

Avaliação da trajetória dos Storm Tracks (ST's) sob condições climáticas atuais e de aquecimento global

Rose Ane Pereira de Freitas, Jéferson Prietsch Machado¹, Douglas Lindemann¹, Jackson Martins Rodrigues¹, Fernanda Casagrande², Flávio Barbosa Justino¹.

¹ Departamento de Meteorologia Agrícola da Universidade Federal de Viçosa – MG.

² Centro Regional Sul de Pesquisas Espaciais (CRS) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) / Santa Maria – RS.

E-mail: rosefreitas78@gmail.com

Abstract: Based on climate simulations performed by ECHAM5/MPI-OM climate coupled model for the current period (PD) and under conditions of global warming (GHG) has demonstrated the ability of the model to detect Storm Tracks and the regions that are more conducive to the generation of disturbances carried by it, it is mainly observed a decline of the temperature flow at low levels. When analyzed from the consequences of global warming, it is found that there are important changes in the temperature mainly toward Antarctica, South Atlantic and Southwestern Africa and Australia, and this transport contribute effectively in determining and variation of the climate change in these regions.

Palavras-chave: Storm tracks, aquecimento global.

1. Introdução

As regiões de latitudes médias são fortemente afetadas pela passagem das ondas baroclínicas e seus associados ciclones e anticiclones. Estas ondas são concentradas em regiões chamadas **Storm Tracks, STs**. No HS, a principal zona de ST's fica entre 45° s e 60°s durante todo o ano. Nota-se que durante o inverno surge um ramo adicional nos subtropicais, em torno de 20°S-30°S e 150°W e 90°W (Carmo, 2004).

Os ciclones extratropicais que são transportados pelos Storm Tracks, desempenham um papel dominante no clima em latitudes extratropicais: Inicialmente, esses têm um papel fundamental na determinação do clima local e sua variabilidade, exercendo uma forte influência sobre a precipitação, nebulosidade e a radiação. Os ST's têm um papel importante na circulação geral da atmosfera através da sua forte influência nas trocas de calor vertical e horizontal, vapor de água e momentum (Justino 2006, Lau, 1988; Tings e Held, 1990). Sobre o oceano, a troca de momento ar-mar, é responsável pela agitação marítima que pode levar à ocorrência de ressacas e ondas provocando transtornos à navegação, operações em plataformas de petróleo e destruição de áreas costeiras (da Rocha et al., 2004).

Evidências a partir de fontes paleoclimáticas sugerem que as tempestades extratropicais contribuíram significativamente para as mudanças nos blocos de gelo em altas latitudes. Com base em uma análise de isótopos de oxigênio Kapsner et al. (1995) concluíram que a circulação atmosférica exerceu o principal controle sobre o acúmulo de neve na Groenlândia, tendo maior influência que a temperatura. Além disso, Bromwich et al. (1993) atribuíram às mudanças no acúmulo de neve na Groenlândia central durante o período de 1963-1988 a posição e força dos ST's.

Recentemente, Bengtsson (2006) utilizou dados provenientes de um modelo de alta resolução sob condições de aquecimento global, e detectou que existe um aumento na quantidade e intensidade de tempestades no HS sendo associado ao movimento para o sul dos ST's, isto pode gerar consequências graves para o abastecimento de água no sul da África, sul da Austrália e Nova Zelândia. Isso ocorre porque uma parte considerável da precipitação nestas áreas está relacionada com ciclones transitórios. Problemas semelhantes podem ocorrer na região do Mediterrâneo e Oriente Médio. Estas reduções nos sistemas de precipitação diminuir a concentração de gelo nas regiões montanhosas como os Alpes. Tais mudanças podem ser mais danosas para a sociedade do que as temperaturas mais elevadas.

Qualquer eventual alteração nas faixas de tempestade é um processo complexo. Por exemplo, uma anomalia na TSM regional é suficiente para influenciar o domínio de uma tempestade de forma sistemática. Como demonstrado por Justino (2004), os ST's também transportam uma substancial quantidade de calor para os pólos. Isto leva a uma redistribuição do calor global impedindo o contínuo resfriamento (aquecimento) dos pólos (trópicos).

Torna-se evidente, portanto, a necessidade de uma investigação qualitativa dos efeitos das emissões dos gases de efeito estufa nesses sistemas baroclínicos, visando seu melhor entendimento, já que os mesmos afetam diretamente o bem-estar social devido à indução de fenômenos adversos de tempo.

2. Metodologia

Para a execução desse estudo foram utilizadas duas simulações climáticas realizadas pelo ECHAM5/MPI-OM modelo acoplado de clima, para período atual (PD) e sob condições de aquecimento global (GHG). Estas simulações são parte do projeto ESSENCE (Sterl et al. 2008, www.knmi.nl/~sterl/Essence). Os dois componentes do modelo, ECHAM5 para a atmosfera e MPI-OM para o oceano, são bem documentados (Jungclaus et al., 2006). A versão utilizada aqui é a mesma que foi adotada na fase de elaboração do Quarto Relatório de Avaliação do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC-AR4). O modelo ECHAM5 é executado em uma resolução horizontal de T63 e 31 níveis verticais híbridos com o nível mais alto em 10 hPa. O modelo oceânico MPI-OM é uma equação primitiva de coordenada Z, com uma resolução horizontal variável. O período de simulação de base é 1950-2100.

Para a parte histórica (1950-2000), as concentrações de gases com efeito de estufa (GHG) na troposfera e aerossóis de sulfato são especificados a partir de observações, enquanto para a parte futuro (2001-2100) seguem o cenário SRES A1b (Nakicenovic et al., 2000) que projeta um cenário futuro das emissões dos gases responsáveis pelo efeito estufa e aerossóis. No projeto ESSENCE 14 espécies de GHG estão incluídos. Além do Dióxido de Carbono existe o metano, óxido nitroso, clorofluorcarboneto e mais onze tipos diferentes. Para o cenário A1B intermediário, a concentração atmosférica de CO₂ é um pouco mais de 700 ppmv (partes por milhão por volume) para o final do século 21. A fim de obter uma estimativa da intensidade dos ST's as estatísticas das ondas transientes são investigadas. Em seguida, é feita uma estimativa da intensidade dos Storm Tracks, por meio estatísticas das ondas transientes: Fluxo de Temperatura em baixos níveis [$\overline{v'T}$], onde a barra denota a média temporal e (') prepara os respectivos desvios. Os ST's são extraídos a partir de dados

diários do modelo e foram temporariamente filtrados usando um filtro passa-alta para incluir apenas sistemas com o crescimento e decaimento, em intervalos menores do que seis dias.

2. Resultados e Discussão:

A fim de verificar a capacidade do modelo em simular a variabilidade climática atual, é feita a comparação entre o ECHAM5/MPI-OM e reanalisas do Centro Europeu de Previsão de Tempo (ECMWF), ERA40. Os dados ECMWF ERA40 utilizados neste estudo foram obtidos do servidor para o período 1980-2000 (clima PD).

A Figura 1.a e 1.b mostra que o modelo ECHAM5/MPI-OM subestima o fluxo de temperatura em baixos níveis para as latitudes médias embora o reproduza de forma satisfatória sua zona de atuação. Nota-se nas Figuras 1.c e 1.d que durante o inverno há um maior deslocamento da faixa de tempestades em direção ao pólo. Já nas regiões do Pacífico Sul, na região do sul da Austrália e ao sul da Nova Zelândia, há uma convergência em ambas as estações. No oceano Índico há uma intensificação próxima ao equador.

Quando analisa-se sob condições de aquecimento global (GW) nota-se também a intensificação no período do inverno, principalmente para as regiões sul e sudeste da América do Sul, costa sudoeste da África e da Austrália. Nota-se um maior transporte de temperatura em direção ao pólo principalmente nessa estação.

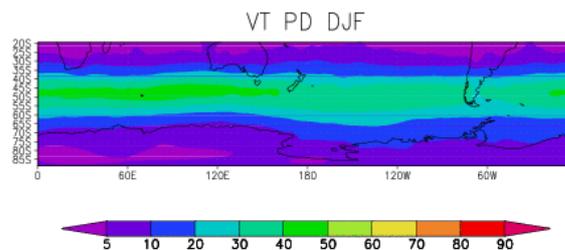


Figura 1.a

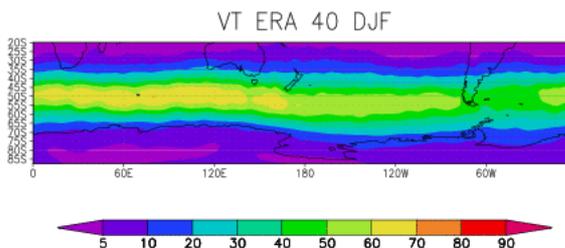


Figura 1.b

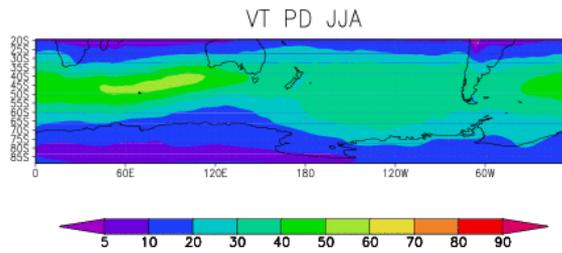


Figura 1.c

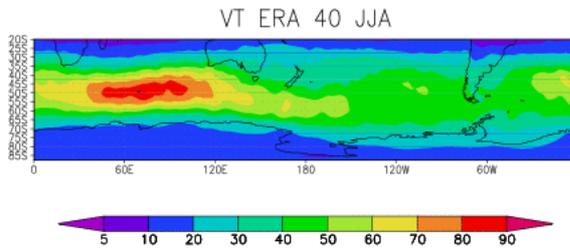


Figura 1.d

Figura 1: Fluxo de temperatura em baixos níveis (Kms^{-1}) encontrados para: a) simulações climáticas realizadas pelo ECHAM5/MPI-OM (DJF), b) Reanálises do Centro Europeu de Previsão de Tempo (ECMWF) ERA40 (DJF), c) simulações climáticas realizadas pelo ECHAM5/MPI-OM (JJA) e d) Reanálises do Centro Europeu de Previsão de Tempo (ECMWF) ERA40 (JJA).

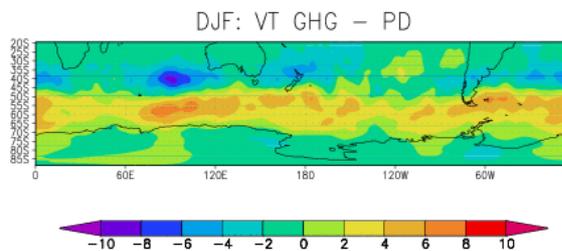


Figura 2.a

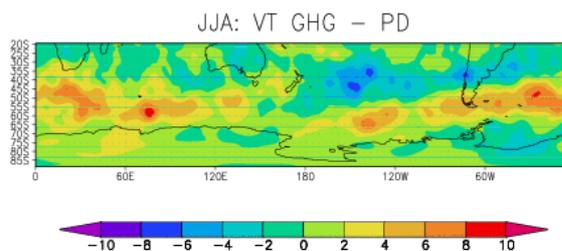


Figura 2.b

Figura 1: Fluxo de temperatura em baixos níveis sob condições de aquecimento global (Kms^{-1}) para os meses: a) Dezembro, janeiro e fevereiro (DJF). b) Junho, julho e agosto (JJA).

3. Conclusões

Simulações numéricas apresentadas revelaram a capacidade do modelo em simular a variabilidade climática atual e detectar os Storm Tracks, mostrando principalmente um enfraquecimento do fluxo de temperatura em baixos níveis. Nas regiões do Pacífico Sul, região do sul da Austrália e ao sul da Nova Zelândia, há um deslocamento em direção ao pólo em ambas as estações, sendo estas regiões propícias a geração dos distúrbios. Quando analisadas sob consequências de aquecimento global, nota-se importantes mudanças no transporte de temperatura principalmente em direção a Antártica, Atlântico Sul e sudoeste da África e Austrália, sendo que esses transportes contribuem efetivamente na determinação e variação do clima dessas regiões.

4. Referências bibliográficas

- Bromwich, D.H., Robask, F.M., Keen, R.A., Bolzan, J.F. (1993) Modeled variations of precipitation over the Greenland ice sheet. *J. Climate* 6:1253-1268.
- Bengtsson, L., 2006: Storm Tracks and Climate Change; *JOURNAL OF CLIMATE*. (*Manuscript received 25 April 2005, in final form 11 September 2005*).
- Carmo, A. M. C.: Os storm tracks no hemisfério sul / A. M. C. Carmo. – São José dos Campos: INPE, 2002. 137p. (INPE-11585-TDI/962).
- da Rocha, R. P., S. Sugahara, and R. B. Silveira, 2004: Sea Waves Generated by Extratropical Cyclones in the South Atlantic Ocean: Hindcast and Validation against Altimeter Data. *Weather and Forecasting*, 19, 398-410.
- Jungclaus, J.H., M. Botzet, H. Haak, N. Keenlyside, J.J.Luo, M. Latif, J. Marotzke, U. Mikolajewicz, and E. Roeckner, 2006: Ocean circulation and tropical variability in the coupled model ECHAM5/MPIOM. *J. Climate*, 19, 3952-3972.
- Justino, F. The influence of boundary conditions on the Last Glacial Maximum. Thesis, Leibniz-Institute of Marine Research - CAU - Germany, 2004.
- Lau, N.-C., 1988: Variability of the observed midlatitude storm tracks in relation to low-frequency changes in the circulation pattern. *J. Atmos. Sci.*, 45, 2718–2743.
- Nakicenovic, N., Alcamo, J., Davis, G., de Vries, B., Fenhann, J., Gaffin, S., Gregory, K., Grubler, A., Jung, T.Y., Kram, T., La Rovere, E.L., Michaelis, L., Mori, S., Morita, T., Pepper, W., Pitcher, H., Price, L., Riahi, K., Roehrl, A., Rogner, H.-H., Sankovski, A., Schlesinger, M., Shukla, P., Smith, S., Swart, R., van Rooijen, S., Victor, N., Dadi Z. (2000): *IPCC Special Report on Emissions Scenarios*. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA. 599pp.
- Ting, M.-F., and I. M. Held, 1990: The stationary wave response to a tropical SST anomaly in an idealized GCM. *J. Atmos. Sci.*, 47, 2546–2566.

