

CONSIDERAÇÕES SOBRE A CIRCULAÇÃO ATMOSFÉRICA DA ALTA TROPOSFERA DURANTE O VERÃO DA AMÉRICA DO SUL

Nelson J. Ferreira

Divisão de Meteorologia por Satélites, INPE

e-mail:nelson@met.inpe.br

Viviane Moraes Pereira; Vivianne Gomes Silva Floresta

Universidade do Vale do Paraíba, São José dos Campos, SP

ABSTRACT

Using the National Centers for Environmental Predictions (NCEP) reanalysis data, this study evaluates the upper levels tropospheric circulation features during the austral summer (November, December, January and February) over South America and vicinities. Emphasis is given to the variability of the Bolivian Anticyclonic Circulation (AB), the Upper-levels Cyclonic Vortex (VCAN) in the vicinity of the northeastern Brazil (NE), and the inter-hemispheric bifurcation along the equator, near to the west coast of South America. It is found that during January and February the VCAN, instead of a trough, is one of the climatological features in that region. The pattern of the vertical motions at 300 hPa suggests that the typical convective activity, observed to the west of the VCAN's, is reinforced by the upper-levels divergence in the transition zone of the AB and VCAN system. Also, the vertical motion pattern suggests that along the South Atlantic Convergence Zone (ZCAS) the convective activity over land is stronger than over oceanic areas.

1. Introdução

A circulação atmosférica de verão na América do Sul é constituída por três grandes sistemas: a Alta da Bolívia (AB), o Vórtice Ciclônico em Altos Níveis (VCAN) na vizinhança do Nordeste do Brasil e a Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS). Esses sistemas de tempo são importantes, pois modulam o ciclo hidrológico, o balanço de energia e o clima em grande parte do nosso continente.

A AB é uma circulação anticiclônica de grande escala que ocorre na troposfera superior, centrada no platô boliviano (Virji, 1981; Gandu e Silva Dias, 1994). Este sistema meteorológico está associado a intensa liberação de calor latente de condensação que ocorre naquela região, constituindo-se numa fonte de calor em grande escala. No período de verão, a AB contribui para as chuvas que ocorrem nas regiões Norte e Centro-Oeste do Brasil.

Os VCANs são sistemas de circulação formados na alta troposfera e cuja circulação ciclônica fechada possui um centro mais frio do que a sua periferia (Kousky and Gan, 1981; Ramirez, 1996). Kousky and Gan sugerem que a atividade convectiva associada a esses sistemas ocorre devido à convergência do fluxo de umidade nos baixos níveis, tipicamente localizado a oeste do centro de circulação. Além disso, eles observaram que a região central dos vórtices geralmente é caracterizada por céu limpo ou por nuvens esparsas. Os VCANs afetam o regime de chuva principalmente no setor oeste e sul do NE (Ferreira et al., 1998).

A ZCAS (Kodama, 1992; Quadro, 1994) é definida como sendo uma faixa contínua de nebulosidade no sentido noroeste-sudeste, estendendo-se desde o sul da Amazônia até o Sudoeste do Oceano Atlântico. Ela está associada a uma zona de convergência do fluxo de umidade na baixa troposfera e tem um papel importante no regime de chuvas da região Sul-Sudeste do Brasil no período de verão.

Embora as principais características meteorológicas dos sistemas de tempo que atuam na América do Sul, durante o verão austral, estejam amplamente documentadas na literatura, é de interesse prático a disponibilidade de modelos conceituais ou de descrições objetivas da evolução temporal da circulação troposférica média nessa região. Com a recente disponibilidade das reanálises do National Centers for Environmental Predictions (NCEP) que cobre um período de 13 anos, tornou-se possível uma reavaliação e documentação dessas características. Assim, neste trabalho, avalia-se como a circulação atmosférica média da alta troposfera evolui durante o período de verão na América do Sul. Ênfase é dada a variabilidade da Alta da Bolívia e do Vórtice Ciclônico dos Altos Níveis que ocorre na vizinhança do nordeste do Brasil.

2. Dados e Resultados

Foram utilizados as médias mensais das componentes meridional, zonal e vertical do campo de vento, que fazem parte da reanálises do NCEP e que estão disponíveis nos arquivos do INPE em São José Campos, SP. Estes dados que cobrem o período de 1982 a 1994, apresentam uma resolução espacial de 2,5x2,5 graus de latitude/longitude. A seguir, avalia-se as características da circulação atmosférica da alta troposfera (300 hPa) durante o período de verão (novembro, dezembro, janeiro e fevereiro) na América do Sul.

Em novembro não se observa a presença de ventos fortes nos trópicos (Fig. 1a). O centro da AB está localizado em torno de 12,5° S e 63,0° W. O campo de vento mostra que a AB constitui-se no ramo sul de uma bifurcação inter-hemisférica (BI) que ocorre na vizinhança do equador em torno de 110° W. O ramo norte forma uma outra circulação anticiclônica (AAC) que está muito bem definida na América Central. A leste da AB observa-se um cavado (20° S, 40° W) que se estende do oceano Atlântico para o nordeste do NE. Observa-se também que os movimentos verticais ascendentes (Fig. 2a) ocorrem ao longo da ZCAS, mas de forma menos acentuada na frente do cavado de latitudes médias (no Atlântico Sudoeste) e de forma mais acentuada ao longo do eixo noroeste-sudeste (Noroeste da Amazônia ao Rio de Janeiro) sobre o continente. Isto evidencia a hipótese de Kodama (comunicação pessoal) de que a ZCAS esta associada a dois mecanismos distintos, o cavado de latitudes médias e a AB. De fato, a localização das principais células de movimentos verticais na figura sugerem que a atividade convectiva sobre o continente sul americano deva ser suportada (divergência nos altos níveis) pelo padrão da circulação do sistema AB/cavado.

Em dezembro o centro da AB (Fig. 1b) desloca-se para a Bolívia (15,0° S e 65,0° W). A BI ocorre em torno de 10° S. O cavado na vizinhança do NE assume uma inclinação mais meridional. Não se observa correntes de jato subtropical. No oceano Atlântico Sudoeste observa-se o cavado de latitude médias (em torno de 35° W) com uma amplitude pequena. Ao contrário do mês anterior, a AB apresenta-se melhor definida do que a AAC que se desloca para o equador situando-se no norte da América do Sul. A configuração espacial dos movimentos verticais ascendentes (Fig. 2b) sobre o Brasil e o Atlântico Sudoeste ainda é bastante sugestiva de um duplo controle dinâmico da ZCAS. Além disso, outra hipótese associada é que, ao longo da ZCAS, a atividade convectiva é mais ativa sobre o continente porque o sistema AB/cavado induz um maior suporte dinâmico.

Durante o mês de janeiro, conforme Figura 1c, persistem a BI e o par de anticiclones AB e AAC. A AB desloca-se ligeiramente para o sudoeste da Bolívia e o VCAN se estabelece na vizinhança do oceano Atlântico, vizinhança do NE. Estudos anteriores indicam a presença climatológica do cavado nessa região e não da circulação ciclônica fechada nessa região. Nesta época a BI continua presente mas a AAC está pouco definida. Observa-se também que o cavado (com pequena amplitude) de latitudes médias no Atlântico Sudoeste parece evidenciar conexões com a ZCAS. Os movimentos verticais ascendentes (Fig. 2c) ocorrem acentuadamente no sudoeste de Minas Gerais e sul do Piauí, exatamente onde o escoamento

do sistema AB/VCAN sofre maior difluência. A configuração tipo Y dos movimentos verticais lembra o padrão de nebulosidade típica observado na região, durante esta época do ano. Como esses movimentos verticais ocorrem essencialmente a oeste dos VCANs, possivelmente a atividade convectiva associada a estes é realçada pelo campo de divergência do sistema AB/cavado.

Em fevereiro, conforme Figura 1d, a ausência de ventos fortes, a bifurcação inter-hemisférica e o par de anticlones ainda persistem. O centro da AB desloca-se para noroeste situando-se no sul do Peru, enquanto que o VCAN inclina-se para noroeste na vizinhança do NE. Os movimentos verticais ascendentes (Fig. 2d) apresentam padrão similar ao observado em janeiro, sendo mais intensos ao leste e sudeste da Amazônia.

3. Considerações Finais

A circulação de verão na América do Sul e vizinhanças envolve uma bifurcação do escoamento na região equatorial em torno de 110° W. Como consequência, formam-se dois grandes sistemas de circulação anticiclônicas: a Alta da Bolívia (AB) e uma Alta na América Central (AAC). Associado à AB observa-se a presença do Vórtice Ciclônico de Altos Níveis (VCAN) nos meses de janeiro e fevereiro em vez de um cavado na vizinhança do Nordeste do Brasil. A configuração do campo dos movimentos verticais em 300 hPa sugere que a atividade convectiva comumente observada a oeste dos VCNs deva ser reforçada pela divergência na transição da AB e do VCAN. Além disso, a variabilidade espacial dos movimentos verticais indica que a Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) possa ser suportada dinamicamente por dois mecanismos distintos: a divergência associada à AB e ao cavado de latitudes médias no Atlântico Sudoeste, confirmando portanto, a hipótese de Kodama.

4. Agradecimentos

Agradecemos a Cláudia Cristina dos Santos e João Ávila pelo apoio na preparação do texto e figuras deste trabalho e ao Prof. Jonas T. Nery pelos comentários e sugestões.

5. Referências

- Ferreira, N.J.; Lacava, C.I.V.; Sobral, Z.R., 1998: Influences of convergence zones on the organization of convection and rainfall in northeastern Brazil, Part: I: Preliminary analysis. Submetido para publicação em **Meteorol. Atmos. Physics**.
- Gandú, A.; P.L. Silva Dias, 1994: Simulação numérica da influência da convecção no Pacífico e na África sobre a circulação na América do Sul. **VIII Congresso Brasileiro de Meteorologia**, Belo Horizonte, 18 a 25 de outubro de 1994.
- Kodama, Y., 1992: Large-scale common features of subtropical precipitation zones (the Baiu Frontal Zone, the SPCZ and the SACZ), Part I: Characteristics of subtropical precipitation zones. **J. Met. Soc. Japan**, 70: 813-836.
- Kousky, V.E.; Gan, M.A., 1981: Upper tropospheric cyclonic vortices in the tropical South Atlantic. **Tellus**, 33 (6): 53-551.
- Quadro, M.F., 1994: Estudo de episódios de Zonas de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) sobre a América do Sul. Dissertação de mestrado em Meteorologia, **INPE**, São José dos Campos, SP.
- Ramirez, M.C.V., 1996: Padrões climatológicos dos vórtices ciclônicos em altos níveis no Nordeste do Brasil. Dissertação de Mestrado em Meteorologia, **INPE**, São José dos Campos, SP.
- Virji, H. 1981: Tropospheric circulation patterns over South America estimated from cloud winds. **Monthly Weather Review**, (3): 599/610.

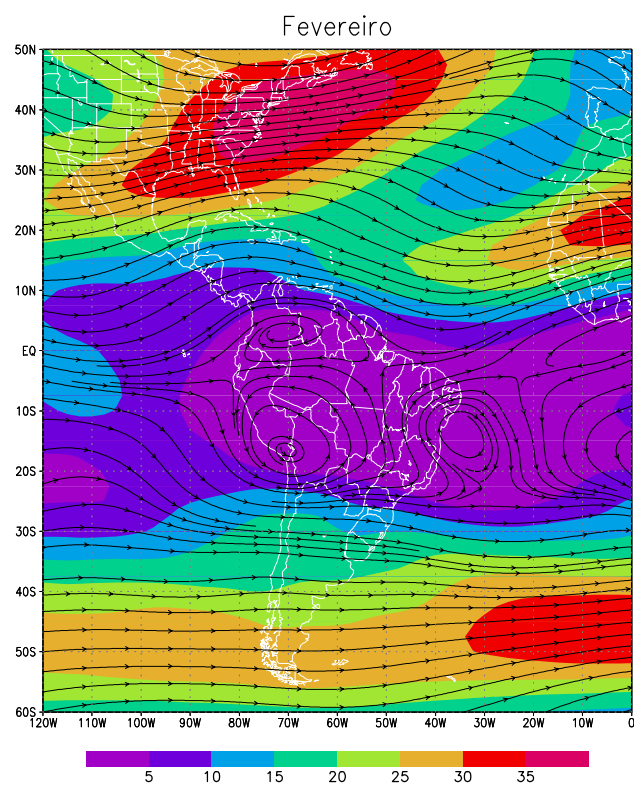
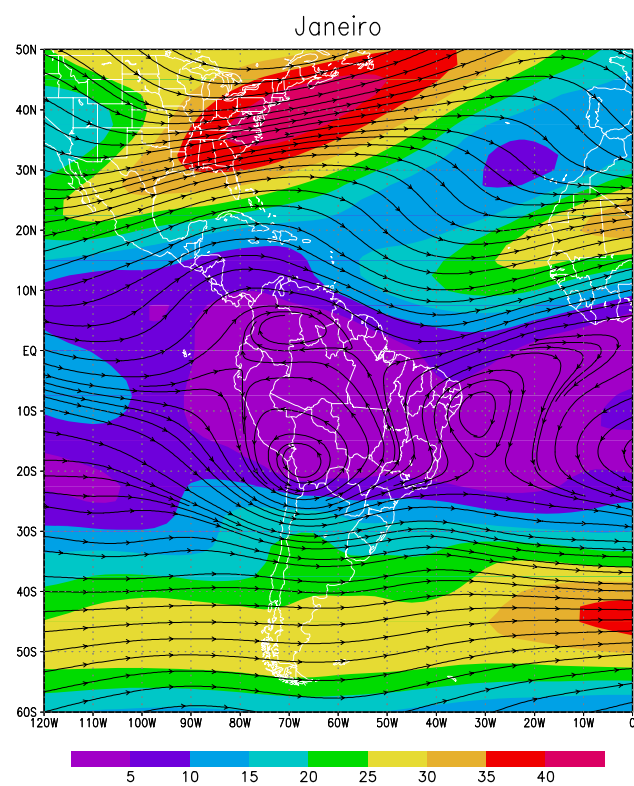
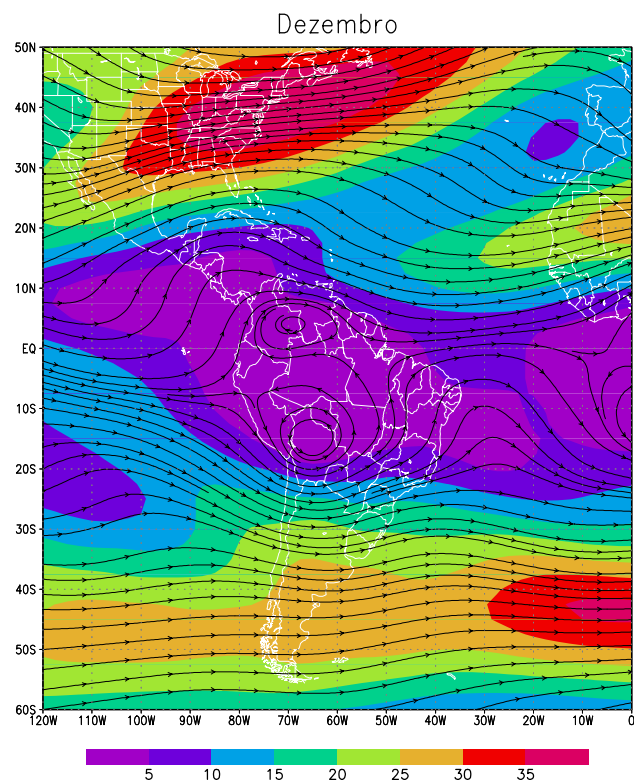
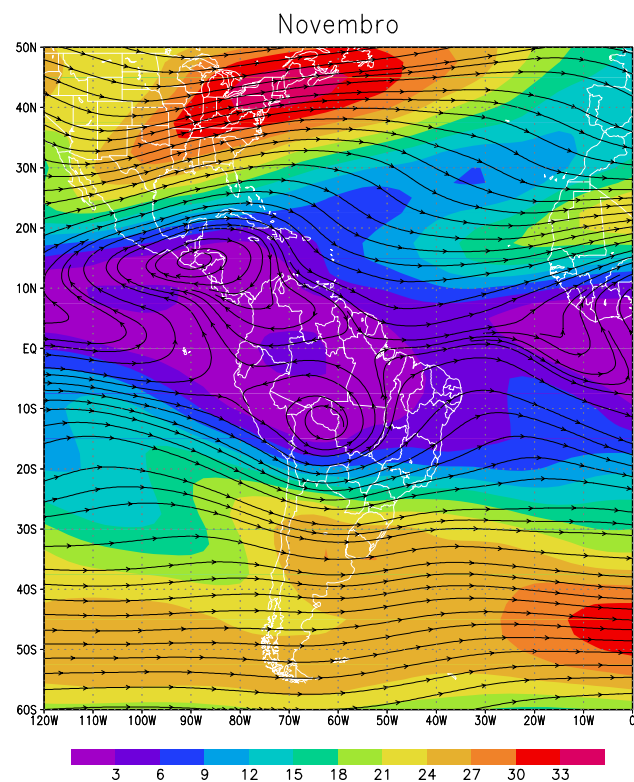


Figura 1 - Linhas de Corrente e Magnitude do vento (escala de cores em m/s) em 300 hPa:
a) Novembro, b) Dezembro, c) Janeiro, d) Fevereiro.

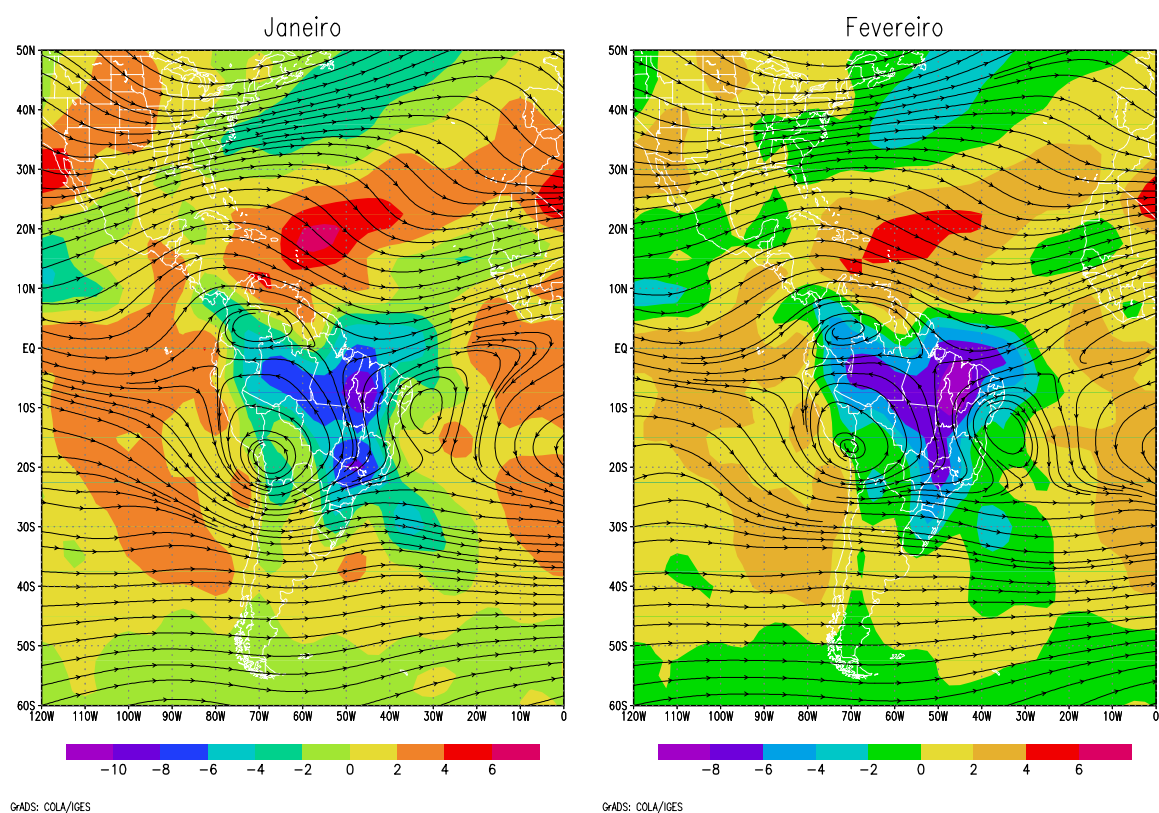
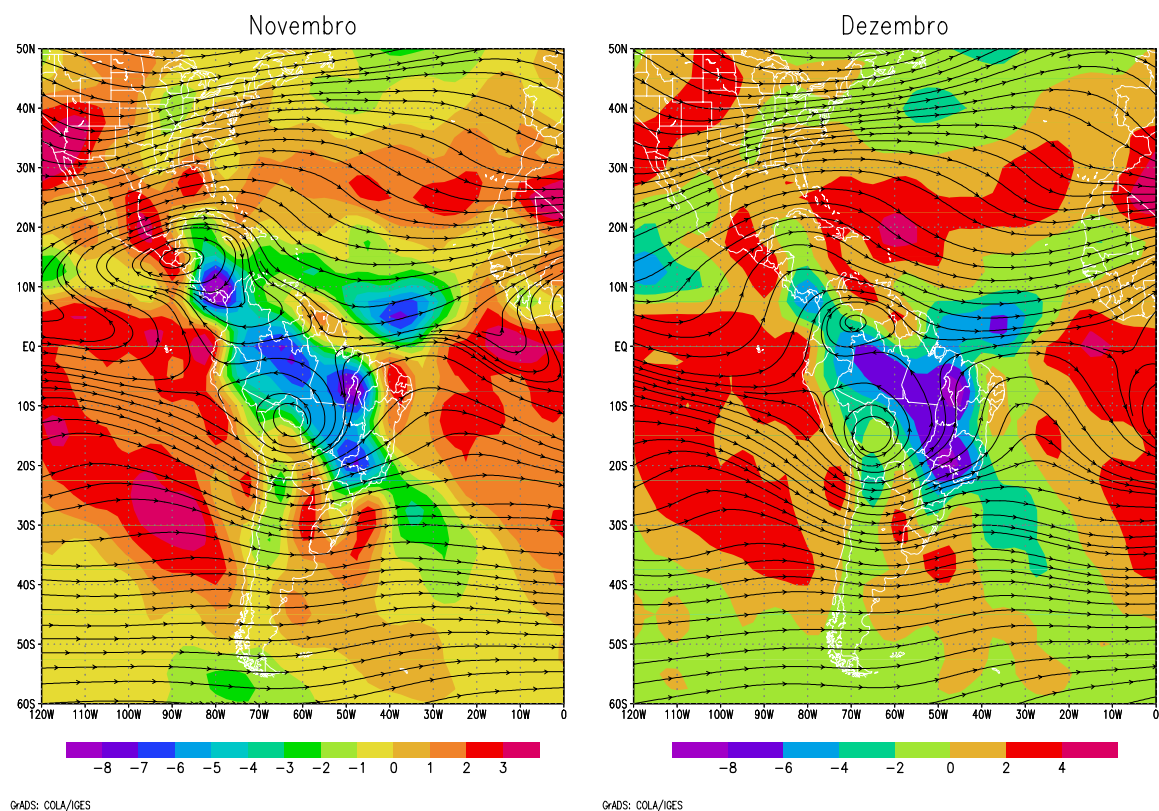


Figura 2 - Linhas de Corrente e Velocidade Vertical ω (escala de cores em 10^{-2} Pascal/s) em 300 hPa:
a) Novembro, b) Dezembro, c) Janeiro, d) Fevereiro.