

MANUTENÇÃO DA CORRENTE DE JATO SOBRE A AMÉRICA DO SUL: CIRCULAÇÕES TRANVERSAIS

Gilsânia de S. Cruz (1); V.B. Rao; Manoel Alonso Gan

(1) FUNCATE

Divisão de Ciências Meteorológicas/INPE

e-mail: gilsania@funcate.org.br

ABSTRACT

In this study, the goal is to explain the maintenance of the jet stream over South America during the winter season based on the analysis of the total Kinetic energy budget through the transversal circulation around the jet stream by the ageostrophic wind. The jet stream for El Niño and La Niña events, and years without the presence of these two events may be locally maintained by the budget between the kinetic energy generated by the ageostrophic flow and the energy of flux divergence. The transversal direct and indirect circulations are responsible for the conversion of available potential energy into kinetic energy in the entrance regions of the jet stream, and for the conversion of kinetic energy into potential in the exit regions of the jet stream. The study of those circulations may evidence areas of divergence-convergence both in the high and low troposphere.

Introdução

Desde a época da identificação da corrente de jato, até a atualidade, poucos foram os estudos sobre a dinâmica e os efeitos no tempo desses fortes ventos zonais em altos níveis que atuam sobre a América do Sul. Entretanto, sabe-se que no sul da América do Sul, as correntes de jato estão associadas a bloqueios, sistemas frontais e sistemas convectivos, principalmente durante o inverno, quando os ventos de oeste estão mais intensos. Já no Brasil, as correntes de jato são responsáveis pelo desenvolvimento ou intensificação da convecção nas regiões sul e sudeste do País (Kousky e Cavalcanti 1984).

Este estudo foi feito, usando a presença do vento ageostrófico médio meridional nas regiões de entrada e saída do jato para inferir a presença da circulação vertical como sugerido por Blackmon et al (1977). Para isto utilizou-se os dados médios mensais de altura geopotencial (z), e as componentes zonal (u) e meridional (v), para o período de inverno (JJA) de 1982 a 1994 derivados da reanálise do NCEP (National Center for Environmental Prediction). A área de estudo se restringe a uma parte da América do Sul entre as latitudes de 20°S a 55°S e longitudes de 20°W a 90°W.

2 Metodologia

Como a ênfase do trabalho é para a manutenção da corrente de jato a partir da circulações verticais, escolheu-se o período de inverno (JJA), visando uma melhor demonstração das circulações médias transversais em torno do jato,.

Primeiramente calculou-se a corrente de jato média para o período de inverno, sobre a região da América do Sul (20-55°S, 20-90°W), para os níveis de 200 e 850 hPa, de maneira a avaliar a existência de circulações transversais contrárias em altos e baixos níveis como sugerido por Bjerknes e Holmboe (1944). Para finalizar, calculou-se o vento ageostrófico através da equação (2.1) abaixo, em torno desta corrente, e analisou-se as circulações médias transversais (direta e indireta).

$$\mathbf{V}_{ag} = \mathbf{v} - \frac{1}{f} \frac{\partial \phi}{\partial \mathbf{x}} \quad (2.1)$$

3 Resultados

Para uma melhor interpretação dos resultados, dividiu-se o período estudado em três ítems: El Niño, La Niña e outros anos.

3.1 - Circulações Transversais em Altos Níveis

3.1.1 - El Niño (1983, 1987, 1993)

De uma forma geral nota-se que para os anos de El-Niño a CJS encontrou-se bem mais intensa, principalmente no inverno de 1983 que foi o El Niño mais forte do século (ver Figura 3.1). Em anos de El Niño ocorre um aquecimento anômalo nas águas do Pacífico leste equatorial, aumentando assim nesta região a convecção e a liberação de calor latente, e em consequência a atmosfera é aquecida, aumentando portanto o gradiente de temperatura Norte-Sul que é o principal subsídio para a formação e intensificação corrente de jato. Nesses casos o padrão de circulações médias transversais mostrou-se bem coerentes com o padrão idealizado, ou seja na entrada da corrente de jato pode-se observar uma circulação termicamente direta e na saída uma indireta.

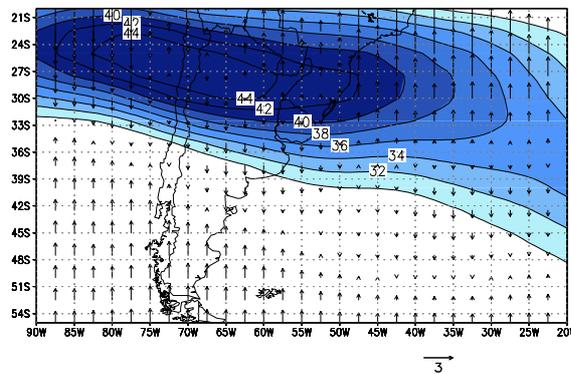


Fig. 3.1 - Isotacas do vento zonal (linhas contínuas) em intervalos de 2 m/s e a componente meridional do vento ageostrófico (setas) no nível de 200 hPa para o período de El Niño de 1983.

3.1.2.- La Niña (1984, 88, 89)

Em anos de La Niña, a CJS encontrou-se um pouco menos intensa, neste caso o aquecimento tropical anômalo não existe, o que pode levar a um menor gradiente de temperatura Norte-Sul, e portanto jatos mais fracos. As circulações transversais durante este fenômeno mostraram-se menos intensas do que o esperado. Mesmo assim pode-se observar na Figura 3.2, que na entrada do jato a circulação é termicamente direta e na saída indireta.

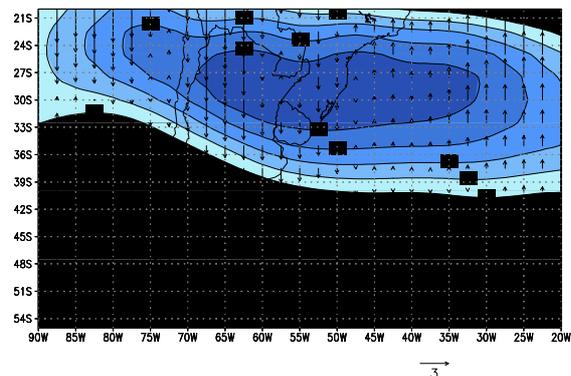


Fig. 3.2 - Isotacas do vento zonal (linhas contínuas) em intervalos de 2 m/s e a componente meridional do vento ageostrófico (setas) no nível de 200 hPa para o período de La Niña de 1984.

3.1.3 - Outros Anos (1982, 85, 90, 91, 92, 94)

Para este período, pode-se observar uma circulação transversal bem definida na entrada da corrente de jato subtropical e polar, porém na saída nem sempre o padrão está coerente, nestes anos é observada a presença quase que permanente da CJP. De uma forma geral os resultados foram mais satisfatórios para El Niño e La Niña. Mais uma vez o padrão esperado de circulações é comprovado, ou seja na entrada do jato o vento ageostrófico está direcionado para o Sul da América do Sul e na saída para o Norte, definindo assim uma circulação termicamente direta com conversão de energia potencial disponível do estado básico para energia cinética do estado básico ($P_m \Rightarrow K_m$) na entrada do jato e indireta com uma conversão contrária ($K_m \Rightarrow P_m$) na saída.

3.2 – Circulações Transversais em Baixos Níveis

A descrição da circulação ageostrófica sugerida por Bjerknæs e Holmboe (1944), implica em divergência (convergência) do campo de vento zonal no nível da corrente de jato acompanhada por convergência (divergência) do vento zonal na direção oposta em baixos níveis. Para observar essa situação foram confeccionadas seções verticais do vento ageostrófico.

Os resultados obtidos estão de acordo com a descrição ageostrófica sugerida por Bjerknæs e Holmboe (1944), mostrando-se de forma mais nítida em 1983 (ver Figura 3.3), o que não se pode concluir, até mesmo pela quantidade de anos investigados, é a existência de um limite padrão entre altos e baixos níveis, em que ocorre esta circulação em direção oposta. Vale salientar ainda que em baixos níveis existe uma imprecisão maior no vento ageostrófico, pois nestes níveis a aproximação geostrófica não é válida devido a força de atrito, contribuindo para um $vag > vg$. Desta forma erros no cálculo do vento geostrófico levam a um grande erro no cálculo do vento ageostrófico. Neste estudo utilizou-se a expressão diagnóstica do balanço geostrófico, já que trabalhou-se com um período de tempo trimestral. Embora atualmente se façam aplicações prognósticas complicadas devido a aceleração (a qual deve ser uma medida precisa) que é dada por uma pequena diferença entre a força de coriolis e o gradiente de pressão. Assim um pequeno erro na medida da velocidade ou gradiente de pressão levam a um considerável erro na estimativa da aceleração. Uma conveniente medida da magnitude da aceleração, quando se utiliza uma análise prognóstica é feita através de um número adimensional chamado número de Rossby.

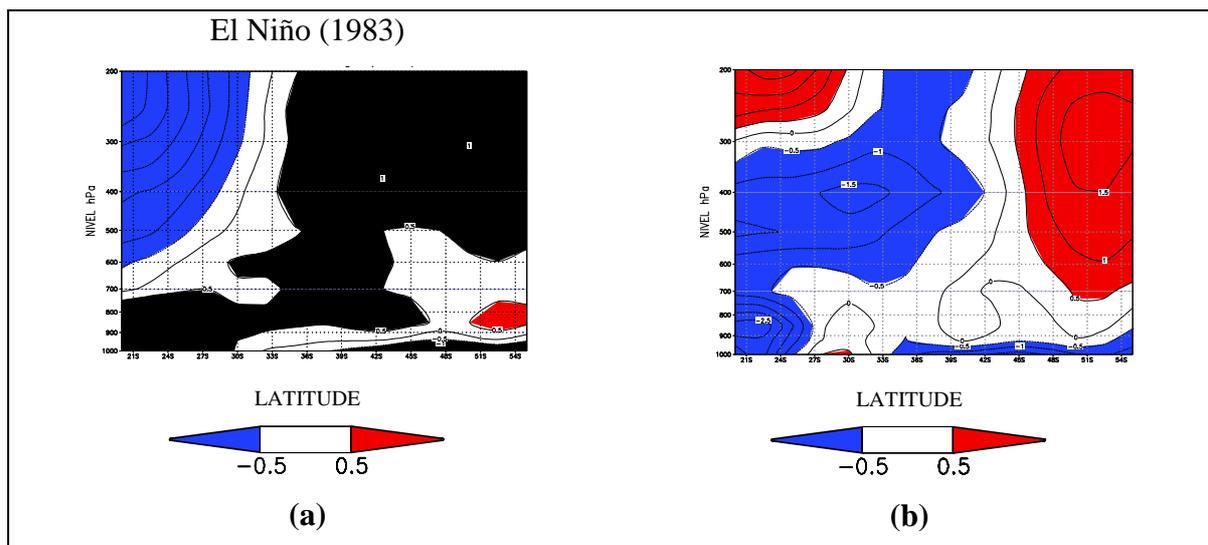


Fig. 3.3 – Seções verticais de vento ageostrófico em intervalos de 0.5 ms^{-1} ao longo de cada nível (1000-200hPa) para entrada (a) e saída (b) da CJ.

4 Conclusões

O padrão de circulações médias transversais no nível da corrente de jato, apresentou-se coerente com o padrão idealizado, para os anos de El Niño, mostrando-se de forma menos nítida do que o esperado para os anos de La Niña. Para os outros anos, a circulação transversal mostra-se bem definida na entrada da CJS, porém na saída nem sempre o padrão está coerente. Quanto as circulações em baixos níveis: a descrição das circulações médias transversais implica em divergência (convergência) do campo de vento zonal no nível da corrente de jato acompanhada de convergência (divergência) do vento zonal na direção oposta em baixos níveis. Não podendo ser confirmada, devido a pequena quantidade de anos estudado, a existência de um limite padrão entre altos e baixos níveis em que ocorre esta circulação em direção oposta.

De uma forma geral conclui-se que a corrente de jato pode ser localmente mantida pelo balanço entre a energia cinética gerada pelo escoamento ageostrófico e a divergência do fluxo de energia tal como observado por Holopainen, (1978). As circulações transversais direta e indireta são responsáveis pelas conversões de energia potencial disponível para cinética ($P_m \Rightarrow K_m$) na entrada da corrente de jato e pelas conversões de energia cinética para potencial disponível ($K_m \Rightarrow P_m$) na saída da corrente de jato. Ressaltando ainda que o estudo dessa circulações deve evidenciar áreas de divergência-convergência tanto na alta como na baixa troposfera. Esses padrões, dependendo da energia disponível, podem gerar instabilidades que favoreçam o surgimento e a manutenção dos sistemas convectivos de mesoescala. Mas os resultados mostram, que alguns problemas de interpretação surgem com o uso das circulações transversais nas regiões de entrada e saída da corrente de jato no padrão de vento ageostrófico, como: a proximidade da CJS nas regiões em que a geostrofia não é válida, processos computacionais imperfeitos e, como sugerido por Blackburn (1985), o uso da definição de geostrofia usando o parâmetro de coriolis variável ou constante.

Referências Bibliográficas

- Bjerknes, J. A Possible Response of the Atmosphere Hadley Circulation to Equatorial anomalies of Ocean Temperature. **Tellus**, **18**: 820-829, 1966.
- Blackmon, M.L., Wallace, J.M, Lau, N.C, Mullen, S.L. An Observational Study of the Northern Hemisphere Wintertime Circulation. **J. Atm. Sci.**, **34**: 1040-1053, 1977.
- Blackburn, M. Interpretation of Ageostrophic Winds and Implications for Jet Stream Maintenance. **J. Atmos.Sci.**, **42**: 2604-2620, 1985.
- Holopainen, E. A Diagnostic Study of the Kinetic Energy of the Long Term Meanflow and the associated Transient Fluctuations in the atmosphere. **Geophysica**, **15**: 125-145, 1978.
- Kousky, V., e Cavalcanti, I. F. A. **Eventos Oscilação Sul - El Niño: Características, Evolução e Anomalias de Precipitação**. Ciência e cultura **36(11)**: 1888-1889, 1984.

Agradecimentos

Ao CNPq, pela bolsa, sem a qual não seria possível o desenvolvimento deste trabalho.