

CHUVA INTENSA NO SETOR SUL DO SUDESTE BRASILEIRO: O CASO DE 1967 EM CARAGUATATUBA

SERAFIM BARBOSA DE SOUSA JÚNIOR¹ PRAKKI SATYAMURTY²
LUCÍ HIDALGO NUNES³ ANTÓNIO JOSÉ DA SILVA SOUSA⁴

¹ Serafim Barbosa de Sousa Júnior, Meteorologista Bolsista PCI do 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. Telefone: 0**12 3945 6669, ² Prakki Satyamurty, Pesquisador Doutor Senior do 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. Telefone: 0**12 3945 6635

E-mail: serafimb@cptec.inpe.br, saty@cptec.inpe.br, ³ Lucí Hidalgo Nunes, MS-3, Instituto de Geociências/UNICAMP, MS-3 – R. João Pandiá Calógeras, 51; Campinas-SP. Telefone 0**193521 4573 - Email: luci@ige.unicamp.br, ⁴ Antônio José da Silva Sousa, Mestrando em Meteorologia pela UFAL/ICAT. Campus A. C. Simões, Avenida Lourival de Melo Mota S/N - BR 104, km 14 Tabuleiro do Martins CEP: 57070-972 - Maceió - AL (0**82) 3214 1369 / 1366 . Email: ajssousa2001@yahoo.com.br

Apresentado no XV Congresso Brasileiro de Agrometeorologia – 02 a 05 de julho de 2007
Aracaju – SE

RESUMO: No dia 18 de março de 1967 o litoral norte do estado de São Paulo registrou precipitação intensa, principalmente a cidade de Caraguatatuba, onde uma forte chuva deflagrou escorregamentos generalizados, sendo uma das maiores catástrofes já registradas no litoral Paulista. Resultados de reanálise mostraram neste dia as 18Z um cavado de mesoescala, sobre o Paraná e sul de São Paulo, o qual pode ter sido responsável pela chuva intensa de 244 mm na cidade. Os campos meteorológicos estudados são geopotencial em 500hPa e escoamento do vento em 850hPa. Para quantificar a precipitação foram utilizados dados de oito pluviômetros do SIGRH (Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo).

ABSTRACT: On 18 March 1967 the northern coast of São Paulo State registered an extreme event of rainfall, in the city of Caraguatatuba. It triggered many landslides, causing one of the major catastrophes in São Paulo coastal zone. Results of reanalysis showed at 12Z a mesoscale trough Paraná and south of São Paulo states, which was responsible for 244 mm rainfall in Caraguatatuba. The geopotencial at 500hPa and wind at 850hPa, are analyzed. The analysis of precipitation was carried out by using data from 8 rain gauges operated by SIGRH (Integrated Management System of Hydric Resources of São Paulo).

INTRODUÇÃO: Caraguatatuba está localizada no litoral norte Paulista, na região da Serra do Mar entre 23° 28' S e 23 ° 45''S e de 45° 16' W e 45 ° 43'' W. A cidade abriga milhares de espécimes da fauna e flora da Mata Atlântica e serve como balneário para milhares de turistas que visitam-na em grande parte do ano. Seu notório crescimento populacional deu-se a partir da década de 90 do século XX, quando muitas indústrias foram instaladas, além do considerável investimento no ramo do turismo, que viabilizou a geração de emprego e renda para a população. A especulação imobiliária foi outro ponto significativo para seu crescimento econômico e populacional. No entanto, causou a transferência de centenas de famílias para áreas de risco como morros e encostas, os quais favoreceram uma drástica mudança no cenário visual e topográfico da região e baixaram ainda mais a estabilidade das encostas da região. Um aspecto importante na região é o regime de precipitação, pois quando os volumes registrados estão acima da média climatológica, eles apresentam potencial para deflagrar desastres como enchentes, inundações e movimento de massa (deslizamento de

terra), uma vez que durante a estação chuvosa de dezembro-janeiro-fevereiro, o solo satura-se (TEIXEIRA e SATYAMURTY, 2007). Destaca-se que eventos de precipitação contínua devido à passagem de frentes ou configuração de ZCAS, apresentam potencial maior para desencadear movimentos de massa do que chuvas convectivas, em geral mais rápidas e localizadas. O clima da região é caracterizado como tropical quente superúmido, com precipitação média anual em torno de 1200 a 2500 mm, mais concentrada nos meses de verão, ainda que não se configure uma estação propriamente seca no local, pois não há deficiência hídrica no solo. O número de dias chuvosos é elevado em todos os meses do ano, sendo acima de 50% dos dias de outubro a fevereiro e acima de 30% em setembro e de março e abril. Considerando as acumuladas de chuva de 120 mm ou mais em três dias, observa-se que os meses de janeiro a março, nessa ordem, são os que apresentaram maior número de registros (NUNES e MODESTO, 1992). A radiação solar e a existência de superfícies líquidas consideráveis (Oceano Atlântico) geram ótimas condições de evaporação (NIMER, 1979). O efeito orográfico reforça a pluviosidade nos setores a barlavento (NUNES e MODESTO, *op. cit.*). O objetivo do presente estudo é entender o cenário sinótico que esteve associado à forte chuva ocorrida no dia 18 de março de 1967 no litoral norte paulista, em especial na cidade de Caraguatatuba, que causou grandes perdas materiais e, principalmente, humanas. Avaliando esse evento sob o ponto de vista geomorfológico, Cruz (1974) salienta a excepcionalidade das alturas pluviométricas no início de 1967 em vários setores do sudeste brasileiro: o temporal da noite de 22 para 23 de janeiro na Serra das Araras, no estado do Rio de Janeiro, provocou inúmeros escorregamentos atingindo, inclusive usinas hidrelétricas, com movimentação de 250 mil toneladas de material. Em 19 de fevereiro a autora cita a ocorrência de uma série de catástrofes em Laranjeiras e Tijuca, cidade do Rio de Janeiro. Em 18 de março a catástrofe é particularmente severa em Caraguatatuba, SP: os totais pluviais do posto operado pela Light em Caraguatatuba (sem referência à coordenada geográfica, mas localizado, de acordo com a autora, na baixada) foi 945,6 mm e no posto Fazenda São Sebastião ou dos Ingleses, no município vizinho de São Sebastião, 115,0 mm no dia 17, e 420,0 no dia 18 - na verdade, alcançando o máximo do pluviômetro, podendo ter sido superior. Consultando periódicos, revistas e relatórios oficiais Cruz (*op. cit.*) relatou que no dia 18, ainda pela manhã, iniciaram as primeiras quedas de barreira e que, entre outras tragédias, houve o desaparecimento do Bairro Rio do Ouro: ademais, todas as estradas da faixa litorânea paulista foram interditadas, isolando a região completamente.

MATERIAIS E METODOS: Para a análise e quantificação da chuva forte para o mês de março de 1967, foram utilizados dados diários e mensais de precipitação (mm) de oito estações hidrometeorológicas do SIGRH (Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos do estado de São Paulo, site: www.sigrh.sp.gov.br), a dizer, Caraguatatuba, São Sebastião, Ilha Bela, Santos, São Paulo, Campos do Jordão, Presidente Prudente e Eldorado, além de suas respectivas climatologias para sessenta anos (1944 – 2003). Os campos diários de geopotencial em 500hPa e escoamento do vento em 850hPa foram obtidos a partir de dados gradeados da reanálise do NCEP (National Centers for Environmental Prediction).

RESULTADOS E DISCUSSÃO: A precipitação mensal e média climatológica para os meses de dezembro a abril de 1967 nas estações mencionadas no item anterior, são mostradas na Fig 01.

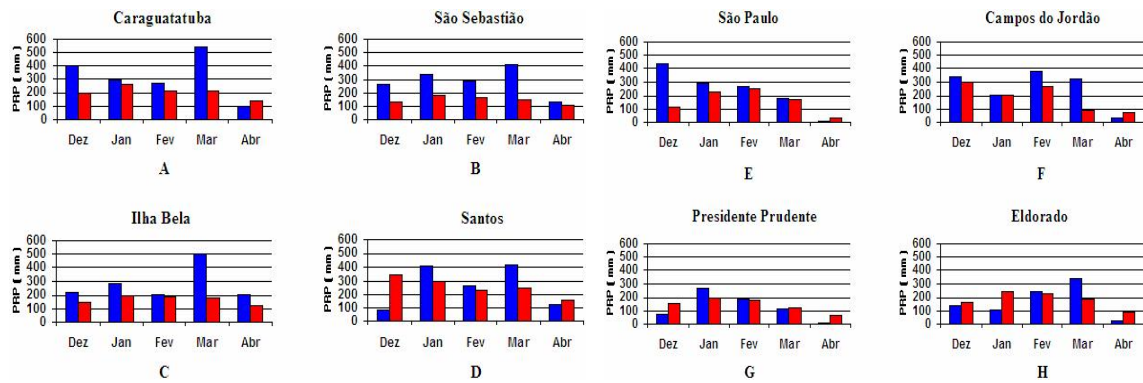


Figura 01. (A), (B), (C), (D), (E), (F), (G) e (H) representam a precipitação mensal em (mm) (hachurado de azul) X Normal climatológica de 1944 a 2003 (hachurada de vermelho), para as cidades de Caraguatatuba, São Sebastião, Ilha Bela, Santos, São Paulo, Campos do Jordão, Presidente Prudente e Eldorado, respectivamente.

Nota-se que as chuvas mensais em março nas cidades de Caraguatatuba, São Sebastião, Ilha Bela, Santos, São Paulo, Campos do Jordão, Presidente Prudente e Eldorado excederam os respectivos valores normais em 155%, 187%, 170%, 70%, 6%, 265%, 7% e 77%, respectivamente, mostrando que os maiores acumulados mensais foram registrados no litoral Norte Paulista, com exceção de Campos do Jordão, localizado na Serra da Mantiqueira.

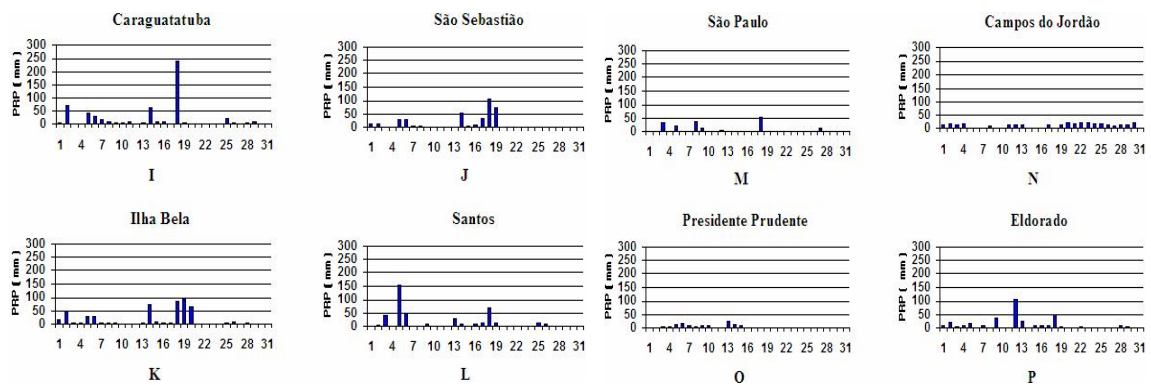


Figura 02. (I), (J), (K), (L), (M), (N), (O) e (P) representam a distribuição diária de precipitação em (mm) para o mês de março de 1967.

As distribuições diárias das chuvas para março de 1967 (Fig.02), mostram que os eventos de chuva forte foram episódicos. Em especial, Caraguatatuba registrou chuva intensa de 244 mm em apenas 24h. conforme definido por TEIXEIRA e SATYAMURTY (2007), que provocou um grande deslizamento de terra, responsável pela morte de estimadamente 400 pessoas. Apesar de as chuvas não terem sido contínuas em Caraguatatuba entre os dias 16 a 19 de março, configurando possível evento de ZCAS (Zona de Convergência do Atlântico Sul) ou de passagem de Frente pela região, as demais cidades litorâneas tiveram tal continuidade. CRUZ (*op. cit.*) associou a gênese das chuvas à passagem de frentes, pois nesta época a ZCAS não era conhecida. Os gráficos mostram claramente que o mês de março em estudo foi relativamente chuvoso em praticamente todas as cidades, especialmente as localizadas no litoral do estado.

Os ventos em superfície (Fig.03) mostram ausência de jato de baixos níveis; a leste dos Andes, os ventos são de sudeste e fortes sobre o litoral norte de São Paulo. No litoral do Sudeste do Brasil observa-se convergência acentuada de vento em superfície no sentido SE - NW. Em altos níveis (figura não apresentada) o vento apresenta-se bastante intenso sobre o sul da América do Sul; nas demais regiões, ele apresenta baixa intensidade. Sobre o litoral de São Paulo observa-se considerável difluência, sugerindo forte divergência de massa em altos níveis.

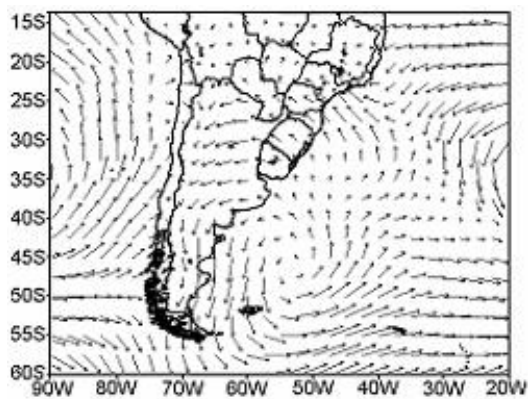


Fig 03. Vento médio em superfície de 16 a 20 de março de 1967.

CAMPOS METEOROLOGICOS E EPISÓDIO DE CHUVA FORTE

A evolução do escoamento do vento em 850 hPa e geopotencial em 500 hPa para os dias 17, 18 e 19 de março são mostrados na Fig. 04. No dia 17 observa-se um cavado se aproximando da região Sudeste do Brasil, associado à forte confluência de ventos na direção Sudeste-Sul. No dia seguinte, surge um anticiclone no Atlântico Sul posicionado entre 40-25S e 55-35W e a confluência aumenta na região Sul e Sudeste do Brasil, na comparação com o dia anterior. No dia 19 a confluência na região sudeste Brasileira diminui e o anticiclone desloca-se mais para o oceano, diminuindo sua atuação na região. O campo de geopotencial em 500 hPa para o dia 18 as 18Z mostra um cavado de mesoescala que estende-se do estado de Santa Catarina até São Paulo, o qual provavelmente intensificou a atividade convectiva na região sudeste do Brasil e, principalmente, parte do litoral norte do estado de São Paulo, causando chuvas intensas na região, especialmente nas cidades de Caraguatatuba, Ilha Bela e São Sebastião. A pressão em superfície (figura não apresentada) não mostra perturbações significativas e/ou relevantes.

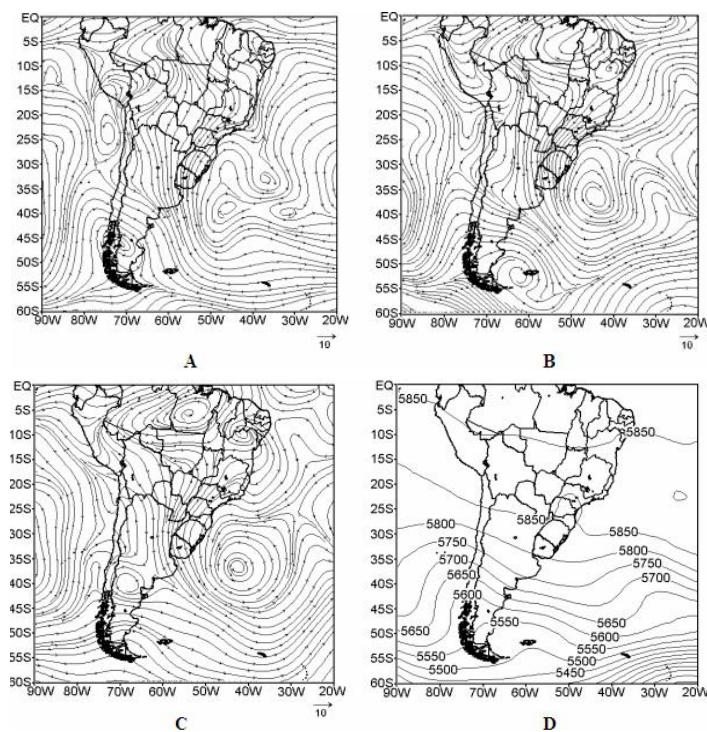


Figura 04. (A) Escoamento do dia 17 as 12Z em 850hPa, (B) Escoamento do dia 18 as 12Z em 850hPa, (C) Escoamento do dia 19 as 12Z em 850hPa e Geopotencial dia 12 as 18Z

CONCLUSÕES: A cidade de Caraguatatuba recebeu, durante o mês de março de 1967, chuva acumulada acima de 500 mm. As cidades próximas como São Sebastião e Ilha Bela, também registraram anomalias positivas significativas de chuva para o mês em estudo. Provavelmente houve eventos de ZCAS sobre a região estudada, pois as cidades de São Sebastião, Ilha Bela e Santos mostraram chuvas contínuas no período de 16 a 20 do mês estudado. A reanálise a partir de dados do NCEP mostrou que para o escoamento do vento próximo a superfície (Fig. 04B), houve provável passagem de frente sobre a região sudeste brasileira. Em altos níveis (figura não apresentada), verificou-se forte difluência sobre grande parte dos estados de São Paulo, Paraná e Rio de Janeiro, indicando divergência acentuada em altos níveis. Para o episódio da chuva forte em Caraguatatuba, observou-se circulação anticiclônica de mesoescala (período de até 24h.) sobre o Oceano Atlântico, estendendo-se até o litoral do estado de São Paulo. A reanálise mostrou no dia 18 de março de 1967 às 18Z um cavado de mesoescala sobre o Paraná e sul de São Paulo, o qual pode ter causado a chuva intensa de 244 mm na cidade de Caraguatatuba, bem como nas cidades próximas. Por fim, alerta-se que o episódio de 18 de março foi um dos maiores desastres naturais do país. Ainda que os montantes de chuva tenham sido bastante excepcionais, evento de igual magnitude poderia voltar a ocorrer no local. Isso traria conseqüências ainda mais trágicas do que em 1967, tendo em vista que toda a zona costeira paulista apresenta considerável incremento populacional, inclusive nas áreas de risco - hoje 18 em Caraguatatuba, onde vivem 250 famílias. Como as precipitações são mais concentradas no verão, período que coincide com maior afluxo de turistas no local, o registro de precipitações tão concentradas e fortes poderia afetar mais pessoas e desarticular enormemente a economia local e os processos físicos.

REFERÊNCIAS BIOGRÁFICAS

CRUZ, O. 1974 A SERRA DO MAR E O LITORAL NA ÁREA DE CARAGUATATUBA – CONTRIBUIÇÃO A GEOMORFOLOGIA TROPICAL LITORÊNEA. SÃO PAULO: SÉRIE TESES E MONOGRAFIAS N. 11, 181P.

NUNES, L.H.; MODESTO, R.P. 1992. COMPORTAMENTO PLUVIOMETRICO NOS MUNICIPIOS ATENDIDOS PELA PLANO PREVENTIVO DE DEFESA CIVIL – PPDC. REV. IG, V.13, N.1, P.47-57

NIMER, E., 1979. CLIMATOLOGIA DO BRASIL. SUPERINTENDÊNCIA DE RECURSOS NATURAIS E MEIO AMBIENTE (SUPREN). IBGE - RIO DE JANEIRO

TEIXEIRA, M. S., SATYAMURTY, P. 2007 DYNAMICAL AND SYNOPTIC CHARACTERISTICS OF HEAVY RAINFOLL EPISODES IN SOUTHERN BRAZIL. MONTHLY WEATHER REVIEW 2007.