

Relatório Parcial

Título do projeto de pesquisa: Continuação do estudo da variabilidade de precipitação e vento na Costa Norte do Brasil

Bolsista: Matheus Vicente Regis

Orientador(a): Rosa de Fátima Cruz Marques

Período a que se refere o relatório: Agosto de 2015 a julho de 2016

Resumo

Os dois Centros de Lançamento de veículos espaciais no Brasil estão localizados na costa norte do Nordeste do Brasil (NEB), Alcântara - MA e Natal – RN, como consequência, sofrem influência de sistemas meteorológicos de micro, meso e grande escalas. Dessa forma, uma análise com ênfase nos anos que apresentaram precipitação anômala são de extrema importância para as atividades de lançamentos de veículos espaciais. No estudo climatológico anterior verificou-se que os verões dos anos de 1979/1980 e 2003/2004 apresentaram acúmulo de precipitação acima do outono austral, cuja estação é a mais chuvosa em ambos os centros de lançamento. No presente estudo com os dados de vento do National Centers for Environmental Prediction (NCEP), verificou-se que em ambos os verões apresentaram atividade de vórtices ciclônicos de altos níveis (VCANs) no Oceano Atlântico sul e contribuíram para aumento da nebulosidade e produção de chuva na região. Também analisou-se a direção predominante do vento nos dois verões e em dois outonos que apresentaram precipitação acima da média climatológica (1985 e 2009) e dois abaixo da média climatológica (1983 e 2012) nos dois Centros de Lançamento. Os resultados confirmaram a direção predominante do vento de nordeste nos meses mais chuvosos e de leste nos menos chuvosos. Entretanto, nos meses de outono com precipitação acima ou abaixo da média climatológica, os VCANs não influenciaram na produção ou inibição de chuva nos dois Centros de Lançamento.

Palavra Chave: Precipitação, VCAN e direção do vento.



1. Introdução

Os dois Centros de Lançamento de veículos espaciais no Brasil, Centro de Lançamento de Alcântara (CLA) e Centro de Lançamento da Barreira do Inferno (CLBI), são estrategicamente localizados próximos à região equatorial, a fim de economia no custo de lançamentos, como à redução de combustíveis. Devido à localização destes dois centros, sofrem influência de vários sistemas meteorológicos, o mais importante é a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), conjunto de nuvens convectivas que se estende na faixa equatorial, responsável por máximos índices pluviométricos registrados nos meses do outono austral (Hastenrath e Heller, 1977). A ZCIT migra para o Hemisfério Sul e atinge sua posição mais ao sul nos meses de março-abril (Uvo, 1989). Entretanto, no litoral leste e norte do Brasil também atuam sistemas meteorológicos, tais como, os Vórtices Ciclônicos de Altos Níveis (VCANs) e Linhas de Instabilidade (LIs), entre outros. O VCAN é um sistema sinótico de circulação ciclônica que ocorre frequentemente no verão austral e se origina na alta troposfera. O VCAN é definido como sistema de baixa pressão, com seu centro relativamente frio e movimento vertical subsidente, e ascendente na sua periferia. Possui nebulosidade mais intensa principalmente na direção de seu escoamento (Kousky e Gan, 1981). Assim, pode produzir chuva forte na região de convecção da sua periferia e também inibir a formação de nuvens devido o movimento descendente de ar frio e seco no seu centro.

A motivação inicial foi o resultado da pesquisa anterior, em que foram registrados índices pluviométricos máximos no verão (dezembro, janeiro e fevereiro) maiores do que no outono (março, abril e maio) nos anos de 1980 e 2004. Outono é a estação mais chuvosa da região.

Assim, o objetivo é a possível associação com a atuação dos VCANs nos meses de verão, em 1980 e 2004. Sabe-se que a presença desse sistema próximo à costa do Nordeste do Brasil (NEB) e oceano Atlântico adjacente ocorre com maior frequência nos meses de verão (Ramirez, 1996). Também objetiva-se associar a este fenômeno aos meses do outono de 1985 e 2009, e de 1983 e 2012, pois apresentaram precipitação acima e abaixo da média climatológica, respectivamente. Busca-se também verificar a direção predominante do vento nestes meses estudados. Segundo Marques e Oyama (2015), quando a direção predominante

do vento é de nordeste em Alcântara, as chuvas ficam acima da média climatológica, e quando é de leste, as chuvas ficam abaixo da média histórica.

2. Material e métodos

Os dados utilizados neste estudo são umidade específica e as componentes zonal e meridional do vento, u e v , os quais são Reanálise do National Centers for Environmental Prediction (NCEP) disponibilizados em (<http://www.esrl.noaa.gov/psd/data/gridded/data.ncep.reanalysis.html>) (Kalnay et al., 1996; Kistler et. al., 2001). Estes dados são dispostos numa grade de $2,5^\circ \times 2,5^\circ$ de latitude e longitude e estão disponíveis para o período de 1948 até o presente, nos vários níveis de pressão. Os campos de vorticidade relativa foram gerados através do software Grid Analysis and Display System (GrADS), disponível em (<http://opengrads.org/index.php>), utilizando o nível de 200 hPa. A vorticidade relativa foi calculada de 06 em 06 horas em todos os pontos de grade no domínio de 55°W - 10°W , 10°N - 30°S . Para comparação tomou-se como base os Boletins de Climanálise do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE, do mesmo período, se disponível. Os totais diários e mensais de precipitação são do *Global Precipitation Climatology Project* (GPCP) (Huffman et. al., 2001), entretanto o diário, o período é de 1997 a 2014, sendo que, para o ano de 1980 e 1983 foram obtidos do banco de dados da Divisão de Ciências Atmosférica.

3. Resultados

As figuras 1 e 2 apresentam a umidade específica e os ventos nos verões que registraram índices pluviométricos máximos, 1980 e 2004, respectivamente. Em 1980, o mês de fevereiro foi o mês que registrou o maior acumulado de precipitação, tanto no CLA quanto no CLBI. Os valores foram os seguintes, 482,44 mm em Alcântara e 237,16 mm em Natal. Estes valores foram acima da média climatológica, que são 277,23 mm e 71,76 mm no CLA e CLBI, respectivamente. Os meses de dezembro e janeiro registraram o acumulado de precipitação dentro da média histórica em ambas as cidades. Para o verão de 2004, os meses de janeiro e fevereiro foram os que contribuíram para os maiores acumulados nas duas cidades, com precipitação acima da média climatológica em Alcântara, 424,39 mm e 401,36

mm, e 359,88mm e 245,25 mm em Natal, respectivamente. Assim, observam-se nestas figuras maiores valores de umidade específica no leste e norte do NEB no mês de fevereiro de 1980 e também em janeiro e fevereiro de 2004, como era esperado. Quanto ao vento, a direção predominante é de nordeste para os meses mais chuvosos e de leste para os menos chuvosos no CLA, concordando com os resultados encontrados por Marques e Oyama, 2015. Em Natal não ocorre essa mudança de direção do vento devido a sua localização.

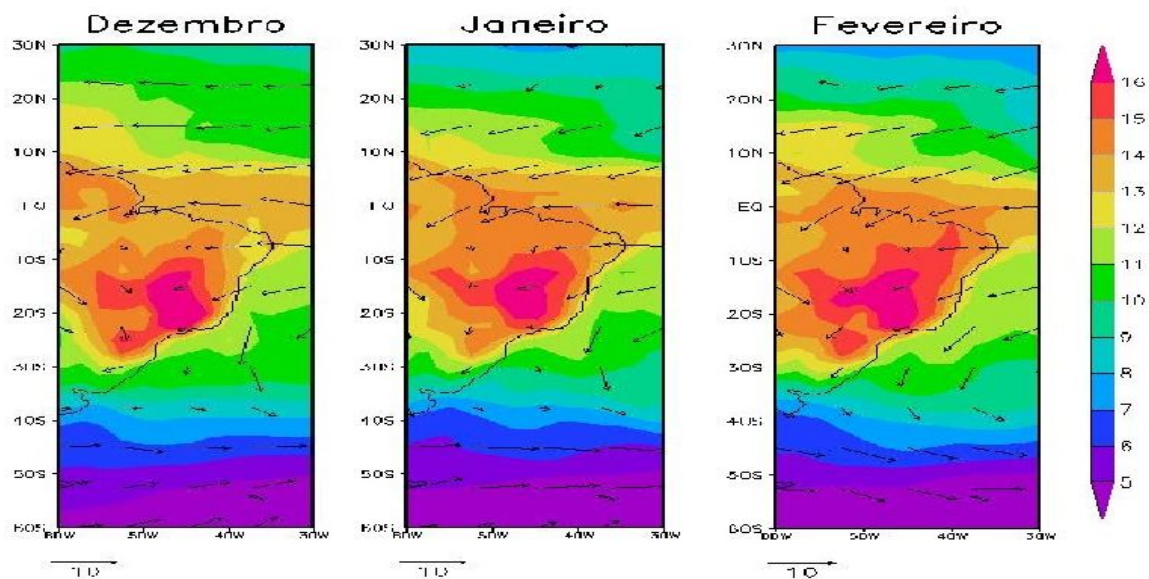


Figura 1 - Umidade específica e vento dos meses de verão de 1980. Nível 925 hPa.

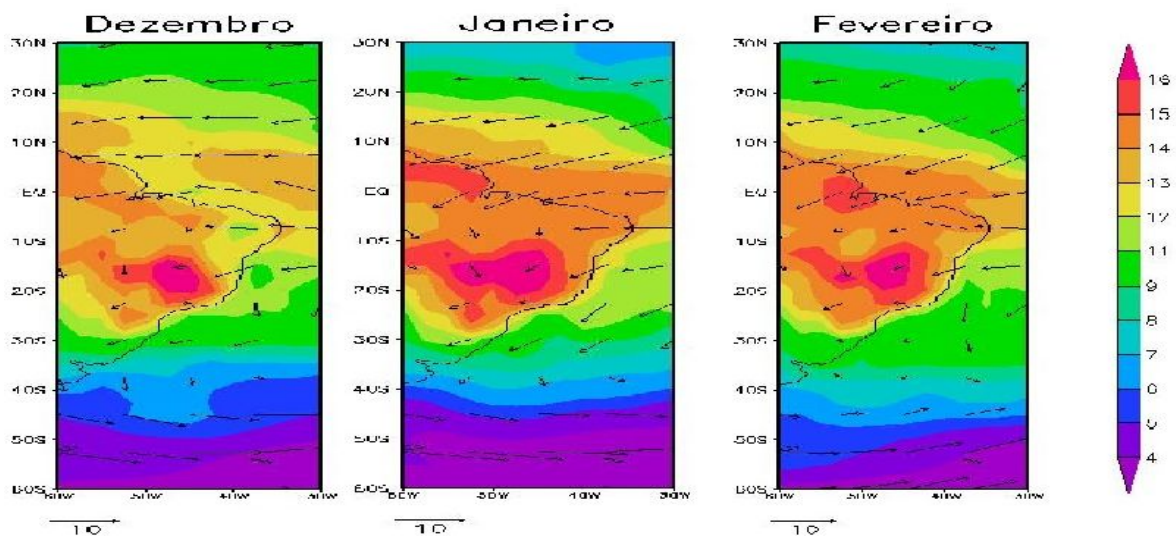


Figura 2 - Umidade específica e vento dos meses de verão de 2004. Nível 925 hPa.

As figuras 3, 4, 5 e 6 apresentaram a umidade específica e vento dos meses de outono de 1985 e 2009, que registraram precipitação acima, e de 1983 e 2012 que registraram precipitação abaixo da média climatológica, respectivamente. Através de comparação visual entre as figuras apresentadas, pode-se notar que o grande diferencial é a direção do vento, pois mesmo com umidade específica alta em alguns meses não traduziram em mais chuvosos, enquanto que a direção predominante do vento sim, no CLA. Assim, a direção predominante do vento que adentra a costa norte do NEB é de nordeste nos meses mais chuvosos, enquanto que nos meses com chuva abaixo da media é de leste. Ressalta-se que 1982/1983 e 1984/1985 foram os anos com eventos de El Niño e La Niña mais intensos neste século, respectivamente. Eventos de El Niño e La Niña, os mais intensos, tem efeito mais claro na precipitação no norte do Nordeste Brasileiro, ou seja, seca em anos de El Niño e anomalia positiva de precipitação em anos de La Niña (Marques e Fortes, 2012). Os anos de 2009 e 2012 foram anos neutros, ou seja, ausência dos eventos El Niño e La Niña, com a ausência dos eventos sobre o Pacífico, a variabilidade da precipitação estaria mais associada a posição da ZCIT (Pereira e Marques, 2014).

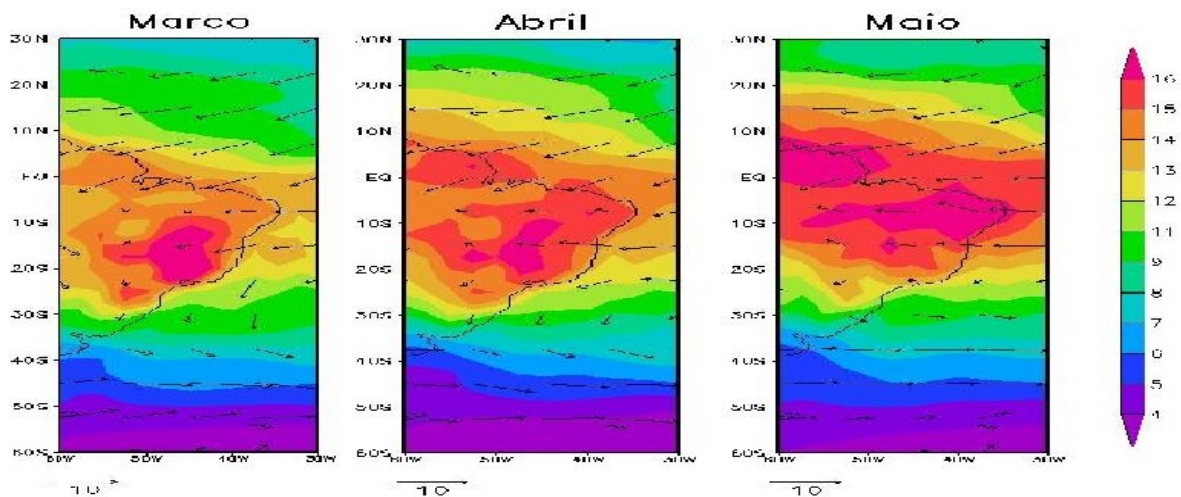


Figura 3 - Umidade específica e vento dos meses de outono 1985 que registraram precipitação acima da média. Nível de 925 hPa.

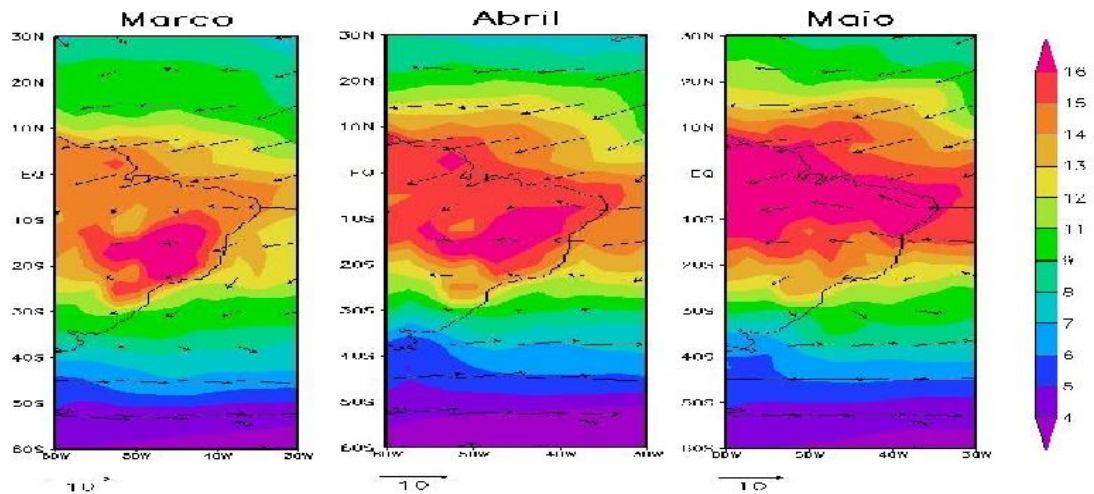


Figura 4 - Umidade específica e vento dos meses de outono de 2009 que registraram precipitação acima da média. Nível de 925 hPa.

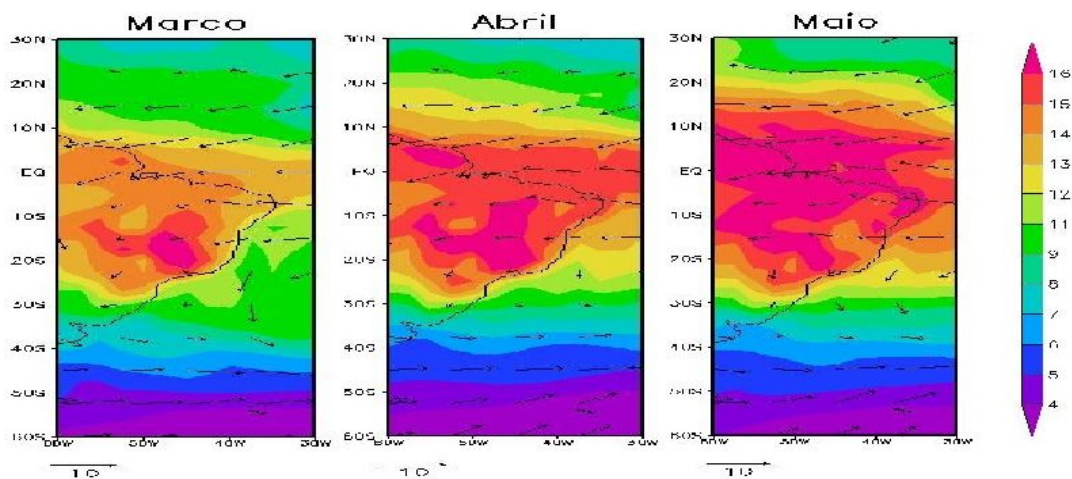


Figura 5 - Umidade específica e vento dos meses de outono de 1983 que registraram precipitação abaixo da média. Nível de 925 hPa.

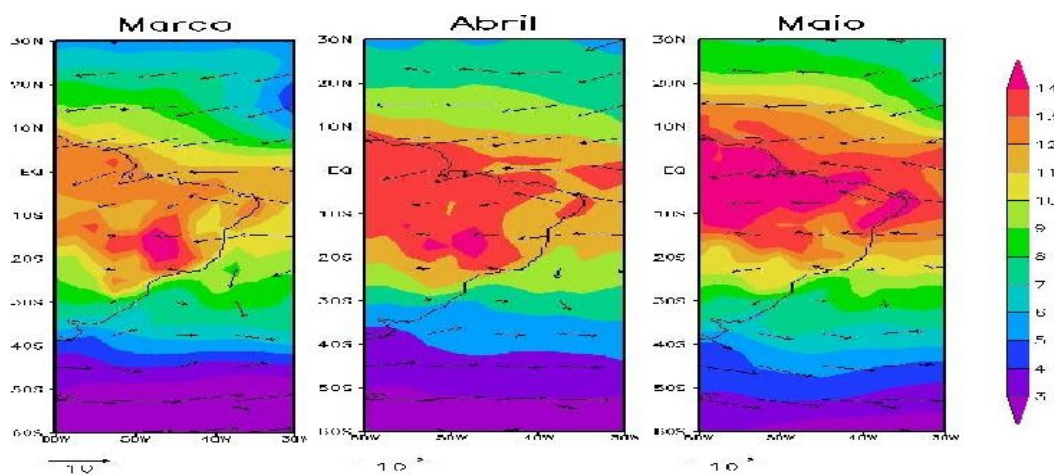


Figura 6 - Umidade específica e vento dos meses de outono de 2012 que registraram precipitação abaixo da média. Nível de 925 hPa.

Como exemplo da influência dos VCANs em fevereiro de 1980 e janeiro e fevereiro de 2004 apresenta-se as figuras 7, 8, 9 e 10, respectivamente. Estas figuras mostram o posicionamento do VCAN gerando nebulosidade na sua borda principalmente para o CLA (figuras 7 e 8). Para a estação de verão de 2004 com a disponibilidade de imagem de satélite em conjunto com o campo de vorticidade relativa, pode-se observar nos dias em destaque nas figuras que é condizente com a precipitação na região de estudo no mês de janeiro (figura 9 e 10). Para os meses de outono com precipitação acima e abaixo da média climatológica não foram os VCANs, que inibiram ou produziram convecção e precipitação na região de estudo. Durante os meses de fevereiro, março e abril de 2009, as chuvas excederam a média histórica devido a atuação da ZCIT, que se posicionou ao sul de sua climatologia (Climanálise, 2009). Enquanto que, no outono austral de 2012 a ZCIT ficou ao norte de sua posição climatológica, principalmente nos meses de abril e maio deste ano (Climanálise, 2012). Assim, a atuação mais ao sul ou ao norte da ZCIT é notadamente o fator principal na qualidade da estação chuvosa no norte do Nordeste do Brasil, mesmo sabendo que o seu posicionamento é influenciado por outros fatores climatológicos (Marques e Baungartner, 2008).

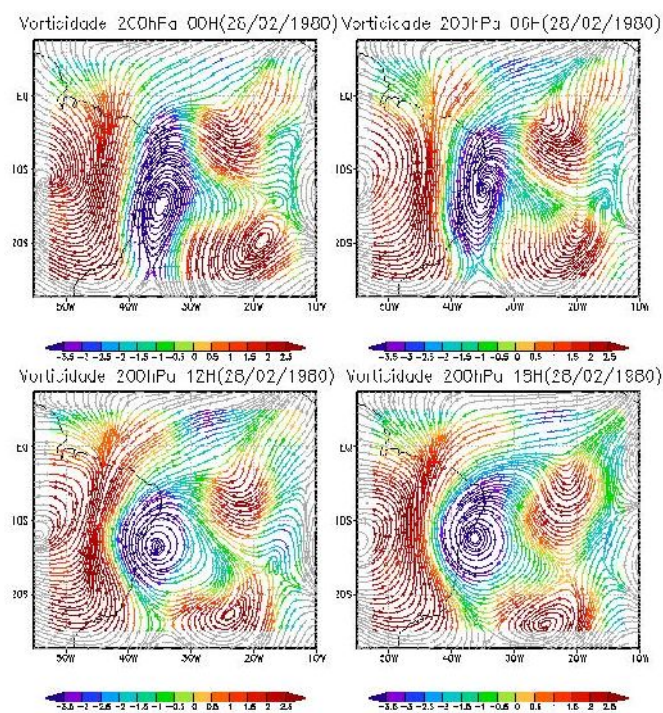


Figura 7 – Campo de vorticidade relativa ($\times 10^{-5} \text{ s}^{-1}$) para os dia 28 de fevereiro de 1980, nível de 200 hPa.

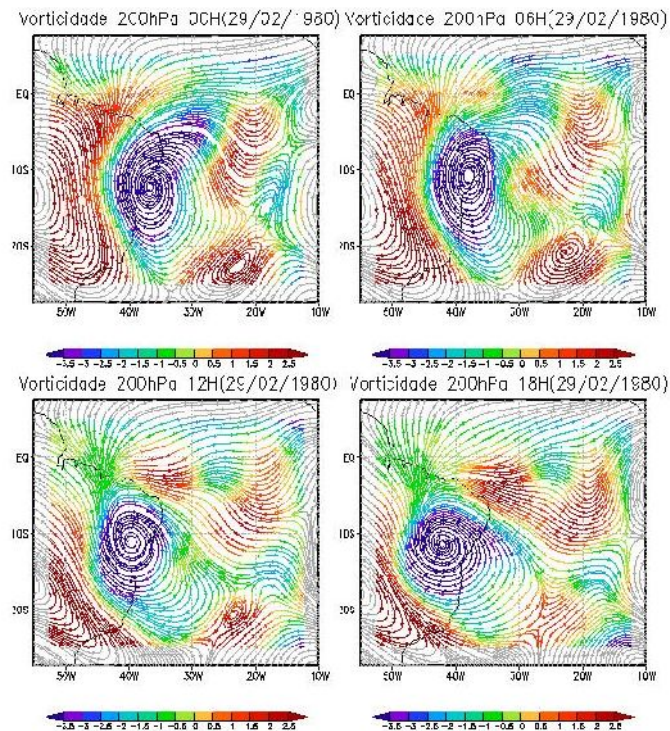


Figura 8 - Campo de vorticidade relativa ($\times 10^{-5} \text{ s}^{-1}$) para o dia 29 de fevereiro de 1980, nível de 200 hPa.

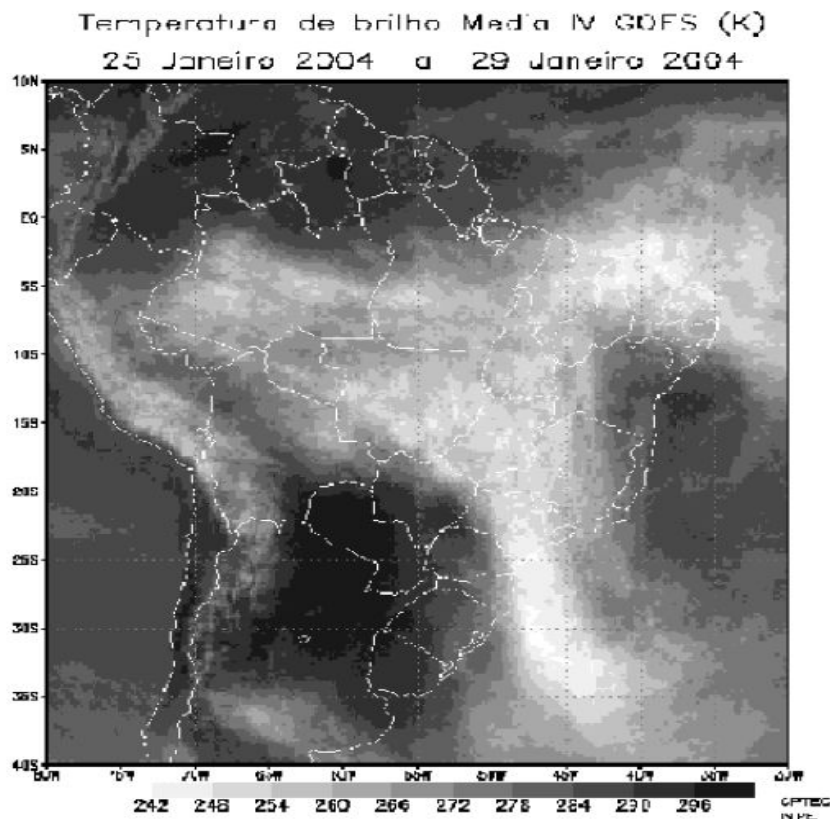


Figura 9 – Campo médio de temperatura de brilho (K) do GOES 12, 25 a 29/01/2004. Fonte Climanálise

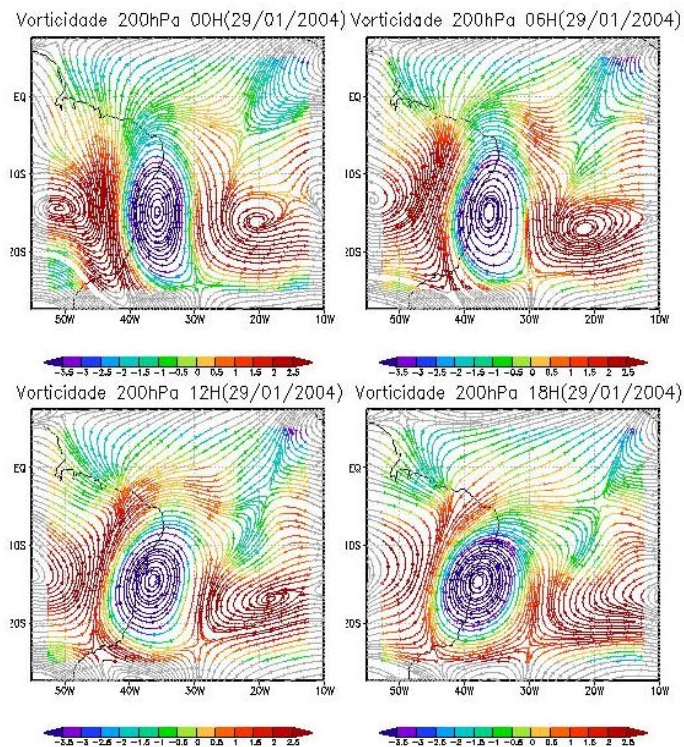


Figura 10 – Campo de vorticidade relativa ($\times 10^{-5} \text{ s}^{-1}$) para o dia 29 de janeiro de 2004, nível de 200 hPa.

4. Conclusões

Como resultado deste estudo, pode-se verificar a presença de umidade vinda do oceano ao continente sul americano, como um fator não determinante na estação chuvosa do norte do Nordeste do Brasil, ressaltando a distinção da direção predominante do vento nas proximidades do Centro de Lançamento de Alcântara. Confirmando a direção predominante do vento de nordeste nos meses mais chuvosos e de leste nos meses menos chuvosos. Quanto ao fenômeno de grande escala, Vórtice Ciclônico de Altos Níveis (VCAN), os resultados mostraram a presença desse sistema influenciando na anomalia positiva de chuva nos meses dos verões de 1980 e 2004. Entretanto, na estação do outono não houve influência na produção de chuva ou inibição de sua formação dos VCANs.

Referências Bibliográficas

BOLETIM MENSAL CLIMANÁLISE. Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC) (www.cptec.inpe.br/climanalise).

- HASTENRATH, B.J; HELLER, L. Dynamics of Climatic Hazards in North-east Brazil. **Quarterly Journal Meteorological Society**, v.103, p.77-92, 1977.
- HUFFMAN, G. J.; MORRISSEY, M., BOLVIN, D. T.; JOYCE, R.; MCGAVOCK, B.; SUSSKIND, J. Global precipitation at one-degree daily resolution from multisatellite observations. **Journal of Hydrometeorology**, v. 2, p. 36-50, 2001.
- KALNAY, E. E CO-AUTORES. NCEP/NCAR 40-year Reanalysis Project. **Bulletin of the American Meteorological Society**, v.77, p.437-471, 1996.
- KISTLER, R. et.al, The NCEP-NCAR 50 – year reanalysis: monthly means CD-rom and documentation. **Bulletin of the American Meteorological Society**, vol.82, No. 2, pp. 247-267, 2001.
- KOUSKY, V. E.; GAN, M. A. Upper tropospheric cyclonic vortices in the tropical South Atlantic. **Tellus**, v. 33, p. 538-551, 1981.
- MARQUES, R. F. C.: BAUNGARTNER, C. Estudo das variáveis meteorológicas associadas à posição da ZCIT do Atlântico, durante a estação chuvosa no Centro de Lançamento de Alcântara (CLA). **Congresso Brasileiro de Meteorologia**, São Paulo: SBMET, 2008.
- MARQUES, R.F.C; FORTES, M. A. B. Estudo da Variabilidade Interanual de Precipitação no Centro de Lançamento de Alcântara. **XVII Congresso Brasileiro de Meteorologia**. Gramado, Rio Grande do Sul, 2012.
- MARQUES, R.F.C; OYAMA, M. D. Interannual Variability of Precipitation for the Centro de Lançamento de Alcântara in ENSO-Neutral Years. **Journal of Aerospace Technology and Management**, v.7, n.3, p.365-373, 2015.
- RAMIREZ, M. C. V. **Padrões climáticos dos vórtices ciclônicos em altos níveis no Nordeste do Brasil**. 1996. 132p. Dissertação (Mestrado em Meteorologia) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), São José dos Campos, 1996.
- PEREIRA, R.A.; MARQUES, R.F.C. Influência do Atlântico Tropical na precipitação do CLA em anos neutros no Pacífico. **XVIII Congresso Brasileiro de Meteorologia**. Recife, Pernambuco, 2014.
- UVO, C. B. **A Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) e sua relação com a precipitação na Região Norte do Nordeste Brasileiro**. Dissertação de Mestrado em Meteorologia, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. São José dos Campos, SP, 1989.