

EFEITOS DA TOPOGRAFIA NA CIRCULAÇÃO MONÇÔNICA: UM EXPERIMENTO COM UM MODELO CLIMÁTICO MÉDIA ZONAL

por

Julio Pablo Reyes Fernandez, V. Brahmananda Rao e Sergio H. Franchito

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, INPE
CP 515, 12201-970, São José dos Campos, SP, Brasil

Abstract

A zonally-averaged climate model is used to study the effects of the Tibetan plateau on the monsoonal circulation. A smoothed zonally-averaged topography which has a form similar to that observed is used. The results show that the model is able to reproduce the principal characteristics of the monsoonal circulation such as the seasonal wind reversal and the easterly jet in the boreal summer. Even in the absence of the Tibetan plateau the model is able to reproduce the monsoon features. However, the circulation is weak and the position of the monsoon components is altered. This suggests that the main role of the plateau barrier is to modify the intensity and the position of the monsoonal circulation.

1. Introdução

Uma grande parte da população do globo, que mora na região da Ásia onde existe o regime das monções, é afetada pela variação sazonal desta circulação. A previsão do início e intensidade da precipitação associada às monções constitui uma difícil tarefa para os meteorologistas. A qualidade da previsão depende do entendimento da dinâmica do sistema monçônico. Acredita-se que a mudança do vento do inverno para o verão devido à presença do platô do Tibet seja o principal mecanismo responsável pelo início da circulação monçônica sobre a Índia (Riehl, 1979). A montanha age tanto como uma barreira mecânica como uma fonte elevada de calor. O efeito mecânico parece ser importante no inverno, enquanto que no verão o efeito térmico é o dominante (Murakami, 1987).

O efeito do platô do Tibet tem sido investigado usando modelos de circulação geral da atmosfera (MCGs). Um outro meio para tal estudo consiste no uso de modelos climáticos mais simples, do tipo média zonal. Estes modelos, devido sua simplicidade, tornam mais diretas a obtenção das relações causa-efeito, sendo portanto um complemento para estudos realizados com MCGs. Além disso, não necessitam de grandes recursos computacionais. Neste estudo, pretende-se investigar o efeito do platô do Tibet na circulação monçônica utilizando um modelo climático média zonal. Este trabalho torna-se relevante pois os modelos média zonal usados para diferentes fins não incluem o efeito da topografia.

2. Descrição do modelo

O modelo utilizado neste estudo é similar ao desenvolvido por Franchito e Rao (1992). É um modelo estatístico-dinâmico média zonal, de duas camadas, global, de equações primitivas, em coordenada sigma. Este modelo tem sido usado em vários estudos de mudança climáticas (Franchito e Rao, 1992, 1995; Rao e Franchito, 1993; Varejão-Silva et al., 1998). Assim, uma descrição detalhada pode ser encontrada nestes trabalhos anteriores. Contudo, no presente estudo, o modelo foi modificado incluindo uma maior resolução latitudinal (5°), equação explícita da umidade, parametrização da radiação solar diária (Berger, 1978) e parametrização da precipitação convectiva e de grande escala (Held e Suarez, 1978). Além disso, as parametrizações dos fluxos de calor sensível e latente foram alteradas levando em conta o efeito da temperatura próximo à superfície. Nesta versão do modelo, o balanço de energia na superfície é calculado separadamente para as diferentes frações de terra, oceano e gelo/neve no cinturão de latitudes.

3. Resultados

O modelo foi integrado por três anos, partindo da condição inicial de uma atmosfera isotérmica (270 K) e em repouso. Foi utilizada uma topografia média zonal suavizada, similar à observada (Tang, 1976). Os resultados a serem analisados referem-se ao terceiro ano de integração.

Com a finalidade de verificar a capacidade do modelo em simular a inversão sazonal dos ventos nos baixos níveis, preparou-se a Figura 1, que mostra as linhas de corrente referentes a 750 hPa e 250 hPa (simulação) e 925 hPa e 250 hPa (dados da reanálise do NCEP/NCAR, Kalnay et al., 1996). Considerando a simplicidade do modelo, a simulação das monções de sudoeste e de nordeste deve ser considerada excelente. Como se nota na Figura 1a, os ventos de sudeste, em baixos níveis, no verão boreal divergem da alta subtropical, tornando-se ventos de sul quando cruzam o equador. Também o jato subtropical de este, em altos níveis, na estação de verão é bem simulado (Figura 2b). Assim, estas características básicas da circulação monçônica são bem simuladas pelo modelo. As diferenças encontradas nas latitudes médias e altas no Hemisfério Norte podem ser atribuídas ao fato de que os dados se referem a valores ao longo de 80°E e as simulações a valores médios zonais. Também os dados são influenciados por uma topografia tri-dimensional, enquanto que o modelo por uma topografia média zonal suavizada.

A Figura 2 mostra as linhas de corrente referentes a 750 hPa e 250 hPa simuladas considerando o caso em que não foi incluída a topografia. Como se nota, mesmo na ausência do platô, o modelo consegue reproduzir as características básicas da circulação das monções. Contudo, o jato subtropical não muda bruscamente para o norte de sua posição no verão como observado (Lau e Yang, 1996), mas muda lentamente para o norte durante maio e junho. Quando a topografia é incluída, o modelo reproduz razoavelmente bem a rápida mudança do jato de oeste através do platô durante o início das monções de verão, e o estabelecimento do jato de este na alta troposfera e os ventos de oeste em baixos níveis ao sul do platô. Os resultados, também, mostram que a presença do platô intensifica a circulação monçônica de verão e a precipitação associada a ela (Figura 3).

3. Conclusões

Este trabalho mostra a capacidade do presente modelo climático média zonal em simular a circulação monçônica e os efeitos do platô do Tibet sobre as monções. Os resultados mostraram que a montanha tem importante papel em modificar a intensidade e posição do sistema monçônico. A presença da topografia é responsável por uma intensificação da circulação e uma rápida mudança dos ventos do inverno para o verão. Estes resultados concordam com observações e com simulações feitas com MCGs, revelando que este modelo simples é útil como complemento em estudos feitos com modelos mais sofisticados de três dimensões.

Referências Bibliográficas

- Berger, A., 1978: Long-term variations of daily insolation and quaternary climatic changes. *J. Atmos. Sci.*, 35, 2362-2367.
- Franchito, S. H., and V. B. Rao, 1992: Climatic change due to land surface alterations. *Climatic Change*, 22, 1-34.
- Franchito, S. H., and V. B. Rao, 1995: On the simulation of sea surface temperature with a zonally averaged model. *The Glob. Atmos. Ocean System*, 3, 35-53.
- Held, I. M., and M. J. Suarez, 1978: A two-level primitive equation model designed for climatic sensitivity experiments. *J. Atmos. Sci.*, 35, 206-229.
- Kalnay, E. et al., 1996: The NCEP/NCAR 40 year reanalysis project. *Bull. Amer. Meteor. Soc.*, 77, 437-471.
- Lau, K. -M., and S. Yang, 1996: Seasonal variation, abrupt transition, and intraseasonal variability associated with the Asian summer monsoon in the GLA GCM. *J. Climate*, 9, 965-985.
- Murakami, T., 1987: Orography and monsoons. In: *Monsoons*, ed. J. S. Fein, P. L. Stephens, pp. 331-364, New York: Wiley.

Rao, V. B., and S. H. Franchito, 1993: Response of a simple model to the sea surface temperature anomalies. *Annales Geophys.*, 11, 846-856.

Riehl, H., 1979: *Climate and weather in tropics*. New York: Academic, 611 pp.

Tang, C.-M., 1976: The influence of meridional sloping topography on baroclinic instability and its implications for macroclimate. *J. Atmos. Sci.*, 33, 592-601.

Varejão Silva, M.A, S. H. Franchito, and V. B. Rao, 1998: A coupled biosphere-atmosphere climate model suitable for studies of climatic change due to land surface alterations. *J. Climate* (in press).

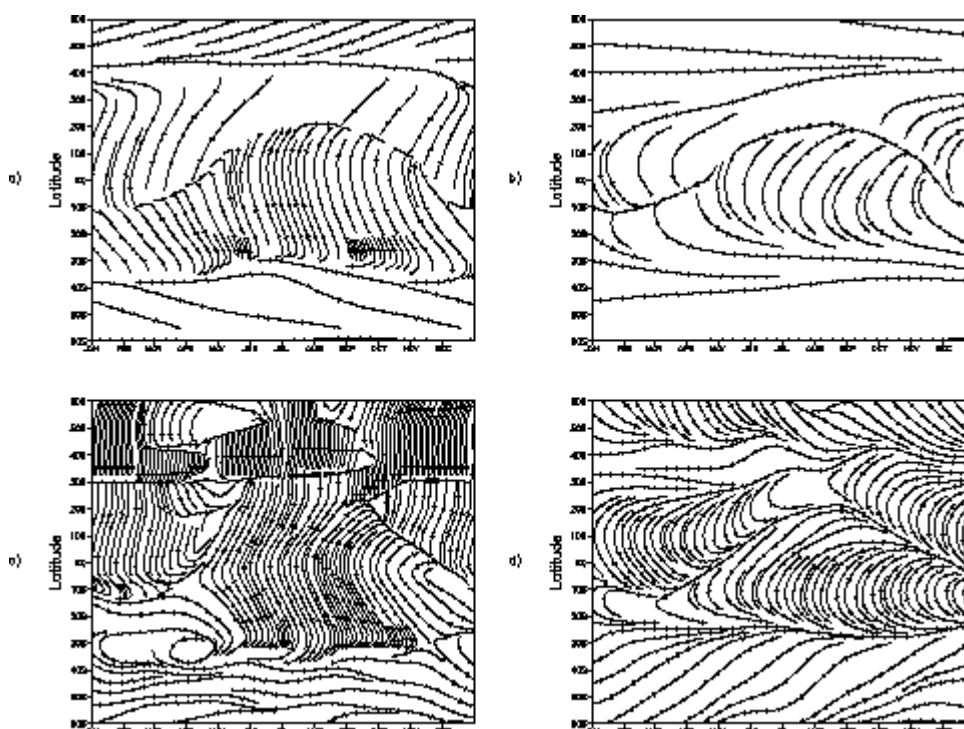


Figura N° 1 Variação anual de linhas de corrente: a) simuladas ao nível de 750hPa; b) simuladas ao nível de 250hPa; c) observadas ao nível de 925 hPa e 80°E e d) observadas ao nível de 250 hPa. Os valores observados são obtidos do reanálise de NCEP/NCAR.

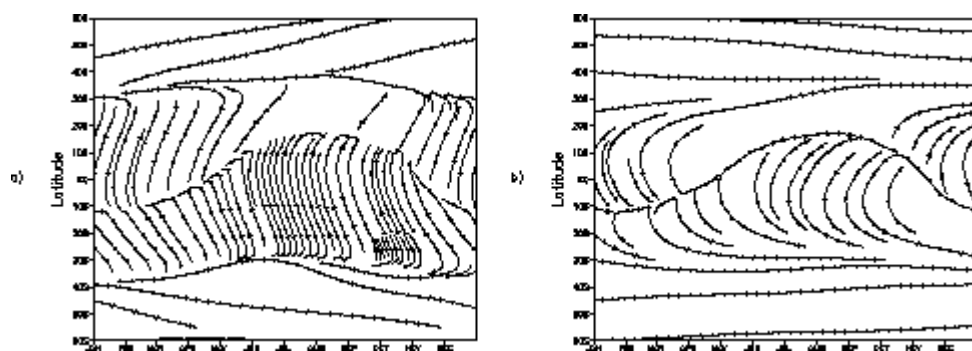


Figura N° 2 Variação anual de linhas de corrente simuladas pelo modelo sem topografia: a) ao nível de 750 hPa e b) ao nível de 250 hPa.

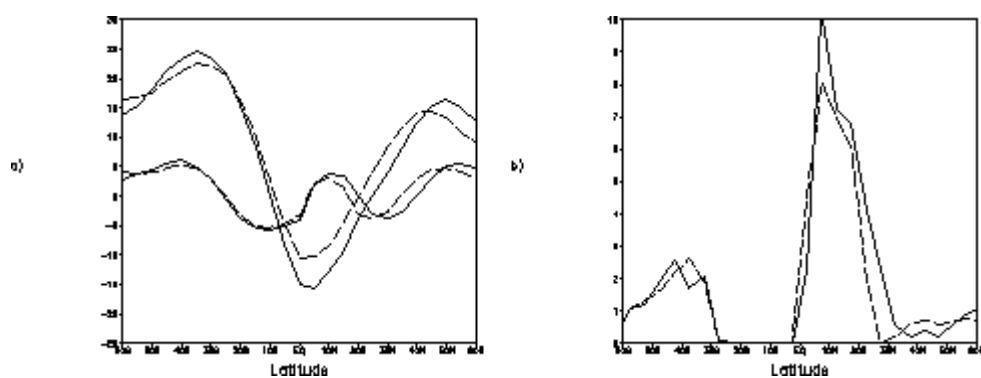


Figura N° 3 a) Vento zonal nos níveis de 250 e 750 hPa (m s^{-1}) e b) precipitação (mm dia^{-1}). Período de Junho-Julho-Agosto (JJA) para o modelo com topografia (linha continua) e sem topografia (linha tracejada).