



Revista Brasileira de Geografia Física

Homepage: www.ufpe.br/rbgfe



Uso de Parâmetros Atmosféricos para Detecção de Episódios de ZCAS em Anos de El Niño/La Niña através do BRAMS

Herika Pereira Rodrigues¹; Enilson Palmeira Cavalcanti²; Everson Batista Mariano³; Danilo Ericksen Costa Cabral⁴

¹Msc. em Meteorologia (bolsista), CPTEC/ INPE, Cachoeira Paulista –SP. E-mail: herika.rodrigues@cptec.inpe.br; ²Prof. Dr. em Recursos Naturais - UFCG, Campina Grande – PB. E-mail: enilson@dca.ufcg.edu.br; ³Mestrando em Meteorologia, UFCG, Campina Grande – PB. E-mail: everson@dca.ufcg.edu.br; ⁴Graduando em Meteorologia, UFCG, Campina Grande – PB. E-mail: danilo_caxa10@hotmail.com.

Artigo recebido em 09/10/2012 e aceito em 19/10/2012

RESUMO

O objetivo principal do presente trabalho foi observar a capacidade do modelo BRAMS e sua sensibilidade em simular a ocorrência de sistemas Zona de Convergência do Atlântico Sul – ZCAS, com a finalidade de observar o comportamento do fenômeno e sua interação com a escala interanual. Foram selecionados dois eventos de ZCAS: de 02 a 06 de dezembro de 2009 (durante a fase El Niño) e de 27 a 31 de dezembro de 2010 (durante a fase La Niña). A análise da mesoescala revela importantes variações dinâmicas relacionadas à ZCAS para ambos os casos. Todas as variáveis apresentam coerência e o BRAMS conseguiu simular bem a área principal de atuação da ZCAS, tanto para o caso de El Niño (2009) quanto para o caso de La Niña (2010).

Palavras-Chaves: ZCAS, BRAMS, El Niño, La Niña

Use of Atmospheric Parameters for the Detection of Episodes of SACZ in El Niño/La Niña Years through BRAMS

ABSTRACT

The main objective of this study was observe the ability of the BRAMS model and its sensitivity in simulating the occurrence of systems Convergence Zone of the South Atlantic – SACZ, with the purpose to observe their behavior and interaction with the interannual scale. Were selected two SACZ events: from 02 to 06 December 2009 (during the El Niño) and 27 to 31 December 2010 (during the La Niña). The Mesoscale analysis reveals important dynamic variations related to SACZ in both cases. All variables show coherence and BRAMS could simulate well the main area of activity of the SACZ, both for the case of El Niño (2009) as to the case of La Niña (2010).

Keywords: SACZ, BRAMS, El Niño, La Niña

1. Introdução

Nos dias atuais faz-se necessário o monitoramento do tempo com precisão e rapidez. Isso que se torna importante para a vida cotidiana do homem da zona urbana e rural. É por isso que ferramentas úteis como

modelos de previsão de tempo e clima são usados no intuito de contribuir para o monitoramento da atmosfera global.

Sabe-se que o principal sistema responsável pela precipitação do Centro-Oeste e Sudeste é a Zona de Convergência do atlântico Sul (ZCAS) durante a estação de verão (Ferreira et al., 2004). Muitos

* E-mail para correspondência: herika.rodrigues@cptec.inpe.br (Rodrigues, H. P.).

estudiosos têm estudado sobre esse fenômeno discorrendo de observações dinâmicas, sobre todos os aspectos físicos-climáticos e suas interações com diversos outros sistemas atuantes das mais variadas escalas.

A ZCAS se destaca como uma banda de nebulosidade convectiva que persiste, semi-estacionária, sobre a América do Sul, mais especificamente nas regiões Centro-Oeste, Sudeste e uma parte do Sul, havendo troca de calor e massa na atmosfera (Streten, 1973; Yassunary, 1977; Krishnamurty et al., 1973). Barreiro et al. (2005), realizaram um estudo numérico com objetivo de relacionar a precipitação causada pela ZCAS e a Temperatura de Superfície do Mar (TSM) como mecanismo de forçamento.

Segundo Kodama (1992a), todas existem outras zonas como a ZCAS, em outras regiões que possuem características semelhantes, tais como:

- Formação ao longo dos jatos subtropicais a leste do cavado quase permanente situado a nordeste (no HN) e sudeste (no HS) da banda de convecção associada à monção tropical;
- São caracterizadas por zonas de convergência de umidade e por zonas baroclínicas com um cavado subtropical de altos níveis;
- Apresentam total de precipitação em torno de 400 mm/mês que pode ser explicada pela convergência de dois tipos de fluxos de umidade: um na

direção leste, ao longo da ZPS, e outro em sua direção, ao longo da periferia sudoeste (noroeste no Hemisfério Norte) da alta subtropical;

- Sua manutenção é devido aos jatos subtropicais que fluem nas latitudes subtropicais (30° - 35°) e ao fluxo de baixos níveis em direção ao pólo, a oeste das altas subtropicais;

Barros et al (2000) mostram que no nordeste da Argentina, Uruguai e Sul do Brasil, uma diminuição (aumento) da precipitação está associada a fortes (fracas) manifestações da ZCAS e deslocamento para o norte de sua posição climatológica, além de anomalias de TSM quentes (frias) na região de 20°- 40° S e oeste de 30° W estarem associadas a um deslocamento para sul (norte) da ZCAS.

O presente estudo visa analisar dois eventos de ZCAS ocorridos em anos diferentes (2009 e 2010) considerando-se a mesoescala, através da utilização do modelo *Brazilian Developments on the Regional Atmospheric Modeling System (BRAMS)*. Os casos foram escolhidos para o período de 02 a 06 de dezembro de 2009 (durante a fase El Niño) e de 27 a 31 de dezembro de 2010 (durante a fase La Niña) para observar a capacidade do modelo em simular diferenças marcantes durante esses dois eventos. As variáveis observadas foram: temperatura do ar (°C), umidade relativa (%), precipitação total (mm), velocidade vertical (m.s-2) e altura geopotencial (m), com destaque para outras

variáveis como a água precipitável (mm) e fluxo de vapor (kg/m.s) que foram implementadas no pós processamento do modelo para observar se estas apresentam bons resultados.

2. Material e Métodos

O uso de modelos numéricos vem sendo cada vez mais comum tanto para a análise de fenômenos que ocorrem na atmosfera quanto para a previsão de tempo e clima. O *Brazilian Developments on the Regional Atmospheric Modeling System (BRAMS)* é um modelo regional de mesoescala, integrado na versão não hidrostática, tendo sua principal utilização na representação de fenômenos de mesoescala e constitui uma versão brasileira desenvolvida a partir do *Regional Atmospheric Modeling System (RAMS)*, cuja estrutura básica é descrita por Pielke et al. (1992).

Para analisar o efeito do fenômeno levando em consideração a mesoescala, foram feitas duas simulações, uma da 00Z do dia 02 até a 00Z do dia 06 de dezembro de 2009, e outra da 00Z do dia 27 até a 00Z do dia 31 de dezembro de 2010 através do modelo numérico BRAMS. A resolução utilizada foi a mesma em todos os experimentos, de 40 km, com 100 pontos na direção x e 100 pontos na direção y e a grade foi centrada em 20° S e 50° W. A área de domínio para as simulações corresponde à latitude de 0° a 40° S e longitude de 30° a 70° W.

As parametrizações físicas utilizadas

para o presente trabalho através do modelo BRAMS foram a de radiação de acordo com Chen e Cotton (1983), a parametrização de turbulência na Camada Limite Planetária (CLP) segundo Mellor e Yamada (1986), a parametrização convectiva do tipo Grell (Grell e Dévényi, 2002), a parametrização de microfísica de nuvens segue o esquema descrito por Walko et al. (1995), a interação superfície-atmosfera, feita através do modelo descrito por Walko et al. (2000).

Tendo em vista que durante a passagem do evento ZCAS a atmosfera apresenta bastante umidade, implementou-se no pós processamento do modelo os parâmetros de balanço e transporte d'água na atmosfera, segundo a formulação de Peixoto (1973) e Peixoto & Oort (1992) (apud Cavalcanti, 2001) resultando nos parâmetros de água precipitável (W) e fluxos zonal (Q_λ) e meridional (Q_φ) de vapor d'água na atmosfera formulados da seguinte forma:

$$W = \frac{1}{g} \sum_{n=1}^N \frac{[(q)_{n+1} + (q)_n]}{2} \cdot [(P)_n - (P)_{n+1}] \quad (6)$$

$$Q_{\lambda} = \frac{1}{g} \sum_{n=1}^N \frac{[(uq)_{n+1} + (uq)_n]}{2} \cdot [(P)_n - (P)_{n+1}] \quad (7)$$

$$Q_{\phi} = \frac{1}{g} \sum_{n=1}^N \frac{[(vq)_{n+1} + (vq)_n]}{2} \cdot [(P)_n - (P)_{n+1}] \quad (8)$$

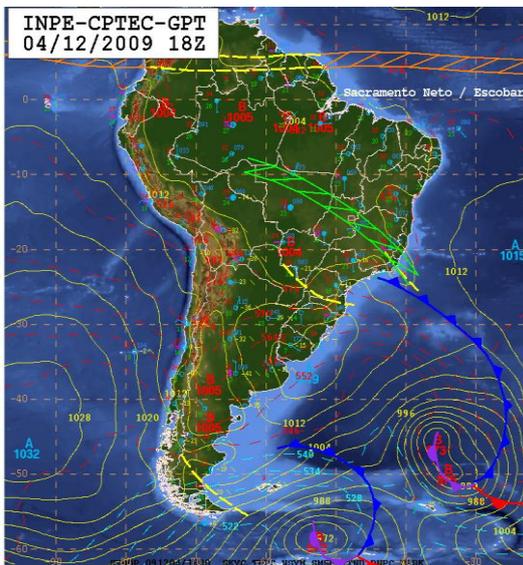
em que N é o número de camadas do modelo.

2.1 Caracterização do Ambiente Sinótico

De acordo com o prognóstico climático para dezembro de 2009 (CPTEC/INPE) o fenômeno El Niño permaneceu com águas anormalmente quentes (em torno de 2° C), na região do Pacífico Equatorial, assim como nas camadas sub-superficiais próximo à costa oeste da América do Sul. A síntese sinótica mensal (CPTEC/INPE) mostra que uma frente fria atuou entre Argentina e Brasil, entre os dias

03 e 05 de dezembro de 2009 chegando ao litoral do Rio de Janeiro (RJ). Uma onda frontal, com características subtropicais formou-se a leste da Região Sul do Brasil dia 3, alinhando o canal de umidade entre Bolívia, Centro-Oeste, Paraná (PR) e São Paulo (SP) dando início ao processo de formação de uma Zona de Convergência do Atlântico Sul. O período de maior intensidade do sistema ocorreu entre os dias 04 e 05 (Figura 1).

a)



b)

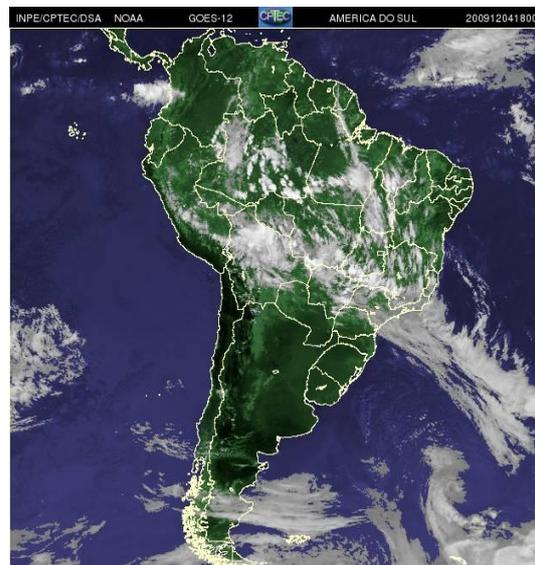


Figura 1. (a) Carta sinótica e (b) imagem de satélite, as 18 Z para o dia 04 de dezembro de 2009 durante a atuação da ZCAS.

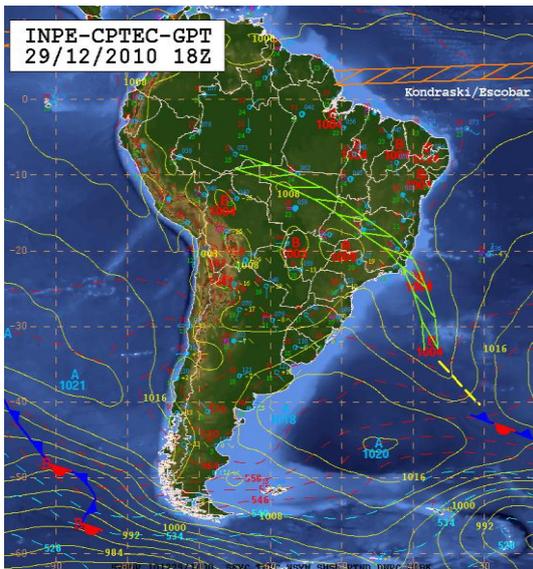
Já o prognóstico climático do CPTEC para dezembro de 2010 mostra que o fenômeno La Niña manteve-se estável na região equatorial do Pacífico Leste, porém notou-se o aumento do Índice de Oscilação Sul (IOS) em comparação com o mês anterior. Valores positivos do IOS indicam episódios de La Niña, com pressão atmosférica acima do normal em Tahiti

(Polinésia Francesa) e abaixo do normal em Darwin (norte da Austrália). No Atlântico Norte, as águas superficiais ficaram ainda mais aquecidas se comparadas ao mês anterior. Confirma-se que entre os dias 27 e 31 de dezembro de 2010 houve a formação de um episódio de Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) entre Rondônia (RO), Goiás (GO), MG, RJ, ES e MT. Esse sistema

contribuiu para acumulados de chuva significativos em MG e no ES e região serrana do RJ, causando deslizamentos de terra e alagamentos, desalojando e desabrigando moradores, além de causar

várias mortes. Além disso, o acumulado de chuva na zona da mata mineira esteve em torno de um terço da média climatológica da região (Figura 2).

a)



b)

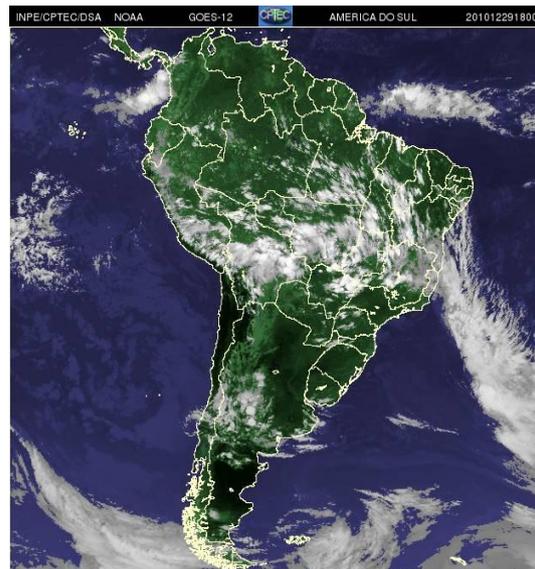


Figura 2. (a) Carta sinótica e (b) imagem de satélite, as 18 Z para o dia 29 de dezembro de 2010 durante a atuação da ZCAS.

3. Resultados

As Figuras a seguir foram geradas para mostrar o único caso de ZCAS que ocorreu no mês de dezembro de 2009. As Figuras 3a a 3d apresentam os valores de temperatura do ar no nível de 850 hPa, para as 18 UTC, do dia 02 ao dia 05 de dezembro de 2009, durante a presença do evento de ZCAS. Os valores para a região de ocorrência da ZCAS estão em torno de 20° C a partir do dia 02 chegando a ser observados valores em torno de 18° C no dia 05 na área sobre a faixa continental que vai desde a região Norte até a região Sudeste. Sobre o oceano Atlântico

também há uma diminuição significativa nos valores para a temperatura, (que eram em torno de 18° C a partir do dia 02) e esses abrangem uma área maior, próximos da costa leste das regiões Sul e Sudeste da América do Sul, obtendo no dia 05 valores abaixo de 14° C. Na costa leste de São Paulo há um núcleo com valores em torno de 14° C adentrando pelo continente e essa área parece ser influenciada pelos baixos valores de temperatura do oceano Atlântico, devido à presença de um sistema frontal sobre o oceano Atlântico Sul.

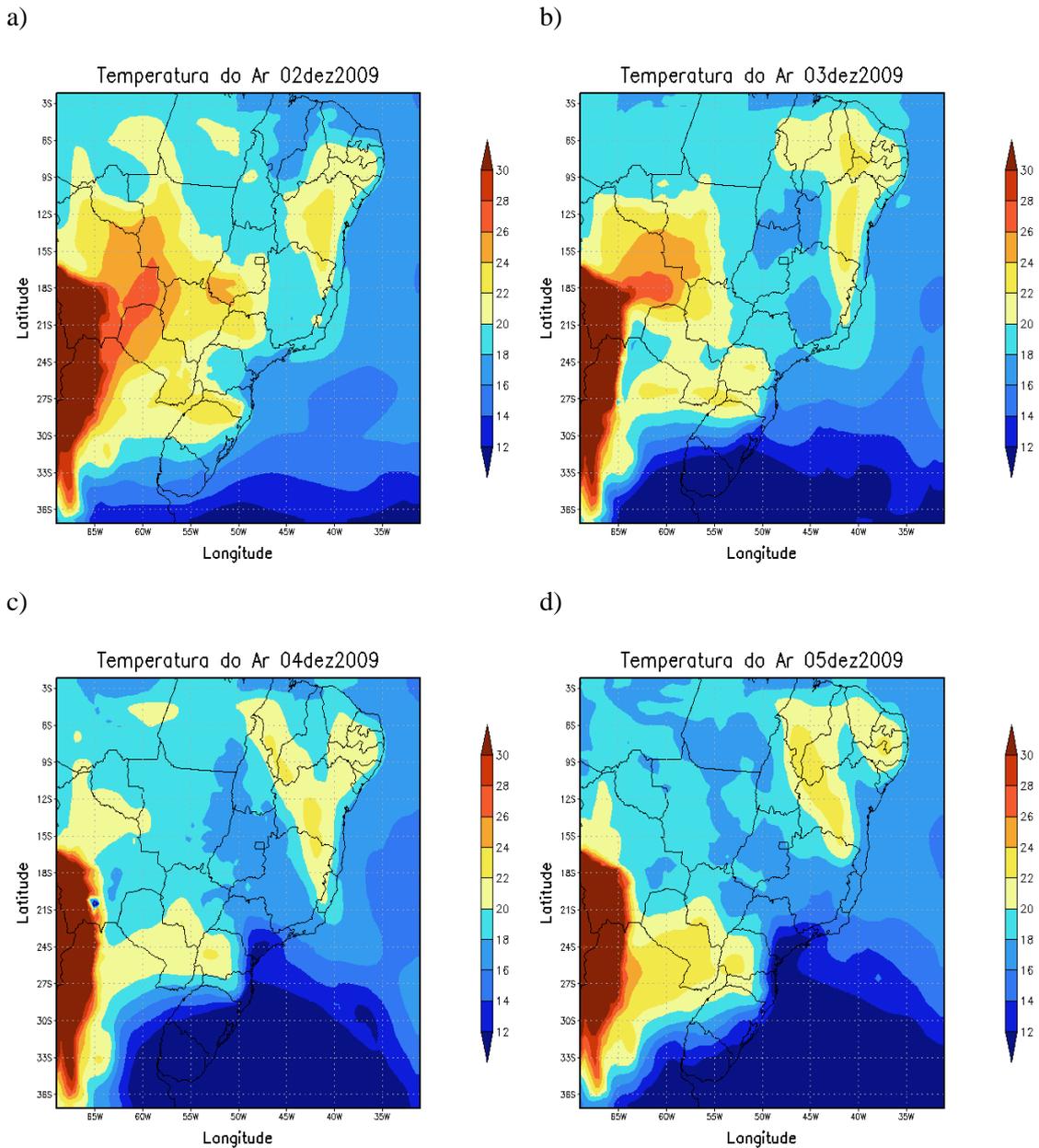


Figura 3. Temperatura do ar em 850 hPa para as 18 UTC dos dias: (a) 02 de dezembro; (b) 03 de dezembro; (c) 04 de dezembro e (d) 05 de dezembro de 2009.

As Figuras 4a a 4d representam a umidade relativa do ar em 850 hPa, as 18 UTC, para os dias 02 a 05 de dezembro de 2009. Podemos notar que na faixa de ocorrência da ZCAS, a umidade relativa mantém valores bem elevados a partir do dia 02 até o dia 05. Ao longo dos dias esses valores aumentam significativamente estendendo-se até o oceano Atlântico. Os

valores estão em torno de 90% de umidade para os primeiros dias e no dia 5 de dezembro, para a mesma área observada os valores estão em torno de 90 a 100% de umidade relativa. A área com bastante umidade compreende a região Norte, Centro-Oeste e Sudeste do Brasil e estão de acordo com as Figuras anteriores, pois enquanto a temperatura diminui, a umidade relativa

aumenta ao passar dos dias. Há dois núcleos de valores mais baixos sobre o oceano Atlântico com valores em torno de 40% de umidade relativa, um mais ao norte e outro

mais ao sul e a faixa de umidade elevada que se encontra entre esses núcleos é exatamente durante a passagem do sistema frontal.

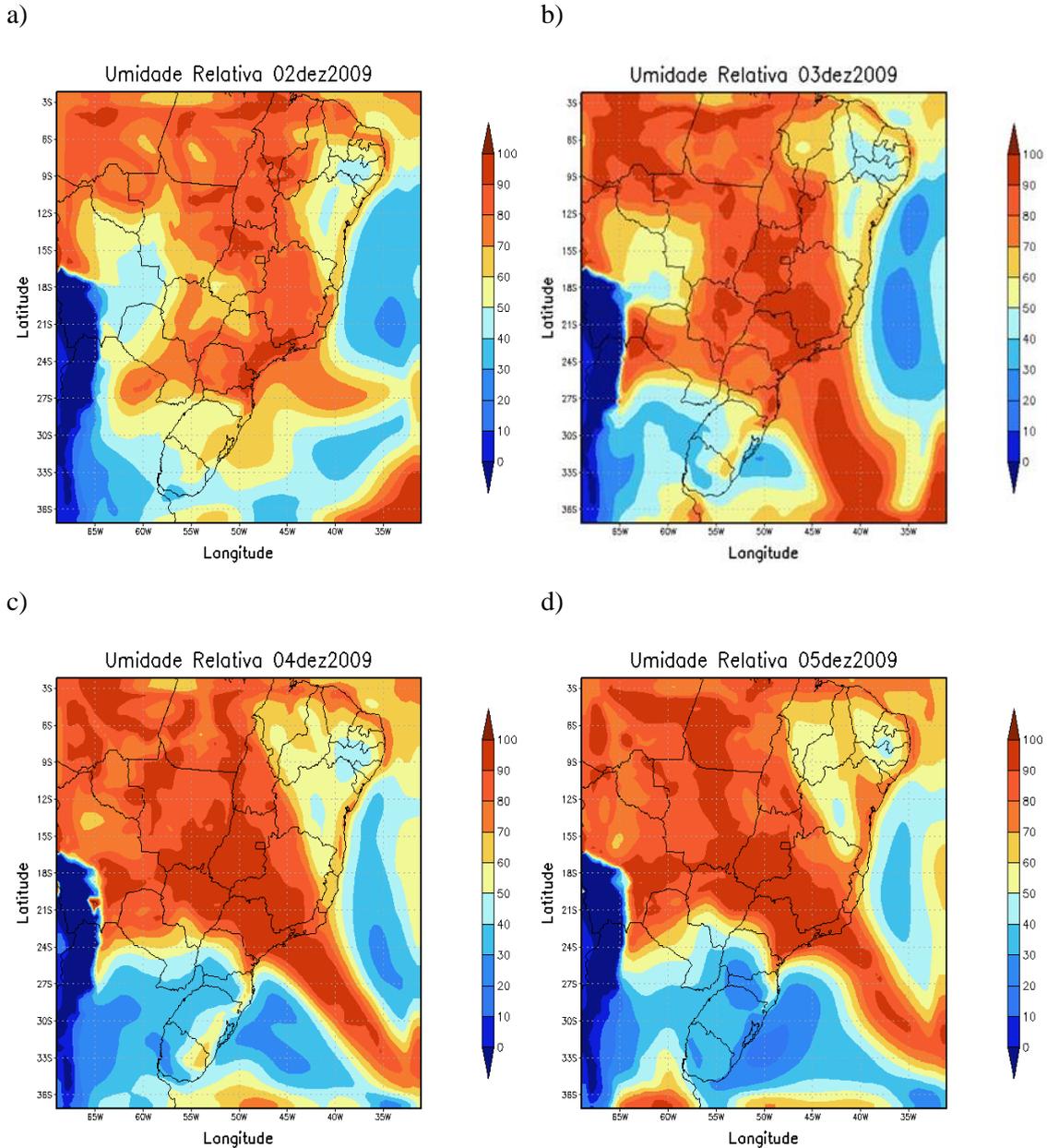


Figura 4. Umidade relativa do ar em 850 hPa para as 18 UTC dos dias: (a) 02 de dezembro; (b) 03 de dezembro; (c) 04 de dezembro e (5) de dezembro de 2009.

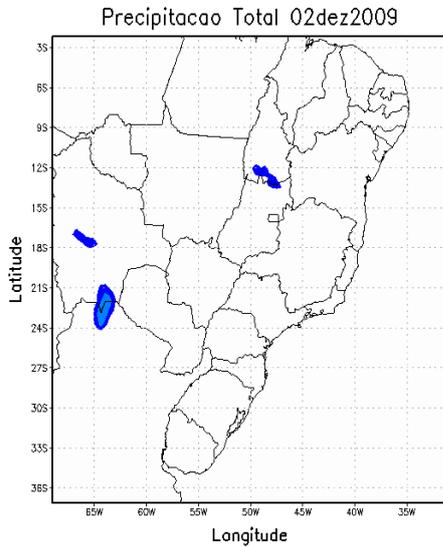
As Figuras 5a a 5d apresentam valores de precipitação total para a área de influência da ZCAS entre os dias 2 e 5 de dezembro de 2009. Podemos perceber que o modelo detectou pouca chuva nessa área para o dia 2

e 3, enquanto nos dias 4 e 5 modelo simula uma grande zona de precipitação que se estende desde o sul do Pará, abrangendo as regiões Centro-Oeste e Sudeste do Brasil, estendendo-se até o oceano Atlântico

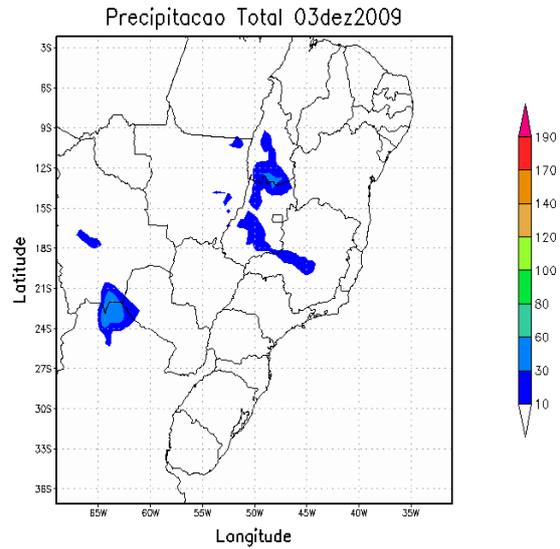
Subtropical. Como a precipitação é acumulada, o ultimo dia obviamente apresenta maiores valores, mas podemos ver que praticamente não houve muita

precipitação durante os 2 primeiros dias. Os maiores valores concentram-se na área sobre Minas Gerais e Goiás (entre 100 e 170 mm) chegando a obter núcleos de até 190 mm.

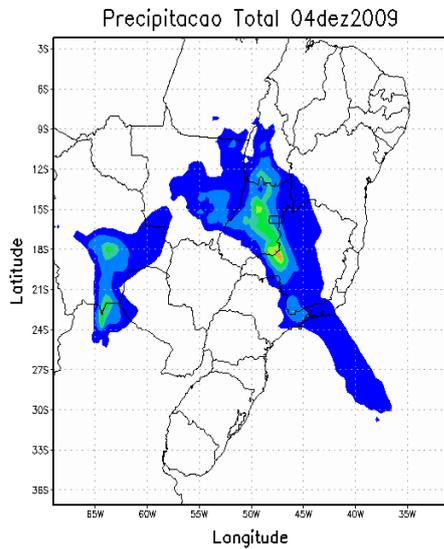
a)



b)



c)



d)

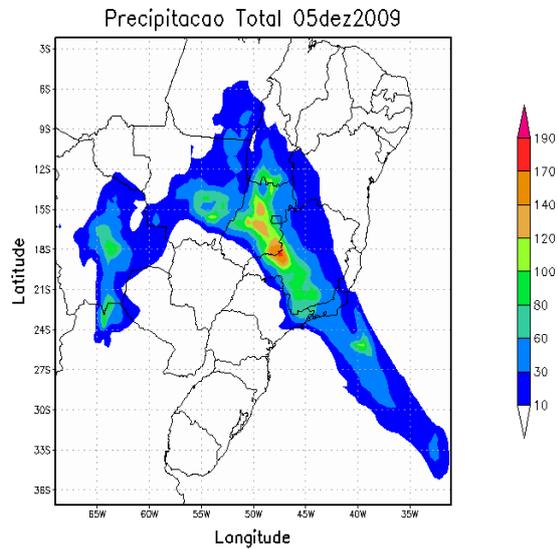


Figura 5. Precipitação total para os dias: (a) 02 de dezembro; (b) 03 de dezembro; (c) 04 de dezembro e (d) 05 de dezembro de 2009.

As Figuras a seguir (6a – 6d) referem-se à velocidade vertical (W) e a altura geopotencial no nível de 500 hPa do dia 02 ao dia 05 de dezembro de 2009. Em todos os

dias as áreas mais centrais do Brasil apresentam valores mais elevados de velocidade vertical. A altura geopotencial no centro-sul do Brasil encontra-se com valores

em torno de 5880 m e com o passar dos dias diminui, atingindo valores em torno de 5790 m. A velocidade vertical apresenta-se mais dispersa. Observa-se uma grande área com elevada atividade convectiva principalmente sobre as regiões Sudeste, Centro-Oeste e parte da região Norte, com a intensidade dos valores de velocidade vertical em torno de 0.5 $\text{cm} \cdot \text{s}^{-1}$ estando de acordo com a área de

precipitação observada nas Figuras 5a – 5d. Observa-se ainda que há uma diminuição da altura geopotencial devido ao resfriamento sobre a área afetada pela intensa precipitação causada pela ZCAS e a velocidade vertical que se estende até o oceano Atlântico Sul coincide com a faixa onde há a presença do sistema frontal.

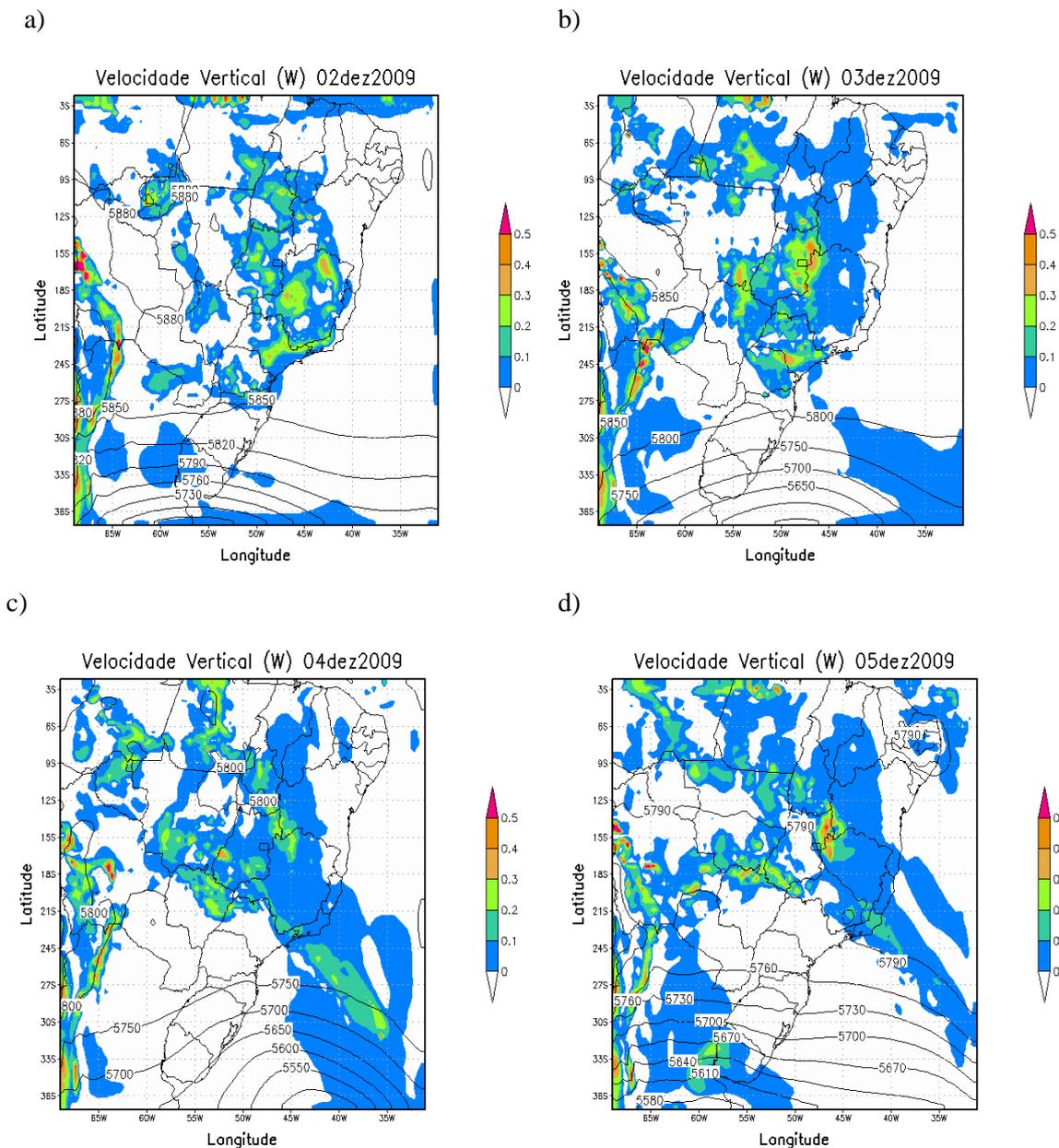


Figura 6. Velocidade vertical (W) e altura geopotencial em 500 hPa para os dias: (a) 02 de dezembro; (b) 03 de dezembro; (c) 04 de dezembro e (d) 05 de dezembro de 2009.

A água precipitável (Figuras 7a – 7d) apresenta-se mais dispersa, mas é na faixa que se estende de NW-SE que apresenta valores mais elevados. No dia 02 (Figura 7a) os valores na maior parte do Brasil encontram-se em torno de 52 mm. Há alguns núcleos com valores mais elevados em parte do Centro-Oeste e com o passar dos dias há um aumento significativo nessa mesma área e parte do

Sudeste, apresentando um canal de intensa atividade estendendo-se desde o sul da região Norte até o Atlântico Subtropical, com valores variando de 56 a 60 mm. Na costa oceânica do Atlântico Sul, na costa de SP e RJ, há um núcleo intenso com valores acima de 60 mm coincidindo com a área na qual está posicionada a frente.

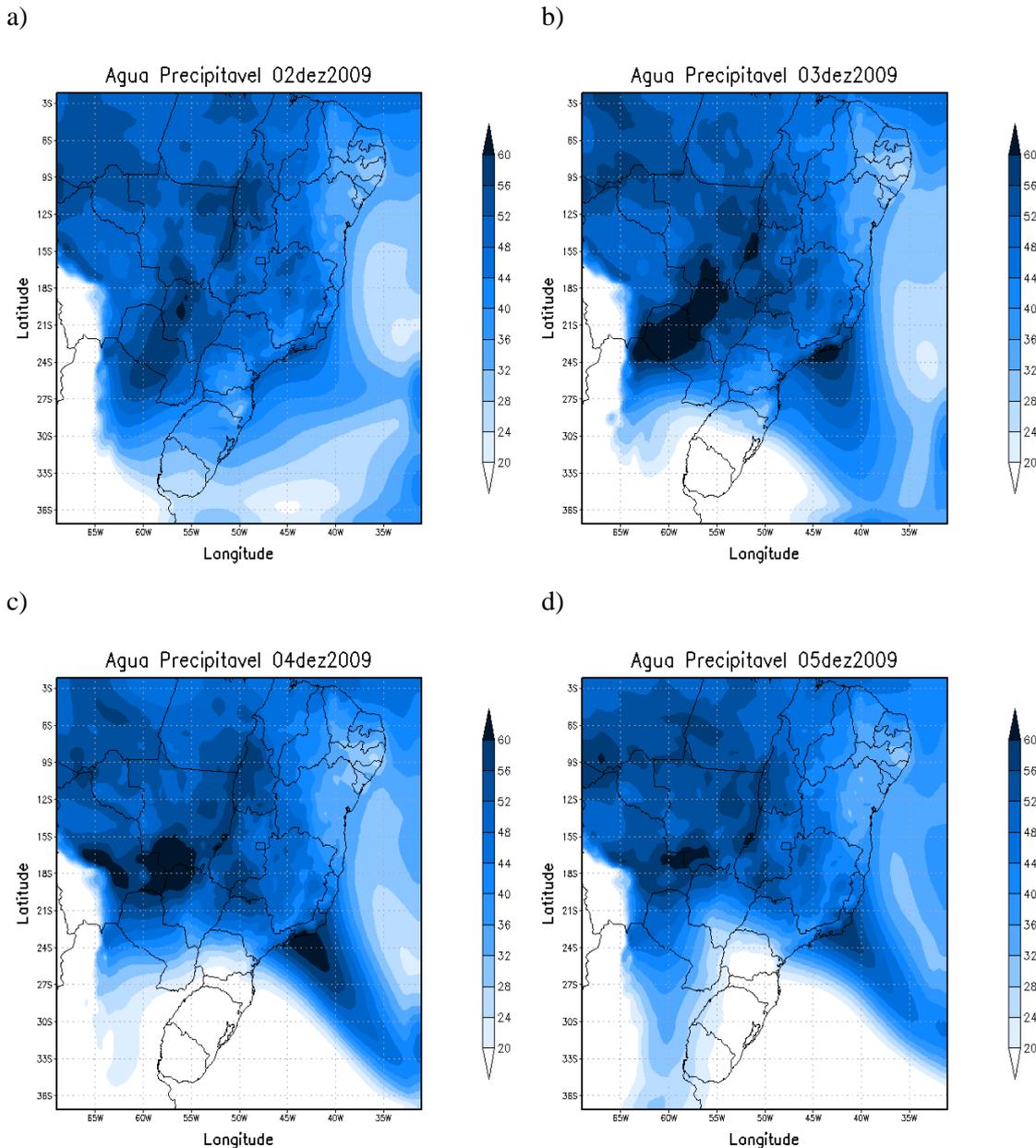


Figura 7. Água precipitável para os dias: (a) 02 de dezembro; (b) 03 de dezembro; (c) 04 de dezembro e (d) 05 de dezembro de 2009.

O fluxo de vapor pode ser observado nas Figuras 8a – 8d. Pode-se perceber que o fluxo de umidade vem do oceano Atlântico Equatorial, na mesma direção de atuação dos ventos alísios, se dirigindo em direção ao continente, contribuindo para o transporte de vapor. A leste da região Norte eles tendem a mudar de direção e provavelmente escoam de encontro ao canal de umidade que se forma na região Norte e escoam na direção NW-SE através dos jatos de baixos níveis, canalizados

pelos Andes. Deve-se notar que há um intenso fluxo de umidade do oceano em direção ao continente, mais precisamente na costa da região Sudeste, com valores elevados em torno de 1400 kg/m.s, concordando com a faixa da ZCAS observada nas outras figuras. A fonte de alimentação para esse fluxo vem dos anticiclones, situados ao norte e ao sul dessa faixa de intensa atividade no oceano Atlântico Sul.

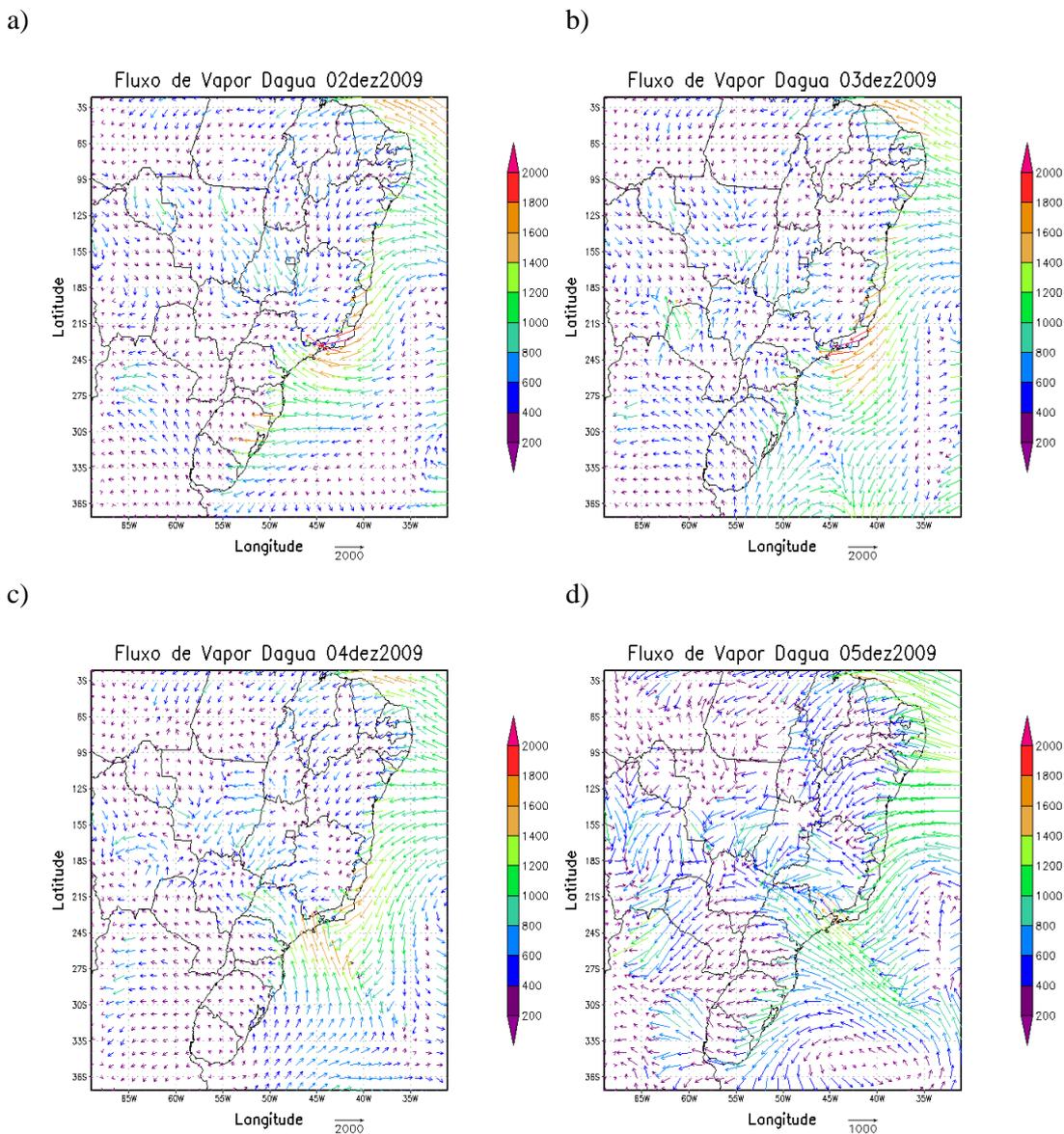


Figura 8. Fluxo de vapor d'água na atmosfera para os dias: (a) 02 de dezembro; (b) 03 de dezembro; (c) 04 de dezembro; (b) 05 de dezembro de 2009.

As Figuras a seguir foram geradas para simulação do caso de ZCAS ocorrido entre os dias 27 e 31 de dezembro de 2010. Para o primeiro dia 27 (Figura 9a), na área NW-SE os valores se encontram em torno de 22° C na maior parte da região Norte e Centro-Oeste do Brasil. Há uma diminuição da temperatura a partir do oceano em direção

ao continente, principalmente sobre a região Sudeste, com valores menores que 20° C. Para a região oceânica os valores são mais baixos, abaixo de 16° C. A faixa que se estende de NW-SE apresenta uma queda ao passar dos dias podendo ser observados valores entre 18° e 20° C.

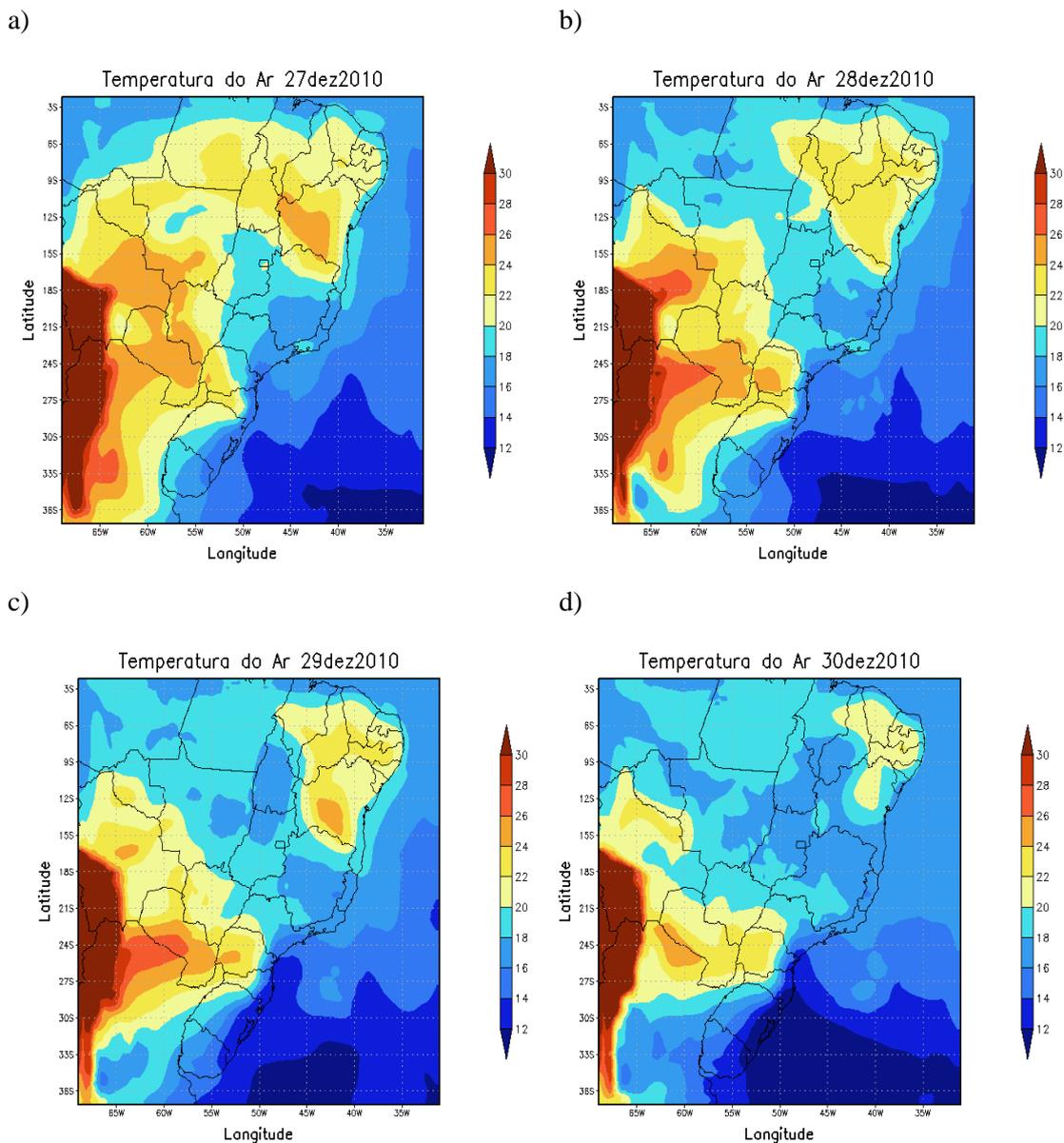


Figura 9. Temperatura do ar em 850 hPa para os dias: (a) 27 de dezembro; (b) 28 de dezembro; (c) 29 de dezembro e (d) 30 de dezembro de 2010.

A umidade relativa (Figuras 10a-d) condiz com o esperado visto que é observado

um aumento dos valores de umidade desde o oceano Atlântico Sul avançando pelo

continente pela costa do Sudeste, chegando até o leste do Mato Grosso, com valores em torno de 90%. Nos outros dias o sistema de ZCAS começa a intensificar em toda essa faixa atingindo elevados valores de umidade relativa para o dia 30 de dezembro, em torno

de 90% e alguns núcleos com 100% de umidade relativa. A extensão dessa faixa sobre o oceano Atlântico apresenta valores bem elevados chegando até 100% de umidade relativa.

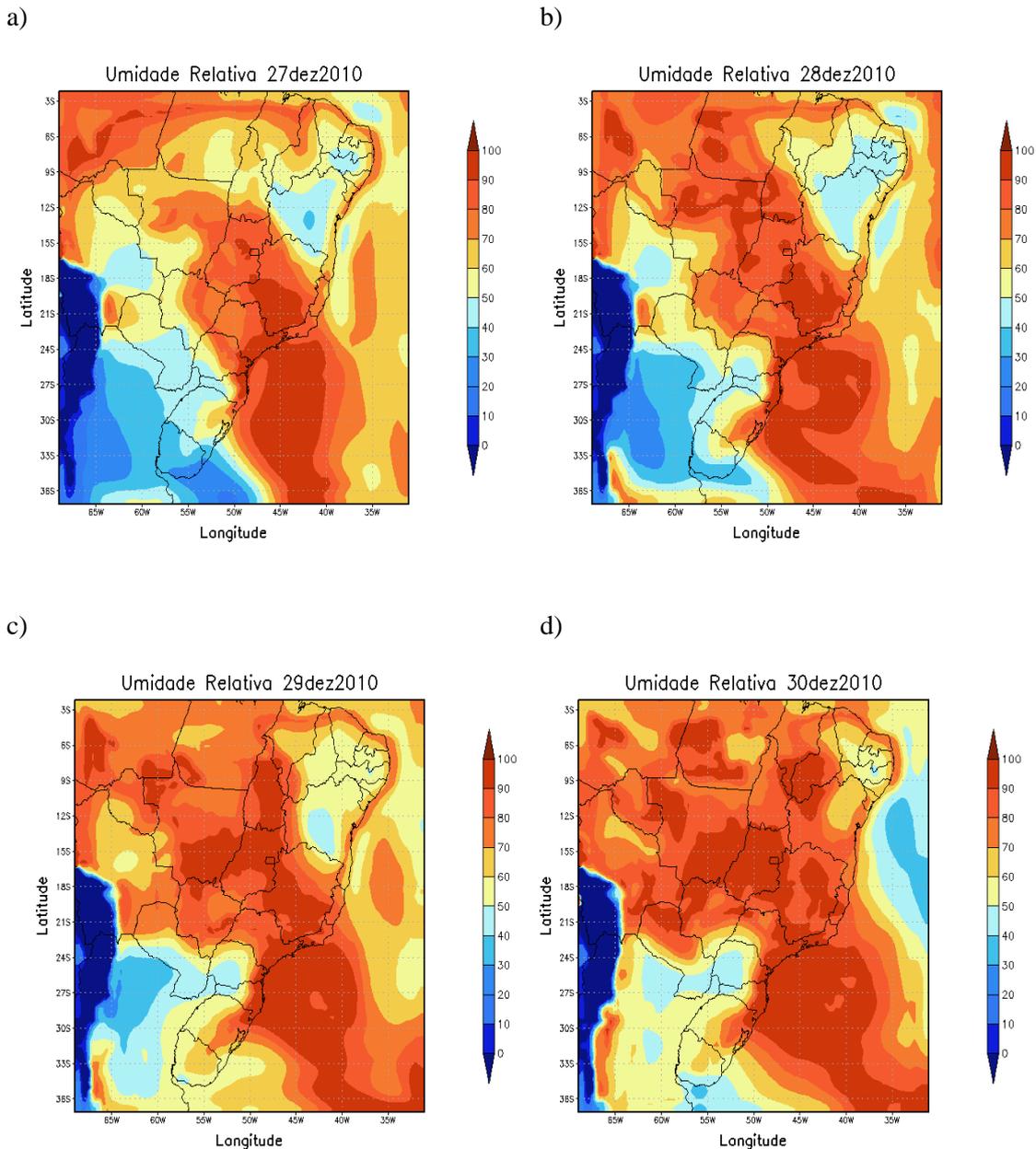


Figura 10. Umidade relativa do ar em 850 hPa para as 18 UTC dos dias: (a) 27 de dezembro; (b) 28 de dezembro; (c) 29 de dezembro e (d) 30 de dezembro de 2010.

A precipitação total (Figura 11a e 11b) praticamente começa a ocorrer na região oceânica próxima à costa da região Sudeste,

aumentando significativamente ao passar dos dias. Há um pequeno núcleo que começa sobre o leste do Mato Grosso e intensifica-se

estendendo na direção NW-SE. Podemos perceber que a precipitação total tem valores em torno de 120 mm na região Centro-Oeste e na região oceânica apresenta máximos

absolutos acima de 190 mm (Figura 11d). Nessa região oceânica as chuvas podem ter sido causadas devido a presença de um sistema frontal intenso.

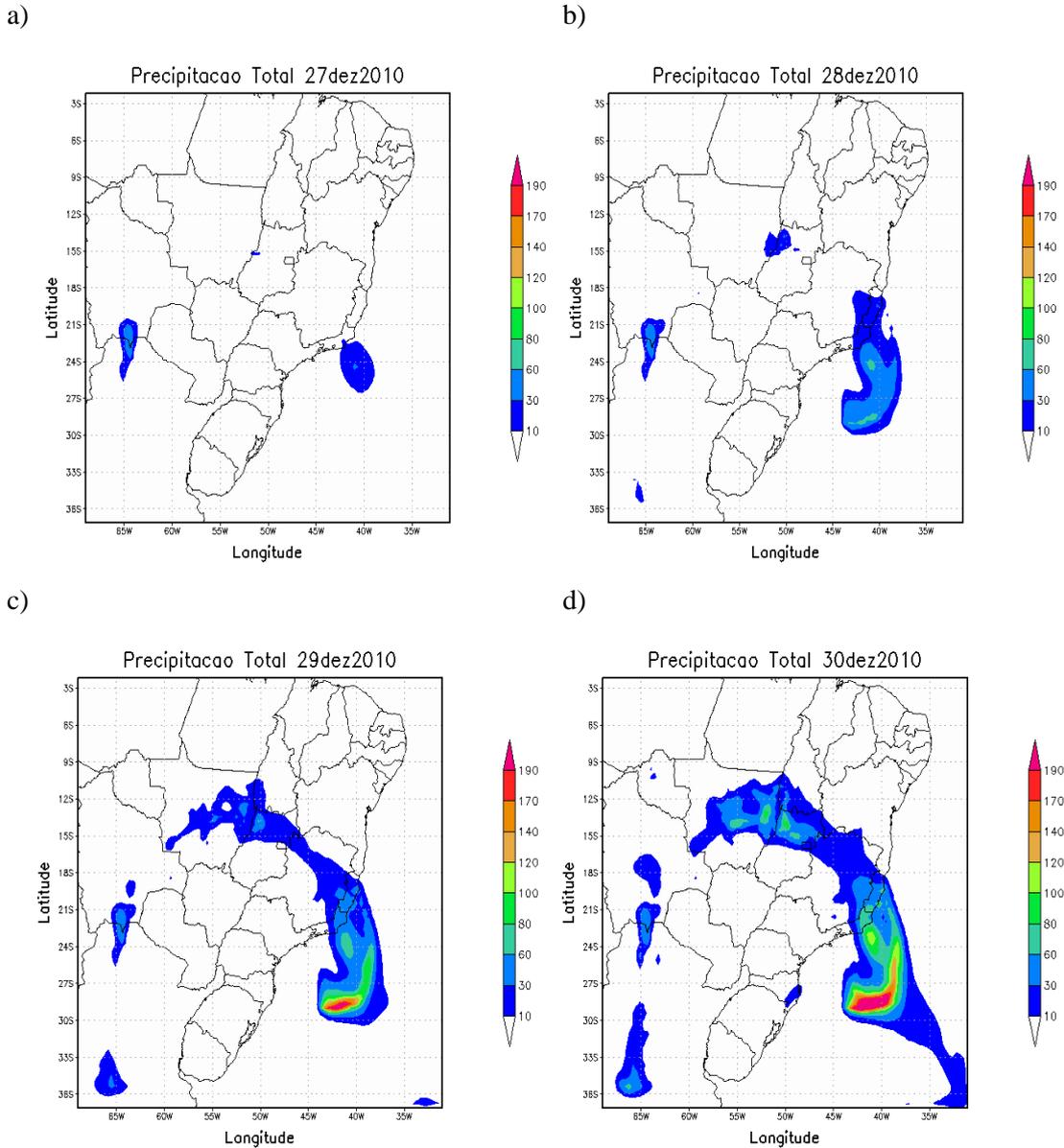


Figura 11. Precipitação total para os dias: (a) 27 de dezembro; (b) 28 de dezembro; (c) 29 de dezembro e (d) 30 de dezembro de 2010.

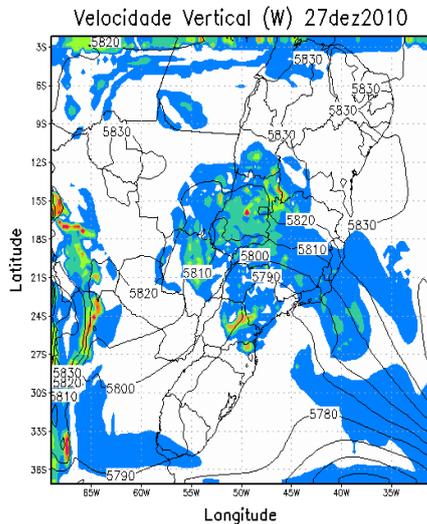
A velocidade vertical inicialmente (Figura 12a) apresenta um núcleo do oceano Atlântico dirigindo-se para a região Sudeste, intensificando-se em direção a região Centro-Oeste, com valores em torno de 0.5 cm.s^{-1} . A altura geopotencial para o mesmo dia

apresenta valores em torno de 5820 m. No decorrer dos dias (Figura 12d) uma faixa de grande atividade convectiva configura-se desde o norte da região Norte até o oceano Atlântico Subtropical, agindo também sobre o oeste da região Nordeste. Há uma queda

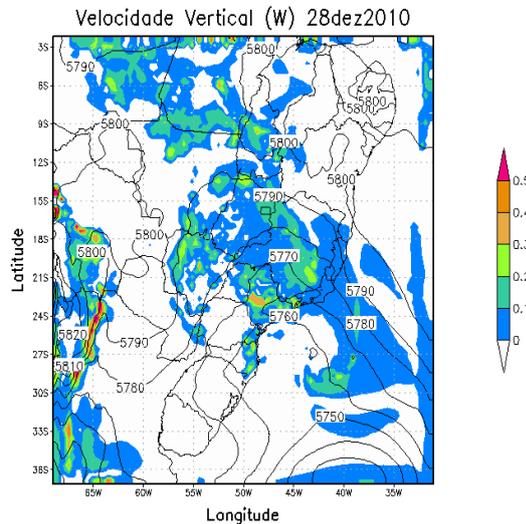
significativa dos valores da altura geopotencial, principalmente na região central do Brasil, em torno de 5740 m. Como a altura geopotencial é proporcional à temperatura,

sua diminuição coincide com uma diminuição nos valores de temperatura, e consequentemente elevada atividade convectiva.

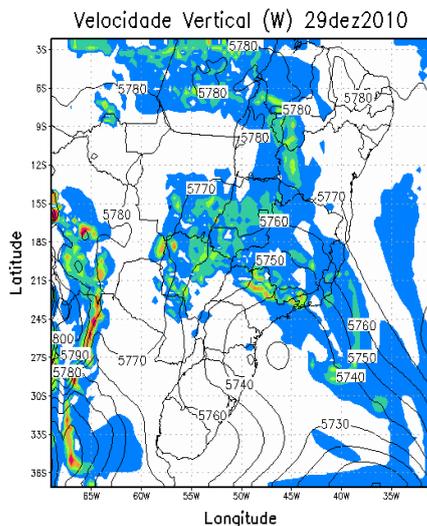
a)



b)



c)



d)

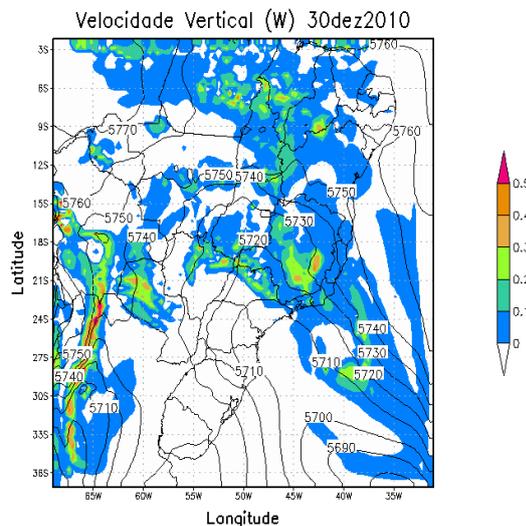


Figura 12. Velocidade vertical (W) e altura geopotencial em 500 hPa para os dias: (a) 27 de dezembro; (b) 28 de dezembro; (c) 29 de dezembro e (d) 30 de dezembro de 2010.

A água precipitável (Figura 13a) configura uma faixa de atuação da ZCAS estendendo-se de NW-SE até o Atlântico Subtropical, onde são observados valores elevados próximos à costa da região Sudeste. Há alguns núcleos com valores máximos em

torno de 56 mm, principalmente sobre o leste do Mato Grosso. Para o último dia (Figura 13d) os valores de água precipitável na atmosfera foram bem mais elevados apresentando uma extensa faixa com valores máximos entre 56 e 60 mm de NW-SE. Os

núcleos de máximos valores ocorrem sobre o leste do Mato Grosso, norte do Mato Grosso do Sul e parte da Bolívia e um segundo

núcleo é observado no oceano Atlântico Subtropical em direção ao continente.

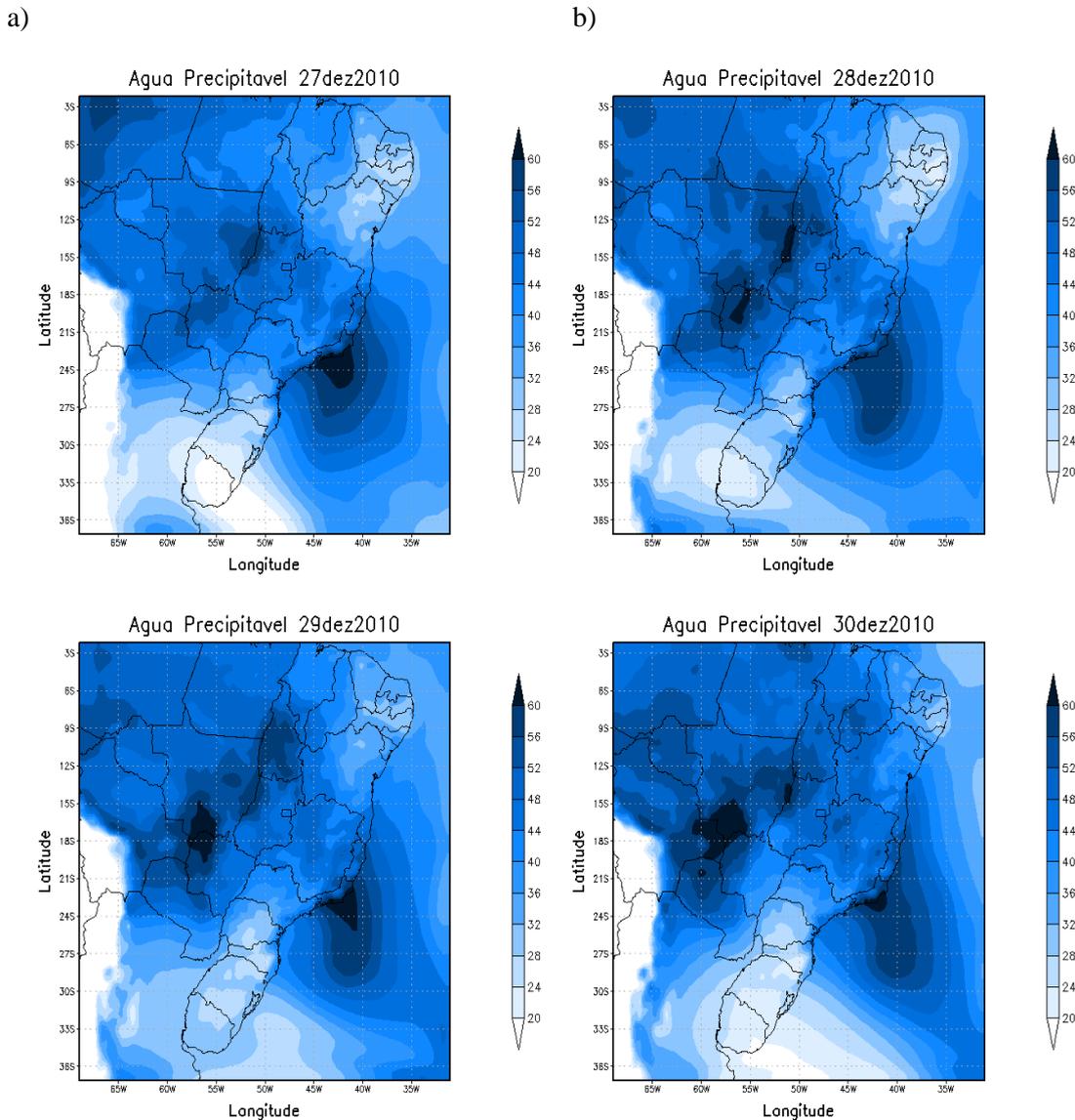


Figura 13. Água precipitável para os dias: (a) 27 de dezembro; (b) 28 de dezembro; (c) 29 de dezembro e (d) 30 de dezembro de 2010.

A Figura 14a a 14d apresenta a direção dos fluxos que foram importantes para a configuração da ZCAS. Podemos observar que o escoamento principal ocorre vindo de leste pelo oceano Atlântico Equatorial, apresentando um desvio na direção sudoeste. Mais ao Sul há outro escoamento vindo do oceano Atlântico em torno da longitude de

40° W em direção ao continente atingindo valores elevados. Há uma configuração ciclônica na faixa onde os fluxos se encontram sobre a costa oceânica próximo da região Sudeste, (em torno de 27° S e 43° W) exatamente onde ocorreram elevados valores de água precipitável.

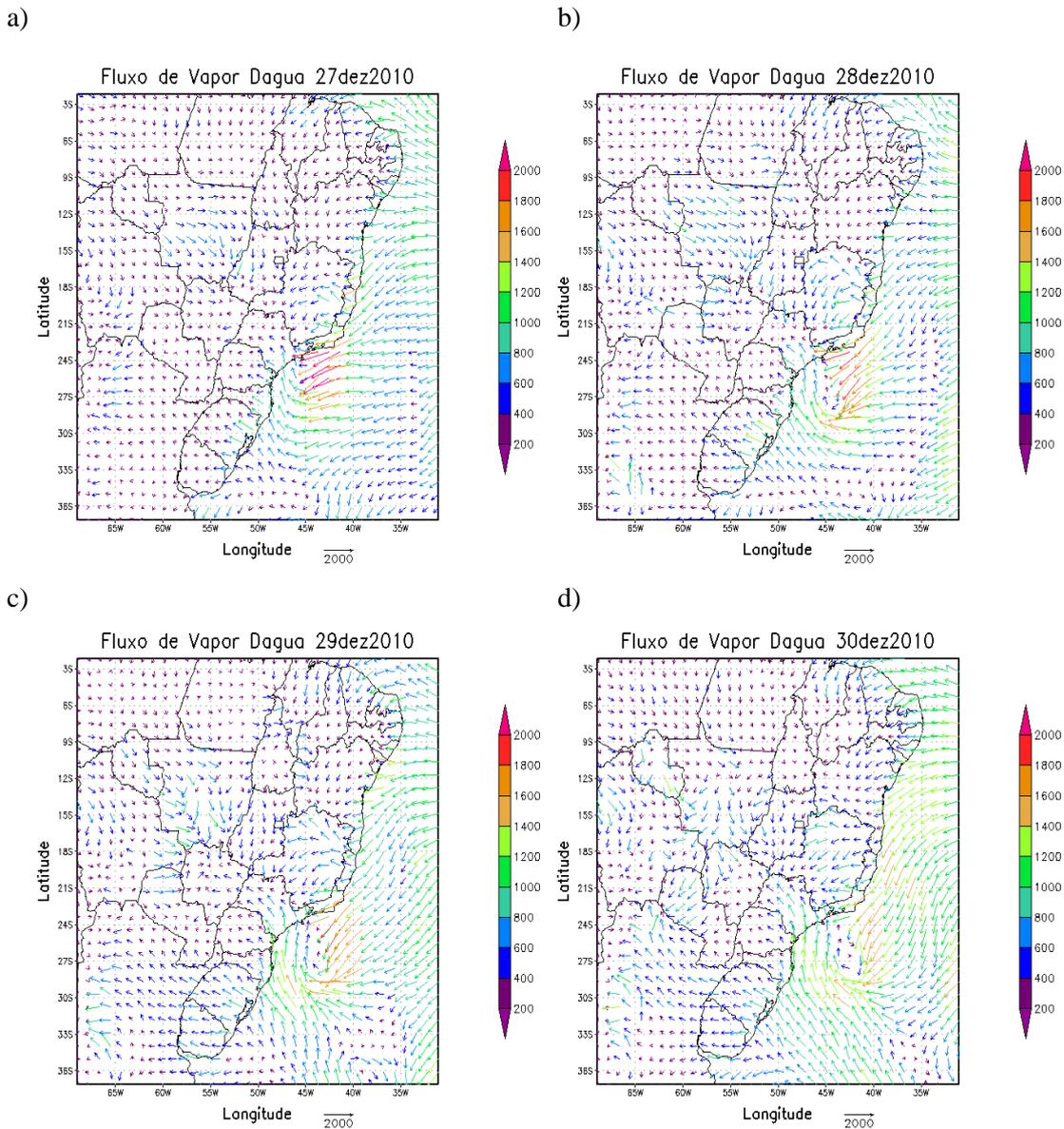


Figura 14. Fluxo de vapor d'água na atmosfera para os dias: (a) 27 de dezembro; (b) 28 de dezembro; (c) 29 de dezembro; (b) 30 de dezembro de 2010.

4. Conclusões

A análise da mesoescala revela importantes variações dinâmicas relacionadas à ZCAS para ambos os casos. Todas as variáveis apresentam coerência e o BRAMS conseguiu simular bem a área principal de atuação da ZCAS, tanto para o caso de El Niño (2009) quanto para o caso de La Niña (2010).

Tomando como foco as variáveis implementadas no pós-processamento do

modelo BRAMS (água precipitável e fluxo de vapor d'água), em ambos os casos a água precipitável apresenta maiores valores para a área em que atua a ZCAS de NW-SE do Brasil. O fluxo de vapor d'água representa bem a direção dos fluxos, sendo esses principalmente em duas direções de importantes alimentação do sistema de ZCAS: de leste, na direção dos alíseos e na direção SE do Brasil.

Para o ano de El Niño, há interação

entre a ZCAS e um sistema frontal. O fluxo de vapor d'água vem de sudeste pelo oceano Atlântico Sul, adentrando pelo continente, configurado sobre uma estreita faixa que faz conexão com a ZCAS. Esse escoamento é alimentado pelo anticiclone subtropical e outro mais ao sul associado ao sistema frontal. Já no ano para o caso de La Niña, o fluxo de vapor d'água sobre o oceano configura-se sobre um sistema intenso de baixa pressão próximo à costa da região Sudeste, onde os fluxos ficam confinados.

Em eventos de El Niño a ZCAS fica mais intensa e estende-se bem mais em direção ao oceano, enquanto que em eventos de La Niña a ZCAS fica menos intensa e situa-se mais ao sul de sua posição climatológica, além de ter uma fraca configuração sobre o oceano, comparada a configuração sobre o continente.

5. Referências

Barros, V. R.; Gonzáles, M.; Liebmann, B.; Camilloni, I. (2000). Influence of the South Atlantic convergence zone and South Atlantic sea surface temperature on interannual summer rainfall variability in Southeastern South America. In: *Theor. Appl. Climatology*, v. 67, p. 123-133.

Barreiro, M., Chang, P., Saravanan, R. (2005). "Simulated precipitation response to SST forcing and potential predictability in the region of the South Atlantic convergence zone", *Climate Dynamics*, v.24, pp. 105-114.

Cavalcanti, E. P. (2001). Teor e transporte de umidade de vapor d'água na atmosfera do Nordeste do Brasil. (Tese de Doutorado) – Universidade Federal da Paraíba (UFPb). Campina Grande – PB, 115p.

Chen, C.; Cotton, E. W. R. (1983). A one-dimensional simulation of the stratocumulus capped mixed layer. In: *Boundary-Layer Meteorology*, v. 25, p. 289-321.

Ferreira, N. J.; Sanches, M.; Silva Dias, M. A. F. (2004). Composição da zona de convergência do Atlântico Sul em períodos de El Niño e La Niña. *Revista Brasileira de Meteorologia*, v. 19, n. 1, p. 89-98.

Grell, G. A.; Dévényi, D. (2002). A new approach to parameterizing convection using ensemble and data assimilation techniques. In: *Geophysical Research Letters*, v. 29, p. 1693.

Kodama, Y. (1992a). Large-Scale Common Features of Subtropical Precipitation Zones (the Baiu Frontal Zone, the SPCZ, and the SACZ). Part I: Characteristics of Subtropical Frontal Zones. In: *J. Meteor. Soc. Japan*, v. 70, p. 813-836.

Krishnamurti, T. N.; Kanamitsu, M.; Koss, W. J.; Lee, J. D. (July 1973). Tropical east-west circulation during the Northern Winter. *Journal of the Atmospheric Sciences*, v. 30, p. 780-787.

- Mellor, G. L.; Yamada, T. (1986). Development of a turbulence closure model for geophysical fluid problems. In: *Reviews of Geophysics and Space Physics*, v. 20, p. 851-857.
- Peixoto, J. P. (1973). Atmospheric vapor flux computations for hydrological purposes. World Meteorological Organization. Geneva: WMO/IHD Report n. 20 WMO. 83p.
- Peixoto, J. P.; Oort, A. H. (1992). *Physics of climate*. New York: American Institute of Physics, 520p.
- Pielke, R. A.; Cotton, W. R.; Walko R. L.; Tremback, C. J.; Lyons, W. A.; Grasso, L. D.; Nichols, M. E.; Moran, M. D.; Wesley, D. A.; Lee, T. J.; Copeland, J. H. (1992). A comprehensive meteorological modeling system-RAMS. In: *Meteorology and Atmospheric Physics*. v. 49, p. 69-91.
- Streten, N. A. (June 1973). Some characteristics of the satellite observed bands of persistent cloudiness over the Southern Hemisphere. *Monthly Weather Review*, v. 101, n. 6, p. 486-495.
- Walko, R. L.; Band, L. E.; Baron, J.; Kittel, T. G. F.; Lammers, R.; Lee, T. J.; Ojima, D.; Pielke, R.; Taylor, C.; Tague, C.; Tremback, C. J.; Vidale, P. L. (2000). Coupled atmosphere-biophysics-hydrology models for environmental modeling. In: *Journal of Applied Meteorology*, v. 39, p. 931-944.
- Walko, R. L.; Cotton, W.R.; Meyers, M. P.; Harrington, J.Y. (1995). New rams cloud microphysics parameterization. In: *The Single-Moment Scheme. Atmospheric Research*, v. 38, p. 29-62.
- Yassunary, T. (June 1977). Stationary waves in the Southern Hemisphere mid-latitude zonal revealed from average brightness charts. *Journal of Meteorological Society of Japan*, v. 55, p. 274-285.