

UMA PARAMETRIZAÇÃO DOS FLUXOS RADIATIVOS ADEQUADA PARA USO EM MODELOS MÉDIA ZONAL.

por

Sergio H. Franchito*, V. Brahmananda Rao* e Renato R. da Silva **

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

** Iowa State University. 3010, Agronomy,
Arnes, IA, 50011-1010, USA

Abstract

A parameterization of shortwave and longwave radiative fluxes derived from detailed radiative transfer models is included in a global zonally averaged climate model (ZACM) with two bulk atmospheric layers. The model is validated comparing the model simulations with the observed mean annual and seasonal zonally averaged climate. The results show that the simulation of the radiative fluxes matches well with the observations. Also, the ZACM variables are in good agreement with the observations. The model is used to investigate its response to the greenhouse effect regarding the doubling of CO₂ and the changing of cloud amount and height. An enhancement of the greenhouse effect is noted in the case 2 x CO₂ and when the cloud layer is higher. However, an increase of the cloud amount in all the latitude belts provokes an increase of the surface temperature near poles and a decrease in all the other regions.

1. Introdução

O aquecimento devido à radiação solar e resfriamento devido à emissão de onda longa para o espaço constituem-se nos principais processos dirigindo o sistema climático. Assim, para simular corretamente o comportamento do clima, os modelos climáticos devem incluir uma parametrização adequada de tais processos. No caso de modelos integrados verticalmente, que possuem somente uma camada atmosférica efetiva, o tratamento das variações latitudinais do clima é feito em função da temperatura da superfície. Assim, necessitam apenas do saldo de radiação na superfície e no topo da atmosfera. No presente trabalho, uma parametrização dos fluxos de radiação solar e de onda longa, derivada de modelos de transferência radiativa detalhados, é incorporada em um modelo climático média zonal (MCMZ) que possui duas camadas efetivas. O modelo é validado, comparando-se os resultados com o clima média zonal observado. Posteriormente, a sensibilidade do modelo com respeito ao efeito estufa é investigada.

2. Parametrização dos fluxos radiativos

A formulação dos fluxos radiativos a ser incorporada no MCMZ é baseada naquela proposta por Jentsch (1991). Esta parametrização é baseada em modelos de transferência radiativa detalhados e desenvolvida para uso em modelos de balanço de energia média zonal, que consideram apenas uma única camada atmosférica efetiva. A parametrização do fluxo de onda curta é baseada em Lacis e Hansen (1974) e a de onda longa em Adem (1962), Smagorinsky (1963) e Paltridge (1974). No presente trabalho, esta parametrização é adaptada a um modelo estatístico-dinâmico média zonal com duas camadas atmosféricas efetivas.

3. O modelo climático

O modelo climático utilizado é o desenvolvido por Franchito e Rao (1992). O modelo é estatístico-dinâmico, global, de equações primitivas, com duas camadas atmosféricas efetivas. Possui parametrizações do aquecimento diabático (radiação solar e de onda longa, convecção de pequena escala, calor latente e condução para a sub-superfície), turbilhões de grande escala e atrito. Neste trabalho, a parametrização proposta por Jentsch (1991) é adaptada ao modelo, substituindo a parametrização da radiação original.

4. Validação do modelo

O modelo é validado, comparando-se os resultados com o clima média zonal média anual e sazonal observado. O modelo é integrado por dois anos, forçado por condições médias anuais e médias sazonais (médias de dezembro-janeiro-fevereiro, DJF, e de junho-julho-agosto, JJA). Os resultados a serem discutidos referem-se ao segundo ano de integração. As Figuras 1a-c mostram, respectivamente, os valores simulados e observados, média anual, dos fluxos de radiação solar absorvida, onda longa emitida e saldo de radiação no topo da atmosfera. Como se nota, há uma boa concordância entre os valores simulados e observados. Em geral, os valores do fluxo de onda longa emitido para o espaço são um pouco menores que os observados. Isto é devido à pequena super-estimação dos valores do albedo planetário, que pode ser causada pela não inclusão dos mecanismos de realimentação gelo/neve no modelo. (não mostrado). Os valores simulados e observados destes fluxos nos casos de DJF e JJA são mostrados na Figura 2. Como pode ser notado, novamente há uma boa concordância entre as simulações e observações. As maiores diferenças ocorrem no fluxo de radiação solar absorvida e no saldo de radiação em DJF entre 45°-65°S. Isto é devido ao fato de que os valores do albedo planetário são sub-estimados nesta região (não mostrado). As figuras 3a-f mostram que as variáveis do MCMZ são bem simuladas quando da inclusão da parametrização da radiação mais sofisticada.

5. Experimentos de sensibilidade

A sensibilidade do modelo com respeito ao efeito estufa foi investigada considerando o caso do dobramento de CO₂ e de aumentar a altura e quantidade de nuvens. No caso 2 X CO₂ houve um aquecimento do sistema climático, com um aumento da temperatura de superfície de até 0,35°C próximo aos pólos, causado pela diminuição de onda longa para o espaço (0,85 W m⁻²). No experimento considerando um aumento da altura da camada de nuvens de 1 km em todos os cinturões de latitudes, também houve uma intensificação do efeito estufa (aumento da temperatura de superfície de até 1,4°C). Isto é devido ao fato de que a camada mais alta e fria de nuvens emite menos radiação de onda longa para o espaço. No caso de se considerar um aumento de 25% na quantidade de nuvens em toda as latitudes, notou-se um aumento da temperatura de superfície de cerca de 2,2°C próximo aos pólos e uma diminuição em torno de 0,2°C nas outras latitudes. Assim, o efeito estufa é dominante perto dos pólos e o efeito do albedo é maior nas outras latitudes.

6. Conclusões

Uma parametrização dos fluxos de radiação solar e ondas longas, baseada em modelos detalhados de transferência radiativa, foi incorporado a um MCMZ com duas camadas atmosféricas efetivas. A validação do modelo foi feita comparando-se os resultados com o clima média zonal média anual e sazonal observado, onde notou-se que as simulações mostraram boa concordância com os dados observacionais. Nos experimentos de sensibilidade do modelo em relação ao efeito estufa, notou-se que nos casos 2 x CO₂ e de aumentar a altura da camada de nuvens houve um aquecimento em todas as latitudes, enquanto que no caso do aumento da quantidade de nuvens ocorreu um aquecimento (resfriamento) nas latitudes polares (médias e baixas).

Referências bibliográficas

Adem, J., 1962: On the theory of the general circulation of the atmosphere. *Tellus*, 14, 102-115.

Franchito S. H., and V. B. Rao, 1992: Climatic change due to land surface alterations. *Clim. Change*, 22, 1-34.

Jentsch, V., 1991: An energy balance climate model with hydrological cycle 1: model description and sensitivity to internal parameters. *J. Geophys. Res.*, 96, D9, 16169-17179.

Lacis, A., A., and J. A. Hanssen, 1974: A parameterization for the absorption of solar radiation in the earth's atmosphere. *J. Atmos. Sci.*, 31, 118-133.

Paltridge, G. W., 1974: Global cloud cover and earth surface temperature. *J. Atmos. Sci.*, 31, 1571-1576.

Smagorinsky, J., 1963: General circulation experiments with the primitive equations. *Mon. Wea. Rev.*, 91, 98-164.

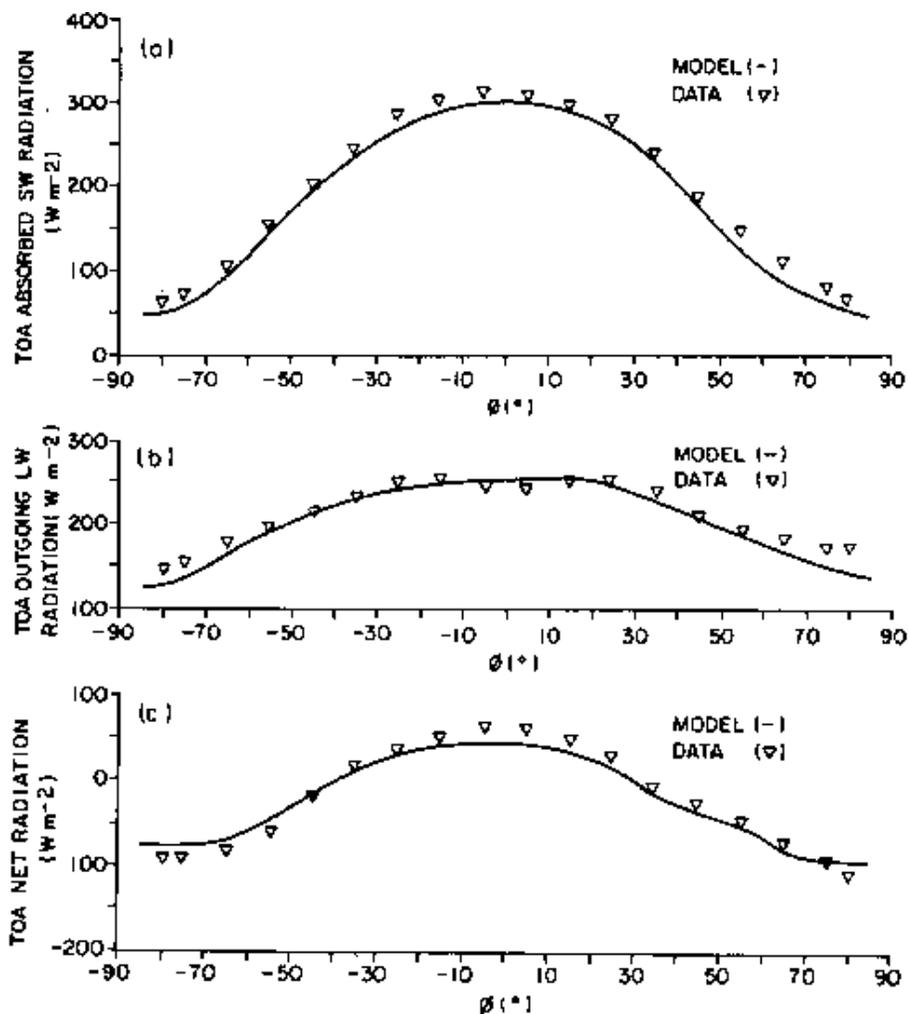


Figura 1: Fluxos de: a) radiação solar absorvida, b) radiação de onda longa emitida e c) saldo de radiação no topo da atmosfera, média anual, simulados (linha contínua) e observados (triângulos) (W m^{-2})

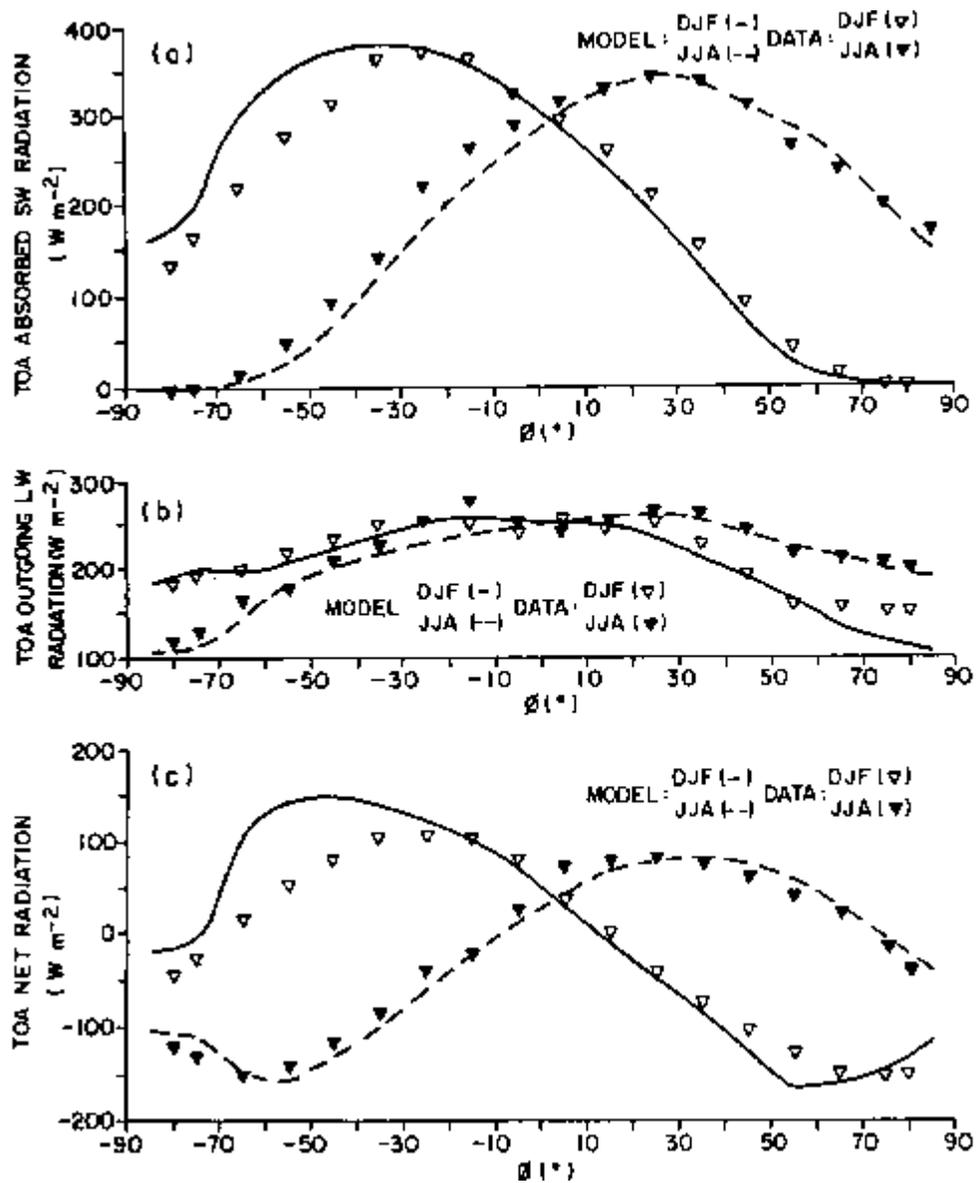


Figura 2: O mesmo que a Figura 1, exceto que para as condições de DJF e JJA.

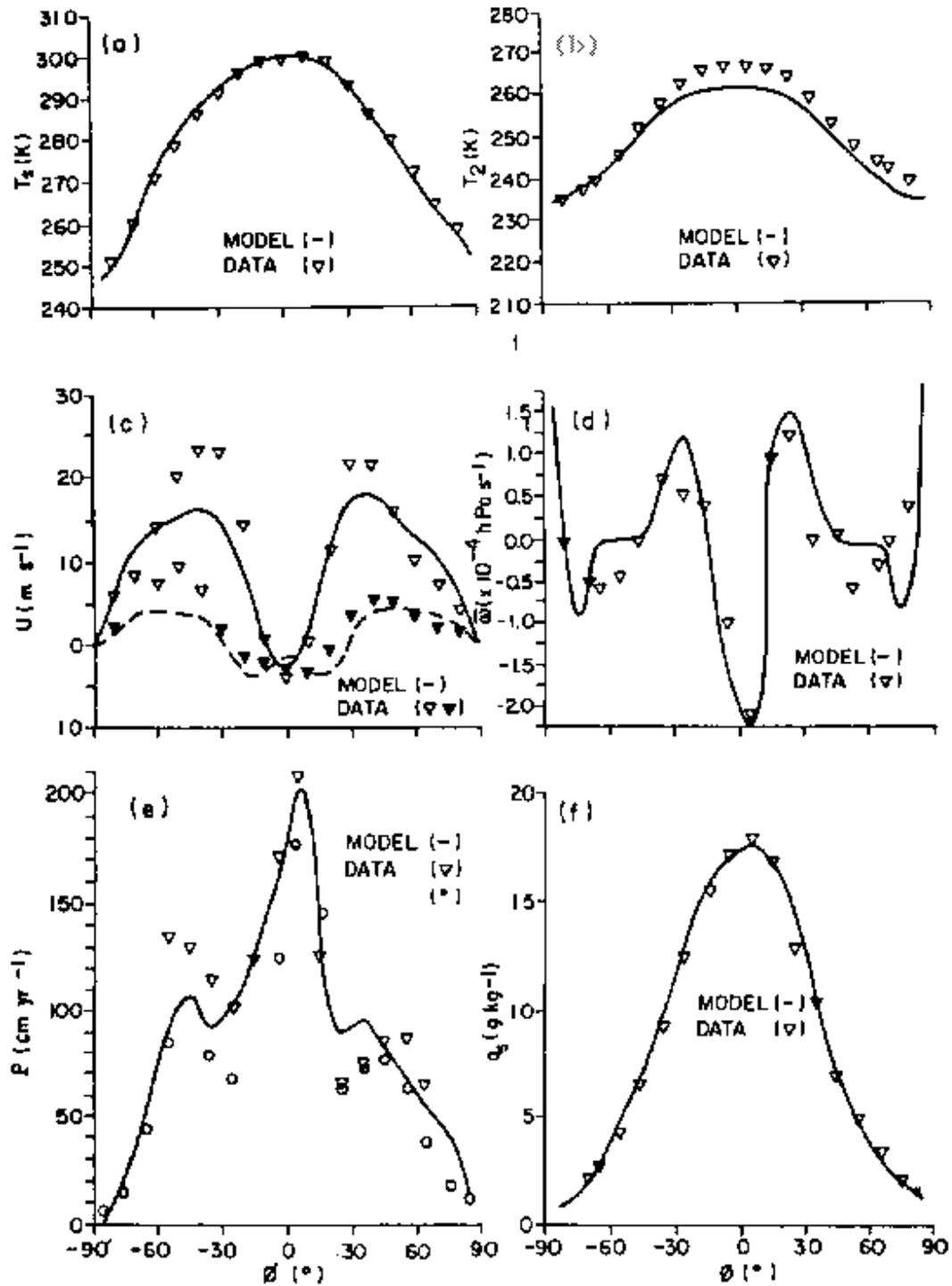


Figura 3: Variação latitudinal de: a) temperatura de superfície (K), b) temperatura em 500 hPa (K), c) vento zonal em 250 hPa e 750 hPa ($m s^{-1}$), d) velocidade vertical em 500 hPa ($10^{-4} hPa s^{-1}$), e) precipitação ($cm ano^{-1}$) e f) umidade específica à superfície ($g Kg^{-1}$), média anual.