

# **AValiação DO DESEMPENHO DE MODELOS GLOBAIS NA SIMULAÇÃO DE CENÁRIOS DE IMPACTOS DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS NA AGRICULTURA**

CELso MACEDO JUNIOR<sup>1</sup>, JURANDIR ZULLO JUNIOR<sup>2</sup>, HILTON SILVEIRA PINTO<sup>3</sup>, EDUARDO DELGADO ASSAD<sup>4</sup>

1 Meteorologista, Mestrando em Engenharia Agrícola, Faculdade de Engenharia Agrícola, UNICAMP, Campinas - SP, celso@cpa.unicamp.br 2 Eng. Agrícola/Matemático, Pesquisador Dr., CEPAGRI/UNICAMP, Campinas - SP. 3 Eng. Agrônomo, Pesquisador Dr., CEPAGRI/UNICAMP, Campinas - SP. 4 Eng. Agrícola, Pesquisador Dr., EMBRAPA/CNPTIA, Campinas - SP.

Apresentado no XVI Congresso Brasileiro de Agrometeorologia – 22 a 25 de Setembro de 2009 - GrandDarrell Minas Hotel, Eventos e Convenções - Belo Horizonte, MG.

**Resumo:** As mudanças climáticas e seus possíveis impactos vêm sendo amplamente discutidos pela sociedade mundial, principalmente, a partir da divulgação do quarto relatório do IPCC (2007). Os impactos no agronegócio podem acarretar mudanças drásticas no setor econômico do país, já que este é responsável por, aproximadamente, 37% dos empregos nacionais, 23% do PIB e 42% das exportações. Com base nisso, esse trabalho teve o objetivo principal de identificar e avaliar o desempenho dos modelos HadCM3 e IPCM4, considerando sua utilidade na avaliação dos impactos das mudanças climáticas na cultura da soja de ciclo precoce no Estado de São Paulo. Além disso, o trabalho pretendeu analisar, também, as alterações possíveis nas datas de plantio da cultura devidas a esses impactos. Os resultados obtidos mostram uma diminuição no número de municípios e áreas de baixo risco climático para o plantio da soja precoce nos modelos HadCM3 e IPCM4. No entanto, comparados entre si, o modelo HadCM3 apresenta-se mais pessimista para o cultivo da soja, no Estado de São Paulo no período 2070-2099.

**Palavras-Chave:** Zoneamento Agrícola, IPCC, soja

## **PERFORMANCE EVALUATION OF GLOBAL MODELS IN THE SIMULATION SCENARIOS OF IMPACTS OF CLIMATE CHANGE ON AGRICULTURE**

**Abstract:** Climate change and its potential impacts have been widely discussed in all the world, mainly from the dissemination of the fourth report of IPCC (2007). The impacts on agribusiness can have drastic changes in the economic sector of the country as it is responsible for approximately 37% of national jobs, 23% of GDP and 42% of exports. On that basis, that work was the main objective to identify and evaluate the performance of the models HadCM3 and IPCM4 considering its usefulness in assessing the impacts of climate change in the early soybean crop in state of São Paulo. Moreover, the work also sought to verify the possible changes in the dates of planting of the crop due to these impacts. The results show a decrease in the number of municipalities and areas of low risk to the planting of early soybeans in models HadCM3 and IPCM4. However, compared with each other, the HadCM3 model appears to be more pessimistic for the cultivation of soybeans in the state of São Paulo in the period 2070-2099.

**Keywords:** Agricultural Zoning, IPCC, soybean

**Introdução:** A elevação da concentração dos gases de efeito estufa (GEE), resultante da intensificação das atividades antrópicas, tem causado alterações significativas no clima da Terra (IPCC, 2007). A simulação de cenários climáticos futuros na agricultura é estratégica para que o agronegócio nacional possa preparar-se para reduzir os possíveis impactos negativos provocados pelo aquecimento global e suas alterações na interface solo-atmosfera. Modelos globais, como o HadCM3 e IPCM4, são importantes na determinação e desenvolvimento de modelos de escalas regionais que simulem cenários futuros, a fim de compreender as possíveis mudanças climáticas do planeta, como pode ser visto em MARENGO e VALVERDE (2006). De acordo com ASSAD e PINTO (2008), a produção de alimentos no país pode ter um déficit em torno de 11% em 2020, podendo chegar a 16% até 2070, se nenhuma providência de mitigação e adaptação às mudanças climáticas for tomada. O levantamento desses impactos tem sido realizado utilizando a metodologia do programa de zoneamento de riscos climáticos do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), considerando novas condições climáticas definidas pelos modelos de previsão existentes atualmente. Apesar da utilidade destes modelos e dos resultados obtidos e apresentados por ASSAD e PINTO (2008), ASSAD (2007), PINTO et al. (2008, 2007) e ZULLO JR et al. (2008, 2006), é importante que os cenários de impactos das mudanças climáticas na agricultura sejam sempre revisados considerando as previsões mais atuais possíveis e disponíveis. Por essa razão, é importante conhecer os vários modelos disponíveis, bem como a utilidade deles na avaliação de impactos nas mudanças climáticas na agricultura.

**Material e Métodos:** Os dados das anomalias de temperatura e precipitação, no período de 2070-2099, dos modelos IPCM4 e HadCM3, foram extraídos do sistema IPCC-Data. Os dados meteorológicos utilizados no zoneamento de riscos climáticos foram selecionados de séries históricas disponíveis no sistema AgriTempo ([www.agritempo.gov.br](http://www.agritempo.gov.br)). Depois de constituída a base de dados, dentro de uma rotina em linguagem FORTRAN, foram recalculadas as evapotranspirações potenciais (ETP) com as variações de temperatura e precipitação para os dois modelos, no período de 2070 a 2099. Dentro da mesma rotina, processou-se o zoneamento de riscos climáticos que pode ser visto no fluxograma apresentado por ZULLO JR et al. (2006), onde ainda estabeleceu-se um Índice de Satisfação de Necessidade de Água (ISNA) em cada ponto onde foi feita a simulação (SANS et al., 2001). Foram consideradas duas classes de ISNA para a cultura da soja de ciclo precoce (115 dias de duração), obtendo-se as classificações “alto risco” e “baixo risco” climático o cultivo da mesma. Além disso, foram considerados três tipos de solos, que correspondem ao valor da disponibilidade de água presente em cada um deles: 30mm para textura arenosa (solos de baixa disponibilidade hídrica), 50mm para textura média (solo de média disponibilidade hídrica) e 70mm para textura argilosa. A fim de observar possíveis mudanças nas épocas de plantio da cultura, simulações das épocas de semeaduras foram feitas a cada dez dias, compreendendo os meses de outubro, novembro e dezembro. A área de estudo foi o Estado de São Paulo.

**Resultados e Discussão:** As Tabelas 1 e 2 apresentam alguns resultados obtidos, correspondentes ao número de municípios classificados como sendo de baixo risco climático nos três tipos de solos utilizados, com as anomalias de precipitação e temperatura fornecidas pelos modelos HadCM3 e IPCM4, respectivamente, para o período de 2070 a 2099.

Tabela 1 – Número de municípios classificados como sendo de baixo risco para a cultura da soja de ciclo precoce, com base nos cenários propostos pelo modelo HadCM3, no período de 2070 a 2099, nos decêndios de outubro a novembro.

Data de Plantio	Solo I		Solo II		Solo III	
	Atual	Anom_P+T	Atual	Anom_P+T	Atual	Anom_P+T
01-10/OUT	377	6	554	82	561	314
11-20/OUT	470	40	561	215	561	497
21-31/OUT	490	41	561	215	561	497
01-10/NOV	490	17	561	145	561	459
11-20/NOV	406	7	561	94	561	322
21-30/NOV	404	0	561	83	561	313
01-10/DEZ	409	0	561	84	561	341
11-20/DEZ	409	0	561	91	561	406
21-31/DEZ	407	0	561	91	561	406

Tabela 2 – Número de municípios classificados como sendo de baixo risco para a cultura da soja de ciclo precoce, com base nos cenários propostos pelo modelo IPCM4, no período de 2070 a 2099, nos decêndios de outubro a novembro.

Data de Plantio	Solo I		Solo II		Solo III	
	Atual	Anom_P+T	Atual	Anom_P+T	Atual	Anom_P+T
01-10/OUT	377	47	554	120	561	258
11-20/OUT	470	63	561	159	561	329
21-31/OUT	490	73	561	203	561	411
01-10/NOV	490	73	561	203	561	411
11-20/NOV	406	67	561	190	561	377
21-30/NOV	404	75	561	203	561	378
01-10/DEZ	409	89	561	241	561	390
11-20/DEZ	409	89	561	245	561	393
21-31/DEZ	407	89	561	245	561	393

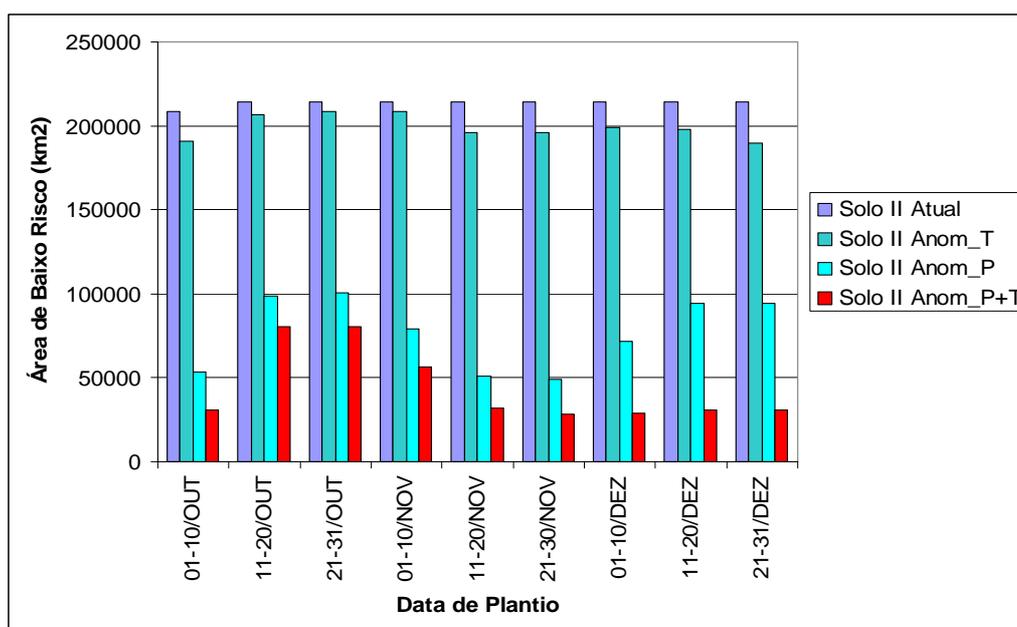


Figura 1 – Área do Estado de São Paulo com baixo risco climático para o plantio da cultura da soja de ciclo precoce, em solos de textura média, estimados com base no modelo HadCM3, no período 2070-2099.

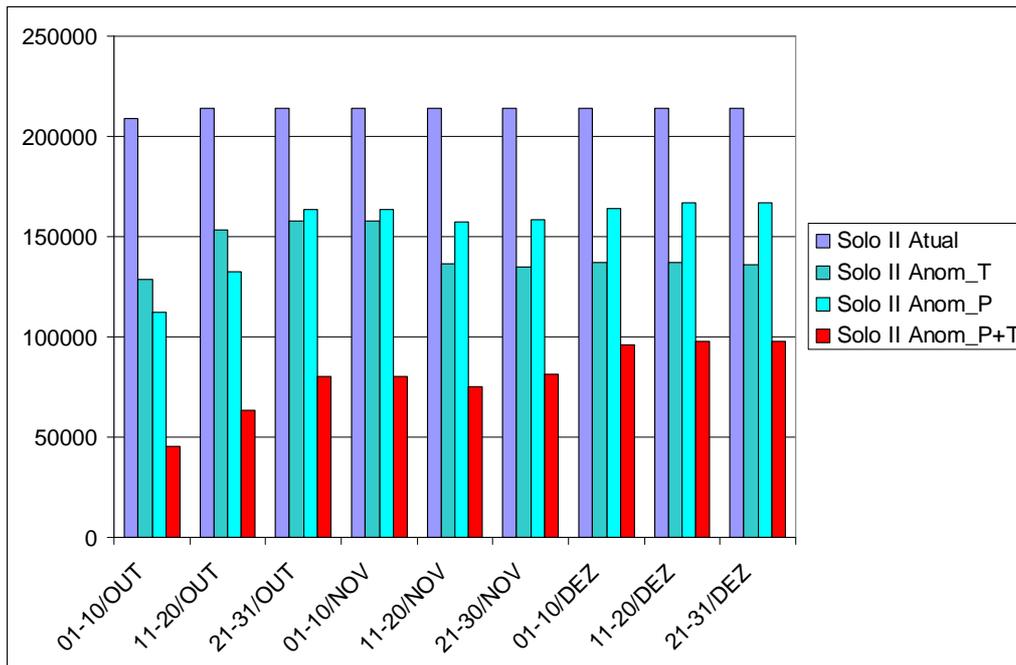


Figura 2 – Área do Estado de São Paulo com baixo risco ao plantio da cultura da soja de ciclo precoce, em solos de textura média, estimada com base no modelo IPCM4, no período 2070-2099.

Observa-se, através dos resultados apresentados nas Tabelas 1 e 2, uma diminuição do número de municípios com baixo risco climático no estado de São Paulo, no período de 2070-2099, nos dois modelos utilizados. Esse resultado corrobora o estudo descrito por ASSAD e PINTO (2008), mesmo para o modelo IPCM4 e adicionando a anomalia de precipitação, ampliando a confiança dos resultados alcançados. Analisando detalhadamente as Tabelas 1 e 2, pode-se observar que o modelo HadCM3 possui uma diferença maior entre o cenário atual para o cenário 2070-2099 dos solos I e II quando comparados ao modelo IPCM4. Analisando o solo II para o modelo IPCM4, observa-se uma área maior de baixo risco para a cultura (Figura 2), quando comparado ao modelo HadCM3. Isto pode ser devido a uma menor interferência da precipitação no modelo IPCM4, que gerou um resultado de menor risco climático para as áreas da cultura da soja de ciclo precoce no Estado de São Paulo. Interessante foi observar, também, a tendência similar da temperatura nos três meses avaliados, divergindo, apenas, nos valores absolutos. As Figuras 1 e 2 mostram as respectivas áreas de baixo risco climático para o cultivo da soja de ciclo precoce com as anomalias dos modelos HadCM3 e IPCM4. Em ambos os modelos, as áreas de baixo risco climático diminuem quando se compara o cenário atual com o período de 2070-2099 para o solo II, assim como foi visto para as culturas do café e milho em ZULLO JR et al. (2006). No entanto, o modelo IPCM4 é menos pessimista na redução de área quando comparado ao modelo HadCM3. Além disso, o modelo HadCM3 mostra que o período de plantio de menor risco encontra-se nos dois últimos decêndios do mês de outubro, diferentemente do modelo IPCM4, que aponta os três decêndios do mês de dezembro.

**Conclusões:** Analisando os resultados obtidos, observou-se, através da mesma metodologia utilizada no programa de zoneamento de riscos do MAPA, que os cenários de mudanças climáticas simulados nos modelos HadCM3 e IPCM4 indicam uma diminuição na área e no número de municípios com baixo risco climático para os três tipos de solos estudados da soja

de ciclo precoce. No entanto, quando se compararam os números absolutos, constatou-se que o modelo HadCM3 é mais pessimista comparado ao modelo IPCM4. Além disso, o modelo HadCM3 apontou o segundo e o terceiro decêndios do mês de outubro como os períodos de menor risco climático ao plantio da soja precoce no Estado de São Paulo. De forma dispare, o modelo IPCM4 apontou os três decêndios do mês de dezembro.

## Referencias:

ASSAD, E.D.; PINTO, H.S.; ZULLO JUNIOR, J. **Impacts** of Global Warming in the Brazilian Agroclimatic Risk Zoning. In: Pedro Leite da Silva Dias; Wagner Costa Ribeiro; Luci Hidalgo Nunes. (Org.). **A contribution to understanding the regional impacts of global change in South America**, 1.ed, São Paulo: Instituto de Estudos Avançados da Universidade de São Paulo, v.1, p.175-182, 2007.

ASSAD, E.D.; PINTO, H.S.; **Aquecimento Global e Cenários Futuros da Agricultura Brasileira. Revista Aquecimento Global e a nova Geografia da Produção agrícola no Brasil**, Embaixada Britânica, 2008. 82 p. Disponível em: <<http://www.agritempo.gov.br/climaeagricultura>>. Acesso em: 21/04/2009.

IPCC. **Climate Change 2007: the physical science basis**. Geneva, 2007. p.5-25 Disponível em: <<http://www.ipcc.ch/SPM2FEB07.PDF>>. Acesso em: 20/05/2009.

MARENGO, J.; VALVERDE, M.C. Desempenho dos modelos climáticos do IPCC em simular a precipitação presente e futura sobre o território brasileiro. In: XIV Congresso Brasileiro de Meteorologia (CBMET), 2006, Florianópolis. **Anais do XIV Congresso Brasileiro de Meteorologia (CBMET)**, 2006.

PINTO, H.S.; ZULLO JUNIOR, J.; ASSAD, E.D.; EVANGELISTA, B.A. O aquecimento global e a cafeicultura brasileira. **Boletim da Sociedade Brasileira de Meteorologia**, v.30, p.65-72, 2007.

PINTO, H.S.; ZULLO JUNIOR, J.; ASSAD, E.D. El calentamiento global y la agricultura brasileña. In: CEPAL. (Org.). **La Agricultura - Otra Víctima del Cambio Climático ?**, 1.ed, Santiago de Chile, Aún Creemos En Los Sueños, v.1, p.63-74, 2008.

SANS, L. M., ASSAD, E. D., GUIMARÃES, D. P., AVELLAR, G. Zoneamento de riscos climáticos para o milho para a região centro-oeste do Brasil e para o Estado de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**. Santa Maria.v.9. Número especial, p: 527-535. 200, 2001.

ZULLO JR, Jurandir ; PINTO, H. S. ; ASSAD, E. D. ; FONSECA, M. F. Impacto das Variações de Temperatura e do Regime de Chuvas, Segundo Prognóstico do IPCC, no Zoneamento de Riscos Climáticos do Café e Milho, no Estado de São Paulo, Brasil. **Mudanças Climáticas Globais e Sistemas de Produção Agropecuária, Florestal e Agroflorestal Brasileiros**, v. 1, p. 16-26, 2006.