

ESTUDO DAS CONDIÇÕES REGIONAIS ASSOCIADAS A UM EVENTO DE FORTE ZCAS EM JANEIRO DE 2003

ROSANE RODRIGUES CHAVES^{1,3} E PRAKKI SATYAMURTY²

¹ Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro - UENF - Laboratório de Meteorologia - LAMET

² Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos - CPTEC/INPE

³ Endereço para correspondência: LENEP - Laboratório de Engenharia e Exploração de Petróleo

Rod. Amaral Peixoto, Km 163 - Av. Brenand s/n - Imboacica - Macaé/RJ

CEP: 27925-310 - E-mail: rosane@lenep.uenf.br

Recebido Janeiro 2005 - Aceito Janeiro 2006

RESUMO

Apresenta-se um estudo de um evento de forte Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) ocorrido entre os dias 16 e 30 de janeiro de 2003 com a finalidade de avaliar as condições atmosféricas e da temperatura de superfície do mar associadas a este sistema. Esta avaliação é feita através de análise observacional e simulações numéricas com o modelo de circulação geral da atmosfera (MCGA) do CPTEC. Esse episódio de ZCAS prolongado (15 dias) apresentou acentuada variabilidade espacial, situando-se inicialmente sobre o sul do Nordeste do Brasil (NEB) e sobre o Sudeste do Brasil na segunda metade do período. Tanto na análise observacional, quanto nas simulações numéricas nota-se que associado a este evento de ZCAS, o escoamento na baixa troposfera estende-se da Amazônia em direção ao Oceano Atlântico Sul, passando sobre o sul do NEB e norte da região Sudeste do Brasil. A alta subtropical do Atlântico Sul situa-se no lado leste da bacia e apresentando-se mais intensificada durante este período. Observa-se também um cavado em baixos níveis e uma forte convergência de umidade ao longo da ZCAS. Neste período houve desintensificação da Zona de Convergência InterTropical (ZCIT), possivelmente associada com a intensificação da ZCAS e conseqüente ramo de subsidência na região equatorial do Atlântico. Apesar da ZCAS ser um fenômeno de escala semanal, os resultados deste trabalho indicam que a nebulosidade e o campo de vento associado a este sistema podem modificar e ser modificados pelos padrões e a intensidade da TSM sobre a bacia do Atlântico Sul.

Palavras-chave: Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS), Modelo de Circulação Geral da Atmosfera (MCGA), Previsão Numérica de Tempo (PNT), Temperatura da Superfície do Mar (TSM).

ABSTRACT: A STUDY OF REGIONAL CONDITIONS ASSOCIATED WITH A STRONG SACZ EVENT IN JANUARY 2003

The strong South Atlantic Convergence Zone (SACZ) event of 16-30 January 2003 is studied in this work from observational analysis and numerical simulations with CPTEC NWP model in order to evaluate the associated atmospheric conditions over South America and South Atlantic Ocean. The event is characterized by large spatial variability of convective activity. In the beginning the SACZ was located over southern Northeast Brazil (NEB) and northern Southeast Brazil and later shifted southward to the Southeast Brazil region. Observational and numerical results show that during the SACZ event the lower tropospheric winds flow from the Amazon region towards the southern parts of NEB and the South Atlantic, transporting large quantities of moisture to eastern South America and to the South Atlantic. The South Atlantic subtropical anticyclone is intensified and shifted eastward during the episode. In this period an inverse relationship is observed in the convective activity over the SACZ (strong) region and over the Atlantic Inter-Tropical Convergence Zone (ITCZ) (weak) region. The weakening of convection over the ITCZ can be attributed to the anomalous subsidence due to the intensification and northward displacement of the SACZ. The results indicate that cloudiness and wind associated with SACZ can modify and be modified by the SST over South Atlantic in weekly scale.

Keywords: South Atlantic Convergence Zone (SACZ), Atmospheric Model, Numerical Weather Prediction (NWP), Sea Surface Temperature (SST)

1. INTRODUÇÃO

A Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) tem papel fundamental na precipitação da América do Sul durante os meses de primavera e verão (Nogués-Paegle e Mo, 1997 e Satyamurty et al., 1998; Carvalho et al., 2004). Segundo Kodama (1992 e 1993) e Figueroa et al. (1995) este sistema está associado à intensa fonte de calor e umidade da Amazônia. O posicionamento da ZCAS para o norte da sua posição climatológica está associado, entre outros fatores, à mudança no padrão de escoamento em baixos níveis, envolvendo o transporte de umidade da Amazônia para o sul do nordeste brasileiro (NEB) (Chaves e Cavalcanti, 2001), como também à forçantes remotas (Grimm e Silva Dias, 1995).

A variabilidade interanual e decadal da ZCAS para os meses de janeiro-fevereiro-março é estudada por Barreiro et al. (2002). Segundo estes autores, as anomalias de Temperatura da Superfície do Mar (TSM) podem ter influência na variabilidade deste sistema. Eles sugerem que a associação entre a TSM e a ZCAS acontece através da modificação da estabilidade atmosférica na camada limite planetária e do suprimento de umidade para a convecção profunda, tanto através do mecanismo CISK (Instabilidade Convectiva de Segundo Tipo; Convective Instability of the Second Kind, em inglês), como também através dos mecanismos associados à instabilidade condicional. Chaves e Nobre (2004) mostram que a intensificação da ZCAS está associada com as anomalias positivas de TSM sobre o Atlântico Sul no modelo de circulação geral da atmosfera (MCGA) do Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC). Chaves e Ambrizzi (2005) mostram que este resultado independe do esquema de parametrização cumulus usado no MCGA do CPTEC.

Neste trabalho é realizado um estudo do evento de forte ZCAS ocorrido entre os dias 16 e 30 de janeiro de 2003. Este episódio é considerado como um evento especial, uma vez que o padrão de nebulosidade associado à ZCAS persistiu durante todo o período de 15 dias. Esta visão é diferente da Climanálise (jan 2003) que considera a ocorrência de dois episódios de ZCAS, entre os dias 13 e 19 e de 25 de janeiro a 01 de fevereiro de 2003. A precipitação acumulada durante este período foi acima de 200 mm em algumas áreas da Região Sudeste (Climanálise, jan 2003).

Este estudo envolve análise de dados observacionais e de simulações numéricas com a finalidade de avaliar as condições atmosféricas sobre a América do Sul e da temperatura de superfície do mar sobre o Oceano Atlântico Sul associadas a este evento de ZCAS e também avaliar a associação entre a TSM do Oceano Atlântico Sul e a ZCAS para um único evento. As simulações são realizadas com MCGA do CPTEC. Na seção seguinte é apresentada a análise observacional deste estudo, na seção 3 os resultados das simulações numéricas e na seção 4 as conclusões.

2. DADOS E METODOLOGIA

Na análise observacional deste trabalho são usados os campos diários de TSM das análises do National Centers for Environmental Prediction (NCEP) (Reynolds e Smith, 1994). Os dados de Radiação de Onda Longa (ROL) são fornecidos pela National Oceanic and Atmospheric Administration/Cooperative Institute for Research in Environment Science (NOAA-CIRES) Climate Diagnostics Center (CDC), Boulder, Colorado, USA (Liebmann e Smith, 1996). Os dados de vento e umidade específica da reanálise do NCEP e National Center for Atmospheric Research (NCAR) (Kalnay et al., 1996) também são usados.

Neste trabalho os experimentos atmosféricos são realizados com o MCGA do CPTEC, utilizado operacionalmente tanto para previsão de tempo, quanto para previsão de clima. A versão utilizada é a T062L28. As equações primitivas deste modelo incluem as equações da continuidade de massa para o ar seco e vapor d'água, a primeira lei da termodinâmica e as equações do movimento. Este modelo inclui uma formulação explícita da vegetação sobre a superfície da Terra e seus intercâmbios com a atmosfera e o solo através de uma versão simplificada do SiB (Simple Biosphere Model; em inglês) (Xue et al., 1991). A quantidade de nuvens convectivas é baseada na parametrização de convecção profunda proposta por Kuo (1974) e Anthes (1977). Detalhes deste modelo podem ser encontrados em Kinter III et al. (1997) e Cavalcanti et al. (2002).

No primeiro experimento, denominado de *CTRT*, utiliza-se o campo de TSM do NCEP do dia 16/01/2003, o qual é mantido permanente. No segundo experimento, denominado de *TVAR*, o campo de TSM é atualizado diariamente com o objetivo de verificar como as variações sutis no campo de TSM podem influenciar o resultado final da previsão. O modelo foi integrado de 16/01/2003 a 30/01/2003, utilizando-se como condição inicial o campo da análise do NCEP de 16/01/2003 das 12 UTC. No entanto, os resultados destes experimentos devem ser vistos com cautela, uma vez que a destreza (ou o "skill") do MCGA do CPTEC no sétimo dia se reduz para 60% (Bonatti, comunicação pessoal, 2003).

3. RESULTADOS

3.1. Análise Observacional

O mês de janeiro de 2003 foi caracterizado pelo enfraquecimento do evento ENSO (El Niño – Southern Oscillation, em inglês), com anomalias de TSM abaixo de zero na costa oeste da América do Sul. No Oceano Atlântico Sul a TSM apresentou valores acima de 27°C (Fig. 1a), com desvios acima de 2°C em relação à média climatológica (Fig. 1b).

A atividade convectiva associada à ZCAS, representada pela ROL, é mostrada na Fig. 2. Consideram-se aqui, que

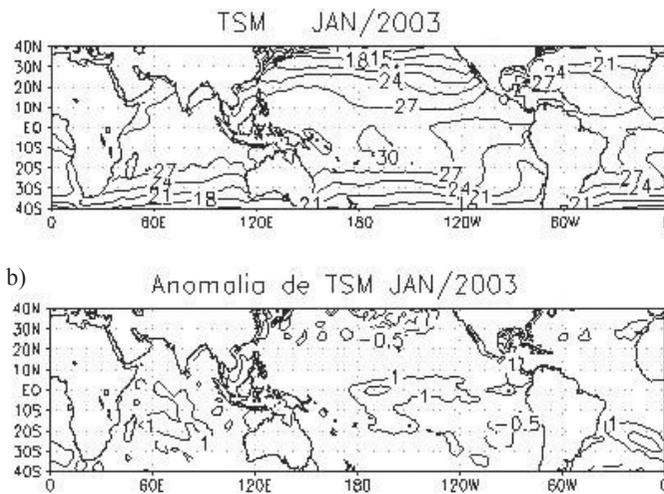


Figura 1 – Média da TSM (a) e da anomalia de TSM (b) em janeiro de 2003 (°C). Fonte: NCEP (Reynolds e Smith, 1994).

as regiões com $ROL > 230 \text{ W/m}^2$ não estão associadas com atividade convectiva; e a precipitação e a ROL tem relação inversa. Ou seja, valores menores de ROL (abaixo de 230 W/m^2) representam taxas maiores de precipitação. Assim, nota-se que na segunda quinzena de janeiro de 2003 ocorreram chuvas intensas sobre as Regiões Sudeste, Centro-Oeste e sul do NEB associadas à ZCAS (Fig. 2a). Este episódio de SACZ apresentou grande variabilidade espacial: na fase inicial (16 a 20/01/2003) este sistema esteve sobre o sul do Nordeste (Fig. 2c), enquanto na fase final (26 a 30/01/2003) este se deslocou para a Região Sudeste (Fig. 2d). Possivelmente, este deslocamento está associado com a mudança no padrão de escoamento em superfície ou ainda as interações entre a TSM e este sistema. A convecção sobre o sul do NEB, norte do Sudeste do Brasil e sobre a porção oceânica da ZCAS durante o mês de janeiro de 2003 apresenta maior intensidade em relação à climatologia (Fig. 2e), com anomalias negativas de magnitude acima de 20 W/m^2 na região oceânica da ZCAS. Na segunda quinzena do mês as anomalias são mais intensas, com anomalias negativas de magnitude acima de 30 W/m^2 na região da ZCAS. É interessante notar que existe um padrão de gangorra (“see-saw”; Nogués-Paegle e Mo, 1997) bem definido, com anomalias positivas de ROL ao norte e ao sul da região de ZCAS.

No campo da média mensal de ROL (Fig. 2b) a atividade convectiva associada à porção atlântica da ZCIT não se manifesta, indicando enfraquecimento deste sistema sobre o Atlântico Tropical durante este período. A desintensificação da ZCIT neste período pode estar associada com a intensificação da ZCAS, através da subsidência na região equatorial do Atlântico. As características observadas nos campos de ROL para o período de 16 a 30 de janeiro e para todo mês de janeiro de 2003, com a intensificação da porção sudeste da ZCAS e a desintensificação da

ZCIT atlântica são consistentes com os resultados de Chaves e Nobre (2004), no qual se verifica que a intensificação da ZCAS está associada a desintensificação da ZCIT com o MCGA do CPTEC com a parametrização de Kuo. No entanto, Chaves e Ambrizzi (2005) mostram que esta associação entre os dois sistemas não é observada com o MCGA do CPTEC com a parametrização de Arakawa e Schubert Relaxada (ASR).

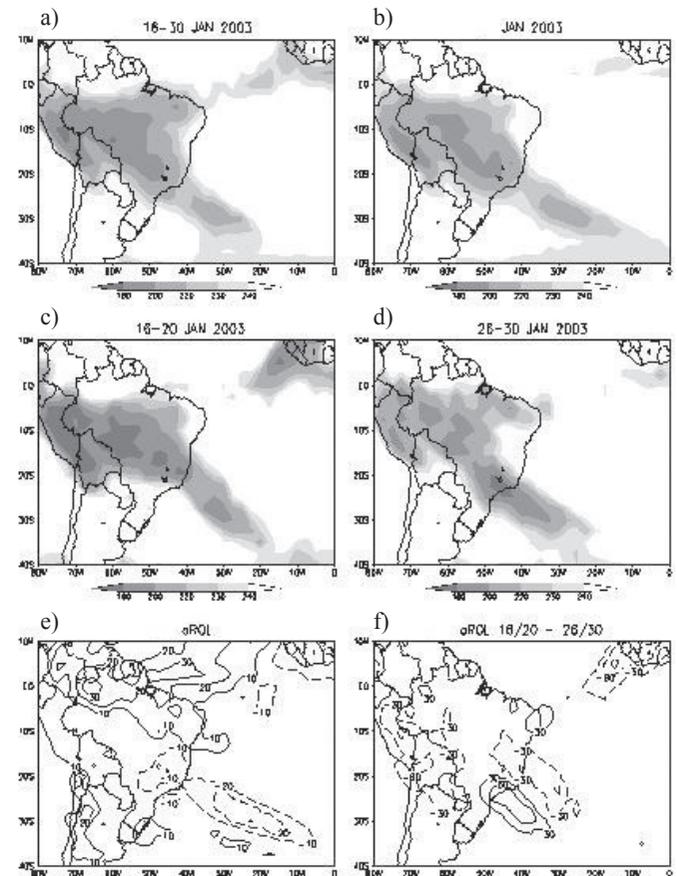


Figura 2 – Média de ROL (W/m^2) para 16 a 30/01/2003 (a), 01 a 31/01/2003 (b), 16 a 20/01/2003 (c) e de 26 a 30/01/2003 (d) e anomalia de ROL para janeiro de 2003 (e) e a diferença da média de ROL do período de 16 a 20/01 e de 26 a 30/01/2003 (f).

Neste evento de ZCAS observa-se na baixa troposfera escoamento da Amazônia em direção ao Oceano Atlântico Sul, passando sobre o sul do NEB e norte da região Sudeste do Brasil (Fig. 3a). Este padrão de escoamento é observado durante todo o mês também (Fig. 3b), porém na segunda metade este se torna mais intenso. A alta subtropical do Atlântico Sul durante este mês encontra-se situada no lado leste da bacia em 0°W , 37°S e apresenta-se mais intensificada na segunda metade do mês (Fig. 3a, b). É interessante observar (1) um cavado no litoral leste da região Sudeste do Brasil (no setor oeste da alta subtropical) e (2) forte convergência de umidade ao longo da região da ZCAS (Fig. 3a, b). Estes tipos de padrões de escoamento

e divergência também são verificados em Chaves e Ambrizzi (2006, manuscrito em reformulação) em experimentos com anomalias positivas de TSM sobre a bacia do Atlântico com o MCGA do CPTEC, tanto com a parametrização de Kuo como com a parametrização de ASR.

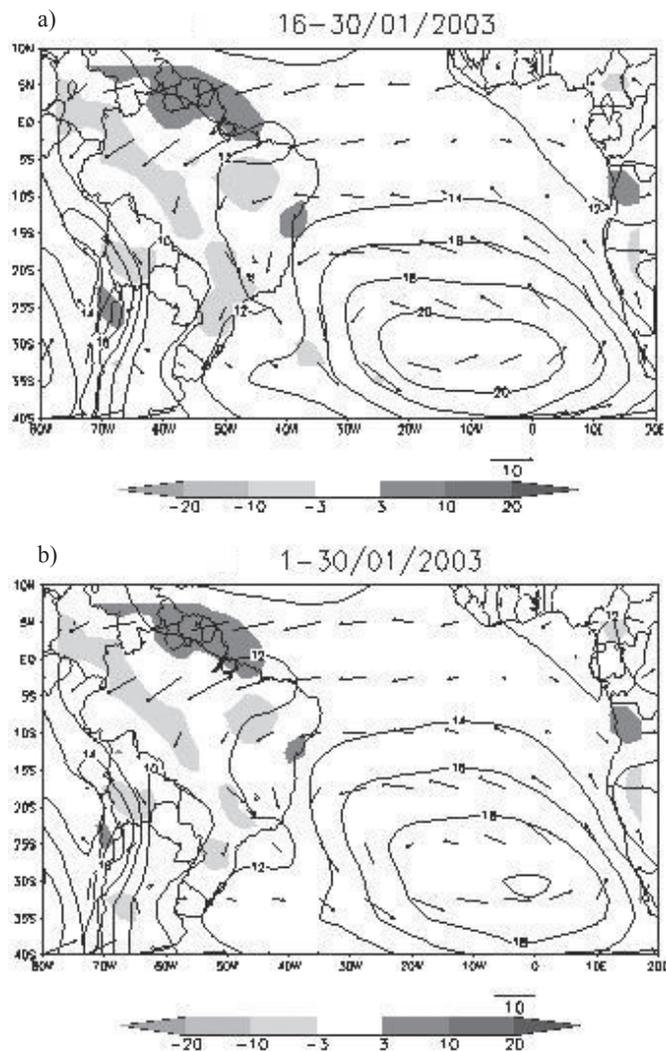


Figura 3 – Média do vento (m/s; vetores) e da divergência de umidade específica (g/Kg/dia; tons de cinza) em 850 hPa e da pressão ao nível do mar (hPa; isolinhas) da reanálise do NCEP/NCAR para o período de 16 a 30/01/2003 (a) e de 01 a 30/01/2003 (b). A escala de cinza mostra valores da divergência de umidade.

Figura 4 mostra o campo da diferença entre a média das anomalias de TSM para o período de 16 a 30/01/2003 e o período de 01 a 15/02/2003. Nota-se valores negativos de anomalias de TSM na região de ZCAS. Isto é, as anomalias de TSM são de menor intensidade durante o período do evento em relação à primeira quinzena de fevereiro de 2003. Ou seja, durante o episódio de ZCAS as águas superficiais na região deste sistema são mais frias que depois deste episódio, indicando que um

evento de forte ZCAS pode ter efeito de enfraquecimento das anomalias de TSM no Atlântico oeste e sudoeste. Este campo mostra configuração similar aos padrões de anomalia de TSM obtidos nos experimentos com o Modular Ocean Model em Chaves e Nobre (2004).

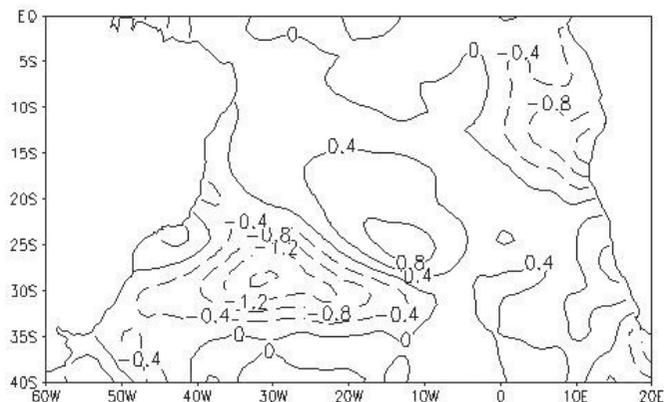


Figura 4 – Diferença entre a média das anomalias de TSM (°C) do período de 16 a 30/01/2003 e 01 a 15/02/2003. (Fonte: NCEP)

3.1 Experimentos Numéricos

As Figuras 5 e 6 mostram o campo de ROL para os três primeiros (17 a 19/01/2003) e os 5 últimos dias (26 a 30/01/2003) de integração, respectivamente, dos experimentos *CTRT* and *TVAR* com o MCGA. Estes campos são apresentados para avaliar a destreza do modelo em reproduzir a variabilidade espacial e temporal da ZCAS simulada pelo MCGA. O modelo mostrou-se capaz de simular a variabilidade espacial da ZCAS, posicionando-a sobre o sul do NEB e norte do Sudeste no início da integração e sobre o Sudeste no final da integração. Diferenças significativas não são observadas entre os padrões de ROL dos dois experimentos para os três primeiros dias de previsão (Fig. 5 a e b), o que é de se esperar, uma vez que a previsão de curto prazo é um problema de condição inicial. Entre o 10º dia e o 15º dia do episódio de ZCAS (26 - 30 de janeiro de 2003) os campos de ROL para os dois experimentos são semelhantes e a ZCAS (região de maior atividade convectiva) situa-se na região Sudeste do Brasil (Fig. 6). No experimento *TVAR* (Fig. 6b), a distribuição da convecção e a orientação da ZCAS apresentam maior semelhança com o campo de ROL observado (Fig. 2d), em relação ao experimento *CTRT* (Fig. 6a). A diferença entre os resultados mostrados nos painéis a e b da Fig. 6 está apresentada na Fig. 7. Pode-se notar que a ROL do experimento *TVAR* é menor ao longo da posição de ZCAS. Isto é, a ZCAS é mais intensa no experimento *TVAR*, o que indica que a atualização diária dos campos de TSM deve melhorar a intensificação

de ZCAS simulada pelo MCGA. Assim, estes experimentos mostram que a formação da ZCAS independe dos padrões de TSM do Atlântico Sul. Contudo, estes padrões parecem ter importância na intensidade da convecção sobre o setor leste do continente e sobre a porção oceânica da ZCAS.

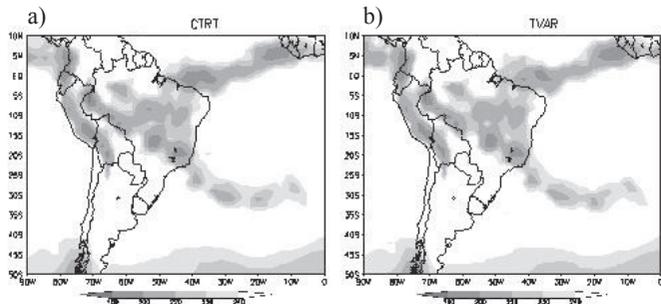


Figura 5 – Média de ROL (W/m^2) para o período de 17 a 19/01/2003 para os experimentos *CTRT* (a) e *TVAR* (b).

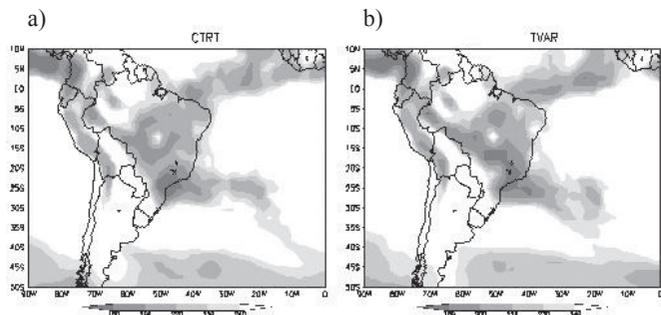


Figura 6 – Como Figura 5, mas para o período de 26 a 30/01/2003.

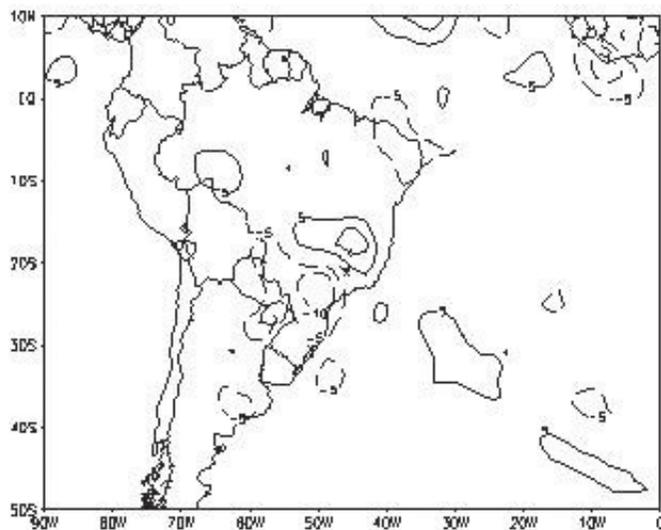


Figura 7 – Diferença entre o campo da ROL (W/m^2) dos experimentos *CTRT* e *TVAR*.

A Figura 8 mostra os campos de vento em 850 hPa para os experimentos *CTRT* e *TVAR* onde se verifica padrão similar ao observado na Fig. 3. O escoamento sobre a parte central da América do Sul apresenta direção NW-SE, vindo da Amazônia em direção ao Atlântico Sul, observando-se um máximo de convergência de umidade sobre o leste da região Sudeste do Brasil. Possivelmente, este padrão de escoamento também contribui com a intensidade e persistência deste evento de ZACS. O modelo não consegue simular corretamente a posição do centro da alta subtropical do Atlântico Sul, possivelmente, devido a representação não adequada dos movimentos subsidentes pela parametrização de Kuo. No entanto, o cavado associado à ZCAS está bem simulado.

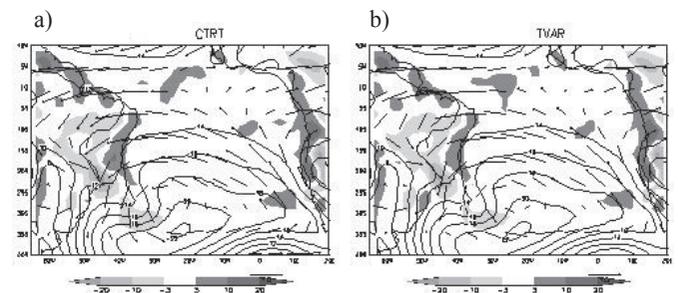


Figura 8 – Campo de vento (m/s) e divergência de umidade específica em 850 hPa (tons de cinza; g/Kg/dia) e pressão ao nível do mar para os experimentos *CTRT* (a) e *TVAR* (b). Escala de cinza mostra valores de divergência de umidade.

Apesar da ZCAS ser um fenômeno de escala semanal, a análise observacional e as simulações numéricas indicam que a nebulosidade e o campo de vento associado a este sistema pode modificar e ser modificados pelos padrões e a intensidade da TSM sobre a bacia do Atlântico Sul. Deser e Timlin (1997) mostram que a TSM na região subtropical do Pacífico e Atlântico Norte apresenta variabilidade de escala semanal e esta variabilidade está associada com flutuações de mesma escala no campo de altura geopotencial. Woolnough et al. (2000) mostram que existe uma relação entre a convecção tropical e a TSM em escala intrasazonal. Segundo estes autores, antes de um evento de máxima convecção sobre o Oceano Índico e oeste do Pacífico observa-se anomalias positivas de radiação de onda curta líquida e calor latente na superfície do oceano, seguido por aquecimento da TSM aproximadamente 10 dias antes deste evento. Durante este episódio de ZCAS, possivelmente, através da realimentação nebulosidade-radiação de onda curta, acontece um resfriamento da TSM na região deste sistema e eventualmente a este pode enfraquecer. Os ventos de noroeste anormalmente mais fortes sobre a superfície marítima durante este episódio de ZCAS, também contribuem para o esfriamento através da realimentação vento-evaporação. Os resultados apresentados nesta seção corroboram estas conclusões.

4. CONCLUSÕES

Neste trabalho é feito um estudo das condições locais associadas a um forte episódio de ZCAS ocorrido entre os dias 16 e 30/01/2003. Este apresentou acentuada variabilidade espacial, situando-se inicialmente sobre o sul do Nordeste e deslocando-se para o Sudeste do Brasil na segunda metade do período do episódio. Tanto nos resultados da análise observacional, quanto nas simulações numéricas, observou-se escoamento da Amazônia em direção ao Oceano Atlântico Sul, passando sobre o sul do NEB e norte da região Sudeste do Brasil. Este padrão de escoamento foi observado durante todo o mês de janeiro de 2003, porém na segunda metade tornou-se mais intenso. A alta subtropical do Atlântico Sul durante o mês de janeiro encontra-se situada no lado leste da Bacia e apresenta-se mais intensificada na segunda metade do mês. Além disto, forma-se um cavado em baixos níveis próximo litoral do Sudeste do Brasil, quando também se observa convergência de umidade mais intensa ao longo da região da ZCAS. Neste período foi observada simulação da ZCIT, possivelmente associada com a intensificação da ZCAS, através da subsidência na região equatorial do Atlântico.

Os resultados aqui apresentados mostram que o MCGA do CPTEC consegue captar as características e a evolução observada em um episódio ZCAS intensa. Apesar da ZCAS ser um fenômeno de escala semanal, os resultados aqui apresentados indicam a possibilidade da nebulosidade e o campo de vento associado a este sistema modificar os padrões e a intensidade da anomalia de TSM sobre a bacia do Atlântico Sul, assim como este sistema pode ter sido influenciado pelos padrões de TSM desta bacia.

5. REFERÊNCIAS

- ANTHES, R. A. A Cumulus parameterization scheme utilizing a one-dimensional cloud model. **Monthly Weather Review**, v. 105, n. 3, p. 270-286, 1977.
- BONATTI, J. P. Comunicação pessoal. Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, Cachoeira Paulista, SP, Brasil. Agosto de 2003.
- BARREIRO M.; CHANG P.; SARAVANAN R. Variability of the South Atlantic Convergence Zone simulated by an atmospheric general circulation model. **Journal of Climate**, v. 15, p.745-763, 2002.
- CARVALHO, L. M. V.; JONES C.; LIEBMANN, B. The South Atlantic Convergence Zone: intensity, form, persistence, and relationships with intraseasonal to interannual activity and extreme rainfall. **Journal of Climate**, v. 17, p. 88-108, 2004.
- CAVALCANTI, I. F. A.; MARENGO, J. A.; SATYAMURTY, P.; NOBRE, C. A.; TROSNIKOV, I.; BONATTI, J. P.; MANZI, A. O.; TARASOVA, T.; D'ALMEIDA, C.; SAMPAIO, G.; PEZZI, L. P.; CASTRO, C. C.; SANCHES, M.; CAMARGO, H. Global climatological features in a simulation using CPTEC/COLA AGCM. **Journal of Climate**, v. 15, n. 21, p.2965-2988, 2002.
- CLIMANÁLISE (jan 2003) BOLETIM DE MONITORAMENTO E ANÁLISE CLIMÁTICA - v. 18, n.1, 2003.
- CHAVES, R. R.; CAVALCANTI, I. F. A. Atmospheric circulation features associated with rainfall variability over southern Northeast Brazil. **Monthly Weather Review**, v. 129, p. 2614-2626, 2001.
- CHAVES, R. R.; NOBRE, P. Interactions between sea surface temperature over the South Atlantic Ocean and the South Atlantic Convergence Zone. **Geophysical Research Letters**, 31:L03204, 2004.
- CHAVES, R. R.; AMBRIZZI, T. Atmospheric response for two convections schemes in sensitivity experiments using SST anomalies over the South Atlantic Ocean. **CLIVAR Newsletter Exchanges Seasonal Predictability**, n.33, 2005.
- DESER, C.; TIMLIN, M. S. Atmosphere-Ocean interaction on weekly timescales in the north Atlantic and Pacific. **Journal of Climate**, v. 10, n.5, p. 393- 408, 1997.
- FIGUEROA, S. N.; SATYAMURTY, P.; SILVA DIAS, P. L. Simulations of the summer circulation over the South American region with an Eta coordinate model. **Journal of the Atmospheric Sciences**, v. 52, p.1573-1584, 1995.
- GRIMM; A. M.; SILVA DIAS, P. L. Analysis of tropical-extratropical interactions with influence functions of a barotropic model. **Journal of the Atmospheric Sciences**, v. 52, p. 3538-3555, 1995.
- KALNAY, E.; KANAMITSU, M.; KISTLER, R.; COLLINS, W.; DEAVEN, D.; GANDIN, L.; IREDELL, M.; SAHA, S.; WHITE, G.; WOOLEN, J.; ZHU, Y.; CHELLIAN, M.; EBISUZAKI, W.; HIGGINS, W.; JANOWIAK, J.; MO, K. C.; ROPELEWSKI, C.; WANG, J.; LEETMAA, A.; REYNOLDS, R.; JENNE, R.; JOSEPH, D. The NCEP/NCAR 40-year Reanalysis project. **Bulletin of the American Meteorological Society**, v. 77, p. 437-470, 1996.

- KINTER III, J. L.; DEWITT, D.; DIRMEYER, P.; FENNESSY, M.; KIRTMAN, B.; MARX, L.; SCHNEIDER, E.; SHUKLA, J.; STRAUS, D. **The COLA Atmosphere-Biosphere General Circulation Model**, Volume: 1 Formulation. COLA 51, 46p., 1997.
- KODAMA, Y. Large-scale common features of subtropical precipitation zones, (the Baiu frontal zone, the SPCZ, and SACZ) Part I: Characteristics of subtropical frontal zones. **Journal Meteorological of the Society Japan**, v. 70, n. 4, p. 813-836, 1992.
- KODAMA, Y. Large-scale common features of subtropical precipitation zones, (the Baiu frontal zone, the SPCZ, and SACZ) Part II: Conditions of the circulations for generating the STCZs. **Journal Meteorological of the Society Japan**, v. 71, n. 5, p. 581-610, 1993.
- KUO, K. L. Further studies of the parameterization of the influence of cumulus convection on large scale flow. **Journal of the Atmospheric Sciences**, v. 31, n.5, p. 1232-1240, 1974.
- LIEBMANN, B.; SMITH, C. A. A description of a complete (interpolated) outgoing longwave radiation dataset. **Bulletin of the American Meteorological Society**, v. 77, n. 6, p. 1275-1277, 1996.
- NOGUÉS-PAEGLE, J.; MO, K. C. Alternating wet and dry conditions over South America during summer. **Monthly Weather Review**, v. 125, n. 2, p. 279-291, 1997.
- REYNOLDS, R. W.; SMITH, T. M.: Improved global sea surface temperature analyses using optimum interpolation. **Journal of Climate**, v. 7, n.6, p. 929-948, 1994.
- SATYAMURTY, P.; NOBRE, C. A.; SILVA DIAS, P. L. Tropics-South America. Chapter in Meteorology of the Southern Hemisphere. Ed. D.J.Karoly e D.G. Vincent. **Meteorological Monograph #49**, American Meteorology Society, 1998.
- WOOLNOUGH, S. J.; SLINGO, J. M.; HOSKINS B. J. The relationship between convection and sea temperature on intraseasonal timescales. **Journal of Climate**, v. 13, n. 7, p.2086-2114, 2000.
- XUE, Y.; SELLERS, P. J.; KINTER III, J.L.; SHUKLA, J. A simplified biosphere model for global climate studies. **Journal of Climate**, v. 4, n.5, p. 345-364, 1991