

# CONTRIBUIÇÕES

## AS CHUVAS DE MARÇO DE 1991 NA REGIÃO DE SÃO PAULO

Pedro L. da Silva Dias <sup>(1)</sup>, Paulo Etchichury <sup>(2)</sup>, José Sclar <sup>(3)</sup>, Augusto José Pereira Filho <sup>(4)</sup>, Prakki Satyamurti <sup>(2)</sup>,  
Maria Assunção F. da Silva Dias <sup>(1)</sup>, Icléa Grammelsbacher <sup>(5)</sup>, Ernesto Grammelsbacher <sup>(5)</sup>

### RESUMO

O mês de março de 1991 caracterizou-se por chuvas bem acima do normal no estado de São Paulo, causando grandes enchentes na Capital. O episódio coincidiu com a organização da Zona de Convergência do Atlântico Sul sobre a Região SE, com aparente modulação associada à Oscilação de 30/60 dias no final do mês. Uma análise detalhada do episódio de 19/03 revelou a ocorrência de uma oclusão na costa do Rio Grande do Sul, com desenvolvimento extremamente rápido, cuja frente chegou rapidamente à Capital, onde estacionou durante o dia 19. O episódio poderia ter sido previsto com relativa precisão com os prognósticos do Centro Nacional Americano e do Centro Europeu de Previsão de Tempo a Médio Prazo. O presente episódio mostrou a necessidade de maior integração de dados e previsões meteorológicas dos centros mundiais, e de técnicas de monitoramento e análise por radar e satélite no setor operacional. Mostra, também, a necessidade de treinamento do pessoal operacional para que fenômenos que não se enquadram nos esquemas tradicionais de previsão possam ser identificados com maior antecedência. Operação em tempo integral também deveria ser mandatária nos centros operacionais de previsão.

### ABSTRACT

*March 1991 was characterized by rains well above normal in the state of São Paulo, with several flood episodes in the city of São Paulo. This occurrence of excessive rains during the last ten days of the month was simultaneous with the organization of the South Atlantic Convergence Zone over Southeastern Brazil, and with the modulation associated with the 30-60 day oscillation. A detailed analysis of the March 19<sup>th</sup> episode showed an occlusion off the coast of Rio Grande do Sul, with very fast evolution. The associated cold front rapidly reached the city of São Paulo, where it remained stationary during the 19<sup>th</sup>. This episode could have been forecasted with relative accuracy with the NMC and ECMWF forecasts (48 and 24 hours in advance). This episode pointed towards the need for better integration of data and forecasts by the world centers, and of satellite and radar monitoring and analysis techniques in the operational sector. It also shows that there is strong need for personnel training in order that phenomena which cannot be framed in the traditional forecasting schemes, may be identified earlier. Full time operation is also mandatory in order to avoid crude forecasting errors.*

(1) Departamento de Meteorologia, Instituto Astronômico e Geofísico, Universidade de São Paulo, São Paulo-SP; (2) Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos-SP; (3) Instituto de Pesquisas Meteorológicas, Universidade Estadual de São Paulo, Bauru-SP; (4) Fundação Centro Tecnológico de Hidráulica, Universidade de São Paulo, São Paulo-SP; (5) Centro Regional de Meteorologia e Climatologia de São Paulo, Departamento Nacional de Meteorologia, Ministério da Agricultura, São Paulo-SP

### 1. INTRODUÇÃO

As chuvas de março de 1991 no estado de São Paulo causaram grandes danos materiais nas cidades, estradas e infraestrutura geral do estado. Além da acumulação total ter sido muito superior ao normal, a distribuição espacial da chuva também ocorreu de forma irregular, sobretudo ao longo do litoral, com a ocorrência de episódios de chuva extremamente intensa na região metropolitana, provocando enchentes de grande porte. A acumulação pluviométrica e o respectivo desvio com relação à normal na Região Sudeste e Sul do Brasil com base nas informações do Departamento Nacional de Meteorologia (DNMET) são mostrados na Figura 1. As chuvas foram

aproximadamente o dobro do valor normal em grande parte do estado, sendo o março mais chuvoso na região metropolitana desde o início do século.

Em 12 de abril de 1991 foi promovida pela Sociedade Brasileira de Meteorologia uma reunião no Centro Regional de Meteorologia e Climatologia de São Paulo (CRMCS/ DNMET) com o objetivo de discutir o fenômeno de março de 1991 sob o ponto de vista meteorológico e fazer um diagnóstico da previsibilidade do evento, identificando possíveis ações que pudessem ser tomadas pelo setor operacional de Meteorologia para aprimorar sua capacidade de previsão. O diagnóstico traçado no referido encontro, e apresentado a seguir, foi dividido nas seguintes escalas: aspectos globais, aspectos sinóticos regionais, aspectos

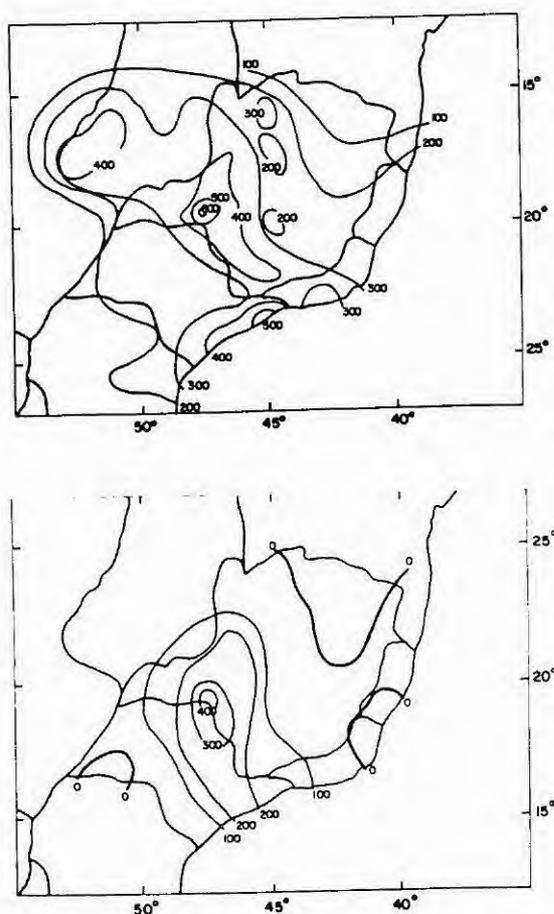


Figura 1: Total pluviométrico na Região Sudeste durante março de 1991 (a) e desvio com relação à normal (b). (Fonte: CRMSP/DNMET).

loais. A seguir, foi realizada uma análise *a posteriori* das previsões numéricas dos principais centros mundiais (Centro Nacional de Meteorologia em Washington - NMC e Centro Europeu de Previsão de Tempo a Médio Prazo em Reading - ECMWF). No item final é feito um diagnóstico geral com recomendações para que, em episódios futuros, a Meteorologia Nacional possa cumprir um papel mais efetivo.

## 2. ASPECTOS GLOBAIS

Alguns episódios passados de chuvas intensas na Região Sudeste foram atribuídos ao fenômeno ENOS (El-Niño/Oscilação Sul), segundo Kousky et al. (1984)

TABELA 1

Índice da Oscilação Sul entre abril de 1990 e março de 1991.

			1990							1991		
Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	
0.0	1.1	0.0	0.5	-0.6	-0.8	0.1	-0.7	-0.5	0.6	-0.1	-1.4	

e Aceituno (1988). Entretanto, estudos mais recentes indicam que o Estado de São Paulo não é significativamente influenciado pelo ENOS, salvo em condições extremas (Rao e Hada, 1990; Sugahara, 1991). A Tabela 1 mostra que o Índice da Oscilação Sul (IOS) em março e abril de 1991, definido como sendo a diferença entre a pressão padronizada na superfície entre Taiti e Darwin, não indica a passagem por ciclos extremos do ENOS.

Muitos períodos de atividade convectiva intensa e prolongada na Região Sudeste do Brasil são relativamente frequentes no período de verão, principalmente entre o final de dezembro e março. Normalmente, estes períodos estão associados à presença da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS), conforme discutido por Calheiros e Silva Dias (1988), Silva Dias et al. (1988), Nobre (1988) e Satyamurti e Rao (1988). Casarin e Kousky (1986) mostraram que veranicos do extremo sul do Brasil estão correlacionados com intensa atividade convectiva na Região Sudeste onde se localiza a ZCAS. Casarin e Kousky também sugeriram que alterações da organização da ZCAS ocorreriam cerca de 15 dias após mudanças da estrutura da Zona de Convergência do Pacífico Sul (ZCPS). O relacionamento entre a ZCPS e a ZCAS seria promovido pela oscilação de 30/60 dias (Weickman et al., 1985). Este mecanismo foi explorado por Silva Dias et al. (1988) com relação ao episódio de chuvas intensas de fevereiro de 1988 no Rio de Janeiro. A influência da oscilação de 30/60 dias no regime pluviométrico do Brasil também foi mais recentemente explorada por Kayano et al. (1990) em relação à distribuição de chuvas durante a estação chuvosa do Nordeste brasileiro em 1990.

A Figura 2 mostra a evolução do campo de Radiação de Onda Longa Emergente (ROLE) na forma de médias de períodos de 5 dias a partir de 02 de março de 1991. O posicionamento da ZCAS e da ZCPS estão indicados na Figura 2. A ZCAS esteve bem organizada sobretudo nas pântadas 17 e 18, referentes ao final do mês de março. Pode-se também observar na Figura 2 que a ZCPS sofreu significativa alteração de estrutura entre a pântada 15 e 16 (perda da orientação noroeste/sudeste - não confundir com a ausência de dados indicado pela zona em branco, nas proximidades da ZCPS). Logo, seguindo o padrão sugerido por Casarin e Kousky (1986), é de se esperar que a ZCAS sofresse modificação de estrutura em cerca de 15 dias isto é, no final de março, início de abril. Assim como no caso de fevereiro de 1988, o episódio de março de 1991 também seguiu esse padrão, tendo sido observado, pelas imagens de satélite (não mostradas) que a estrutura organizada da ZCAS sofreu rompimento no início de abril.

Em resumo, as condições globais não revelavam a atuação de uma fase extrema do ENOS. Porém, assim

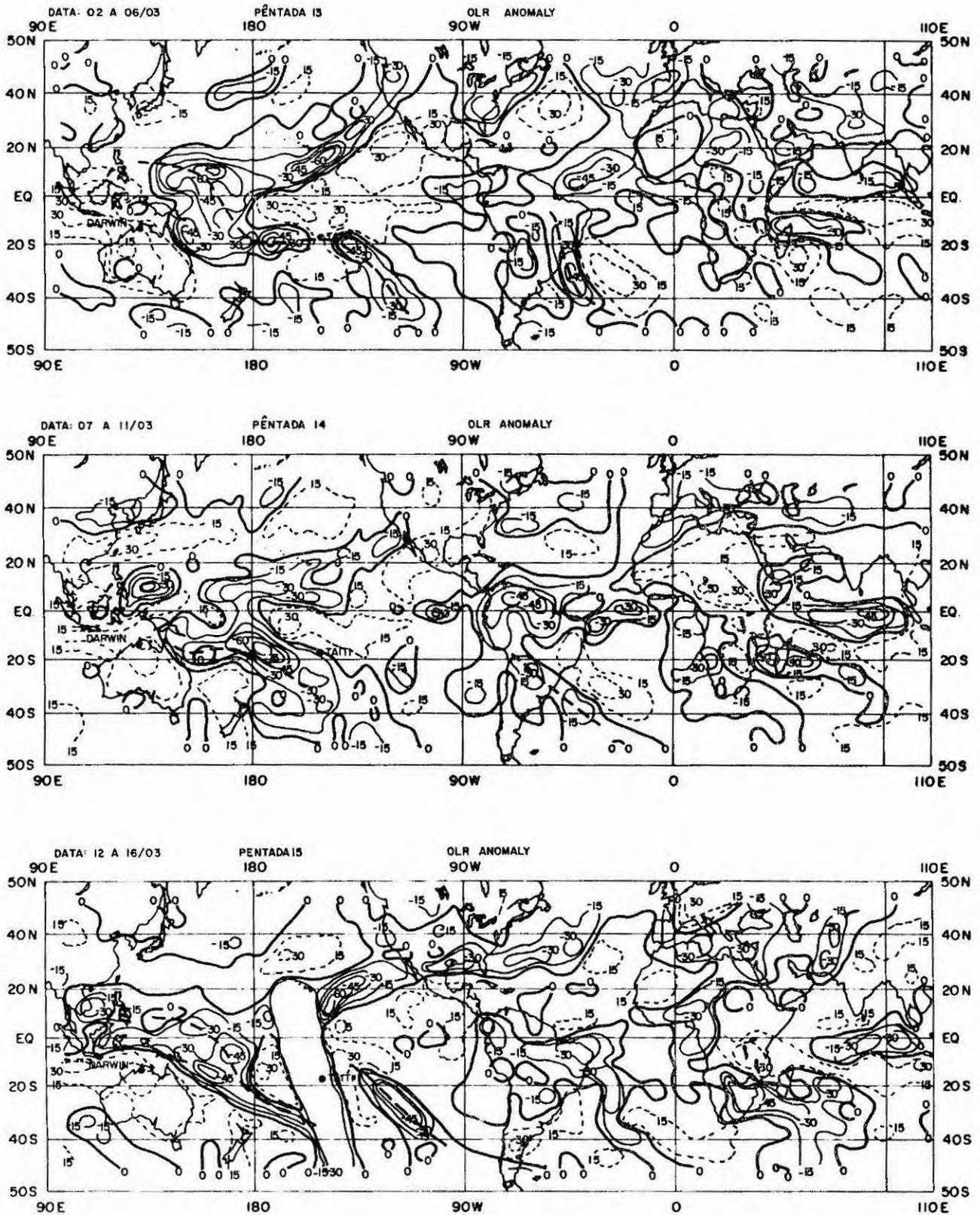


Figura 2: Radiação de Onda Longa Emergente (ROLE) entre (a) 02/03 e 06/03, (b), 07/03 e 11/03, (c) 12/03 e 16/03, (d) 17/03 e 21/03, (e) 22/03 e 26/03 e (f) 27/03 a 31/03. (Fonte: Centro Nacional de Meteorologia em Washington). Continua.

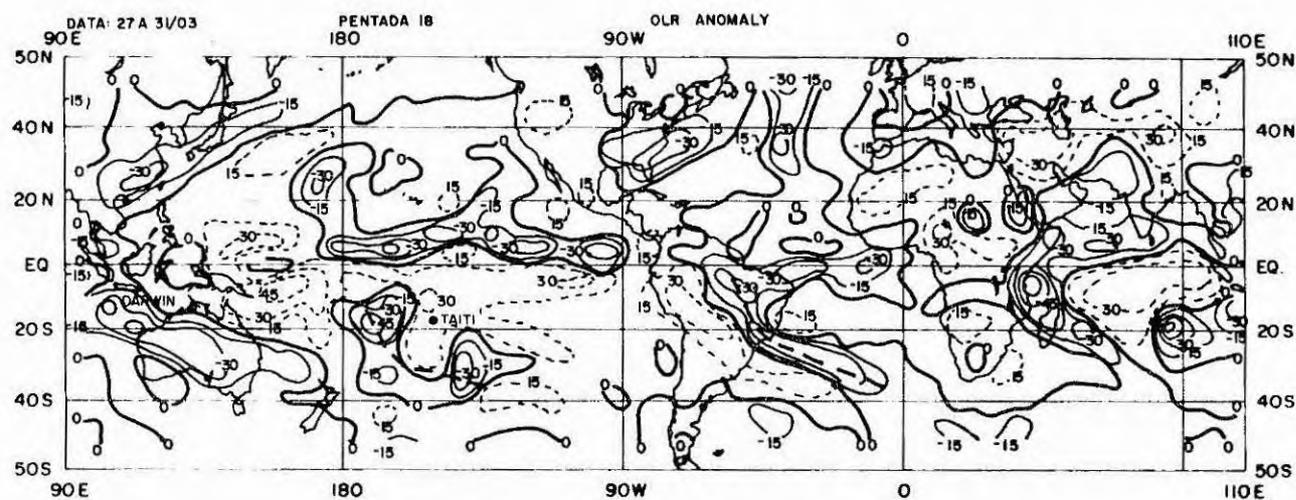
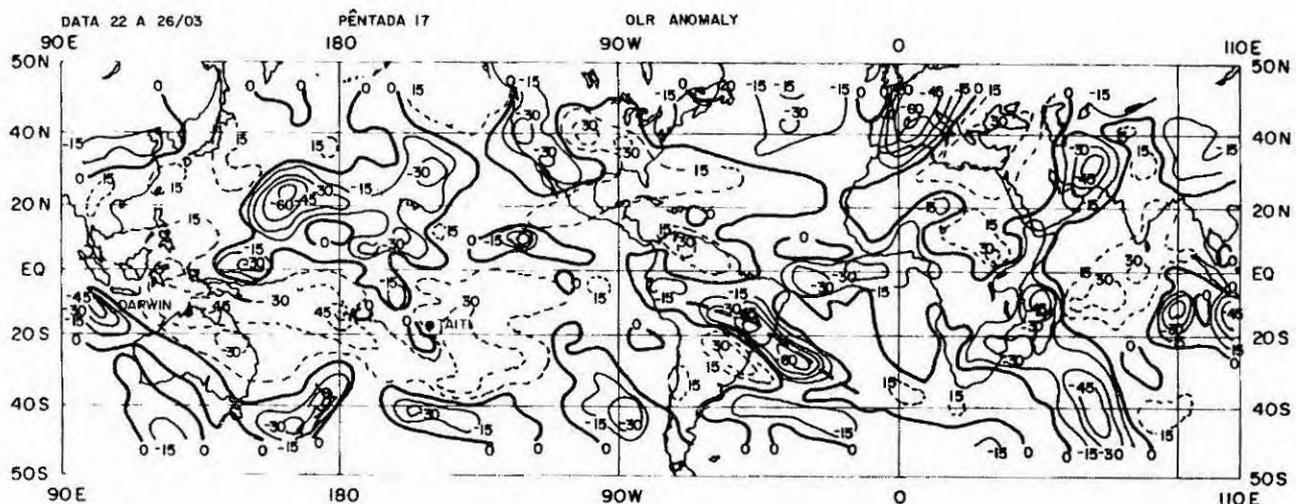
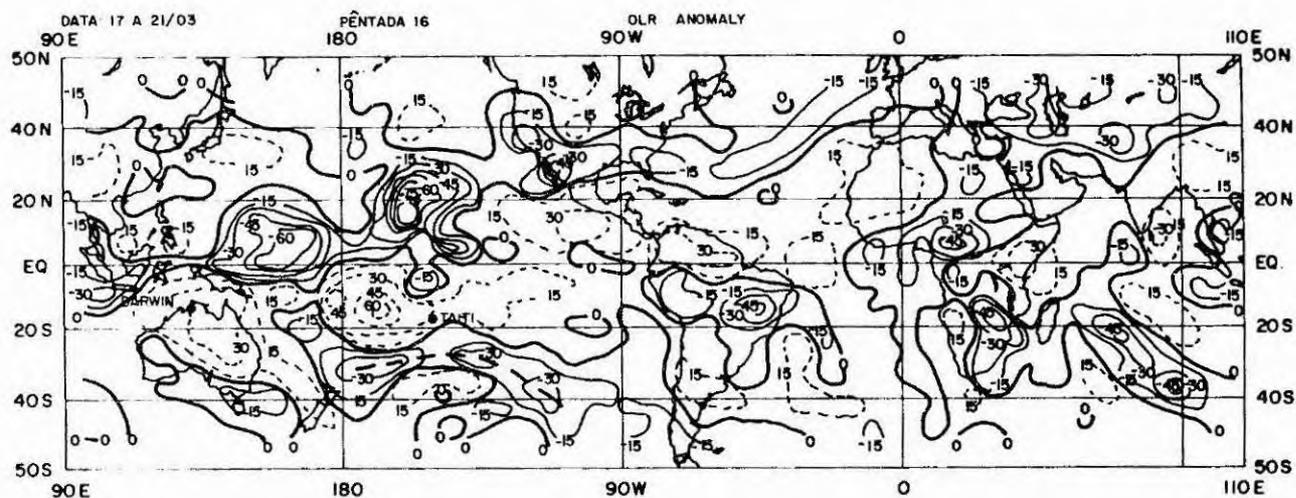


Figura 2: Conclusão.

como em casos anteriores, a Oscilação de 30/60 dias pareceu exercer algum controle sobre a organização da ZCAS durante o mês de março. A fase mais favorável para organização da ZCAS iniciou-se justamente nos últimos 10 dias de março, período em que as chuvas generalizadas se concentraram.

### 3. ASPECTOS SINÓTICOS

As maiores acumulações de chuva na Região Sudeste ocorreram principalmente nos últimos 10 dias de março. A Figura 3 mostra as acumulações diárias de chuva a partir do dia 17/03 com base nos dados fornecidos pela Companhia Energética de São Paulo

(CESP). Pode-se observar na Figura 3 que o episódio do dia 19/03 foi restrito às vizinhanças da Cidade de São Paulo.

O episódio de 19 de março foi precedido pela oclusão de um sistema frontal no Rio Grande do Sul no dia 18/03, cujo ramo frio moveu-se rapidamente na direção nordeste, atingindo o Estado de São Paulo na madrugada do dia 19, provocando inundações na região litorânea, próximo à Capital. A Figura 4 mostra as análises sinóticas de superfície do dia 18/03 às 00, 12 e 18 UTC e do dia 19 às 00 UTC. O campo de pressão na superfície foi objetivamente analisado após a correção/eliminação dos dados suspeitos pelo esquema

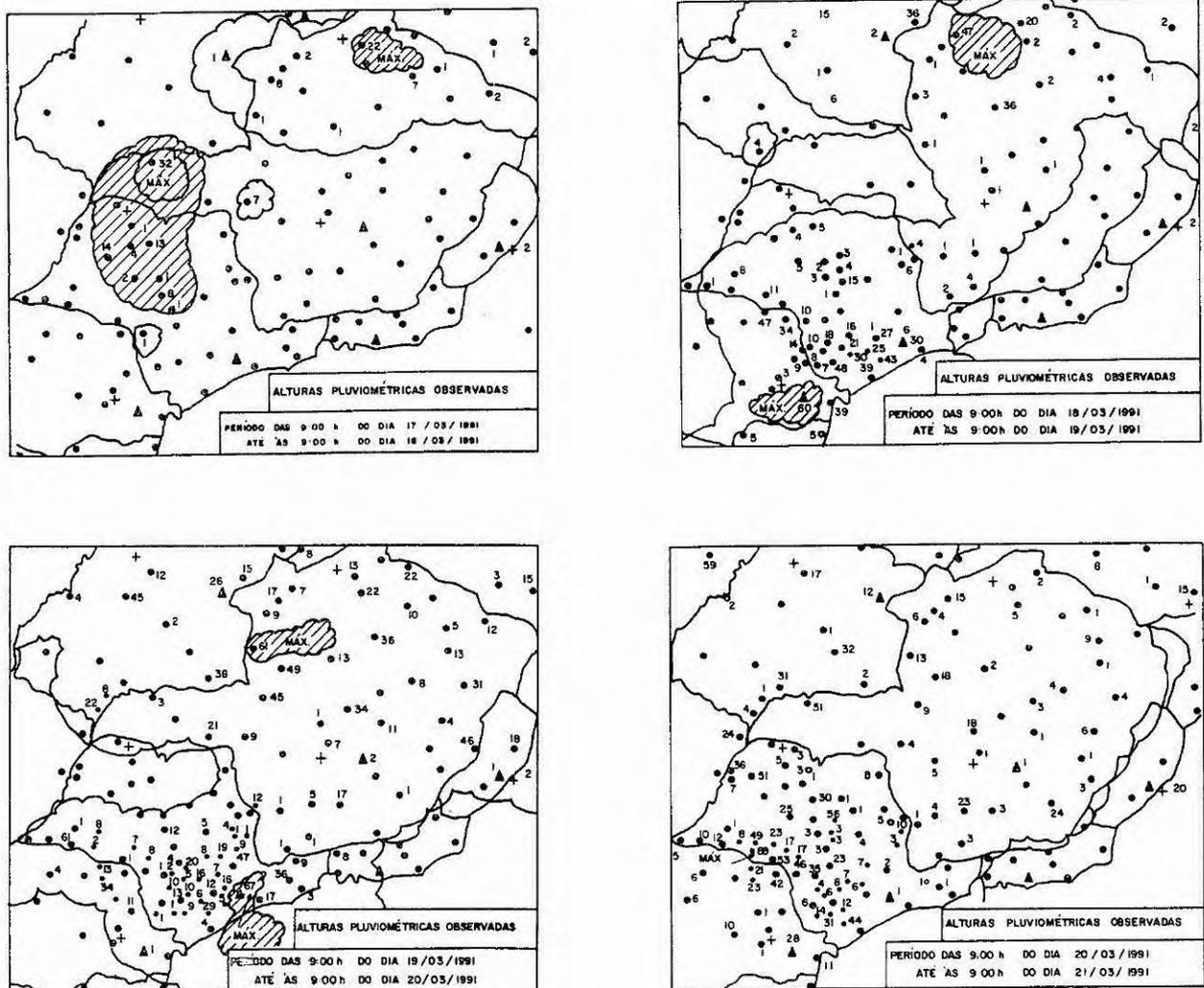


Figura 3: Acumulação diária em mm na região sudeste: (a) 17/03 a 18/03, (b) 18/03 a 19/03, (c) 19/03 a 20/03, (d) 20/03 a 21/03, (e) 21/03 a 22/03, (f) 24/03 a 25/03, (g) 25/03 a 26/03, (h) 26/03 a 27/03. (Fonte: CESP). Continua.

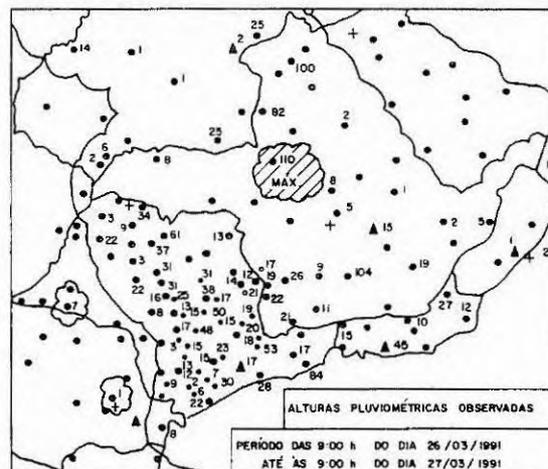
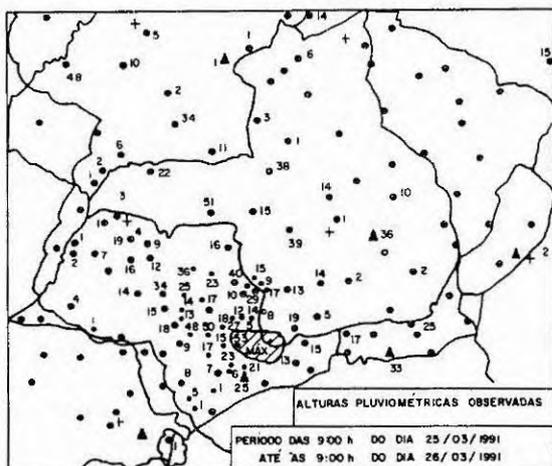
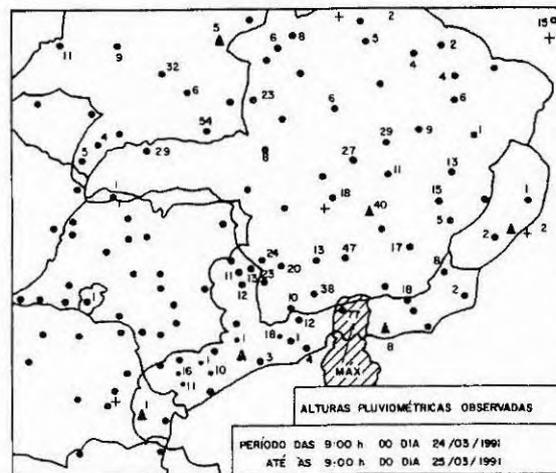
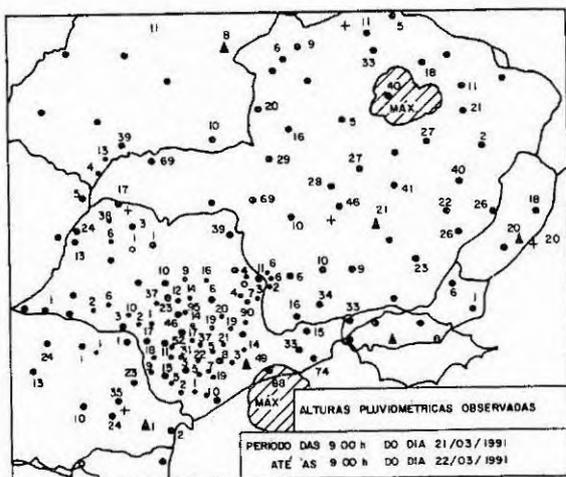


Fig. 3 - Conclusão.

operacional implantado no Instituto de Pesquisas Meteorológicas em Bauri (IPMET).

As imagens de satélite do dia 18 e 19 podem ser analisadas na Figura 5. O sistema frontal que se encontrava no Paraguai, Rio Grande do Sul e Uruguai apresenta os primeiros indícios de oclusão sobre o Uruguai na análise das 00 UTC do dia 18/03 (Figura 4a). A oclusão fica caracterizada nas análises seguintes (Figura 4b e 4c) e o ramo frio permanece semi-estacionário sobre o Rio Grande do Sul. Entretanto, na análise da 00 UTC do dia 19/03 (Figura 4d) observa-se o deslocamento rápido da frente fria para o Estado do Paraná, provocando chuvas e trovoadas durante a sua passagem e atingindo São Paulo já na madrugada do dia 19.

O segundo episódio de chuvas generalizadas e intensas sobre o Estado de São Paulo ocorreu no período de 23 a 29 de março, conforme indica a Figura 3. Neste período havia um cavado bem pronunciado em 500 e 250 hPa com eixo orientado no sentido noroeste/sudeste entre a parte oeste do Mato Grosso do Sul e o Rio Grande do Sul (Figura 6). Pode-se ver, claramente, uma forte confluência nos níveis de 850 e 500 hPa sobre o Estado de São Paulo, na média do período de chuvas mais pronunciadas (Figura 5). Também é evidente que o escoamento médio em 850 hPa é de leste, propiciando advecção de umidade proveniente do Oceano Atlântico. O giro do vento com altura (de 850 para 500 hPa) na baixa troposfera indica significativo contraste de temperatura de norte para sul na média do período analisado.

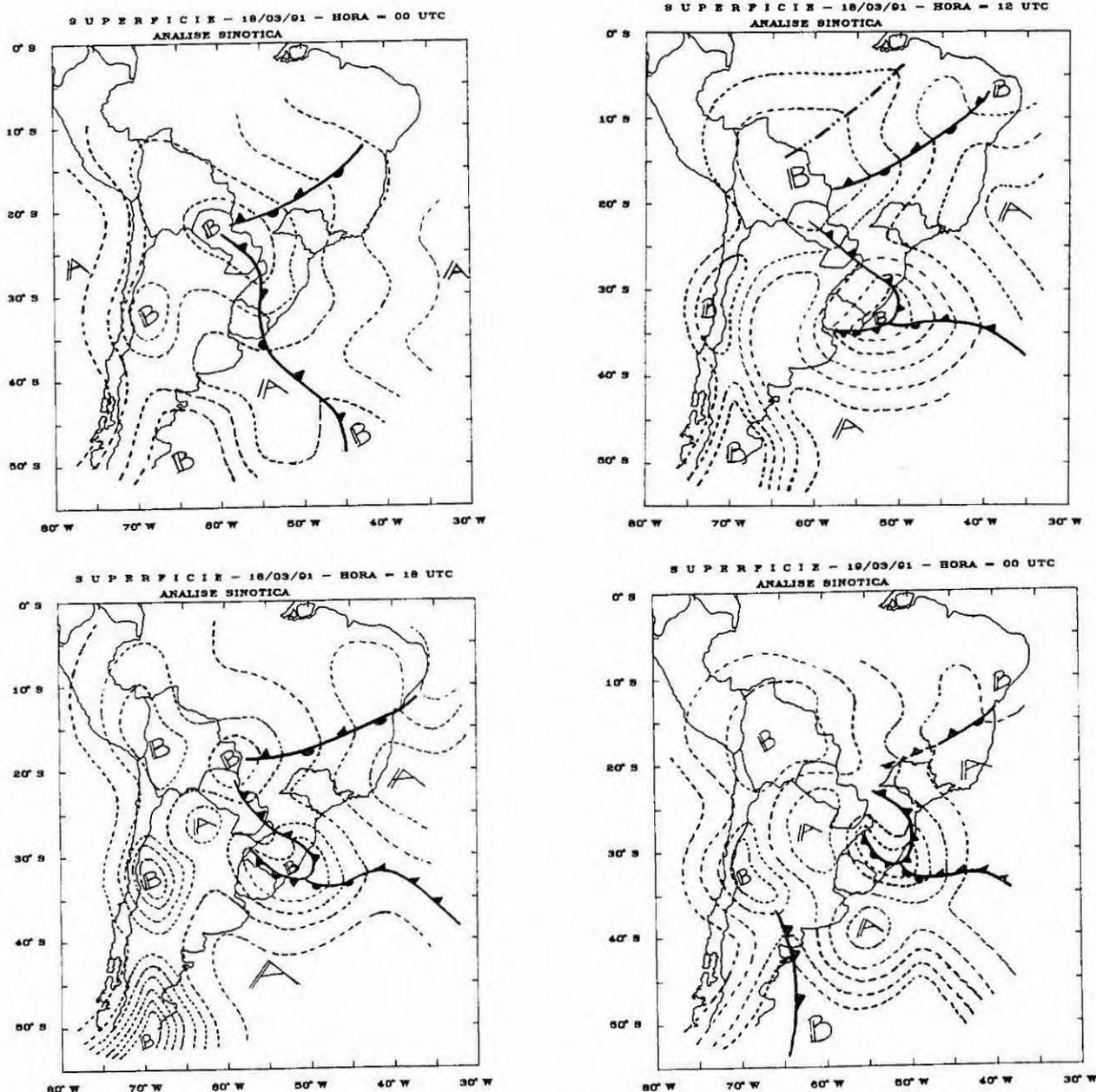


Figura 4: Análise do campo de pressão reduzida ao nível do mar: (a) 00 UTC do dia 18/03, (b) 12 UTC do dia 18/03, (c) 18 UTC do dia 18/03 e (d) 00 UTC do dia 19/03. (Fonte: IPMET).

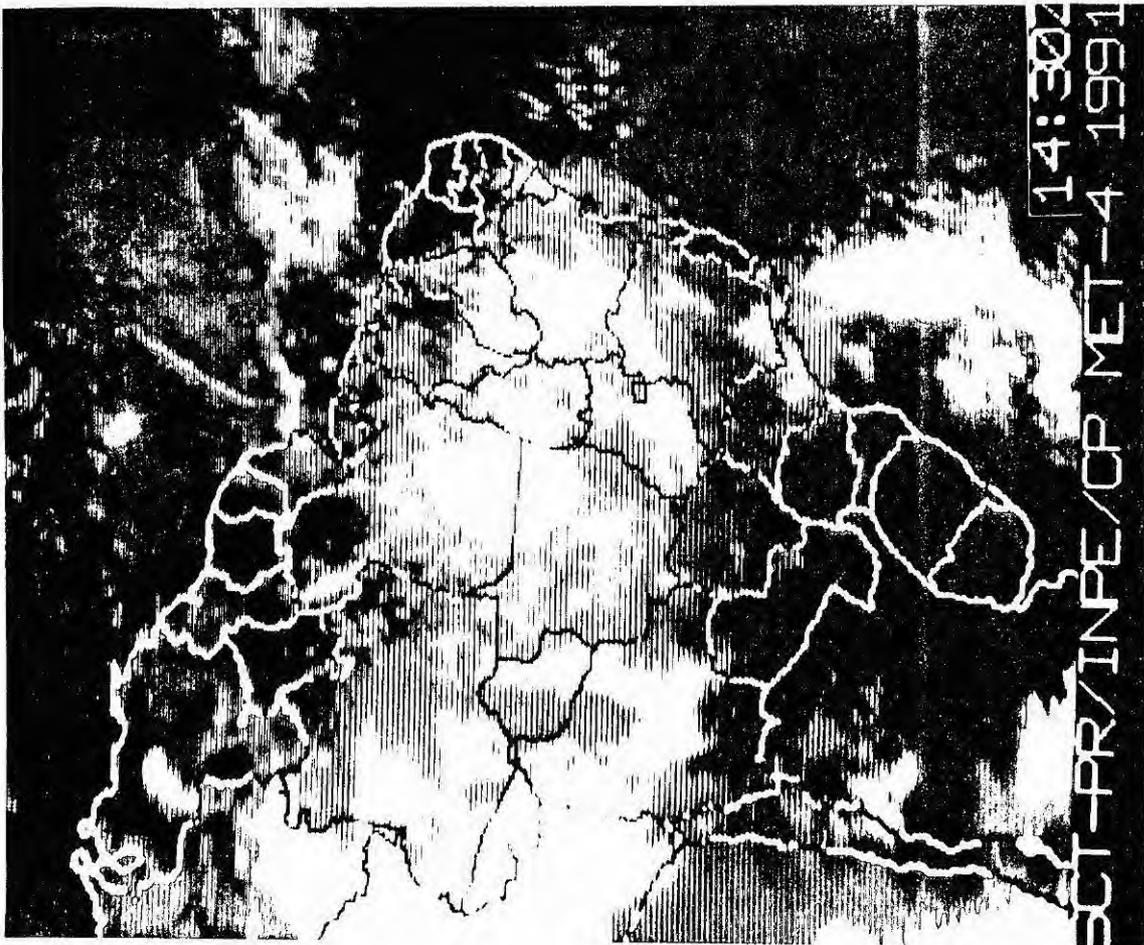
É importante notar que a ZCAS nem sempre se caracteriza em baixos níveis como uma zona altamente baroclínica. Logo, os indicadores mais tradicionais, aplicáveis a situações baroclínicas, frequentemente falham nessas situações. A dinâmica da ZCAS é mais próxima dos sistemas tipicamente tropicais, nos quais a própria liberação de calor latente, associada ao processo de formação da chuva, é que mantém o sistema organizado por longo tempo.

#### 4. ASPECTOS LOCAIS NA CIDADE DE SÃO PAULO

A Cidade de São Paulo apresenta algumas peculiaridades com relação ao efeito que os sistemas

organizados de tempo têm nesta região. A proximidade da Serra do Mar e da Cantareira e a regular penetração da brisa marítima fazem com que chuvas extremamente intensas ocorram, sobretudo ao longo das serras, em situações nem sempre altamente favoráveis sob o ponto de vista sinótico (Raykowski, 1983). As chuvas de março de 1991 foram caracterizadas por alguns episódios intensos em situações não totalmente favoráveis como na primeira quinzena do mês. Entretanto, foi o episódio de 19 de março que, por ser mais localizado e pela acumulação total, produziu danos marcantes à cidade e vizinhança.

O sistema que provocou as chuvas de 19/03 começou a ser detectado a partir das 03 UTC pelo radar meteorológico do Departamento de Águas e Energia



(b) dia 19/03 às 14:30 UTC.



(a) dia 18/03 às 18:00 UTC

Figura 5: Imagens do canal ingravermelho (Fonte: INPE).

## LINHAS DE CORRENTE EM 850 MB

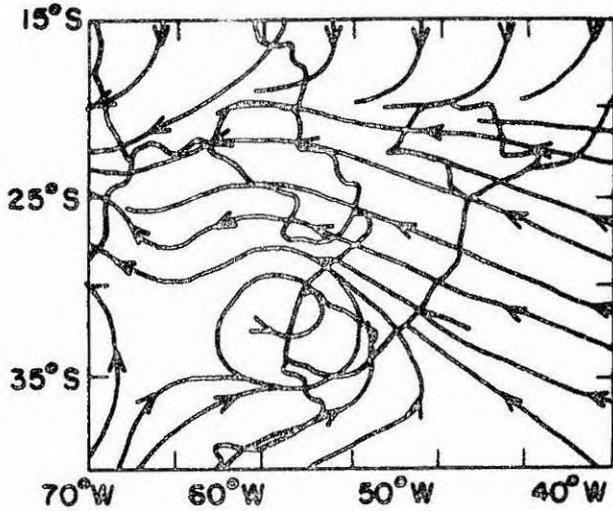


Figura 6: Linhas de corrente médias no período de 23 a 29 de março de 1991 em 850 hPa. (Fonte:IPMET).

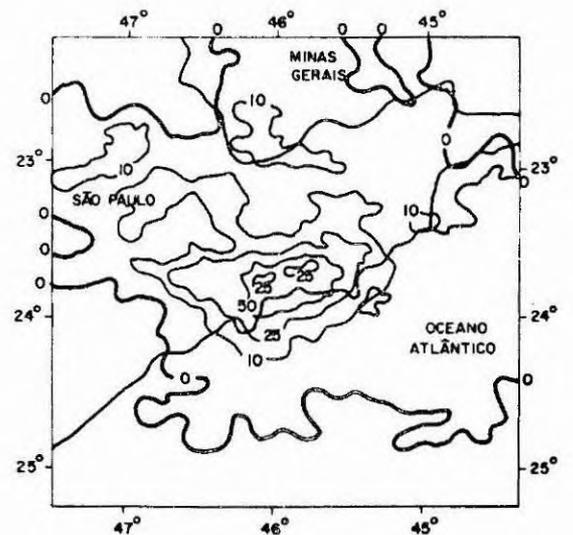
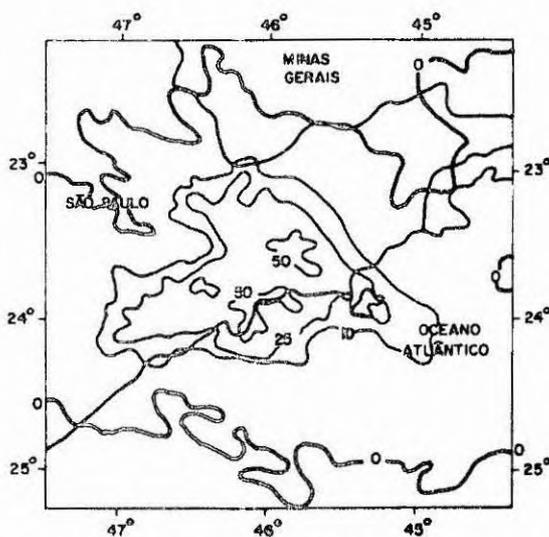
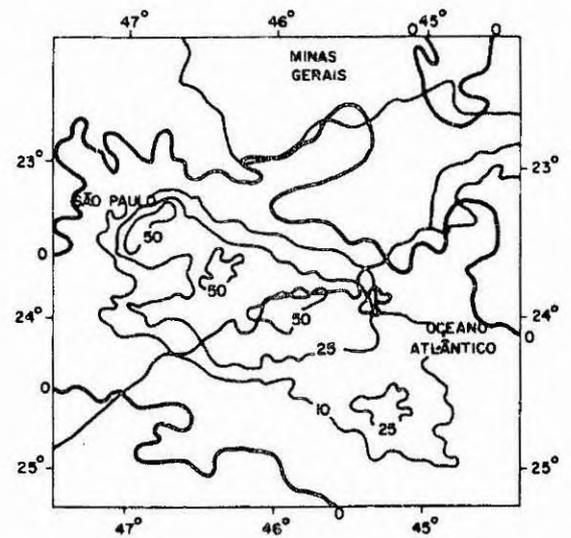
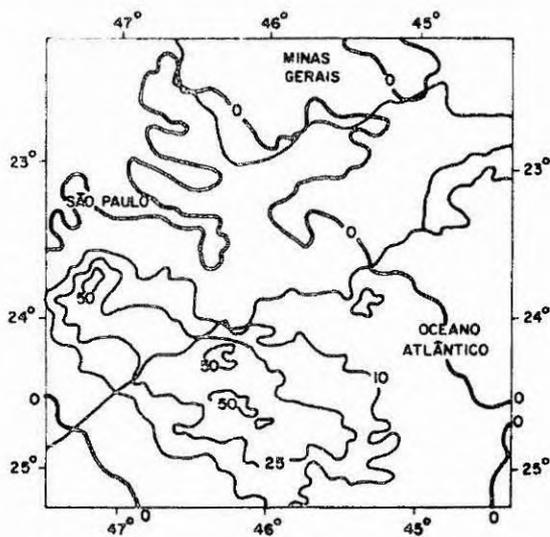
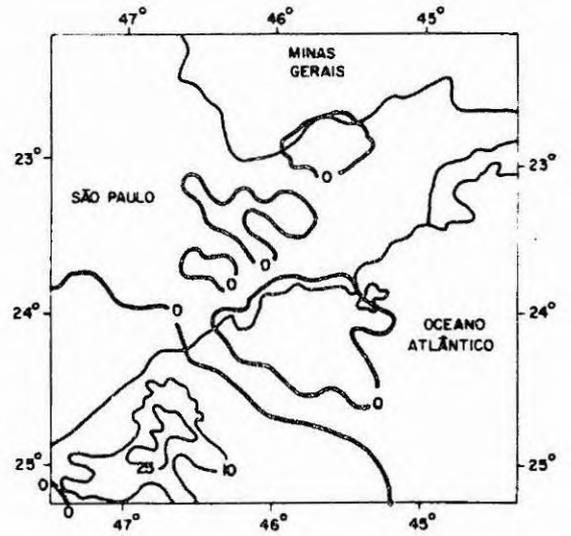


Figura 7: CAPPi do radar do DAEE em Ponte Nova, acumulado em períodos de 3 horas: (a) entre 03 e 06 UTC, (b) entre 06 e 09 UTC, (c) entre 09 e 12 UTC, (d) entre 12 e 15 UTC, (e) entre 15 e 18 UTC. Escala em mm/dia conforme indicado nas figuras.

Elétrica do Estado de São Paulo (DAEE) em Ponte Nova. A Figura 6 mostra a chuva acumulada em 3 horas, estimada pelo radar, a partir das 03 UTC do dia 19. O radar registrou totais de chuva neste período de 120 mm sobre a cabeceira do Alto Tietê e litoral norte e, a partir da região das represas Billings e Guarapiranga até a barragem de Edgar de Souza, uma média de 80 mm. O período de maior atividade ocorreu entre 15 e 18 UTC. A primeira chuva intensa ocorreu entre 06 e 09 UTC, associada a chegada do sistema frontal descrito no item anterior.

Observa-se nas imagens de satélite (Figura 7), que o sistema frontal não penetrou no continente e, portanto, o fluxo de umidade associado ao escoamento de noroeste não foi interrompido. A seqüência de imagens digitalizadas do radar mostra que o sistema frontal deslocou-se rapidamente até atingir a Capital e litoral norte (Figura 6). A velocidade de propagação média foi da ordem de 40 km/hora. Como o centro de baixa pressão localizado no litoral do Rio Grande do Sul (Figura 4) deslocou-se rapidamente para sudeste, a frente ficou semi-estacionária sobre São Paulo no decorrer do dia 19. Desta forma, e com o intenso aquecimento no interior do continente, mantiveram-se as condições favoráveis para a manutenção da convergência de umidade ao longo do litoral, induzida pelas circulações locais associadas à topografia e à brisa marítima.

## 5. PREVISÃO DO EVENTO DE 19 DE MARÇO DE 1991

As previsões do NMC e do ECMWF, válidas no dia 19 de março e com antecedência de 24 e 48 horas são mostradas na Figura 8 e 9, respectivamente.

As duas previsões indicam um cavado ao longo do litoral sul/sudeste do Brasil que pode ser identificado na Figura 5. As duas previsões parecem concordar com o posicionamento das principais características do campo de pressão. Porém, a previsão do ECMWF parece indicar um centro de baixa mais profundo, capturando de forma mais correta a oclusão no litoral do Rio Grande do Sul e Uruguai. O intenso cavado ao longo do litoral paulista é indicativo de situação favorável à ocorrência de chuvas na região.

É importante notar que as previsões de 48 horas, iniciada com os dados do dia 17 de março, também indicam as mesmas características do cavado ao longo do litoral sul/sudeste. Logo, as previsões eram consistentes tanto no que se refere ao prazo de validade como com relação à sua origem (NMC ou ECMWF).

## 6. CONCLUSÕES

O episódio de março de 1991 não apresenta indicações da ocorrência de alguma anomalia global

que pudesse significativamente influenciar a organização das chuvas. Em algumas situações anteriores, o fenômeno ENOS (El-Niño/Oscilação Sul) foi associado à anomalias de chuvas na região sul/sudeste do Brasil (como em 1983). Porém, os principais índices do ENOS em março de 1991 apontavam para uma situação mais próxima do normal.

Por outro lado, o evento em questão guarda grande semelhança com casos anteriores em que as chuvas de verão ocorreram de forma contínua, por períodos de 2 ou mais semanas como, por exemplo, em fevereiro de 1988, janeiro de 1985, março de 1978, janeiro de 1977 etc. Em muitos desses casos, a acumulação diária de chuva em São Paulo e vizinhanças ultrapassou o limite de 100 mm em 24 horas (Raykowski, 1983), assim como a ZCAS esteve bem estruturada e sua organização e eventual rompimento estiveram associados à Oscilação de 30/60 dias. Esta oscilação é caracterizada por alternância de períodos favoráveis e desfavoráveis para a organização das chuvas, é de escala global e não apresenta uma periodicidade marcante, mas tende a ocorrer em intervalos de 30 a 60 dias. Sendo um fenômeno global, pode ser identificado através das análises dos campos meteorológicos efetuadas pelos principais centros mundiais de previsão e transmitidas para o Brasil, via GTS ("Global Telecommunication Systems"). A análise baseada nas Figura 2 e na evolução do campo da pressão reduzida (figura não mostrada) indica que uma fase favorável para organização da ZCAS e portanto, chuvas extensivas, poderia ocorrer no final de março de 1991.

Entretanto, essas informações ainda não podem ser rotineiramente processadas pelo sistema operacional de Meteorologia no Brasil porque o software aplicativo necessário ainda não é operacional e porque os dados ainda não fluem de forma regular para o Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos em São José dos Campos. As informações que permitiram a análise da Figura 2 foram obtidas diretamente do Centro de Análise Climática do NMC (Centro Nacional de Meteorologia) em Washington porém não em tempo real. Logo, uma análise rotineira da evolução das Oscilação de 30/60 dias, ainda não pode ser efetuada pelo serviço operacional de Meteorologia no Brasil. O monitoramento da oscilação também deveria ser efetuado através das informações digitais de satélite sobre o Oceano Pacífico, o que também não é feito rotineiramente pelo INPE tendo em vista as limitações existentes de recursos de análise e processamento de imagens de satélite.

As condições sinóticas médias nos últimos 10 dias de março favoreceram chuvas intensas sobre a Região Sudeste. Todavia, as chuvas muito intensas, principalmente na Cidade de São Paulo, tiveram forte componente associada aos efeitos locais, que são de previsibilidade mais complexa. O radar meteorológico em Ponte Nova detectou a evolução do sistema do dia 19 com razoável antecedência (cerca de 6 horas).

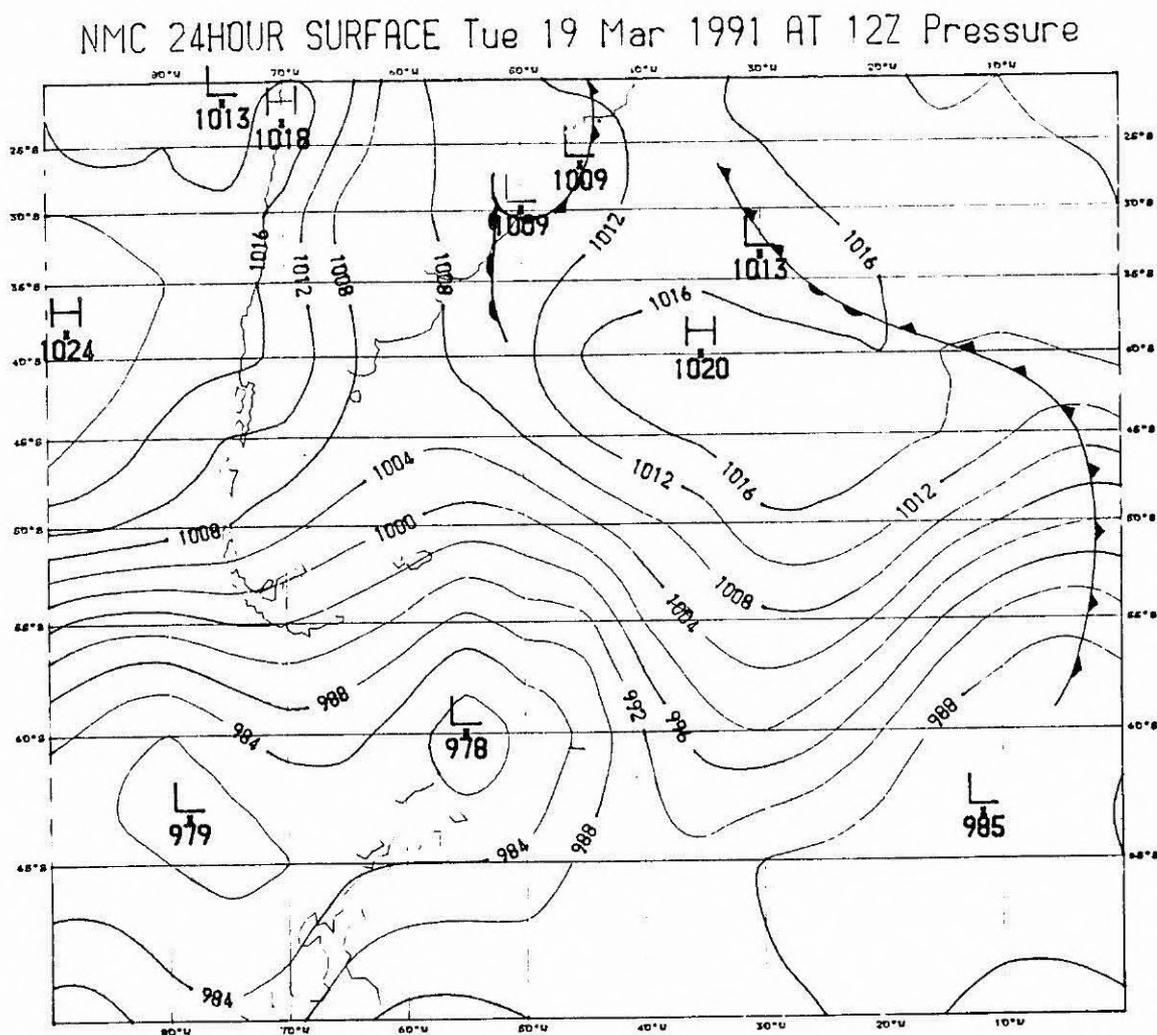


Figura 8: Previsão de 24 horas do campo de pressão reduzida ao nível do mar partindo da análise das 12 UTC do dia 18/03/91: (a) previsão do NMC e (b) previsão do ECMWF (indicada pela sigla ECM). (Fonte: DNMET/Brasília). Continua.

ECM 24HOUR SURFACE Tue 19 Mar 1991 AT 12Z Pressure

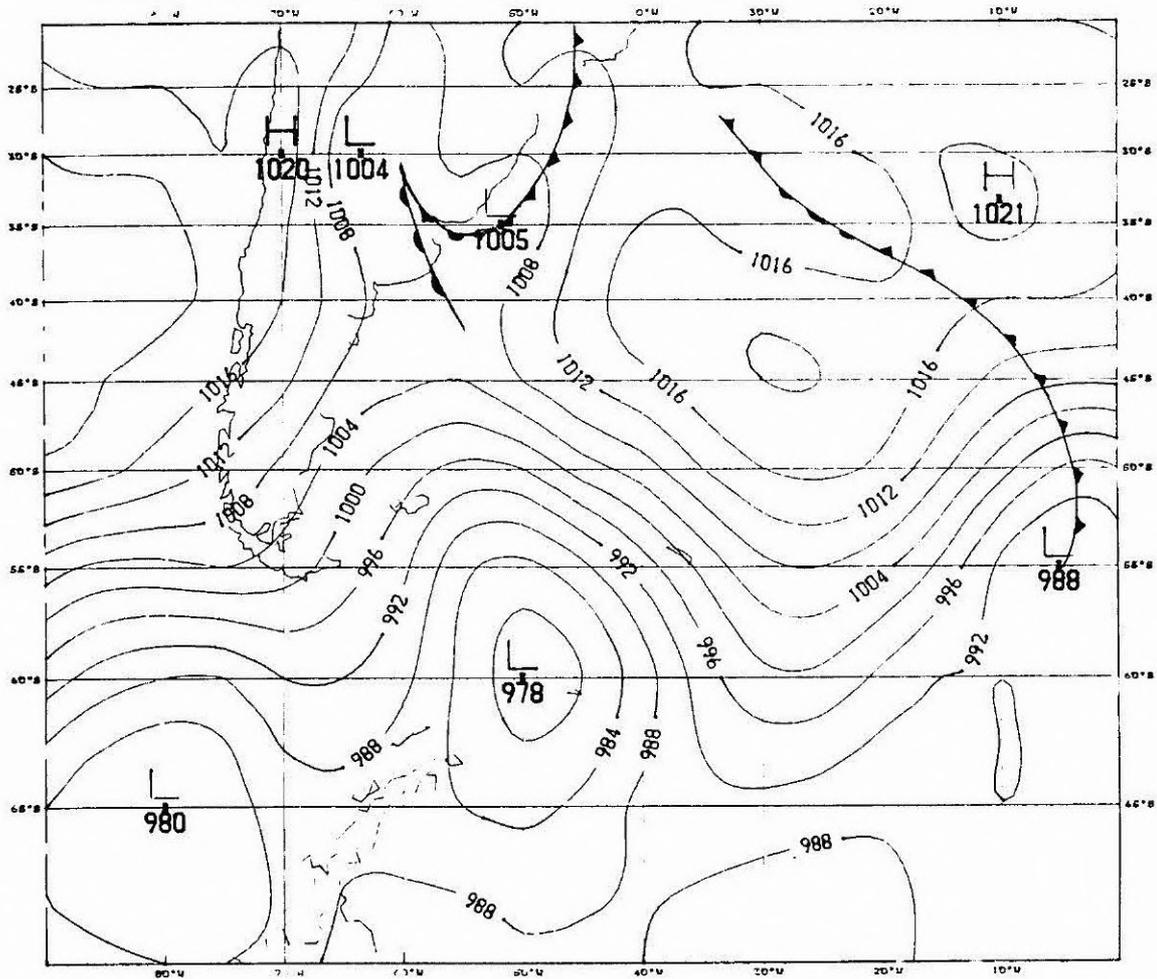


Figura 8: Conclusão.

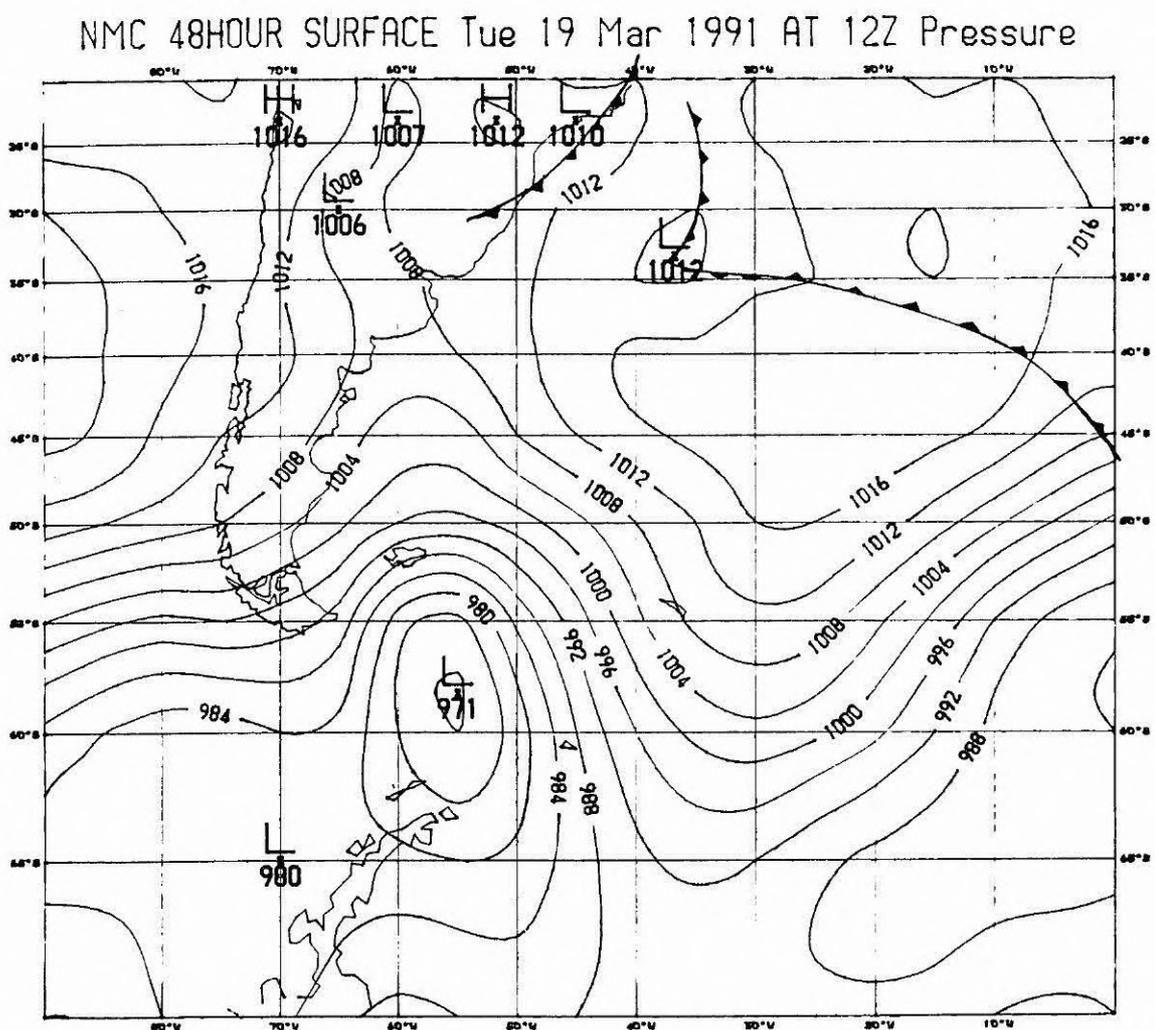


Figura 9: Previsão de 48 horas do campo de pressão reduzida ao nível do mar partindo da análise das 12 UTC do dia 18/03/91: (a) previsão do NMC e (b) previsão do ECM (indicada pela sigla ECM). (Fonte: DNMET/Brasília). Continua.

ECM 48HOUR SURFACE Tue 19 Mar 1991 AT 12Z Pressure

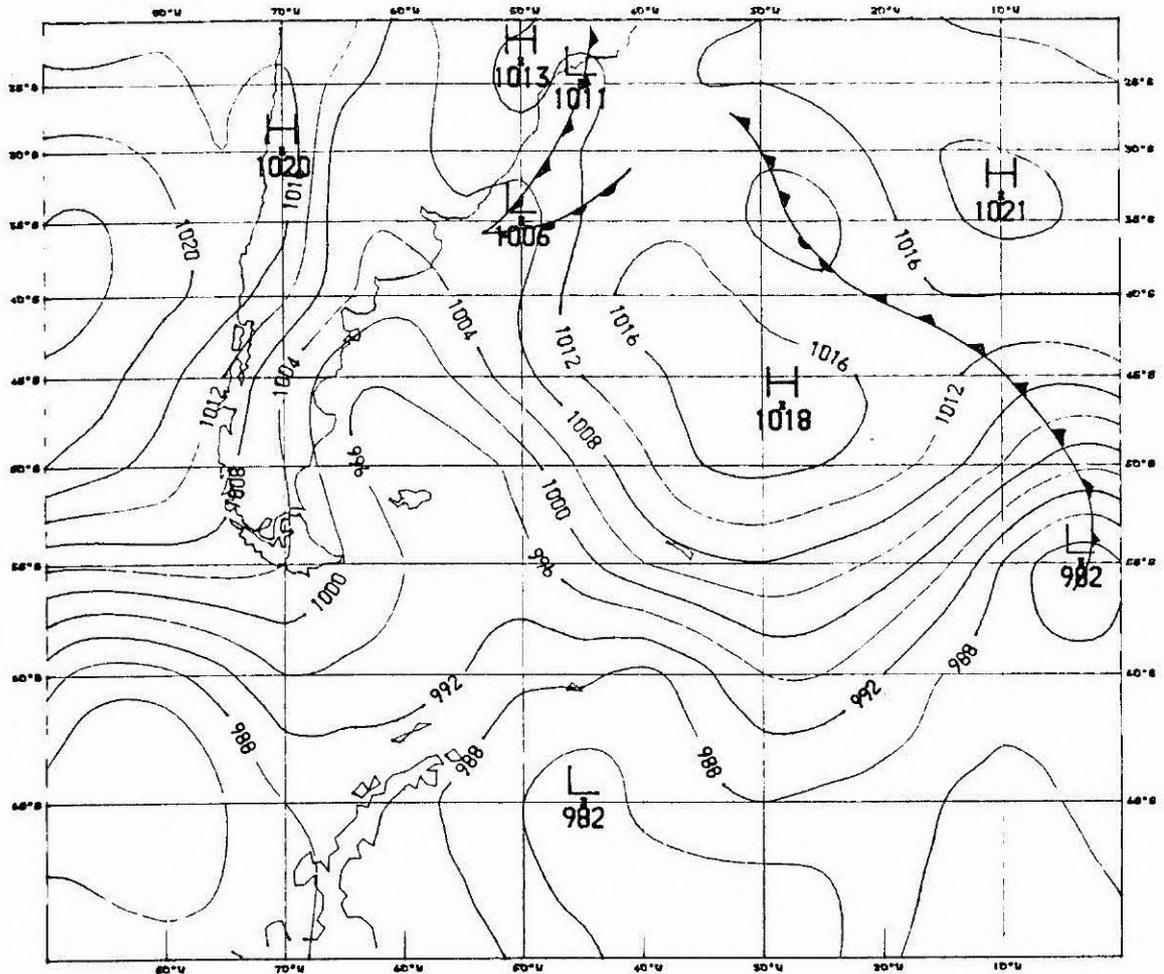


Figura 9: Conclusão.

Entretanto, sob o ponto de vista do radar, exclusivamente, o sistema deveria ter mantido o rápido deslocamento detectado inicialmente. Na realidade, o sistema organizado de chuva estacionou sobre a região metropolitana durante o dia pois o centro de baixa, associado à oclusão no litoral do Rio Grande do Sul, apresentou rápido deslocamento para sudeste.

As previsões feitas pelos principais centros mundiais de previsão de tempo (NMC e ECMWF) com antecedência de 24 e 48 horas, válidas na terça-feira (19/03/1991) às 12 UTC (09 Hora Local) mostravam, consistentemente, condições favoráveis para a ocorrência de chuvas no litoral de São Paulo. É verdade que a previsão com antecedência de 24 horas só fica disponível no Departamento Nacional de Meteorologia em Brasília no final da tarde, quando as previsões para o dia seguinte já foram divulgadas. Entretanto, a Figura 9 mostra que a previsão de 48 horas, disponível no domingo à tarde (dia 17/03) e, certamente no dia 18 pela manhã, já mostrava o cavado ao longo do litoral com o centro de baixa pressão na costa do Rio Grande do Sul, numa situação favorável para a ocorrência de chuvas na parte leste de São Paulo.

As previsões provenientes dos principais centros mundiais, disponíveis no sistema de telecomunicações meteorológicas no DNMET em Brasília, são aceussadas pelos Centros Regionais e por alguns usuários especializados como o Departamento de Eletrônica e Proteção ao Voo - DEPV - e Diretoria de Hidrografia e Navegação (DHN). Entretanto, o software aplicativo, operacionalmente utilizado para análise desses dados, não atende adequadamente os requisitos de monitoramento do tempo. Atingiu-se algum progresso nessa área mas os resultados ainda estão confinados à área de pesquisa ou de desenvolvimento.

É verdade que os produtos das previsões numéricas dos centros mundiais, atualmente disponíveis para o serviço operacional, não permitem uma definição mais qualitativa da previsão de chuva. Os produtos mais refinados que estão disponíveis nos centros de origem não chegam ao Brasil porque a capacidade de tráfego nos canais de telecomunicação é limitada. É também necessário adequar melhor os modelos de previsão às condições locais. Haverá condição de aprimoramento quantitativo nas previsões somente quando o Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos estiver em operação.

As peculiaridades locais do tempo em regiões como São Paulo também exigem um acompanhamento contínuo da evolução das condições meteorológicas. O evento do dia 19 de março mostrou claramente o caráter local das chuvas intensas que, acoplado ao rápido desenvolvimento, só podem ser previstos com o uso de técnicas de monitoramento via satélite e radar. Entretanto, a interligação das informações meteorológicas em São Paulo é muito rudimentar. Os dados de radar produzidos pelo DAEE ainda são

disponíveis em forma inadequada (FAX, ou por telefone) no Centro Regional de Meteorologia em São Paulo ou nos demais centros de previsão especializada (CETESB e CESP).

Os eventos meteorológicos extremos ocorrem em horários em que nem sempre existem meteorologistas devidamente treinados em identificá-los adequadamente. Com a redução do número de técnicos e previsores por parte do DNMET, o trabalho em turnos teve que ser desativado. Logo, há problemas operacionais que vão desde a falta de treinamento adequado até a inexistência de pessoal que garanta uma operação em tempo integral.

Também deve ser enfatizado que eventos com rápida evolução, como o do dia 18/19 de março, exigem uma rede de superfície com observações confiáveis e executadas nos horários padrões (isto é, de 3 em 3 horas). A rede operacional brasileira encontra-se, atualmente, em funcionamento precário, com diversas estações que efetuam apenas duas observações por dia ou mesmo nenhuma, caso o observador esteja de férias. O mesmo pode ser aplicado à rede de observações em altitude. A operação mínima, recomendada pela Organização Mundial de Meteorologia, é de dois lançamentos de balão por dia. Na maior parte das estações brasileiras, apenas uma sondagem é realizada por dia. O número total de radiossondas no Brasil é superior a vinte. Entretanto, apenas uma dezena opera rotineiramente e, ainda assim, em condições precárias.

O episódio de março de 1991 mostra, de forma inequívoca, que há necessidade de maior integração de dados e previsões meteorológicas em técnicas de monitoramento e análise no setor operacional, tanto na escala climática como sinótica. Mostra, também, a necessidade de treinamento mais adequado no pessoal operacional para que possam identificar os fenômenos com maior antecedência. Logo, o problema não está somente na infraestrutura observacional, mas também no setor de treinamento e na integração das informações meteorológicas que, apesar de disponíveis, não são devidamente integradas nos centros regionais.

## REFERÊNCIAS

- Accituno, P., 1988: On the functioning of the Southern Oscillation in the South American Sector, Part I: Surface Climate. *MON.WEA.REV.*, 116,505-524.
- Casarin, D.P. e V.E. Kousky, 1986: Anomalias de precipitação no sul do Brasil e variações na circulação atmosférica. *Revista Brasileira de Meteorologia*, 1,83-90.
- Calheiros, R.V. e P.L., Silva Dias, 1988: Como prever melhor. *CLIMANÁLISE*, 3,(2),32-33.

- Kayano, M.T., V.E. Kousky, C.Studzinski e P.L. Silva Dias, 1990: As variações intra-sazonais da precipitação no Brasil durante o verão de 1989/1990. CLIMANÁLISE, 5,4,40-50.
- Kousky, V.E., Kagano, M.T., Cavalcanti, I.F.A., 1984: A review of the Southern Oscillation: Oceanic-Atmospheric circulation changes and related rainfall anomalies. TELLUS, 35A, 136-148.
- Nobre, C.A., 1988: Ainda sobre a Zona de Convergência do Atlântico Sul: A importância do Oceano Atlântico. CLIMANÁLISE, 4,30-33
- Rao, V.B. and K. Hada, 1990: Characteristics of Rainfall over Brazil: Annual Variations and Connections with the Southern Oscillation. THEOR. APPL. CLIMATOL, 42,81-91.
- Raykowski, J.A.S.A., 1983: Acumulações extremas de precipitação em São Paulo no período 1975-1980. Dissertação de Mestrado, Instituto Astronômico e Geofísico, Universidade de São Paulo, 73pp.
- Satyamurti, P. e V.B. Rao, 1988: Zona de Convergência do Atlântico Sul. CLIMANÁLISE, 3, 31-35.
- Silva Dias, P.L., P. Caplan e V.E. Kousky: As chuvas intensas de fevereiro de 1988: circulação global e previsibilidade. Anais do V Congresso Brasileiro de Meteorologia, 5, Rio de Janeiro, 1988, Sociedade Brasileira de Meteorologia, V.2, p.IX, 6-10.
- Sugahara, S., 1991: Flutuações interanuais, sazonais e intrasazonais da precipitação no estado de São Paulo. Tese de Doutorado, Instituto Astronômico e Geofísico da USP, Maio de 1991, 158 pp.
- Weickmann, K.M., Lussy, G.R. and Kutzbach, J.E., 1985: A global analysis of intraseasonal fluctuations of outgoing longwave radiation and 250 mb stream function during northern winter. MON. WEA. REV., 113,941-961.