

MIGRAÇÃO DA ZONA DE CONVERGÊNCIA INTER-TROPICAL (ZCIT): UM ESTUDO COM UM MODELO CLIMÁTICO SIMPLES.

por

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

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

Abstract

A zonally-averaged climate model is used for studying the seasonal variations of the Inter-Tropical Convergence Zone (ITCZ). In order to investigate the mechanisms that affects the displacement of ITCZ over different types of surface three numerical experiments were made, considering: a) the earth's surface covered by the actual portions of land, ocean and snow/ice; b) the earth's ocean covered only by ocean; and c) the earth's surface covered only by land. The results showed that in the cases a) and b) the seasonal variation of ITCZ was around 15° latitude, and in the case c) the seasonal variation of ITCZ was larger than the other cases (around 25° latitude). It was noted that in the case of earth's surface covered by ocean (land) there was a moderate (strong) seasonal inversion of the wind from winter to summer hemisphere.

1. Introdução

Dentre os fenômenos mais característicos na região tropical destacam-se aqueles associados com a Zona de Convergência Inter-Tropical (ZCIT). As características da ZCIT podem ser estudadas através de observações e de modelos numéricos. Estudos procurando entender a dinâmica da ZCIT têm sido realizados com sofisticados modelos de circulação geral da atmosfera (MCGs). Outro meio para tal é o uso de modelos mais simples, tais como modelos climáticos média zonal (MCMZs). MCMZs são muito úteis em estudos climáticos pois é mais fácil de se analisar seu comportamento (as relações causa efeito são mais diretas) e não necessitam de grandes recursos computacionais. O objetivo deste trabalho consiste no estudo da migração sazonal da ZCIT usando um MCMZ. Com a finalidade de investigar os mecanismos que afetam seu deslocamento sobre diferentes tipos de superfície, foram considerados três casos: a) superfície com as porções reais de terra, oceano e neve/gelo; b) superfície coberta somente por oceano (planeta aquático); e c) superfície coberta somente por terra (planeta continental).

2. Descrição do modelo

O modelo utilizado é um modelo global, de equações primitivas, de duas camadas, e em coordenada sigma, similar ao desenvolvido por Franchito e Rao (1992). Possui parametrizações do aquecimento diabático (radiação solar e de onda longa, convecção de pequena escala, fluxo de calor latente e condução para a subsuperfície), dos turbilhões de grande escala e do atrito. No presente trabalho, o modelo foi modificado, aumentando a resolução latitudinal (5°) e incluindo o ciclo diurno na parametrização da radiação solar (Fernandez, 1996).

3. Resultados

O modelo foi integrado por três anos, considerando como condição inicial a atmosfera isotérmica (270K) e em repouso. Os resultados a serem apresentados dizem respeito ao terceiro ano de integração. Foram realizados três experimentos considerando a superfície com as porções reais de terra, oceano e neve/gelo, planeta aquático e planeta continental, denominados, respectivamente, por

experimentos (a), (b) e (c). A máxima variação sazonal da ZCIT pode ser definida como a diferença entre as posições médias do movimento ascendente na região tropical do trimestre dezembro-janeiro-fevereiro (DJF) e junho-julho-agosto (JJA).

As Figuras 1a-c mostram a variação latitudinal média da velocidade vertical em 500 hPa, precipitação e temperatura de superfície e em 500 hPa, respectivamente, referente a JJA e DJF para o caso considerando as frações reais de terra, oceano e neve/gelo nos cinturões de latitudes. Como pode ser visto na Figura 1a, a máxima variação da ZCIT é de 15° de latitude. Nesta figura, nota-se que em JJA a ZCIT localiza-se em $7,5^\circ\text{N}$, enquanto que em DJF está situada em $7,5^\circ\text{S}$. Isto, também, pode ser notado na Figura 1b, que mostra a variação latitudinal média da precipitação em JJA e DJF, a qual depende do movimento vertical. A partir desta figura, pode ser verificado que o máximo de precipitação na região tropical em JJA é maior que em DJF. Nos sub-tropicais, os mínimos de precipitação apresentam diferente comportamento entre as estações de inverno e verão. No HS, os mínimos de precipitação (de verão e inverno) têm praticamente o mesmo valor, apenas deslocando-se 5° de latitude para o norte, do verão para o inverno. No HN, há acentuada diferença dos valores de precipitação e o deslocamento é de cerca de 10° de latitude. Nos sub-tropicais, a subsidência (Figura 1a) é menor durante o verão boreal, justificando, por conseguinte, a maior precipitação verificada. Como mostra a Figura 1c, em DJF (JJA), a temperatura da superfície apresenta máximo ligeiramente ao sul (norte) do ponto de grade correspondente ao máximo de velocidade vertical (Figura 1a). O máximo de temperatura notado em JJA é ligeiramente superior ao de DJF. Isto decorre do fato do HN possuir maior porcentagem de continente, o que provoca um aumento da temperatura média; no HS, a maior porcentagem de oceano atua como reguladora do ciclo sazonal, advindo, daí, uma menor temperatura. O comportamento notado da temperatura da superfície se verifica, também, na atmosfera (nível de 500 hPa), como é notado na Figura 1c. As diferenças encontradas entre o comportamento das variáveis climáticas mencionadas é atribuído à diferente distribuição de oceanos e continentes em ambos os hemisférios.

As Figuras 2a-c mostram os valores médios dos períodos DJF e JJA da temperatura (superfície e em 500 hPa), precipitação e velocidade vertical em 500 hPa, respectivamente, para o caso planeta aquático. Estas figuras indicam a dependência da posição da ZCIT quanto à TSM. A ZCIT desloca-se 15° de latitude neste “planeta aquático” (Figura 2c). Como se nota nas Figuras 2a e 2c, a temperatura da superfície, em JJA (DJF), apresenta valor máximo ao sul (norte) do ponto de grade correspondente ao máximo de velocidade vertical, com no experimento a) (Figuras 1c e 1a). Contudo, diferentemente do experimento a), os máximos são da mesma ordem em DJF e JJA, devido efeito moderador do oceano com relação ao ciclo sazonal. Este efeito, também, pode ser verificado nos mínimos de precipitação semelhantes do inverno para o verão, associados a semelhantes variações do movimento subsidente nos subtropicais, em ambos os hemisférios (Figuras 2b-c). Os resultados apresentados referentes ao experimento b) indicam o efeito moderador do oceano na variação sazonal das variáveis climáticas, especialmente no HN, onde a substituição de continente por oceano foi maior.

As Figuras 3a-d mostram as variações médias nos trimestres DJF e JJA referentes às temperaturas (superfície e em 500 hPa), precipitação, velocidade vertical em 500 hPa e vento zonal em 250 hPa. Como se nota na Figura 3a, há um forte contraste térmico entre as estações de inverno e verão em ambos os hemisférios, tanto na superfície como em 500 hPa, sendo o aquecimento maior no HS, como já comentado anteriormente. O forte gradiente meridional no hemisfério de verão, entre o equador e 30° e entre 30° e latitudes altas, gera no primeiro caso um jato de leste, enquanto que no segundo é gerado um jato de oeste na alta troposfera (Figura 3d). As Figuras 3b-c mostram o aumento dos movimentos subsidentes nos trópicos durante o inverno do hemisfério. Não há precipitação nos cinturões de latitude compreendidos entre $27,5^\circ$ e $32,5^\circ$ N (S), devido à intensificação da célula de Hadley. Os máximos de precipitação no verão são inferiores ao experimento a) (Figura 1b), pois a superfície possui uma menor disponibilidade de água, e por conseguinte, uma menor evaporação. A migração sazonal da ZCIT sobre um “planeta continental”, em função do deslocamento dos máximos de precipitação e da velocidade vertical ascendente, é de 25° de latitude, como pode ser notado nas Figuras 3b-c. Estes resultados concordam com as observações (Estoque e Douglas, 1978).

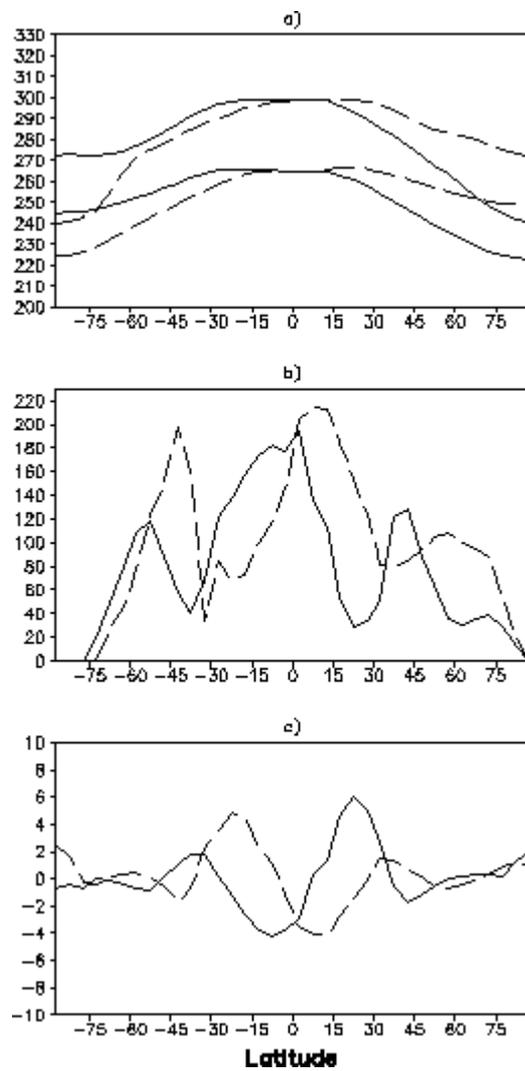


Figura 1: Variação latitudinal média de JJA (linha tracejada) e de DJF (linha contínua) referente à média zonal da: a) temperatura da superfície (T_s) e em 500 hPa (T_{500}) (K); b) precipitação (cm ano^{-1}); e c) velocidade vertical em 500 hPa ($10^{-4} \text{ hPa s}^{-1}$), no experimento considerando as frações atuais de terra, oceano, neve e gelo.

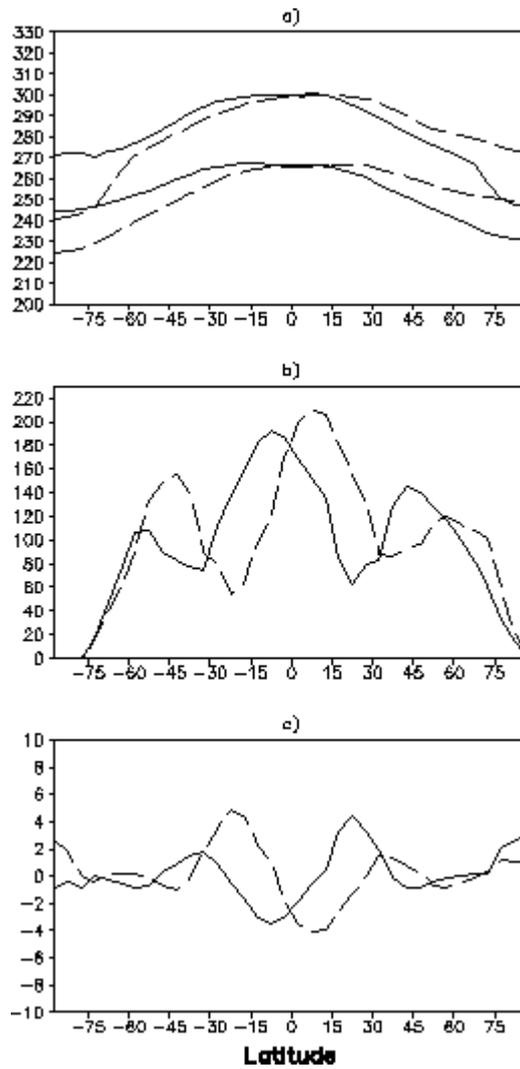


Figura 2: Variação latitudinal média de JJA (linha tracejada) e de DJF (linha contínua) referente à média zonal da: a) temperatura da superfície (Ts) e em 500 hPa (T500) (K); b) precipitação (cm ano⁻¹); c) velocidade vertical em 500 hPa (10⁻⁴ hPa s⁻¹), no experimento considerando a superfície do globo coberta somente por oceano.

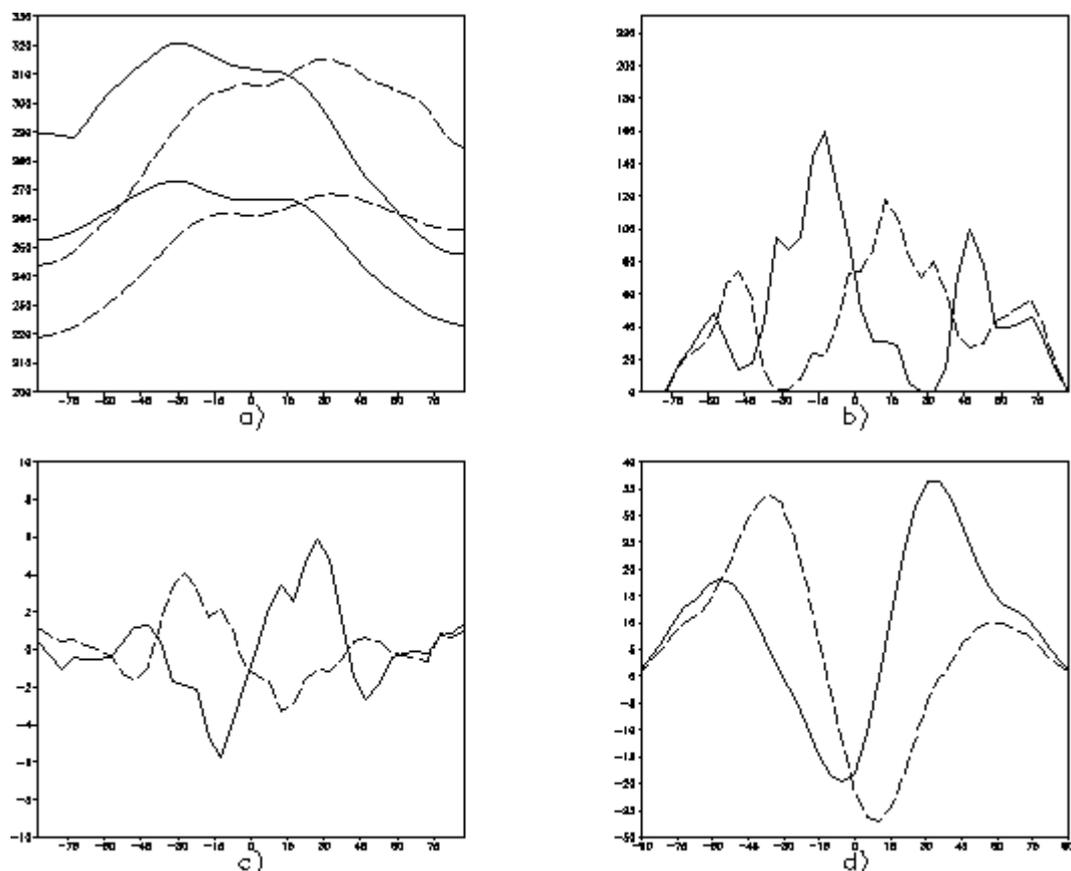


Figura 3: Variação latitudinal média de JJA (linha tracejada) e de DJF (linha contínua) referente à média zonal da: a) temperatura da superfície (T_s) e em 500 hPa (T_{500}) (K); b) precipitação (cm ano^{-1}); c) velocidade vertical em 500 hPa ($10^{-4} \text{ hPa s}^{-1}$); e d) do vento zonal em 250 hPa (m s^{-1}), no experimento considerando a superfície do globo coberta somente por terra.

4. Conclusões

Os resultados mostraram que no caso do “planeta aquático”, a variação sazonal da ZCIT foi de 15° de latitude, semelhante à variação obtida quando foram consideradas as frações reais dos diferentes tipos de superfície nos cinturões de latitude; no caso do “planeta continental”, o deslocamento da ZCIT foi maior, em torno de 25° de latitude, em média. Nestes experimentos, notou-se uma inversão sazonal do vento moderada (forte) no caso do experimento da superfície coberta por oceano (continente), do hemisfério de inverno para o de verão.

Referências Bibliográficas

- Estoque, M. A; Douglas, M. Structure of intertropical convergence zone over GATE area. *Tellus*, 30: 55-61, 1978.
- Fernandez, J. P. R. Estudos numéricos da zona de convergência intertropical (ZCIT) e monções com um modelo média zonal. Dissertação de Mestrado, INPE, São José dos Campos, 1996 (no prelo).
- Franchito, S. H.; Rao, V. B. Climatic change due to land surface alterations. *Clim. Change*, 22: 1-34, 1992.