

## Projeto de Pesquisa

# ESTUDOS DA PREVISIBILIDADE DE EVENTOS METEOROLÓGICOS EXTREMOS NA SERRA DO MAR

## 2º Relatório Parcial

período: 01/09/2006 a 30/08/2007

Processo No: 04/09469-0

### Equipe de líderes:

Chou Sin Chan, coordenadora  
Iracema F. A. Cavalcanti  
Íria Vendrame  
Prakki Satyamurti  
Luiz Augusto Machado  
Carlos Nobre  
Javier Tomasella  
Eymar Lopes

### Líderes institucionais:

Luci Hidalgo, UNICAMP  
Agostinho Ogura, IPT  
Claudine P. Dereczynski, UFRJ  
Íria Vendrame, ITA  
Fedor Mesinger, NCEP  
Nivaldo Silveira Ferreira, UENF

### Instituições parceiras:

INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais)  
ITA (Instituto Tecnológico Aeroespacial)  
IPT (Instituto de Pesquisas Tecnológicas)  
UFRJ (Universidade Federal do Rio de Janeiro)  
UNICAMP (Universidade Estadual de Campinas)

## ÍNDICE

1	Introdução.....	3
1.1	Objetivos.....	3
2	Atividades desenvolvidas .....	4
2.1	SP4: Características de grande escala associadas a eventos extremos na Serra do Mar.....	4
2.2	SP1: . Modelagem atmosférica em alta resolução de eventos extremos na Serra do Mar.....	7
2.3	SP2: Acoplamento de um modelo atmosférico a um modelo hidrológico .....	16
2.4	SP3: Características dos sistemas convectivos que resultam em eventos extremos na Serra do Mar.....	23
2.5	SP6: Impacto das Informações de estações telemétricas de coleta de dados geotécnicos e hidrometeorológicos na previsão numérica para a Serra do Mar (Rede Telemétrica).....	29
2.6	SP5: Desenvolvimento de um Sistema Semi-Automático de Previsões e Informações Hidrometeorológicas em Apoio ao Gerenciamento de Riscos de Desastres Ambientais na Serra do Mar .....	33
3	Outras atividades .....	54
3.1	Seminários /Workshop organizados .....	54
3.2	Participações em Conferências .....	54
3.3	Visita de Campo, levantamento de sítios .....	54
3.4	Página com produtos de previsão em alta resolução .....	54
4	Publicações .....	56
5	Orientações .....	62
6	Despesas.....	64
6.1	Projeto Nacional .....	64
6.2	Benefícios Complementares .....	64
6.3	Reserva Técnica .....	65
7	Considerações finais.....	65
8	Anexos	
	Anexo 1 - Agenda do II Workshop Serra do Mar	
	Anexo 2 – Cópia das publicações de setembro de 2006 a agosto de 2007	

# 1. Introdução

O projeto propõe-se a estudar e desenvolver metodologias de monitoramento e previsão de chuva e riscos de deslizamento das encostas da Serra do Mar no estado de São Paulo. Esta é uma região de importância estratégica para o estado de São Paulo, tanto pelo seu potencial turístico e posição estratégica geográfica, que confere vantagens econômicas, como por abrigar porções remanescentes da Mata Atlântica, quanto pelo desenvolvimento econômico favorecido pelas ferrovias, rodovias, dutovias e instalações industriais e portuárias. Entretanto, esta região sofre recorrentes deslizamentos nas suas encostas causando grandes prejuízos e várias mortes. Estes eventos são de natureza hidrometeorológica e estão associados a uma região de serra com forte declividade que está submetida a ações antrópicas. O projeto compõe-se de 6 subprojetos intitulados: (1) “Modelagem atmosférica em alta resolução de eventos extremos na Serra do Mar”, (2) “Acoplamento de um modelo atmosférico a um modelo hidrológico”, (3) “Características dos sistemas convectivos que resultam em eventos extremos na Serra do Mar”, (4) “Características de grande escala associadas a eventos extremos na Serra do Mar”, (5) “Desenvolvimento de um Sistema Semi-Automático de Previsões e Informações Hidrometeorológicas em Apoio ao Gerenciamento de Riscos de Desastres Ambientais na Serra do Mar”, e (6) “Impacto das Informações de estações telemétricas de coleta de dados geotécnicos e hidrometeorológicos na previsão numérica para a Serra do Mar”

Os subprojetos se interagem trocando informações e produtos, conforme esquematizado na Figura 1.

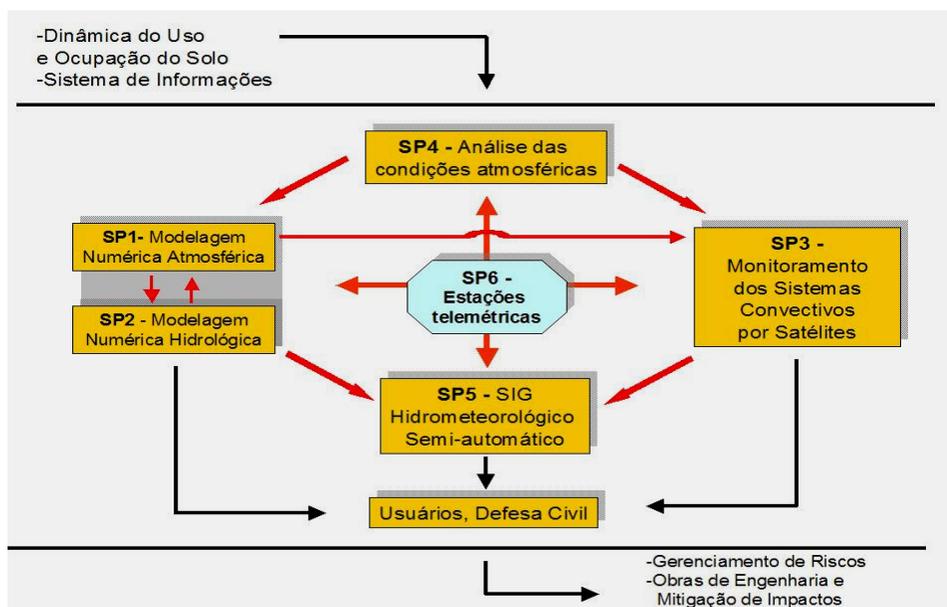


Figura 1. Relação entre os subprojetos

## 1.1 Objetivos

O presente projeto propõe-se a desenvolver um sistema de monitoramento e previsão de riscos para a região da Serra do Mar, através de técnicas de modelagem atmosférica e hidrológica em alta resolução, além de efetuar medições diretas e remotas para identificação das condições atmosféricas que determinam os eventos extremos de risco.

## 2. Atividades desenvolvidas

### 2.1 Características de grande escala associadas a eventos extremos na Serra do Mar (SP4)

Para o estudo das condições atmosféricas de grande escala predominantes nos eventos extremos de precipitação na região da Serra do Mar, foram inicialmente selecionados os casos para estudo. Estes se basearam no banco de mortes preparado pelo IPT (Eduardo Macedo, comunicação pessoal). Outros casos foram selecionados a partir de totais pluviométricos diários do Global Precipitation Climatology Project (GPCP) superiores a 50 mm e em casos relatados de deslizamento na Serra do Mar e inundações nas cidades próximas.

#### Atividades realizadas

1. Identificação de casos extremos baseada na gravidade de desastres associados a chuvas fortes. (Todos os eventos de chuva forte que reportaram mortes humanas são considerados casos potenciais para deflagrar problemas ambientais.)

2. Construção de compostos dos campos meteorológicos associados ZCAS e frentes em que ocorreu chuvas fortes. Esta construção mostrou as diferenças nos padrões de circulação de grande escala nestas duas situações. Estes compostos foram construídos a partir dos casos registrados pelo IPT. A Figura 2.1.1 mostra o campo de divergência em altos níveis e os ventos médios do dia de chuvas mais intensas nos eventos de ZCAS (a) e frente fria (b). No caso da frente fria, a divergência máxima se localiza sobre o oceano, enquanto que no caso da ZCAS a divergência se posiciona sobre o continente.

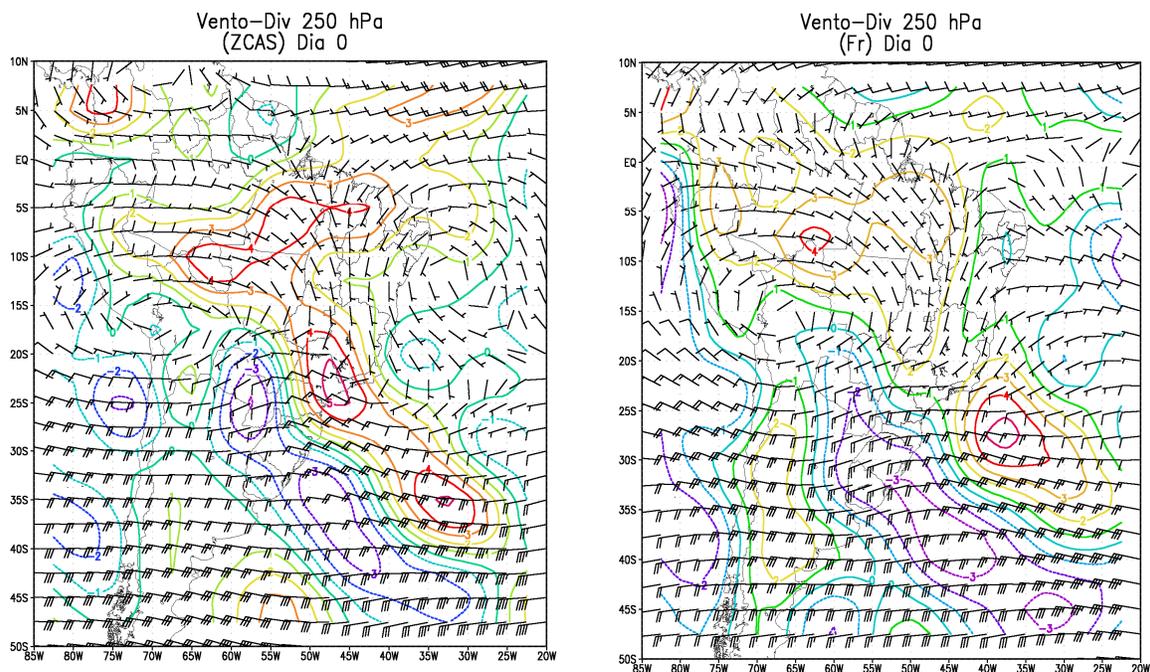


Figura 2.1.1- Divergência e ventos em 250hPa a partir de casos de chuvas intensas seguido de morte registrados pelo IPT, para casos de ZCAS (a) e frentes frias (b).

Resultados a partir de avaliação das previsões de 48h do Modelo Eta, revelaram que o modelo tem o potencial para prever as situações de escala sinótica (ZCAS e frentes) associadas a deslizamento no Serra do Mar, pelo menos com 48h de antecedência.

3. Padrões de campos meteorológicos associados a chuvas fortes baseados na análise de Funções Ortogonais Empíricas.
4. O caso de chuva intensa em Cubatão em 1994 foi estudado a partir de dados de Reanálises que mostraram uma forte circulação anticiclônica em altos níveis sobre a região (Fig. 2.1.2)

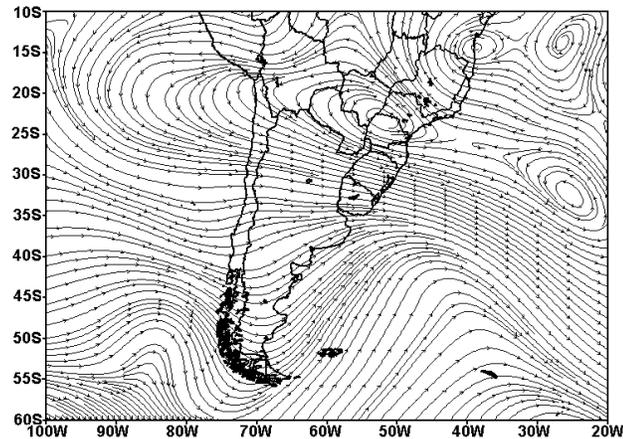


Figura 2.1.2 – Reanálise NCEP das Linhas de corrente em 200 hPa no dia 6 de fevereiro de 1994, 12Z.

5. O caso de chuva intensa em Caraguatuba em 1967 foi bastante estudado. Este caso foi considerado como a maior tragédia ocorrida no litoral norte do Estado de São Paulo, quando houve deslizamentos, destruição de casas, estradas e mortes. As análises mostraram que havia ocorrido a passagem de um sistema frontal com atuação de uma alta pós - frontal bem intensa, havia a presença de um cavado em altos níveis e corrente de jato em posição favorável para movimento ascendente na região de ocorrência. A Alta da Bolívia estava bem organizada e estendida para a região Sudeste e havia alta umidade sobre a região (Fig. 2.1.3).

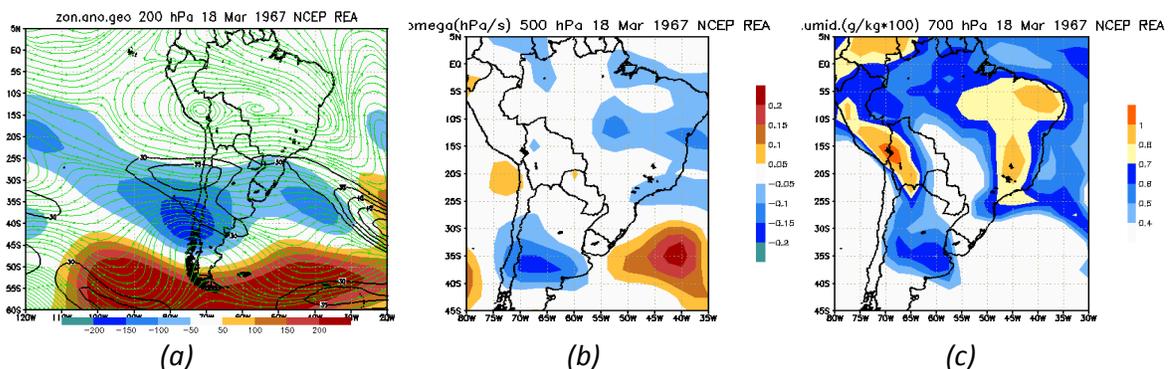


Fig.2.1.3. Linhas de corrente, anomalia zonal de geopotencial (cores) (a), Omega em 500hPa (b) e umidade específica em 700 hPa (c), no dia 18 de março de 1967.

6. O caso de deslizamento na via Anchieta ocorrido em dezembro de 1999 foi analisado do ponto de vista de interação entre a grande escala e a escala local. Neste caso o cavado em 500hPa estava posicionado com seu eixo na direção NW-SE sobre o sul do estado de São Paulo

(Fig.2.1.4) com a passagem de uma onda curta com um máximo de vorticidade ciclônica na região. A divergência em altos níveis estava posicionada sobre o oceano, semelhante ao padrão de compostos gerado a partir de vários casos de chuva com passagem de frente fria.

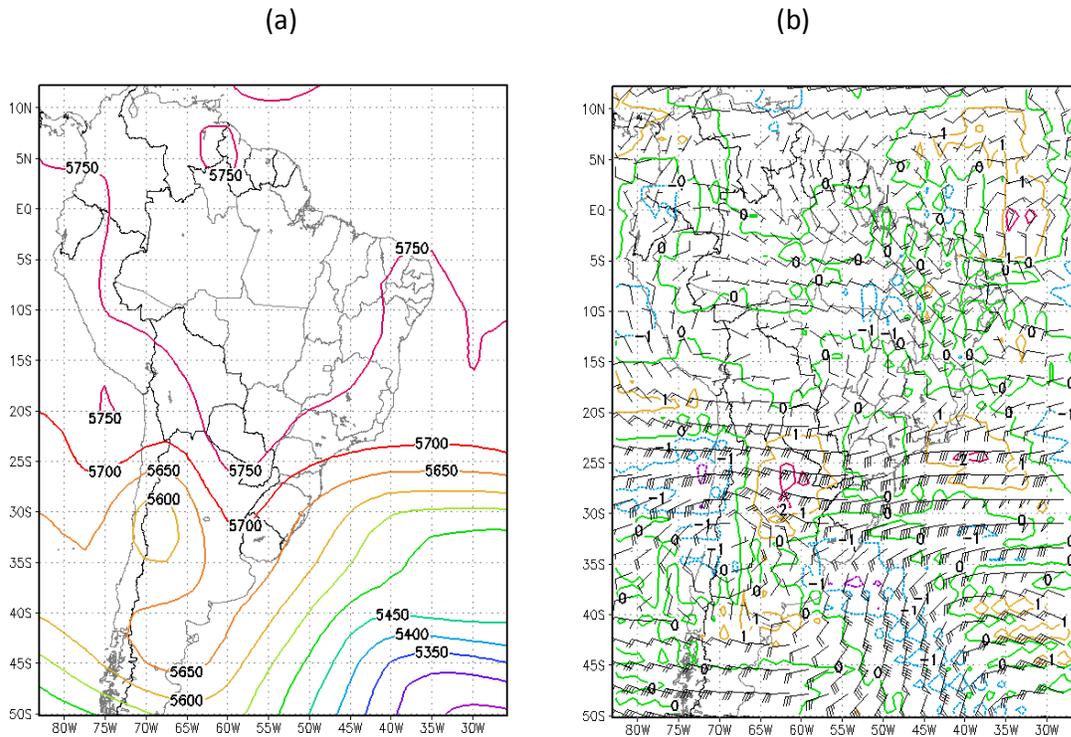


Figura 2.1.4 – Altura geopotencial em 500 hPa (a) e vento e divergência em 250 hPa no dia 12z 11 de dezembro de 1999. Dados de reanálise do NCEP.

Este caso de dezembro de 1999 mostrou a importância da interação entre o sistema de grande escala, frente fria ou ZCAS e a escala local, a brisa marítima. A aproximação da frente no região intensifica a circulação da brisa marítima, As chuvas foram produzidas por 2 regimes meteorológicos, os dois primeiros dias (11 e 12) a brisa marítima esteve presente com fraca interação com a circulação de grande escala. No período depois do dia 13, a circulação de grande escala prevaleceu sobre a brisa.

6. Correlação temporal entre precipitações e ocupação das encostas no município do Guarujá, com estabelecimento de setores de risco.

**Próximas etapas:**

- Analisar outros casos de deslizamentos, principalmente aqueles apontados pelo IPT
- Complementar os estudos observacionais já realizados, com detalhamento na vertical e na horizontal e com campos de diagnósticos complementares.

- Incluir o estudo de casos de precipitação forte em todas as estações sazonais..
- Avaliar a viabilidade da reanálise de precipitação combinando dados da ANA e GPCP e de outras fontes.
- Relacionar os problemas diversos verificados nas encostas da Serra do Mar com a evolução nos padrões de uso e ocupação da terra.
- Propor - considerando as especificidades atmosféricas da região e a sua alta suscetibilidade natural (encostas quentes e úmidas) - montantes diários de precipitação com alta probabilidade de engendrar problemas ambientais na área (deslizamentos, inundações).

## **2.2 Modelagem atmosférica em alta resolução de eventos extremos na Serra do Mar (SP1)**

Neste sub-projeto estão sendo realizados experimentos de simulação/previsão considerando casos de chuvas que causaram deslizamentos na Serra do Mar e inundações nas cidades vizinhas; e também estudos de desenvolvimento do modelo Eta para melhorar a qualidade das previsões dos eventos extremos de precipitação.

### **Atividades desenvolvidas no período**

1. Realização de experimentos de simulação de vários casos calamitosos de precipitação na Serra do Mar, com integração do Modelo Eta na resolução de 10 km ou 5 km. Os casos foram selecionados a partir dos casos de desastres ocorridos na Serra do Mar e baseados em eventos de precipitação acima de determinado valor. Os resultados foram analisados para determinar a capacidade do modelo em simular a precipitação máxima observada nos casos extremos e também os campos atmosféricos associados.

Os casos analisados foram: de Caraguatatuba em 17 e 18 de março de 1967; da via Anchieta em 11 a 13 de dezembro de 1999; de 25 de maio de 2005.

Alguns dos resultados são apresentados a seguir.

O caso da via Anchieta surpreendeu pois se tratava de um evento de chuva com passagem de frente fria em dissipação na região. A simulação do evento na resolução de 10km subestimou bastante as chuvas como mostra a Figura 2.2.1.

3-day precip - 00z14dec1999 via Anchieta

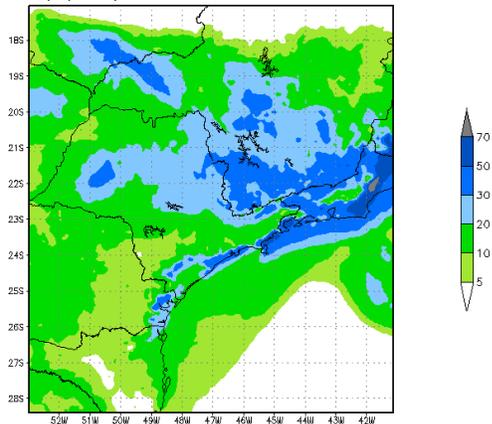


Figura 2.2.1 – Precipitação acumulada (mm) em 3 dias do caso de chuvas intensas na via Anchieta 00z 14 de dezembro de 1999.

A simulação da precipitação e das condições atmosféricas associadas ao evento catastrófico que ocorreu em março de 1967 em Caraguatubá, foi realizada com o modelo Eta, sendo discutidas também as condições atmosféricas sinóticas observadas durante o evento. Os resultados da simulação indicaram, com 72 horas de antecedência, precipitação intensa sobre a região, porém com maiores valores ao norte da área do evento (Fig.2.2.2). Além da influência de escala sinótica, a circulação da brisa marítima pode ter contribuído para a intensificação do escoamento com aporte de umidade em direção ao continente, e o movimento ascendente simulado sobre o litoral (Fig. 2.2.3).

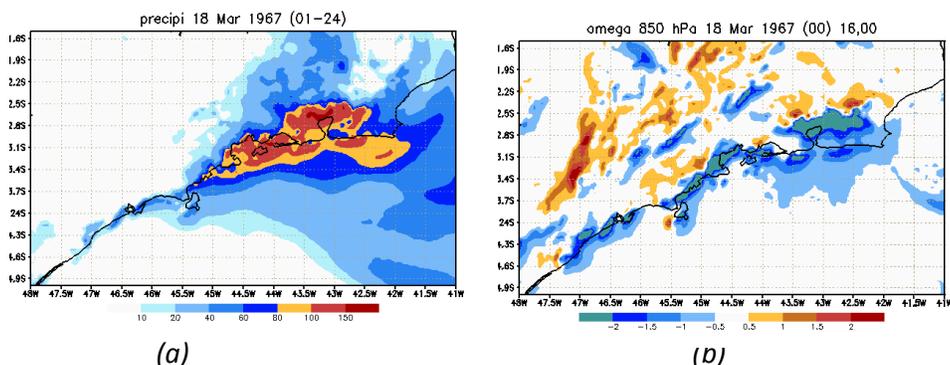


Fig.2.2.2- Simulação com 72 horas de antecedência para o dia 18 de março de 1967: (a) precipitação (mm); (b) movimento vertical (hPa/s) em 850 hPa (ascendente em azul).

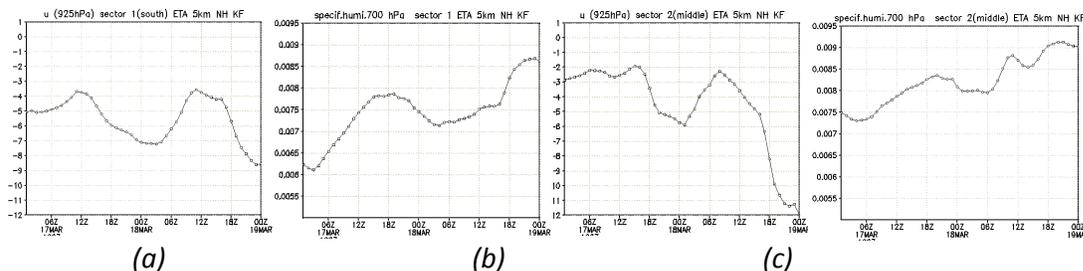


Fig.2.2.3. Média no setor 1 (46W-45W; 23.9S-23.5S) (a) da componente zonal do vento em 925 hPa; (b) umidade específica em 700 hPa; e no setor 2 (45W-44W; 23.5S-23.10S) (c) da componente zonal do vento em 925 hPa; (d) umidade específica em 700 hPa.

2. Previsões do Modelo Eta 5km com 50 níveis verticais, modo não-hidrostático, estão sendo produzidas operacionalmente para a região da Serra do Mar e disponibilizadas no endereço <http://WWW.cptec.inpe.br/serradomar>, desde janeiro de 2007. Índices de instabilidade (ITT, K, CITT e CK) foram analisados para destacar as regiões com alta probabilidade de precipitação intensa (13 jan, 22 jan., 8 fev, 12 fev, 17/18 mar 2007). Esperava-se que as regiões onde o modelo estivesse prevendo máxima instabilidade (elevados valores de ITT e K) fossem coincidentes com as regiões de máxima precipitação observada. Contudo, verificou-se que o modelo prevê sistematicamente máximos de ITT e K no sul de Minas Gerais e nem sempre os máximos de precipitação observada ocorrem nesta região. A Fig. 2.2.4 mostra um exemplo onde os índices previstos apontam muita instabilidade no sul de Minas Gerais. Este comportamento sistemático dos índices parece estar associado a condições atmosféricas em regiões de altitude, e portanto continua sendo analisado..

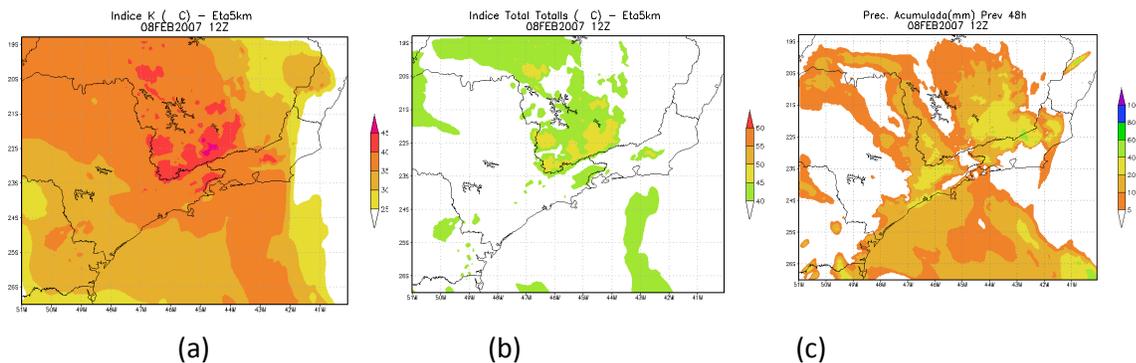


Fig. 2.2.4 – Previsões pelo Modelo Eta com 48 h de antecedência, válido para o dia 08/02/07 – 12 Z dos índices de instabilidade: (a) K (°C); (b) Total Totals (ITT) (°C); e (c) Total pluviométrico (mm).

As previsões com 24, 48 e 72 h de antecedência para o período de janeiro a março de 2007 estão sendo avaliadas para a Região da Serra do Mar. Objetiva-se detectar possíveis erros sistemáticos do modelo a fim de propor melhorias em seus esquemas. Os resultados preliminares da avaliação para Caraguatatuba (SP) mostraram que a temperatura e a pressão atmosférica e seus ciclos diurnos foram muito bem previstos, apesar da pressão atmosférica ter sido sistematicamente subestimada em aproximadamente 6 hPa (Fig.2.2.5). O modelo apresentou uma tendência de superestimar (subestimar) a frequência de ocorrência de ventos calmos (fortes). A direção dos ventos previstos permaneceu de ESE e WSW durante todo o período de avaliação, enquanto a observação mostrou direções predominantes de E e W, com alguma frequência nas demais direções (Fig. 2.2.6). O padrão espacial da precipitação foi razoavelmente bem previsto pelo modelo durante os eventos de chuvas fortes, contudo nota-se que a intensidade e a localização dos máximos de precipitação não foram bem previstos pelo modelo. O desempenho do modelo para prever chuva decaiu à medida que a intensidade da precipitação aumenta. As previsões de 24 e 48 h foram ligeiramente superiores às previsões de 72 h.

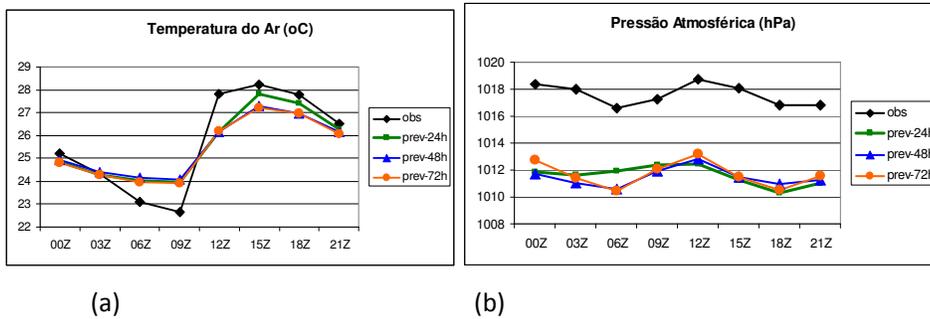


Fig. 2.2.5 – Ciclo diurno médio (a) da temperatura (oC) e (b) da pressão atmosférica observadas em Caraguatatuva (linha preta) e prevista pelo modelo Eta com antecedência de 24 h (linha verde), 48 h (linha azul) e 72 h (linha laranja).

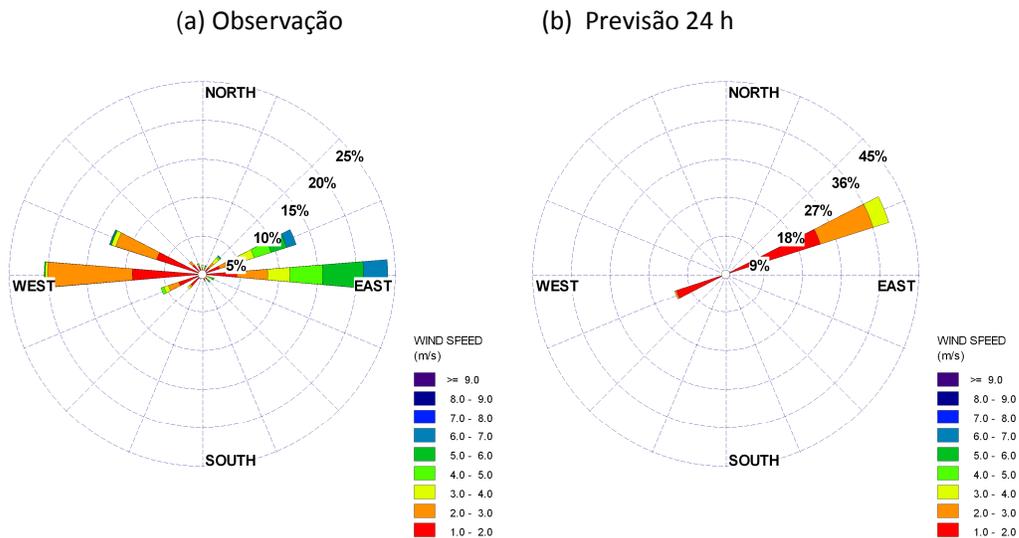


Fig. 2.2.6 – Rosas dos ventos para (a) observações e (b) previsões de 24 h do Modelo Eta em Caraguatatuva.

3. A avaliação da previsão com antecedência de 48 horas foi realizada para casos agrupados em situações de mortes causadas por deslizamentos na Serra do Mar, considerando-se casos de Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) e de passagem de frentes frias (FR). O erro médio da precipitação com relação aos casos de ZCAS e de frentes são apresentados na Fig. 2.2.7. Os erros são superiores e abrangem uma área maior nos casos de ZCAS do que nos casos de FR, uma vez que as ZCAS provocam chuvas numa região que se estende em geral, desde a Amazônia até o Oceano Atlântico.

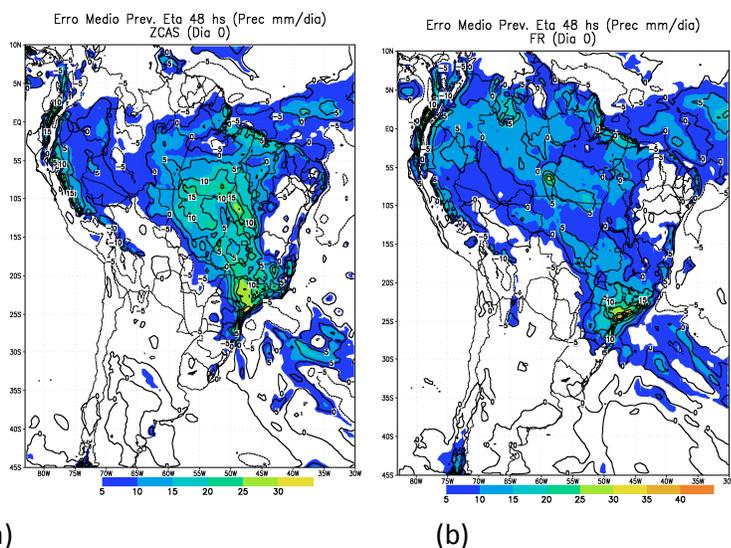


Fig.2.2.7- Erro médio da simulação de precipitação com o Modelo regional Eta com 20 km (a) casos de ZCAS; (b) casos de frentes frias.

4. Com o objetivo de particionar a precipitação entre convectiva e estratiforme no Modelo Eta, foram realizados experimentos numéricos com a microfísica de nuvens e com o esquema de cúmulos Kain-Fritsch. A precipitação total gerada pelo modelo possui uma componente convectiva dominante. A partição da precipitação convectiva e estratiforme gerada pelos modelos numéricos de previsão de tempo é fundamental para se obter uma previsão de qualidade, pois diferentes tipos de precipitação estão associados a distintos processos microfísicos da nuvem e com isso produzem perfis verticais distintos de temperatura e umidade. Com o aumento da resolução espacial, os processos de desenvolvimento das nuvens se tornam mais sensíveis com relação à grade resolvida pelo modelo. Baseado nestas considerações, introduziu-se no modelo Eta uma função no esquema de convecção cúmulos Kain-Fritsch para controlar a porcentagem de chuva gerada no ponto de grade que será evaporada de volta ao mesmo. Com isso, o esquema atua na remoção da instabilidade e distribuição da umidade presente no perfil deixando a cargo do esquema de microfísica de nuvens o papel de remoção do excesso de umidade. Nesta função, em experimentos com resolução horizontal de grade maior que 40km o esquema de Kain-Fritsch atua com máxima intensidade permitindo que toda precipitação gerada pelo esquema chegue à superfície. Numa resolução de 10 km, 53% da precipitação gerada pelo esquema retorna para o ponto de grade e para 1km de resolução toda a precipitação gerada pelo esquema é evaporada para o ponto de grade.

O esquema de microfísica de nuvens resolve explicitamente a precipitação, portanto a precipitação gerada pelo mesmo possui tanto a parte convectiva quanto estratiforme. Introduziu-se também uma separação de precipitação convectiva e estratiforme no esquema de microfísica. O método consiste em caracterizar como convectivo todo ponto de grade onde a taxa de precipitação exceda a 25mm/h.

Simulações foram realizadas no Modelo Eta com resolução de 10km, para o caso de ZCAS ocorrido entre 25 e 29/01/2004. A precipitação observada associada a este evento mostrou áreas com grande acúmulo de precipitação no período, com núcleos de precipitação que excedem 200 mm. Nas figuras 2.2.8 a-c tem-se, respectivamente, os acúmulos para o período devido a precipitação estratiforme, convectiva e total para o experimento controle. As figuras 2.2.8d-f mostram os

mesmos campos para o experimento 1. A partir das figuras, pode-se verificar que as modificações atuaram na direção de um aumento da precipitação estratiforme e uma redução da convectiva. Comparado as figuras, verifica-se que para o experimento controle o eixo do núcleo de maior intensidade de precipitação acumulada indica uma superestimativa (núcleo máximo acima de 300mm) e está atrasado em relação ao observado. O experimento 1 posiciona melhor o eixo de máxima precipitação acumulada e indica valores mais próximos do observado.

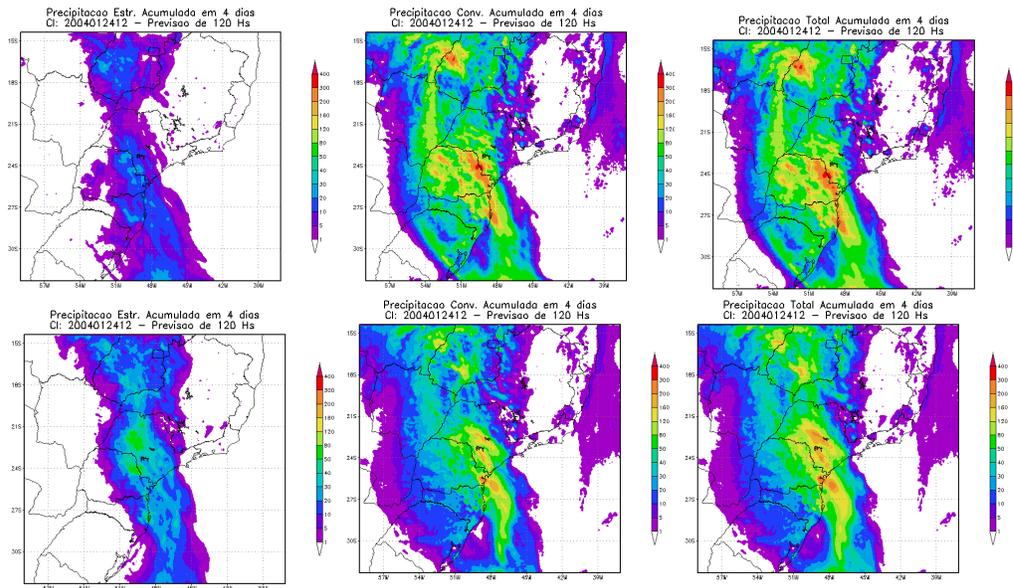


Figura 2.2.8: Precipitação acumulada (mm) entre 25/01/2004 12Z e 29/01/2004 12Z: a) precipitação estratiforme, b) convectiva e c) total para o experimento controle; d) precipitação estratiforme, e) convectiva e f) total para o experimento 1.

Estimou-se a precipitação estratiforme e convectiva através dos dados coletados pelo radar de Bauru, operado pelo IPMet, para verificar a partição da precipitação gerada pelo Modelo Eta. A Figura 2.2.9 mostra que a precipitação observada na PCD (linha vermelha) e a estimada pelo radar (linha roxa) possuem ótima concordância, com os picos de máxima e mínima em fase, porém o radar subestima a precipitação observada na estação, isso se deve ao fato de que a equação que relaciona a refletividade observada pelo radar e a taxa de precipitação associada a mesma não ser adequada. Pode-se verificar que a precipitação acumulada no final do período, gerada pelo experimento 1 ficou próxima da observada na PCD.

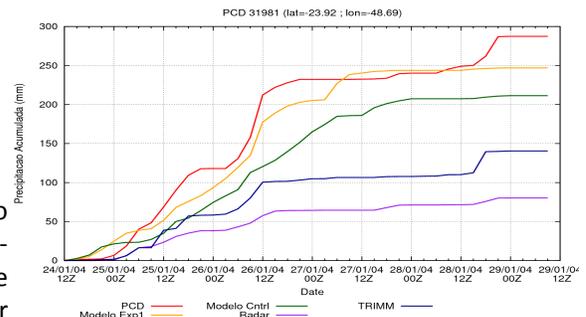


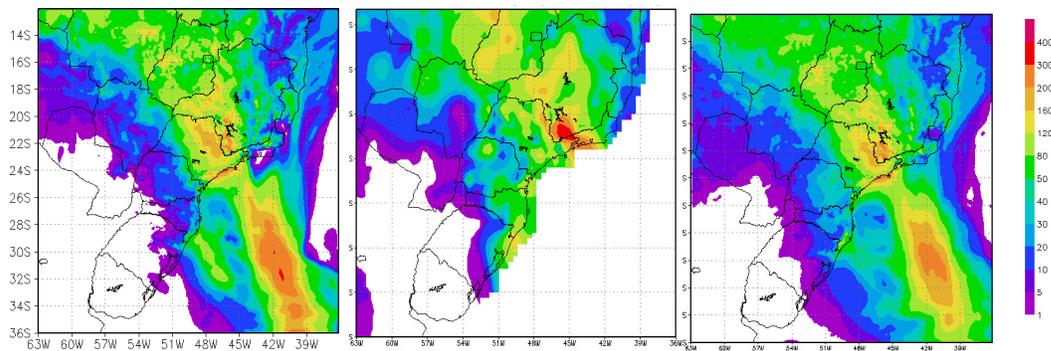
Figura 2.2.9: Evolução temporal da precipitação acumulada no ponto da PCD 31981 (lat= -23.92; lon= -40.69): da PCD (linha vermelha); experimento controle (verde); experimento 1 (laranja); TRMM (azul) e radar (roxa).

5. Foram testadas e avaliadas duas metodologias de ensemble de curto prazo utilizando os episódios de Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) ocorridos em janeiro de 2000 e fevereiro de 2004. As chuvas mais intensas durante estes episódios atingiram o litoral norte Paulista, Serra do Mar, Vale do Paraíba e Serra da Mantiqueira.

Foram testadas as seguintes metodologias de ensemble:

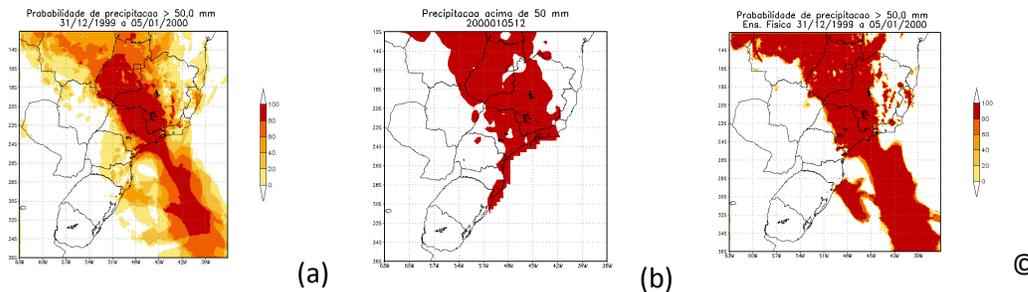
- **Ensemble de Condição Inicial:** a partir das condições iniciais e de contorno lateral perturbadas pelo ensemble do modelo global do CPTEC, foram integrados 5 membros do ensemble de curto prazo com o modelo Eta com resolução horizontal de 10km e 38 níveis na vertical.
- **Ensemble de Física:** a partir da condição inicial não perturbada fornecida pelo NCEP, foram integrados 7 membros do modelo Eta com alterações nas parametrizações convectiva e de superfície.

As previsões do ensemble médio das suas metodologias aplicadas indicam totais de precipitação acumulada para o período de cada episódio bastante próximo ao observado (Fig. 2.2.10).



a) b) c)  
 Figura 2.2.10: Precipitação acumulada (mm) para o período entre 31 de dezembro de 1999 ,1200 UTC e 05 de janeiro de 2000, 1200 UTC: a) previsão do ensemble médio de física; b) precipitação observada; c) previsão do ensemble médio de condição inicial.

A probabilidade de ocorrência de precipitação acima de determinados valores foram gerados para as duas metodologias de ensemble em teste. Tanto as probabilidades previstas pelo ensemble de condição inicial, quanto aquelas previstas pelo ensemble de física, apresentam uma boa concordância com os valores observados (Fig.2.2.11).



(a) (b) (c)  
 Figura 2.2.11: Precipitação acima de 50 mm: a) probabilidade prevista pelo ensemble de condição inicial; b) precipitação observada; c) probabilidade prevista pelo ensemble de física.

6. Um outro experimento consistiu na investigação da influência da resolução nas C.I. e nas condições de contorno laterais em um caso de precipitação intensa na Serra do Mar; e também o efeito de mudar o tamanho do domínio na integração do caso de março de 1967. A qualidade das condições iniciais e de contornos laterais utilizadas em modelos regionais é primordial para a

obtenção de previsões com índices de acertos confiáveis. Neste trabalho foi avaliado o impacto das condições iniciais, contornos laterais e domínio de integração nas simulações do modelo Eta em dois casos de chuvas extremas (março de 1967 e abril de 2006) que causaram prejuízos e mortes na região da Serra do Mar. Os resultados mostraram que condições iniciais com alta resolução quantificaram melhor a precipitação ocorrida na região, e que o domínio de integração também interfere na qualidade das previsões (Fig.2.2.12 e 2.2.13).

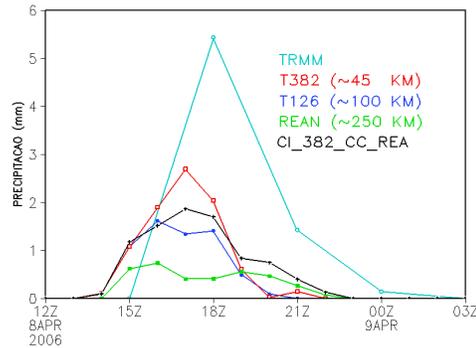


Figura 2.2.12: Evolução temporal da precipitação média (24S-23S e 50W-45W) das 4 simulações e estimada pelo TRMM para o caso de abril de 2006.

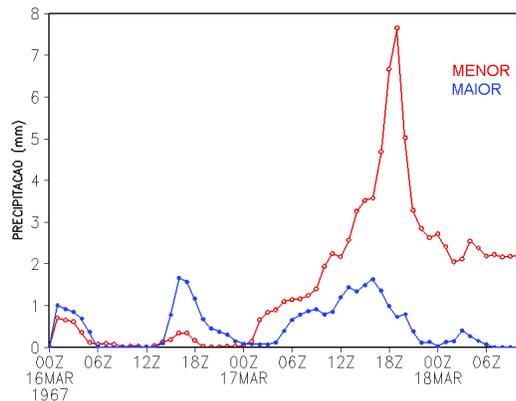


Figura 2.2.13: Evolução temporal da precipitação média (24S-23S e 50W-45W) das simulações do domínio menor (vermelho) e maior (azul) para o caso de março de 1967.

**7.** Foi introduzido um esquema de assimilação de dados de temperatura da superfície do mar diária estimados através de sensor de satélite, para o Modelo Eta. A Figura 2.2.14 mostra o teste para o dia 8 de abril de 2006 e a intensificação do movimento escoamento no litoral. Estes ventos modificaram a brisa e intensificaram a chuva litorânea.

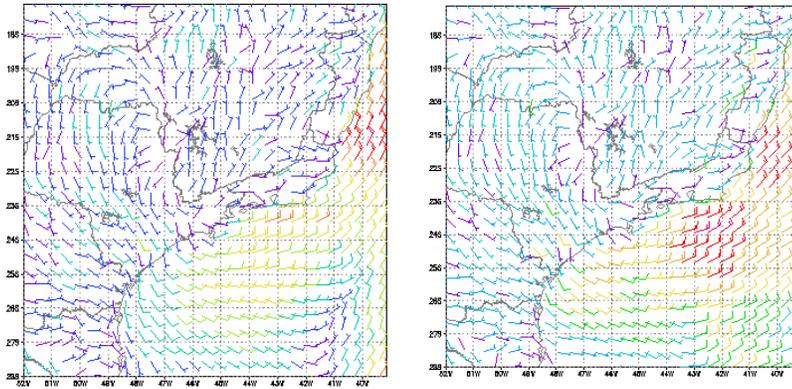


Figura 2.2.14– Simulação de 24h dos ventos a 10m (m/s) para o dia 8 de abril de 2006. (a) sem ajuste de TSM observada; (b) com ajuste de TSM observada.

**8.** A perturbação de momentum convectivo foi introduzido no modelo Eta. Esta modificação mostrou-se capaz de posicionar melhor o sistema convectivo. Isso se deve a mudança do perfil do vento em presença da convecção. O escoamento que controla o deslocamento da célula convectiva posiciona ligeiramente diferente o local da chuva. (Fig. 2.2.15) Integrações juntando um período longo convectivo serão produzidas para gerar uma avaliação mais robusta do desenvolvimento.

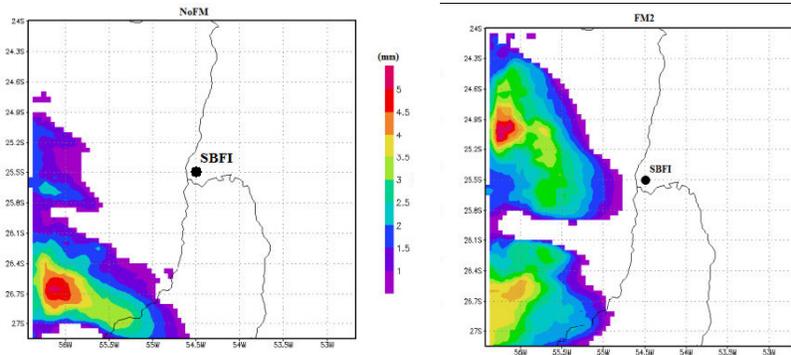


Figura 2.2.15 – Precipitação convectiva (mm) acumulada em 24h, simulação válida para 1200UTC, 21 de abril de 2006. (a) sem fluxo de momentum convectivo; (b) com fluxo de momentum convectivo.

**9.** Foram modificados os parâmetros do esquema de condensação em gotas de nuvens empregado no modelo Eta. Estes testes foram realizados para reduzir o excesso de água líquida verificada no modelo. Mais integrações serão realizadas para avaliar o impacto em situações de chuvas intensas.

**10.** Foram também realizadas simulações de dois casos de precipitação intensa (1967 e 1994) com o Modelo MM5 na resolução de 30 km, estas simulações, entretanto, não apresentaram precipitação, provavelmente devido à resolução horizontal empregada.

**11.** Análise das condições atmosféricas do estabelecimento do início da monção e precipitação sobre a região.

### **Próximas atividades**

1. Os principais casos de acidentes na região da Serra do Mar foram simulados pelo modelo Eta na resolução de 10 km. Estudos e experimentos numéricos se estenderão para estes casos.
2. A umidade do solo tem papel importante na descrição da temperatura próximo à superfície e na fonte de umidade e calor latente. Testes com a geração de condição inicial de umidade do solo e com a nova rotina do esquema de superfície serão realizados.
3. Medidas das estações de superfície estarão sendo geradas na próxima etapa. Testes para inclusão destas observações no modelo devem favorecer a qualidade das previsões.
4. Análise de cluster entre eventos com precipitação moderada e intensa de casos simulados pelo Eta será produzida a fim de agrupar configurações do modelo mais favoráveis a chuvas intensas.
5. Inclusão da topografia e de mapa de solo de maior resolução será realizada.
6. Um aprimoramento ao esquema de advecção da temperatura em regiões de montanha será testado para os casos de chuvas intensas. Espera-se representar melhor o escoamento entre os vales da serra.
7. Ajuste entre a produção da chuva convectiva e estratiforme pelo modelo será testado. Será introduzida no esquema de microfísica de nuvens a metodologia de separação do tipo de precipitação em função da velocidade terminal das gotas.
8. Índices de instabilidade atmosféricos deverão ser adaptados para a região em estudo como ILEV, CILEV, Lapse Rate, que serão analisados para o período do verão de 2007. Dados observacionais de radiossondagem serão obtidos para o verão de 2007 para as localidades de RJ e SP às 00 e 12 Z. As previsões do Eta-5km serão comparadas com os dados observacionais. Paralelamente será checado se os limiares dos índices de instabilidade estão indicando corretamente eventos de precipitação intensa ocorridos no RJ e SP.
9. Análise da circulação próxima à costa nos resultados da previsão do Eta 5km (Jan a Mar 2007).
10. Geração da análise de TSM diária em alta resolução próximo ao litoral de São Paulo para análise do gradiente de temperatura terra-mar e estudo da circulação da brisa marítima nos resultados do modelo serão realizados.

### **2.3 Acoplamento de um modelo atmosférico a um modelo hidrológico (SP2)**

Este sub-projeto se propõe a acoplar o modelo hidrológico DHSVM ao modelo atmosférico Eta.

As bacias hidrográficas do Litoral Norte têm grande deficiência de dados hidrológicos, no que se refere às vazões líquidas, sólidas e qualidade da água dos rios. Dada a importância da região como pólo turístico e também devido à previsão de implantação de grandes empreendimentos em Caraguatatuba e São Sebastião, os quais atuam como indutores do crescimento econômico, podendo ocorrer uma grande degradação ambiental, caso a ocupação de novas áreas ocorra de forma desordenada.

Os trabalhos de modelagem hidrológica estão concentrados em duas bacias de estudo:

- Rio Bocaina – localizada nos municípios de Cachoeira Paulista e Silveiras com uma área de drenagem de 251,36 km<sup>2</sup>. Nesta bacia localiza-se uma estação hidrológica da Agência Nacional de Águas (ANA) próximo à mesma, existem 2 Plataformas de Coleta de Dados (PCD's) do INPE.
- Rio Claro – localizada nos municípios de Caraguatatuba e São Sebastião com uma área de drenagem de 70,2 km<sup>2</sup>. Próximo à bacia está localizada a PCD de Caraguatatuba do INPE.

O modelo hidrológico que está sendo utilizado é o Distributed Hydrology Soil Vegetation Model (DHSVM) é um modelo hidrológico distribuído, fisicamente baseado, que representa os efeitos da topografia, solo e vegetação nos fluxos de água de uma bacia hidrográfica. Esse modelo foi desenvolvido no começo da década de 1990 na Universidade de Washington.

Esse modelo pode ser aplicado em bacias de até 10.000 km<sup>2</sup> com um passo de tempo inferior ao diário e um período de vários anos. Esse fato torna-se muito relevante uma vez que a nossa área de interesse de estudo é a Serra do Mar.

O código do DHSVM, desenvolvido em linguagem C, é disponibilizado pela Universidade de Washington (DHSVM, 2004) e pode ser executado no sistema operacional LINUX.

Os dados necessários para a modelagem com esse modelo são:

- ♦ Dados meteorológicos a cada 3 horas, em particular precipitação, temperatura e umidade do ar, velocidade do vento, radiação de onda longa e curta incidentes;
- ♦ Modelo Digital do Terreno (MDT);
- ♦ Textura, profundidade e informações hidráulicas dos solos;
- ♦ Vegetação;
- ♦ Informações sobre cursos de água e estradas (localização, largura, etc).

### **2.3.1 Bacia do Rio Bocaina**

#### **Levantamento dos dados necessários para a modelagem**

- Dados meteorológicos

Na busca dos dados meteorológicos, foram encontradas três fontes: METeorological Aerodrome Report (METAR), Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) e do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE).

Os dados do METAR, disponíveis na página eletrônica do National Oceanic & Atmospheric Administration (NOAA), são geralmente dados obtidos nos aeroportos em todo o mundo, medidos a cada hora. Tipicamente são dados de temperatura, temperatura do ponto de orvalho, precipitação, cobertura de nuvens, altura de nuvens, visibilidade e pressão barométrica. As estações que se encontram mais próximas à nossa área de interesse (Serra do Mar no Estado de São Paulo) são as de Santos, São José dos Campos e Guaratinguetá. Como essas estações não apresentam dados de velocidade do vento e radiação, não serão utilizadas em nosso estudo.

As estações do INMET são basicamente de dois tipos: as convencionais, cujos dados são lidos e anotados por um observador humano a cada intervalo e este os envia a um centro coletor por um meio de comunicação qualquer, e as automáticas. Na região de interesse, existem apenas as estações convencionais de Ubatuba e Taubaté, onde são realizadas apenas três leituras diariamente, com dados de temperatura, precipitação, umidade relativa, direção e intensidade do vento. Por não haver medições de radiação e pelo longo intervalo entre uma medição e outra, não serão utilizados dados dessas estações.

Os dados das Plataformas de Coleta de Dados (PCD's) do INPE são os que mais se aproximam dos dados demandados pelo modelo hidrológico, tanto em termos das variáveis meteorológicas, quanto ao intervalo de medições (3 horas) e localização das estações.

Como os dados meteorológicos que estão sendo utilizados são das PCD's do INPE e estas não monitoram radiação de onda longa, foram estimadas equações para dias de céu claro e céu encoberto, ajustadas para os dados da estação experimental de Sertãozinho-SP.

A equação de céu claro é dada em função da pressão de vapor ( $e_a$ ) e da temperatura do ar ( $T_a$ ):

$$L_d^* = \left[ 0,576 \left( \frac{e_a}{T_a} \right)^{0,202} \right] \sigma T_a^4,$$

Para as condições de céu encoberto, a equação ajustada obtida foi:

$$L_d = L_d^* (1 + 0,1007c^{0,9061}),$$

onde  $c$  é o coeficiente de cobertura de nuvens dado pela razão da radiação solar medida e a radiação solar calculada para dias de céu claro.

Para a calibração e validação do modelo são necessários ainda dados de vazões do curso d'água estudado. Os dados hidrológicos nacionais estão reunidos basicamente nos endereços eletrônicos da Agência Nacional de águas - ANA (HIDROWEB) e do Departamento de águas e Energia Elétrica - DAEE (SIGRH).

- Modelo digital do terreno

Os dados de topografia foram obtidos das imagens topográficas do Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) com resolução de 3", ou cerca de 90m. Esse foi um projeto da National Geospatial-Intelligence Agency (NGA) e da National Aeronautics and Space Administration (NASA). Esses dados estão disponíveis no sítio eletrônico da NASA sob duas versões: SRTM e SRTM2. Esta última é chamada de versão final, na qual as linhas costeiras foram melhor definidas e alguns erros de células isoladas foram eliminados.

Para o nosso trabalho foi utilizada a topografia do SRTM2, embora tenham sido com parados os dados de SRTM e SRTM2 e verificado que quase não existem diferenças entre eles para a nossa área de estudo. Esses dados estão georreferenciados ao Datum WGS-84 (World Geodetic System 1984) e em sistema de coordenadas geográficas. Para adequá-los ao padrão adotado neste trabalho, foi feita a conversão para o Datum SAD-69, e o sistema de coordenadas UTM. Optou-se ainda por gerar uma grade com resolução de 100 metros, por interpolação bilinear, para não precisar trabalhar com valores fracionados.

Para determinar o limite da bacia, além da geração automática através de comandos no ArcInfo, foi traçado o limite visualmente pelo arquivo de topografia. Para a execução desse trabalho foi utilizada a topografia feita por Valeriano (2005), que é um refinamento da topografia do SRTM, para uma resolução de 1", ou aproximadamente 30 metros. Além da melhora da resolução, Valeriano (2005) desenvolveu outros planos de informação, derivados da topografia, com variáveis morfométricas locais como a declividade, orientação de vertentes, curvatura vertical, curvatura horizontal e identificação de canais de drenagem e divisores de água. Com essas informações, torna-se fácil a visualização dos limites da bacia.

- Rede de drenagem

A rede de drenagem foi gerada utilizando arquivos de comandos para o ArcInfo, escritos em Arc Macro Language (AML) e disponíveis no endereço eletrônico DHSVM (2004).

Utilizou-se como base a topografia SRTM2. Para construir essa rede de drenagem, é preciso entrar com a área de contribuição a partir da qual os rios começarão a serem traçados, definindo assim a densidade da rede. Como referência, utilizamos o mapa Carta do Brasil (IBGE, 1974), e depois de algumas tentativas, verificou-se que a área de contribuição que gerou uma rede de drenagem mais próxima ao mapa citado, foi de 50.000 m<sup>2</sup>.

Além de traçar a rede de drenagem, fez-se necessário caracterizar os diversos cursos de água através da largura, largura efetiva, profundidade medida, profundidade equivalente e rugosidade para uma velocidade de referência. Neste trabalho optou-se por usar a vazão média como valor de referência. Esses parâmetros físicos eram estabelecidos, conforme o tutorial do modelo hidrológico, segundo a área de contribuição e declividade dos cursos d'água. Em um trabalho de campo na área da bacia, decidiu-se caracterizar os rios de acordo com o sistema de ordenamento de Strahler e de acordo com a declividade.

O coeficiente de rugosidade de Manning foi determinado de acordo com a literatura.

- Vegetação

Neste trabalho foram levantados dados de vegetação de duas fontes: Programa Biota/Fapesp produzido em 2004 e Fundação SOS Mata Atlântica/INPE produzido em 2003.

No trabalho do Programa Biota/Fapesp, feito com base nas folhas topográficas IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), na escala 1:50.000, foi efetuada a análise digital de imagens orbitais do satélite LANDSAT 1998-99. Este mapa não pôde ser utilizado em nosso trabalho por não incluir o plano de informação de reflorestamento. Esse dado foi solicitado aos coordenadores do projeto FAPESP, que nos informaram que quem o possuía, seria o Instituto Florestal, mas este não nos deu um retorno até o momento.

O segundo mapa levantado foi o Atlas dos Remanescentes Florestais de Mata Atlântica da Fundação SOS Mata Atlântica/INPE que também foi resultado de trabalhos de fotointerpretação. O referencial utilizado (Datum) foi o Córrego Alegre e o sistema de coordenadas UTM (Universal Transverse Mercator). Este é o mapa de vegetação que está sendo utilizado.

Os parâmetros de cada tipo de vegetação necessários ao modelo hidrológico são a fração de cobertura, espaçamento entre troncos, atenuação aerodinâmica, atenuação da radiação, fração impermeável, altura, resistência estomatal máxima e mínima, limiar de umidade do solo a partir do qual não existe restrição à evapotranspiração, déficit de pressão de vapor acima do qual há fechamento estomatal, fração de radiação fotossinteticamente ativa, número de zonas de raízes, profundidade das zonas de raízes, fração de raízes da vegetação superior e da inferior, albedo e índice de área foliar mensais para a vegetação superior e inferior. Estes valores foram determinados de acordo com a literatura.

- Solos

O mapa de solos mais recente levantado nesta pesquisa foi o mapa pedológico desenvolvido numa parceria do Instituto Agrônomo de Campinas (IAC) e a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), na escala de 1:500.000, Datum Córrego Alegre e sistema de coordenadas geográficas. Esse mapa resultou da compilação e adequação de uma série de 8 mapas provenientes do Projeto RADAMBRASIL, que nos anos 70 mapeou o território nacional, e 15 mapas do próprio IAC, além do antigo mapa de 1960 elaborado pela Comissão de Solos. O novo Sistema Brasileiro de Classificação de Solos foi adotado nesse trabalho.

Sendo esse mapa na escala 1:500.000, 1 mm neste, que equivale à menor informação que pode ser detalhada e vista a olho nu, equivale a 500 m (Fig.2.3.1). Como estamos trabalhando com grade computacional de 100 m, fez-se necessário detalhar esse mapa com trabalhos de campo. Os

trabalhos de campo foram dirigidos pelo Dr. Francisco Sérgio Bernardes Ladeira, professor e pesquisador do Instituto de Geociências da Universidade de Campinas, que também participa do Projeto Temático. O detalhamento e verificação do mapa pedológico em campo é de fundamental importância.

Nesse trabalho de campo, foram feitas análises visuais e táteis em 46 pontos da bacia, analisando todos os horizontes do solo.

A partir do mapa de solos, foram feitos novos trabalhos de campo e coletadas 30 amostras indeformadas de solos, em 10 pontos da bacia, nos 3 horizontes. Foram feitos os seguintes ensaios de laboratório com as amostras:

- Umidade;
- Granulometria;
- Sedimentação;
- Densidade Aparente;
- Densidade Real dos Grãos;
- Porcentagem de Matéria Orgânica.

A partir desses ensaios e com aplicação de funções de pedotransferência foram determinados os seguintes parâmetros de solo:

- % argila;
- % areia;
- % silte;
- Porosidade;
- Ponto de Murchamento;
- Capacidade de Campo;
- Condutividade Hidráulica;
- Poro-pressão;
- Pressão de Entrada de Ar.

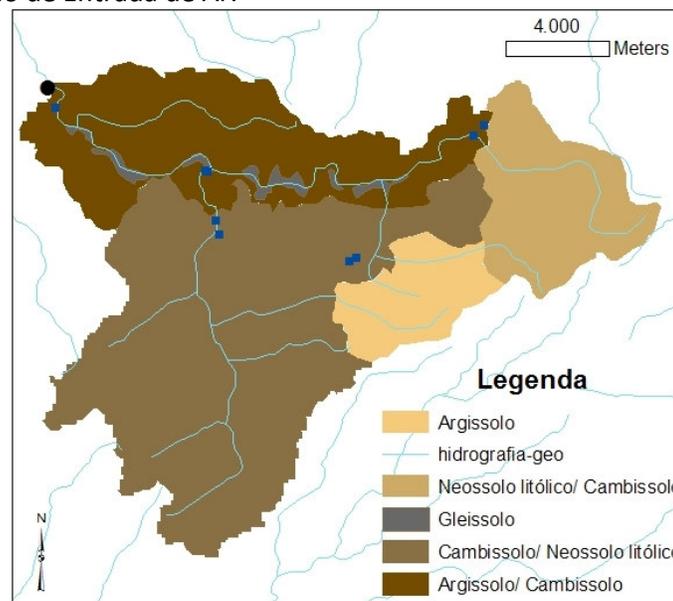


Figura 2.3.1 - Mapa de solos feito a partir de 46 pontos na bacia do rio Bocaina

Foi feita uma análise de sensibilidade do modelo hidrológico aos parâmetros de solo e vegetação. Esse trabalho foi feito variando um parâmetro de cada vez, mantendo os demais fixos. Os

resultados apontaram que o modelo é mais sensível ao parâmetro de condutividade lateral do solo e seu expoente de decaimento. Os resultados auxiliaram o direcionamento dos trabalhos de campo, pois aos parâmetros que o modelo não apresentou sensibilidade, foram utilizados valores da literatura.

### **2.3.2 Bacia do Rio Claro**

Atualmente o trabalho encontra-se na fase de preparação do banco de dados para executar o modelo. Esta etapa é muito extensa, pois modelos físicos exigem uma maior quantidade de dados.

Todas as informações hidrológicas serão georreferenciadas e em conjunto com mapas temáticos de uso do solo, geológico, modelo numérico de terreno, hidrografia, localização de rodovias e estradas secundárias, já disponibilizadas para o estado de São Paulo pelo Instituto de Geociências da UNICAMP formarão um banco de dados.

#### *Modelo digital de terreno*

Os dados de topografia foram obtidos do trabalho de Valeriano (2005), estudo onde foram capturados dados SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) de todo o território nacional em segmentos correspondentes às folhas 1:250.000, de 1º de latitude por 1,5º de longitude e a preparação dos dados consistiu, entre outros, na modificação do modelo digital do terreno (MDE) SRTM original para um novo MDE, com a resolução melhorada de 1" (~30m).

A partir desse MDE, foi possível se delimitar parcialmente a bacia do rio claro com auxílio do SIG ArcInfo.

#### *Rede de drenagem*

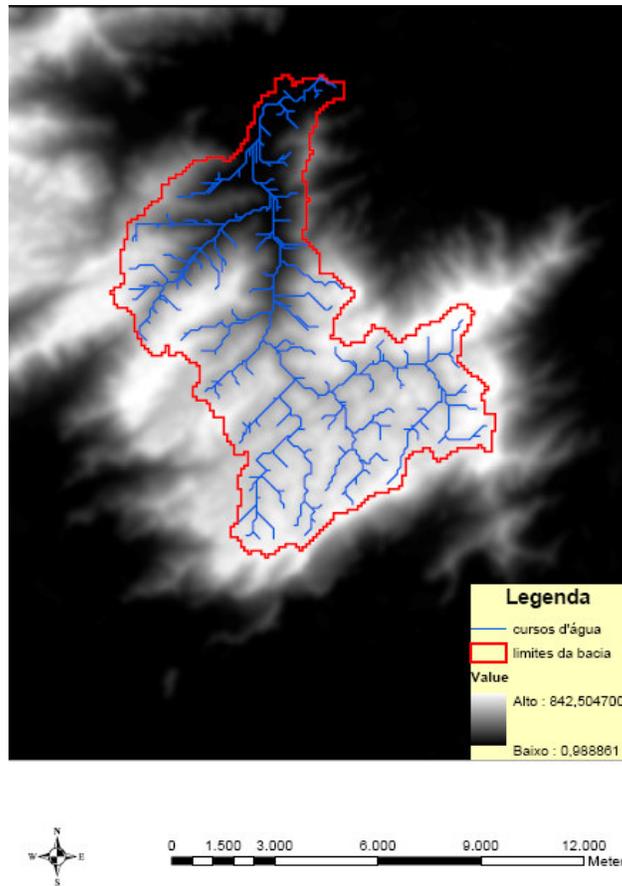
Na figura 2.3.2 já se apresenta a segunda versão da delimitação da bacia, bem como a rede de drenagem gerada a partir do MDE.

#### *Solos*

O mapa pedológico utilizado foi desenvolvido por Oliveira et al. (1999) na escala 1:500.000.

### **Estudos de qualidade d'água**

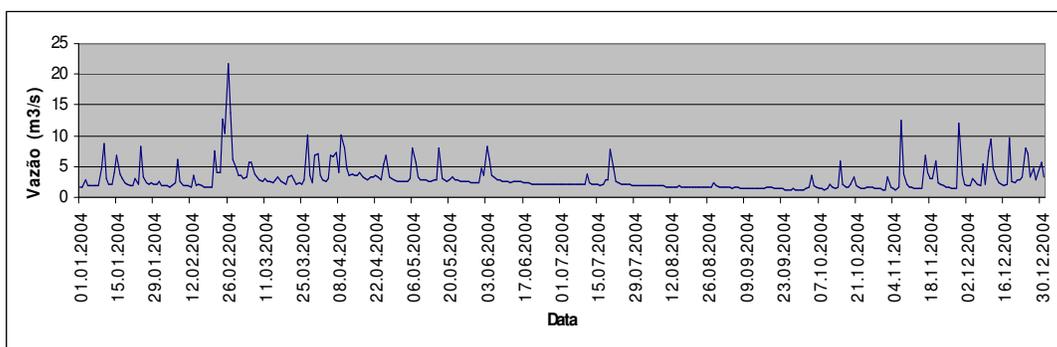
Coletas de amostra em dois pontos do rio Claro foram realizadas, pontos situados entre as duas captações de água da SABESP naquele rio, objetivando analisar parâmetros como OD, DBO, pH, Turbidez, dentre outros.



**Figura 2.3.2** – Rede de drenagem gerada na bacia do rio Claro.

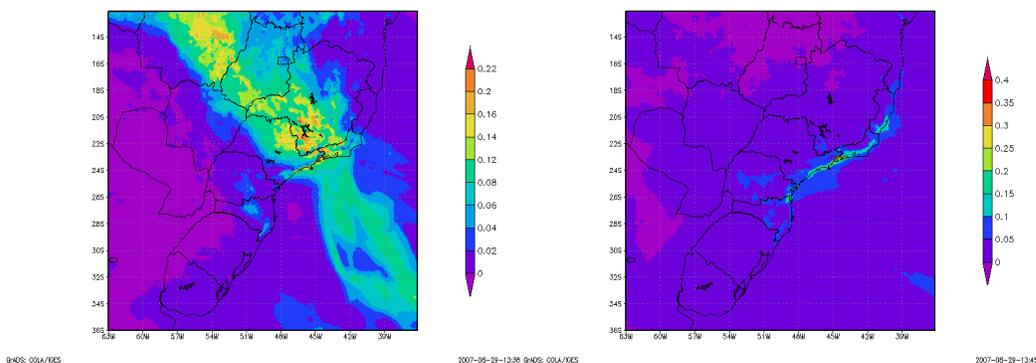
### 2.3.3 Acoplamento com o modelo atmosférico

Para a realização do acoplamento com o modelo atmosférico, dois casos foram selecionados para a bacia do rio Bocaina: um caso de ZCAS de 20 a 26 de fevereiro de 2004 e uma passagem de frente de 15 a 21 julho de 2004. As vazões registradas no Rio Bocaina estão apresentadas na Figura 2.3.3:



**Figura 2.3.3** – Vazões observadas no rio Bocaina no ano de 2004

O modelo Eta foi executado com condições do contorno e inicial da reanálise do modelo do NCEP, com uma resolução horizontal de 10 km. Os resultados de precipitação acumulada no período simulado estão apresentados na Figura 2.3.4.



**Figura 2.3.4** – Precipitação acumulada (m) das simulações do modelo Eta 10 km para fevereiro de 2004 (esquerda) e julho de 2004 (direita)

### Próximos passos:

#### Bacia do Rio Bocaina:

- Coleta e ensaio de mais 5 pontos na bacia;
- Executar o modelo atmosférico Eta com 1 km de resolução para acoplamento.

#### Bacia do Rio Claro:

- Elaboração do mapa de solos através de análise visual e tátil em diversos pontos da bacia;
- Tratamento dos dados meteorológicos;
- Modelagem hidrológica e verificação das vazões.

## 2.4 Características dos sistemas convectivos que resultam em eventos extremos na Serra do Mar (SP3)

Este subprojeto tem por objetivo monitorar a precipitação através de sensores remotos e prever, a curtíssimo prazo, o deslocamento e intensificação de sistemas precipitantes em mesoescala. A caracterização dos sistemas convectivos associados aos eventos extremos na Serra do Mar é feita a partir de sensoriamento remoto. Este subprojeto visa realizar pesquisa aplicada, objetivando como resultado final um processo operacional de descrição da precipitação e previsão imediata de sistemas convectivos.

### Dados utilizados no Projeto:

Satélites GOES-10 e Meteosat Second Generation (MSG), saídas do modelo ETA, descrição tridimensional da chuva a partir de dados de radar e descargas elétricas da rede RINDAT.

### Atividades Realizadas:

#### 2.4.1 Estimativa de precipitação:

1. Teste de sensibilidade e ajustes do modelo Hidroestimador (veja descrição em anexo – Um estudo de sensibilidade do modelo Hidroestimador.)

2. Análise da qualidade das medidas do Hidroestimador (veja anexo - Validação do algoritmo Hidroestimador)
3. Implementação do GPI (GOES Precipitation Index).

O GPI é um modelo para estimativa de precipitação desenvolvido por Arkin e Meisner (1987). É um modelo extremamente simples, que relaciona a fração de pixels abaixo de uma determinada temperatura com a taxa de precipitação. A temperatura do topo da nuvem é estimada através do canal de 10.8 micrometros do satélite GOES, e utilizando esses dados, calculamos a fração de pixels com temperaturas abaixo de 235 K em uma área de 1 por 1 grau, e em um intervalo de tempo entre duas imagens consecutivas. A precipitação acumulada então é calculada como:

Precipitação (mm) =  $F \times T \times 3$  mm/h, onde:

F é Fração de pixels com  $T < 235$  K; T é Intervalo de tempo entre duas observações (em horas) e 3 mm/h é Constante.

Após o cálculo da precipitação acumulada entre um determinado intervalo T, os valores são somados para obtermos o total acumulado diário.

Como todo algoritmo de estimativa de precipitação no infravermelho que utiliza a temperatura do topo das nuvens como preditor, sua maior desvantagem é a falta de representação da física envolvida no processo de precipitação. Por outro lado, possui a vantagem de uma alta disponibilidade de observações (em média, uma a cada 30 minutos).

4. Implementação do USProb.

O USProb, desenvolvido por Biscaro e Morales (2006), é um algoritmo para estimativa de precipitação desenvolvido especificamente para a região continental amazônica. Na sua formulação, foi utilizado o método conhecido como *Probability Matching Method* (Calheiros e Zawadzki, 1987) para relacionar taxas de precipitação observadas pelo radar TRMM-PR com as temperaturas de brilho do radiômetro TRMM-TMI. Através dessas comparações, cinco classes de sistemas foram criadas, levando em conta os tamanhos e distribuições de temperaturas dos sistemas. Sistemas diferentes possuem características físicas e dinâmicas diferentes, logo a relação entre temperatura e precipitação não é única para todos os tipos de sistemas precipitantes. Essa estimativa será adaptada para o Estado de São Paulo.

5. Implementação do MSPPS-RR

O MSPPS/RR (Zhao e Weng, 2002) utiliza os canais de 89 and 159 GHz dos sensores AMSU-A/B e MHS, dos satélites NOAA-17/18. Este modelo fornece valores instantâneos, com 15 km de resolução, sobre toda a América do Sul em 2 observações diárias. A base física é a relação do "ice water path", derivado das relações entre as temperaturas de brilhos dos dois canais citados acima, para estimar a precipitação.

6. Calibração do radar de São Roque.
7. Desenvolvimento do modelo de estimativa da precipitação o RESAT (trabalho aceito para publicação - Basis for a Rainfall Estimation Technique Using IR-VIS Cloud Classification and Parameters over the Life Cycle of Mesoscale Convective Systems – Journal Appl. Met.)

8. Desenvolvimento do modelo de microondas para 150 GHz (trabalho publicado - RAINFALL SENSITIVITY ANALYSES FOR THE HSB SOUNDER: AN AMAZON CASE STUDY. International Journal of Remote Sensing, v. 28, p. 3529-3545, 2007)

#### 2.4.2 Previsão Imediata:

1. Estudo dos parâmetros preditores de tempestades Severas (veja descrição em anexo - Radar na Análise da Severidade da Convecção)
2. Modelo de previsão imediata da precipitação – o Hidro-Fortracc. Este trabalho tem o objetivo de desenvolver um método de previsão imediata da precipitação com base na utilização conjunta do algoritmo FORTRACC, de previsão da propagação de Sistemas Convectivos de Mesosescala (SCM) em curto prazo, e do modelo Hidroestimador, de estimativa de precipitação utilizando dados de satélites geoestacionários. Com os resultados deste modelo envolvendo a precipitação será estudada a propagação e a estrutura das precipitações ligadas aos SCM. A técnica FORTRACC/Hidroestimador utiliza como dados básicos às imagens do satélite GOES, no canal 4, a cada meia hora. Para o desenvolvimento deste trabalho será necessário realizar uma análise estatística da evolução das estruturas de precipitação dos SCM. Além disso, pretende-se entender os processos associados à propagação dos sistemas precipitantes, melhorando o desempenho do modelo no que tange a extrapolação destes campos no espaço e tempo. Espera-se como resultado desenvolver/adaptar um modelo de previsão imediata para a precipitação, e entender a dinâmica associada à propagação dos SCM precipitantes em função dos campos extrapolados, das variáveis meteorológicas e do tipo de sistemas convectivos. Esse trabalho já está iniciado e estamos trabalhando no levantamento das curvas de ajuste do modelo.
3. Adaptação do Fortracc ao uso de imagens de radar. Esse tópico foi iniciado recentemente após os testes dos melhores parâmetros a serem seguidos no tempo. Obteve-se como parâmetro ideal o VIL (conteúdo de água líquida integrado verticalmente) que tem unidade de massa por unidade de área (Greene e Clark, 1972).

$$VIL = \int_{base}^{topo} M dh = 3.44 \times 10^{-6} \int_{base}^{topo} Z^{4/7} dh$$

Onde  $h$  é a altura expressa em metros e  $VIL$  tem unidades de  $kg.m^{-2}$ .  $M$  e  $VIL$  representam a massa de gotas em um volume unitário e área unitária, respectivamente. A idéia é sequeir as estruturas de  $VIL$  maior que  $10 kg.m^{-2}$ .

#### 2.4.3 Modelo hidroestimador

O Hidroestimador é uma versão atualizada do Autoestimador (Vicente, 1998), Esse modelo utiliza a temperatura de brilho do canal infravermelho do satélite GOES para estimar a taxa de precipitação baseada numa relação não-linear de regressão de potência onde seus coeficientes são ajustados baseando-se no conteúdo de água precipitável (PW) integrado da superfície a 500hPa, e considerando também alguns fatores adicionais como o regime de umidade e estrutura do topo de nuvens. O modelo hidroestimador, além da temperatura de brilho do satélite GOES-12, utiliza também dados de água precipitável e umidade relativa (UR) da superfície ao nível de 500hPa e ventos em 850hPa do modelo Eta.

A Figura 2.4.1 mostra a diferença normalizada entre a precipitação média para 2 anos estimada pelo hidroestimador (DSA/INPE) e a observada pelo modelo 3B-43 (NASA).

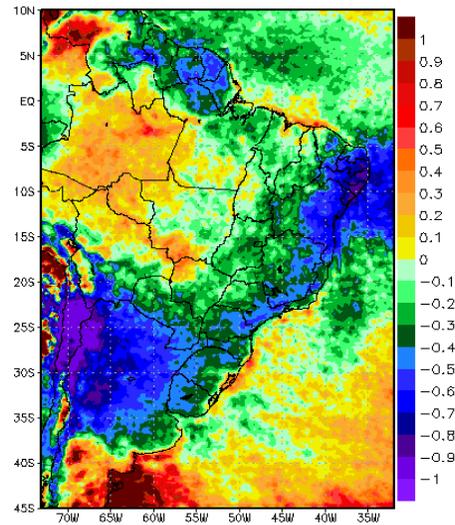
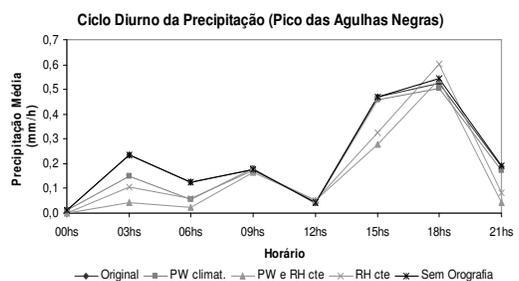
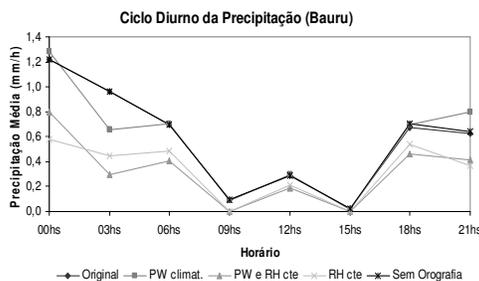


Figura 2.4.1. Diferença normalizada das médias entre a versão original do hidroestimador (DSA/INPE) e do algoritmo 3B-43 (NASA) para o período de janeiro de 2005 a dezembro de 2006.

A Figura 2.4.2 mostra o ciclo diurno da precipitação sobre três regiões, sendo duas de relevo distinto: Bauru (SP) e Pico das Agulhas Negras (RJ) a 526m e 2790 m de altitude, respectivamente. Nota-se que, para Bauru (Figura 2.4.2a) a precipitação possui um comportamento similar para todos os testes, ou seja, os máximos e mínimos nos mesmos horários, variando apenas na intensidade. Observa-se que às 3 e às 18 GMT os valores para cada teste e o hidroestimador foram diferentes, este último apresentando precipitação maior. Como o esperado, a versão sem orografia teve uma distribuição igual a do hidroestimador.



(a)

(b)

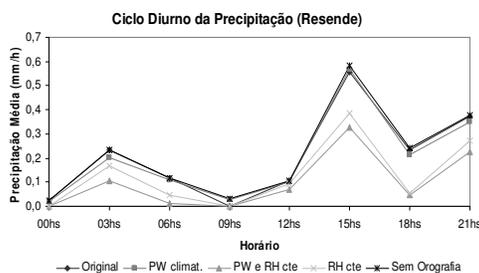


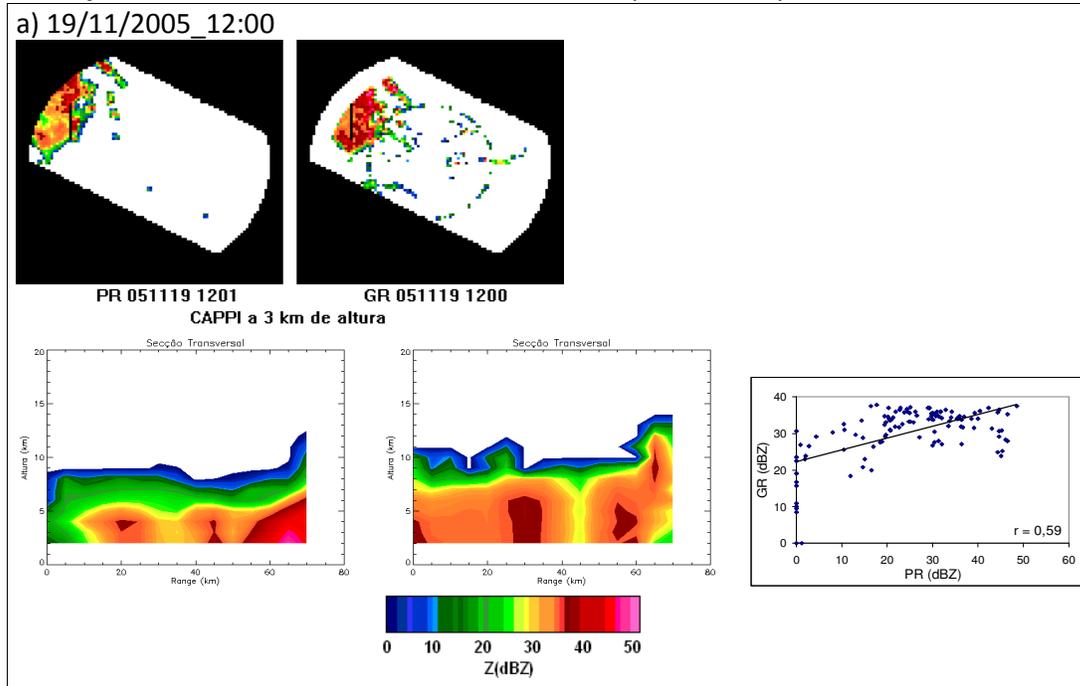
Figura 2.4.2 Ciclo diurno da precipitação sobre Bauru (SP), Pico das Agulhas Negras (RJ) e Resende.

Concluímos que, durante o período de análise, todas as correções adicionais (efeitos orográficos, conteúdo de água precipitável e umidade relativa) feitas no hidroestimador são importantes no cálculo final da taxa precipitação. Além disso, verificamos que a umidade relativa e água precipitável são as principais responsáveis na subestimativa das taxas de precipitação sobre o Sudeste do Brasil, sendo PW um fator importante no cálculo inicial da taxa de precipitação e que a RH pode diminuir consideravelmente as taxas.

#### 2.4.4 Avaliação dos Dados do Radar Meteorológico de São Roque Utilizando Informações do Radar de Precipitação TRMM

Radares meteorológicos têm sido bastante utilizados por apresentarem a capacidade de estimar a precipitação em locais bem distantes de onde se encontram localizados, além de fornecerem uma estrutura tridimensional dos sistemas precipitantes. A qualidade dos dados do radar meteorológico deve ser investigada constantemente, pois esses sensores podem ser descalibrados por diversos fatores. Nesse sentido é importante manter um programa regular de calibração eletrônica do radar e, se possível, manter uma rede de pluviômetros para eventuais correções dos valores de refletividades que podem ser alterados por outras fontes de variações. Com o objetivo de avaliar a qualidade dos dados do radar de superfície (GR) localizado em São Roque (SP) foram utilizados dados do radar de precipitação (PR) a bordo do satélite TRMM, como referência,

O campo de refletividade dos dois radares apresenta boa concordância, porém, é nítida a superestimação dos valores do GR em relação ao PR (Fig.2.4.3). Os gráficos de dispersão apresentam correlação significativa ao nível de 5% para os dois casos analisados. O que indica uma boa relação entre os valores de refletividade obtidos pelos dois tipos de radares.



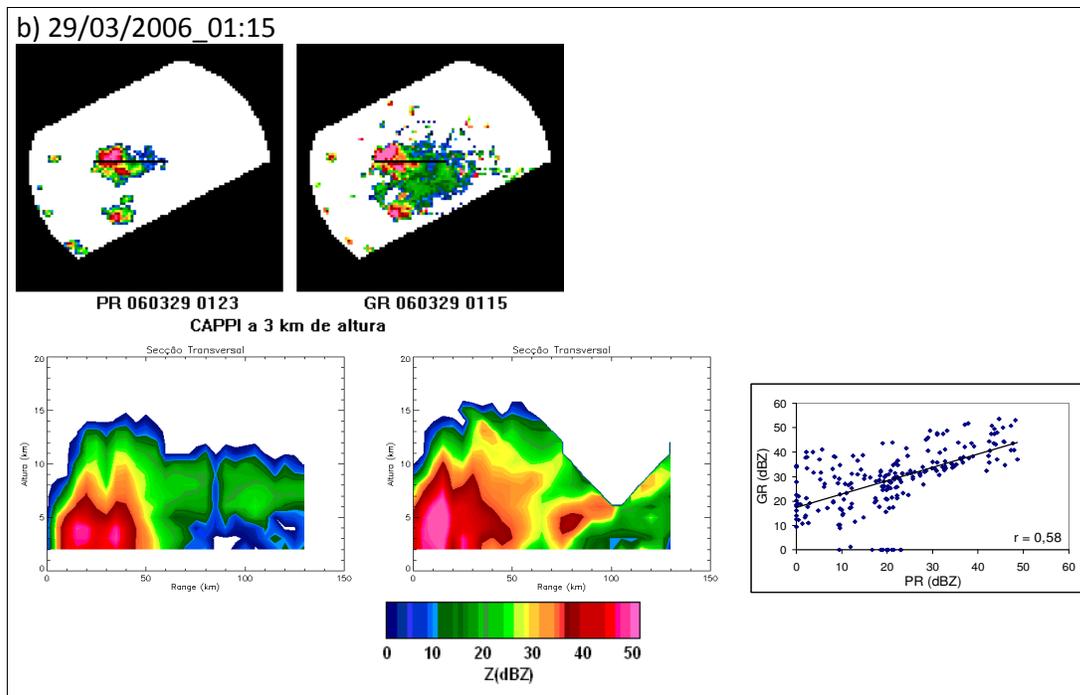


Figura 2.4.3 – Distribuições espaciais, secções transversais e gráficos de dispersão para o PR e o GR.

Os resultados obtidos nessa pesquisa revelaram que o radar de São Roque apresenta valores de refletividade acima dos valores obtidos pelo radar a bordo do satélite TRMM. De acordo com estudos teóricos (Chandrasekar et al., 2006) uma diferença da ordem de 2 dBZ é aceitável quando se compara um radar de Banda S com outro de Ku.

Por apresentar uma grande diferença (6.97 dBZ) em relação ao PR, o radar de São Roque precisa ser melhor investigado, e se possível com a presença de engenheiros que possam avaliar todo o funcionamento do sensor.

#### 2.4.5 Radar na Análise da Severidade da Convecção

Através de muitos anos de estudos, reconheceu-se que a previsão de tempo severo requer o conhecimento da estrutura vertical da atmosfera. Com esse conhecimento pode-se verificar, por exemplo, a ocorrência de granizo em uma nuvem de tempestade. Um produto de radar que tem se mostrado uma excelente ferramenta para detecção de granizo é o VIL – Vertically Integrated Liquid water ( água líquida integrada verticalmente), proposto por Greene e Clark (1972). O rápido crescimento de valores de VIL é um forte indicador de “desenvolvimento explosivo” de tempestades severas.

A partir dos dados de 19 eventos de tempo severo observados no período de 2005 e 2006, obteve-se as distribuições de frequência de ocorrência dos Topos dos Ecos de 20 e 35dBZ, VIL e Densidade VIL. Observa-se pela Figura 2.4.3 que 82% das tempestades severas desenvolvem topos de 20 dBZ acima de 13 km, sendo que 66% ultrapassam alturas de 15 km. Cerca de 22% dos topos de 35 dBZ atingem valores superiores a 15 km.

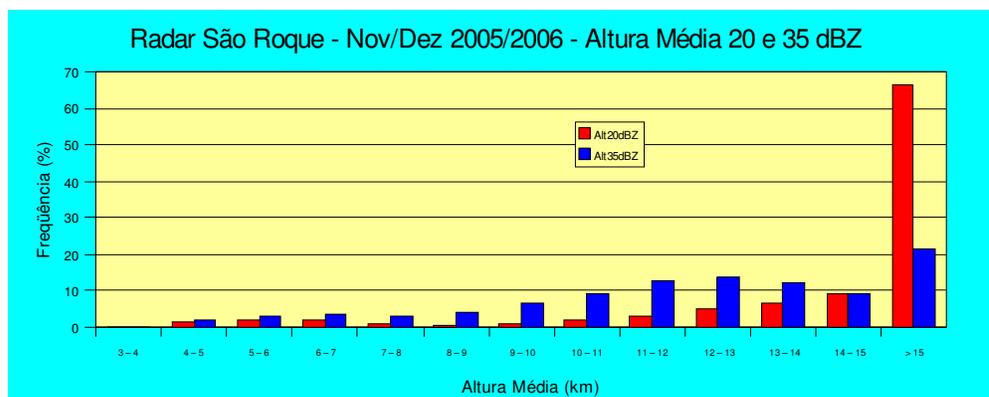


Figura 2.4.3: Distribuição da frequência de ocorrência dos Topos dos Ecos (20dBZ e 35 dBZ) para o mês de Novembro e Dezembro de 2005 e 2006.

Preliminarmente foi obtido o ciclo de vida das estruturas do campo de VIL utilizando o sistema FORTRACC, que funciona operacionalmente no CPTEC, para o acompanhamento dos sistemas convectivos determinados a partir de imagens de satélite (Machado e Laurent, 2004). Para isso, foi necessário adaptar o FORTRACC, para seguir as estruturas com VIL maior que  $10 \text{ kg.m}^{-2}$ , limiar que foi definido levando em consideração a identificação das estruturas mais ativas dos campos de VIL. Uma seqüência de seis campos de VIL, separados de 15 minutos, das 18:30 GMT até 19:45 GMT do dia 23 de novembro de 2005 foi utilizada para alimentar o FORTRACC. Após a aplicação do sistema FORTRACC, o resultado obtido foi o conhecimento do ciclo de vida de cada estrutura de VIL, associando uma dada estrutura em uma imagem com a mesma estrutura na imagem sucessiva em outra fase do ciclo de vida (ou seja, 15 minutos mais tarde). O resultado final do FORTRACC é um relatório textual indicando parâmetros como: posição, área, crescimento ou decrescimento, ocorrência de divisão ou agrupamento da estrutura e excentricidade. Com esse relatório de saída fornecido pelo FORTRACC é feito o acompanhamento evolutivo de cada estrutura de VIL.

A próxima etapa do trabalho compreende a utilização dos dados de saída do FORTRACC, para acompanhar a variação temporal do topo da nuvem ( $dh/dt$ ) de cada estrutura precipitante. Esse parâmetro pode ser um bom descritor do ciclo de vida dos sistemas convectivos, conforme estudo de Machado et al.(2004).

## 2.5 Impacto das Informações de estações telemétricas de coleta de dados geotécnicos e hidrometeorológicos na previsão numérica para a Serra do Mar (Rede Telemétrica) (SP6)

Este subprojeto se propõe a ampliar e integrar a rede de observações de superfície com estações telemétricas meteorológicas e hidrológicas, também conhecidas por PCDs (Plataformas de Coleta de Dados).

### Atividades realizadas:

Neste período foi dado continuidade às visitas a vários locais para escolha da instalação das estações meteorológicas e hidrológicas. Foram realizadas as seguintes visitas, que se basearam em locais recomendados pela equipe deste subprojeto:

1. Picinguaba,

- 2. Vila Itatinga
- 3. Curucutu
- 4. Itanhaém

Foi realizado o treinamento para o funcionamento, instalação e manutenção das estações meteorológicas solicitado ao fornecedor para nossos funcionários com participação dos parceiros do Instituto Agrônomo de Campinas e do Instituto Florestal.

Todas as estações necessitaram de obras civis para instalação da base da torre da estação, estaiamento e cerca com alambrado (Fig.2.5.1). As estações já possuem número ID para identificação pelo satélite SCD.



Figura 2.5.1 – Obras civis para instalação das estações meteorológicas.

Segue abaixo o status das PCDs meteorológicas do projeto:

a. Em funcionamento e reportando mensagem: Paraibuna, Cunha e Itanhaém

1. Paraibuna, área CESP; ID 30888



Figura 2.5.2 – Instalação dos sensores, torre com anemômetro e sensores do solo em Paraibuna.

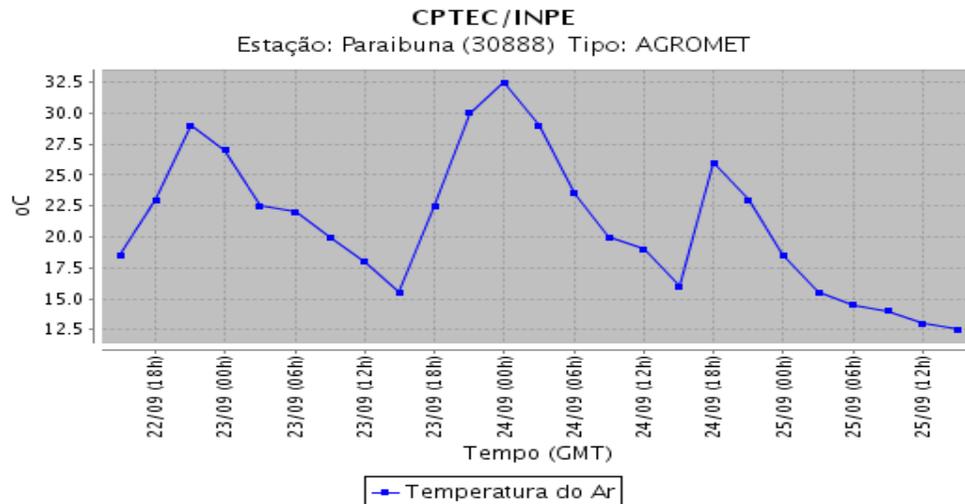


Figura 2.5.3 – Gráfico da informação de temperatura da estação de Paraibuna/CESP em situação ativa.

- 2 Cunha, área da Estação de Tratamento de Água do município, ID 30885.
- 3 Itanhaém, área da Secretaria do Meio Ambiente da Prefeitura de Itanhaém. ID 30889

b. Com base instalada

- 4 Picinguaba
- 5 Curucutu



Figura 2.5.3 – Instalação das bases para a torre nas Unidades de Conservação de Picinguaba e de Curucutu.

b) PCDs com ponto definido, mas falta montar a base

- 6 Vila Itatinga
- 7 Santa Virgínia, substituindo a anterior do Instituto Florestal
- 8 Santa Virgínia (torre experimental)

c) PCDs ainda definindo o local

- 9. São José dos Campos: a ser localizada junto à estação convencional do CTA

- 10. São Paulo, no Horto Florestal ou na área do IPT

### 2.5.1 Status das PCDs hidrológicas

As estações hidrológicas apresentam instalação distinta das meteorológicas porque cada instalação precisa se adequar ao local do rio. Primeiramente serão instalados os pluviômetros das estações e depois os sensores de nível d'água, cuja instalação exige obra civil e hidráulica bastante complexa e diferente para cada localidade.

#### a) PCDs com bases instaladas

- Rio Grande
- Rio Santo Antônio



Figura 2.5.4– Bases das PCD hidrológicas em Caraguatatuba (a) e Ubatuba (b).

#### b) PCDs com local definidos, faltando montar a base

- Rio Pilões em Cubatão,
- Rio Claro em Caraguatatuba

#### c) A definir:

- Rio da Fazenda em Picinguaba

As últimas estações meteorológicas e hidrológicas estão aguardando autorizações dos órgãos que abrigarão as estações. Está sendo submetido ao CTA uma documentação com os objetivos do projeto, nome e fabricante da PCD e variáveis. Uma outra documentação está sendo preparada para a CODESP (Vila Itatinga, Bertioga). Está sendo preparada uma documentação para formalizar autorização da SABESP para obter a autorização formal de instalação no Rio Claro. As autorizações junto ao Instituto Florestal também estão em andamento.

### **2.5.2 Protocolo de operação e transmissão**

- 1) As PCDs meteorológicas irão armazenar dados cada 30', as PCDs hidrológicas a cada 10', as transmissões via satélite continuarão sendo de 3 horas;
- 2) De imediato, as PCDs serão instaladas no modo de gravação normal, e serão interrogadas pela base pelo menos uma vez ao dia;
- 3) O modo de alerta será incorporado na programação em um prazo de 6 meses.
- 4) Será instalada e configurada a Estação Base para recepção dos dados via celular (meteorológicas e hidrológicas) através de um microcomputador. A Estação Base será operada pelo CPTEC.
- 5) Obras civis para instalação de sensores de níveis (3 meses);
- 6) Implantação de sensores de níveis e do sistema de alerta (6 meses).

É conveniente destacar que não existe nenhuma rede operacional de estações hidrológicas no litoral norte do estado, seja por parte da ANA, seja por parte do DAEE. Um dos motivos dessa ausência é que tradicionalmente essas bacias não têm importância para o setor elétrico. Ao mesmo tempo, operar uma rede na serra do mar implica em desafios tecnológicos muito maiores devido à dificuldade de se monitorar rios com resposta tão rápida e de oscilações acentuadas.

Entretanto, não pode ser esquecido que a região da serra do mar apresenta enorme desenvolvimento econômico em razão do turismo, com acelerado processo de ocupação humana. Isto pressupõe não apenas pressão sobre os ecossistemas, mas também sobre os recursos hídricos. Nesse contexto, entendemos que a rede de estações hidrológicas, além de apoiar o projeto, servirá de subsídio para a gestão mais eficiente dos recursos hídricos na região, face ao aumento de demanda como consequência da ocupação do litoral.

#### **Próximos passos:**

- Será também realizado o treinamento da PCDs hidrológicas com ênfase em programação e transmissão;
- Dar andamento a assinatura dos convênios com instituições onde serão instaladas as PCDs;
- Levantamento de antigos sensores adquiridos pelo INPE da Sutron para ampliar os pontos de monitoramento de chuva;
- Implementar a transmissão por telefonia celular;
- Concluir a instalação das PCDs meteorológicas e hidrológicas.

### **2.6 Desenvolvimento de um Sistema Semi-Automático de Previsões e Informações Hidrometeorológicas em Apoio ao Gerenciamento de Riscos de Desastres Ambientais na Serra do Mar (SP5)**

Neste subprojeto, mapeamento e outras informações estão sendo integrados ao sistema semi-automático de previsão dos eventos de risco. Levantamento e coleta de informações para caracterizar a região e para integração no sistema estão sendo realizados.

O sub-projeto sofre de carência de pessoal, uma vez que parte do trabalho de desenvolvimento do sistema de alerta se baseia em carregamento de dados e não produz artigo científico diretamente. Este subprojeto recebeu apoio de do Projeto do Ministério de Ciência e Tecnologia de Desastres Naturais ao Projeto da Serra do Mar por meio do aporte de recursos para a contratação de pessoal para desenvolvimento do sistema de alerta baseado em GIS desenvolvido pelo INPE. Três pessoas estão sendo contratadas no escopo da ação do PPA – INPE, sendo 2 analistas e um meteorologista. Um analista já foi contratado agora em setembro e outro analista e um meteorologista serão definidos no mês de outubro. Além disso, um segundo meteorologista deverá ser agregado ao sub-projeto, o qual será contratado via recursos do Projeto Finep (CPTEC/INPE).

A Figura 1 mostra o esquema geral do sistema composto por 6 módulos representados por processos de um diagrama de fluxo de dados. Para integração desses módulos está em desenvolvimento de um aplicativo em ambiente TerraLib-INPE necessário para efetuar a leitura, armazenamento e processamento do dados.

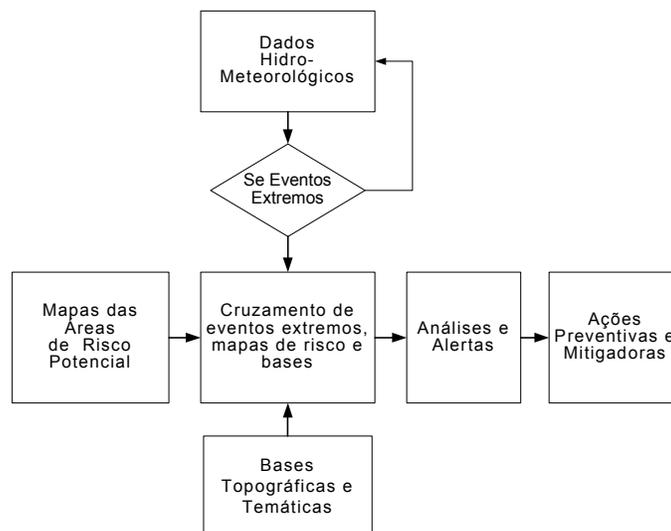


Figura 2.6.1 – Módulos e diagrama de fluxo de dados do sistema

### 2.6.1 – Módulo de Dados Hidro-Meteorológicos

Este módulo de aquisição e processamento de dados hidrometeorológicos fornecerá os dados necessários para serem analisados automaticamente por meios de filtros quanto ao potencial de serem considerados extremos ambientais. Os valores críticos de chuva acumulada e chuva prevista são definidos com base no tipo de movimentos de massa (rastejo, escorregamentos ou corridas) e quanto ao potencial de ocorrerem em áreas urbanizadas ou em encostas naturais, com pouca ou nenhuma atividade humana.

Se considerado um evento extremo tais dados serão cruzados com os mapas de risco armazenados no banco de dados de deslizamento. Os dados estarão disponíveis em um servidor do CPTEC-INPE para acesso “on-line” por servidores em outras instituições que fizerem uso do sistema. Importante que tais dados estejam em um formato digital adequado e que permita identificar temporalmente (data e horário) cada um.

Foi definido no II Workshop em Ubatuba que os dados hidrometeorológicos estarão disponíveis em diferentes resoluções, dependendo do modo como foi elaborado, ou seja:

- **Chuva acumulada** – são tratados inicialmente os dados das estações existentes e disponíveis - PCD's – 5 em Cubatão, 10 do INPE, 5 hidrológicas e 2 do IAC, além de leituras feitas manualmente. Além disso, estão sendo tratados:
  - ✓ Precipitação do hidroestimador
  - ✓ Precipitação de radares
  - ✓ Descargas elétricas
- **Chuva prevista** – os dados de previsão são fornecidos pelo CPTEC nas seguintes resoluções espaciais:
  - ✓ 1 a 2 km com previsão de 48 horas
  - ✓ km com previsão de 72 horas
  - ✓ 20 km com previsão de 5 dias
  - ✓ 40 km com previsão de 7 dias ensemble
  - ✓ Imagem com previsão subjetiva

Os arquivos digitais de chuva deverão ser fornecidos formato aberto e compatível com o aplicativo TerraView, entre outros programas de geoprocessamento, portanto, será utilizado o formato ASCII-GRID (texto sem formatação) como mostra a Figura 2.6.2.

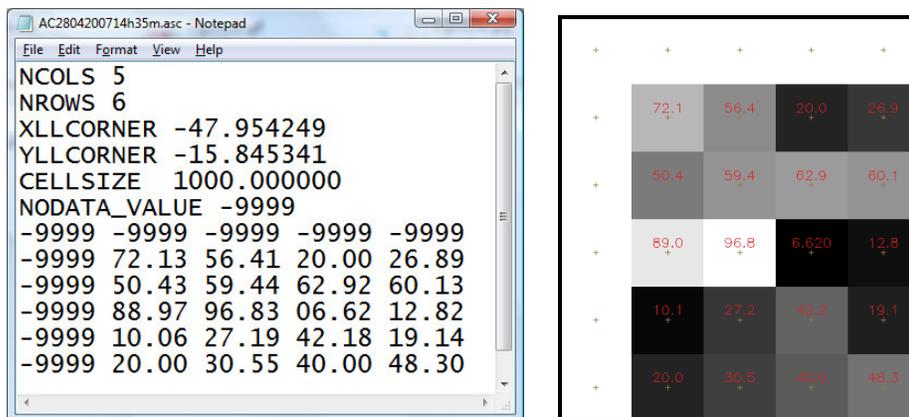


Figura 2.6.2– Formato de arquivo e imagem da grade de chuva.

Dado a frequência e variedade de dados hidrometeorológicos a serem lidos pelo sistema, estes não serão fisicamente armazenados no SGBDG (Sistema Gerenciador de Banco de Dados Geográficos). Uma vez lido e analisado, os dados ficarão armazenados localmente em sistema de arquivos no formato definido acima, onde o usuário do sistema poderá fazer análises históricas em áreas específicas.

## 2.6.2 – Mapas das Áreas de Risco Potencial

A base de dados das áreas de atuação do IPT na Serra do MAR está sendo agregada a base de dados. Esta base está sendo carregado no servidor recentemente adquirido pelo projeto e será alocado nas instalações do IPT. Está sendo utilizado o SGBDG PostGIS para armazenar a base de dados no formato TerraLib (INPE). A Figura 2.6.3 mostra um exemplo do mapa de

suscetibilidade e perigo de escorregamentos para a porção da Serra do Mar no trecho da rodovia Anchieta e Imigrantes. Mapas como este serão convertidos em risco efetivo quando cruzado com instalações urbanas e industriais.

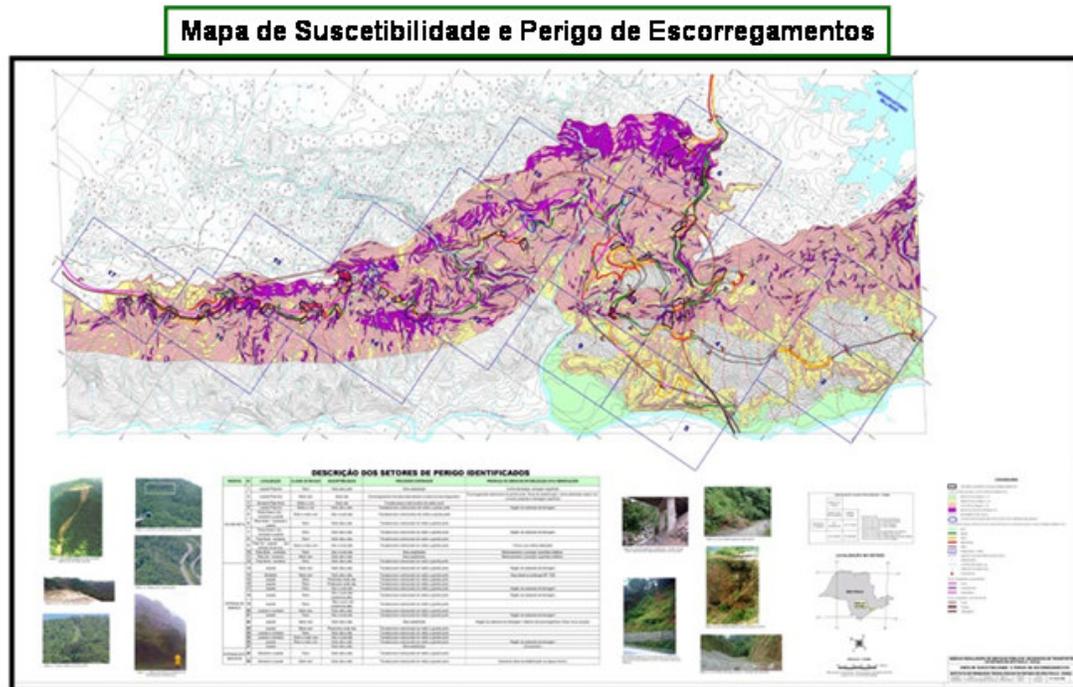


Figura 2.6.3– Exemplo de mapa elaborado pelo IPT.

Foi definido que o cruzamento de mapas de risco com dados hidrometeorológicos serão feitos de acordo com o processo em questão, isto é, que tipo de movimento de massa. Desse modo, serão incorporados inicialmente ao banco de dados:

- ✓ Mapa de risco a corridas de massa – compreende ao cálculo do CPC (Coeficiente de Precipitação Crítico) definido pelo IPT para a região de Cubatão. As corridas de massa (“debris flows”) na Serra do Mar têm como origem a ocorrência generalizada de escorregamentos, deflagrados por chuvas intensas durante um período de dias. Portanto, a importância dos dados de chuva acumulada e prevista, para cálculo do CPC.
- ✓ Mapa de Risco a escorregamentos esparsos – trata-se de movimentos de massa naturais ou induzidos que são deflagrados principalmente por dados de chuva acumulada. Tais mapas exigirão atualizações periódicas aos índices de risco, uma vez que a atividades antrópicas alteram os fatores condicionantes das encostas.

### 2.6.3 – Bases topográficas e temáticas

A base de dados que será utilizada no sistema semi-automático de previsão dos eventos de risco está sendo construída paralelamente em um Banco de Dados Geográfico no sistema SPRING, para depois ser convertido para um SGBDG no formato PostGIS. A opção de utilizar o SPRING nessa etapa do projeto é devido à disponibilidade de um SIG (Sistema de Informações Geográficas) com ferramentas de importação e edição de mapas vetoriais e/ou matricias, assim como pelo acervo de dados já disponível no INPE nesse SIG.

A Figura 2.6.4 mostra um esquema com o modelo conceitual que foi elaborado com a notação OMT-G (*Object Modeling Technique for Geographic Applications*), a qual permite apresentar claramente que entidades geográficas e não-geográficas serão utilizadas, quais atributos, o relacionamento espacial ou convencional entre as entidades e também diagramas de transformação entre entidades.

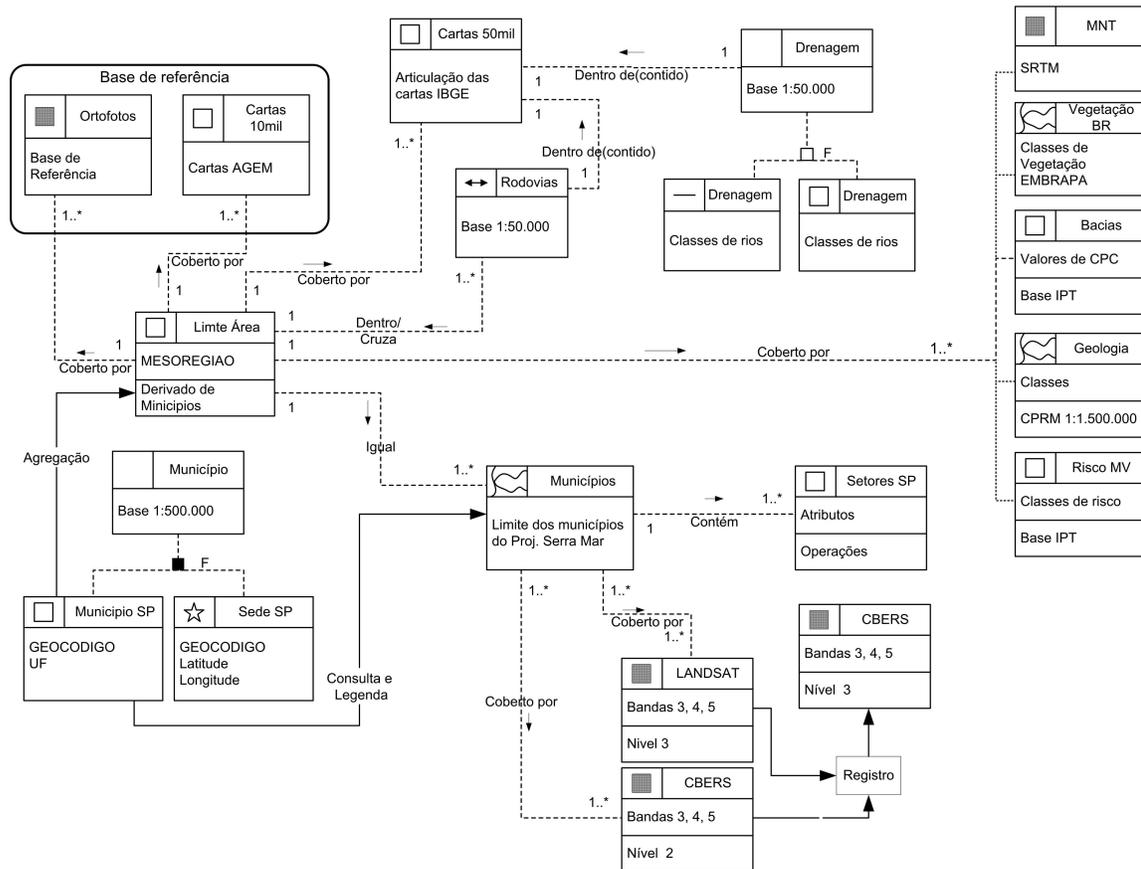


Figura 2.6.4– Modelo OMT-G do banco de dados.

As entidades e a origem das mesmas são:

### 1-) Municípios de São Paulo

Foi adquirida a base de municípios do Estado de São Paulo do ano de 2005, na escala 1:500.000, projeção policônica (SAD69), do site do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), no site [www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br), no formato Shape-File. Para ligação com os atributos associados aos polígonos de cada município (tabela abaixo) foi utilizado o campo GEOCODIGO (código padrão do IBGE), pois assim, os municípios formados por mais de um polígono serão reconhecidos como se fosse um só e desse modo por uma única linha na tabela. A Figura 2.6.5 mostra o mapa incorporado ao sistema SPRING.

	GEOCODIGO	NOME	UF	ID_U	REGIAO	MESOREGIAO	MICROREGIA	LATITUDE	LONGITUDE	SEDE
1	3500105	Adamantina	SP	35	Sudeste	PRESIDENTE F	ADAMANTINA	-21.685	-51.073	true
2	3500204	Adolfo	SP	35	Sudeste	SAO JOSE DO	SAO JOSE DO F	-21.235	-49.644	true
3	3500303	Aguaí	SP	35	Sudeste	CAMPINAS	PIRASSUNUNG	-22.059	-46.979	true
4	3500402	Águas da Prata	SP	35	Sudeste	CAMPINAS	SAO JOAO DA E	-21.937	-46.717	true
5	3500501	Águas de Lindóia	SP	35	Sudeste	CAMPINAS	AMPARO	-22.476	-46.633	true
6	3500550	Águas de Santa Bárbara	SP	35	Sudeste	BAURU	AVARE	-22.881	-49.239	true
7	3500600	Águas de São Pedro	SP	35	Sudeste	PIRACICABA	PIRACICABA	-22.599	-47.876	true

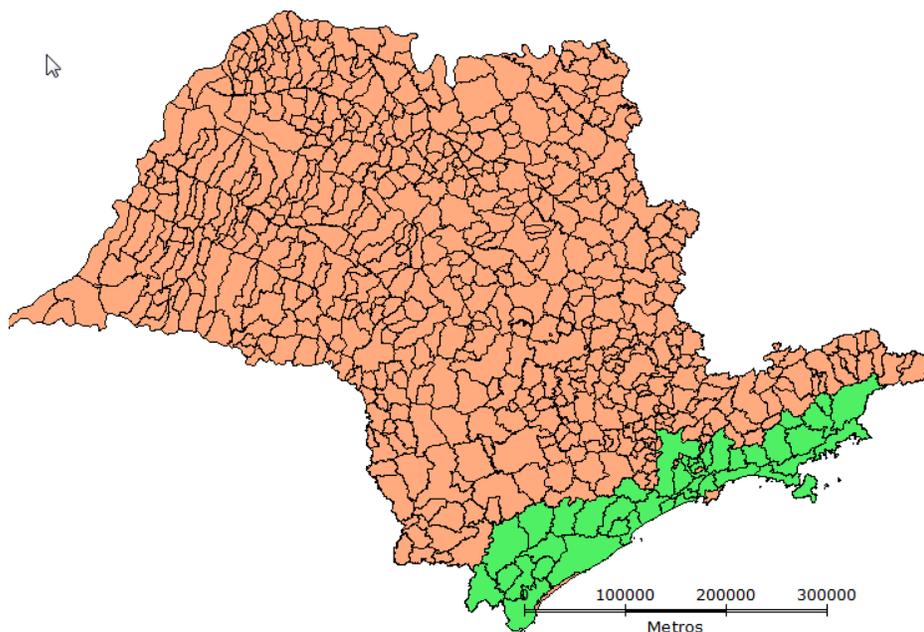


Figura 2.6.5– Municípios de SP no banco SPRING.

## 2-) Sede de Municípios de São Paulo

Nota-se que o mapa de municípios contém em seus atributos a coluna LATITUDE e LONGITUDE com valores de graus decimais que indicam a posição de um ponto referente a sede de cada município. Desse modo, foi utilizado o arquivo “35mu500pc.dbf” associado ao formato Shapefile para criar o mapa com os pontos associados. A Figura 2.6.6 mostra o mapa da sede de municípios incorporado ao sistema SPRING.

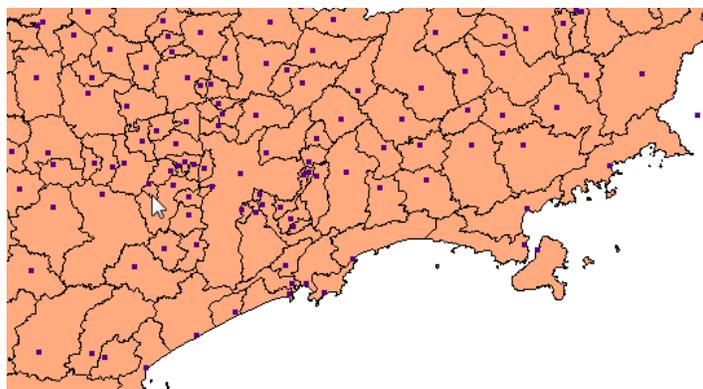


Figura 2.6.6– Sede de municípios de SP no banco SPRING.

### 3-) Municípios do Projeto Serra do Mar

Por apontamento os municípios que fazem parte da Serra do Mar foram selecionados e posteriormente criados um PI com tais municípios. A Figura 2.6.7 mostra o mapa dos municípios que fazem parte do projeto Serra do Mar incorporado ao sistema SPRING.

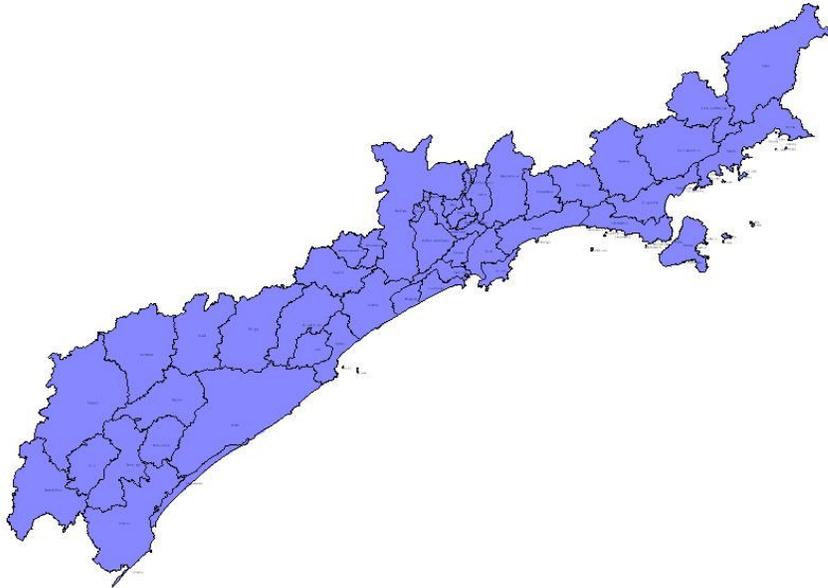


Figura 2.6.7– Municípios do Projeto Serra do Mar no banco SPRING.

### 4-) Limite da área do Projeto Serra do Mar

Por agrupamento espacial dos polígonos dos municípios que fazem da Serra do Mar foi definido o mapa com limite da área total do projeto. A Figura 2.6.8 mostra o mapa com limite da área do projeto Serra do Mar incorporado ao sistema SPRING.

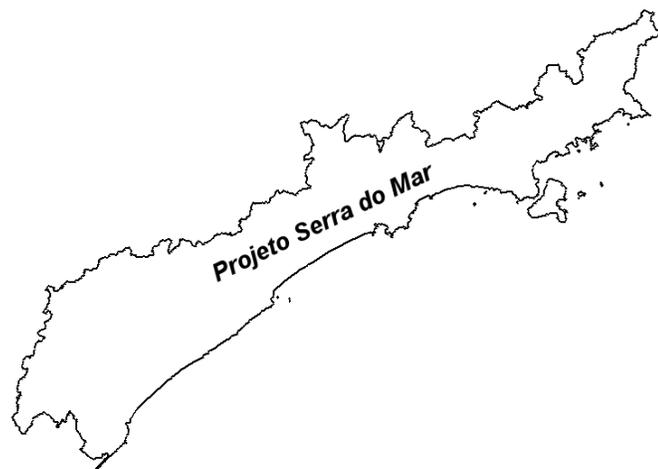
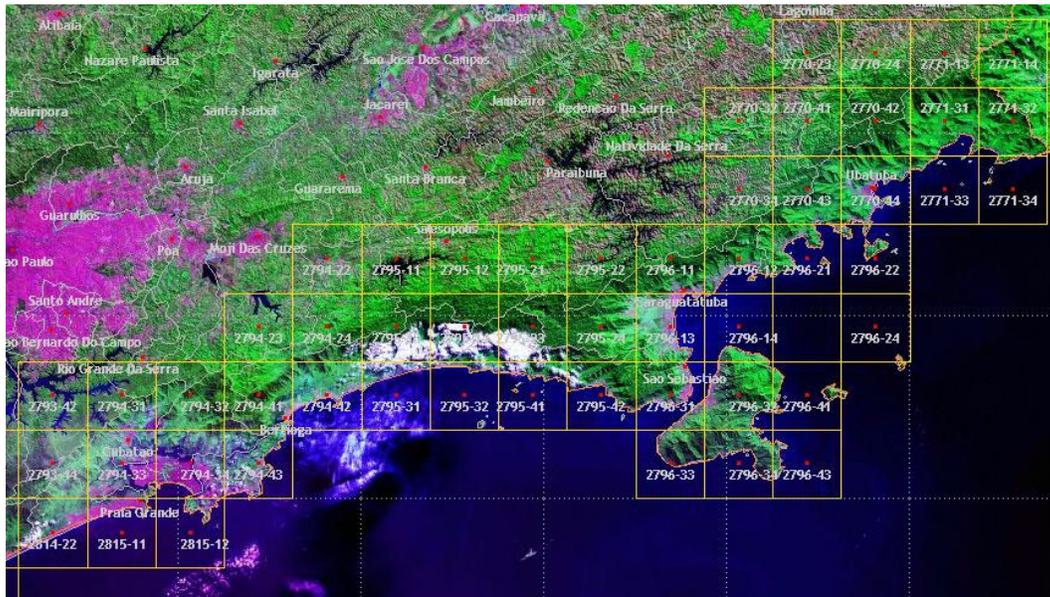


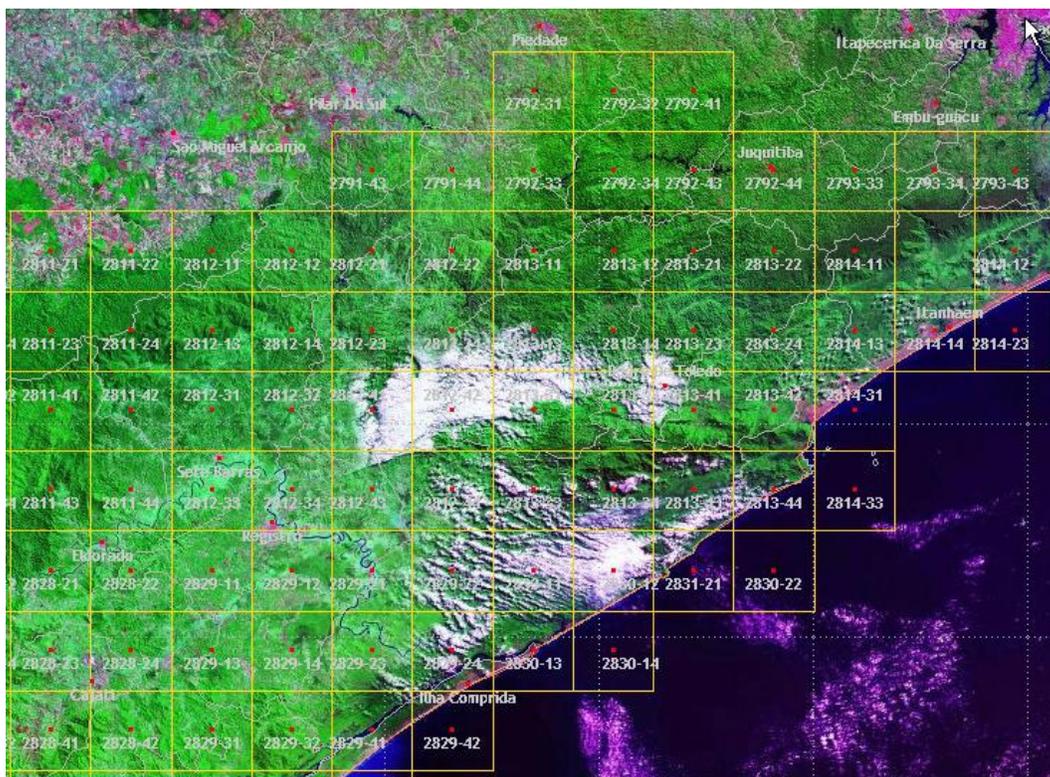
Figura 2.6.8– Limite da área do Projeto Serra do Mar no banco SPRING.

### 5-) Base de Referência

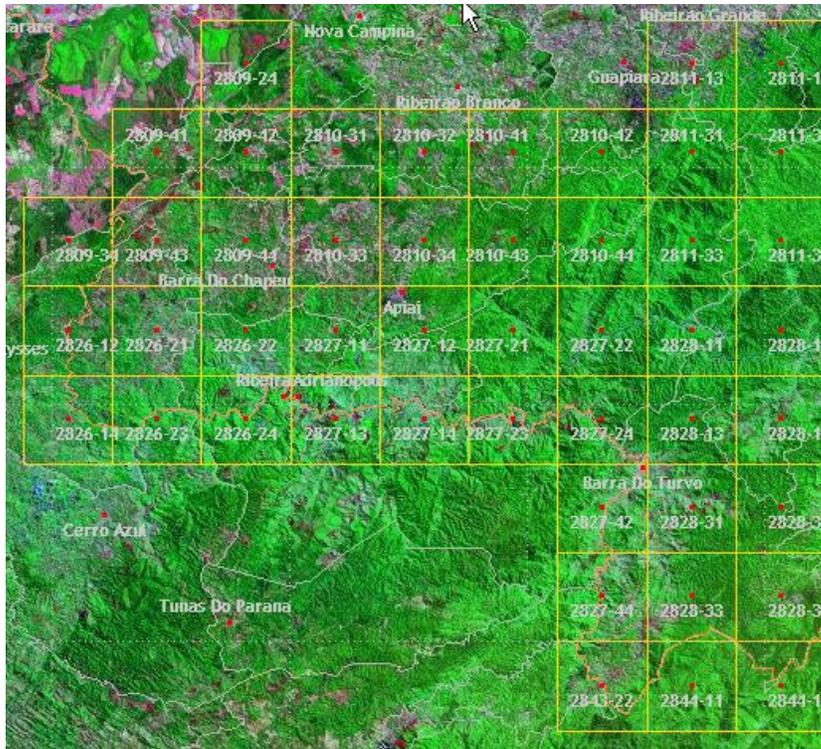
Para referência em escalas menores (de maior detalhe) foi adotado como “âncora” as ortofotos digitais da SMA-PPMA, de 04-05-06/2001, na escala 1:25.000 e resolução espacial de 0,98 metros. As imagens foram adquiridas pelo INPE no formato “Geotiff”, com projeção UTM e datum SAD-69. A Figura 2.6.9 (a,b e c) mostra a articulação das ortofotos na área do projeto Serra do Mar que estão disponíveis para serem incorporadas ao sistema SPRING quando necessário para corrigir outras bases de dados.



(a)



(b)

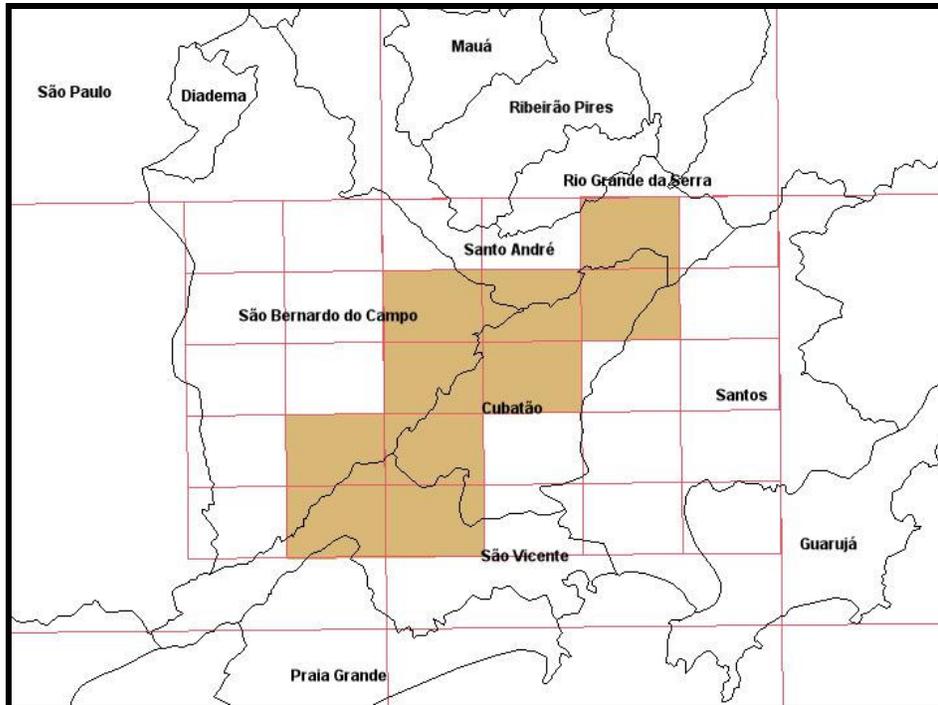


(c)

Figura 2.6.9– Articulação das 186 ortofotos na área do Projeto Serra do Mar.

Outra base de referência são as cartas topográficas na escala 1:10.000 do projeto “Sistema Cartográfico Metropolitano”, disponíveis na Agência Metropolitana da Baixada Santista – AGEM. As cartas estão limitadas nos limites dos municípios da baixada santista, num total de 124 cartas.

Algumas dessas cartas foram adquiridas e estão disponíveis em arquivos no formato DWG do AutoCad, para a região da Serra de Cubatão e Paranapiacaba. As principais camadas desses arquivos são as isolinhas com equidistância de 5 metros, drenagem e vias de acesso. A Figura 2.6.10 mostra a articulação das cartas AGEM disponíveis na área do projeto Serra do Mar e incorporadas ao sistema SPRING.



Carta	Código	Escala	Instituição
<b>Rio Passareúva</b>	<b>3242 / SF-23-Y-C-VI-4-SE-B</b>	<b>1:10.000</b>	AGEM
<b>Rio Cubatão</b>	<b>3244 / SF-23-Y-C-VI-4-SE-D</b>	<b>1:10.000</b>	AGEM
<b>Zanzala</b>	<b>4213 / SF-23-Y-D-IV-3-NO-C</b>	<b>1:10.000</b>	AGEM
<b>Serra do Poço</b>	<b>4214 / SF-23-Y-D-IV-3-NO-D</b>	<b>1:10.000</b>	AGEM
<b>Caminho do Mar</b>	<b>4215 / SF-23-Y-D-IV-3-NO-E</b>	<b>1:10.000</b>	AGEM
<b>Vila Parisi</b>	<b>4216 / SF-23-Y-D-IV-3-NO-F</b>	<b>1:10.000</b>	AGEM
<b>Rio Itutinga</b>	<b>4231 / SF-23-Y-D-IV-3-SO-A</b>	<b>1:10.000</b>	AGEM
<b>Acaraú</b>	<b>4233 / SF-23-Y-D-IV-3-SO-C</b>	<b>1:10.000</b>	AGEM
<b>Campo Grande II</b>	<b>4221 / SF-23-Y-D-IV-3-NE-A</b>	<b>1:10.000</b>	AGEM
<b>Raiz da Serra</b>	<b>4223 / SF-23-Y-D-IV-3-NE-C</b>	<b>1:10.000</b>	AGEM
<b>Onde: AGEM = Agência Metropolitana da Baixada Santista;</b>			

Figura 2.6.10– Articulação das 10 cartas AGEM na área do Projeto Serra do Mar.

#### 6-) Cartas IBGE

Cartas topográficas na escala 1:50.000 foram adquiridas no do site do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), no site [www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br). Algumas dessas cartas estão no formato DGN do MicroStation – vetorial, outras estão no formato TIFF (sem georeferenciamento) – matricial e outras não estão disponíveis. A Figura 2.6.11 mostra a articulação das cartas IBGE na área do projeto Serra do Mar incorporadas ao sistema SPRING.

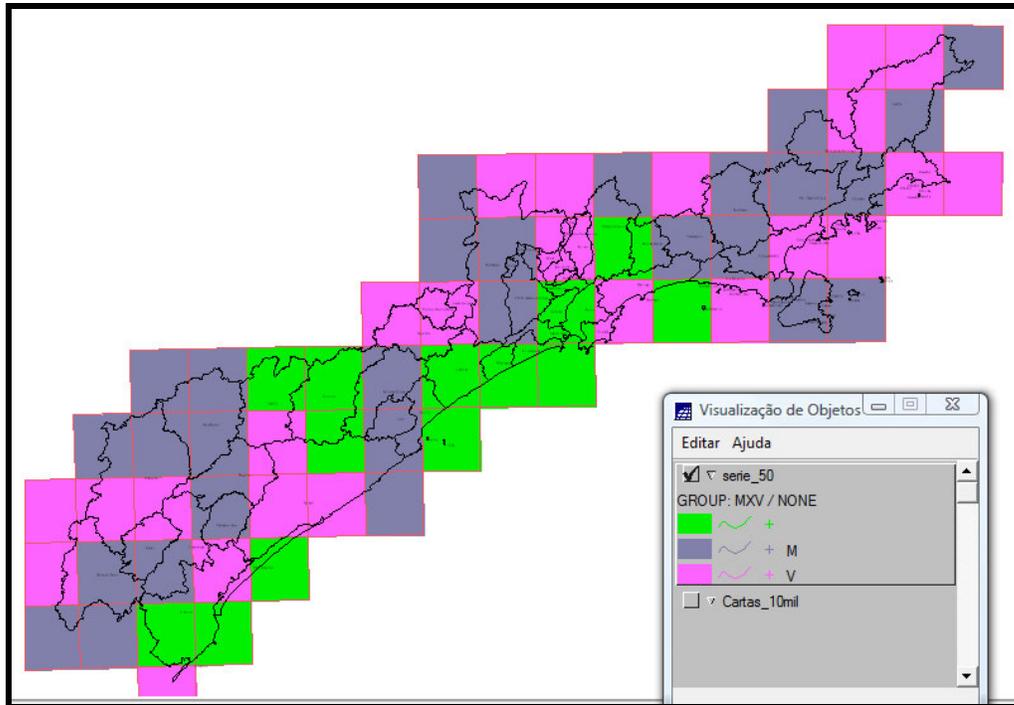


Figura 2.6.11– Articulação das 65 cartas IBGE na área do Projeto Serra do Mar. Em verde, cartas não disponíveis, em cinza (M) cartas matriciais e magenta (V) cartas vetoriais.

Das cartas vetoriais, serão aproveitadas as camadas de rede de drenagem na forma de linhas duplas (polígonos) e linhas simples, além das rodovias, pavimentadas e não pavimentadas.

## 7-) Mapas Temáticos

Mapas de geológicos foram adquiridos em duas escalas. Na escala 1:50.000 foram adquiridos no IPT (Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo), do **Programa Serra do Mar: Levantamentos básicos na folhas de Santos e Riacho Grande**, de 1986, do relatório n 23394. A Figura 2.6.12 mostra a porção do mapa geológico na área do projeto Serra do Mar incorporada ao sistema SPRING. Na escala 1:1.000.000 foram recortadas da base da CPRM parte da província Mantiqueira, como mostra a Figura 2.6.13.

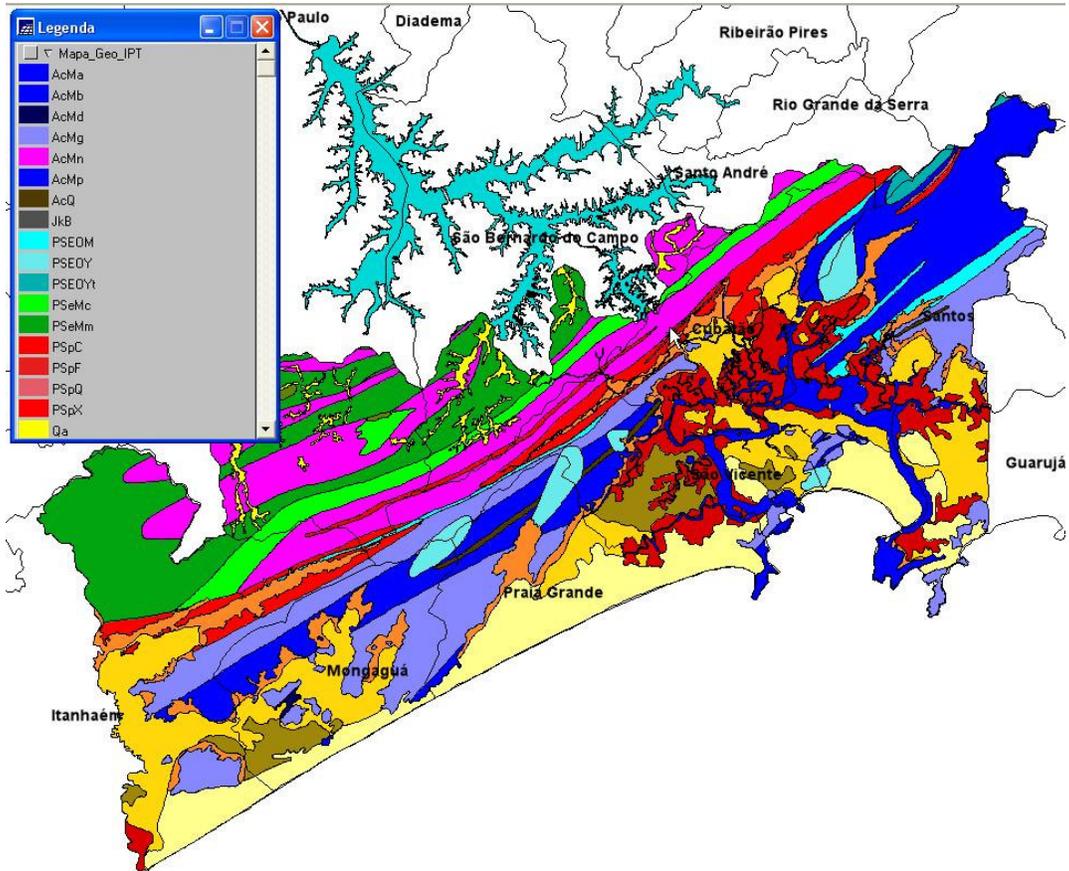


Figura 2.6.12– Mapa Geológico elaborado pelo IPT na área do Projeto Serra do Mar.

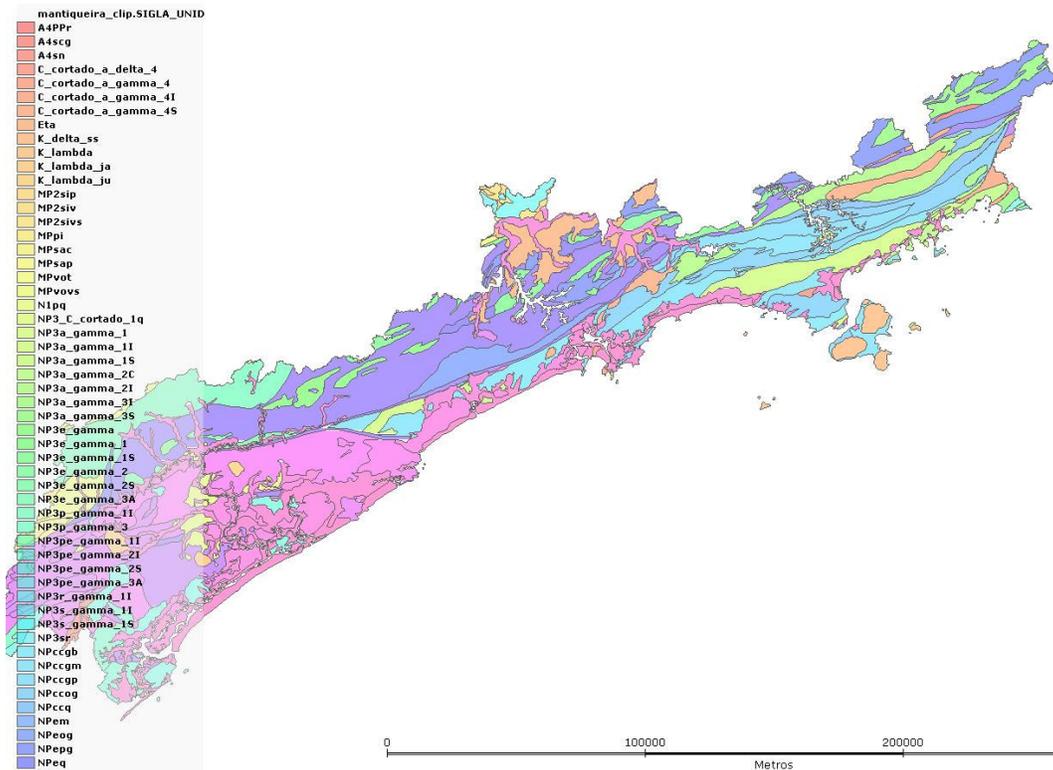


Figura 2.6.13– Mapa Geológico da CPRM na área do Projeto Serra do Mar.

Mapa de vegetação e solos de todo o território nacional foram adquiridos no site da EMBRAPA, através de arquivos vetoriais no formato Shape-File, em coordenadas Latitude/Longitude e Datum SAD-69.

#### 8-) Mapas de Relevo

Foram adquiridos a base de dados de MNT do projeto SRTM (em inglês, [Shuttle Radar Topography Mission](#)) obtidos do ônibus espacial Endeavour, numa parceria das agências espaciais dos Estados Unidos (NASA e NIMA), Alemanha (DLR) e Itália (ASI). Os dados brutos foram tratados e disponibilizados no site da EMBRAPA, através de arquivos GeoTIFF em Sistema de Coordenadas Geográficas e Datum WGS84. A Figura 2.6.14 mostra uma dessas cartas no banco SPRING.

Os arquivos recortados na articulação das cartas 1:250.000, são:

- “Carta SF-23-Y-B”
- “Carta SF-23-Y-C”
- “Carta SF-23-Y-D”
- “Carta SF-23-Z-A”
- “Carta SF-23-Z-C”
- “Carta SF-23-X-B”
- “Carta SF-23-X-D”
- “Carta SF-23-V-A”
- “Carta SF-23-V-B”
- “Carta SF-23-V-C”

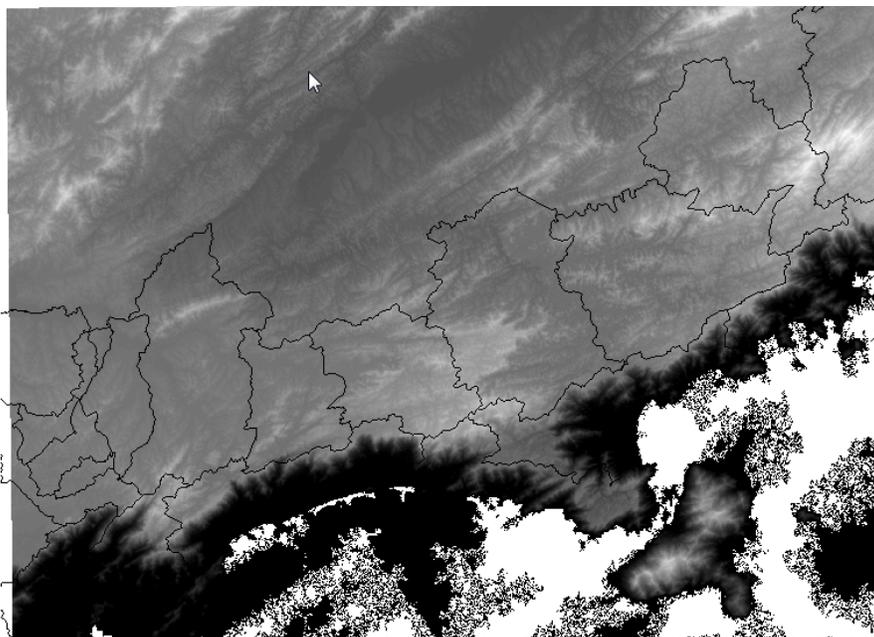


Figura 2.6.14– MNT do SRTM na área do Projeto Serra do Mar.

## 9-) Imagens de Satélite

Foram adquiridas as imagens do satélite LANDSAT do projeto “Global Land Cover Facility (GLCF)”, no site <http://glcf.umiacs.umd.edu/index.shtml> , para serem utilizadas como referência para corrigir outras imagens. Foram incorporadas ao banco de dados no SPRING as bandas 3,4, 5 e 8. A Figura 2.6.15 mostra um trecho na Serra de Cubatão em uma imagem Landsat.

Foram adquiridas também as cenas do satélite CBERS (China-Brazil Earth Resources Satellite), do catálogo no site <http://www.dgi.inpe.br/CDSR/> do INPE. Por ser nível 2 de correção, foram utilizadas as imagens do Landsat para corrigir as imagens desse satélite.

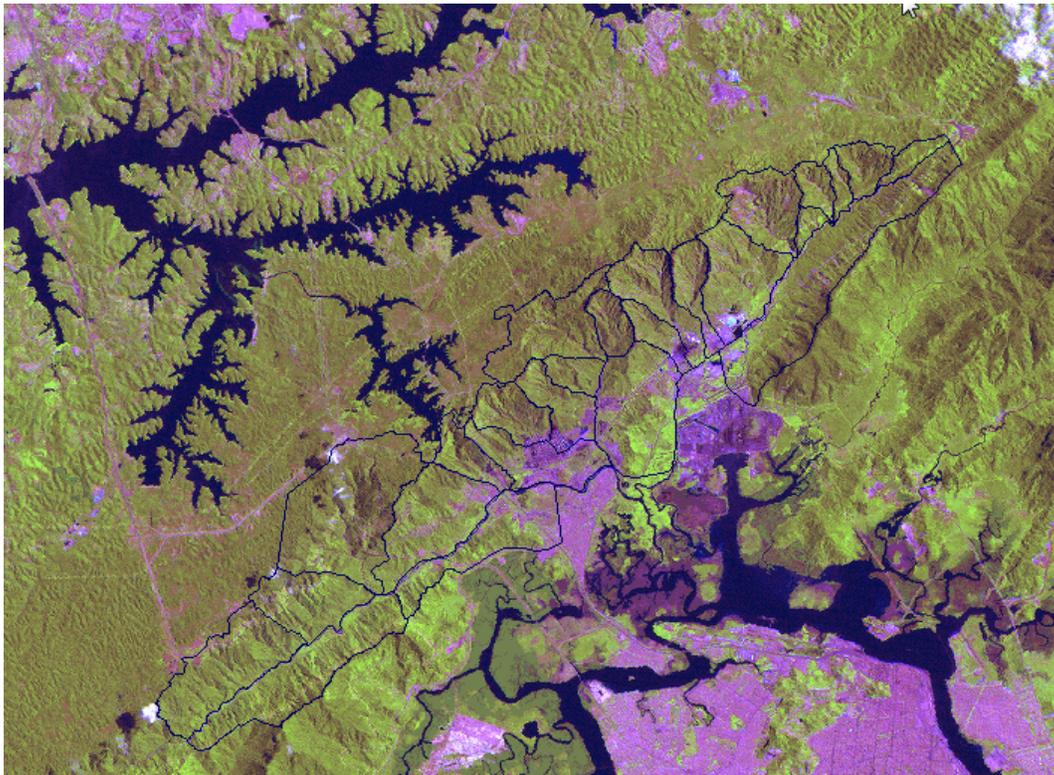


Figura 2.6.15– Trecho de imagem Landsat na área do Projeto Serra do Mar.

### 2.6.4 – Cruzamento dos dados

Uma vez identificado um limiar de risco a movimentos de massa, o módulo de análise fará o cruzamento destas informações visando gerar análises automáticas das áreas a serem afetadas por aquela situação de risco.

No caso do mapa de setores (bacias) mapeados pelo IPT, os valores médios de chuva acumulada e prevista serão utilizados para o cálculo do CPC, dado pela razão entre a intensidade de precipitação horária com a intensidade crítica para a deflagração de escorregamentos induzidos. A Figura 2.6.16 mostra o trecho da Serra de Cubatão onde o IPT delimitou tais setores e atribuiu um valor de CPC para cada um.

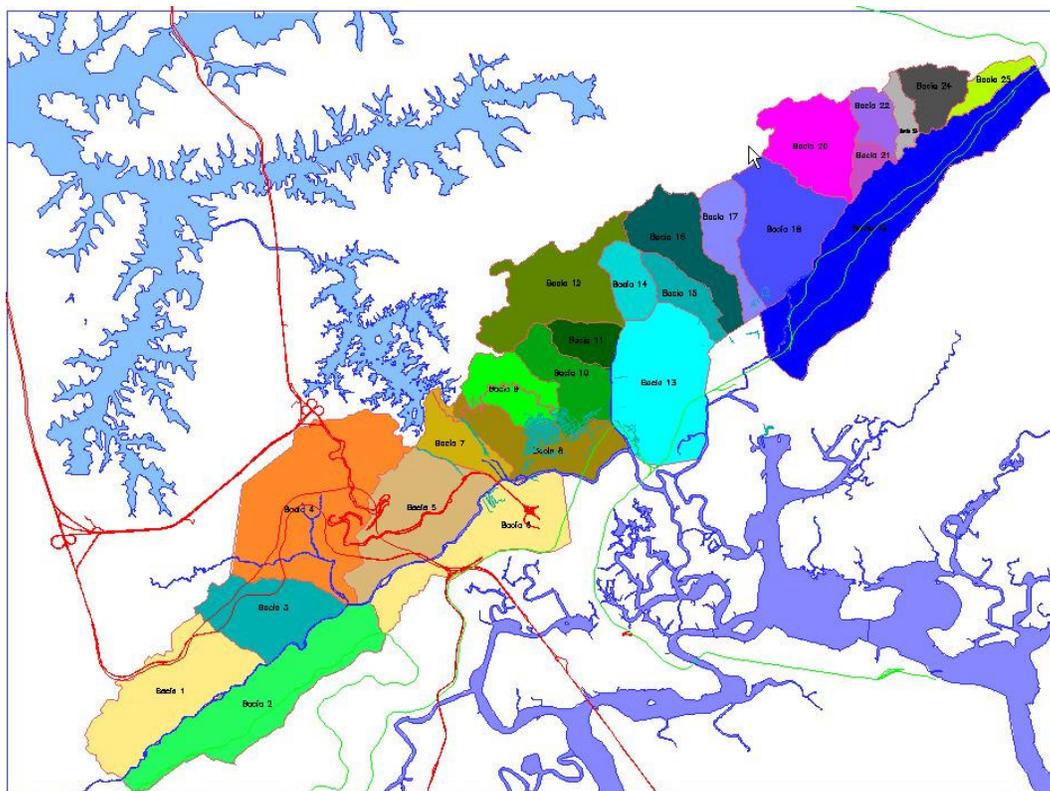


Figura 2.6.16– Setores (bacias) no trecho da Serra do Mar.

## 2.6.5 – Outros dados

Outras bases de dados estão disponíveis para ser incorporadas ao banco de dados.

Foram concluídos estudos de levantamento dos processos físico-ambientais geomorfológicos para a região costeira do Município de São Vicente. Baseadas em fotointerpretação, imagens de satélite e interpretação topomorfológica foram gerados os seguintes produtos: Cartas de compartimentos geomorfológicos, carta geológica, carta de uso e ocupação das terras, carta de cobertura vegetal, carta de estado ambiental, cartas de tipos de ocupação, carta de unidades geoambientais, carta de fragilidade a escorregamentos dos setores de encosta da área urbana, escala da evolução da mancha urbana (Fig.2.6.17 e 2.6.18).

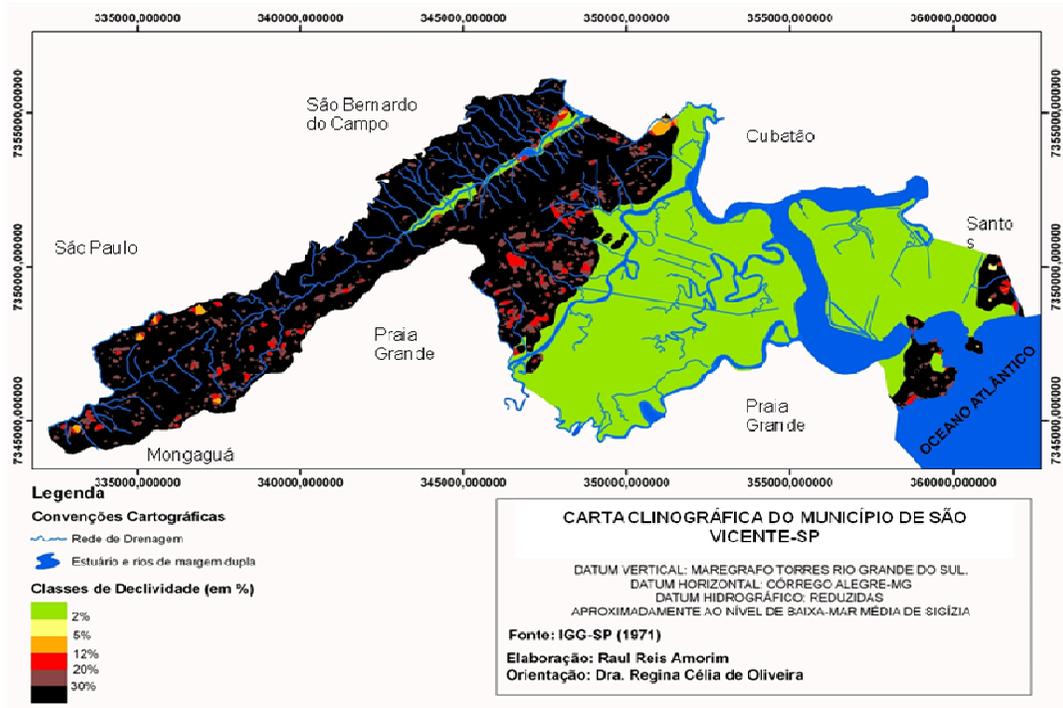


Figura 2.6.17 – Carta clinográfica do Município de São Vicente, SP.

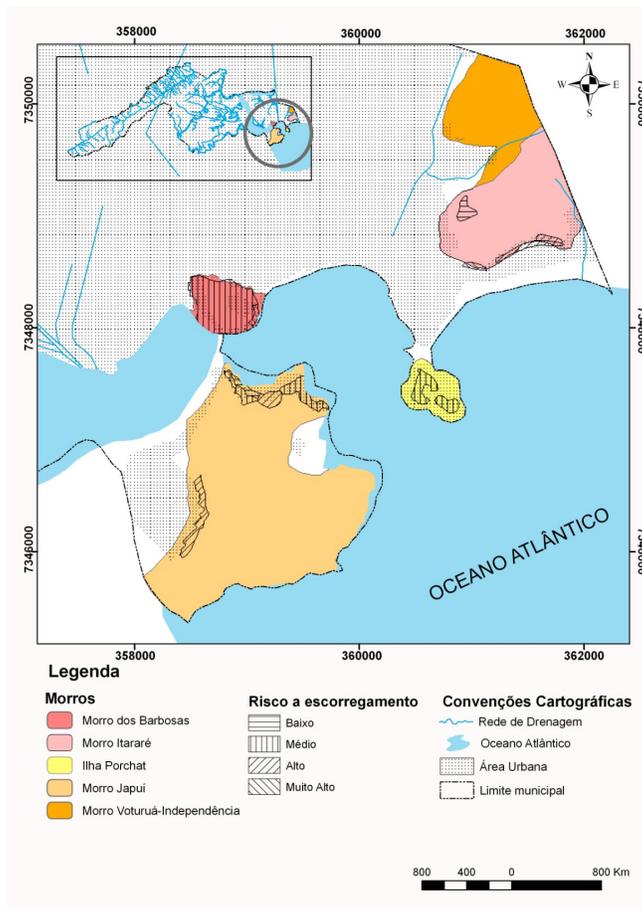


Figura 2.6.18 – Carta de riscos a movimentos de massa da área urbana de São Vicente, SP.

Estes levantamentos darão subsídios ao zoneamento ambiental do Município e na geração de cartas geomorfológicas, da rede de drenagem, da altimetria, do uso do solo e das unidades geoambientais, e etc., em escalas menores que 1:50000.

Visando identificar as ocorrências mais significativas de escorregamentos ocorridas entre 1965 e 2001 (montantes e localização) no Guarujá e apontar as possíveis causas, foram usadas escalas temporais distintas (anual, mensal e diário) de acordo com o assunto em foco. Foram analisadas chuvas acumuladas de 4 dias, diferente dos 3 dias usados pelo PPDC, que é o plano de prevenção em vigência, mas a análise não mostrou padrões que pudessem justificar positivamente a vantagem de uso das acumuladas desta extensão. Por outro lado, foi decisivo quando da análise do padrão de chuvas frontais, que por serem de maior duração e influírem na saturação do solo, poderão ser usados para prevenção de futuras ocorrências.

Os dois episódios de maior destaque, ou seja, os 35 deslizamentos em 25 de março de 1991 e 60 registrados em 19 de fevereiro de 1993 foram avaliados, mostrando gêneses distintas de precipitações, comprovando que movimentos de massa significativos podem ser deflagrados tanto por precipitação convectiva (como em 19 de fevereiro de 1993 Figura 2.6.19) ou frontal em associação com ZCAS (25 de março de 1991, Figura 2.6.20), potencializados pela ocupação desenfreada por segmentos menos favorecidos da população.

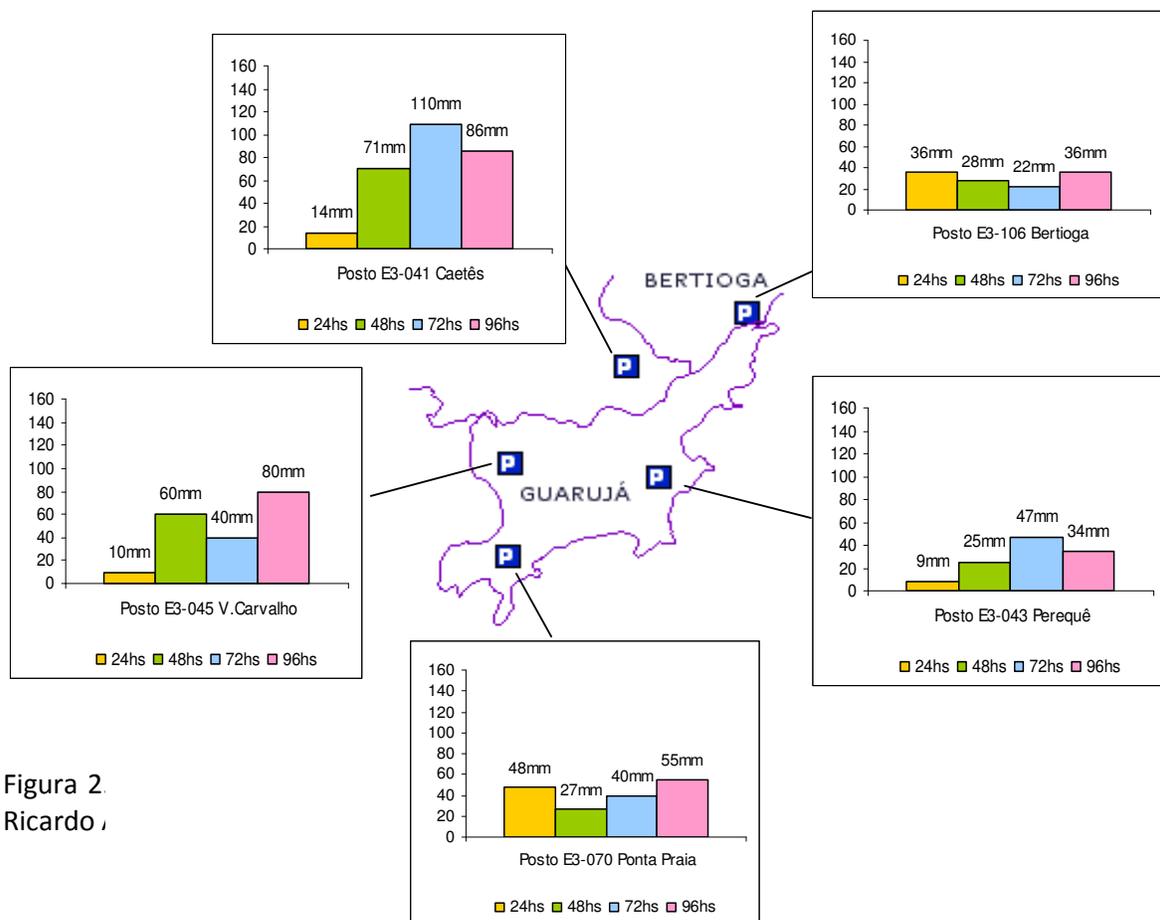


Figura 2  
Ricardo ,

por

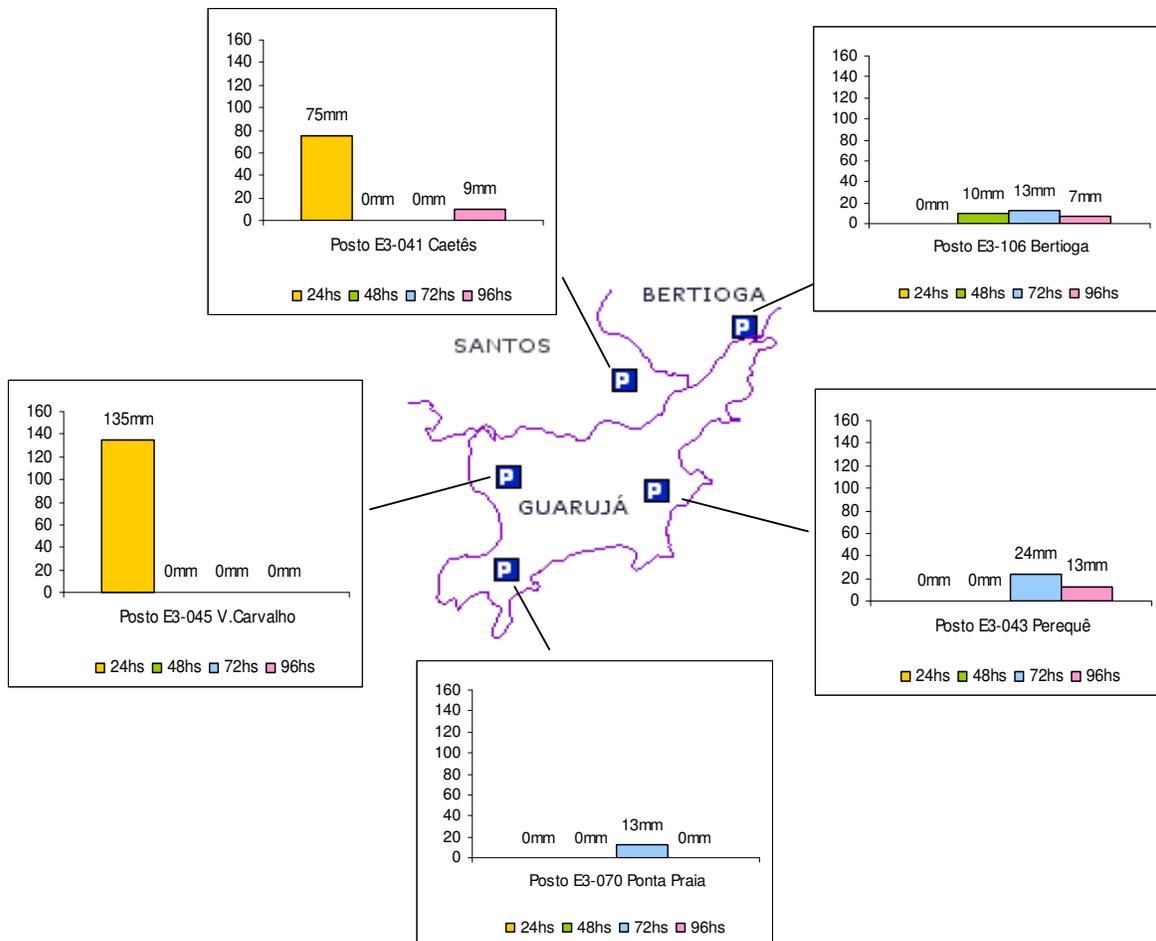


Figura 2.6.20 – Precipitação acumulada em 19 de fevereiro de 1993. Fonte: SIGRH. Organizado por Ricardo Araki.

A Tabela 1 e a Figura 2.6.20 mostram a comparação dos eventos de escorregamento em dois períodos distintos: 1965 a 1989, que corresponde a um estudo prévio empreendido no final da década de 1980 e o atual, que cobriu de 1991 a 2001. Em ambos a Vila Baiana permanece como local de incidência de destaque: de quarto lugar no primeiro período, com 11% do total de 81 eventos, para o primeiro lugar, com 34% do total de 496 registros. O aumento substancial entre os períodos se deveu em parte à pressão imobiliária, acentuada pela condição socioeconômica da população local, ocupando espaços cada vez mais suscetíveis à ocorrências de movimentos de massas. Ademais, a evolução da informática e maior registro e acesso aos dados favoreceu o acesso mais universal a esse tipo de registro em anos recentes.

Tabela 1 – Comparativa de ocorrências de deslizamentos no Guarujá

Período considerado	1965 a 1989	1991 a 2001
Total ocorrências registradas	81 eventos	496 eventos
Maiores concentrações espaciais de ocorrências	Morro da Glória 15 eventos 20% Vila Sônia 10 eventos 12% Vila Júlia 10 eventos 12% Vila Baiana 9 eventos 11%	Vila Baiana 171 eventos 34% Morro da Cachoeira 62 eventos 12% Morro do Engenho 55 eventos 11% Vale da Morte 29 eventos 6%

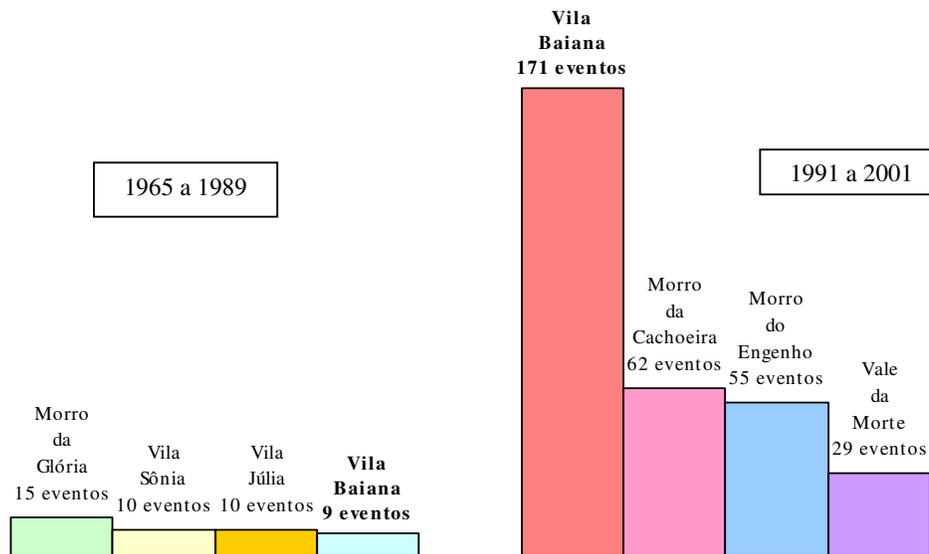


Figura 2.6.20 – Síntese de alguns dos eventos entre os períodos

Fontes: COMDEC e Carta Geotécnica Guarujá, 1989 – Organizado por Ricardo Araki.

A Figura 2.6.21 apresenta as áreas de risco a escorregamento do município.

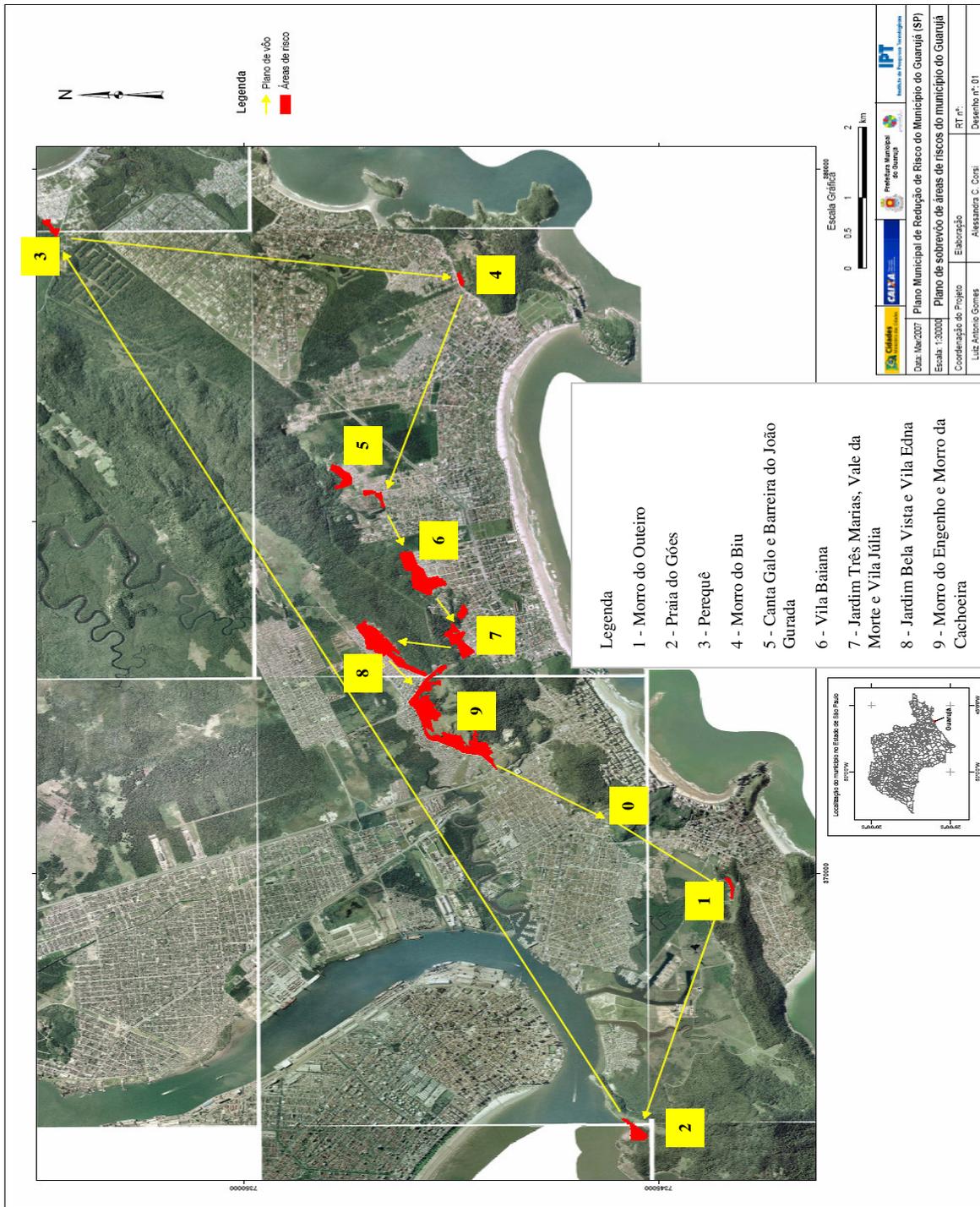


Figura 2.6.21 - Áreas de risco a escorregamento em Guarujá

Séries históricas de várias estações da rede do DAEE na região da Serra do Mar foram analisadas climatologicamente e obtidos os períodos de retorno das chuvas intensas, escolheu-se o limiar acima de 30 mm/dia. Estas informações alimentarão o sistema. Pretende-se produzir um zoneamento de risco baseado na declividade da topografia, períodos de retorno, etc.

**Próximas etapas:**

- Testes no módulo de leitura de dados hidrometeorológicos que serão transferidos on-line pela internet.
- Aquisição das demais cartas topográficas da AGEM, na escala 1:10.000.
- Geração/atualização de mapas de riscos.
- Inserção das previsões e probabilidades de previsão de chuva produzido pelo modelo Eta.
- Uma metodologia de análise das chuvas a partir do método de interpolação kriging será introduzida. Espera-se que a metodologia seja capaz de capturar o padrão espacial da chuva levando em consideração a topografia.
- Inserção dos dados das estações de superfície no sistema de alerta.
- Definição das regras de cruzamento para cada tipo de risco.
- Cálculos de índices de alerta para apoiar o sistema.

## 3 Outras atividades

---

### 3.1 Seminários e workshops organizados

Foram organizados os seguintes seminários em apoio ao projeto:

1 – Seminário organizado nas instalações do IPT, intitulado “*MODELAGEM ESPACIAL DINÂMICA APLICADA AO ESTUDO DE MOVIMENTOS DE MASSA EM UMA REGIÃO DA SERRA DO MAR PAULISTA, NA ESCALA DE 1:10.000*” apresentado por Eymar S. S. Lopes.

2 – “II Workshop do Projeto Serra do Mar”. Foi realizado em Ubatuba, entre os dias 29 e 31 de agosto de 2007. Participantes do projeto apresentaram os trabalhos e as atividades desenvolvidas neste 2º ano do projeto e discutiram sobre as atividades que serão desenvolvidas nos próximos períodos. A agenda do workshop está no Anexo I. Houve a oportunidade de interação entre diferentes instituições (Comissão Especial de Restauração da Serra do Mar –CERSM da Secretaria do Meio-Ambiente, Instituto Florestal).

O material destas apresentações está no site:

[http://www.cptec.inpe.br/serradomar/workshop\\_apre2.shtml](http://www.cptec.inpe.br/serradomar/workshop_apre2.shtml)

### 3.2 Participações em Conferências, Workshops e Encontros

Integrantes do projeto participaram dos seguintes eventos:

1. VII Encontro de Engenharia de Sedimentos;
2. XIV Congresso Brasileiro de Meteorologia. Florianópolis - 27/11 a 01/12/2006.
3. SICINPE - Seminário de iniciação científica do INPE, 11 a 12 de julho de 2006.
4. European Geoscience Union (EGU), Austria, 15 – 20 April, 2007.
5. 4th. European Conference on severe storm, International Centre for Theoretical Physics, Trieste , 10-14 de setembro de 2007 < <http://essl.org/ECSS/2007/> >).

As referências estão listadas na seção de “**Publicações**” deste relatório.

### 3.3 Visita de Campo, levantamento de sítios

Foram realizadas várias visitas a campo para levantamento de locais adequados para instalação das PCDs hidrológicas e meteorológicas. Visitas para levantamento geotécnicos foram realizadas em Guarujá, rio Bocaina e Rio Claro.

### 3.4 Página com produtos de previsão em alta resolução

Para atender a um dos objetivos do projeto de prover previsões de alta resolução para a região da Serra do Mar e vizinhanças, foi instalado de modo operacional uma configuração do modelo Meso

Eta com 5 km de resolução na horizontal e 50 níveis na vertical. Esta versão roda duas vezes ao dia, com condição inicial as 0000 UTC e 1200 UTC, em modo não-hidrostático, com prazo de integração de 72 horas. Estas previsões utilizam como condição inicial a análise do NCEP (interpolada na grade do Eta 40 km) e como condições de contorno previsões fornecidas a cada 6 horas pela versão operacional do modelo Eta 40km do CPTEC.

As saídas do modelo são horárias e os produtos gráficos gerados estão disponibilizados no endereço [http://www.cptec.inpe.br/produtos\\_serramar/etaserra/index\\_zoom.html](http://www.cptec.inpe.br/produtos_serramar/etaserra/index_zoom.html). Entre os produtos gerados estão: campos horizontais das principais variáveis meteorológicas, séries horárias ("grid-history") para as principais cidades da região, previsões da temperatura máxima e mínima, previsão da tendência de temperatura e da precipitação acumulada em diferentes prazos de previsão, e a precipitação acumulada em 3 dias.

As previsões desta versão do modelo tiveram início em dezembro de 2005 e foram disponibilizadas na página a partir de julho de 2006. Novos produtos estão sendo implementados, tais como índice de tempestades severas, recortes binários, e previsões por ensemble que em breve serão disponibilizados.

### 4.1 – Publicados no período setembro 2005-agosto 2006

- 1 Kruk, N. S.; Hoffmann, P.; Raabe, A., 2006: Modeling of Orographic Precipitation Events in South America to Couple Hydrological and Atmospheric Models. Part I: The Simulation of Rain with the Mesoscale Model GESIMA Wissenschaftliche Mitteilungen aus dem Institut für Meteorologie der Universität Leipzig. Universität Leipzig, 2006, v.37, p. 137-147. ISBN 3-9808822-7-6.
- 2 Chou, S. C.; Bustamante, J. F.; Gomes, J. L., 2006: Predictability of heavy rainfall events over the Serra do Mar. 8<sup>th</sup> Int Conf on Southern Hemisphere Meteorology and Oceanography, Foz do Iguaçu, Brasil. American Meteorological Society.
- 3 Mesinger, F.; Chou, S. C.; Gomes, J. L.; Bustamante, J. F.; Jovic, D., 2006: Wind forecast around the Andes using the sloping discretization of the eta coordinate. 8<sup>th</sup> Intern. Confer. on Southern Hemisphere Meteorology and Oceanography, Foz do Iguaçu, Brasil. American Meteorological Society.
- 4 Cerqueira, F.; Dereczynski, C.; Chou, S. C., 2006: Evaluation of Eta model forecasts during SACZ events. 8<sup>th</sup> Intern. Confer. on Southern Hemisphere Meteorology and Oceanography, Foz do Iguaçu, Brasil. American Meteorological Society.
- 5 Kruk, N. S.; Hoffmann, P.; Vendrame, Í. F.; Raabe, A.; Gomes, J. L.; Bustamante, J. F.F, 2006: Modelagem de eventos de precipitação orográfica através de um modelo atmosférico objetivando o acoplamento a um modelo hidrológico. I Simpósium de Recursos Hídricos do Sul-Sudeste. Curitiba - 27 a 29 de agosto de 2006.
- 6 Nunes, L. H.; Vitte, A. C. Environmental problems in the coast of Southeastern Brazil: determinants and impacts. LOICZ Inaugural Open Science Meeting, Egmond aan Zee (Holanda), 27-29 June 2005.
- 7 Araki, R.; Nunes, L.H Precipitation events associated with landslides in the tropics - Guarujá city, an example of Brazil. LOICZ Inaugural Open Science Meeting, Egmond aan Zee (Holanda), 27-29 June 2005.
- 8 Araki R. Nunes, L.H. Episódios pluviais associados a escorregamentos no município do Guarujá. In: ENCONTRO NACIONAL DA ANPEGE, VI, 2005, Fortaleza, CE: UFC, 2005, 12p (CD Rom).

### 4.2 – Publicados no período setembro 2006-agosto 2007

- 1 De Souza Jr, S.B.; Satyamurty, P.; Nunes, L.H., Souza, A.J. da S., 2007: Chuva intensa no setor sul do Sudeste Brasileiro: caso de 1967 em Caraguatatuba. In: Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, 15, julho de 2007, Aracaju, SE, 5p. (CD Rom).
- 2 Bustamante, J. F. F.; Chou, S. C., 2006: Estudo da Previsibilidade de Eventos Extremos sobre a Serra do Mar utilizando Ensemble de Curto Prazo. XIV Congresso Brasileiro de Meteorologia. Florianópolis - 27/11 a 01/12/2006.

- 3 Cavalcanti, I.F.A.; F.Cerqueira; J.R. Rozante, 2006. Caso extremo de precipitação com ocorrência de deslizamento na Serra do Mar. XIV Congresso Brasileiro de Meteorologia. Florianópolis - 27/11 a 01/12/2006.
- 4 Guimarães, J. M.; Dereczynski, C. P.; Chou, S. C., 2006: Avaliação do Modelo Eta durante um Episódio de Chuvas Intensas na Região da Serra do Mar. XIV Congresso Brasileiro de Meteorologia. Florianópolis - 27/11 a 01/12/2006.
- 5 Kruk, N. S.; Í. F. Vendrame; J. Bustamante, J. L. Gomes e Chou, S. C., 2006: Modelagem de eventos de precipitação orográfica com o Modelo GESIMA – uma aplicação à Serra do Mar no Estado de São Paulo.. XIV Congresso Brasileiro de Meteorologia. Florianópolis - 27/11 a 01/12/2006.
- 6 Rozante, J.R.; I.F.A. Cavalcanti, 2006. Influência da condição inicial na simulação do evento de precipitação extrema na Serra do Mar. XIV Congresso Brasileiro de Meteorologia. Florianópolis - 27/11 a 01/12/2006.
- 7 Satyamurty, P. et al. Uma anatomia de caso de chuvas intensas no início de março de 2006 no leste de São Paulo. XIV CBMET, Florianópolis, 2006.
- 8 Seluchi, M., 2006: Padrões Sinóticos associados a Situações de deslizamentos de encostas na Serra do Mar. XIV Congresso Brasileiro de Meteorologia. Florianópolis - 27/11 a 01/12/2006.
- 9 Teixeira, M. S.; Satyamurti, P., 2006: Eventos Extremos de Precipitação na Região da Serra do Mar: Parte I – Descrições Estatísticas da Precipitação Diária. XIV Congresso Brasileiro de Meteorologia. Florianópolis - 27/11 a 01/12/2006.
- 10 Teixeira, M. S.; Satyamurti, P., 2006: Eventos Extremos de Precipitação na Região da Serra do Mar: II – condições meteorológicas de grande escala. XIV Congresso Brasileiro de Meteorologia. Florianópolis - 27/11 a 01/12/2006.
- 11 Oliveira, R. C., 2007: Unidades da Paisagem como critérios definidores de fragilidade ambiental: o exemplo do município de São Vicente-SP, 07/2007, Científico Nacional, XII Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada, Vol. 2, pp.1-20, Natal, RN, BRASIL, 2007
- 12 Baroni, F. M.; Oliveira, R. C., 2007: Segregação sócio-econômica e espacial e ocupação de áreas de fragilidade ambiental no município de São Vicente-SP, 07/2007, Científico Nacional, XII Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada, Vol. 2, pp.1-17, Natal, RN, BRASIL, 2007.
- 13 Amorim, R. R.; Oliveira, R. C., 2007: Níveis de ocupação e fragilidade ambiental dos setores de encosta da área urbana de São Vicente-SP, 07/2007, Científico Nacional, XII Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada, Vol. 2, pp.1-22, Natal, RN, BRASIL, 2007
- 14 Gigliotti, M. S.; Oliveira, R. C., 2007: Compartimentação do relevo e análise ambiental: cenário do município de São Vicente-SP, 07/2007, Científico Nacional, XII Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada, Vol. 2, pp.1-18, Natal, RN, BRASIL, 2007
- 15 Bacci, P. H. M.; Oliveira, R. C., 2007: Análise geomorfológica como subsídio ao planejamento ambiental: o exemplo do município de São Vicente-SP, 7/2007, Científico Nacional, XII Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada, Vol. 2, pp.1-20, Natal, RN, BRASIL, 2007.
- 16 Lima, R. G.; Oliveira, R. C., 2007: Análise do tratamento das questões referentes ao meio ambiente e as características físicas do território no planejamento público das cidades da

- Baixada Santista - estudo de caso de São Vicente (SP), 01/2007, Científico Nacional, XII Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada, Vol. 2, pp.1-14, Natal, RN, BRASIL, 2007.
- 17 Oliveira, R. C.; Silva, F. G., 2006: A compartimentação geomorfológica do Estado de São Paulo - uma análise bibliográfica, 09/2006, Científico Internacional, VI Simpósio Nacional de Geomorfologia e Regional Conference on Geomorphology, Vol. 1, pp.15-15, Goiânia, GO, BRASIL, 2006.
  - 18 Oliveira, R. C., 2006: Depósitos Quaternários na Zona Litorânea do Estado de São Paulo, 09/2006, Científico Internacional, VI Simpósio Nacional de Geomorfologia e Regional Conference on Geomorphology, Vol. 1, pp.1-5, Goiânia, GO, BRASIL, 2006.
  - 19 Oliveira, R. C.; Mortatti, B. C., 2006: Ocupação de Encostas e Movimentos de Massa no Litoral Paulista - o Cenário do município de São Vicente, 09/2006, Científico Internacional, VI Simpósio Nacional de Geomorfologia e Regional Conference on Geomorphology, Vol. 1, pp.225-225, Goiânia, GO, BRASIL, 2006.
  - 20 Oliveira, R. C.; Bacci, P. H. M., 2006: Mapeamento Geomorfológico com vistas ao Planejamento Ambiental, 09/2006, Científico Internacional, VI Simpósio Nacional de Geomorfologia e Regional Conference on Geomorphology, Vol. 1, pp.167-167, Goiânia, GO, BRASIL, 2006.
  - 21 Oliveira, R. C.; Baroni, F. M., 2006: Estudos de Drenagem no município de São Vicente-SP, 09/2006, Científico Internacional, VI Simpósio Nacional de Geomorfologia e Regional Conference on Geomorphology, Vol. 1, pp.54-54, Goiânia, GO, BRASIL, 2006.
  - 22 Oliveira, R. C.; Gigliotti, M. S., 2006: Compartimentação Geomorfológica com vistas a análise ambiental: Município de São Vicente-SP, 09/2006, Científico Internacional, VI Simpósio Nacional de Geomorfologia e Regional Conference on Geomorphology, Vol. 1, pp.156-156, Goiânia, GO, BRASIL, 2006.
  - 23 Oliveira, R. C.; Matos, J. H. S. N., 2006: Caracterização dos depósitos quaternários na zona litorânea do estado de São Paulo, 09/2006, Científico Internacional, VI Simpósio Nacional de Geomorfologia e Regional Conference on Geomorphology, Vol. 1, pp.153-153, Goiânia, GO, BRASIL, 2006.
  - 24 Oliveira, R. C.; Amorim, R. R., 2006: Análise Morfométrica do município de São Vicente-SP, 09/2006, Científico Internacional, VI Simpósio Nacional de Geomorfologia e Regional Conference on Geomorphology, Vol. 1, pp.288-288, Goiânia, GO, BRASIL, 2006.
  - 25 Chou, S. C.; Seluchi, M.; Cavalcanti, I.F.A, 2007: Simulations of heavy rainfall events over Serra do Mar in Brazil. European Geosciences Union General Assembly 2007 Vienna, Austria, 15 – 20 April, 2007
  - 26 Mesinger, F.; Chou, S. C.; Gomes, J. L.; Jovic, D., 2007: The eternal vertical coordinate issue: Sigma, Eta, sloping steps Eta update, and a severe downslope wind case study. European Geosciences Union General Assembly 2007 Vienna, Austria, 15 – 20 April, 2007
  - 27 Kruk, N.S.; Vendrame, I. F.; Chou, S. C., 2007: Sensitivity analysis of hydrological modelled responses to soil parameters in a watershed located in Serra do Mar, Brazil. European Geosciences Union General Assembly 2007 Vienna, Austria, 15 – 20 April, 2007.
  - 28 Kruk, N. S.; Vendrame, I. F., 2006: Aplicação de sensoriamento remoto à modelagem hidrológica. Encontro de usuários de sensoriamento remoto das Forças Armadas. São José dos Campos - 03 a 06 de outubro de 2006.

- 29 Rocha, M. A.; Í. F. Vendrame e Kruk, N. S., 2006: Aplicação do Modelo DHSVM para Previsão de Produção e Transporte de Sedimentos na Bacia do Rio Claro-SP. VII Encontro de Engenharia de Sedimentos, Porto Alegre.
- 30 Guimarães, J. M.; Chou, S. C.; Dereczynski, C. P.; 2007 Desempenho do Modelo Eta em situação de chuvas intensas com deslizamento. SICINPE. INPE, São José dos Campos.

#### 4.3 - Trabalhos submetidos

1. Vicente, A.K., Nunes, L.H., Vicente, L.E. Modelling of the areal distribution of precipitation in the Serra do Mar Escarpment, Sao Paulo, Brazil. 4th. European Conference on severe storm, International Centre for Theoretical Physics, Trieste , 10-14 de setembro de 2007 < <http://essl.org/ECSS/2007/> >).
2. Oliveira, R.C “A apropriação antrópica do espaço e os atributos do relevo como subsídios ao Zoneamento Ambiental do município de São Vicente–SP”. IV Congresso sobre Planejamento e Gestão das Zonas Costeiras dos Países de Expressão Portuguesa, Outubro, 2007, Funchal.
3. Kruk, N. S.; Vendrame, I. F; Ladeira, F. S. B. ; Chou, S. C., 2007. **Análise de Sensibilidade do Modelo DHSVM aos Parâmetros de Solo**. XVII Simpósio de Recursos Hídricos. Novembro 2007, São Paulo. (aceito).
4. Mendes Filho, W., Vendrame, I., Kruk, N.; Andrade, M. R., 2007: Levantamento de dados e caracterização da bacia do rio Claro para aplicação do modelo hidrológico DHSVM. XVII Simpósio de Recursos Hídricos. Novembro 2007, São Paulo. (aceito)
5. Vendrame, I. F.; Kruk, N. S.; Ladeira, F. S. B. ; Chou, S. C.2007: **Emprego do Modelo DHSVM em uma Bacia Hidrográfica de Região Montanhosa no Litoral de São Paulo**. IV Congresso Cubano de Meteorologia. Dezembro, 2007. (aceito)

#### - Ao 2º SIBRADEN – Simpósio Brasileiro de Desastres Naturais e Tecnológicos – 9 a 13 de dezembro de 2007

6. Araki, R., Nunes, L.H e Ladeira, F.S.B. 2007: Vulnerabilidade associada a precipitações e fatores antropogênicos no município de Guarujá (SP) – período de 1965 a 2001. Submetido ao Simpósio Brasileiro de Desastres Naturais (SIBRADEN), Santos.
7. Barbosa Jr. et al. , 2007. Precipitação intensa no setor central da Serra do Mar: caso de Cubatão no dia 6 de fevereiro de 1994. Submetido ao II Encontro de Desastres Naturais, (SIBRADEN), Santos.
8. Bustamante, J. F.; Chou, S. C. 2007: Previsão de probabilidade de ocorrência de chuvas intensas a partir da previsão por ensemble utilizando o Modelo Eta. Submetido ao Simpósio Brasileiro de Desastres Naturais (SIBRADEN), Santos
9. Cavalcanti, IFA; S.C. Chou, 2007; JR Rozante, 2007. Características atmosféricas associadas ao caso de deslizamento em Caraguatatuba em março de 1967 e a simulação com o

- modelo regional Eta em alta resolução. Submetido ao Simpósio Brasileiro de Desastres Naturais (SIBRADEN), Santos,
10. Cerqueira, F.; IFA Cavalcanti ; JR Rozante, 2007. Estudo de um caso de chuva intensa ocorrido na região sudeste do Brasil em maio de 2005. Submetido ao Simpósio Brasileiro de Desastres Naturais (SIBRADEN), Santos,
  11. Dereczynski,C.P.; MVJ Pristo; JM Guimarães; SC Chou., 2007. Avaliação preliminar do desempenho de um modelo de previsão de tempo para a região da Serra do Mar. Submetido ao Simpósio Brasileiro de Desastres Naturais (SIBRADEN), Santos.
  12. Lopes, E.S.S; Riedel, P.S. Simulação da corrida de massa do km 42 ocorrido na rodovia Anchieta. Submetido ao Simpósio Brasileiro de Desastres Naturais (SIBRADEN), Santos, 2007
  13. Lopes, E., et al. 2007: Proposta de um sistema de monitoramento e alerta a movimentos de massa por eventos meteorológicos extremos. Submetido ao Simpósio Brasileiro de Desastres Naturais (SIBRADEN), Santos.
  14. Rozante, JR; IFA Cavalcanti, 2007. Impacto das condições iniciais e contornos laterais em simulações de eventos de precipitação extrema na Serra do Mar utilizando o Modelo Eta. Submetido ao Simpósio Brasileiro de Desastres Naturais (SIBRADEN), Santos,
  15. Seluchi, M. E.; Chou, S. C., 2007: Diagnóstico e previsão de condições meteorológicas associadas a deslizamentos de encostas na Serra do Mar. Submetido ao Simpósio Brasileiro de Desastres Naturais (SIBRADEN), Santos.
  16. Ogura, A.; Gramani, M. F.; Corsi, A. C.; Gomes, C. R., 2007: Cenários de risco de movimentos de massa na região da Serra do Mar no Estado de São Paulo: descrição de alguns acidentes e sua correlação com eventos chuvosos extremos. Submetido ao Simpósio Brasileiro de Desastres Naturais (SIBRADEN), Santos.

#### 4.4 - Artigos submetidos para revistas com corpo editorial

- 1 Satyamurty, P., Barbosa jr. S., Teixeira, M. S.; da Silva, L. M. G. 2008: Regional Circulation Differences between a Rainy Episode and a Nonrainy Episode in Eastern São Paulo State in March 2006. Revista Brasileira de Meteorologia. **Aceito. No prelo.**
- 2 Kruk, N. S.; Vendrame, I. F.; Chou, S. C.; Ladeira, F. S. B. **Análise de Sensibilidade do Modelo Hidrológico Distribuído DHSVM aos Parâmetros de Vegetação.** Revista Brasileira de Recursos Hídricos. Submetido.
- 3 Amorim, R.R. ; Oliveira, R.C. Uso, ocupação e movimentos de massa na área urbana do município de São Vicente-SP. GEOUSP. Submetido.
- 4 Oliveira, R.C. Análise Geoambiental dos setores de encosta da área urbana de São Vicente-SP. REVISTA SOCIEDADE & NATUREZA. Submetido.
- 5 Oliveira, R.C. Unidades de Paisagem e Fragilidades Ambientais: o cenário do município de São Vicente-SP. REVISTA SOCIEDADE & NATUREZA. Submetido

#### 4.5 – Artigos em preparação

1. Características sinóticas e dinâmicas dos casos extremos de chuva sobre Serra do Mar. Por Seluchi e Chou . A submeter a Weather and Forecasting em 2007.
2. Evaluation of short-range ensemble predictions over Serra do Mar using the Eta Model. Bustamante e Chou.
3. Partition of stratiform and convective precipitation. Gomes e Chou.
4. Numerical Simulations of disastrous heavy rainfall event in eastern Sao Paulo State. Por Cavalcanti, I., et al. a ser submetido a Weather and Forecasting.
5. The most disastrous rainy event in history in eastern São Paulo. Por Satyamurty, P., Cavalcanti, I., et al. Em preparação para submeter a Bulletin of the American Meteorological Society em 2008.
6. Inclusion of momentum perturbation in the Eta Model: evaluation over South America. Bastos e Chou. A ser submetido para Mon. Wea. Rev.
7. Testes de resolução e aprox não-hidrostática para um caso de chuva intensa. A submeter para Revista Brasileira de Meteorologia. Mendes e Chou
8. Longwave irradiance estimates in clear and cloudy skies for a site in Brazil. Kruk et al. A submeter para Journal of Agriculture and Forest Meteorology.

#### 4.6 – Produção bibliográfica no período de setembro 2006 a agosto 2007

<i>Publicações de setembro 2006 a agosto 2007</i>	<i>quantidade</i>
<b>Artigos submetidos para revistas com corpo editorial</b>	5
<b>Artigos completos publicados em Conferências</b>	24
<b>Resumos publicados em Conferências</b>	6
<b>Artigos completos submetidos a Conferências</b>	16
<b>TOTAL:</b>	<b>51</b>

### Graduação:

#### Iniciação científica

1. Jessica Motta Guimarães, UFRJ. Bolsa PIBIC/INPE. Projeto: *“Avaliação do Modelo Eta em Situações de Chuvas Intensas Associadas com Deslizamentos”*
2. Marcos Vinícius de Jesus Pristo, UFRJ. Bolsa FUNCATE. Projeto: *“Estudos de Casos de Chuvas Intensas na Região da Serra do Mar utilizando o Modelo Eta”*
3. Felipe Papaiz, UNICAMP, Projeto: *“Mapeamento Geomorfológico do Município de Guarujá-SP”*
4. Rene Lupiani, UNICAMP, Projeto: *Mapeamento Topomorfológico e Compartimentação de Relevo no Município de Santos-SP”*
5. Ana Luisa Pereira Marçal Ribeiro, UNICAMP, Projeto: *“Impactos da urbanização no sistema hidrológico: exemplo do município de Guarujá-SP”*.
6. Bruna Capoia Trescenti, UNICAMP, Projeto: *“Evolução histórica do município de São Vicente-SP no período de 1950-2005”*
7. Pedro Michelutti Cheliz, UNICAMP, Projeto: *“Análise sócio-demográfica das áreas de risco a enchentes, inundações e escorregamentos na área urbana de São Vicente-SP”*
8. Paula Tamanho, UNICAMP

### Pós-graduação:

#### Mestrado

1. Fernanda Cerqueira, INPE, bolsa CNPq, projeto: *“Aspectos de grande escala, sinóticos e de mesoescala associados a chuvas intensas, que atuam sobre o Sudeste do Brasil”*.
2. Leandro Machado, INPE, sem bolsa, projeto: *“Testes numéricos de refinamento na descrição do vento na região da Serra do Mar utilizando o Modelo Eta e impactos sobre o padrão da precipitação”*
3. Walter Manoel Mendes Filho, ITA, bolsa CNPq. Projeto: *“Análise das respostas hidrológicas de uma bacia do Litoral Norte-SP”*.
4. Matheus Andrade, ITA, sem bolsa, projeto: *“Aplicação do modelo DHSVM para previsão de produção e transporte de sedimentos na bacia do Rio Claro”*.
5. Antonio Queiros, INPE, projeto: *“Previsão Imediata utilizando radar”*
6. Alan Calheiros, INPE, bolsa FAPESP. Projeto: *“Previsão da Precipitação usando o modelo Hidroestimador e o ForTraCC”*
7. Rafael Castelo, INPE, projeto: *“Parâmetros Preditores de tempestades severas usando radar”*
8. Géssika Puerta Sábio, UNICAMP, sem bolsa, Projeto: *“Perfis de alteração na Serra do Mar na região de Ubatuba: dinâmica e cálculo volumétrico”*
9. João Paulo Macieira Barbosa, UNICAMP, sem bolsa. Projeto: *“Eventos extremos de precipitação na Serra do Mar e seus impactos socioambientais”*.
10. Raul Reis Amorim, UNICAMP, Projeto: *“Análise Geoambiental com ênfase aos setores de encosta da área urbana do Município de São Vicente-SP”*
11. Pedro Henrique de Mello Bacci, UNICAMP, Projeto: *“Zoneamento Ambiental do município de Santos (SP) como subsídio ao planejamento físico-territorial.”*

12. Fernando Marques Baroni, UNICAMP, Projeto: *“Estudo de Fragilidade Ambiental no Município de Guarujá-SP: Elaboração de zoneamento ecológico-econômico com vista ao planejamento de uso e ocupação do solo”*
13. Rafael Galeotti, UNICAMP, Projeto: *“O Plano Diretor como instrumento de normatização de uso do solo na Baixada Santista: uma reflexão sobre as zonas de fragilidade ambiental e as pressões de uso e ocupação.”*

#### Doutorado

1. Josiane Bustamante, INPE, sem bolsa, projeto: *“Previsão de tempo por ensemble.*
2. Jorge Gomes, INPE, sem bolsa, projeto: *“Ajuste dos parâmetros de produção de chuva do modelo Eta”*
3. José Roberto Rozante, INPE, sem bolsa. Projeto: *“Circulações locais no Modelo regional Eta”.*
4. Adma Raia, INPE, sem bolsa. Projeto: *“Monção da América do Sul e início da estação chuvosa no Sudeste do Brasil”*
5. Mateus da Silva Teixeira, INPE, bolsa CNPq.
6. Nadiane Kruk, ITA, bolsa CAPES, projeto: *“Estudos da previsibilidade de eventos hidrometeorológicos extremos numa região de topografia complexa”.*
7. Andréa K.Vicente, UNICAMP, bolsa CAPES, projeto: *“Estudo da dinâmica dos eventos extremos de precipitação nos setores Baixada Santista e norte da Serra do Mar através da análise das incertezas”.*
8. Wagner Flauber Soares, INPE, sem bolsa, projeto: *“Estimativa de precipitação usando microondas passivo e modelos numéricos”*

#### Resumo de Orientações

	Graduação	Pós-graduação	
	Iniciação Científica	mestrado	doutorado
No. de alunos	8	13	8

#### Dissertações Defendidas, total = 2 :

- a. Araki, R. 2007: Vulnerabilidade associada a precipitação e fatores antropogênicos no município do Guarujá – período de 1965 a 2004. Dissertação de Mestrado. UNICAMP. Campinas, agosto de 2007.
- b. Bastos, P. R. 2007: Inclusão da perturbação de momentum no esquema de parametrização de cumulus Kain-Fritsch e impactos sobre um caso de chuva convectiva. Dissertação de mestrado. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. São José dos Campos, agosto 2007.

### 6.1 Projeto Nacional

#### 6.1.1- Material Permanente

Foram adquiridos:

- 4 computadores desktop com alta capacidade de disco e processamento,
- 2 notebooks,
- 10 torres meteorológicas,
- Servidor Xeon para aplicação do sistema de informações georeferenciadas com discos para armazenamento da base de dados.

O valor total foi de R\$84.991,00

#### 6.1.2- Diárias e Manutenção; Transporte

As diárias foram utilizadas para os levantamentos geotécnicos da região e instalação das PCDs.

	Data	Atividade
1	3-5/10/2006	Levantamento do solo no rio Bocaina: Paula, Chico Ladeira e Nadiane
2	6-8/03/2007	Escolha de sítio para PCD hidrológica em Picinguaba: Javier e Magina
3	23/03/2007	Escolha de sítio para PCD hidrológica em Cubatão: Javier e Magina
4	23/03/2007	Escolha de sítio para PCD hidrológica no Rio Claro: Íria, Mateus da Rocha, Walter Mendes Filho
5	19-20/06/2007	Levantamento de campo em Guarujá por Ricardo, Chico Ladeira e Luci
6	4-5/07/2007	Escolha de sítio para PCD meteorológica: Chou
7	5/07/2007	Retiradas de amostras de solo no Bocaina: Nadiane, Walter, Reinaldo
8	16-20/07/2007	Retiradas de várias amostras de solo no Bocaina: Reinaldo
9	23/07/2007	Escolha de sítio para PCD hidrológica em Cubatão-Pilões: Javier e Magina
10	agosto/2007	Instalação de bases de PCDs meteorológicas e hidrológicas e estação de Paraibuna. Cunha e Itanhaém.

Os recursos de diárias totalizaram aproximadamente R\$5.900,00, enquanto que os recursos de transporte totalizaram aproximadamente R\$1.013,00.

#### 6.1.3- Serviços de Terceiros

Foram adquiridas 2 licenças do software IDL para aplicações de programas de satélite, totalizaram R\$2572,00.

### 6.2 Benefícios Complementares

Estes recursos foram utilizados para participação de:

1. Dra. Íria Vendrame no VII Encontro de Engenharia de Sedimentos em Porto Alegre e no XIV Congresso Brasileiro de Meteorologia em Florianópolis

2. Dra. Chou Sin Chan no European Geosciences Union General Assembly 2007 Vienna, Austria, 15 – 20 April, 2007.
3. Dra. Luci Hidalgo Nunes no European Conference on severe storm, International Centre for Theoretical Physics, Trieste, Itália, 10-14 de setembro de 2007.

Em todas as participações foram apresentados trabalhos desenvolvidos no escopo do projeto. Foram despesas em 3 passagens aéreas, diárias para Ária Vendrame e Chou Sin Chan, e inscrições que totalizaram aproximadamente R\$12000,00. Os artigos estão citados na lista de publicações.

### 6.3 Reserva Técnica

#### 6.3.1- Do Pesquisador

Os recursos da reserva técnica foram dedicadas às despesas para organização de reuniões científicas do projeto e publicação em anais de congresso.

Tipo de despesa	Valor R\$
Publicação do artigo no Congr Bras de Agrometeorologia	60,00
Organização de workshop do projeto:	
Despesas gerais: internet banda larga, alimentação	177,00
Diárias dos participantes até dia 01/09/2007	12800,00
Outros diversos (transporte e serviço de terceiros)	503,00
<b>Total:</b>	13540,00

#### 6.3.2- Departamental

Os recursos da reserva técnica departamental foram utilizadas para:

1. O conserto de um notebook que não foi adquirido pelo projeto, mas que é utilizado para o desenvolvimento e avaliação da previsão por ensemble em alta resolução. Esta pesquisa está vinculada ao projeto.
2. Aquisição de um datashow. Na ocasião, o CPTEC possuía somente um datashow funcionando, o que não permitia o agendamento de reuniões simultâneas que necessitassem de datashow. Este equipamento foi utilizado para o workshop da equipe realizado fora das instalações do CPTEC.

Tipo de despesa	Valor R\$
1. Conserto do notebook VAIO com aquisição de novo HD	550,00
2. Datashow SONY	3150,00
<b>Total:</b>	3700,00

### 6.3 Outras verbas

Não foram utilizadas.

## 7 Considerações finais

---

### **Etapas a serem realizadas**

Estas etapas estão descritas nas subseções de cada subprojeto. Planeja-se um workshop do projeto na primeira quinzena de agosto. Reuniões dos subprojetos estão planejadas para ocorrerem antes.

Espera-se concluir a instalação de todas as estações de superfície antes do final de 2007.

Espera-se concluir as assinaturas de convênios com as prefeituras e instituições parceiras para a instalação das estações.

### **As dificuldades gerais encontradas neste período**

- A tecnologia de transmissão por telefonia celular é uma experiência nova para a equipe do INPE, mais acostumada com a transmissão por satélite. Houve algumas dificuldades que estão sendo solucionadas com a fornecedora.
- Há muita burocracia na contratação de pessoal para apoiar o subprojeto 6, que causa grandes atrasos nesta parte do projeto. A contratação está sendo feita por prestação de serviços.
- O estabelecimento dos convênios com as prefeituras e instituições parceiras que abrigarão as estações é lento.

O processo de aquisição e implantação da rede sofreu atrasos em decorrência de fatores administrativos e tecnológicos. Houve demoras no processo de emissão de proformas e outras autorizações legais. Ao mesmo tempo, as características completamente novas da rede em implantação, implicaram em enormes desafios tecnológicos para os fornecedores, que ocasionaram atrasos na aceitação final do equipamento, maiores do que inicialmente previsto no projeto.

Considerando que os dados gerados pela rede de PCDs em implantação são essenciais para o andamento do projeto, estes atrasos prejudicaram o andamento das outras atividades do projeto, em particular as modelagens atmosférica e hidrológica. Sendo assim, a extensão do período de vigência do projeto permitirá alcançar resultados de maior relevância sem ônus adicional para a FAPESP.

## ANEXO I

## PROGRAMA



## II WORKSHOP PROJETO SERRA DO MAR



Ubatuba, Hotel Wembley Inn, 29/08/2007 a 31/08/2007

### 29/08 - QUARTA-FEIRA

8:30 – 9:00	<b>Abertura. Objetivos, status</b> Chou Sin Chan, INPE
	<b>Características de grande escala associadas a eventos extremos na Serra do Mar</b>
9:00 - 9:20	The most disastrous event of heavy rainfall on record in coastal São Paulo state Prakki Satyamurty , INPE
9:20 - 9:40	Diagnostico e previsão de situações meteorológicas associadas a deslizamentos de encostas na Serra do Mar Marcelo Seluchi, INPE
9:40 – 10:00	As diferenças entre episódios chuvoso e não chuvoso em São Paulo em março de 2006 Serafim Barbosa, INPE
10:00 – 10:20	Simulações numéricas de casos de chuva extrema na Serra do Mar: uma avaliação qualitativa. Mateus S. Teixeira, INPE
10:20 – 10:40	Análise sinótica e discussão subjetiva da previsibilidade do modelo Eta20 para o evento de tempo severo ocorrido em Ubatuba em fevereiro de 2007. Mônica Vaz Lima, Gustavo Escobar INPE
10:40 – 11:00	<b>Coffee-break</b>
	<b>Modelagem atmosférica em alta resolução de eventos extremos na Serra do Mar 1</b>
11:00 – 11:20	Experimentos Numéricos com o caso de Caraguatatuba de 1967 Iracema Cavalcanti, J. R. Rozante, INPE
11:20 -11:35	Simulação numérica do caso de 1999 via Anchieta Chou Sin Chan, Marcelo Seluchi, INPE
11:35– 11:55	Estudo de um caso de chuvas intensas ocorrido em maio de 2005 sobre a Serra do Mar Fernanda Cerqueira, Iracema Cavalcanti, INPE
11:55 – 12:10	Avaliação do Desempenho do Modelo Eta utilizando Índices de Instabilidade Atmosféricos Jessica Motta Guimarães, Claudine P. Dereczynski, UFRJ
12:10 – 12:30	Avaliação das previsões do Modelo Eta 5km Claudine, Marcos Prito, Jorge, Josiane, UFRJ/INPE
12:30 – 14:00	<b>Almoço</b>
	<b>Modelagem atmosférica em alta resolução de eventos</b>

	<b>extremos na Serra do Mar 2</b>
14:00 – 14:20	<i>Assimilação de dados de TSM e de superfície. Efeitos sobre a brisa.</i> Nivaldo Ferreira, UENF
14:20 – 14:40	Impacto da resolução na Condição Inicial e de Contorno Lateral nas simulações de um caso de chuva intensa em Caraguatatuba J. R. Rozante, Iracema Cavalcanti, INPE
14:40 – 15:00	Previsão por Ensemble de curto prazo sobre a Serra do Mar Josiane Ferreira Bustamante, INPE
15:00 – 15:20	Particionamento da chuva convectiva e estratiforme no Modelo Eta Jorge L. Gomes, INPE
15:20 -15:35	<i>Impacto de fluxo de momentum convectivo no Modelo Eta</i> Chou Sin Chan, Paulo Bastos INPE /DECEA
15:35- 16:00	<b>Coffee-break</b>
	<b>Modelagem atmosférica em alta resolução de eventos extremos na Serra do Mar 3</b>
16:00 – 16:10	<i>Experimentos numéricos com TSM, adv vertical, esquema de condensação, detecção de nevoeiros</i> Chou Sin Chan, Leandro Machado, Valdeci França, INPE, PGMET (DHN, DECEA)
	<b>Contribuição – Unidade de Conservação Núcleo Caraguatatuba</b>
16:10 – 16:30	Estrada Parque: Uma proposta no cenário complexo da relação entre a conservação e desenvolvimento econômico no Litoral Norte de São Paulo. Ivan Suarez da Mota, IF, Núcleo Caraguatatuba
	<b>Estações Meteorológicas e Hidrológicas automáticas</b>
16:30 – 17:00	Status da instalação das estações da Serra do Mar Javier Tomasella, INPE
17:00 – 17:30	<i>Rede Meteorológica IAC-CIIAGRO</i> Orivaldo Brunini, IAC
17:30	<i>Discussão – Grupos de trabalho: estudos observacionais, estudos de modelagem em alta resolução</i>



30/08 – QUINTA-FEIRA

	<b><i>Acoplamento do Modelo Eta a um modelo hidrológico</i></b>
8:30 – 8:50	Previsão de Produção e Transporte de Sedimentos na Bacia do rio Claro Mateus Andrade da Rocha, Íria Vendrame e Nadiane, S. Kruk
8:50 – 9:10	Modelagem hidrologica da Bacia do Rio Bocaina <i>Nadiane Smaha, Íria Vendrame ITA</i>
9:10 – 9:30	<i>Caracterização preliminar da bacia do rio Claro para análise de respostas hidrológicas</i> Wálter Manoel Mendes Filho, Íria Vendrame, Nadiane Smaha, ITA
	<b><i>Detecção remota dos sistemas convectivos e estimativas de precipitação</i></b>
9:30 – 9:50	Validação de algoritmos estimadores de precipitação Carlos Frederico Angelis/Luiz Augusto Machado, INPE
9:50 – 10:10	Qualidade dos dados dos radares meteorológicos que cobrem a Serra do Mar Izabelly Carvalho, INPE
10:10 – 10:25	Estudos de sensibilidade do Modelo Hidroestimador Alan Calheiros, INPE
10:25 – 10:40	Radar na análise da severidade da convecção Antonio Queiroz, INPE
10:40 – 11:00	<b>Coffee-break</b>
	<b><i>Produto de Sistema de Informações Georreferenciadas</i></b>
11:00 – 11:20	Estudo de caso – via Anchieta Eymar Lopes, INPE
11:20 – 11:40	Eventos extremos na Serra do Paranapiacaba e Baixada Santista Lucí Hidalgo Nunes
11:40 -12:00	Fragilidades ambientais nas zonas de encostas do Município de São Vicente-SP Regina C Oliveira, Raul Reis Amorim, UNICAMP
12:00 – 12:20	Incertezas na espacialização dos eventos extremos de precipitação na Serra do Mar Paulista: estudo de caso de março de 1967 Andréa Koga Vicente, Lucí H. Nunes, UNICAMP
12:20 – 12:40	Vulnerabilidade associada a precipitações e fatores antropogênicos no Município de Guarujá (SP) – período de 1965 a 2001 Ricardo Araki, Lucí H. Nunes, UNICAMP
12:40 – 14:10	<b>Almoço</b>

	<b>Desenvolvimento de um Sistema Semi-Automático de Previsões e Informações Hidrometeorológicas em Apoio ao Gerenciamento de Riscos de Deslizamentos na Serra do Mar</b>
14:10-14:40	<i>Status do sistema</i> Eymar Lopes, Carlos Nobre, INPE
14:40-15:30	Aspectos técnicos de caráter geológico-geotécnico e discussão de parâmetros operacionais como subsídio para a elaboração do Sistema semi-automático de previsões e informações hidrometeorológicas para o gerenciamento de risco de deslizamentos. Agostinho Ogura, Marcelo Gramani, Alessandra Corsi, IPT
15:30- 16:00	<b>Coffee-break</b>
16:00 – 17:30	Discussão – Grupos de Trabalho - Revisão das próximas etapas do projeto,

## 31/08 – SEXTA-FEIRA

8:30 – 10:30	Apresentação dos Grupos de trabalho
10:30 – 11:00	<b>Coffee-break</b>
11:00 – 12:30	Apresentação dos Grupos de trabalho
	<b>Almoço</b>