Drainage Paper, 33). IPCC. **Climate change 2007: Fourth assessment report (AR4)**, 2007. Intergovernmental Panel on Climate Change.

ORTOLANI, A. A.: PEDRO JÚNIOR, M.: ALFONSI, R. R. Agroclimatologia e o cultivo dos Citrus. In: Citricultura brasileira. 2. Ed. Campinas: Fundação Cargill, 1001. V.1, p. 153-188.

PAULINO, S. E. P. ,VOLPE, C.A. Relação entre a produção de laranja Pêra e algumas variáveis meteorológicas, em Limeira, SP. Ver. Bras. Frut., v.23, n.1, p.130-133, 2001b.

ROLIM, G. S.,SENTELHAS, P. C.,BARBIERI, V. Planilhas no ambiente EXCEL TM para os cálculos de balanços hídricos:normal,sequencial,de cultura e de produtividade real e potencial.Revista Brasileira de Agrometeorologia,Santa Maria,v. 6,n.1,p133-137,1998.

SPRES. <http://www.sucospres.com.br>. Consultada em 25/03/2011.

THORNTHWAITE, C.W.; MATHER, J.R. **The water balance**. Centerton, NJ: Drexel Institute of Technology - Laboratory of Climatology, 1955. 104p. (Publications in Climatology, vol. VIII, n.1)

**AGRADECIMENTOS:** Ao CPTEC pela disponibilização dos dados e ao CNPq, Capes e FAPESP-Microsoft Research, pelo apoio financeiro.