

PADRÕES ATMOSFÉRICOS OBSERVADOS NA PRÉ-ESTAÇÃO CHUVOSA DO SEMI-ÁRIDO DO NORDESTE DO BRASIL ASSOCIADOS A JANEIROS SECOS E CHUVOSOS

Monica Cristina Damião
monica@cptec.inpe.br
Iracema F. A Cavalcanti
iracema@cptec.inpe.br
Maria Regina Aragão da Silva
regina@dca.ufpb.br

ABSTRACT

The Northeast Region of Brazil (NE), is characterized by high spatial and temporal precipitation variability, associated with different meteorological systems. The position and intensity of such system can produce dry conditions or persistent precipitation over the region. In this paper the evolution of the atmospheric conditions from October to December in years when January was wet or dry in NE are analyzed. The analyses are performed with raingange data from SUDENE and NCEP/NCAR reanalysis from 1979 to 1990. The wet (dry) years were selected using anomalies above (below) 25% of the average. The wet Januaries were 1979, 1980, 1985 and the dry Januaries were 1984, 1987, 1990. The contrast between the two cases were related to the position of the pair Bolivian Anticyclone (BA) and Northeast Trough (NT). In the dry case, the BA was located to the south of the position observed in the wet case, and there was a cyclonic vortex at high levels over NE coast. In the wet case, the NT was located over the Atlantic Ocean. In the humidity field of the wet January a band NW-SE is observed, associated with the SACZ, which is not seen in the dry composite. The analyses for October to January reveal a displacement of the negative vorticity associated with the cyclonic vortex at high levels from the continent to the ocean in the wet case and from the ocean to the continent in the dry case.

RESUMO

O regime pluviométrico no Nordeste do Brasil é caracterizado por uma alta variabilidade espacial e temporal, associado à atuação de sistemas meteorológicos distintos. As configurações dos sistemas podem ocasionar situação de seca ou de chuvas homogêneas e persistentes. Esse trabalho pretende analisar a evolução das condições atmosféricas nos meses de outubro a dezembro de anos em que janeiro foi classificado como seco e chuvoso, no Nordeste do Brasil. Os dados utilizados consistem em totais pluviométricos do período de 1911 a 1990, dados de reanálises do NCEP/NCAR das 00 TMG das componentes zonal e meridional do vento e umidade específica. Para a seleção dos janeiros secos e chuvosos foi usado o desvio normalizado com relação à média climatológica. Após aplicado o critério de que para cada estado o desvio normalizado tinha que estar acima de 25% para janeiros chuvosos e abaixo de -25% para janeiros seco, obteve-se os anos de 1979, 1980 e 1985 (janeiros chuvosos) e 1984, 1987 e 1990 (janeiros secos). As análises dos campos das variáveis meteorológicas mostraram que o par anticiclone da Bolívia-cavado do Nordeste teve dissimilaridades entre os dois casos extremos. Em janeiro do caso seco o anticiclone da Bolívia (AB) se posiciona mais ao sul do que no composto chuvoso e o cavado do Nordeste apareceu como um vórtice ciclônico em altos níveis (VCAN) localizado sobre a costa do Nordeste. Em janeiro do caso chuvoso, o cavado do Nordeste se situa sobre o Oceano Atlântico. Analisando a evolução da situação atmosférica de outubro a janeiro, é observado o deslocamento de um centro de vorticidade ciclônica do continente para o oceano no caso chuvoso e do oceano para o continente no caso seco. Nos campos da umidade específica observa-se um forte gradiente associado à atuação da ZCAS em janeiro do caso chuvoso.

1 - INTRODUÇÃO

A grande variabilidade temporal e espacial do regime pluviométrico no Nordeste do Brasil (NE) é associada à atuação de sistemas meteorológicos de escala de tempo e espaço distintos. A ocorrência de chuvas no Nordeste do Brasil está intimamente ligada às interações entre a meso e grande escala, como sugerido por Ramirez, 1998; Ramirez, 1996; Araújo, 1996; Araújo et al. 1996; Anjos, 1995; entre outros. Por conseguinte, a atuação simultânea ou não dos sistemas de meso e grande escala e o posicionamento de tais sistemas são responsáveis pelas chuvas acima ou abaixo da normal climatológica. Outros trabalhos estudaram a precipitação observada no mês de janeiro e sua relação com a chuva dos meses posteriores. Melo (1997) com base no comportamento diário da chuva nos meses de outubro a janeiro, determinou que os conjuntos de meses da pré-estação, que envolviam o mês de janeiro, eram os que apresentavam os melhores valores de correlação (positiva) com a chuva ocorrida nos meses de fevereiro a maio. Ela observou também que existiam anos em que seu modelo estatístico de previsibilidade apresentava regime de chuva oposto ao observado nos meses posteriores. Semelhante ao resultado obtido por Melo (1997), Silva Aragão et al. (1996) mostraram, para quatro localidades do sub-médio São Francisco, que os totais pluviométricos de janeiro e fevereiro de 1980 (1981) estiveram acima (abaixo) da normal climatológica enquanto que em março de 1980 (1981) a chuva esteve abaixo (acima) da normal. Mais recentemente Calbete et al. (1998), estudando a precipitação no Nordeste do Brasil em 1998, verificaram que o período de fevereiro a maio foi extremamente seco enquanto que a chuva em janeiro foi acima da média climatológica do mês. O objetivo deste trabalho é analisar a evolução das condições atmosféricas em meses anteriores a janeiros secos e chuvosos, no Nordeste do Brasil.

2 - DADOS E METODOLOGIA

2.1 – DADOS:

Os dados usados neste trabalho consistem basicamente em dados de precipitação obtidos do DCA (Departamento de Ciências Atmosféricas - UFPB) no período de 1911 a 1990, que foram cedidos pela SUDENE (Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste). Além dos totais de precipitação mensal foram utilizados ainda dados de reanálises do NCEP/NCAR no horário das 00 TMG das componentes zonal e meridional do vento e da umidade específica.

2.2 – METODOLOGIA

Com base nos totais de precipitação mensal para 8 estados, obteve-se primeiramente uma média climatológica que permitiu o cálculo posterior de desvios normalizados de precipitação para a região semi-árida de cada estado do Nordeste do Brasil no período de 1979 a 1990. A seleção dos janeiros secos e chuvosos foi obtida com base nos desvios normalizados de precipitação, para cada estado do Nordeste. O desvio médio para cada estado do Nordeste foi obtido dividindo-se a soma de todos os desvios normalizados pelo número de postos utilizados.

Para a seleção dos anos extremos (janeiros secos e chuvosos) o critério utilizado foi de que o desvio médio normalizado para a região semi-árida de cada estado fosse maior que 25% para janeiros chuvosos e menor que -25% para janeiros secos. Vale ressaltar que, utilizar os desvios normalizados para a zona semi-árida sem levar em conta as regiões homogêneas de precipitação, não altera significativamente o resultado da seleção dos janeiros extremos já que este trabalho objetiva principalmente estudar uma associação qualitativa entre as anomalias de chuva e as características da circulação atmosféricas. Análise dos desvios médios normalizados de precipitação mostram que apenas 1985 e 1990 satisfazem o critério adotado, sendo classificados respectivamente como chuvoso e seco. Logo, como só houve dois (02) anos classificados, e visando obter uma representatividade mais consistente para este trabalho, aplicou-se um critério adicional para a seleção dos anos com janeiros secos e chuvosos. A escolha adicional desses janeiros obedeceu ao mesmo critério anterior, porém, naqueles estados em que o primeiro critério não fosse satisfeito, os desvios deveriam ser de mesmo sinal ou quase nulo quando de sinal oposto. Depois

de aplicar o critério adicional foram classificados como janeiros chuvosos os anos de 1979, 1980 e 1985 e como janeiros secos os anos de 1984, 1987 e 1990 (Figura 1).

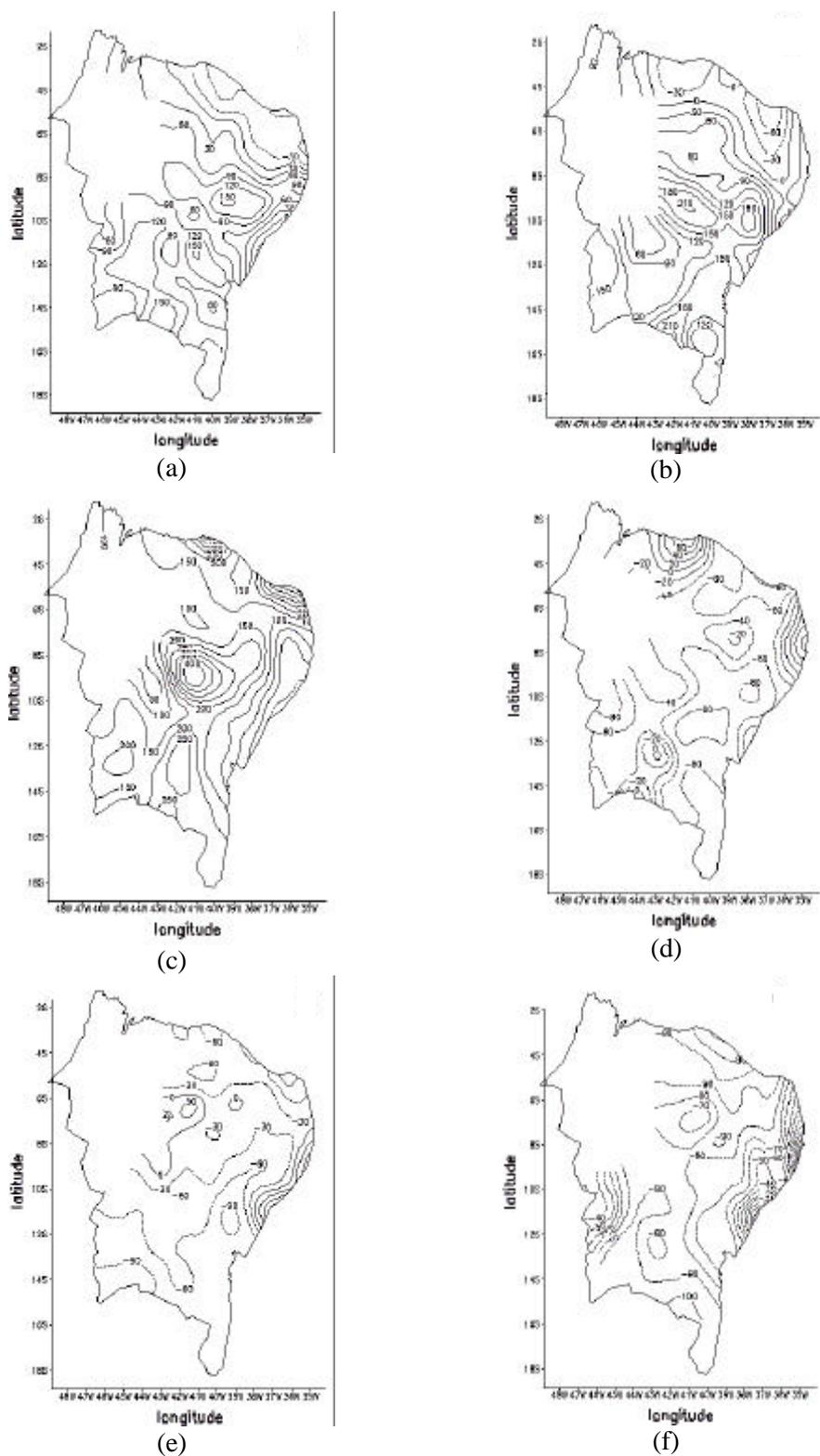


Fig. 1- Distribuição espacial do desvio de precipitação normalizado com respeito à média climatológica (em porcentagem) para janeiros chuvosos e secos na zona semi-árida do Nordeste do Brasil, relativa aos anos de: (a) 1979, (b) 1980, (c) 1985, (d) 1984, (e) 1987 e (f) 1990. (Fonte dos dados: SUDENE/DCA)

3 - RESULTADOS

Nos campos de linha de corrente e intensidade do vento nos meses de outubro a janeiro (Figura 2, 3) pode-se observar as principais diferenças entre os compostos seco e chuvoso com relação ao anticiclone da Bolívia (AB) e o cavado do Nordeste (CN). Nos dois compostos verificou-se que o AB aparece no início da pré-estação chuvosa do semi-árido nordestino (novembro e dezembro), sendo mais definido no composto seco. O AB mostra-se originalmente configurado sobre o noroeste do Brasil e no decorrer dos meses de outubro a janeiro desloca-se para sul. No caso do composto seco em janeiro, o AB se posiciona mais ao sul do que no caso do composto chuvoso, permitindo a atuação do CN que aparece como um vórtice ciclônico em altos níveis (VCAN) sobre o Nordeste. No caso chuvoso o CN se situa sobre o Oceano Atlântico. A partir de fevereiro o AB move-se para noroeste outra vez, tornando-se uma crista próxima ao equador no mês de maio no composto chuvoso e continuando como uma circulação anticiclônica fechada no composto seco.

Por sua vez, o VCAN apareceu nos campos de linha de corrente e intensidade do vento para o composto seco nos meses de janeiro e fevereiro, enquanto que no composto chuvoso é observado apenas um cavado sobre o Oceano Atlântico. Nos campos da vorticidade relativa (Figura 4, 5) observa-se que a vorticidade ciclônica associada ao cavado do Nordeste/vórtice ciclônico em altos níveis no composto chuvoso localizou-se em janeiro e fevereiro sobre o Oceano Atlântico enquanto que no composto seco a vorticidade ciclônica localizou-se sobre o NE. Analisando a evolução, nota-se que a vorticidade ciclônica sobre o NE a partir de outubro deslocou-se para o oceano no composto chuvoso. No caso do composto seco, a vorticidade ciclônica sobre o Oceano Atlântico a partir de novembro se desloca para o continente.

Foi visto também ainda nos dois compostos a configuração de um cavado de latitudes médias sobre o Atlântico Norte associado à atuação de sistemas frontais boreais. Nos campos de vorticidade relativa (Figura 4, 5) esse cavado está associado a um núcleo de vorticidade positiva com o sentido de nordeste-sudoeste. No composto seco, em janeiro, essa vorticidade ciclônica se estende até o norte da América do Sul.

Os campos de umidade específica de outubro a dezembro, são semelhantes para os casos seco e chuvoso, que se tornaram distintos em janeiro. No caso chuvoso, há a configuração de uma banda NW-SE, associada à ZCAS, bem diferente do caso seco, quando há baixos valores de umidade sobre a região NE.

4 - CONCLUSÃO

Com as análises das características atmosféricas de outubro a janeiro de anos que apresentam anomalias extremas de chuva em janeiro, foram identificados alguns padrões atmosféricos dominantes em situações de janeiro seco e chuvoso. As principais diferenças entre os casos seco e chuvoso no escoamento em alto níveis foram observadas com relação ao anticiclone da Bolívia (AB) e o cavado do Nordeste (CN). No caso chuvoso em janeiro, o CN está posicionado sobre o Oceano Atlântico e o centro do AB se situa ao norte de 20° S. No caso seco, há configuração de um vórtice ciclônico em altos níveis atuando sobre a costa do Nordeste (NE) e o centro do AB se situa ao sul de 20°S. O movimento subsidente que ocorre no centro do vórtice é associado com a situação de “déficit” de chuva (caso seco), e quando o cavado se encontra no oceano (caso chuvoso), a nebulosidade associada ao sistema AB/CN atua sobre o Nordeste. Os campos de umidade também mostram a atuação da ZCAS no caso chuvoso. Nesses casos estudados (seco e chuvoso), a configuração média do escoamento e o campo da vorticidade indicam um deslocamento do CN e /ou VCAN, de outubro a janeiro, em sentidos opostos.

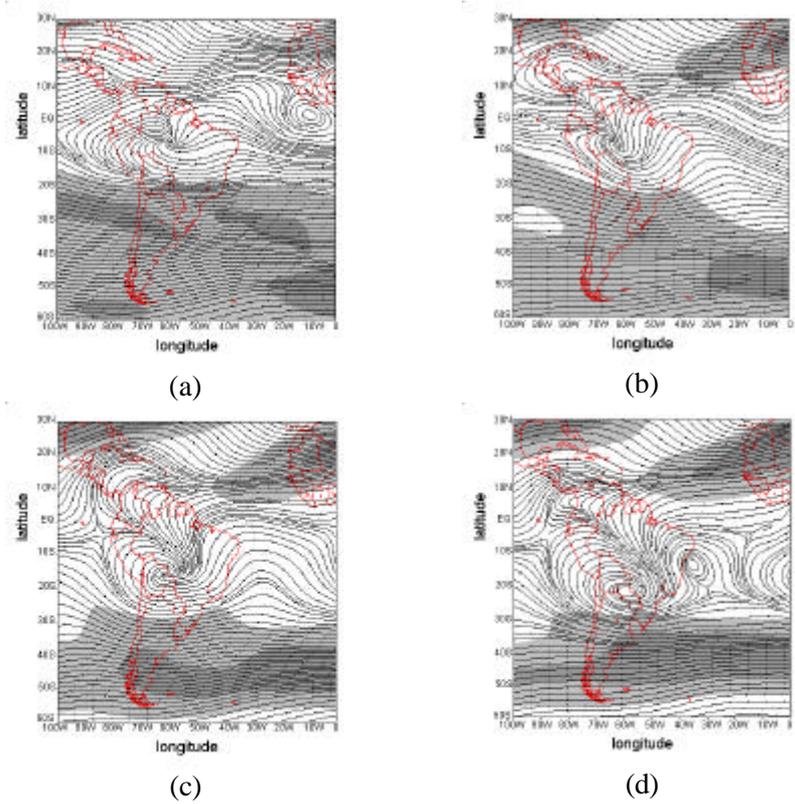


Fig. 2 – Campos de linhas de corrente e intensidade do vento médio em 200 hPa, referentes aos meses do composto seco de: (a) outubro, (b) novembro, (c) dezembro e (d) janeiro. As áreas sombreadas mais claras correspondem a intensidades acima de 20 ms^{-1} enquanto que as mais escuras correspondem a intensidades acima de 30 ms^{-1} . (Fonte dos dados: NCEP\CPTEC)

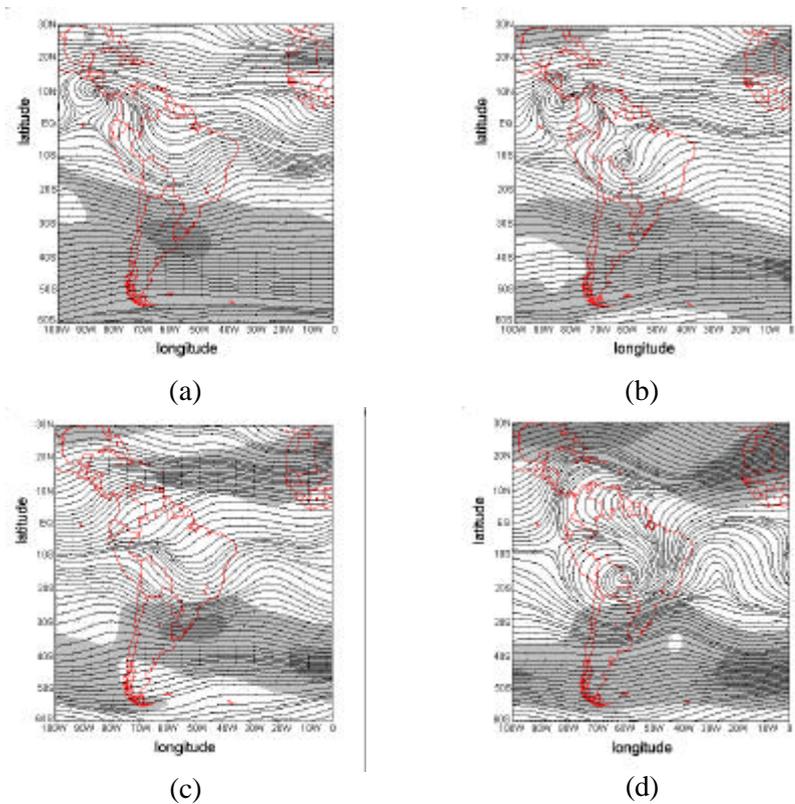


Fig. 3 – Campos de linhas de corrente e intensidade do vento médio em 200 hPa, referentes aos meses do composto chuvoso de: (a) outubro, (b) novembro, (c) dezembro e (d) janeiro. As áreas sombreadas mais claras correspondem a intensidades acima de 20 ms^{-1} enquanto que as mais escuras correspondem a intensidades acima de 30 ms^{-1} . (Fonte dos dados: NCEP\CPTEC)

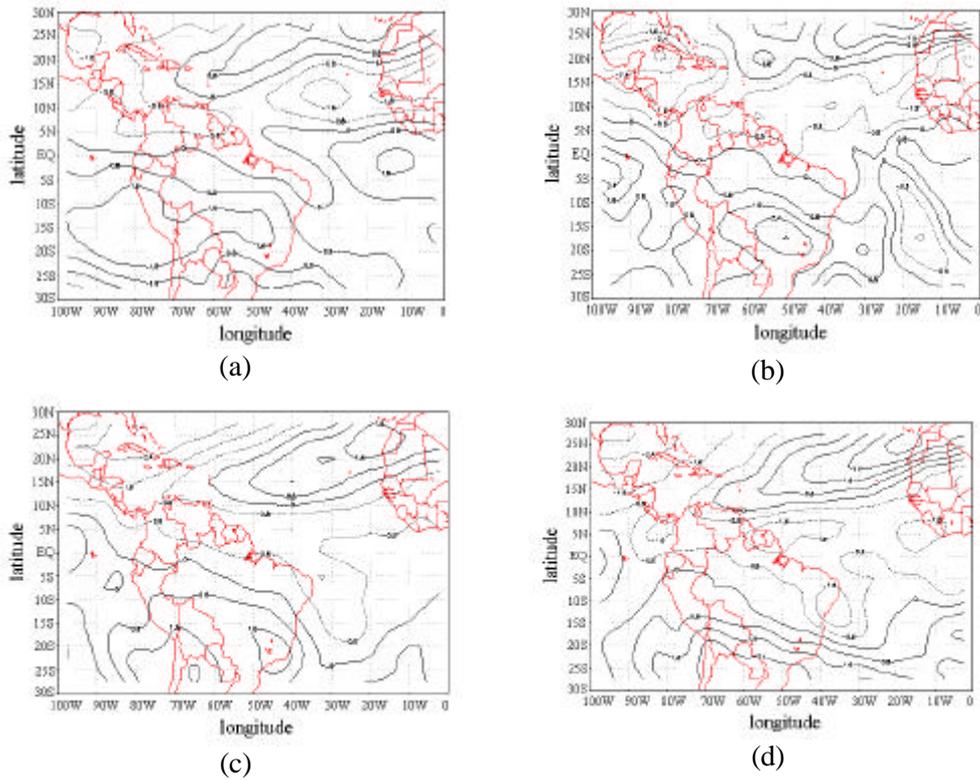


Fig. 4 - Campos médios da vorticidade relativa em 200 hPa, referentes aos meses do composto seco de: (a) outubro, (b) novembro, (c) dezembro e (d) janeiro. O intervalo de análise visto acima é de $0,8 \times 10^{-5} \text{s}^{-1}$ com as linhas contínuas (pontilhadas) representando valores positivos (negativos). (Fonte dos dados: NCEP\CPTEC)

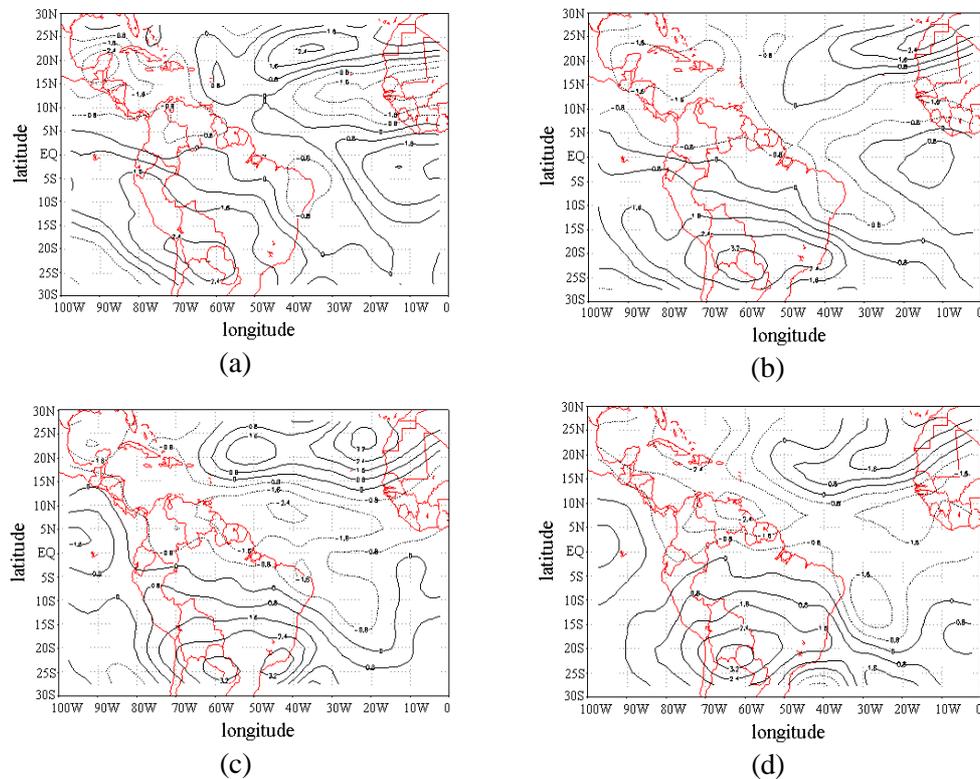


Fig. 5 - Campos médios da vorticidade relativa em 200 hPa, referentes aos meses do composto chuvoso de: (a) outubro, (b) novembro, (c) dezembro e (d) janeiro. O intervalo de análise visto acima é de $0,8 \times 10^{-5} \text{s}^{-1}$ com as linhas contínuas (pontilhadas) representando valores positivos (negativos). (Fonte dos dados: NCEP\CPTEC)

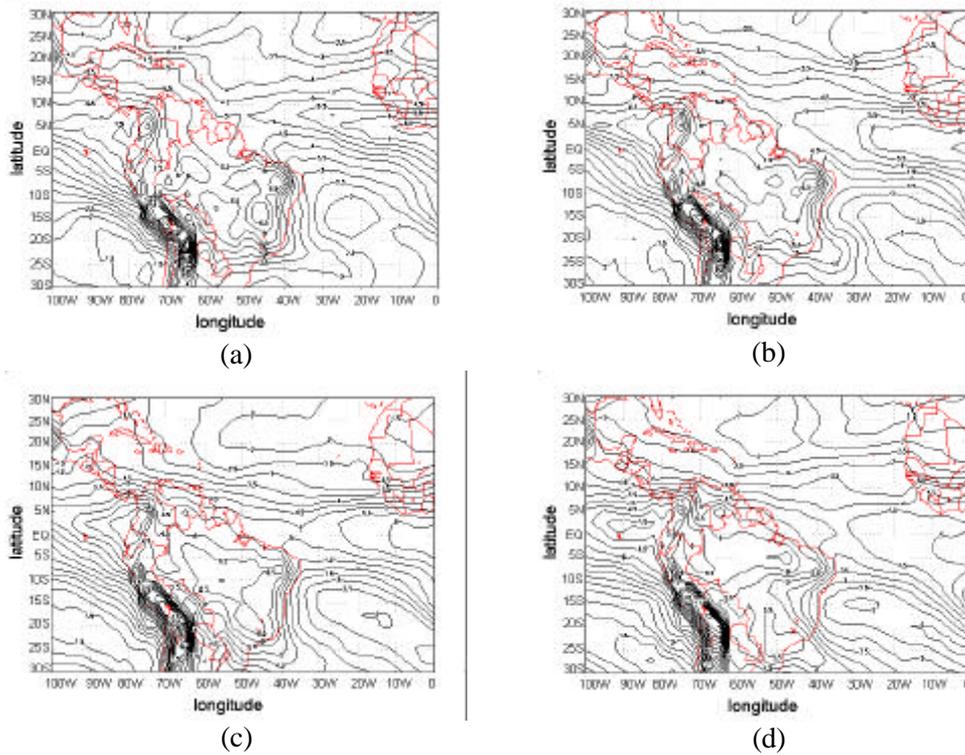


Fig. 6 – Campos médios da umidade específica em 700 hPa, referentes aos meses do composto seco de: (a) outubro, (b) novembro, (c) dezembro e (d) janeiro. O intervalo de análises visto acima é de 2 gkg^{-1} . (Fonte dos dados: NCEP/CPTEC)

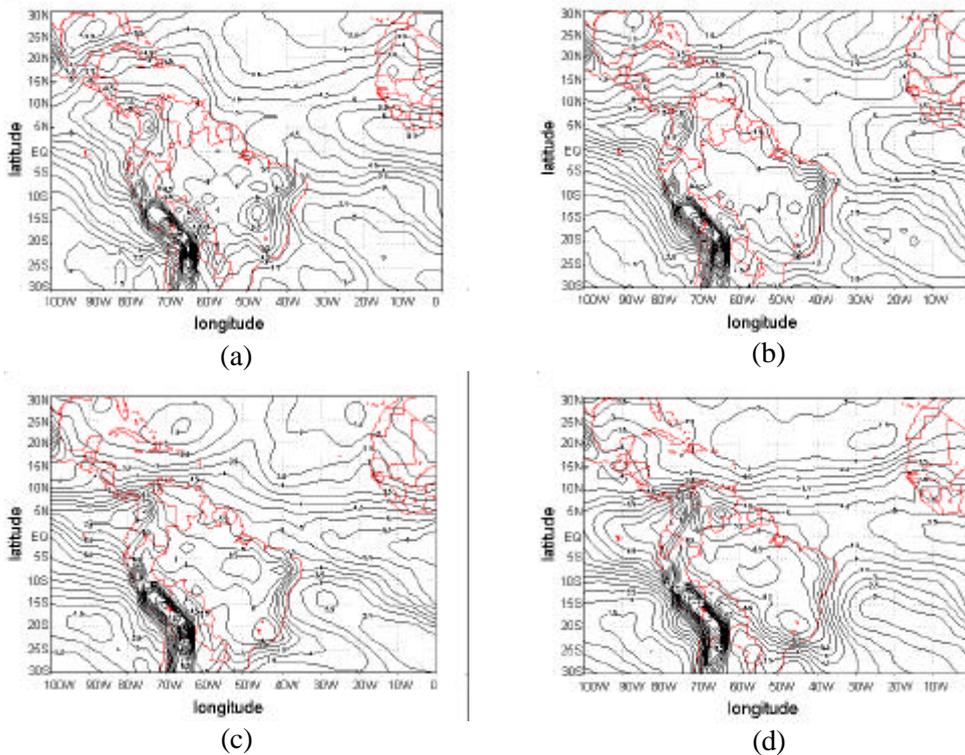


Fig. 7 – Campos médios da umidade específica em 700 hPa, referentes aos meses do composto chuvoso de: (a) outubro, (b) novembro, (c) dezembro e (d) janeiro. O intervalo de análise visto acima é de 2 gkg^{-1} . (Fonte dos dados: NCEP/CPTEC)

5 - REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

- ANJOS B. L.. *Conexões entre a Circulação do Hemisfério Norte e os Vórtices Ciclônicos da Alta Troposfera na Região Nordeste do Brasil: Um Estudo de Caso*. Dissertação de Mestrado em Meteorologia. Campina Grande: Universidade Federal da Paraíba. Paraíba. 119 pp. 1995.
- ARAÚJO H. A.. *Padrões de Ecos de Radar Meteorológico no Semi-Árido Brasileiro e Condições Atmosféricas Associadas*. Dissertação de Mestrado em Meteorologia. Campina Grande: Universidade Federal da Paraíba. Paraíba. 130 pp. 1996.
- ARAÚJO H. A., CORREIA M. F., SILVA ARAGÃO M. R... *Precipitação Via Radar e a Energia da Parcela à Superfície no Semi-Árido Nordeste*. IX Cong. Brasileiro de Meteorologia, **Anais 1**. Campos do Jordão. São Paulo. 143-146 pp. 1996.
- CAVALCANTI I. F. A.. *The Anomalous Rainfall in Northeastern Brazil in 1985. II International Conference on Southern Hemisphere Meteorology*. Wellington. New Zealand. 446-448 pp. 1986.
- MELO A. B. C.. *Previsibilidade de Precipitação na Região Semi-Árida do Nordeste do Brasil, Durante a Estação Chuvosa em Função do Comportamento Diário das Chuvas na Pré-Estação*. Dissertação de Mestrado em Meteorologia. Campina Grande: Universidade Federal da Paraíba. Paraíba. 1997.
- RAMÍREZ M. C. V.. *Padrões Climáticos em Altos Níveis no Nordeste do Brasil*. Dissertação de Mestrado em Meteorologia. São José dos Campos: INPE. São Paulo. 109 pp. 1996.
- RAMIREZ M. C. V., KAYANO M. T., FERREIRA N. J.. *Statistical Analysis of Upper Tropospheric Vortices in the Vicinity of Northeast Brazil During the 1980-1989 Period*. **artigo submetido a publicação**. 1998.
- SILVA ARAGÃO M. R., CORREIA M. F., ARAÚJO H. A.. *Vórtices Ciclônicos da Alta Troposfera no Nordeste do Brasil: Campos de Precipitação Via Radar e Condições Atmosféricas Associadas*. IX Congresso Brasileiro de Meteorologia, **Anais 1**. Campos do Jordão. São Paulo. 139-143 pp. 1996.