

EFEITO DOS PARÂMETROS ORBITAIS SOBRE O CLIMA DA AMÉRICA DO SUL

Maria Luciene Dias de Melo*¹

Jose Antonio Marengo*²

RESUMO O clima de 6000 anos representa um bom teste para avaliar o desempenho do MCGA por diversas razões: principalmente, por ser um período marcado por uma mudança climática natural e devido à existência de indicadores paleoclimáticos referentes a esse período, os quais podem validar o modelo, e à possibilidade de comparar os resultados dessa integração com simulações-padrão realizadas pelo PMIP I e II. É possível modelar o clima do Holoceno Médio (HM) a partir de simples mudanças parâmetros orbitais e concentração de CO₂. O objetivo deste estudo é analisar o clima e a variabilidade climática no HM, para América do Sul. Os mecanismos e feedbacks do clima passado têm grande importância no entendimento da variabilidade do clima do presente e pode ajudar a compreender mudanças climáticas futuras a partir de simulações usando modelos climáticos globais.

ABSTRACT The climate of 6000 years ago represents a good test bed for evaluating atmospheric general circulation model (AGCM) performance for several reasons. It is a relatively recent paleoclimate period and consequently data records of climate indicators are available. It is possible to model the climate Mid-Holocene with simple changes to model boundary conditions, especially changes in orbital parameters, and this was the case of various model intercomparison projects, such as the PMIP results, as well as papers from various modeling centers, using the ISPL model. The objective of this study is to analyze the climate and climate variability in the Mid-Holocene (6000 years before present) for South America. The past mechanisms and feedbacks of the climate have a great importance in its variability understanding in the present and in future climate change simulations using global climate models.

¹ luciene@cptec.inpe.br

² marengo@cptec.inpe.br

*Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos/Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (CPTEC/INPE), Rodovia Presidente Dutra - km 40, Cachoeira Paulista, SP. Fone:+550xx12 31868400

“Palavras-chave”: parâmetros orbitais, Holoceno Médio, modelo do CPTEC

INTRODUÇÃO

A avaliação da performance do modelo sob condições climáticas extremas de um passado geológico recente (ex: Holoceno Médio ou o Último Máximo Glacial) oferece uma boa oportunidade para avaliar como os modelos respondem a grandes mudanças na forçante climática (natural ou antropogênica) e fornecer credibilidade para modelar o futuro.

Embora a precisão de simulações do clima presente seja muito importante, isso não garante que o modelo simulará mudanças climáticas com certo grau de credibilidade. Sendo assim, a avaliação do desempenho dos MCGA sob condições climáticas marcantes como o Holoceno Médio, pode fornecer uma oportunidade de avaliar a resposta dos modelos às grandes mudanças como, por exemplo, na forçante solar, e fornecem credibilidade para modelagem futura (Jossaume e Taylor, 1995).

A descrição do clima passado, derivada de dados paleoclimáticos, é muito útil por oferecer uma perspectiva da possível faixa de mudança climática, indícios de como o sistema climático trabalha e também gerar conjunto de dados para testar teorias (exemplo: ciclo de Milancovich) e modelos de mudanças climáticas (Hartmann, 1994).

O clima de 6000 anos atrás (HM) representa um bom teste para avaliar o desempenho dos MCGA, principalmente, por ser um período marcado por uma mudança climática natural e devido à existência de indicadores paleoclimáticos referentes a esse período, os quais podem validar o modelo, e à possibilidade de comparar os resultados dessa integração com simulações-padrão realizadas pelo Paleoclimate Modelling Intercomparison Project (PMIP) I e II. Pois a radiação solar disponível no topo da atmosfera, no período do HM, foi significativamente diferente da quantidade de radiação nos dias de hoje, isso devido à mudança dos parâmetros orbitais. Há 6000 anos atrás (6k), durante o verão do Hemisfério Norte (aproximadamente agosto) a Terra esteve mais próxima do sol (periélio) do que no presente. Como resultado o ciclo sazonal da insolação foi modificado.

Vários estudos foram realizados, com o intuito de simular o clima do Holoceno Médio, principalmente pelo PMIP. No entanto, a maioria desses estudos tem ênfase sobre o Hemisfério Norte e reportaram importantes mudanças no sistema de monção da Ásia e África. Estudos paleoambientais

têm sido realizados para diversas regiões da América do Sul e fornecem uma representação do clima no passado. Esses estudos revelaram um comportamento mais seco durante o HM sobre a região amazônica (Turcq *et al.*, 1998; Behling *et al.*, 2000; Turcq *et al.*, 2002) e sul e sudeste brasileiro (Behling, 2001; Turcq *et al.*, 2002). Além disso, Mayle *et al.* (2000) e Haug *et al.* (2001) verificaram o deslocamento da ZCIT para sul no HM, justificando os resultados de Silva Dias *et al.* (2002) que, utilizando o modelo do Institut Pierre Simon Laplace (IPSL), verificaram que a região nordeste do Brasil encontrava-se mais úmida e mais fria (principalmente no verão) e, em média, a estação seca era mais curta, durante o Holoceno Médio.

Com base no exposto, o objetivo geral deste trabalho é analisar, a partir do modelo de circulação geral atmosférica do CPTEC T062L28, as variações climáticas durante o HM, com enfoque sobre a América do Sul. Isso foi feito a partir da modificação dos parâmetros orbitais (obliquidade, excentricidade e precessão) e concentração de dióxido de carbono (CO₂), utilizando o conjunto de TSM climatológica do PMIP. Essas simulações serão comparadas com as realizadas pelo PMIP I e dados paleoclimáticos, para compreender como o modelo do CPTEC responde às mudanças climáticas e avaliar as diferenças do clima da América do Sul no presente e durante o Holoceno Médio.

MATERIAL E METODOLOGIA

Neste trabalho foram analisados dois conjuntos de integrações longas de 40 anos, uma para o período do HM (HM1) e outra para o clima do presente (CP). Para isso, utilizou-se o MCGA do CPTEC com resolução T062L28, que representa uma resolução horizontal de 200 km² (Cavalcanti, 2002). As condições iniciais utilizadas foram às análises do National Center for Atmospheric Research/National Centers for Environmental Prediction (NCAR/NCEP), do dia primeiro a cinco de novembro de 1982. As condições de contorno referem-se a um conjunto de TSM climatológica observada do Atmospheric Model Intercomparison Project (AMIP), para o período de 1956 a 2003 (Tabela 1).

Experimento	Parâmetros Orbitais	TSM	Concentração de CO ₂
CP	Atual	AMIP	345 ppm
HM1	Berger (1978)	AMIP	280 ppm (Petit, <i>et al.</i> 1999).

RESULTADOS E CONCLUSÕES

As mudanças nos parâmetros orbitais da Terra (excentricidade, obliquidade e precessão), para o período do Holoceno Médio, fizeram com que o ciclo sazonal da insolação fosse modificado em ambos os hemisférios. No Hemisfério sul ocorreu uma atenuação do ciclo sazonal e no norte uma intensificação do ciclo, para o período do Holoceno Médio. Confrontando os resultados das simulações do MCGA do CPTEC T062L28 com dados paleoclimáticos, resultados do PMIP e estudos paleoclimáticos verificam-se que, em geral, o modelo conseguiu simular os padrões de grande escala para o período do Holoceno Médio. Sugerindo que o Nordeste brasileiro encontrava-se mais frio e úmido para o período do HM e a região sul e sudeste esteve mais seca para aquele período (Figura 1), concordando com os resultados encontrados pelo Valdes (2000), que analisou simulações de 19 modelos de circulação geral atmosférica, sob as mesmas condições de contorno e iniciais.

Nos campos de vento médio sazonal no nível de 850 hPa, verificou-se uma redução da intensidade do fluxo médio em 850 hPa, sobre o continente, durante o Holocene Médio, especialmente durante o verão e primavera, isso é principalmente devido à diminuição na variação sazonal da insolação no hemisfério sul, fazendo com que ocorram menores gradientes de temperatura continente-oceano. Diante disso, algumas mudanças significativas podem ser observadas como a desintensificação da circulação da alta subtropical do Atlântico Sul; diminuição do escoamento a leste dos Andes e essa diminuição pode ter um impacto significativo no transporte da umidade da bacia Amazônica para a região central e sudeste, e conseqüentemente sobre a formação e intensidade das ZCAS; desintensificação dos ventos alísios de nordeste o que pode explicar o deslocamento mais ao norte da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) e diminuição da convergência dos ventos sobre a região Amazônica, o que pode explicar a redução da precipitação nessa região durante o Holoceno Médio (Figura 1). Também foi observado uma mudança de sinal do vento entre as estações de verão e inverno, sobre a região amazônica, isso sugere que circulação de monção da América do Sul, também existiu no período do Holoceno Médio. Os resultados, de maneira geral concordam com as simulações padrões do PMIP e com estudos paleoambientais.

Os resultados sugerem, que o MCGA do CPTEC, captou de maneira geral os padrões de grande escala da atmosfera e como já foi testado para o presente e para um período geológico recente, marcado por uma mudança climática natural, o Holoceno Médio, este modelo pode ser considerado apto para realizar cenários do clima futuro.

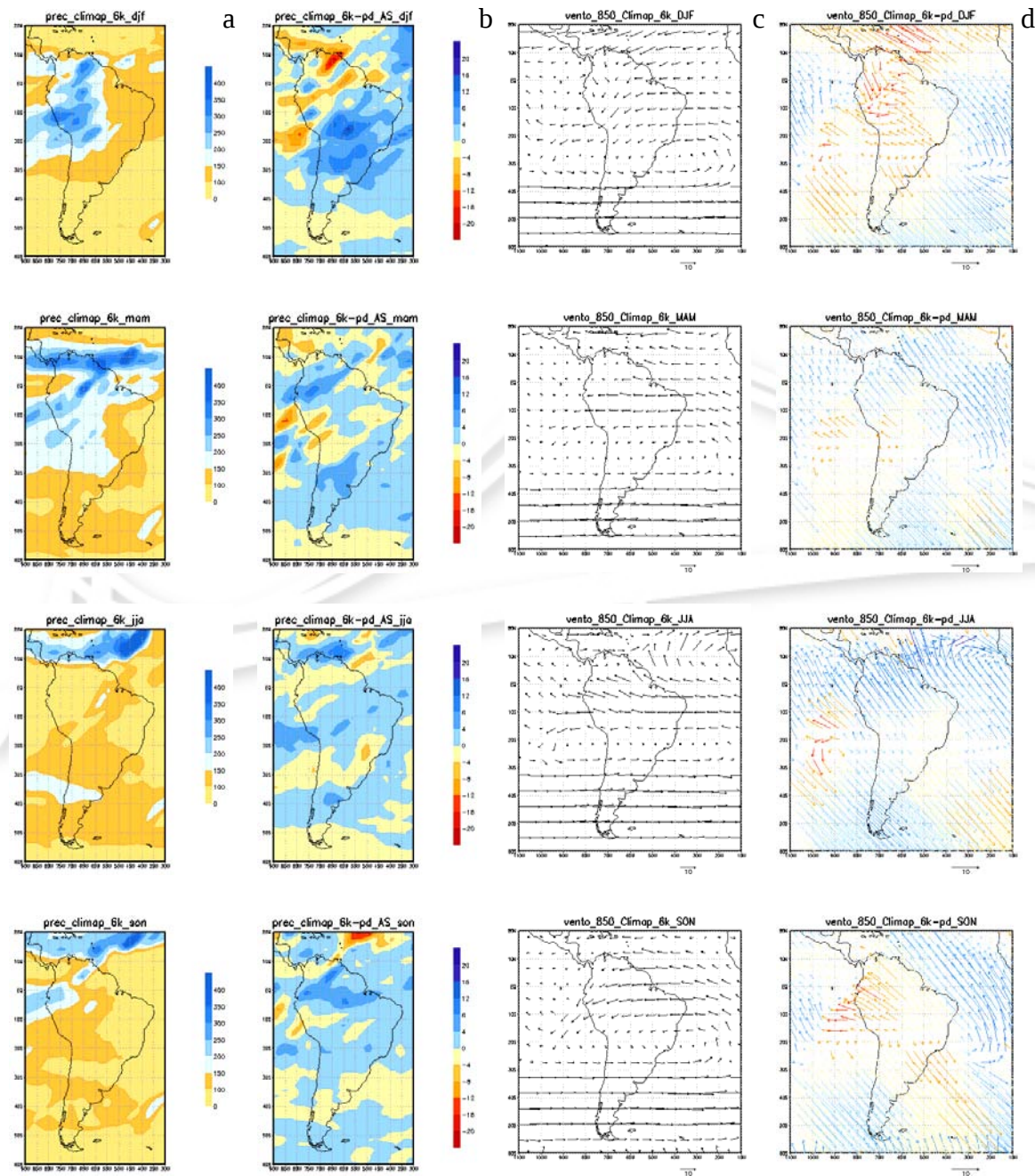


Figura 1 – (a) Precipitação média sazonal para o HM1; (b) Diferença da precipitação média sazonal entre HM1 e CP; (c) Vento médio sazonal no período do HM1 e (d) diferença vento médio sazonal no nível de 850 hPa, entre HM1 e CP. i) DJF; ii) MAM; iii) JJA e iv) SON.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BEHLING, H.; NEGRET, A. J.; HOOGHIEEMSTRA, H. Holocene Amazon rainforest-savanna dynamics and climatic implications: high-resolution pollen record from Laguna Loma Linda in eastern Colombia. **Journal of Quaternary Science**, v. 15, n. 7, p. 687-695, 2000.
- BEHLING, H. South and southeast Brazilian grasslands during Late Quaternary times: a synthesis. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**, v. 2710, p. 1-9, 2001.
- BERGER, A. L. Notes and Correspondence: Long-Term Variations of Daily Insolation and Quaternary Climatic Changes. **Journal of Atmospheric Science**. 35, 2362-2367. 1978
- CAVALCANTI, I. F. A. *et al.*, Global Climatological Features in a Simulation Using the CPTEC-COLA AGCM. **Journal of Climate**. 15, 21, 2965-2988. 2002.
- HAUG, G. H.; HUGHEN, K. A.; SIGMAN, D. M.; PETERSON, L. C.; RÖHL, U. Southward Migration of the Intertropical Convergence Zone Through the Holocene. **Science**, v. 293, p. 1304--1308, 2001.
- HARTMANN, D. L., - Global Physical Climatology. **Academic Press** 1994, pp 410.
- JOSSAUME, S. and TAYLOR, K. E. Status of the paleoclimate Modeling Intercomparison Project. **In Proceedings of the First International AMIP Scientific Conference**, WCRP (World Climate Research Programme) – 92. Monterey; 425 – 430. 1995.
- MAYLE, F. E.; BURBRIDGE, R.; KILLEEN, T. J. Millennial-Scale Dynamics of Southern Amazonian Rain Forests. **Science**, v. 290, p. 2291--2294, 2000.
- PETIT, J. R.; JOUZEL, J.; RAYNAUD, D.; *et al.*. Climate and atmospheric history of the past 420,000 years from the Vostok ice core, Antarctica. **Nature**. 399, p. 429-436, 1999.
- SILVA DIAS, P. L.; SILVA DIAS, M. A.; BRACONNOT, P.; TURC, B. Evaluation of Model Simulation of 6k and Present Climate in South America. In: Congresso Brasileiro de Meteorologia, 12., 2002. Foz do Iguaçu. **Anais**. São Paulo: USP, 2002.
- TURCQ, B.; SIFEDDINE, A.; MARTIN, L.; ABSY, M. L.; SOUBIES, F.; SUGUIO, K.; VOLKMER-RIBEIRO, C. Amazonia rainforest fires: A lacustrine record of 7000 years. **Ambio**, v. 27, n. 2, 139-142, 1998.
- TURCQ, B.; ALBUQUERQUE, ^a L. S., CORDEIRO, R. C., *et al.* Accumulation of organic carbon in five Brazilian lakes during the Holocene. **Sedimentary Geology**, v. 148, 319-342, 2002.
- VALDES, P. J. South American paleoclimate model simulations: how reliable are the models? **Journal of Quaternary Science**, v. 15, n. 4, p. 357-368, 2000.