

## ANÁLISE DOS DISTÚRBIOS ONDULATÓRIOS DE LESTE SOBRE O OCEANO ATLÂNTICO EQUATORIAL SUL

Nelson Jesus Ferreira, Chou Sin Chan, Prakki Satyamurti

C.Postal 515, INPE, 12201 São José dos Campos, SP

RESUMO. Focaliza-se as principais características dos distúrbios equatoriais de leste sobre o Oceano Atlântico Equatorial, durante o First GARP Global Experiment (FGGE). Como base de dados foram utilizados campos de vento diários do National Meteorological Center (NMC). Análise dos resultados revelam a existência de distúrbios ondulatórios propagando-se de leste para oeste durante quase todo o período estudado. Estes distúrbios apresentam velocidade de fase entre 10 a 13 m/s. e período de 5 a 6 dias. O comprimento de onda típico é da ordem de 4300 a 6900 km. No outono ocorrem ondas mais curtas e lentas, enquanto que no inverno ocorrem ondas mais longas e rápidas.

## INTRODUÇÃO

Uma classe de fenômeno de tempo nos trópicos, caracterizado por distúrbios nos ventos de leste, vem sendo estudada a mais de quarenta anos, tendo como precursor o modelo de ondas de leste idealizado por Riehl (1945). A maior parte dos estudos nessa área concentrou-se nas análises da dinâmica e estrutura dos distúrbios que atuam nos oceanos Pacífico e Atlântico Norte. Pouca atenção foi dada ao papel desses sistemas nas regiões equatoriais do Atlântico Sul, particularmente nas vizinhanças da América do Sul. Este trabalho analisa as principais características e estrutura ondulatória desses distúrbios no Atlântico Equatorial, durante o FGGE.

## Dados utilizados e Metodologia

Neste estudo foram utilizados dados diários de vento do NMC (2.5 x 2.5 graus de latitude/longitude). Estes dados cobrem o período de dezembro de 1978 a novembro de 1979. A região de estudo localiza-se entre 22,5°N a 22,5°S e 0° a 85°W.

Foram construídos diagramas de "Hovmöller" (Figura 1) para os desvios da componente meridional do vento, em latitudes próximas ao equador. Neste caso foram traçados padrões de isolinhas inclinadas de desvios da variável; estas linhas indicam o sentido de deslocamento das anomalias com o tempo. Pode-se estimar visualmente o período, a velocidade de propagação e o comprimento de onda da perturbação, para cada estação do ano.

Utilizou-se a análise espectral para determinação da estrutura e identificação dos distúrbios ondulatórios. O espectro de potência é determinado utilizando-se a transformação de Fourier da autocovariância ou por meio de correlação "lag correlation" da série temporal.

## Resultados

As análises a seguir basearam-se em dados do nível de 850 hPa, pois foi observado que os distúrbios tropicais de leste adquirem maior intensidade na baixa troposfera (Riehl, 1945; Nitta et al., 1985; Tai e Ogura, 1987).

Foram analisadas seções longitude versus tempo da componente meridional do vento (não mostradas) ao longo das latitudes 0;2,5 e 5,0 S (vide exemplo Figura 1). Estes diagramas revelam a presença de distúrbios quase periódicos, que cruzam o Oceano Atlântico Equatorial no sentido leste-oeste, durante todo o FGGE. Análise preliminar desses distúrbios indica uma periodicidade média de 6 dias. Buscando um refinamento das isolinhas, os diagramas foram suavizados. Em seguida, foram calculadas as médias diárias desses dados filtrados e, finalmente, plotou-se nos diagramas somente os valores positivos dessas médias, indicando a frente do distúrbio. Estes distúrbios foram observados ao longo das três latitudes.

A tabela 1 resume as características básicas dos distúrbios ao longo do equador.

Em MAM ocorre um número maior de distúrbios se propagando sobre o Atlântico Equatorial, com 17 eventos, seguido de SON com 16, JJA com 15, e por último DJF, com 14. Em DJF, apesar de se poder notar padrões de propagação de isolinhas, estas se apresentam com falhas e muito desorganizadas, o que dificulta bastante a análise. Nos demais períodos, os padrões de propagação podem ser constatados mais facilmente, principalmente em MAM e JJA, quando se observam maiores desvios de vento meridional. Este fato sugere a presença de distúrbios mais ativos nestas duas épocas do ano.

O período de onda estimado é em torno de 5 a 6 dias, tendo MAM apresentado período de 5 dias, o mais curto em relação aos outros trimestres. A velocidade de fase das ondas varia em torno de 10-13 m/s. Em MAM, as fases se propagam mais lentamente, a velocidade média de 10 m/s, enquanto que em JJA as ondas são mais rápidas, 13 m/s. As ondas de comprimento mais curto ocorrem em MAM, 4300 Km. Em contra partida, em JJA, quando a ZCIT está deslocada mais para o Hemisfério Norte, as ondas estão mais longas, e se propagam mais rapidamente.

As estimativas médias de espectros de potência suavizados da componente meridional do vento foram estimadas entre as longitudes  $0^{\circ}$  e  $80^{\circ}\text{W}$ , ao longo da latitude  $5^{\circ}\text{S}$ . Esta etapa visa identificar de forma mais objetiva a banda de frequências em que ocorrem os distúrbios nesta região. Apresenta-se a seguir os resultados para MAM e JJA (vide exemplo na Figura 2). Em MAM os perfis espectrais apresentam igualmente um certa variabilidade longitudinal ao longo da latitude de  $5^{\circ}\text{S}$ . Observa-se, entretanto, algumas semelhanças de uma longitude para outra na bandas de frequência em que ocorrem os picos de energia. Uma boa parte da energia dos distúrbios está contida em período maior que 3 dias. Observa-se também a presença de picos, por exemplo, em torno de 10 dias em várias longitudes referentes aos distúrbios de baixa frequência. Este pico em período de 10 dias sofre atenuação a oeste de  $40^{\circ}\text{W}$ , e volta a se amplificar sobre o continente, em aproximadamente  $80^{\circ}\text{W}$ . O espectro de potência de v em  $50^{\circ}\text{W}$  se aproxima ao de um ruído branco. Salvo o pico em 20 dias, a energia se distribui

praticamente igual em todas outras frequências. Os diagramas longitude versus tempo também indicaram a desorganização destes distúrbios próxima a esta longitude. O pico entre 3 a 5 dias define-se melhor entre as longitudes  $20^{\circ}\text{W}$  e  $40^{\circ}\text{W}$ . Em  $60^{\circ}\text{W}$ , o pico tende para 5 dias. Os períodos dos distúrbios estimados espectralmente são menores que os estimados pelos diagramas.

Em JJA a variação longitudinal dos perfis espectrais também ocorreram. Entre o meridiano de Greenwich e a longitude de  $70^{\circ}\text{W}$ , nota-se a permanência de distúrbios de período longo, em torno de 10 a 20 dias.

Distúrbios de período de 3 a 5 dias possuem mais energia sobre o oceano, entre  $0^{\circ}$  e  $30^{\circ}\text{W}$ . Sobre o continente, distúrbios neste intervalo de período sofrem muitas variações na intensidade da energia dos espectros. Em torno de  $40^{\circ}\text{W}$ , a energia associada a distúrbios com esta periodicidade diminui bastante, e volta a aumentar em torno de  $50^{\circ}\text{W}$ . Entre  $60^{\circ}\text{W}$  e  $70^{\circ}\text{W}$ , apesar de os espectros conterem uma quantidade razoável de energia, não há picos que se destaquem. Em  $80^{\circ}\text{W}$ , aparece um pico próximo de 5 dias, que pode ter como causas forçantes locais.

#### Conclusões

Análises dos diagramas longitude versus tempo da componente meridional do vento, revelam a presença de distúrbios ondulatórios se propagando de leste para oeste sobre o Oceano Atlântico Equatorial durante o ano do FGGE. Nestas análises os distúrbios apresentaram periodicidade de 5 a 6 dias.

Nos trimestres MAM e JJA, as ondas apresentaram amplitudes maiores e propagação de fases de forma mais organizada. Entretanto, nestes dois períodos os resultados mostraram possuir características opostas. Enquanto que em JJA as ondas eram mais longas (em torno de 6900km) e rápidas, em MAM as ondas eram mais curtas (em torno de 4300km) e lentas (velocidade de 10 m/s).

O espectro de potência da componente meridional do vento ao longo de  $5^{\circ}\text{S}$ , indica claramente a existência de distúrbios com período entre 3 a 5 dias durante os trimestres MAM e JJA. Em DJF, estes distúrbios parecem ocorrer entre  $0^{\circ}$  e  $10^{\circ}\text{W}$ , sobre o oceano.

#### Referências

Nitta, I. et al. A Global analysis of the lower tropospheric disturbances in the tropics during the northern summer of the FGGE year. Part I: Global features of the disturbances. Journal of the Meteorological Society of Japan, 63(1): 1-19, Fev., 1985.

Riehl, H. Waves in the easterlies and the polar front in the tropics. Dept. of Meteorology. Univ. of Chicago, misc. rept. 17, 79 pp, 1945.

Tai, K.S.; Ogura, Y. An observational study of easterly waves over the Eastern Pacific in the northern summer using FGGE data. *Journal of Atmospheric Sciences*, 44(2):339-361, Jan. 15, 1987.

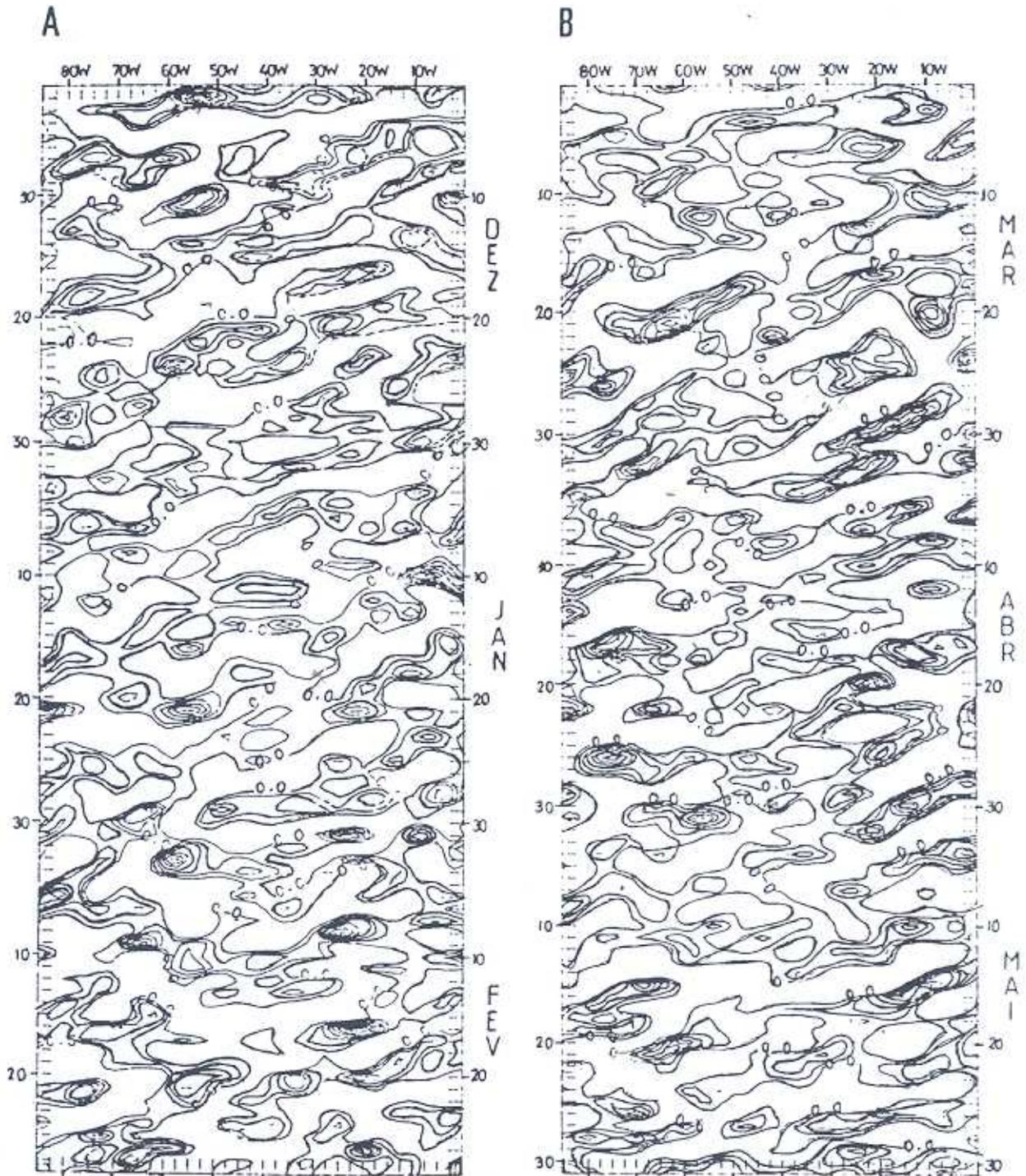


Fig. 1 - Diagramas de longitude versus tempo de desvios da componente meridional do vento, em relação à média do trimestre, filtrados para o intervalo de 2 a 10 dias, para DJF e MAM, do nível de 850 hPa, ao longo do equador. Estão plotados somente os desvios positivos. Intervalo dos contornos: 1 m/s.

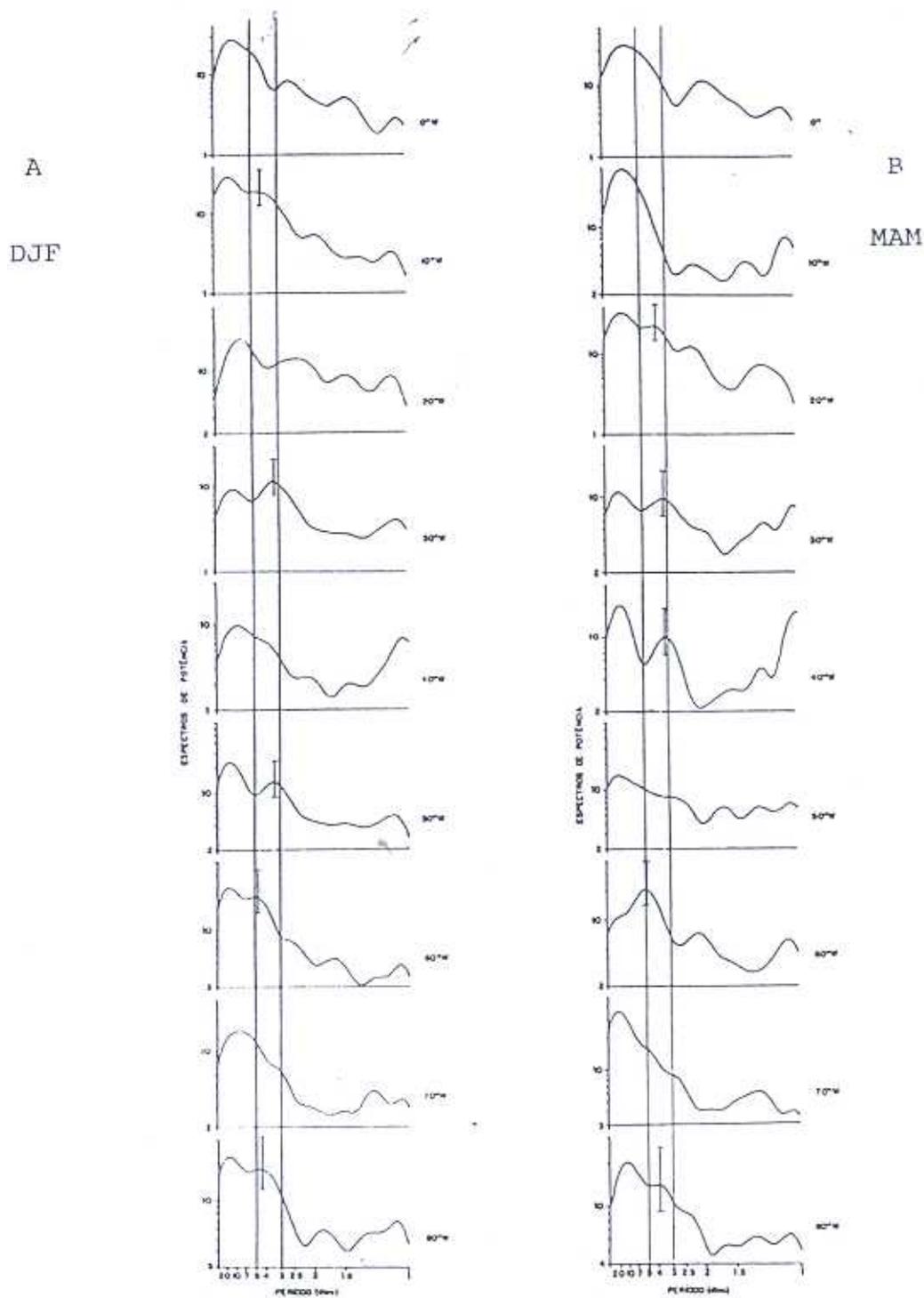


Fig 2 Estimativas de espectro de potência suavizado de desvios da componente meridional do vento em relação a média de cada trimestre do nível de 850 hpa e latitude de 5.0 S de (a) DJF e (b) MAM. O eixo das coordenadas está em escala logarítmica. Unidade das coordenadas : m dia/s. O intervalo de confiança para os picos significativos estão plotados no gráfico na banda entre 3 e 5 dias.