

UMA ANATOMIA DE CHUVAS INTENSAS DURANTE O MÊS DE MARÇO DE 2006 NO LESTE DE SÃO PAULO

*Prakki Satyamurty*¹
*Serafim Barbosa de Sousa Junior*²
*Lucia Gularte da Silva*³
*Mateus Silva Teixeira*⁴

CPTEC/INPE (Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos/ Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais).Av. Dos astronautas nº 1758; São José dos Campos -SP.

e-mail: saty@cptec.inpe.br; serafimb@cptec.inpe.br; lucia.aliane@gmail.com; mateus@cptec.inpe.br

RESUMO. Durante o mês de março de 2006 o leste do estado de São Paulo recebeu chuvas intensas. São Paulo, São José dos Campos e Campos do Jordão registraram anomalias positivas mensais da ordem de 200%, 70% e 30%, respectivamente. Três sistemas frontais deslocaram-se até Rio de Janeiro durante o mês e configurou-se, na média, a Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) mensal. As altas subtropicais do Atlântico Sul e do Pacífico Sul se posicionaram mais ao sul que as posições climatológicas. Nos dias anteriores aos episódios de chuva intensa foram observados sistemas ciclônicos de escala intermediária na baixa troposfera na região de ZCAS.

ABSTRACT. During the month of March 2006 the eastern part of São Paulo state received heavy rainfall. São Paulo, São José dos Campos and Campos do Jordão registered positive precipitation anomalies of 200%, 70% and 30%, respectively. Three frontal systems crossed Rio de Janeiro and a mean monthly South Atlantic Convergence Zone (SACZ) configuration was evident. The subtropical high-pressure centers in the Pacific and Atlantic took a more southerly position. In the days preceding the heavy rainfall days an intermediate-scale cyclonic circulation center, in the region of SACZ, in the lower troposphere over São Paulo state was observed.

INTRODUÇÃO

A região leste de São Paulo tem uma importância nacional incomparável devido à industrialização e densidade populacional. Esta região é propensa a desastres naturais devido à topografia acidentada e por ser uma região com índices pluviométricos elevados. Desastres nesta região podem causar grandes transtornos para a população local e para a economia nacional. Precipitação acima da média no Sudeste no mês de março é capaz de deflagrar desastres como enchentes e deslizamentos de terra, uma vez que durante a estação chuvosa de dezembro-janeiro-fevereiro, o solo satura-se. Durante o mês de março de 2006 várias localidades da cidade de São Paulo e algumas cidades do Vale do Paraíba registraram enchentes e deslizamentos com mortes humanas. O estudo de chuvas deste mês deverá servir como um caso típico para entender a evolução e a dinâmica do fenômeno de

chuvas intensas no final da estação chuvosa que frequentemente deflagram desastres naturais na região leste do estado de São Paulo e regiões vizinhas.

O objetivo do presente estudo é entender o cenário sinótico que esteve associado às chuvas fortes no leste de São Paulo que causaram enchentes e deslizamentos no mês de março de 2006.

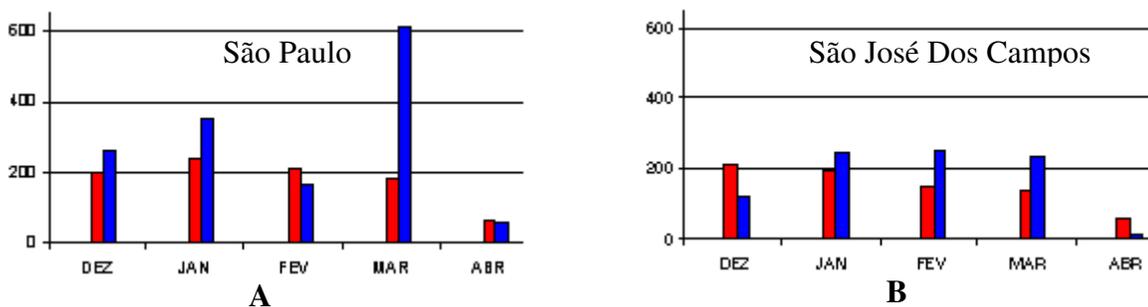
DADOS E METODOLOGIA

Para a análise de chuvas fortes durante o mês de março de 2006 obteve-se dados diários da precipitação em quatro estações do INMET (Instituto Nacional de Meteorologia) e INFRAERO (Empresa Brasileira de Infra Estrutura Aeroportuária), a dizer, São Paulo (Mirante de Santana), São José dos Campos (Aeroporto), Campos do Jordão e Ubatuba. Os campos de precipitação mensal e a sua anomalia são utilizados para caracterizar o mês úmido. Para os casos de chuva forte nos dias 10 e 29 de março, as imagens de radar horárias (mosaicos) para períodos de 48 horas em torno dos episódios são obtidas do IPMET. Os dados meteorológicos gradeados para a análise dos campos do escoamento atmosférico foram obtidos através da reanálise do NCEP (National Centers for Environmental Prediction) para 4 horários por dia, durante o mês. As informações sobre as passagens de frentes frias e a formação de ZCAS foram obtidas do Climanálise.

Os campos médios mensais para março de 2006 da pressão na superfície, do escoamento em 850 hPa e 200 hPa e da geopotencial em 500 hPa são obtidos para descrever as características da ZCAS mensal. Os campos da divergência em altos e baixos níveis atmosféricos, a convergência de umidade e a advecção térmica em baixos níveis foram calculados para seis horários sinóticos que precederam e durante as chuvas fortes dos dois episódios mencionados. Com o auxílio desses campos a evolução do escoamento da escala sinótica associada aos episódios de chuvas fortes é descrita. Um período em que a chuva acumulada em 24 horas excede 50 mm ou chuva acumulada em 48 horas excede 75 mm é considerado episódio de chuva forte. Esta definição aparenta arbitrária, mas está em conformidade com os estudos de Mateus e Satyamurty (2006a, 2006b).

DESCRIÇÃO DAS CHUVAS E CAMPOS MÉDIOS MENSAIS

As chuvas diárias no mês de março e chuvas mensais para os meses de dezembro a abril de 2006 nas quatro estações mencionadas no item anterior são mostradas na Figura 1.



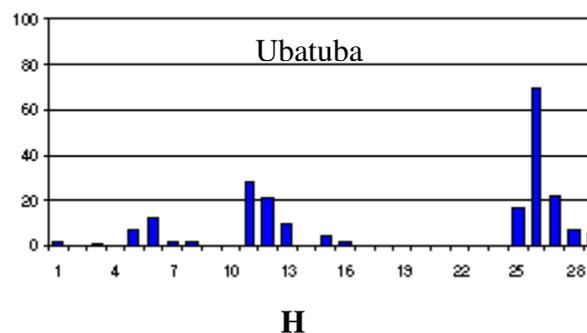
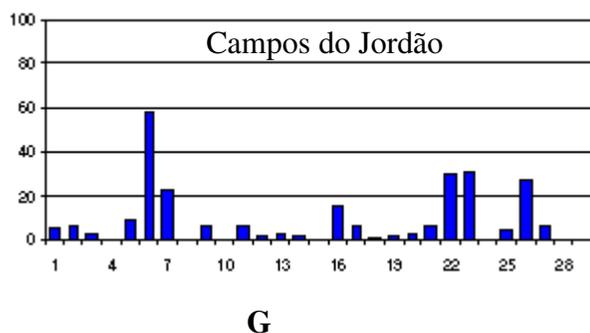
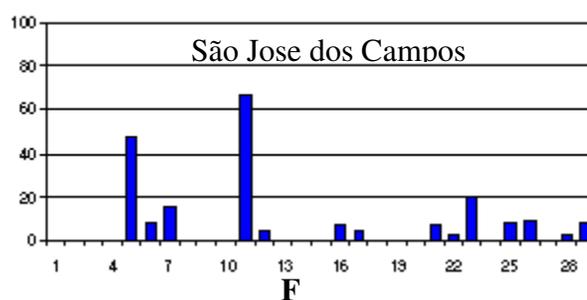
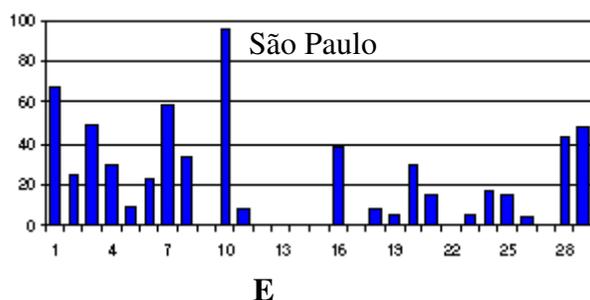
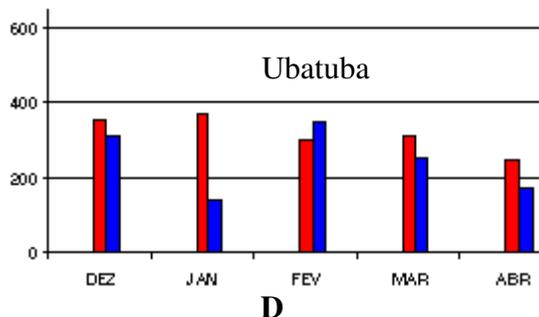
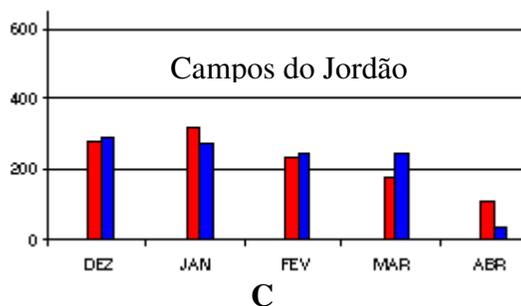


Figura 1. (A), (B), (C) e (D) representam precipitação mensal em mm (hachurado de vermelho) X Norma climatológica de 1961 a 1990 (hachurada de azul), para as cidades de São Paulo, São José dos Campos, Campos do Jordão e Ubatuba, respectivamente e (E), (F) (G) e (H) representam a distribuição mensal de precipitação para o mês de março de 2006

Nota-se que as chuvas mensais em março em São Paulo, São José dos Campos e Campos do Jordão excederam os respectivos valores normais por 200%, 70% e 30%, respectivamente. As distribuições diárias das chuvas mostram que as chuvas fortes foram episódicas. Em especial, Ubatuba recebeu chuvas em três episódios distintos, que duraram mais de quatro dias cada, sugerindo a atuação da ZCAS nesses episódios. As distribuições de chuvas em São Paulo mostram uma superposição de eventos de chuva causados pela ZCAS, frentes e possivelmente instabilidade local. Os gráficos mostram claramente que o mês de março em estudo foi um mês chuvoso no leste de SP. O campo médio mensal da pressão ao nível médio do mar (não apresentados) mostra o posicionamento de altas subtropicais mais ao sul que as suas posições normais.

Os Ventos em baixos níveis (Fig 2) mostra o jato de baixos níveis sobre leste da Bolívia, Mato Grosso e Mato Grosso do Sul com uma orientação de NW-SE. Ao mesmo tempo, observam-se ventos fortes de nordeste sobre Bahia e Minas Gerais. A convergência desses ventos se dá sobre o estado de São Paulo. A ZCAS mensal aparece com uma forte confluência sobre o Atlântico sul a oeste da alta subtropical no litoral paulista. Em altos níveis (figura não apresentada) a corrente de jato ao sul da alta da Bolívia está situada no norte da Argentina e na Região Sul do Brasil. Sobre o leste do estado de SP, na saída do jato observa-se uma forte difluência, sugerindo forte divergência de massa em altitude. O cavado de altos níveis fica no Atlântico, longe do continente.

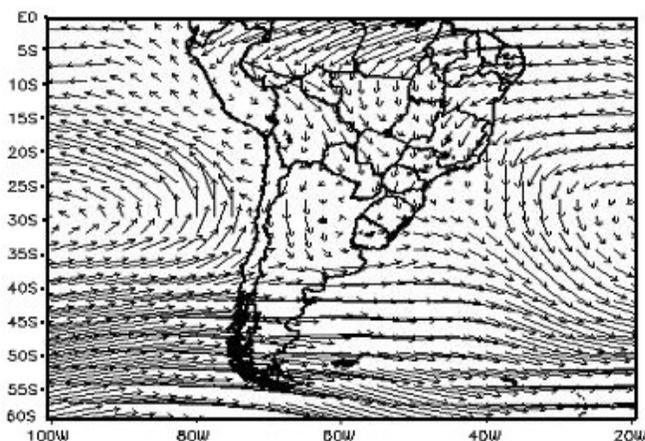


Figura 2. Escoamento médio Mensal para o mês de março de 2006 em 850 hPa.

Os campos de anomalia de chuva para o mês em estudo (não apresentados) mostram um excesso de aproximadamente 200 mm acima da climatologia em torno de São Paulo e alto Vale de Paraíba. As passagens de frentes fria sobre as Regiões Sul e Sudeste do Brasil são mostradas na Fig. 3. Foram identificados quatro sistemas que avançaram para a Região Sudeste dos quais três atingiram ou passaram o Rio de Janeiro. O CPTEC identificou a atuação de ZCAS no período de 07 a 17 na região ao norte do Cabo Frio. Todavia, o episódio de chuva forte em São Paulo no dia 11 é escolhido para estudo sinótico porque esse episódio coincide com chuva forte nas cidades de São José dos Campos e Ubatuba.

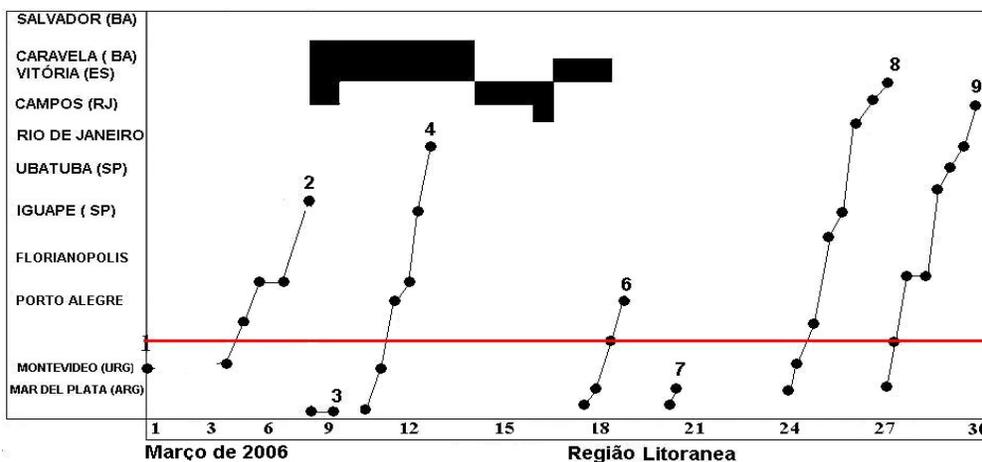


Figura 3. Síntese Sinótica mensal de Março de 2006. Áreas hachuradas indicam o período e a localização da ZCAS. As retas tracejadas indicam deslocamento das Frentes Frias.

EPISÓDIO DE CHUVA FORTE

A evolução do escoamento em 850 hPa as 12 Z nos dias 09, 10 e 11 de março é mostrado na Fig. 4. Observa-se um cavado sobre a fronteira entre Argentina e Paraguai no dia 09. Também mostra, nesse dia, um cavado de mesoescala sobre o leste de SP e sul de MG. No dia seguinte o cavado se torna um ciclone fechado e desloca-se para MS e oeste do Paraná. Um cavado associado ao ciclone se estende do litoral norte do SP para o Atlântico Sul. Na retaguarda do ciclone desenvolve um anticiclone sobre norte da Argentina. No dia 11 o anticiclone se desloca para leste e a circulação ciclônica se desloca para o Rio de Janeiro. Linhas de instabilidade desenvolveram-se associadas ao referido ciclone durante o dia 10 e se deslocou do sul de SP e norte do Paraná para o leste de SP. As imagens de radar (não apresentadas) mostram um aglomerado convectivo na forma de uma banda orientada de NW-SE se deslocando para nordeste com uma velocidade de 50 km por hora. Ao se deslocar, a banda mostra núcleos de taxas de precipitação superior a 60 mm por hora. O campo de geopotencial em 500 hPa apenas mostrou um fraco cavado, contrário aos episódios de chuva forte no Sul do Brasil (Teixeira e Satyamurty 2006a).

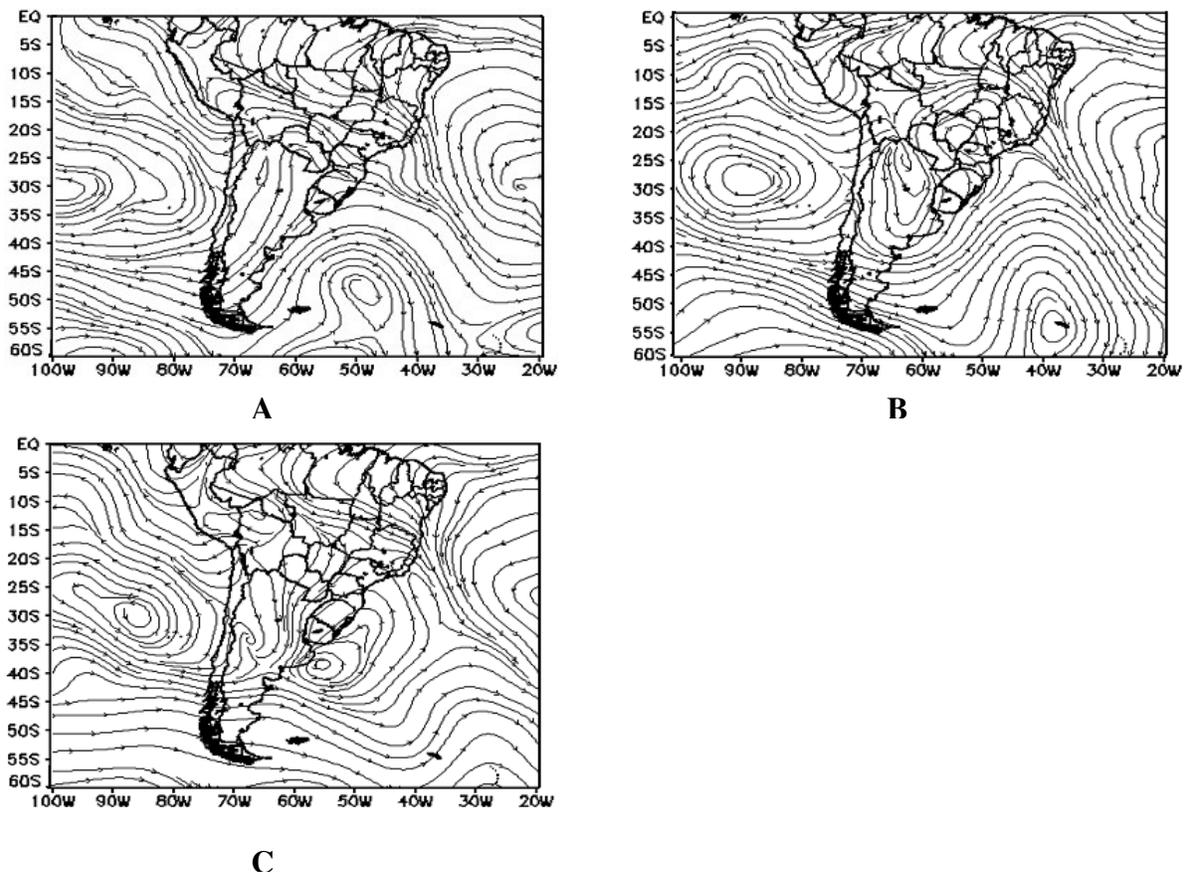


Figura 4. (A) Escoamento do dia 09 as 12Z em 850hPa, (B) Escoamento do dia 10 as 12Z em 850hPa e (C) Escoamento do dia 11 as 12Z em 850hPa.

CONCLUSÕES

Durante o mês de março de 2006 a chuva na estação Mirante de Santana em São Paulo, acumulou mais de 600 mm. As cidades no alto Vale do Paraíba também registraram anomalias positivas significativas. A ZCAS mensal estava localizada no Rio de Janeiro e Espírito Santo. Três frentes frias deslocaram para a Região Sudeste durante o mês. O escoamento médio na baixa troposfera mostrou uma confluência de ventos fortes de noroeste e de nordeste sobre o leste de São Paulo. As altas subtropicais do Atlântico e Pacífico ocuparam, em média, uma posição mais sulista que a climatologia. O jato médio em 200 hPa estava posicionado na Região Sul e apresentava forte difluência sobre o leste de SP, indicativo da divergência em altos níveis. A temperatura da superfície do mar próximo do litoral paulista mostrou anomalias positivas, porém sobre uma faixa estreita.

Durante os episódios de chuvas fortes observou-se circulação ciclônica da escala intermediária (menor que a escala sinótica) sobre o estado de São Paulo, que se deslocou do norte da Argentina. Bandas convectivas desenvolveram-se no sul de SP e deslocaram para o leste de SP registrando gradual aumento da sua intensidade. A convergência de umidade sobre a região da chuva forte é intensa durante o evento. O centro de baixa pressão estava no Atlântico entre (45 e 50S), e (40 e 50W) com um cavado projetando-se para o litoral paulista no dia anterior da chuva. Todavia, a circulação ciclônica sobre o leste de SP mostra uma estrutura de mesoescala.

AGRADECIMENTOS

O trabalho é apoiado pelo projeto temático financiado pela FAPESP. Processo temático nº 04/09649-0.

REFERÊNCIAS BIOGRAFICAS

Teixeira, M. S., Satyamurty, P, Dynamical and synoptic characteristics of heavy rainfall episodes in southern Brazil. *Monthly Weather Review* 2006a (in press)

Teixeira, M. S., Satyamurty, P, Eventos extremos de precipitação na região da Serra do Mar. Parte I - Condições meteorológicas de grande escala In: XIV CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, Florianópolis. 2006b