

Comparação entre as amplitudes e fases das marés nos ventos medidos com radar meteorológico na mesosfera e alta atmosfera acima de Cachoeira Paulista e o modelo GSWM.

Lenine M. Aguiar, Paulo P. Batista, Barclay R. Clemesha

Copyright 2009, SBGf - Sociedade Brasileira de Geofísica

This paper was prepared for presentation during the 11th International Congress of the Brazilian Geophysical Society held in Salvador, Brazil, August 24-28, 2009.

Contents of this paper were reviewed by the Technical Committee of the 11th International Congress of the Brazilian Geophysical Society and do not necessarily represent any position of the SBGf, its officers or members. Electronic reproduction or storage of any part of this paper for commercial purposes without the written consent of the Brazilian Geophysical Society is prohibited.

Abstract

Winds over Cachoeira Paulista have been measured with meteor radar in order to determine the amplitudes and phases of the diurnal and semidiurnal tidal components and compare them with the GSWM model. This comparison has shown that the values given by the meteor radar and the GSWM are in accordance under some aspects, but, inconsistencies exist in others. These inconsistencies are discussed along this work.

Introdução

Nossa atmosfera divide-se em 5 faixas de altura com suas características próprias, são elas: Troposfera, Estratosfera, Mesosfera, Termosfera e Exosfera (Goody, R. M. et al 1975).

Para esse trabalho foi analisada a região compreendida entre a alta mesosfera e a baixa termosfera (80~100 km de altura), que é conhecida como MLT.

Por se tratar de uma região muito alta é difícil de se obter medidas de temperaturas e ventos para essa região, pois ela é alta demais para os balões e baixo demais para satélites. Uma alternativa é o lançamento de foguetes científicos, porém, eles tem um custo muito elevado, o que impossibilita o constante lançamento. Então para a obtenção dos dados utiliza-se de medições remotas, tais como o radar meteorológico SKIYMET.

Esse estudo tem como objetivo analisar os ventos da região MLT sobre Cachoeira Paulista (22.3°, 45°). Para isso foi analisado um período de dados entre Julho de 2005 a Junho de 2006, obtidos através do radar meteorológico, SKIYMET, e foram analisadas as velocidades médias mensais dos ventos da alta atmosfera, bem como as amplitudes e fases desses ventos em camadas de altura entre 81 e 100 a cada 3 km.

Metodologia

Como ferramenta indispensável a este trabalho foi utilizado o radar meteorológico SKIYMET, instalado em Cachoeira Paulista (22.3°, 45°) desde março de 1999.

Quando um meteoróide entra em nossa atmosfera ele sofre um processo chamado ablação, fenômeno conhecido como meteoro, deixando um rastro de partículas ionizadas. O radar emite pulsos, com frequência de 35,24 MHz, que são refletidos pelo rastro do meteoro e captados pelo sistema de antenas receptoras do radar o qual é capaz de determinar a localização exata desse rastro. Através da diferença de fases entre os sinais recebidos nas antenas receptoras e do deslocamento Doppler é possível determinar a velocidade radial do traço para cada meteoro. Com o conhecimento das velocidades radiais para vários meteoros detectados dentro de uma faixa de tempo e altura pode-se determinar a velocidade média do vento dentro deste intervalo temporal e espacial (Tokumoto 2000). Com esse sistema é possível detectar de 3000 a 4000 ecos meteorológicos úteis por dia.

Para uma melhor compreensão da região estudada, ela foi dividida em 2 direções Zonal e Meridional, Leste-Oeste e Norte-Sul respectivamente, e dividida em faixas de altura, de 3 km de espessura, partindo de 81 km até 100 km.

Em relação aos ventos a direção Zonal, ficou convencionalizada que Leste seria Positivo e Oeste Negativo, na direção Meridional, Norte ficou como Positivo e Sul como Negativo.

Para o estudo dos ventos foram feitas médias mensais onde todos os meteoros obtidos dentro de uma faixa de altura e em cada mês foram agrupados. Estes ventos mensais em cada intervalo de altura são processados a fim de se obter as amplitudes e as fases dos ventos. Para isso utiliza-se o método dos mínimos quadrados para determinar as amplitudes e fases através da relação (Batista et al., 2004):

$$V(h, t) = V_0 + V_1 \cos\left(\frac{2\pi}{24}(t - \phi_1)\right) + V_2 \cos\left(\frac{2\pi}{12}(t - \phi_2)\right) + V_3 \cos\left(\frac{2\pi}{8}(t - \phi_3)\right)$$

Onde, V_0 é o vento médio, V_1 é a amplitude da maré diurna, ϕ_1 é a fase da maré diurna, V_2 é a amplitude da maré semidiurna, ϕ_2 é a fase da maré semidiurna, V_3 é a amplitude da maré terdiurna e ϕ_3 é a fase da maré terdiurna. Para isto usou-se um programa chamado de Regress (Bevington, 1969).

Resultados

As figuras 1e 2 mostram as amplitudes determinadas pela equação anterior para o vento Meridional (acima) e Zonal (abaixo) para os meses de julho de 2005 a junho de 2006. As linhas cheias se referem aos dados e as linhas tracejadas ao Modelo GSWM (Hagan et al., 2001).

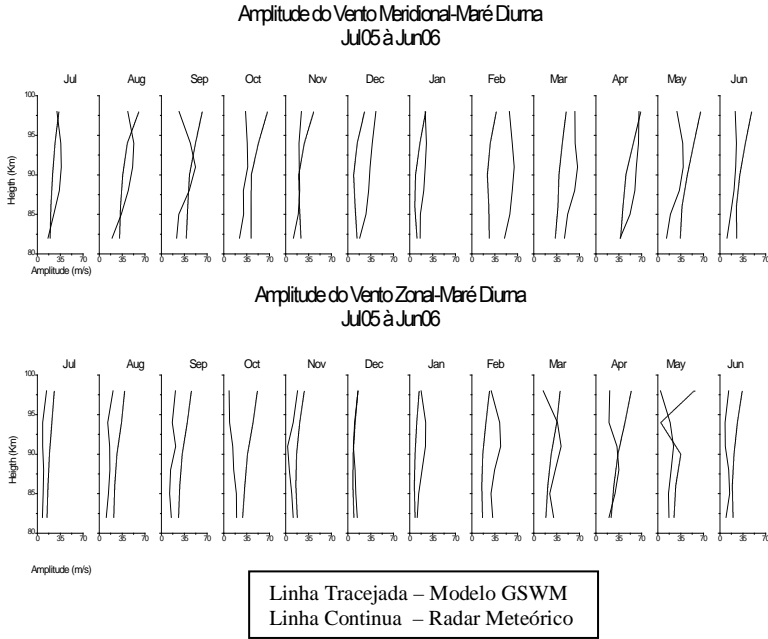


Fig. 1: Amplitude dos ventos Zonal e Meridional para a Maré-Diurna

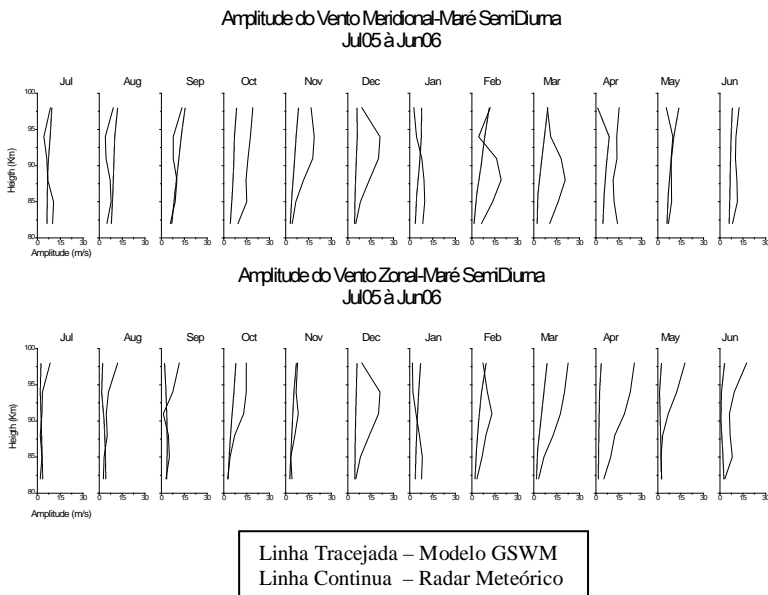


Fig. 2: Amplitude dos ventos Zonal e Meridional para a Maré-Semidiurna

As figuras 3 e 4 mostram as fases em horas de ocorrência dos máximos para a maré diurna e semidiurna respectivamente.

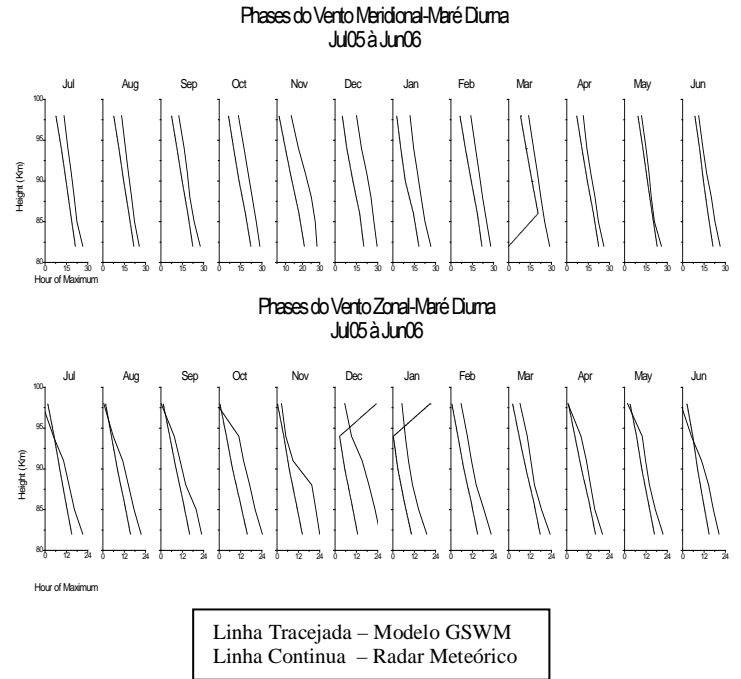


Fig. 3: Fase dos ventos Zonal e Meridional para a Maré-Diurna

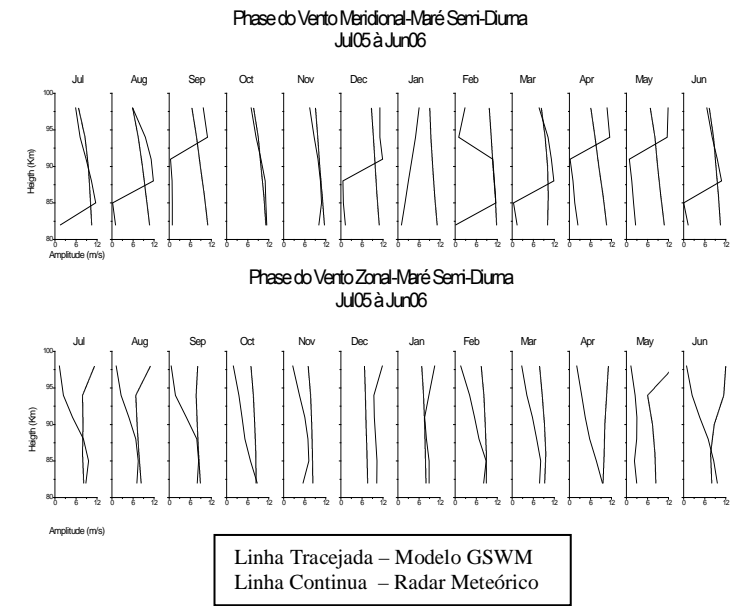


Fig. 4: Fase dos ventos Zonal e Meridional para a Maré-Semidiurna

Discussão

Amplitudes

Meridional- Maré diurna

A maior diferença entre o Modelo GSWM e os valores experimentais, nesse período, se encontra entre 85 km e 95 km de altura. Nos meses de maio, junho, outubro e novembro o valor experimental mostra-se inferior ao calculado pelo modelo GSWM, nos demais os valores são quase os mesmos.

Zonal- Maré diurna

Para os meses de janeiro a março o valor experimental mostrou-se superior ao calculado através do modelo GSWM. Dezembro os valores se ajustaram quase perfeitamente. Nos demais meses os valores foram muito próximos.

Meridional- Maré semidiurna

A diferença entre os valores experimentais e o modelo teórico é bem acentuada nos meses de outubro a abril com os valores experimentais mais fortes ao do modelo teórico, e muito próximos de maio a setembro.

Zonal- Maré semidiurna

De dezembro a junho a diferença é mais acentuada, com os valores experimentais mais fortes que o calculado com o modelo GSWM. É possível observar que a diferença entre o modelo teórico e o experimental é mínima entre 80Km e 85Km de altura.

Fases

Meridional- Maré diurna

A fase alcança o máximo em geral mais tarde em relação com o esperado pelo modelo GSWM.

Zonal- Maré diurna

A fase alcança o máximo em geral mais tarde em relação com o esperado pelo modelo GSWM, porém, nas altitudes acima de 95 km os valores experimentais tendem aos valores calculados pelo modelo teórico.

Meridional- Maré semidiurna

Esta componente é a que possui a maior diferença entre o modelo e os dados, apenas os meses de outubro e novembro estão coerentes com o modelo GSWM.

Zonal- Maré semidiurna

Na maioria dos meses apenas em altitudes menores o modelo e os dados coincidem, mais os dados ocorrem mais cedo conforme a altura vai aumentando.

Conclusão

Verificou-se uma discrepância entre os valores medidos com o radar meteorológico e os valores calculados teoricamente com os modelos.

Uma medição constante tornará possível desenvolver métodos teóricos mais eficientes para se calcular as amplitudes e fases dos ventos da alta atmosfera.

Agradecimentos

Agradeço ao CNPq pelo suporte financeiro através do Programa de Bolsa de Iniciação Científica e ao Doutor Paulo Prado Batista por estar sempre disponível na orientação deste trabalho. Agradecemos também ao CNPq através do PRONEX.

References

- Tokumoto, A. S. Medidas de Ventos na Mesosfera Utilizando o Radar Meteorológico. São José dos Campos, INPE, 2000. (INPE-9126-TDI/815).
- Goody, R. M., Walker, J.C.G. Atmosferas Planetarias. Editora EDGARD BLUCHER Ltda. 1975
- Batista, P. P; Clemesha, A.S, Tokumoto, A.S; Lima, L.M. Structure of the mean winds and tides in the meteor region over Cachoeira Paulista, Brazil(22,7°S, 45° W) and its comparison with models. Journal of Atmospheric and solar-terrestrial Physics. Vol. 66, pp 623-636, 2004.
- Bevington, P. R. Data Reduction and Error Analysis for the Physical Sciences. Editora MCGRAW-HILL BOOK COMPANY 1969.
- Hagan, M. The global-scale wave model (GSWM). [online]. Disponível em: <HTTP//web.hao.ucar.edu/public/research/tiso/GSWM/model.html>. Acesso em: 09 mar 2009.