Um esquema de parametrização dos processos radiativos útil para uso em modelos climáticos média

Renato R.da Silva
**Sergio H.Franchito*
**V.B.Rao*
FUNCEME, Caixa Postal D-3221 , cep:60325-002, Fortaleza-CE
** INPE, São José dos Campos - SP*

Abstract

At this work is introduced a parameterization of radiative process in a simple climatic model, wich consider the mean zonal atmosphere. This model is hemispheric, quasi-geostrophic, and had a simple radiation parameterization. The new parameterization introduced in the model is more sofisticated than the old one and is more versátile relative to perform of sensitivity experiments. In the parameterization of solar radiation the characteristics of atmosphere, like reflexivity, absorvitivity and transmitivity depend of contribuition related to the atmosphere without clouds and covered. In the parameterization of long wave radiation, is considered the effect of gas with greather absorption: CO2 and water vapour. The resulted show that the radiative fluxes are generally better simulated in regard to before parameterization and that the zonal averaged characteristics of atmosphere are correctaly simulated by the model.

1 - Introdução:

Com a constatação de ocorrência de mudanças climáticas no planeta, e com a impossibilidade de simular em laboratório o sistema atmosférico da terra devido à sua complexidade e extensão, os modelos climáticos para a atmosfera tornaram-se uma ferramenta extremamente importante para um melhor entendimento de tais fenômenos e se possível predizer possíveis alterações climáticas.
Neste trabalho utilizou-se um modelo quase-geostrófico desenvolvido por Franchito(1989), no qual foi implementada uma nova parametrização dos processos radiativos similar à proposta por Jentsch (1991), que devido à sua versatilidade permite uma maior variedade de experimentos de sensibilidade.

2 - Descrição do modelo quase-geostrófico:

O modelo quase geostrófico utilizado considera a atmosfera média zonal com intervalo latitudinal de 10 graus e duas camadas na vertical.

A dinâmica do modelo é baseada no sistema de equações para a vorticidade potencial quase-geostrófica (Holton, 1972), com a inclusão dos termos de atrito e do aquecimento diabático (Ohring e Adler, 1978).

A temperatura da superfície média zonal é obtida a partir do balanço de calor na superfície.

O modelo é hemisférico e neste caso, foi considerado o hemisfério norte, para o qual dispunha-se de dados observacionais para a comparação das simulações feitas.

Inicialmente considera-se uma atmosfera isotérmica a uma temperatura de 270 K.

Como condição de contorno é assumido que o gradiente meridional de vorticidade potencial são nulas no equador e no pólo.

Foi utilizado um passo de tempo de seis horas, integrando-se por dois anos, quando o modelo atinge o estado de equilíbrio.

As transferências de calor à superfície e o aquecimento na atmosfera foram consideradas por Franchito (1989), cujas parametrizações são baseadas na proposta de Saltzman (1968). Esta parametrização considera os fluxos de radiação solar e de onda longa, a convecção de pequena escala, a evaporação, a liberação de calor latente e a condução de calor para a sub-superfície.

Maiores detalhes quanto ao modelo utilizado são mostrados por Franchito (1989) e da Silva (1993).

3 - Descrição da nova parametrização dos processos radiativos:

A parametrização dos processos radiativos sugerida por Saltzman (1968) não é muito versátil quanto à opções de variabilidade de experimentos de sensibilidade. Por sua vez a parametrização sugerida por Jentsch (1991) é mais ampla quanto a estes aspectos, pois considera físicamente com mais detalhes alguns parâmetros.

A energia solar absorvida na superfície (H_{S1}) é dada por:

$$H_{S1} = QST(1-R_S)/(1-R_SR_p);$$

onde Q é igual a um quarto da constante solar, S representa a função de distribuição média anual do fluxo solar no topo da atmosfera, T a transmissividade da atmosfera e R_S e R_p são os albedos da superfície e planetário respectivamente. Lembrando que todos os parâmetros acima citados são calculados em função do cinturão de latitude.

A energia solar absorvida pela atmosfera (H_{a1}) é dada pela diferença entre a radiação solar total que chega ao planeta e a radiação solar absorvida na superfície, representada por:

$$Ha1 = QS\{1-R_p-T[TR_p + (1-R_s)]/(1-R_pR_s)\}.$$

O albedo da superfície leva em consideração a fração e tipo de superfície em cada cinturão de latitude. O albedo planetário e a transmissividade levam em consideração a fração de cobertura de nuvens. A transmissividade é dada por:

$$T = 1 - R_p - K_a;$$

onde, K_a é a absorvidade da atmosfera, calculada diferenciadamente para as regiões da atmosfera coberta por nuvens e de céu claro, baseadas na proposta de Chen e Cotton (1983), que leva em consideração o perfil de umidade da atmosfera.A parametrização da radiação de onda longa na superfície H_{s2} considera separadamente os gases absorvedores da atmosfera e pode ser representada pela seguinte equação:

$$H_{s2} = \sigma T_s^4 - [(1 - C)L_a\downarrow + CL_b\downarrow + C\sigma T_b^4 T_r].$$

O primeiro termo do lado direito da equação representa a radiação de onda longa emitida pela superfície com temperatura T_s sendo σ a constante de Stefan -Boltzman, o segundo termo representa a radiação recebida na superfície da região da atmosfera sem nuvens, o terceiro termo a radiação recebida da camada da atmosfera abaixo da região com nuvens e o último termo representa a radiação emitida pelas nuvens a partir da sua base com temperatura T_b, transmitida através da faixa de comprimentos de onda da janela atmosférica representada pela função transmissão T_r que leva em consideração os principais gases absorvedores da atmosfera, vapor d'agua e o gás carbônico.

O fluxo de onda longa que parte do planeta (H_p), é dado por:

$$H_p = (1- C)\sigma T_s^4 T_r + (1-C)L_a\uparrow + CL_t\uparrow + C\sigma T_t^4 T_r \;;$$

onde o primeiro termo do lado direito da equação representa a radiação emitida pela superfície transmitida pela faixa de comprimentos de onda da janela atmosférica, o segundo termo representa a radiação emitida para cima pela atmosfera sem cobertura de nuvens, o terceiro termo representa a radiação emitida para cima na camada acima da região com nuvens e o último termo representa a radiação emitida para cima pelo topo das nuvens com temperatura T_t.

Nestes cálculos de fluxos de radiação é assumida a camada da atmosfera abaixo de 10 km de altitude.

4 - Resultados

Os resultados das simulações feitas com o modelo utilizando-se a nova parametrização de radiação apresentam boa concordância com dados observados, tendo ainda a vantagem de ter mais versatilidade quanto a experimentos de sensibilidade.

Na figura 1 são apresentadas as simulações médias zonais médias anuais para o Hemisfério Norte da temperatura de superfície (Ts) e da temperatura no nível de 500 hPa (T2). Nota-se que os resultados são bons em ambos os casos quando comparados com as observações de Oort (1983), e há uma melhoria quando comparados com as simulações feitas por Franchito (1989) para Ts, embora T2 se apresente um pouco abaixo nas regiões polares.

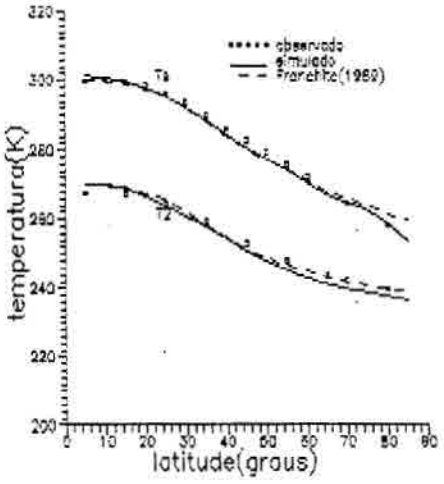

Fig.1 - Variação latitudinal das temperaturas da superfície e em 500 hPa, médias zonais, médias anuais, para o hemisfério norte.

Na figura 2 está representado o balanço do fluxo de radiação média zonal na superfície. Pode-se notar uma melhora dos valores simulados com relação a simulação anterior feita por Franchito (1989) em consequência da melhoria nas parametrizações de H_{S1} e H_p.

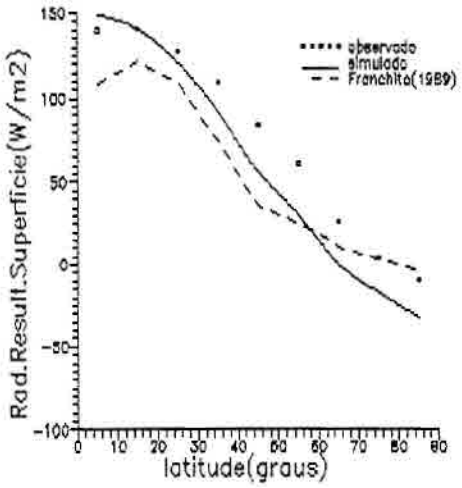

Fig.2 - Variação latitudinal da radiação resultante na superfície

5 - Discussão de conclusões:

Neste trabalho implementou-se uma parametrização mais sofisticada dos processos radiativos no modelo quase-geostrófico (Franchito, 1989) e verificou-se que a nova parametrização simulou de forma satisfatória os fluxos radiativos média zonal, para o hemisfério norte, para o qual tinha-se dados observados para comparação com as simulações efetuadas. Os resultados para a temperatura de superfície e da atmosfera e do balanço do fluxo radiativo na superfície apresentaram-se bastante satisfatórios em comparação com os dados observados e com a simulação feita por Franchito (1989). As diferentes simulações observadas nas regiões próximas ao equador podem ser justificadas pelo fato de que a aproximação quase-geostrófica não é muito conveniente nestas regiões.

As pequenas discrepâncias notadas nas regiões polares podem estar relacionadas com as parametrizações que dependem dos perfis de umidade, como a absorvidade para a radiação solar e a função de absorção de onda longa, já que o perfil de umidade nas regiões polares são bastante diferentes das outras regiões.

Esta nova parametrização implementada, permite a execução de vários experimentos de sensibilidade (da Silva, 1993), tais como alterações da concentração de gás carbônico da atmosfera, alterações de altura das nuvens, alterações de fração de cobertura de nuvens, alterações de albedo planetário, entre outros.

O fato da função de transmissão de onda longa permitir considerar-se separadamente os gases absorvedores da atmosfera, habilita o modelo a levar em consideração outros gases como o Ozônio, que também absorve radiaçao de onda longa.

6 - Referências bibliográficas:

CHEN, C.; COTTON, W.R. A one-dimensional simulation of the stratocumulus-capped mixed layer. Boundary-Layer Meteorology, 25(3): 289-321, 1983.

da SILVA, R.R. Estudo de mudanças climáticas globais utilizando modelos de média zonal zonal. (Dissertação de Mestrado apresentada em 05/08/93). A ser publicada pelo INPE.

FRANCHITO, S.H. Experimentos Numéricos com Modelos Climáticos Média Zonal. (Tese de doutorado em Meteorologia). INPE-5083-TDL/417, 1989.

HOLTON, J.R. An introduction to dynamic meteorology. Academic Press. 391 pp. 1972.

JENTSCH, V. An energy balance climate model with hidrological cycle. Journal Geophysis Research, 96:169-179, 1991.

OHRING, G.; ADLER S. Some experiments with a zonally averages climate model. Journal of the Atmospheric Sciences, 35(2):186-205, 1978.

OORT, A.H. Global atmospheric circulation statistics, 1958-1973, NOAA. Prof.Pap. 14, 180 p., 1983.

SALTZMAN, B. Steady-state solutions for the axially simetric climate variables. Pure and Applied Geophysis, 69(i): 237-259, 1968.