

IMPACTOS DA URBANIZAÇÃO NAS CHUVAS DE VERÃO

AUGUSTO JOSÉ PEREIRA FILHO

RICARDO HALLAK

FELIPE VEMADO

KLEBER ROCHA

**LABORATÓRIO DE HIDROMETEOROLOGIA
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS ATMOSFÉRICAS
INSTITUTO DE ASTRONOMIA, GEOFÍSICA E CIÊNCIAS ATMOSFÉRICAS
UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO**

CRESCIMENTO DA MANCHA URBANA NA REGIÃO METROPOLITANA DE SÃO PAULO

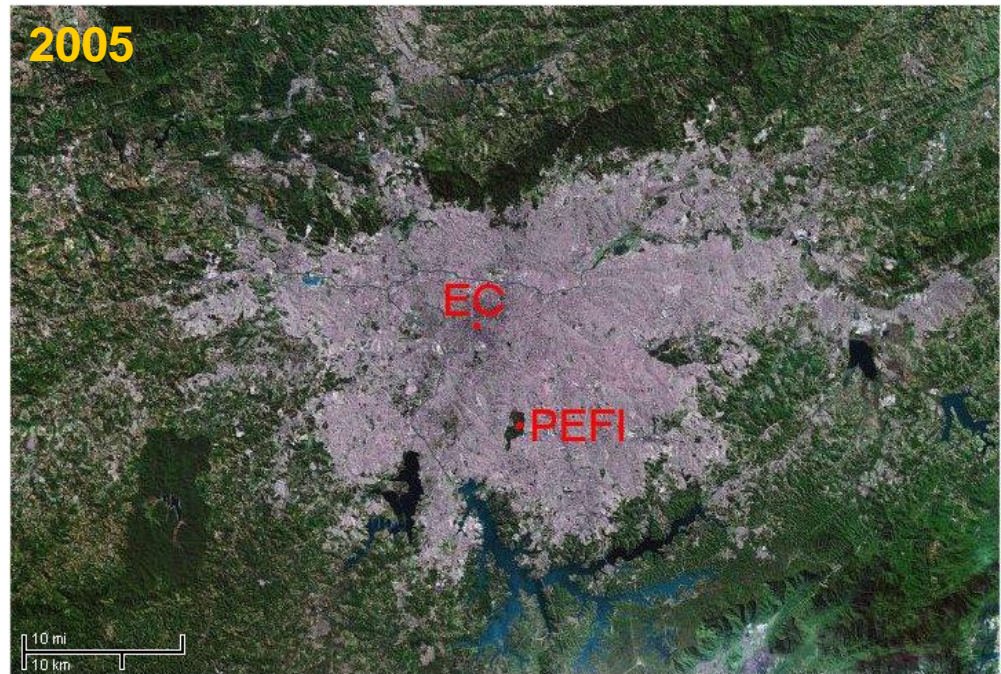
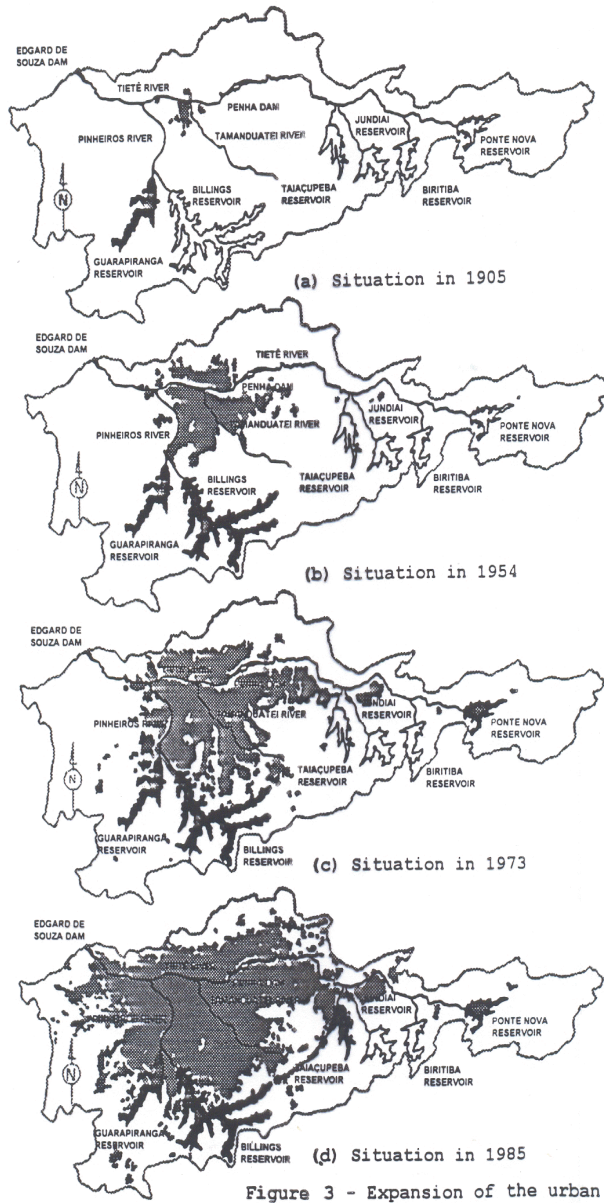


Figure 3 - Expansion of the urban area.

Instituto de Engenharia
Enchentes na RMSP
SP 11/11/2009

O CLIMA DE SÃO PAULO MUDOU.

+ QUENTE
- ÚMIDO
+ TEMPESTADES
- GAROA
+ POLUIÇÃO

Fenômenos Associados a Tempestades Severas na RMSP

- Relâmpagos
- Granizo
- Rajadas de Vento intenso
- Enchentes
- Tornados

RMSP: dias 02 e 04 Fevereiro de 2004



Eng
s na

Cidade de São Paulo 12/02/2004

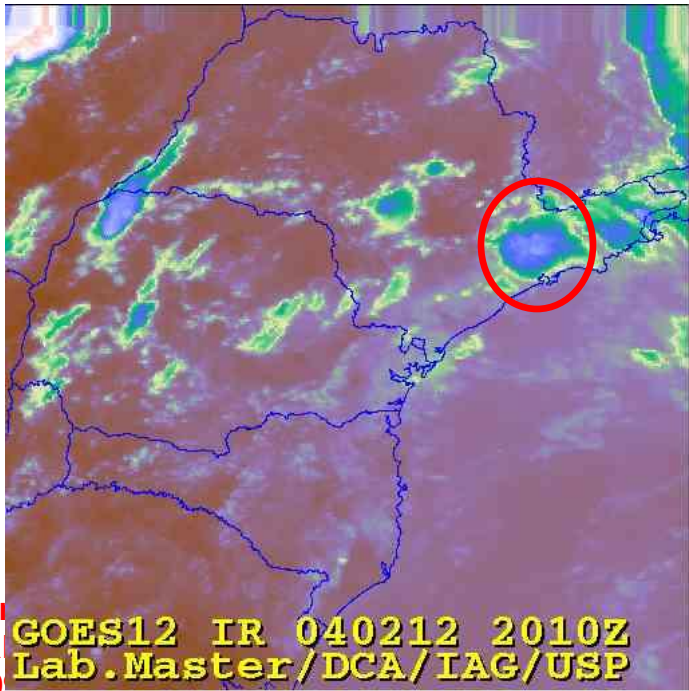
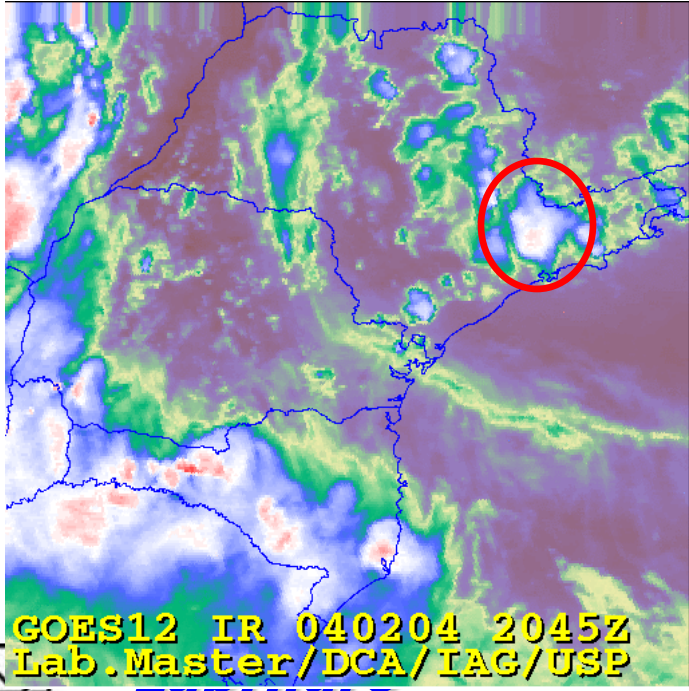
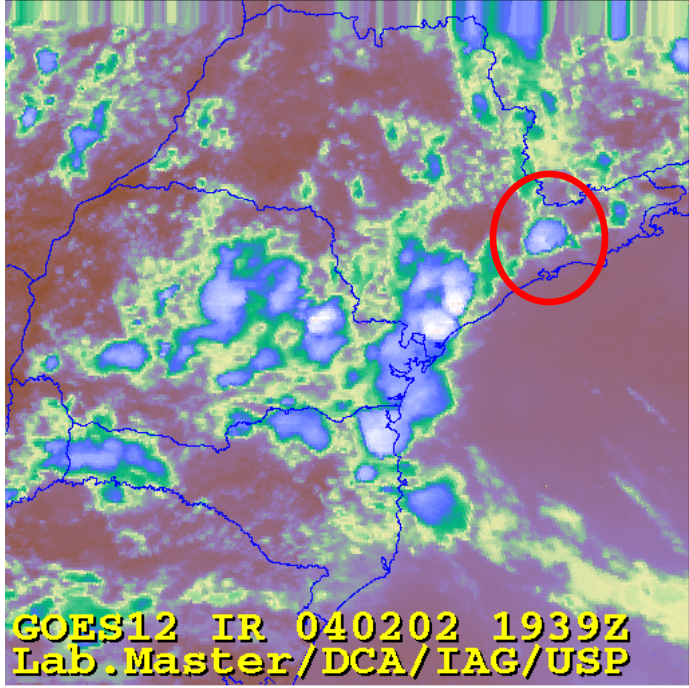
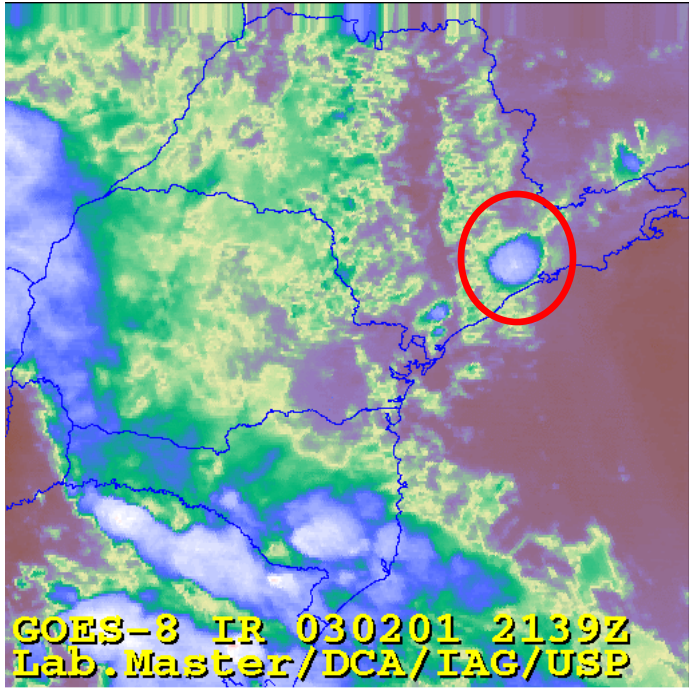


Tempestades Severas:

Fenômenos meteorológicos associados
a correntes ascendentes e descendentes
INTENSAS.

Tempestades Severas na RMSP:

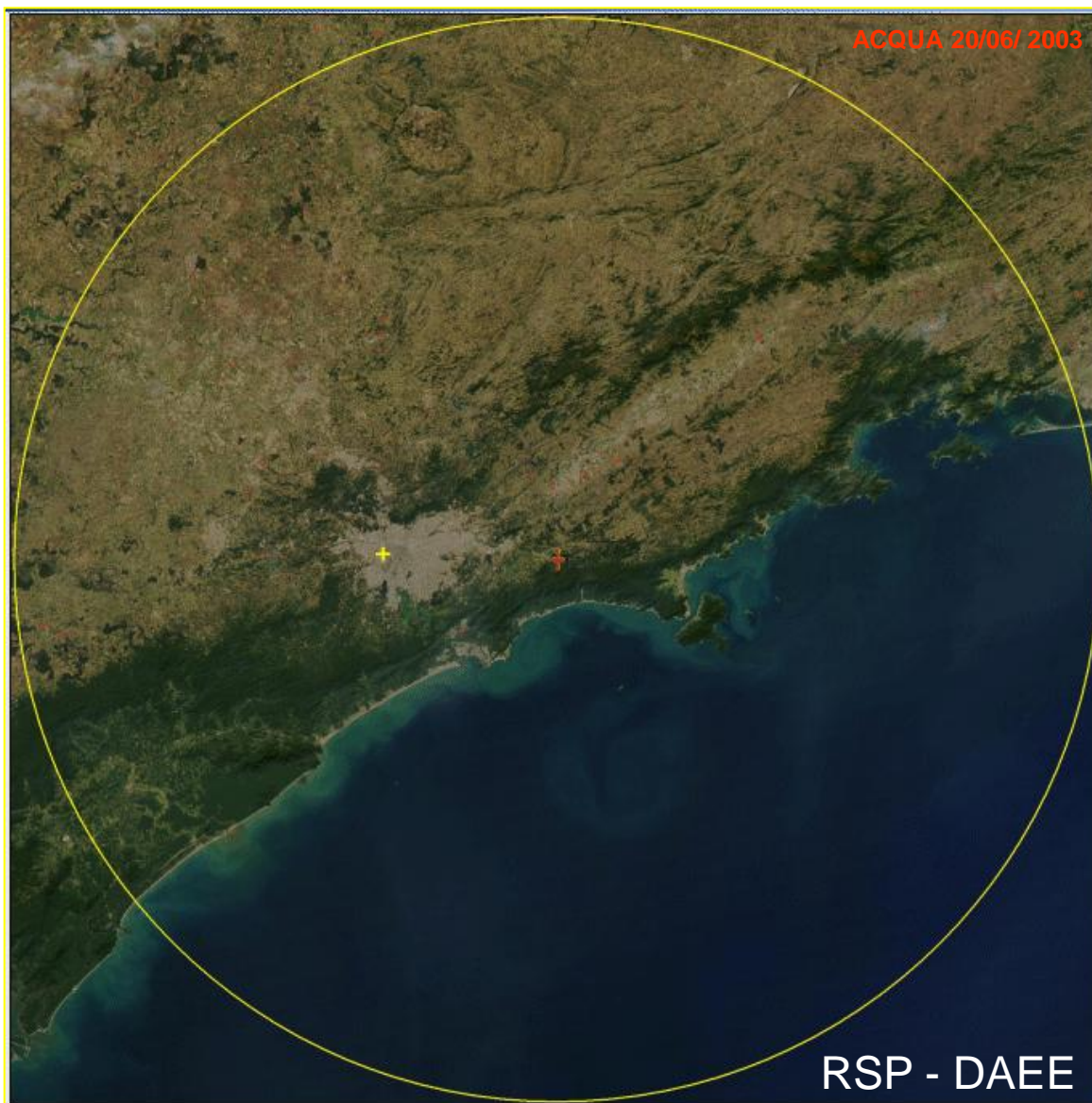
Causam impactos sociais



GOES-12 IR

Auto de Engenharia
Arquitetos na R.
SP 11/11/200

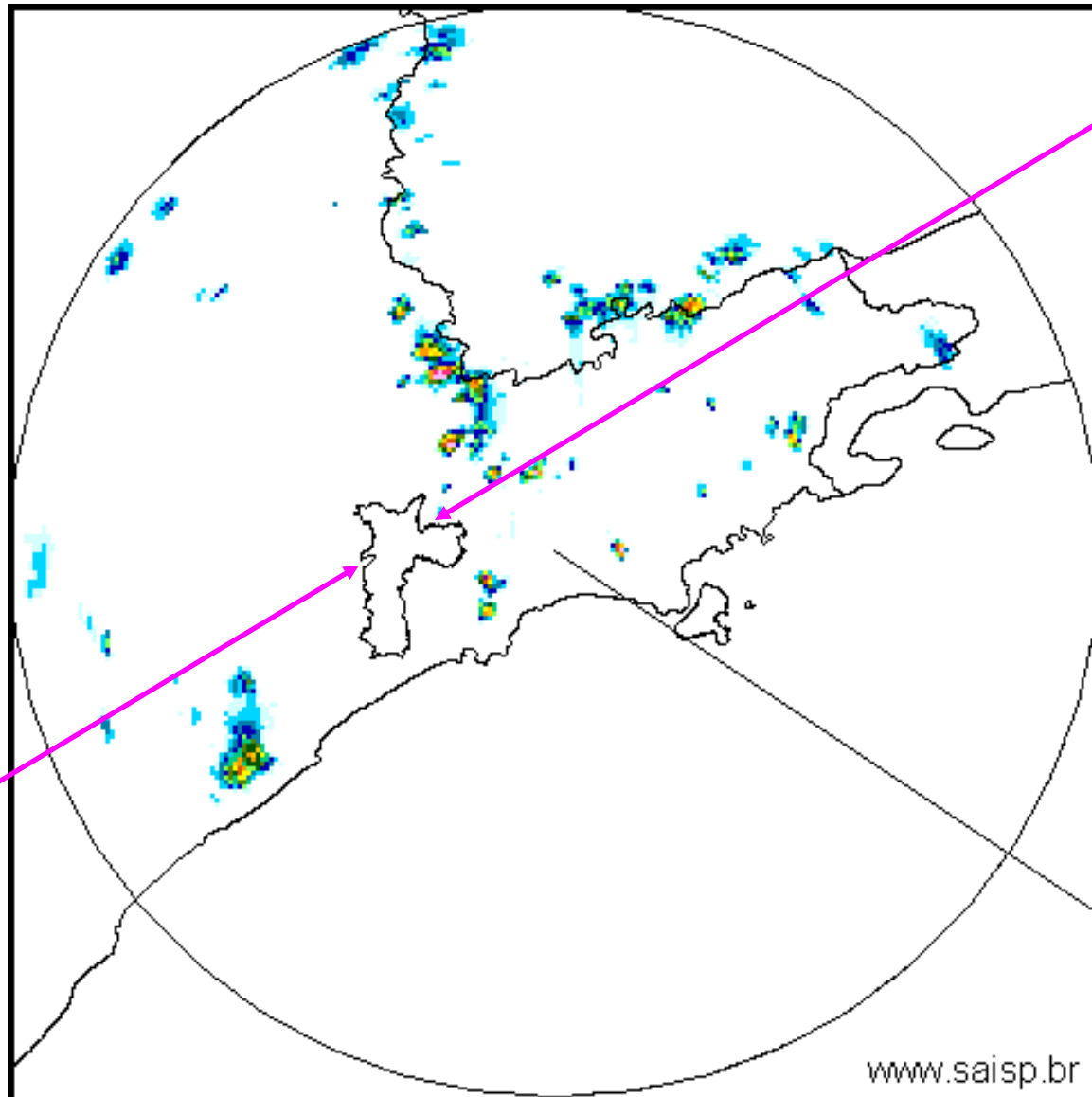




ACQUA 20/06/ 2003

RSP - DAEE

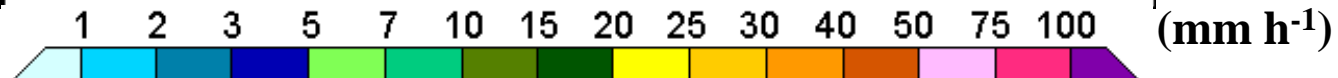
ZONA SUL



ZONA LESTE

www.saisp.br

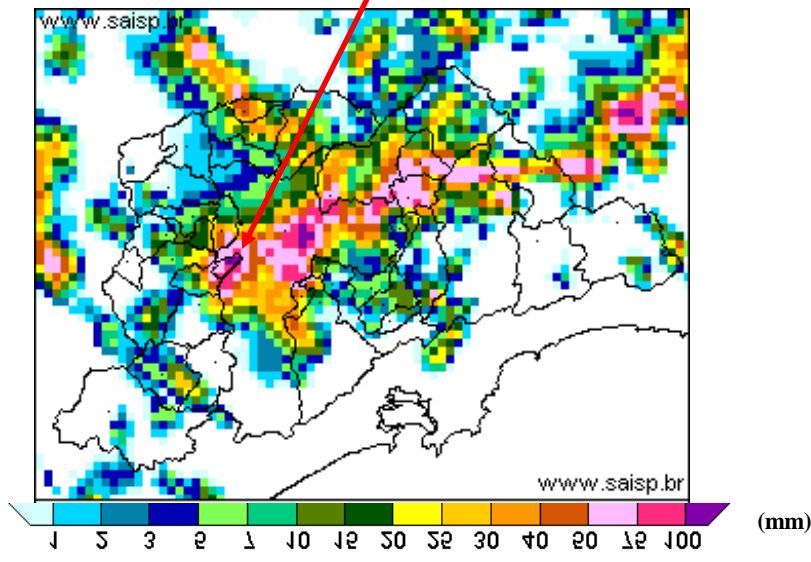
3.0 Km - 02 FEV 2004 18:01





02-02-2004

MORUMBI



Fonte: OESP

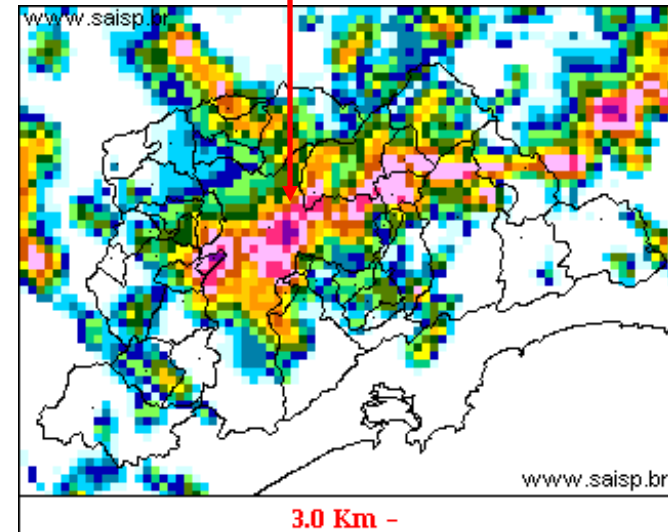


Fonte: OESP



Fonte: OESP

RIO ARICANDUVA



EVENTOS DE ENCHENTE NA CIDADE DE SÃO PAULO

| Data | FSP | VF | PA | RVF | PCR | DT | TAI | P max | Norte | Sul | Centro | Leste | Oeste | RADAR | BM | T max | Td max |
|----------|-----|----|----|-----|-----|-----|-----|-------|-------|-----|--------|-------|-------|-------|-----|-------|--------|
| 20020324 | sim | | 21 | sim | | sim | | | | sim | sim | sim | | | FF | 24.3 | 20.7 |
| 20020708 | sim | | | sim | | | | | | sim | | | | | FF | 18.1 | 10.0 |
| 20020920 | sim | | 23 | sim | 198 | | | 39.5 | sim | sim | | sim | sim | sim | FF | 25.8 | 18.2 |
| 20021029 | sim | | 8 | | 80 | | | 33.5 | | | | sim | | sim | sim | 32.4 | 21.2 |
| 20021128 | sim | | 51 | sim | 154 | sim | | 81.0 | | sim | | | sim | sim | sim | 32.8 | 22.9 |
| 20021201 | sim | | 17 | sim | | | | | | sim | sim | | | sim | sim | 33.5 | 20.4 |
| 20021217 | sim | 2 | 41 | | 93 | sim | | | | | sim | sim | | sim | sim | 29.2 | 21.1 |
| 20030102 | sim | | 23 | sim | | | | | | | sim | | | | sim | 32.3 | 21.6 |
| 20030103 | sim | | 37 | sim | 15 | sim | | 113.0 | sim | | | | | sim | sim | 28.6 | 21.1 |
| 20030116 | sim | | 30 | sim | 66 | | sim | | | | | | sim | sim | sim | 28.7 | 19.1 |
| 20030121 | sim | | 9 | | | | | | | | sim | | | sim | sim | 29.7 | 22.7 |
| 20030127 | sim | 8 | | | | sim | | | | sim | | | | sim | FF | 24.4 | 19.7 |
| 20030128 | sim | | 69 | | | | | | | sim | | sim | | sim | FF | 23.5 | 20.4 |
| 20030217 | sim | | | | | | | | | | | | sim | sim | FF | 25.2 | 20.0 |
| 20030303 | sim | | 29 | | | | | | | | | sim | | sim | sim | 33.7 | 23.2 |
| 20030305 | sim | | 24 | | 60 | | sim | 73.0 | sim | | | | | sim | sim | 29.7 | 21.8 |
| 20030307 | sim | | 36 | sim | 129 | | | | | | | | sim | sim | sim | 30.2 | 21.4 |
| 20031009 | sim | | 19 | sim | 162 | | | | | sim | | | sim | sim | sim | 30.4 | 18.9 |
| 20031117 | sim | | | sim | 89 | | | | | | | | | sim | JJ | 28.1 | 19.4 |
| 20031223 | sim | | 11 | | 128 | sim | | | sim | | | | | sim | FF | 27.5 | 19.8 |
| 20040112 | sim | | | sim | 98 | sim | | | sim | | | | | sim | sim | 27.9 | 19.5 |
| 20040123 | sim | 3 | 20 | sim | 147 | sim | | | | | | | sim | sim | sim | 27.8 | 20.1 |
| 20040130 | sim | | 33 | sim | 151 | sim | | 62.4 | | sim | | sim | | sim | sim | 31.3 | 20.1 |
| 20040131 | sim | | 19 | | | | | 32.7 | sim | | | | | sim | sim | 30.8 | 19.1 |
| 20040202 | sim | | 47 | sim | 85 | | | 65.0 | | | | sim | sim | sim | sim | 32.3 | 22.7 |
| 20040204 | sim | | 32 | sim | | | | 73.3 | | | | sim | | sim | sim | 32.6 | 21.0 |
| 20040219 | sim | | 14 | sim | 106 | sim | | 43.7 | | sim | | | | sim | sim | 32.6 | 18.3 |
| 20040222 | sim | | 26 | | | | | | | | | sim | | sim | FF | 23.4 | 20.2 |
| 20040404 | sim | | 15 | | | | | | | sim | | sim | sim | sim | JJ | 25.8 | 18.4 |
| 20040406 | sim | | 29 | | 142 | sim | | 79,5 | | sim | | | sim | sim | sim | 26.3 | 20.6 |
| 20040421 | sim | 1 | 13 | | | sim | | | | | sim | | sim | sim | sim | 25.2 | 19.8 |

Legenda:

Data (ano, mês, dia);

Registro jornalístico da FSP;

Número de vítimas fatais (VF);

Pontos de alagamento (PA);

Rajadas de vento forte (RVF);

Pico de congestionamento (PCR) km;

Deslizamento de terra (DT);

Descargas elétricas atmosféricas (DEA);

Transporte aéreo interrompido (TAI);

Precipitação máxima (P max) mm;

Regiões atingidas (N, S, C, L e O);

Dados (RADAR);

Brisa marítima (BM);

T_{ar} máxima;

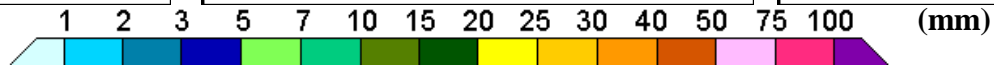
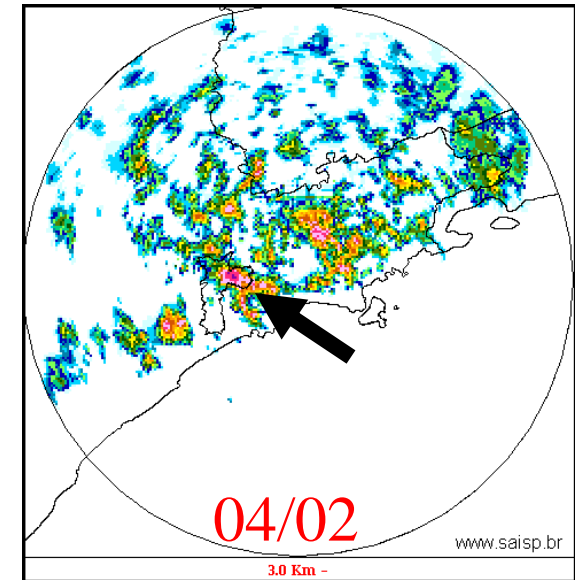
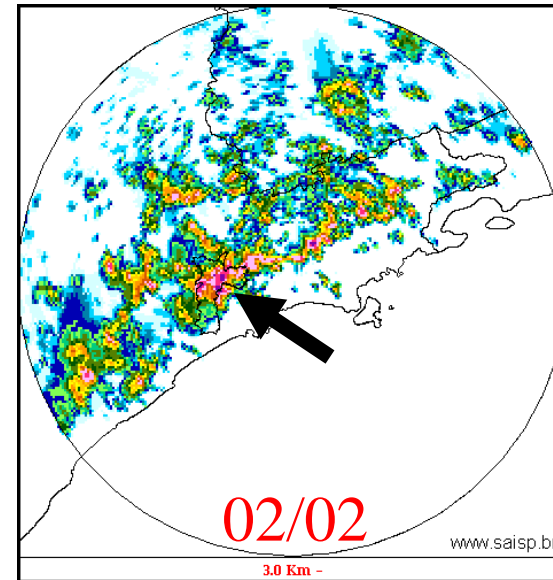
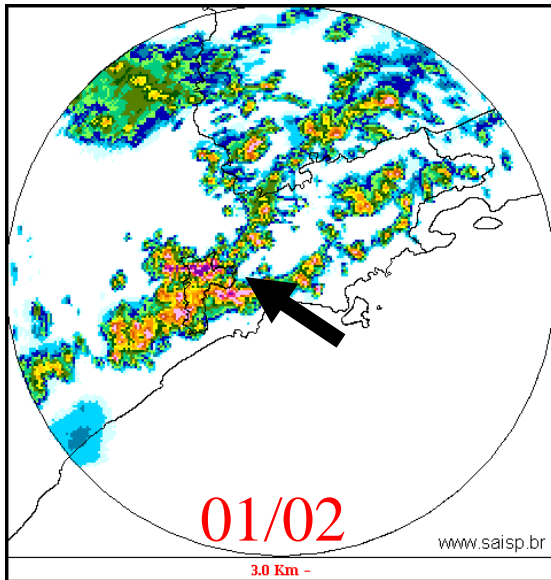
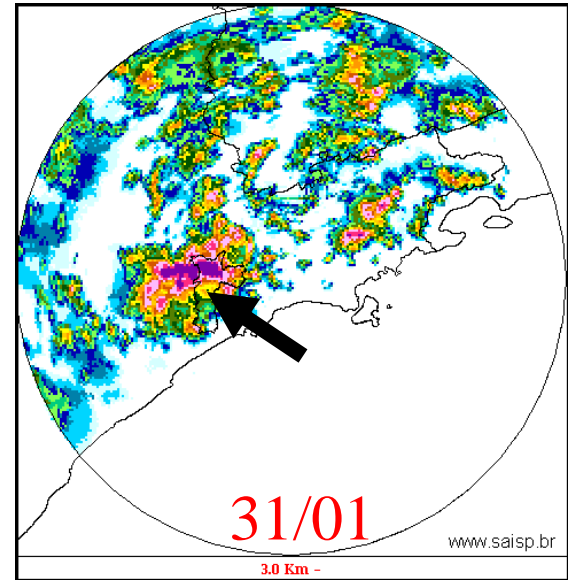
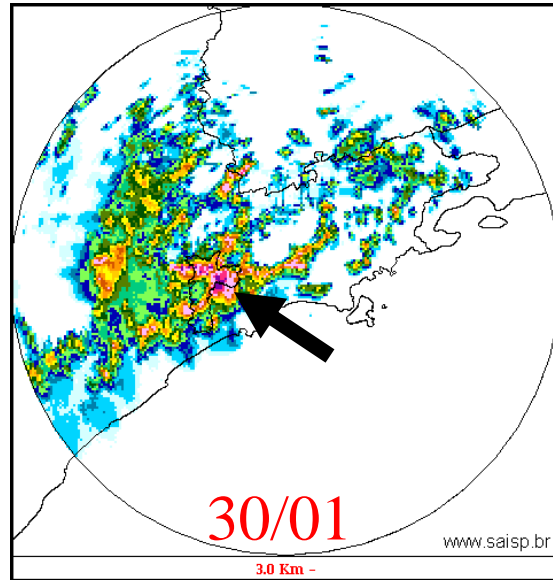
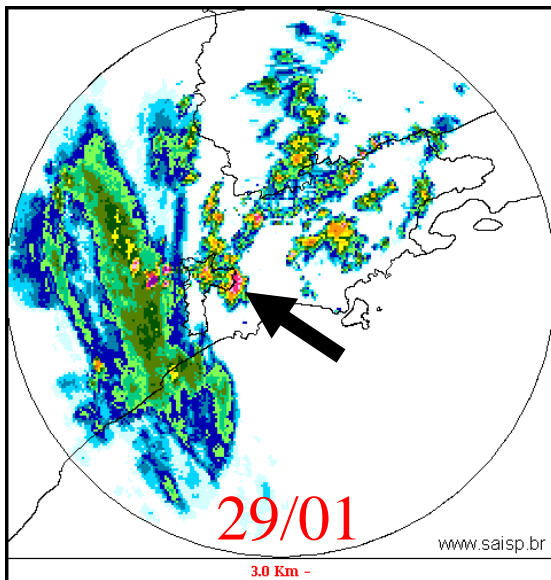
T_d máxima °C;

JJ jato de altos níveis;

FF frente fria.

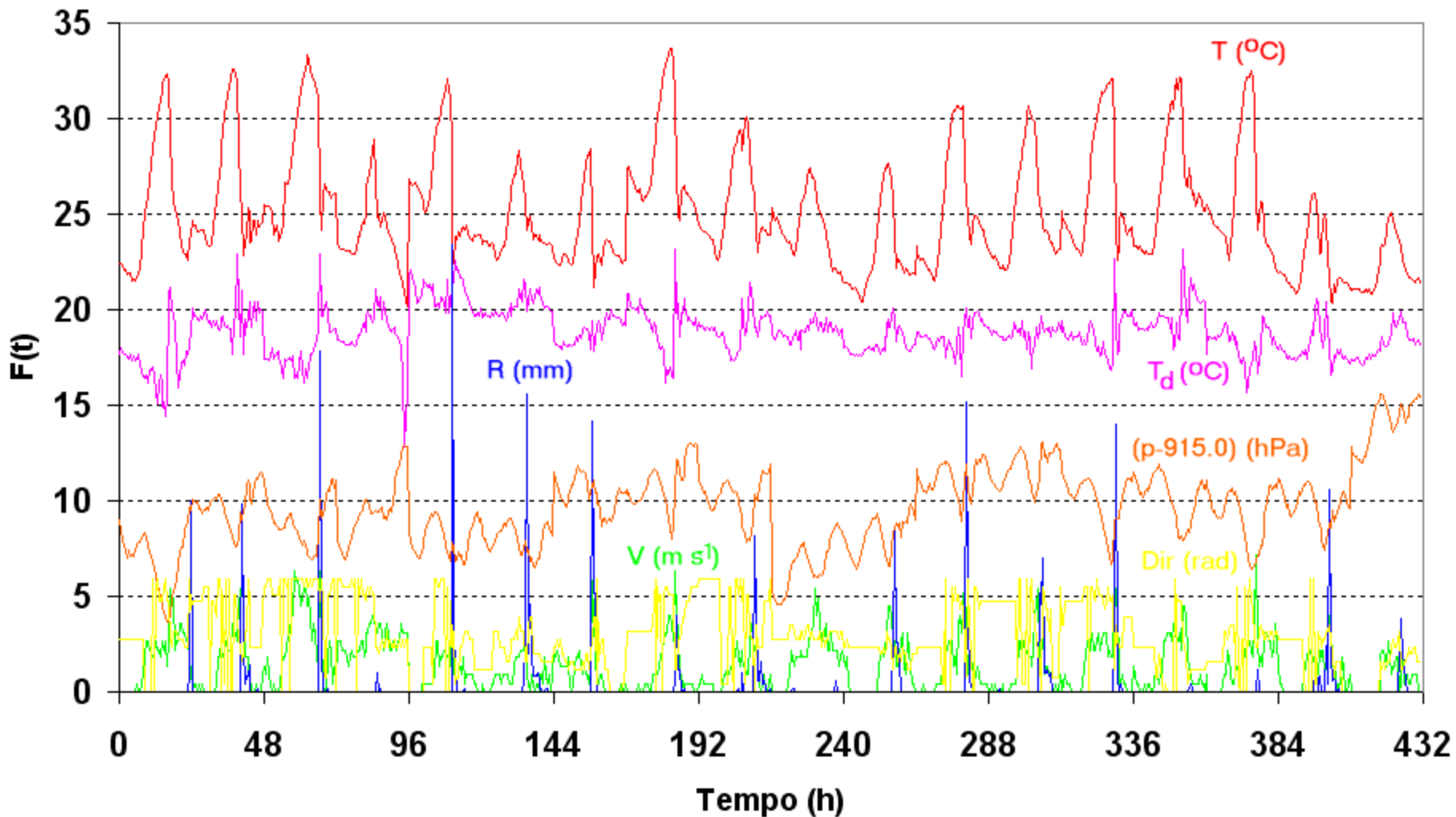
Dados: Jornal Folha de São Paulo (FSP), Centro de Gerenciamento de Emergências (CGE) da Prefeitura de Município de São Paulo (PMSP), radar meteorológico de São Paulo e estação meteorológica do DCA IAG USP.

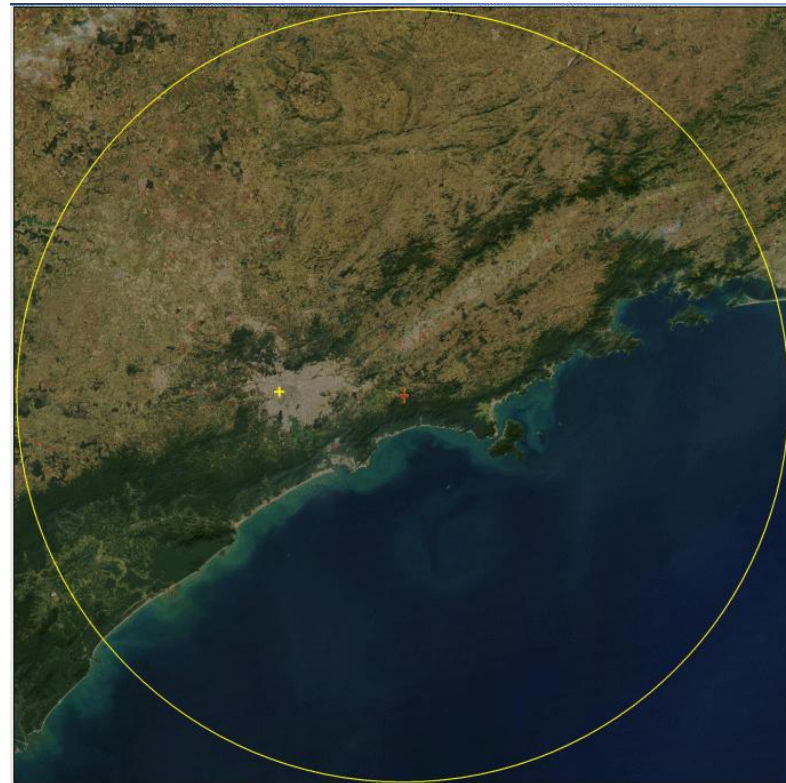
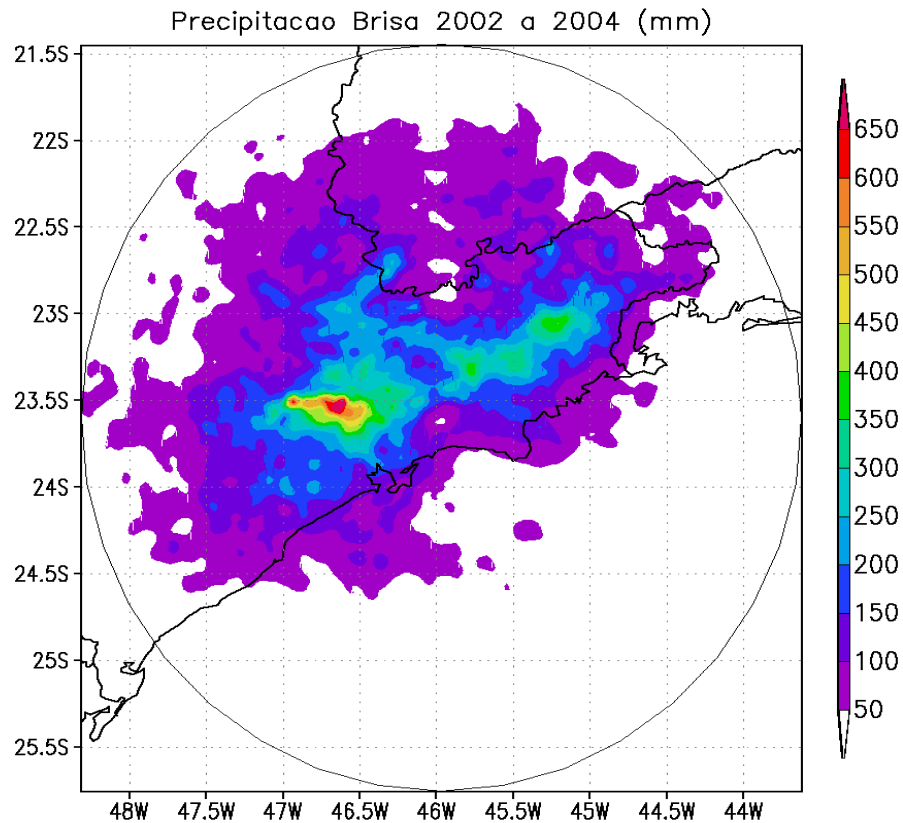
PRECIPITAÇÃO DIÁRIA ESTIMADA COM RADAR METEOROLÓGICO - 2004



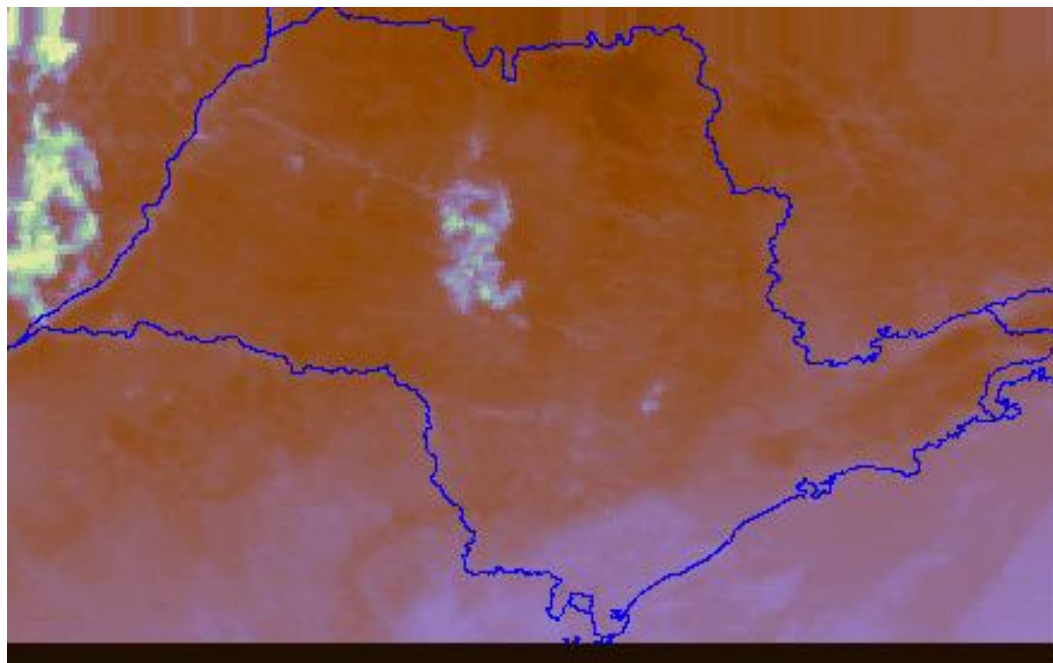
EVENTOS ASSOCIADOS COM BRISA MARÍTIMA 2002 A 2004

Eventos de Enchente associados à Brisa Marítima 2002-2004



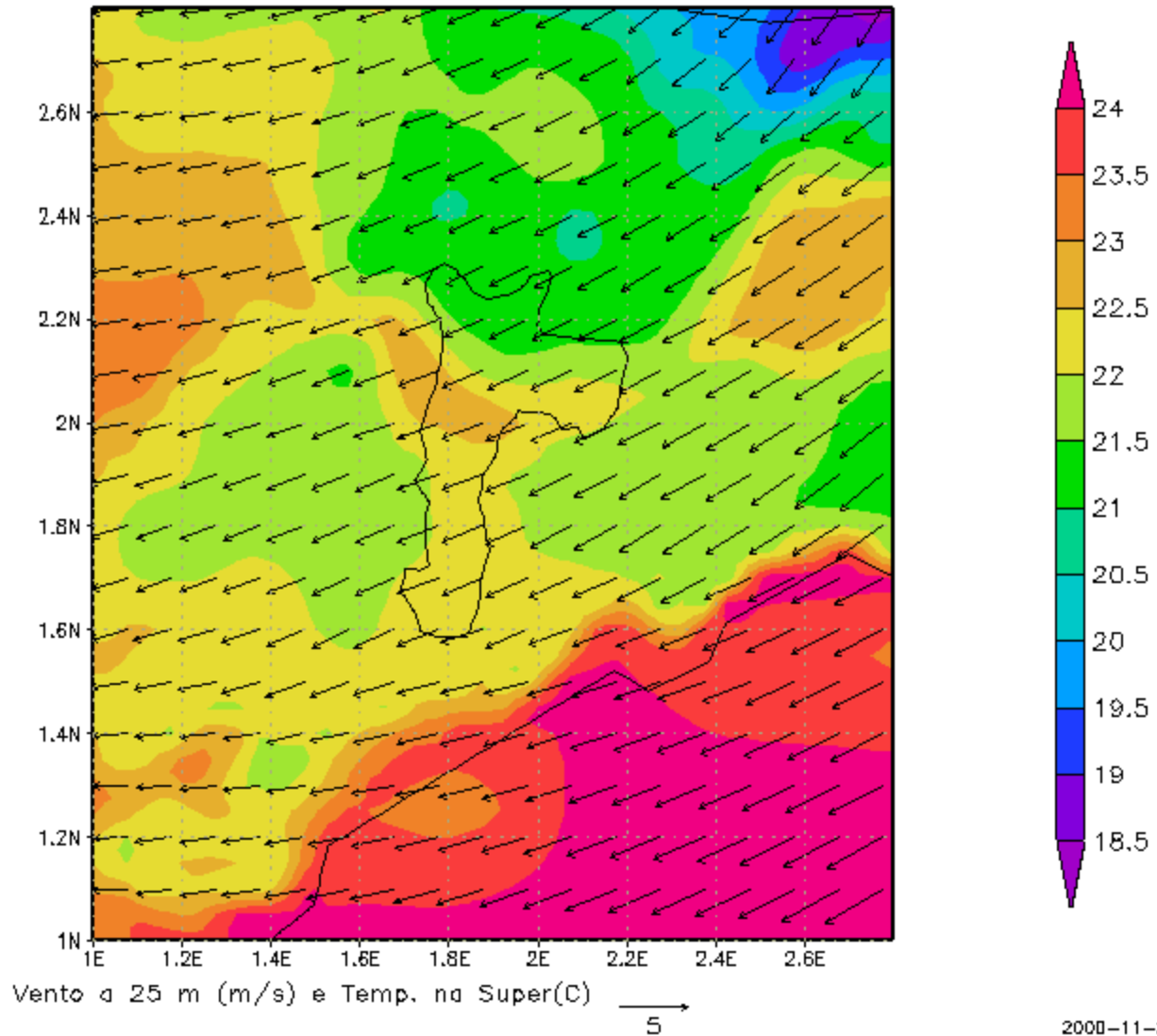


ILHA DE CALOR - REGIÃO METROPOLITANA DE SÃO PAULO



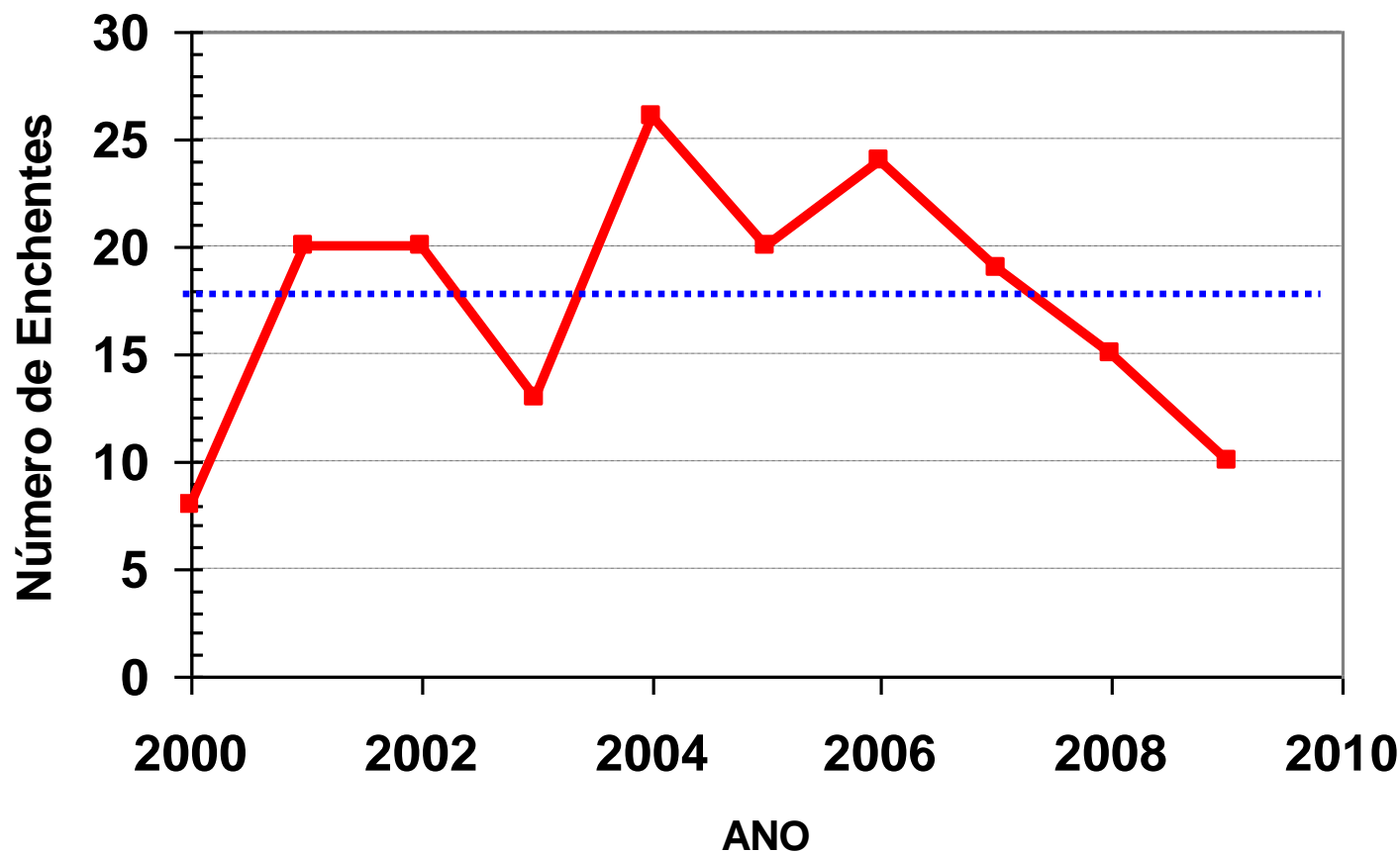
Simulacao Ilha de Calor + Brisa em SP

Horario: 1 Z



(Pereira Filho et al., 2002)

Enchentes na Cidade de São Paulo de grande Impacto



CAUSAS DAS MUDANÇAS NO MICRO CLIMA:

-ÁREAS VEGETADAS

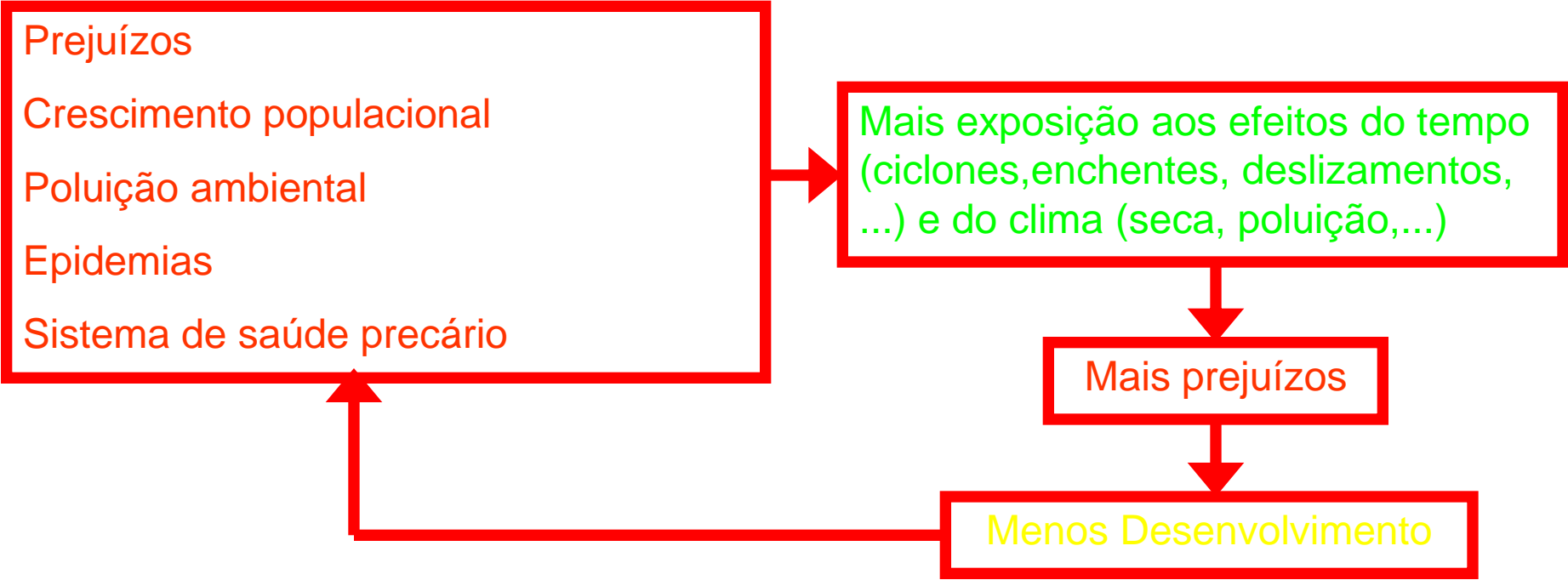
+ÁREA URBANA HORIZONTAL E VERTICAL

+POLUIÇÃO DO AR

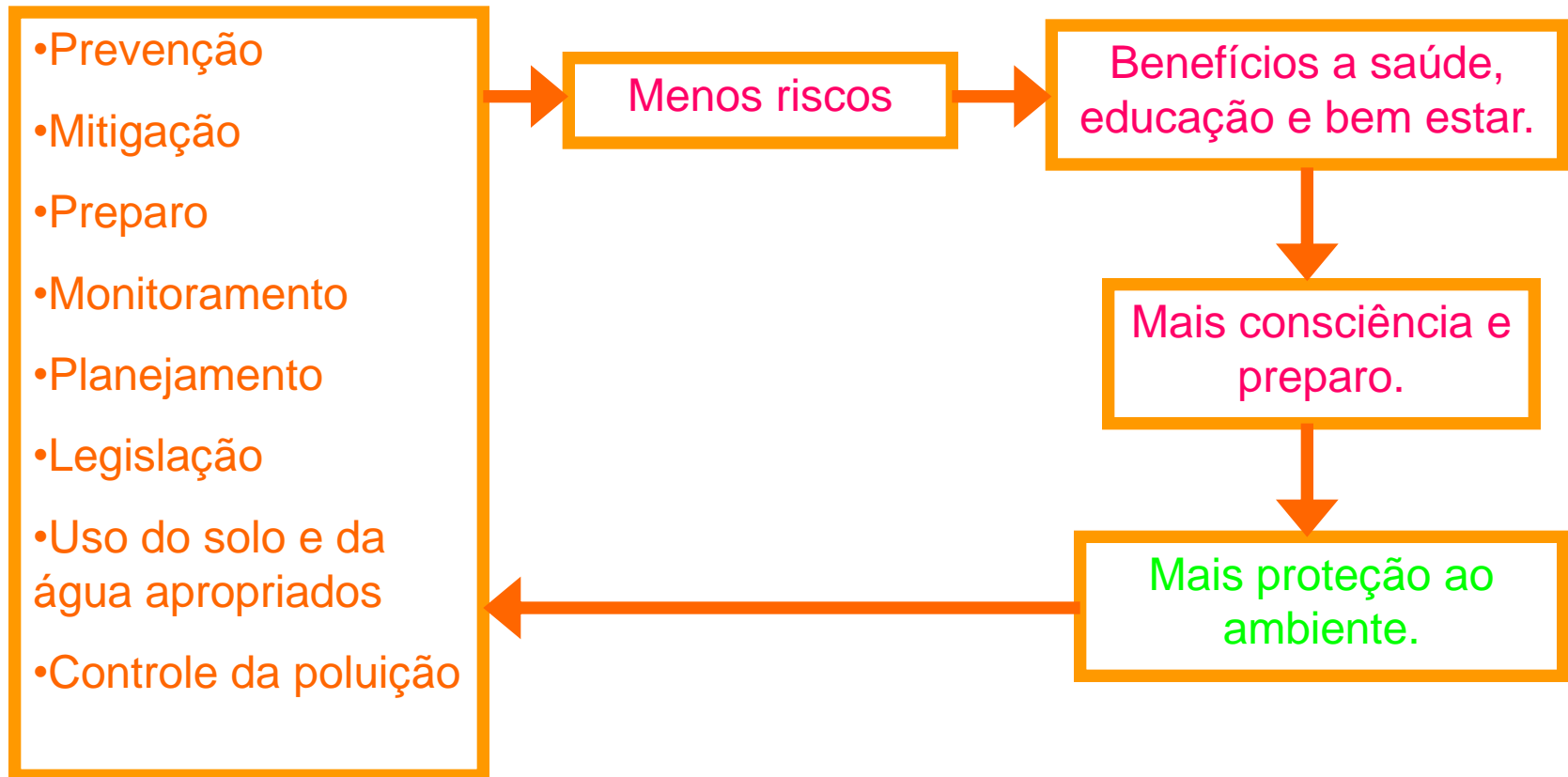
-MUDANÇAS GLOBAIS;

- **$T_{AR} + 2,1^{\circ} C$;**
- **PRECIPITAÇÃO + 395 MM;**
- **VENTO ZONAL (E) + 0,5 M S⁻¹;**
- **VENTO MERIDIONAL (S) - 1,0 M S⁻¹;**
- **UMIDADE RELATIVA - 7%.**

RETRO-ALIMENTAÇÃO POSITIVA DOS PROBLEMAS



GESTÃO AMBIENTAL – FATOR PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL



OBSERVAÇÃO DA TERRA E DA ATMOSFERA
(Essenciais para a sustentabilidade)



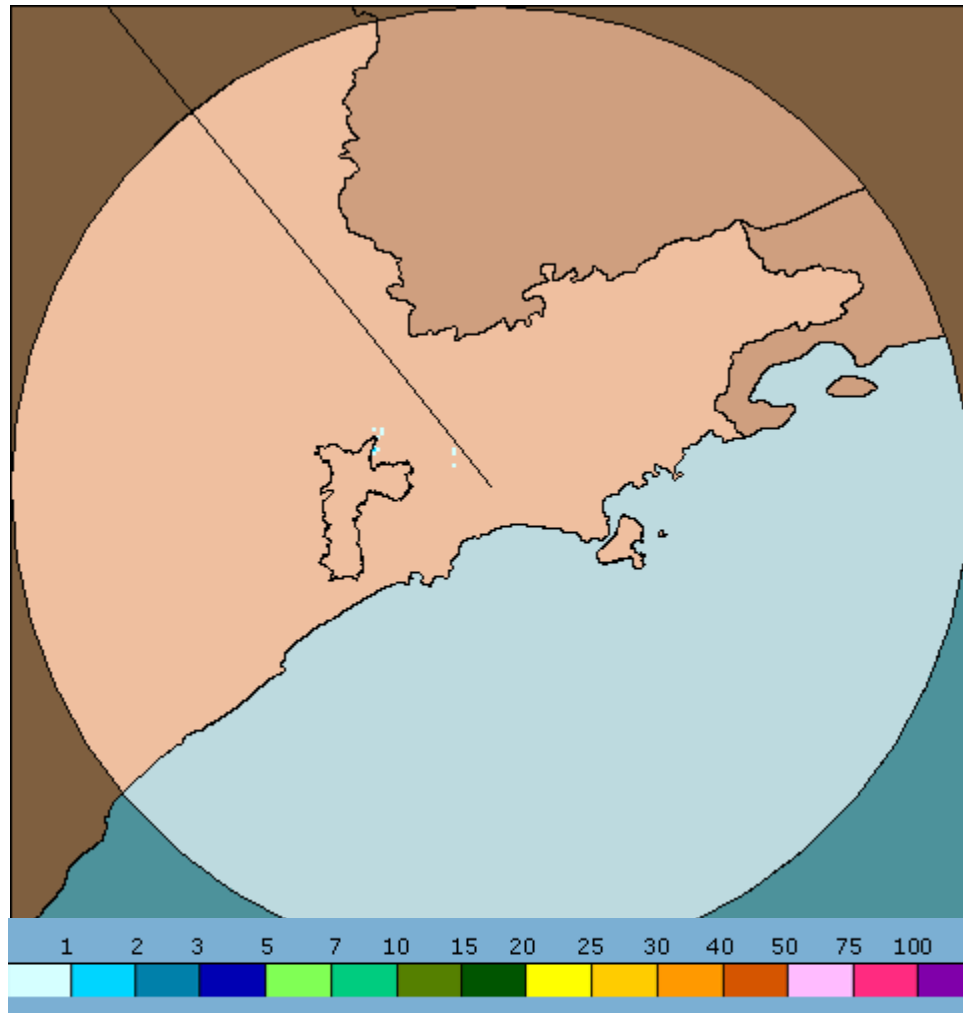
FERRAMENTAS DE PREVISÃO
SISTEMAS DE ALERTA
ENTENDIMENTO DO TEMPO E DO CLIMA
INFORMAÇÃO

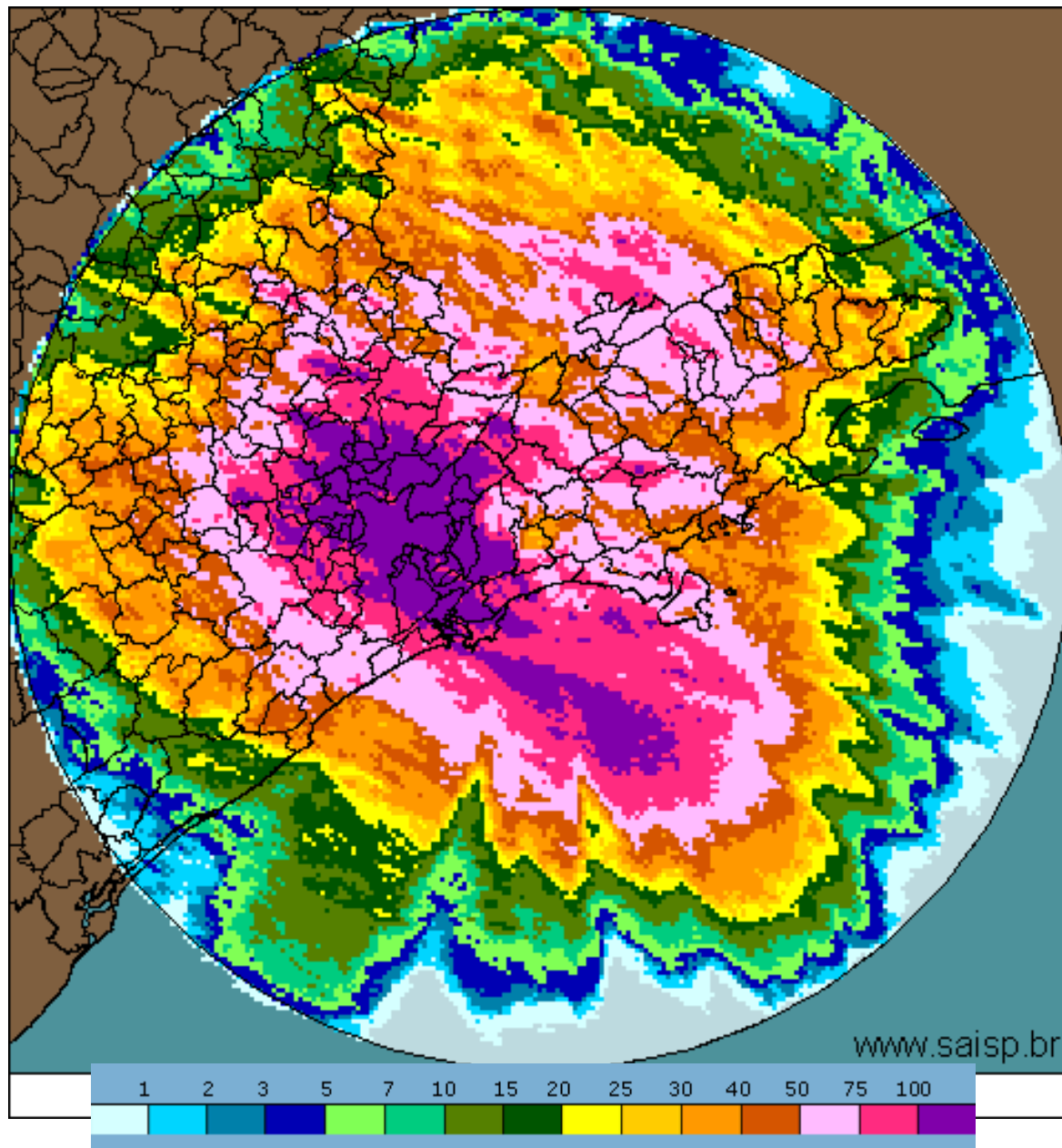


REDUÇÃO DE RISCOS

Enchente São Paulo

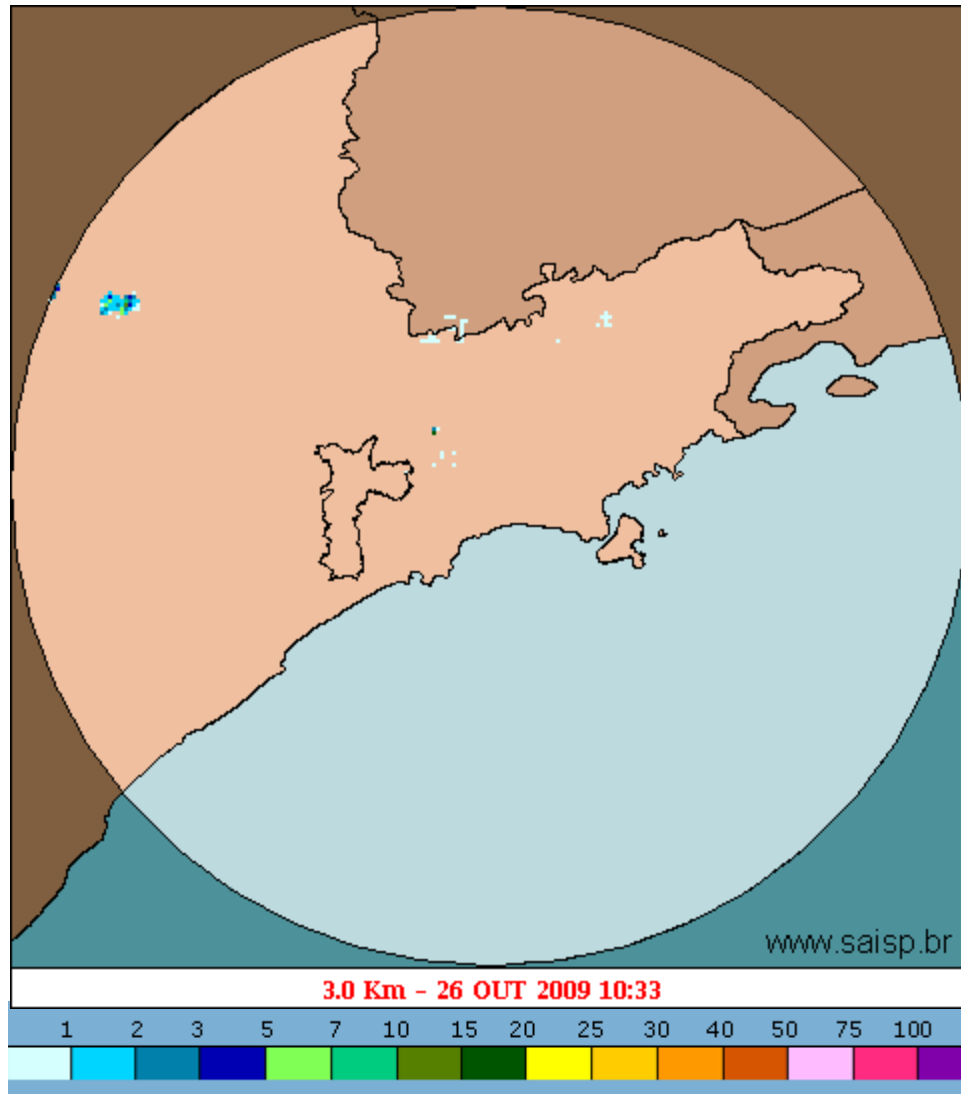
08/09/2009

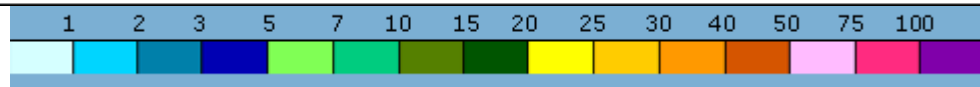
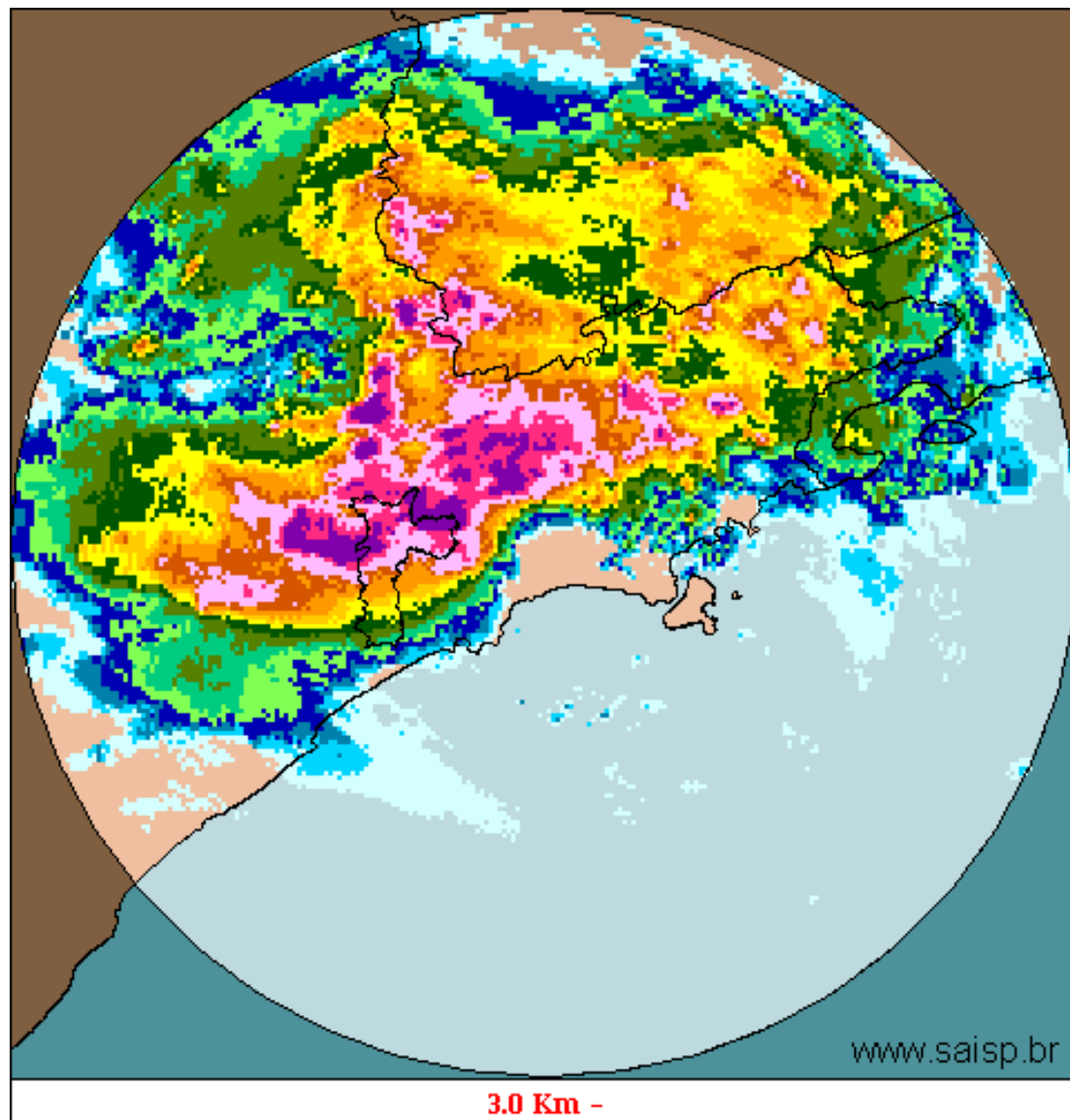




Enchente São Paulo

26/10/2009



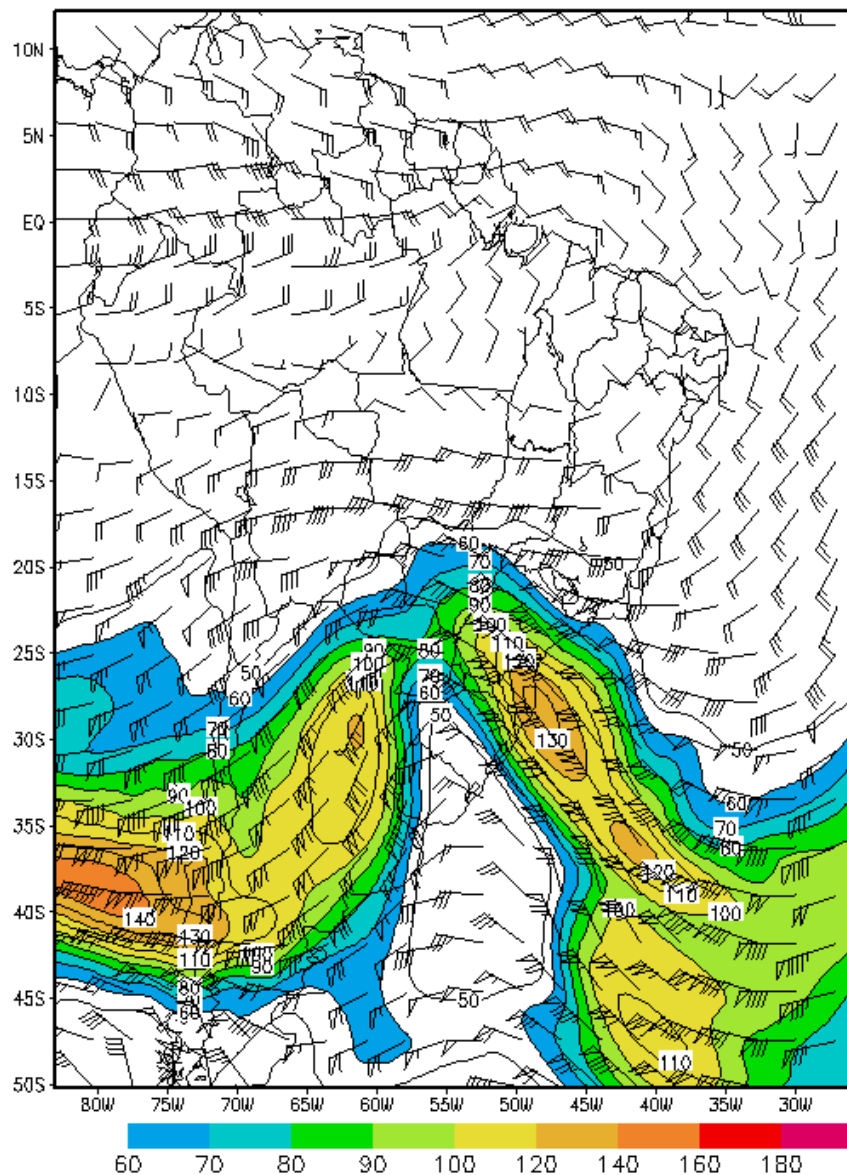


Instituto de Engenharia
Enchentes na RMSP
SP 11/11/2009

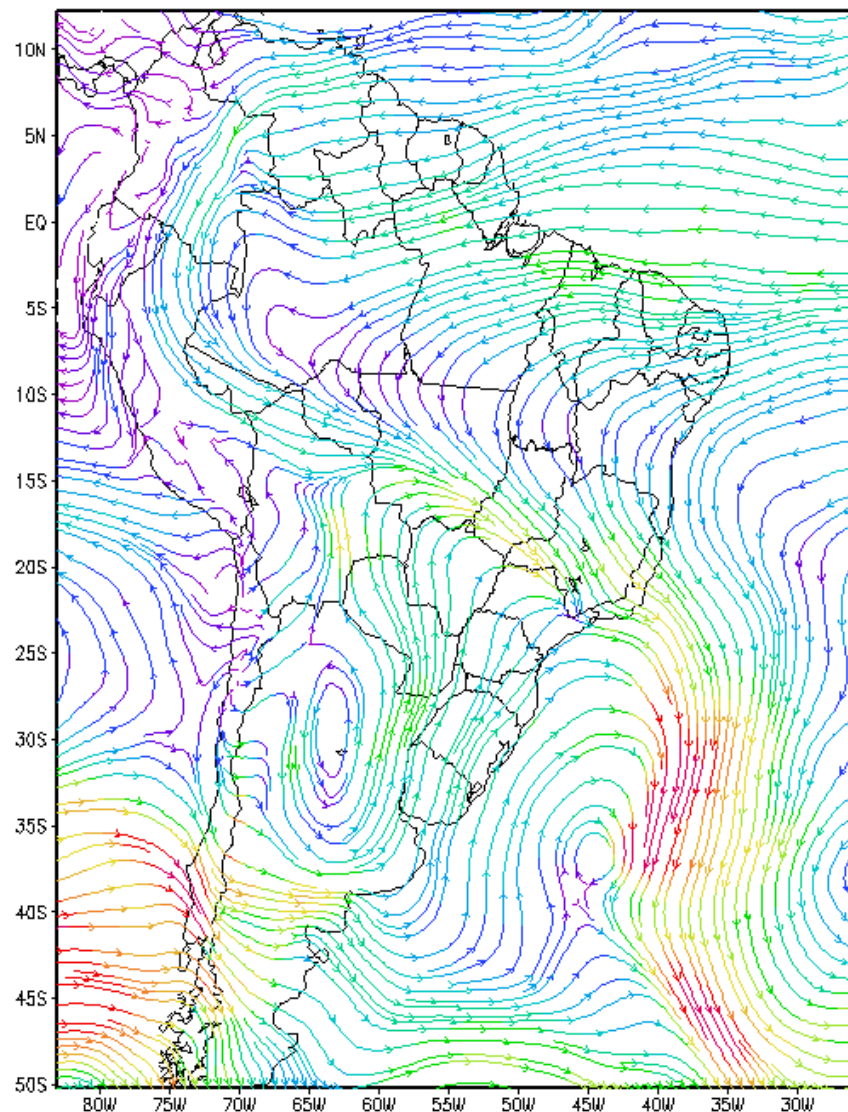
ENCHENTE EM SÃO PAULO

25 DE MAIO DE 2005

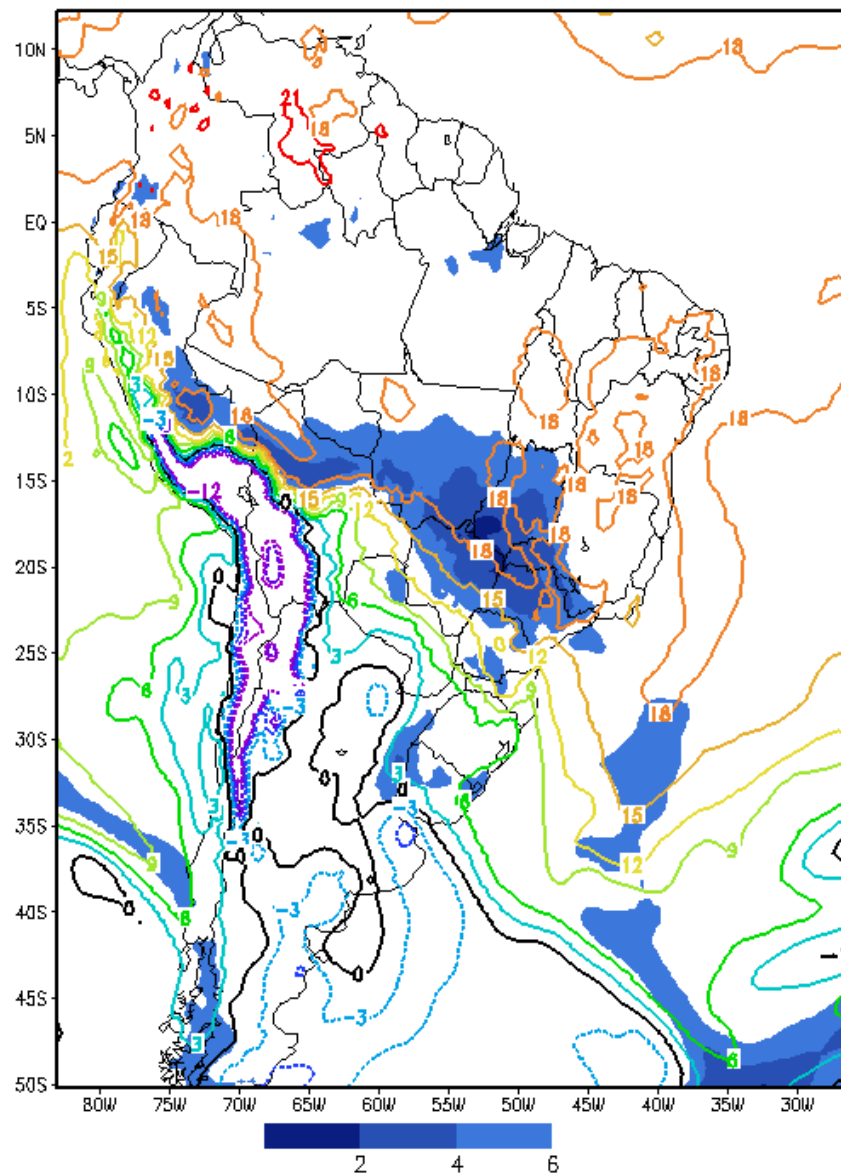
CPTEC/INPE/MCT – MODELO REGIONAL
Previsão de 0000 horas iniciada em 25/05/2005, 12UTC
válida para 25/05/2005, 12UTC (sd)
Vento e Jato em 250 hPa (nos)



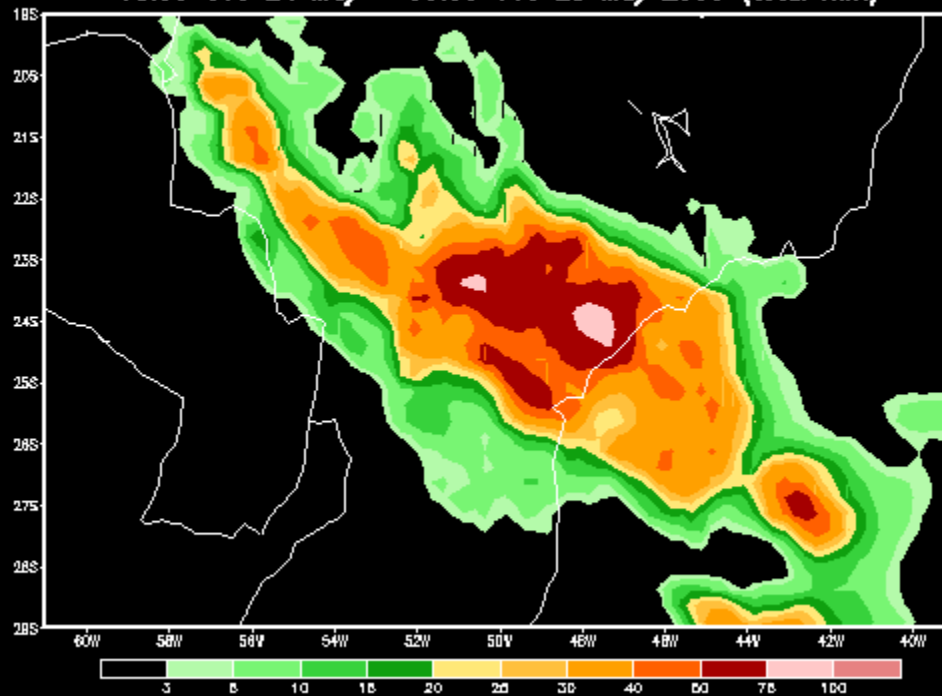
CPTEC/INPE/MCT – MODELO REGIONAL
Previsão de 0000 horas iniciada em 25/05/2005, 12UTC
válida para 25/05/2005, 12UTC (sd)
Linhas de Corrente e Magnitude do Vento (m/s) em 850 hPa



CPTEC/INPE/MCT – MODELO REGIONAL
Previsão de 0000 horas iniciada em 25/05/2005, 12UTC
válida para 25/05/2005, 12UTC (sd)
Td(contorno) e Depressão(sombreado) em 925 hPa (oC)



CPC GCMORPH-IR 0.25 deg lat/lon 30 minute rainfall
18:00 UTC 24 May - 00:00 UTC 25 May 2005 (total mm)

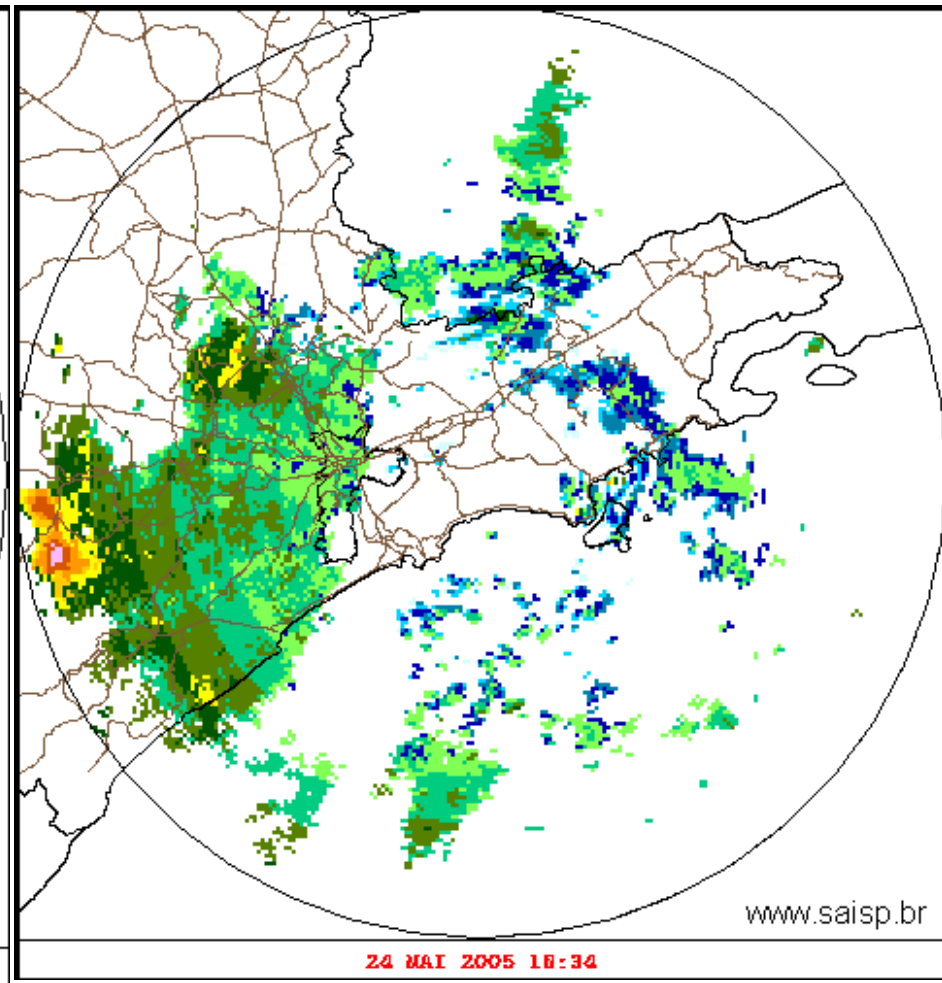
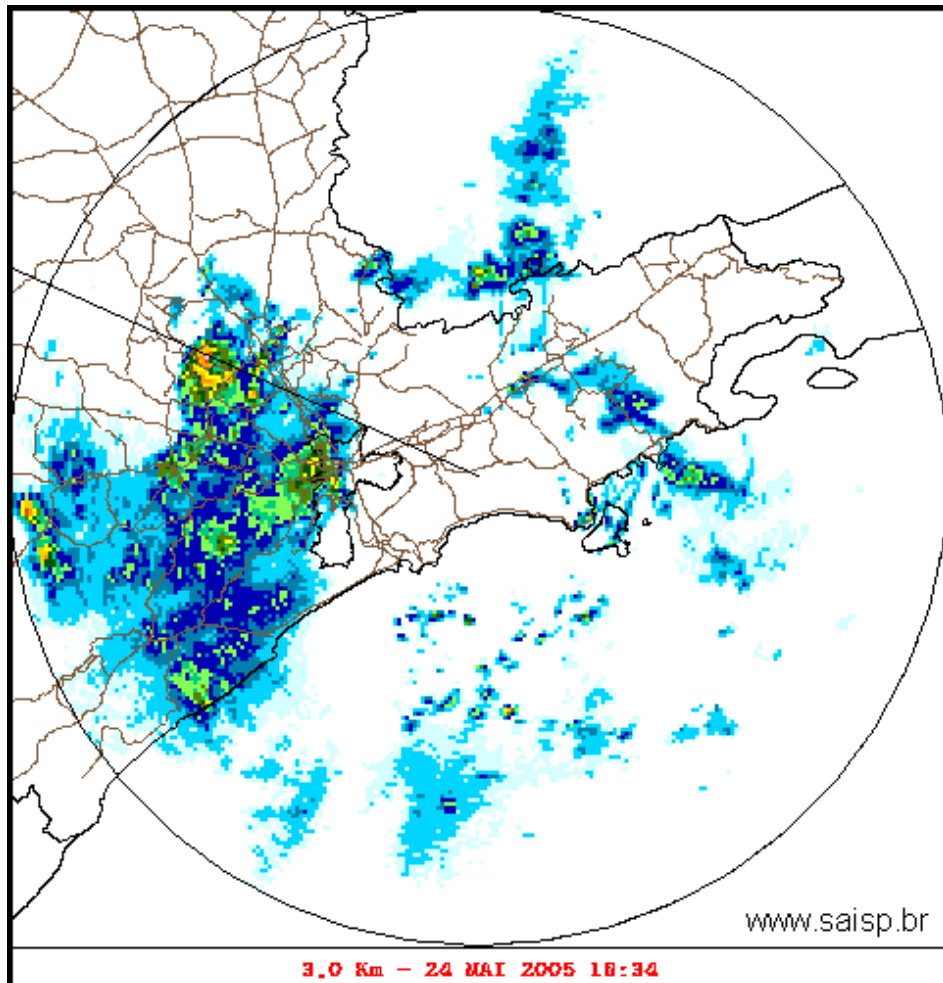




Folha de SP



TORNADO DE INDAIATUBA



Monitoramento e sistema
de alerta simples

Redução de riscos de desastres e pré-
alertas com base em aspectos sócio-
econômicos da vulnerabilidade

GESTÃO DE RISCO

Plano de desenvolvimento
sustentável de longo prazo

+

Centros de informação
especializados

SISTEMA DE PREVISÃO HIDROMETEOROLÓGICA

PROGRAMA SIHESP/FAPESP



LabHidro

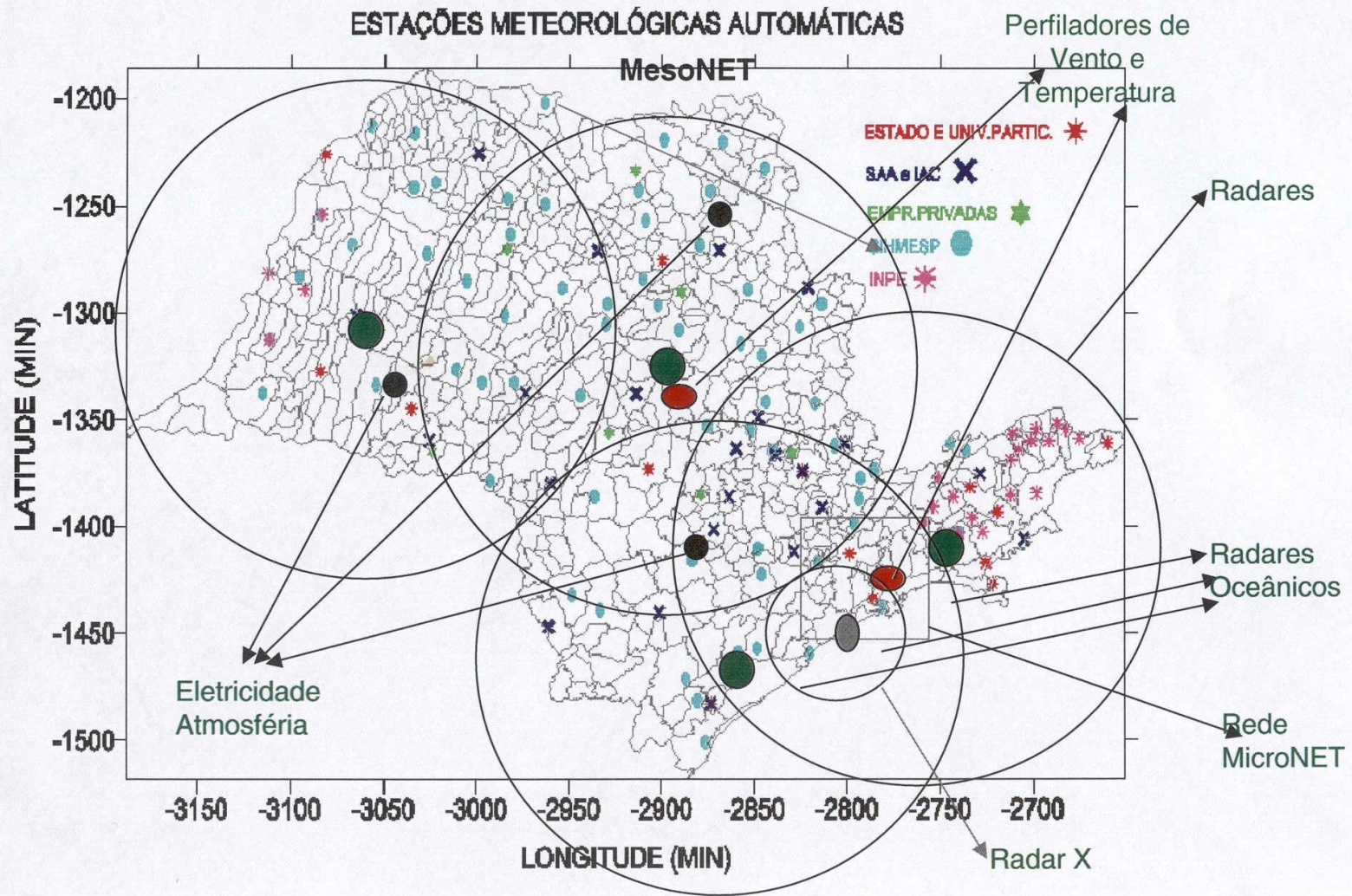
Instituto de Engenharia
Enchentes na RMSP
SP 11/11/2009

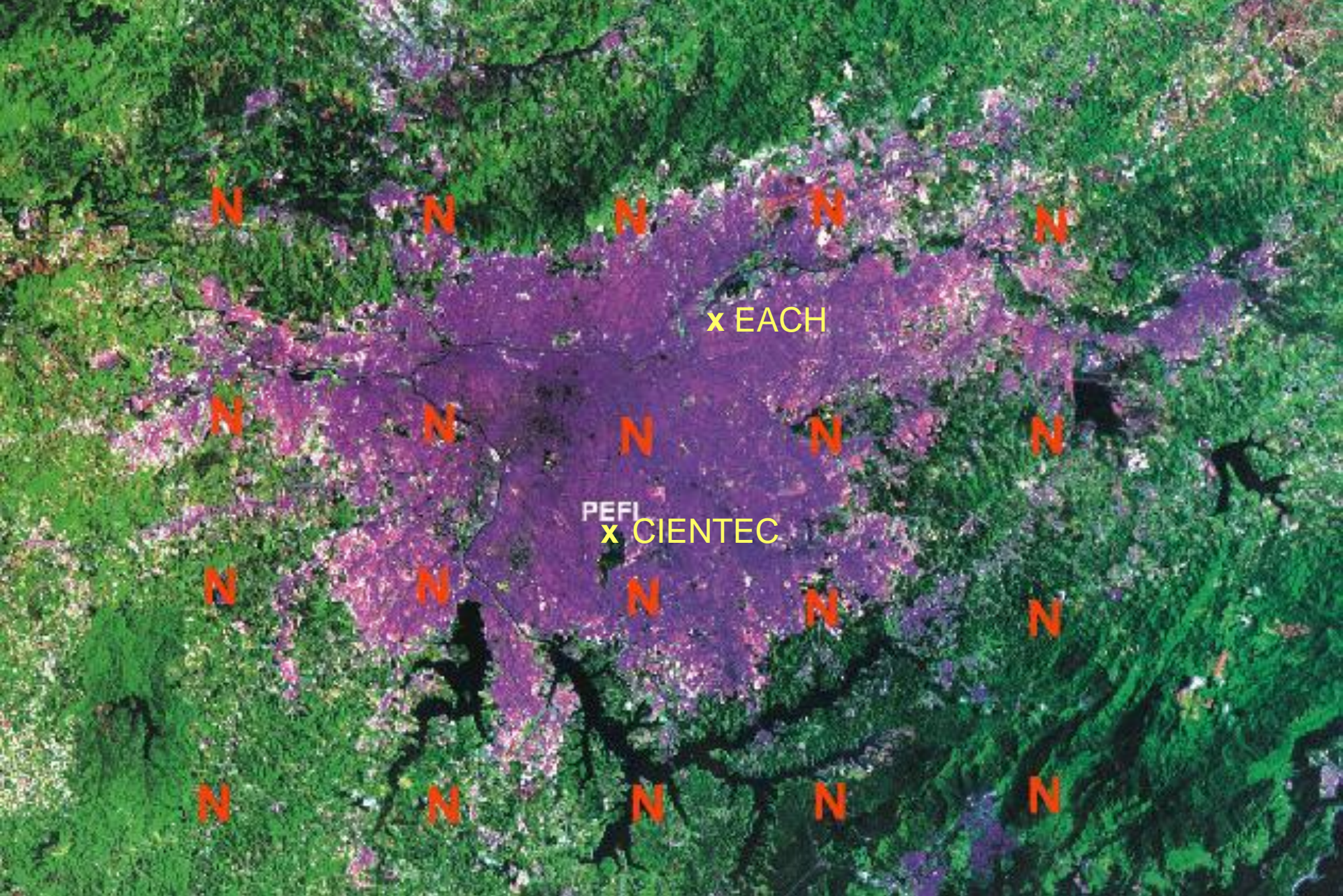


FERRAMENTAS:

- **MESONET (IAC);**
- **MICRONET (LABHIDRO);**
- **DOW X-POL DUAL (LABHIDRO);**
- **SISTEMA ARPS/T-TEB (LABHIDRO).**

SIHESP - Rede de Sensores





x EACH

PEFI
x CIENTEC

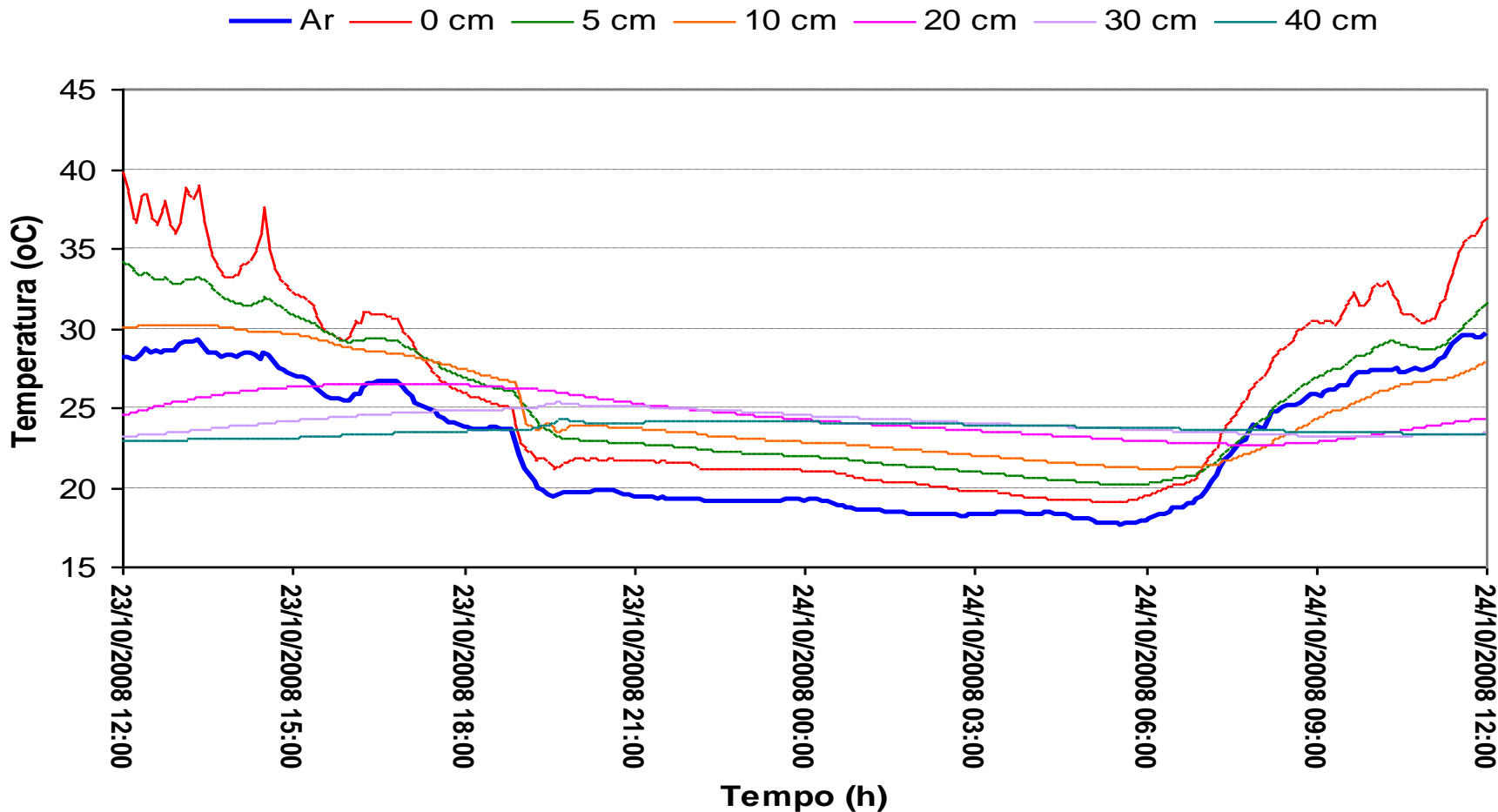
EMA EACH



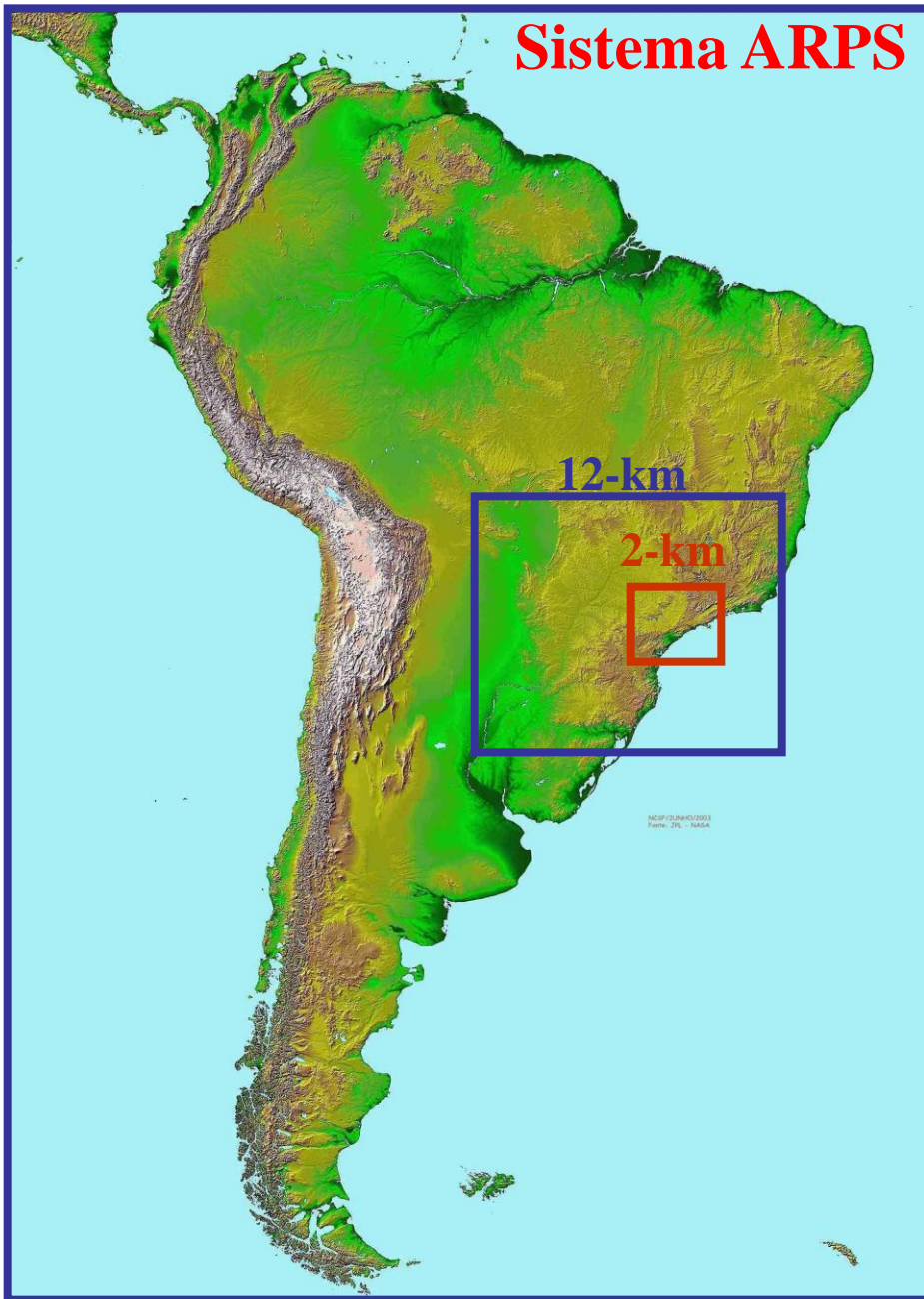
EMA CIENTEC



Temperatura do Ar e do Solo



Sistema ARPS

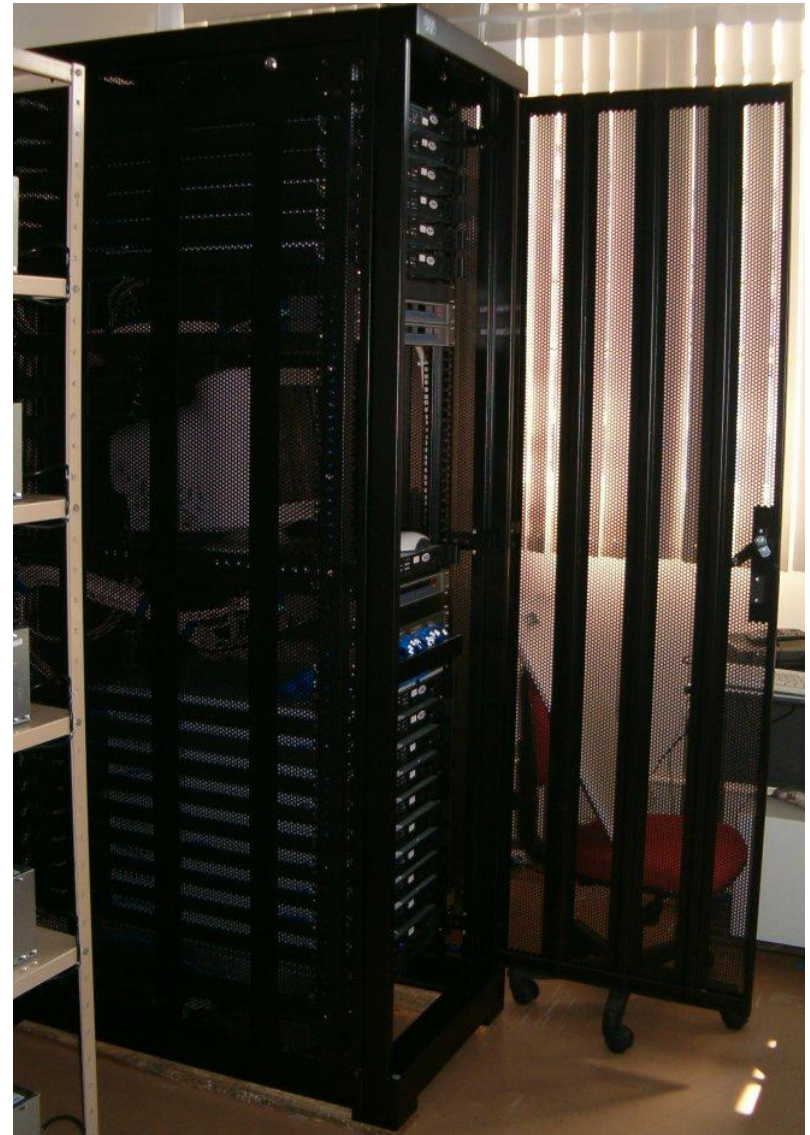


(123x123x35) 48 hr ~ 30 min.

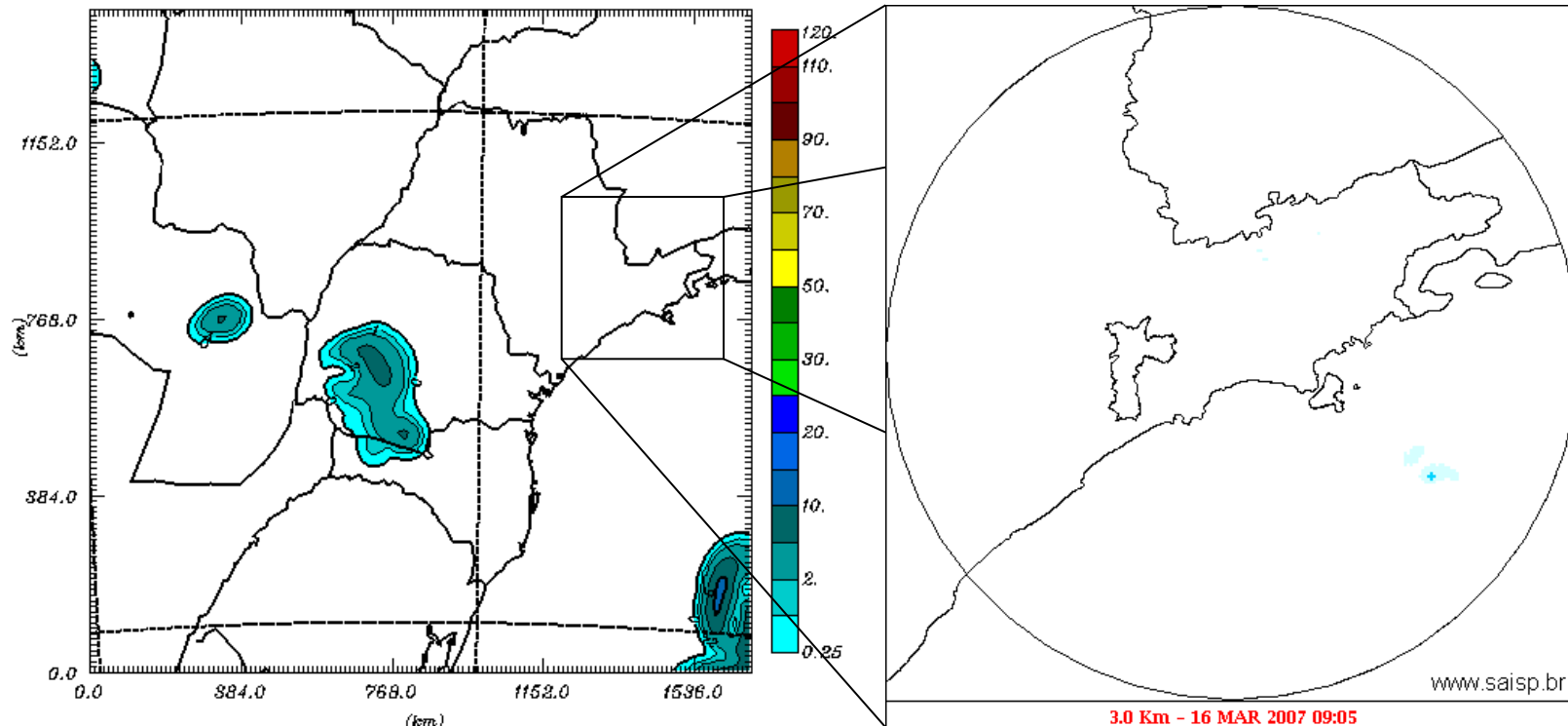
(147x123x35) 48 hr ~3 hr

CLUSTER

- Servidor (Dual Xeon) 3.4 Ghz, 01 GB DDR ECC;
- 16 Nós P4 3.6 GHz, 512MB DDR 400MHz ECC, 512K cache;
- Clic Mandrake 10.1 com kernel 2.6.12;
- Bibliotecas MPICH, PVM ATLAS, LAPACK, ScaLAPACK;
- 105 Gflops com Linpack;
- 38 Gflops com ARPS



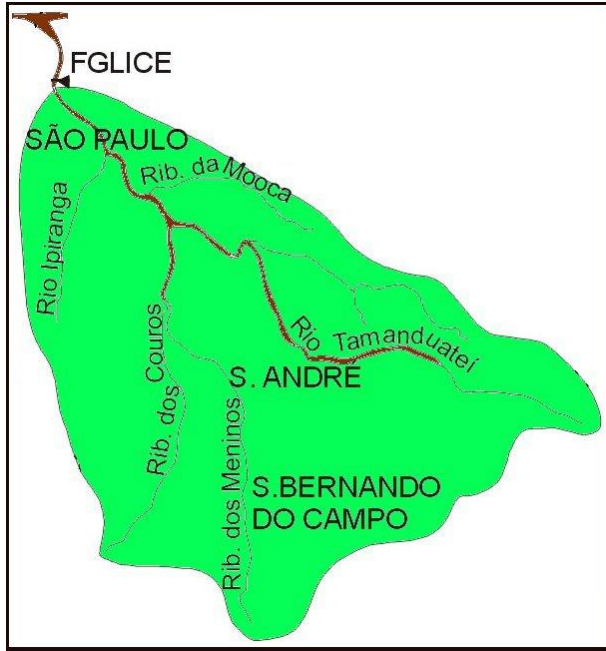
09:00h Sex 16 Mar 2007



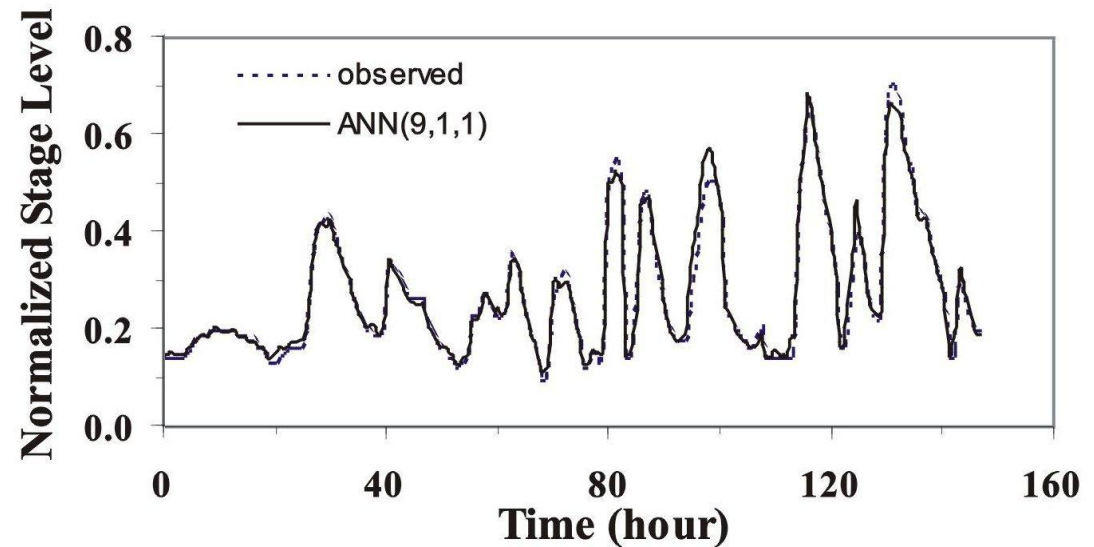
7200.0 s Accumulated Rainfall (mm, SHADED/CONTOUR)

MIN=0.00 MAX=11.2

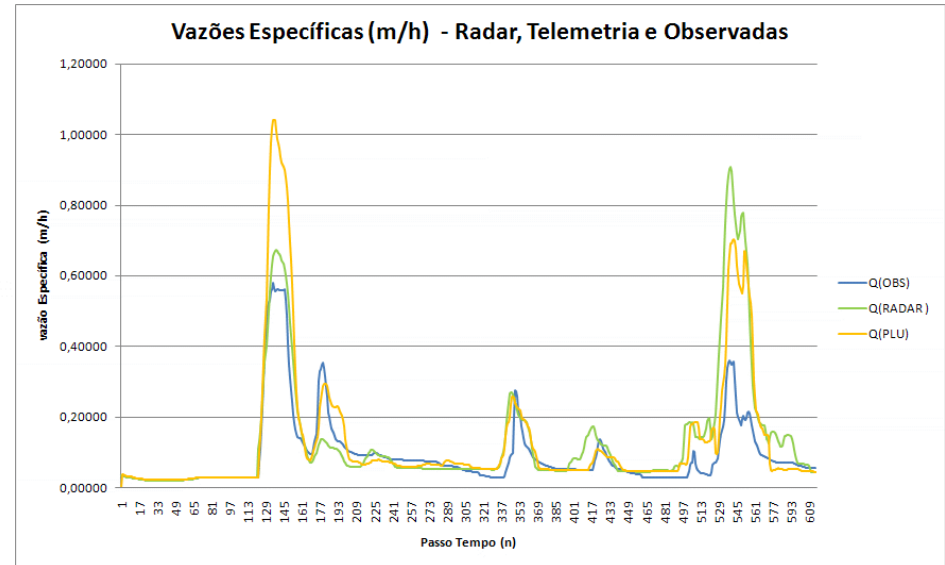
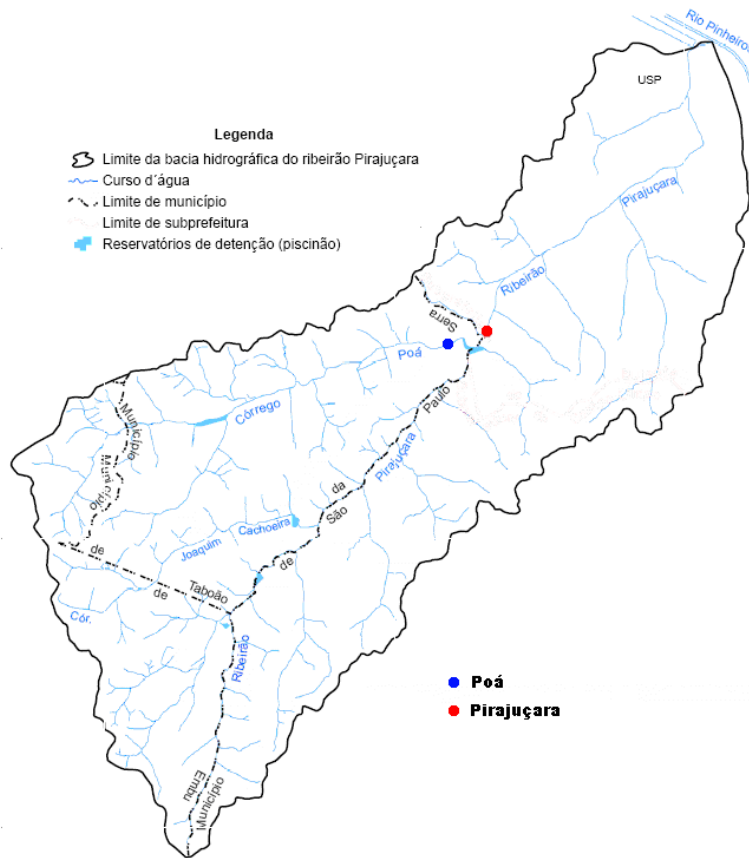
Previsão Hidrológica



RNA - TAMANDUATEÍ



TOPMODEL - PIRAJUSSARA



RADAR MXPOL



Móvel banda X + Doppler + polarização dual

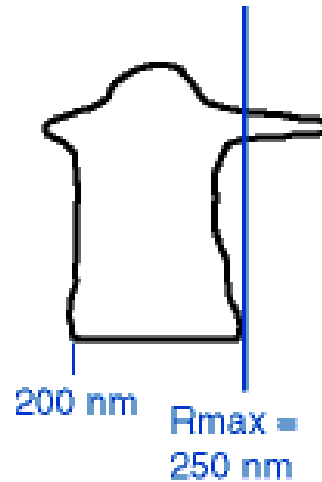
USP

LabHidro

Instituto de Engenharia
Enchentes na RMSP
SP 11/11/2009

CNPq FAPESP
Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico

Como funciona o radar meteorológico?



400 nm

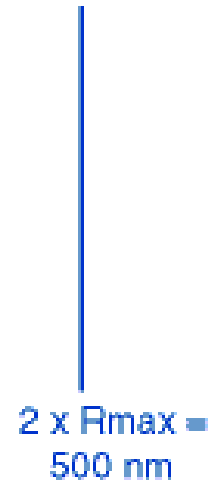
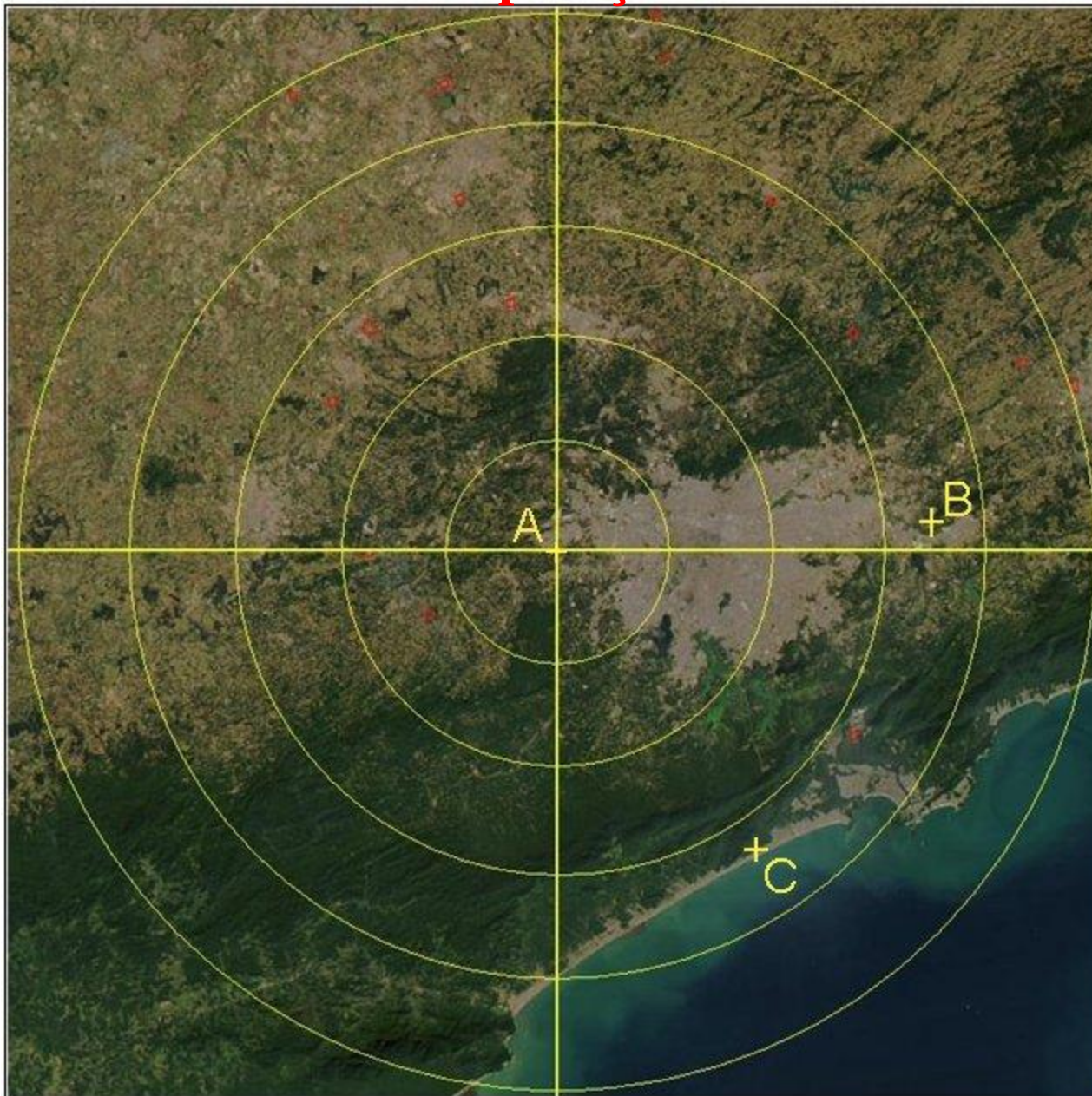


Figure 6

Locais de Operação do MXPOL



Instituto de Engenharia
Enchentes na RMSP
SP 11/11/2009



Aparecido

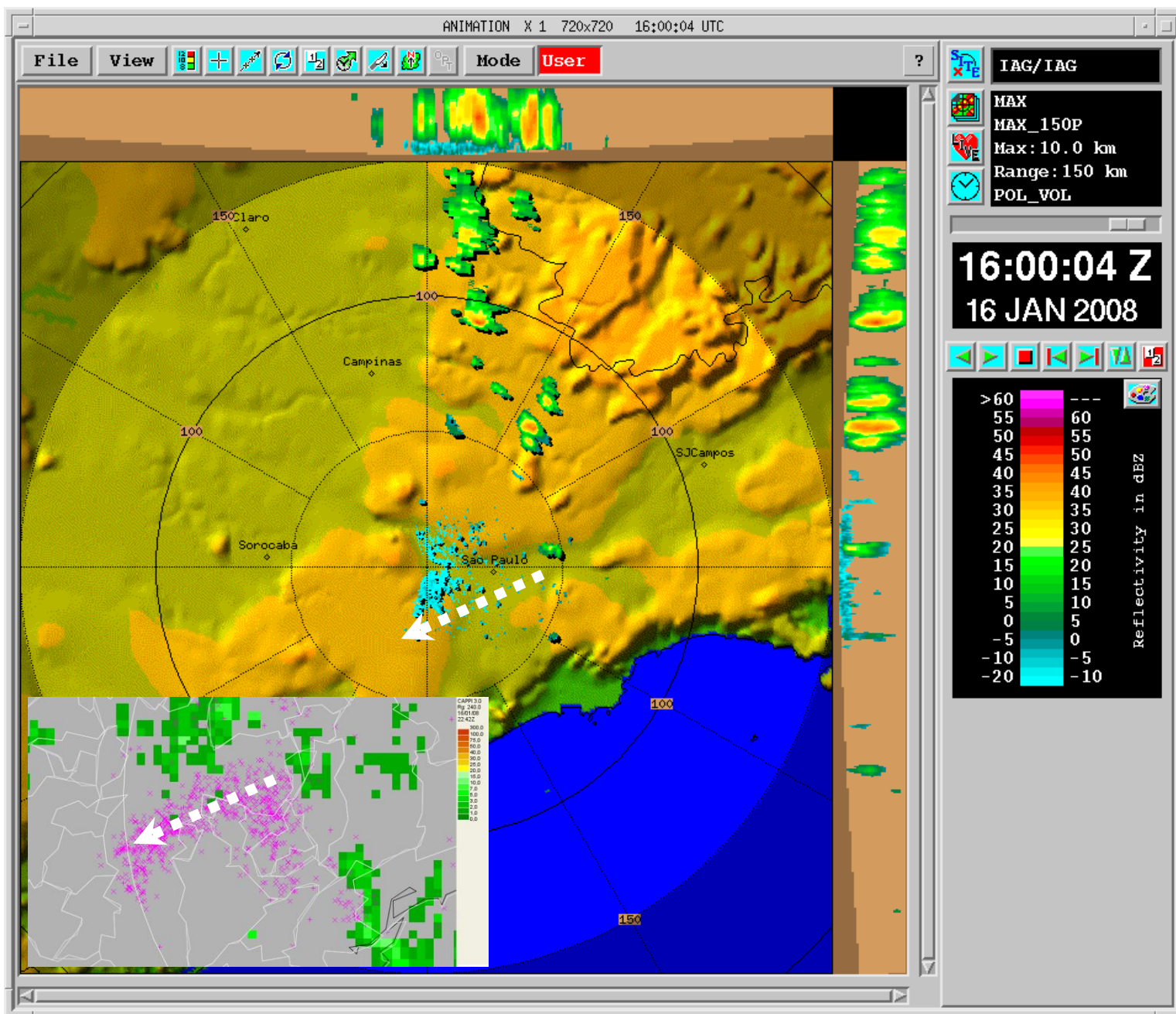


Mesquita



Grupo de Operação do Radar - GOR





File

View



Mode

User

?



*/IAG



MAX



MAX_150P



Max: 20.0 km

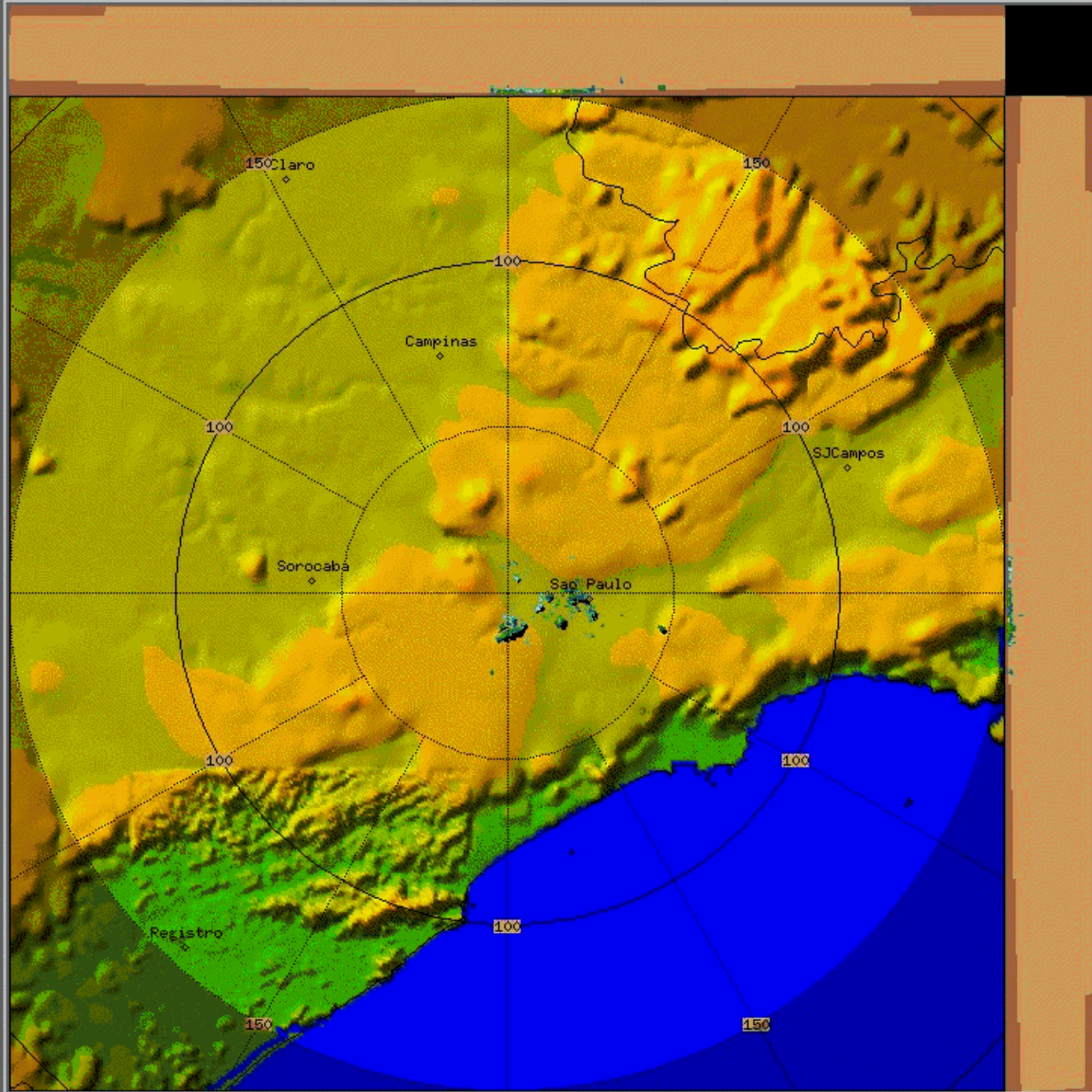
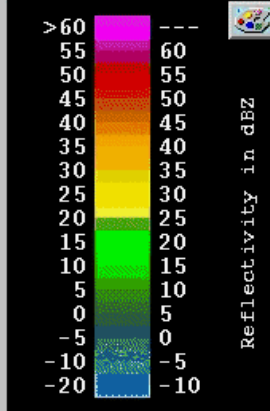


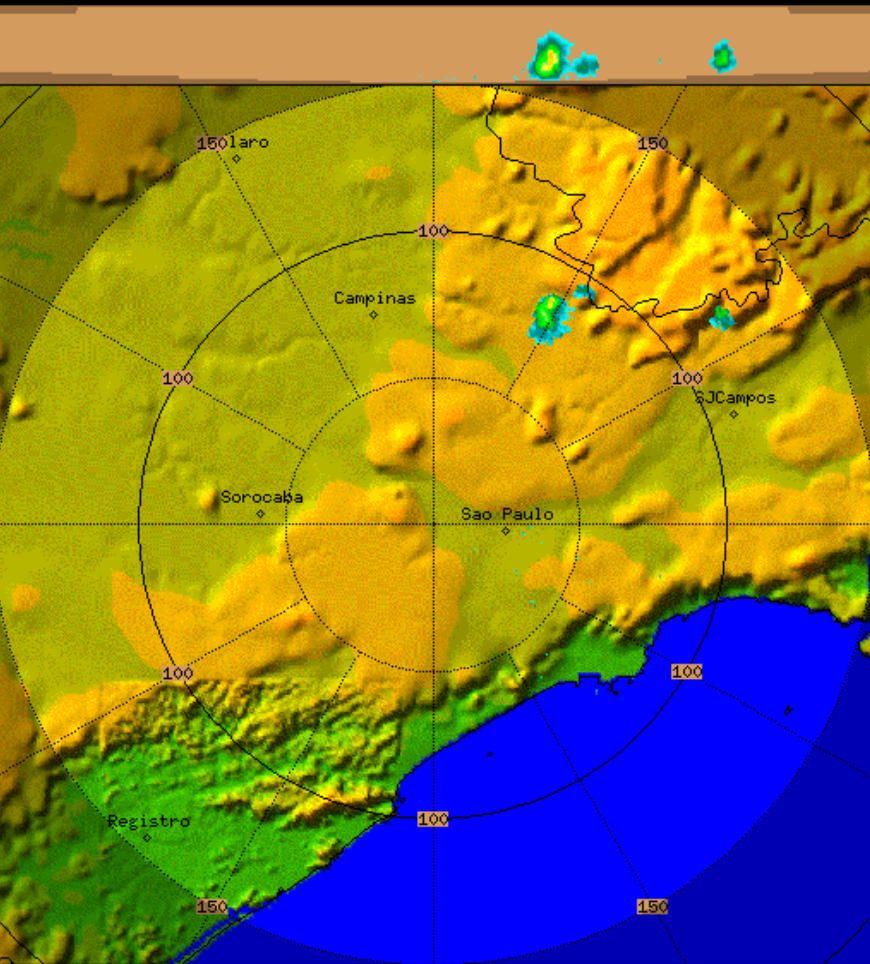
Range: 150 km



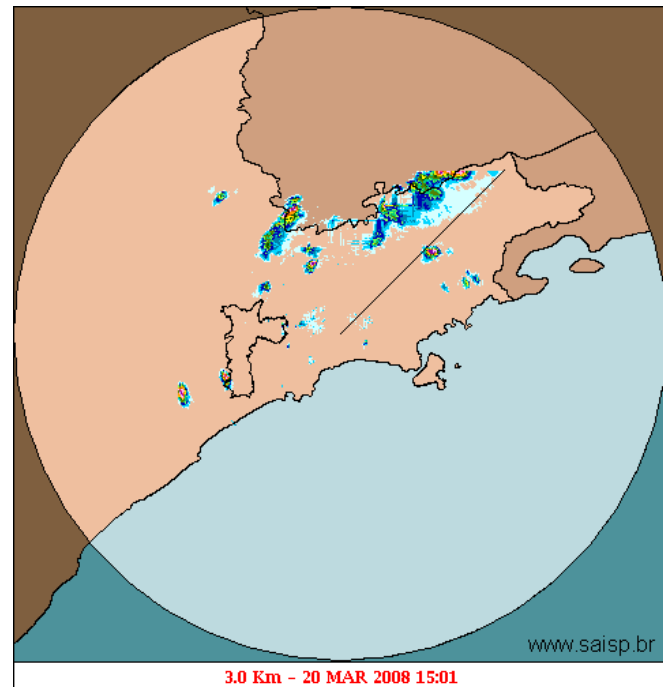
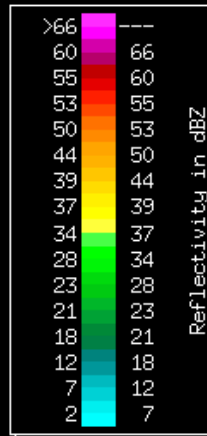
POL_VOL

14:35:14 Z
12 FEB 2008





rcp_iag
 Max with panels
 MAX_150P
 Task: POL_VOL
 Min Hgt:0.0 km
 Max Hgt:20.0 km
 Max Range:150 km
15:31:54Z
20 MAR 2008 UTC



3.0 Km - 20 MAR 2008 15:01

27/03/2008

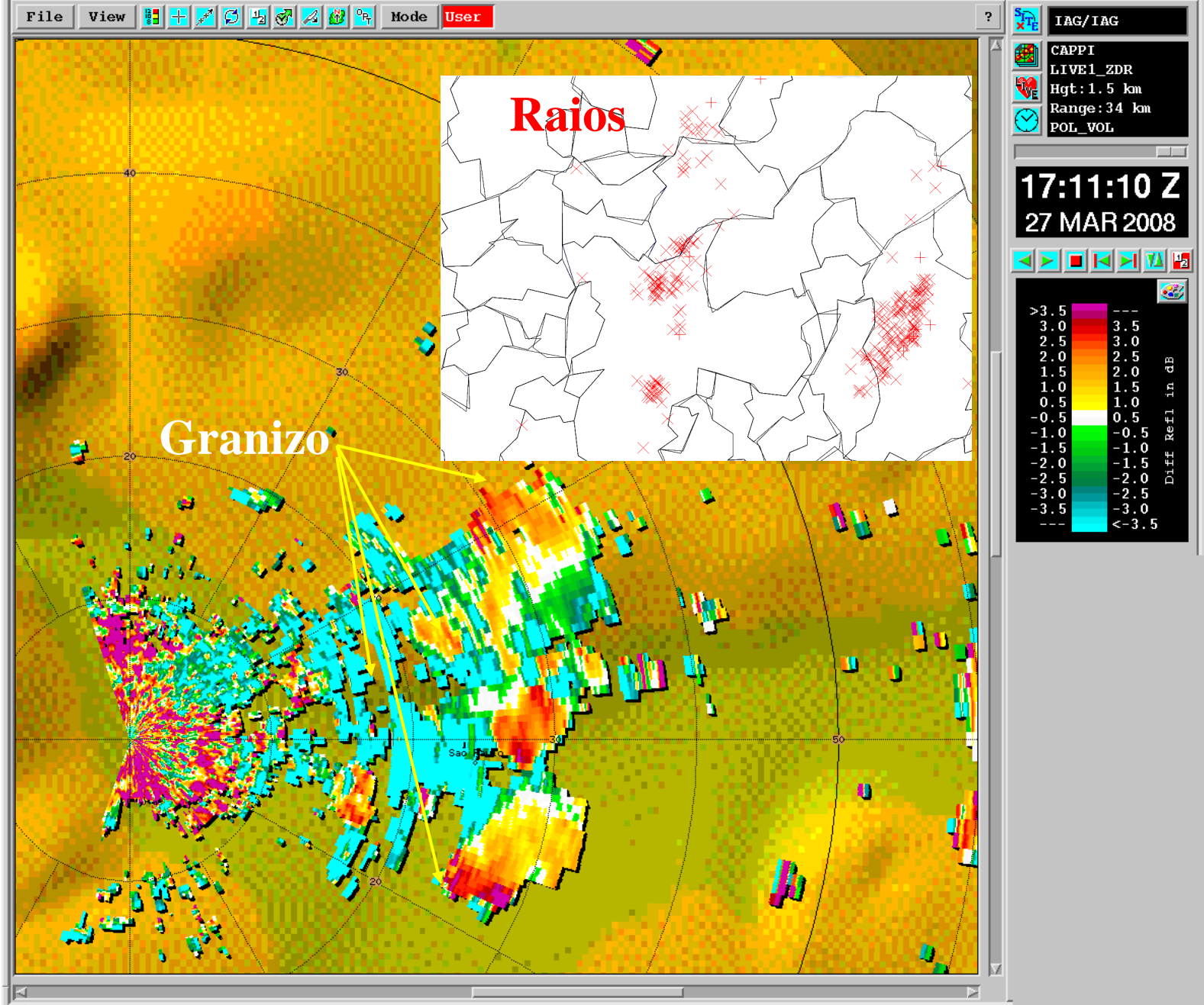


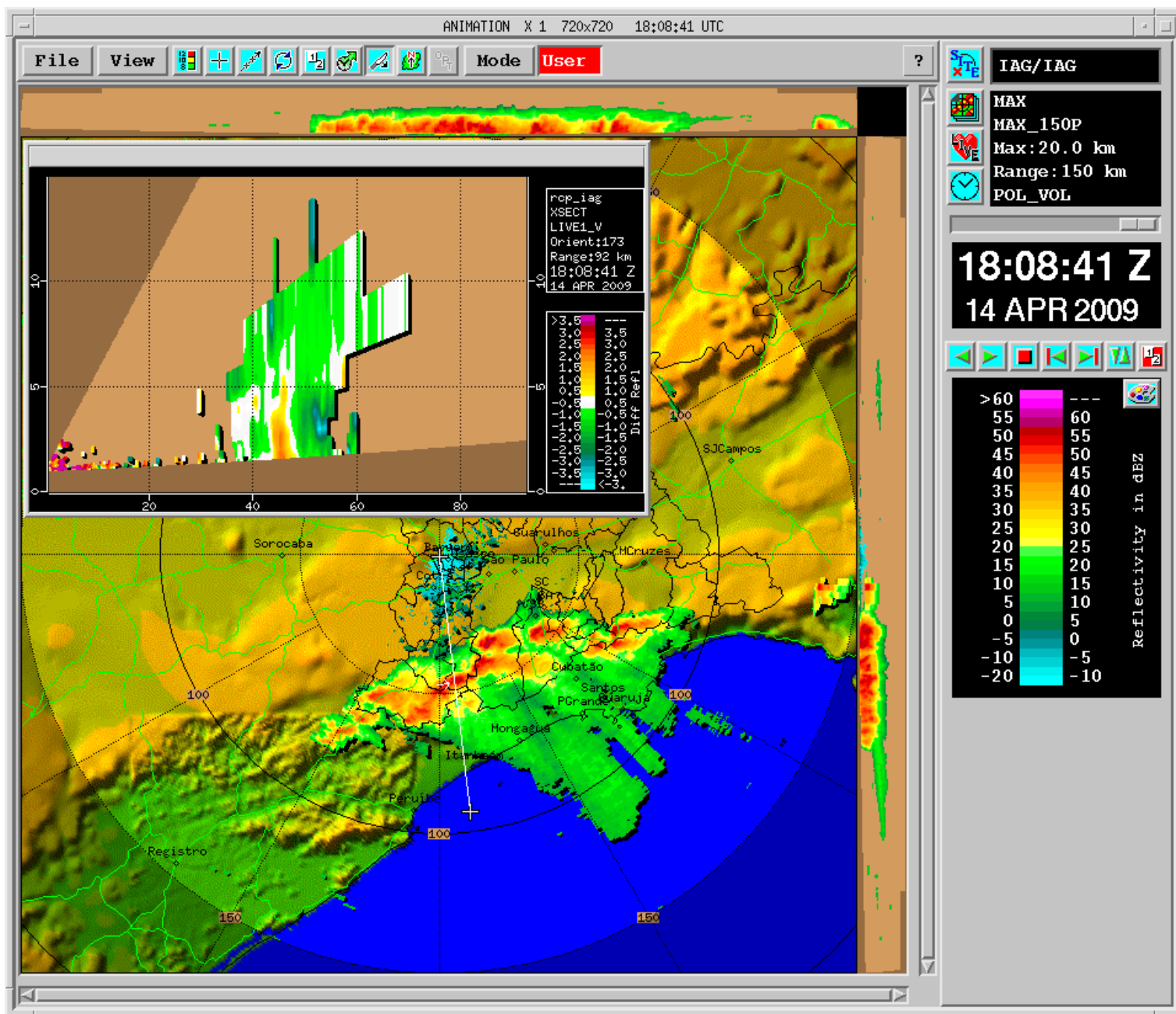
Instituto de Engenharia
Enchentes na RMSP
SP 11/11/2009

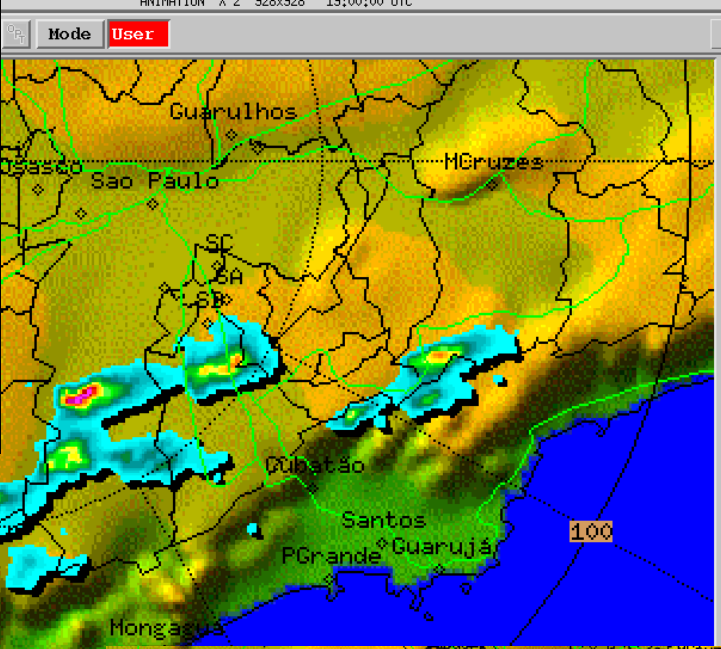
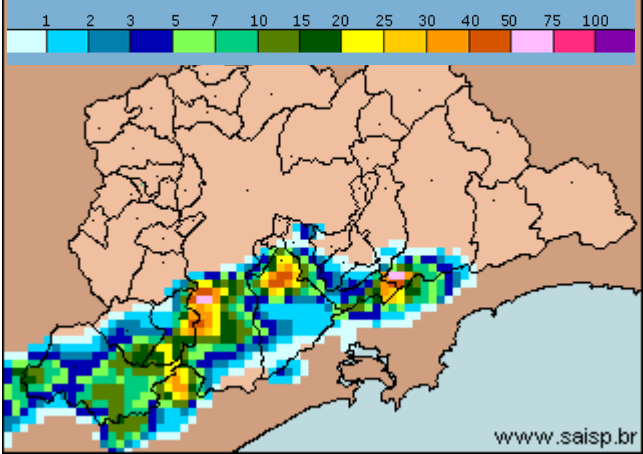
USP

LabHidro

CNPq FAPESP
Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico





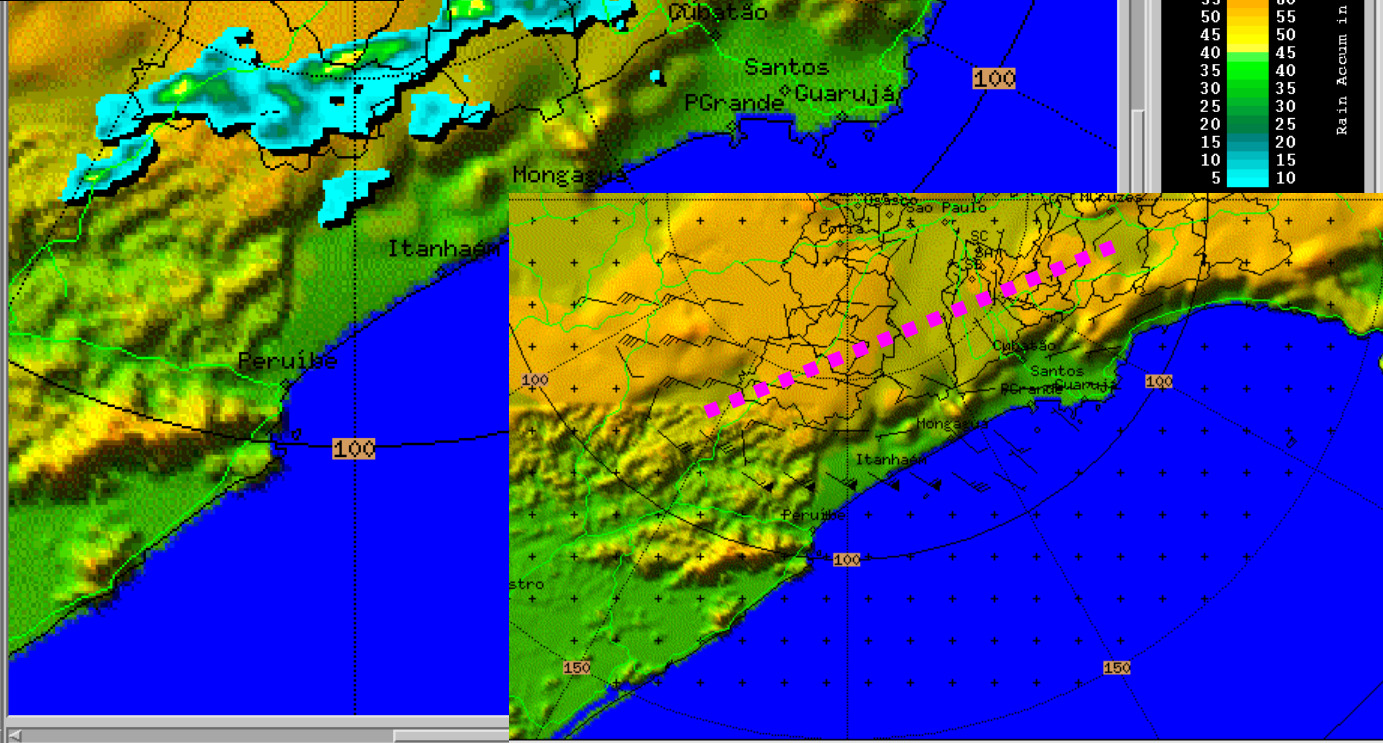


IAG/IAG

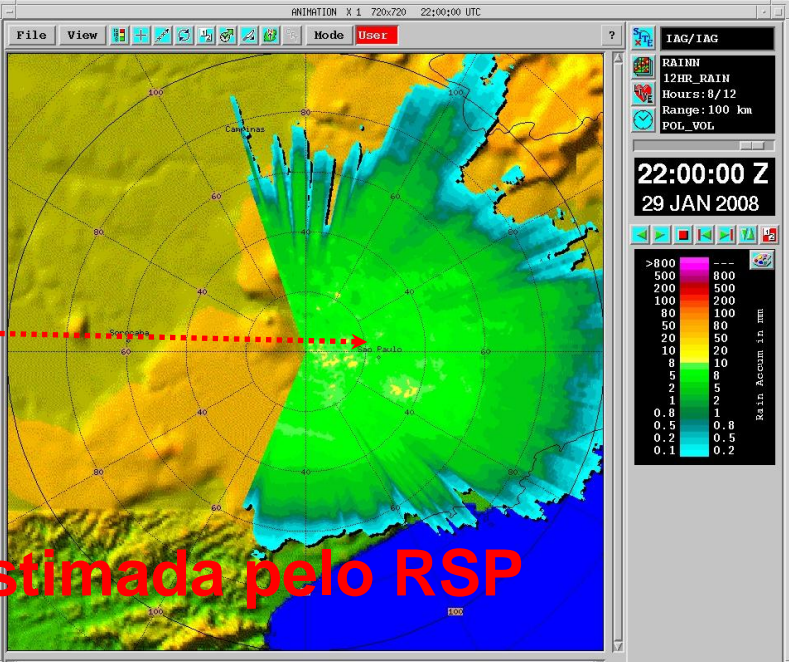
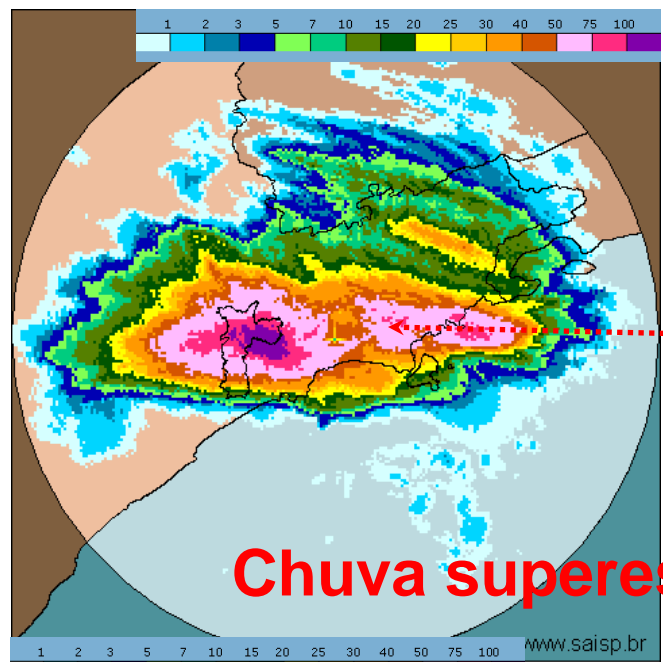
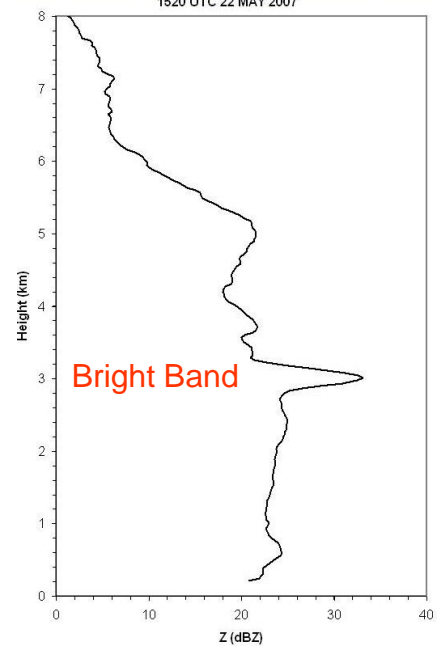
RAINN
3HR_RAIN
Hours: 2/3
Range: 150 km
POL_VOL

19:00:00 Z
14 APR 2009

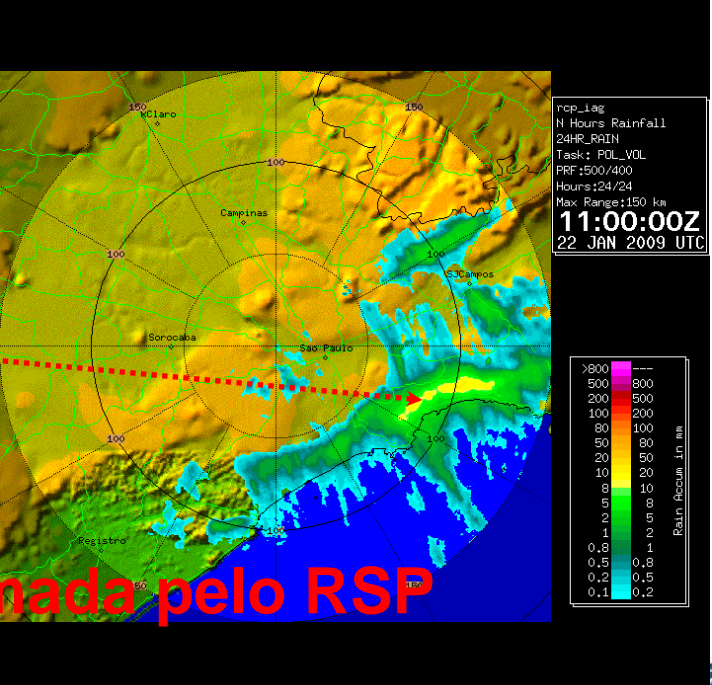
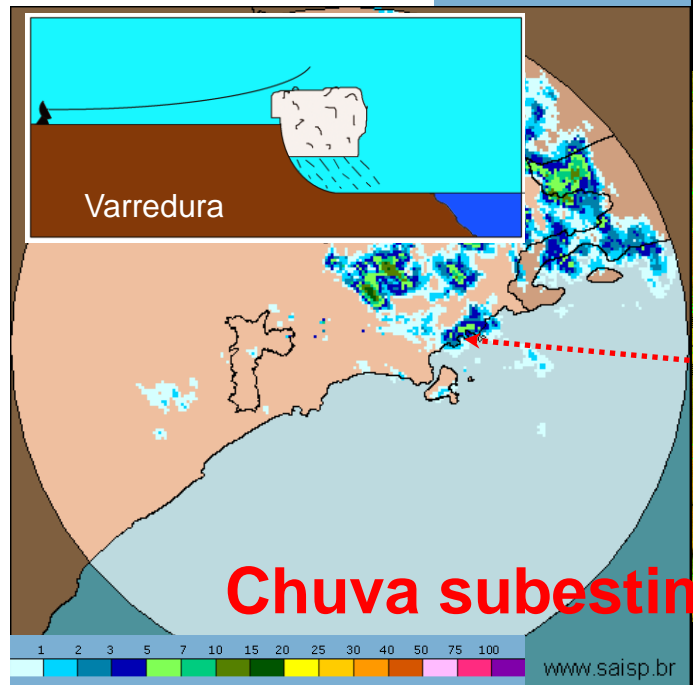
Rain Accum in mm



1520 UTC 22 MAY 2007



Chuva superestimada pelo RSP



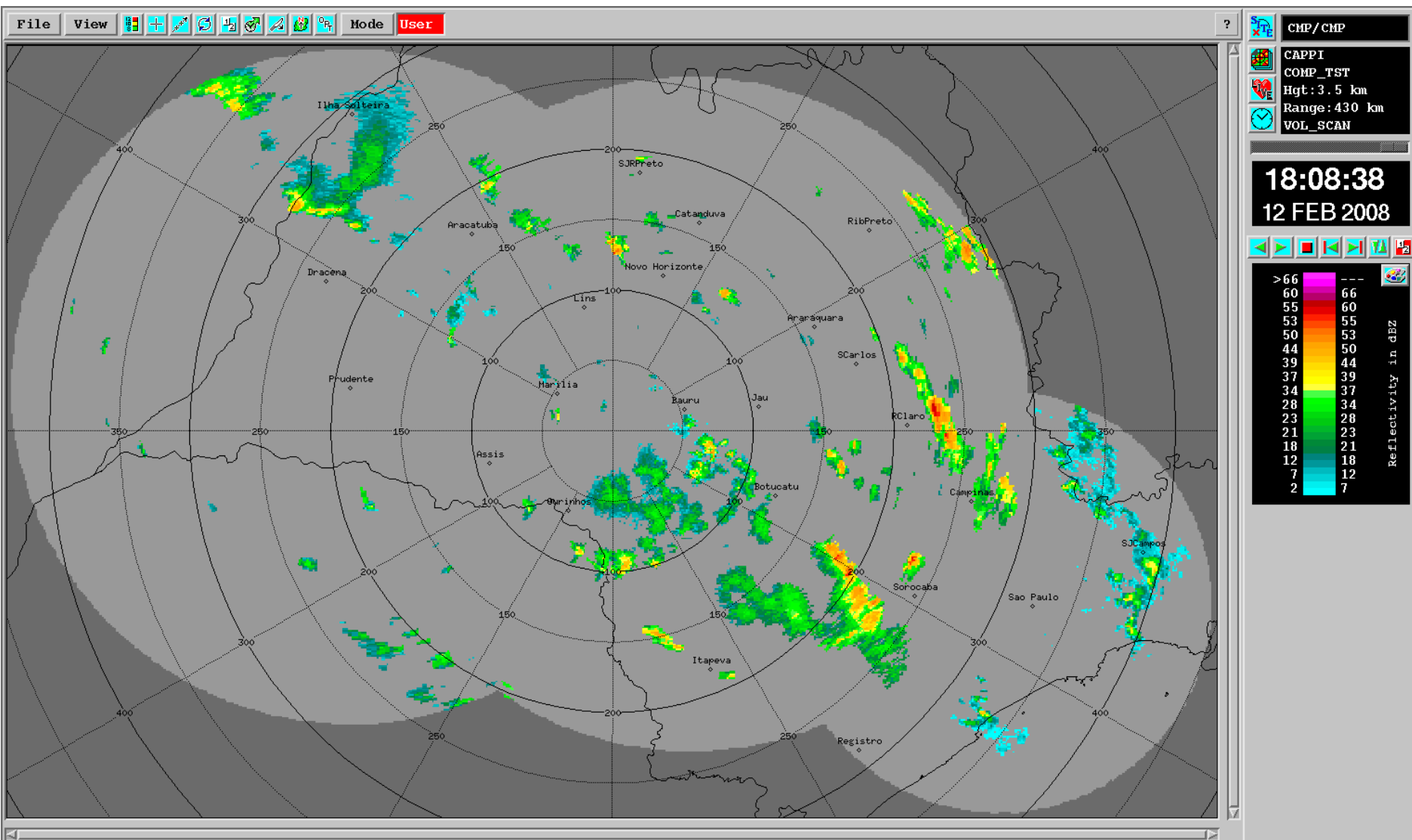
Chuva subestimada pelo RSP



Eventos na Rede
SP 11/11/2009



Integração de Radares UNESP - USP





LABHIDRO

Área Restrita:

Login:

Senha:

Entrar

Cadastre-se

LABHIDRO

Laboratório de Hidrometeorologia

O laboratório de hidrometeorologia desenvolve pesquisa relacionada com a previsão de chuva e vazão de curto e curtíssimo prazo por meio de sistemas de medição locais e remotos, modelos numéricos atmosféricos e hidrológicos.

Projetos de pesquisa ligados ao LabHidro compreendem a integração de dados de precipitação de sensores locais e remotos, o estudo da camada limite urbana, ilha de calor e seus efeitos, a caracterização e a modelagem da circulação de brisa marítima e terrestre, análise dos mecanismos de disparo de convecção profunda, a correlação entre atividade elétrica e precipitação, a calibração e aferição de sistemas de medição, a modelagem hidrológica por meio de modelos distribuídos e de redes neurais, a previsão de chuva a curtíssimo prazo com o radar meteorológico, a previsão de curto prazo com o sistema ARPS e a previsão de vazão.

O LabHidro ainda desenvolve pesquisa sobre a convecção e sua energética na Amazônia, o ciclo diurno da precipitação na América do Sul por meio de informações de satélites ambientais e radares meteorológicos, além da validação de estimativas de chuva com sensores multi-espectrais a bordo de satélites.

Pesquisador Responsável: Augusto Pereira Filho

Modelo ARPS:

O sistema ARPS prevê o tempo com até 48 horas de antecedência. O ARPS e utiliza de um sistema computacional de alto desempenho.

Imagens Radar (MXPOL):

Este sistema se utiliza de microondas para monitorar as nuvens e a chuva num raio de até 150 km dado o uso da polarimetria das ondas eletromagnéticas, o MXPOL infere os tipos de meteoros (gotas, cristais de gelo, granizo), o que melhora a estimativa de chuva e sua previsão.

EMA:

As estações meteorológicas automáticas de hidrometeorologia compõem uma rede de monitoramento das variáveis meteorológicas. Elas permitem o monitoramento e a previsão do tempo a curtíssimo prazo. Integradas ao modelo ARPS e ao radar MXPOL.

Artigos Científicos:

Leia os artigos de diversos assuntos publicados pelo grupo, ligados ao desenvolvimento e a otimização do sistema de previsões a curto e curtíssimo prazo...

Projetos:

Projetos em andamento, os responsáveis, sua evolução, resultados esperados e os obtidos até agora. Veja também os resultados de projetos já concluídos...

Tutorial:

Clique aqui para saber como utilizar nossos dados.

Colabore conosco

Sugestões para melhorar nosso website:

Enviar

Informações sobre alagamentos e enchentes

Isto vai nos ajudar a ter um banco de dados dos locais com tais problemas e avaliar a quantidade de chuva associada ao evento para melhorar a previsão e alerta dessas ocorrências nos locais de interesse da população.

Local (rua, avenida):

Tipo (alagamento, enchente, inundação, deslizamento e etc):

Data (dd/mm/aaaa):

Hora (h/m):

Enviar

Patrocinadores:

Apoio:



www.labhidro.iag.usp.br

OBRIGADO



LabHidro

Instituto de Engenharia
Enchentes na RMSP
SP 11/11/2009

