

## Projeto de Pesquisa

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

## 3º Relatório Parcial

período: 01/09/2007 a 30/08/2008

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.....	9
2.3	SP2: Acoplamento de um modelo atmosférico a um modelo hidrológico .....	18
2.4	SP3: Características dos sistemas convectivos que resultam em eventos extremos na Serra do Mar.....	26
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).....	37
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 .....	50
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 .....	55
3.5	Desenvolvimento do site do SISMADEN.....	56
4	Publicações .....	58
5	Orientações .....	66
6	Despesas.....	69
7	Considerações finais.....	71
8	Anexos	
	Anexo 1 - Agenda do III Workshop Serra do Mar	
	Anexo 2 – Cópia das publicações de setembro de 2007 a agosto de 2008	

# 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.

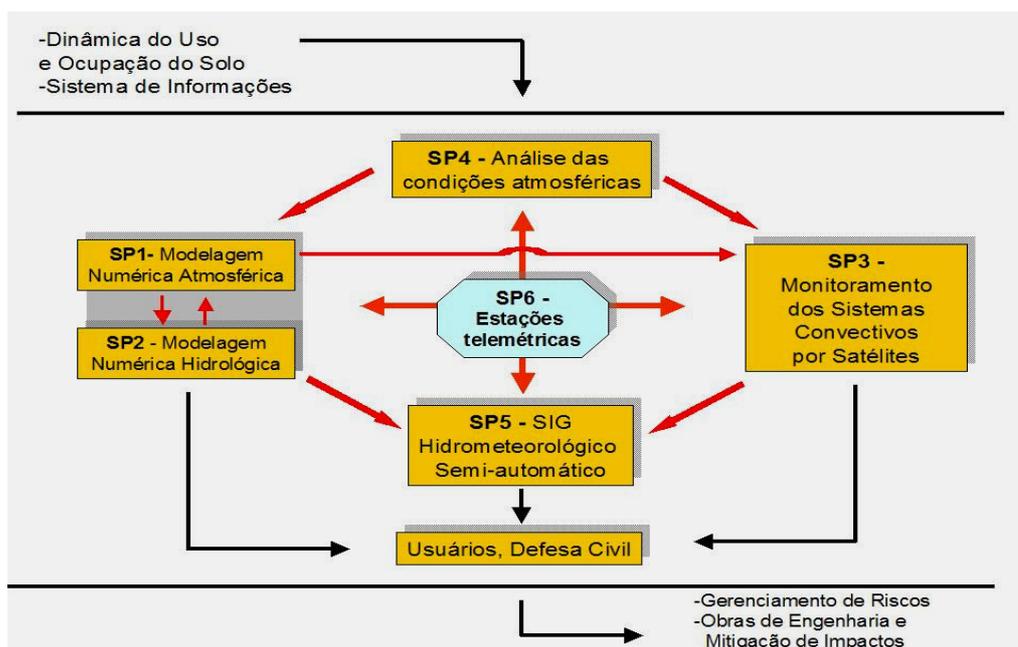


Figura 1. Relação entre os subprojetos

## 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 observacionais 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 desenvolvidas no período

##### a) Climatologia de chuvas fortes na Região Sudeste com ênfase na região da Serra do Mar

Uma climatologia de chuvas fortes na Região Sudeste com ênfase na região da Serra do Mar foi realizada utilizando dados da ANA. Foram encontrados 309 casos em toda Região Sudeste em 20 anos (99 percentil), com maior frequência no sul de Minas e menor no Estado de São Paulo. A análise da variabilidade mensal dos eventos de chuva forte mostrou que nos meses de dezembro e janeiro a frequência é alta, 40 eventos em 20 anos, e nos meses de inverno (junho e julho) a frequência é baixa apenas 4 a 5 eventos em 20 anos. A tendência da frequência de eventos nas últimas quatro décadas mostra que houve uma diminuição das chuvas fortes nas últimas quatro décadas.

A análise de componentes principais dos campos meteorológicos associados utilizando dados de Reanálise 2 no período de 1979 a 2004 mostraram que 80 casos tiveram correlações com os principais padrões. Todavia, 14 casos sobre a Serra do Mar tiveram correlações de 70% ou maior com os padrões dos quais 5 ocorreram na primavera (3 em Setembro), 3 ocorreram no outono, e 6 ocorreram no inverno (3 em Agosto). Os eventos no verão (DJF) produziram grandes quantidades de chuva mais ao norte da região da Serra do Mar; centro-sul de MG, parte do RJ e ES. Na região da Serra do Mar, estes casos provocaram chuvas fracas, abaixo de 20 mm/24 horas (Figura 1.1).

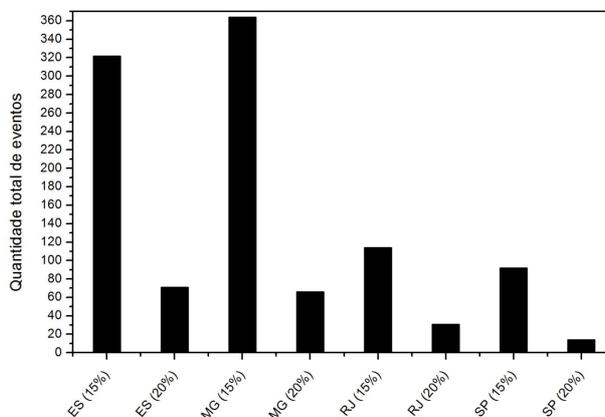


Figura 1.1 - Distribuição total da quantidade de eventos de precipitação INTENSA e EXTREMA.

Foi realizada a separação de eventos de chuva forte em Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) e Passagem de Frente Fria, no período de verão, pré-verão e pós-verão. Um evento de precipitação intensa/extrema foi definido quando 15% / 20% ou mais do total sazonal climatológico ocorre em um dia. Os casos de precipitação intensa/extrema foram separados conforme o tipo de sistema atmosférico responsável por suas ocorrências. Assim, a separação dos casos foi feita de acordo com tempo de permanência sobre a região em estudo.

#### **b) Análise de uma situação de chuvas intensas no período invernal na região da Serra do Mar**

Entre os dias 19 e 20 de julho de 2004 ocorreram deslizamentos de encostas na região da Serra do Mar que provocaram, segundo dados do Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo (IPT), várias mortes por soterramento. Ditos deslizamentos estiveram associados a chuvas intensas que acumularam, entre os dias 16 e 22 de julho, quase 200 mm nos municípios de Ubatuba e Caraguatatuba e mais de 240mm na cidade de Santos. No litoral sul paulista, e na costa do Paraná, também foram registradas precipitações significativas, com valores próximos aos 150mm. O caso tem grande relevância científica devido ao fato de ter acontecido na estação de inverno.

A situação meteorológica nos dias prévios mostrava o avanço de uma região frontal intensa, típica de inverno, que no dia 15 de julho já atuava no Estado do Paraná e no Sul do Mato Grosso do Sul. Essa frente fria chegou a região da Serra do Mar entre os dias 16 e 17, quando chuva iniciaram e perduraram até o dia 22. Os campos de umidade específica e vento em 850 hPa, mostravam que a frente não conseguiu avançar o suficiente para afastar a massa de ar úmido que se encontrava na região. Na retaguarda da frente fria, um anticiclone frio se deslocou com direção SW-NE tornando-se gradativamente mais lento e barotrópico, ficando semi-estacionário sobre o Oceano Atlântico. Desta forma os ventos de leste e sudeste sopraram sistematicamente em direção à costa da Região Sudeste. No dia 19, um cavado de onda curta nos níveis médios da atmosfera se deslocou sobre latitudes subtropicais provocando o aumento das precipitações em toda a região, e deflagrando os deslizamentos.

Simulações numéricas (descritas na seção 2 - Modelagem) foram realizadas para comparar das rodadas com e sem orografia. Estas simulações permitiram determinar que a presença da serra gera convergência e levantamento dos ventos de leste nos baixos níveis na região do litoral, e subsidência e divergência na encosta ocidental. As chuvas na ausência da serra somente chegam a 40mm.

O avanço da perturbação baroclínica de onda curta, embora não foi a causa principal das chuvas, contribuiu para o aumento da intensidade das chuvas entre os dias 19 e 20 de julho e, portanto, criou condições favoráveis para o deslizamento de encostas.

A situação de inverno analisada apresenta varias semelhanças com as identificadas no semestre quente (bloqueio, interação com perturbações de onda curta, presença de um máximo de divergência nos altos níveis, etc).

#### **c) Caso de chuva intensa na porção norte da Serra do Mar**

O caso de chuva intensa ocorreu no dia 4 de março de 2005 na porção norte da Serra do Mar, totalizando-se mais de 90 mm em 24 horas (Figura 9). A ZCAS esteve configurada desde o dia 01 até o dia 08/03/05. O estudo foi realizado a partir das previsões do modelo Eta de 40 e 5 km. A análise sinótica do caso revelou que um cavado nos altos e médios níveis posicionado a oeste da região em estudo (Figura 1.2) deu suporte ao distúrbio que provocou as chuvas intensas no período de 03/03 – 12 Z a 04/03 – 12 Z.

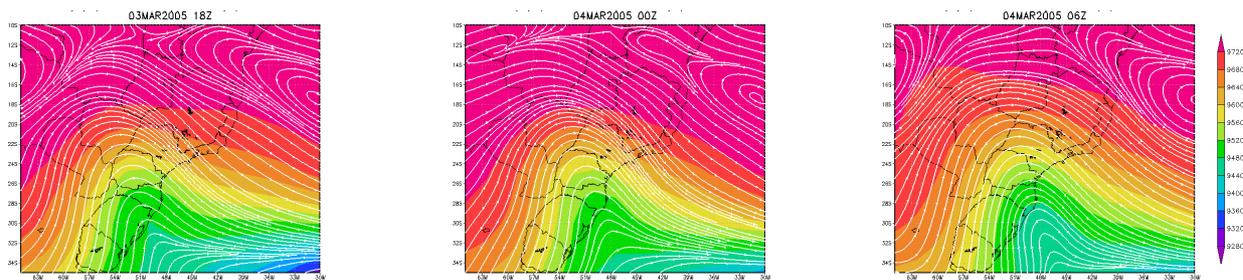


Figura 1.2 - Altura geopotencial em 300 hPa (m) e linhas de corrente para os dias (a) 03/03/05 – 18 Z, (b) 04/03/05 – 00 Z e (c) 04/03/05 – 06 Z

As previsões do modelo Eta 5 km e 40 km, geradas a partir da condição inicial de 03/03/05 – 12 Z (Figura 1.3) apresentaram bom desempenho, principalmente do modelo Eta 5 km, cuja chuva foi prevista com intensidade maior do que 90 mm na região norte da Serra do Mar, onde de fato foi observada precipitação intensa. Nesta previsão, contudo, o modelo superestimou a precipitação em áreas próximas à região estudada, atingindo o sudeste de Minas Gerais, onde a chuva não foi tão intensa.

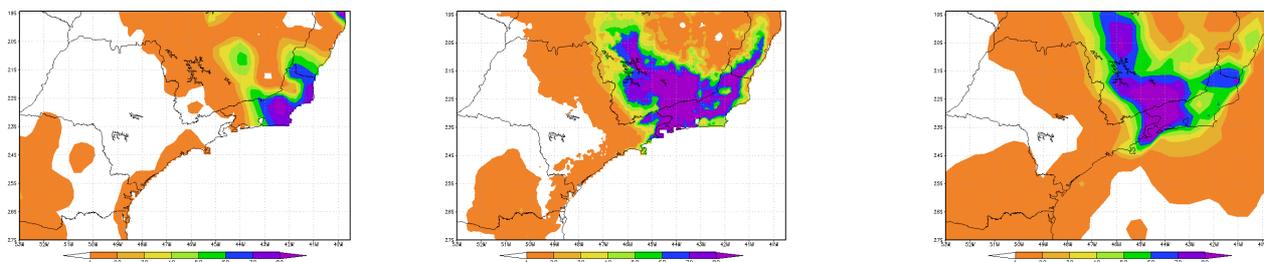


Figura 1.3 – Precipitação (mm): (a) observada e previstas Eta (b) 5km e (c) 40km para o dia 04/03/05, 12 Z.

#### d) Agrupamento de eventos de ZCAS pelo método K-means aplicado às previsões do Eta-40km

Com o objetivo de identificar os eventos de deslizamento a partir das condições atmosféricas previstas pelo modelo, aplicou-se a técnica de análise de agrupamento. Foram catalogados 53 casos de ZCAS ocorridos no período entre 1997 e 2007, separando-os em dois grupos: não associados (grupo A) ou associados (grupo B) com deslizamentos na região da Serra do Mar. Desses 53 casos, 18 estavam associados com deslizamentos. O método k-means foi elaborado em Fortran para fazer a separação dos casos de ZCAS nesses dois grupos (com ou sem deslizamentos) a partir de dados extraídos das previsões de 48h do modelo Eta com resolução espacial de 40 km. Ao todo foram gerados dados de 6 variáveis: altura geopotencial em 850 e 500 hPa, vento meridional, zonal, temperatura e umidade específica em 850 hPa para 275 datas correspondentes a todo o período de atuação das ZCAS. Quatro testes foram feitos, utilizando-se diferentes registros como centróides para os grupos A e B. A contagem dos grupos identificados está mostrada na Tabela 1.1.

Tabela 1.1 - Grupos formados por cada variável a partir da análise de agrupamento e os grupos realmente registrados.

	REGISTRADOS	TEMP	UVEL	VVEL	ZGEO850	ZGEO500	UMES
Grupo A	184	34	115	146	195	18	102
Grupo B	91	201	160	129	80	257	173

A partir desse resultado feito como primeiro teste conclui-se que o programa de agrupamento inclui mais membros no grupo A do que realmente é observado para a maioria das variáveis testadas. Os valores de limiares (Tabela 1.2) para decisão do método de agrupamento foram encontrados comparando-se os valores máximos e mínimos das variáveis em cada grupo. As taxas de acerto para o grupo A são maiores, pois existem muito mais registros não-associados com deslizamentos do que associados com deslizamentos, fator que influencia fortemente no resultado final.

Tabela 1.2 - Limiares de taxas de acerto para as variáveis temperatura e umidade específica em 850 hPa.

	TEMP(°C)	Temp acerto (%)	UMES (g/kg)	Umes acerto (%)
Grupo A	<24	94	<14	83
Grupo B	>24	37	>14	43

O método estudado pode se mostrar eficiente e é prático, pois requer o uso de um programa simples, não requerendo grande custo computacional e de tempo. De forma geral o programa tende a formar grupos de casos associados com a ocorrência de deslizamentos com um número de membros maior do que aquele que realmente ocorre, comparando-se com os dados registrados.

#### e) Estudo de caso de chuvas intensa em torno de Itanhaém em Janeiro de 2008.

O evento durou dois dias, de 12 a 13 de janeiro de 2008, e foram registrados inundações, estradas bloqueadas, corte no abastecimento de d'água, interdições de rodovias e deslizamentos, causando vários desabrigados (800 no município de Peruíbe). Foi observado o total de precipitação acumulada em 24 horas em torno de 220 mm em Iguape. O evento resultou da atuação conjunta forte difluência em altos níveis e frente fria estacionária com a intensificação da brisa marítima. As previsões com antecedência de 48h apresentaram ligeiro atraso na posição das chuvas. Por outro, as previsões 24h indicaram com alta acurácia a posição e quantidade das chuvas (Figura 1.4).

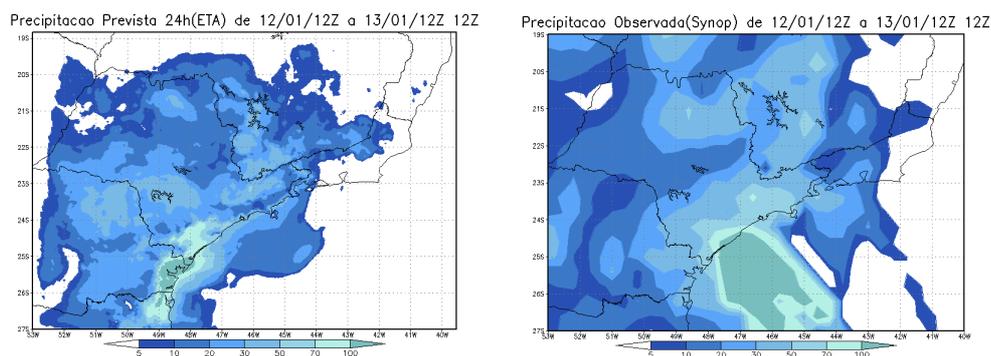


Figura 1.4 – Precipitação acumulada em 24 h (mm). (a) Previsão de 24h e (b) Observação.

#### f) Estudo de caso de deslizamento associados com chuvas intensas na região na Região Serrana do Rio de Janeiro

Realizou-se um estudo de caso de chuva intensa ocorrido na Região Serrana do Rio de Janeiro, localizada na área de domínio da Serra do Mar. O objetivo foi identificar os mecanismos envolvidos com a ocorrência desses distúrbios, assim como avaliar seu grau de previsibilidade. De

acordo com o Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT), o fenômeno estudado, ocorrido entre os dias 2 e 6 de janeiro de 2007, deflagrou inundações e deslizamentos, deixando 26 mortos e cerca de 1121 pessoas desabrigadas no Estado do Rio de Janeiro.

Uma análise sinótica foi elaborada utilizando-se os dados da Reanálise do National Center for Environmental Prediction – National Center for Atmospheric Research (NCEP/NCAR). Os resultados preliminares indicaram que a nebulosidade na região coincidiu com a borda oeste de um Vórtice Ciclônico de Altos Níveis (VCAN), com núcleo frio, estabelecido a aproximadamente 25°S/40°W. Uma avaliação das previsões com 48-h de antecedência do modelo regional Eta (com resolução horizontal de 10x10km) foi elaborada, a fim de avaliar a performance do modelo em prever este tipo de distúrbio. O modelo apresentou bom desempenho em prever a estrutura do vórtice, localizando bem regiões com valores de vorticidade mais acentuado no local onde o mesmo esteve configurado. Contudo a localização e intensidade do núcleo de máxima precipitação não foram tão bem previstas pelo modelo nas resoluções de 15 e 5 km.

### g) Compostos dos campos atmosféricos associados ZCAS e FF

Compostos de diversas variáveis atmosféricas foram produzidos para os meses de novembro a março. Estes compostos mostram algumas diferenças nas suas características, mas semelhanças também. As amplitudes nas situações de ZCAS são geralmente maiores, por exemplo, o campo de movimento vertical mostrado na Figura 1.5. Notou-se que em períodos de ZCAS, as temperaturas da superfície do mar apresentam anomalias negativas no litoral entre São Paulo e Rio de Janeiro, enquanto que em situações de Sistema Frontais, o sinal da anomalia não é claro, variando de positiva para negativa em alguns meses.

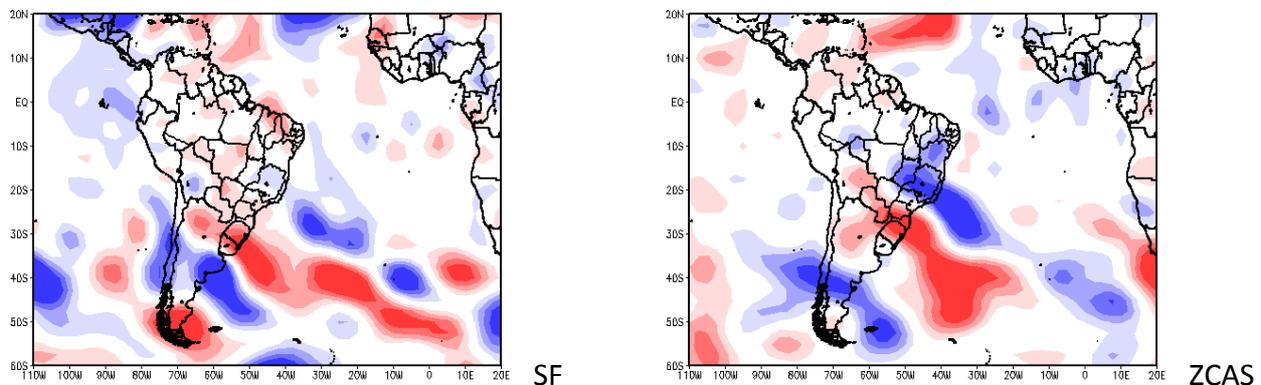


Figura 1.5 – Composto de movimento vertical em 500hPa para o mês de Janeiro, em situação de Sistemas Frontais (SF) e de Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS).

### h) Critérios para a definição de eventos extremos – estudo de caso para o litoral Central Paulista

Avaliação de dados diários de precipitação do posto Barragem das Pedras (23°52' e 46°28') para período de 1926 –1994: A média climatológica desse posto é considerável: 4172 mm/ano, sendo que alguns anos registraram totais superiores a 6000 mm. Extremos diários de valores de até 446 mm/dia foram encontrados. Os altos montantes pluviais de Barragem das Pedras têm relação com o número de dias chuvosos do ano. Contudo, em anos recentes a variabilidade na relação dias do ano e dias com precipitação foi menor.

Dezembro e janeiro foram os meses mais chuvosos (média: 500,0 e 487,0mm,) e junho e julho, os menos chuvosos (163,0mm e 166,0 mm). Os meses de verão foram uniformemente mais homogêneos (baixos valores de coeficiente de variação, revelando totais ano a ano mais próximos)

e apresentaram mais dias chuvosos. Nove meses apresentaram em média mais da metade dos dias com chuva (exceções: maio a junho).

A análise dos quantis (Tabelas 1a e 1b) destaca que os meses mais chuvosos apresentaram mais eventos excepcionais, definidos de acordo com suas características de volumes pluviais e distribuição. Tal fato sugere maior complexidade na gênese das chuvas nesse período. A correlação entre totais de chuva mensais e número de episódios extremos foi alta: 0,96.

Tabela 1a – Ocorrências mensais de chuvas extremas definidas pelos quantis, sendo cl 1= Q(0,975), cl 2=Q(0,95) e cl 3=Q(0,90), para os meses de janeiro a junho.

	Janeiro			Fevereiro			Março			Abril			Maio			Junho		
	cl 1	cl 2	cl 3	cl 1	cl 2	cl 3	cl 1	cl 2	cl 3	cl 1	cl 2	cl 3	cl 1	cl 2	cl 3	cl 1	cl 2	cl 3
Total/cl	36	35	74	35	30	61	36	33	67	34	25	64	27	23	45	19	24	35
TOTAL	145			126			136			123			95			78		

Tabela 1b – Idem à tabela 21, para os meses de julho a dezembro.

	Julho			Agosto			Setembro			Outubro			Novembro			Dezembro		
	cl 1	cl 2	cl 3	cl 1	cl 2	cl 3	cl 1	cl 2	cl 3	cl 1	cl 2	cl 3	cl 1	cl 2	cl 3	cl 1	cl 2	cl 3
Total/cl	20	21	46	23	25	49	35	32	56	41	37	72	36	46	54	36	49	61
TOTAL	87			97			123			150			136			146		

O emprego dos quantis para a delimitação de extremos diários e acumulados de precipitação mostrou-se adequado, mas a avaliação de seqüências de chuva mostrou-se mais dificultosa. Todavia, os resultados encontrados pela definição escolhida mostram a importância de não se considerar apenas os totais registrados em *um único dia* de chuva, pois seqüências de dias com chuva faz com que a umidade que permanece no ambiente seja grande, fato que certamente é um contribuinte para provocar problemas ambientais desencadeados por precipitações.

### i) Estudo de dois casos mais intensos

Os casos ocorreram em Caraguatatuba em 1967 e em Cubatão em 1984: O caso de Caraguatatuba esteve associado a situação de ZCAS, enquanto que o caso de Cubatão esteve associado a uma passagem frontal.

### Próximas etapas

1. Estudar casos de ZCAS com e sem deslizamentos a fim de entender as diferenças entre essas duas situações. Investigar quais os processos físicos são determinantes para que haja chuva forte dentro de um período de ZCAS.
2. Aplicação de índices de instabilidade no setor operacional
3. Estudar a influência da SST do Atlântico Sul sobre eventos de chuvas fortes na região Serra do mar

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

Neste relatório serão apresentados os estudos realizados no período 2007/2008, com relação a desenvolvimentos realizados no modelo regional Eta, experimentos de simulação, avaliação de

previsão com o modelo em alta resolução, e algumas ações relacionadas ao projeto. As etapas futuras também são descritas, com as atividades que faltam ser cumpridas.

## Atividades desenvolvidas no período

### a) Aplicação do método de ensemble de condição inicial e de processos físicos

Foram avaliados dois sistemas de previsão por ensemble de curto prazo utilizando o modelo Eta: um primeiro incorporando as incertezas das previsões nas condições iniciais (ensemble de condição inicial), e outro incorporando as incertezas do modelo através do emprego de diferentes esquemas de parametrização convectiva (ensemble de física).

Nos testes do desenvolvimento do ensemble de condição inicial foram comparados os resultados de dois conjuntos de condições iniciais e de contorno fornecidas por duas diferentes metodologias do Sistema de Previsão por Ensemble do modelo global CPTEC (SPE): uma considerando perturbações apenas dos campos de temperatura e vento (versão operacional do SPE) e uma segunda incluindo a perturbação do campo de umidade relativa, além da perturbação dos campos de vento e temperatura. Para a avaliação foram estudados 4 casos. Os resultados indicam que o padrão de erro do ensemble médio não foi significativamente alterado com a inclusão de mais uma fonte de perturbações, assim como não ocorreu um aumento significativo do espalhamento das previsões. No entanto com a inclusão da perturbação da umidade a variável precipitação foi a que mostrou maior impacto. A Figura 2.1 indica a correlação entre a precipitação prevista pelo ensemble médio e a precipitação observada na área da ZCAS. A correlação do SREP com umidade (linha pontilhada) é relativamente superior a do SREP sem umidade (linha cheia).

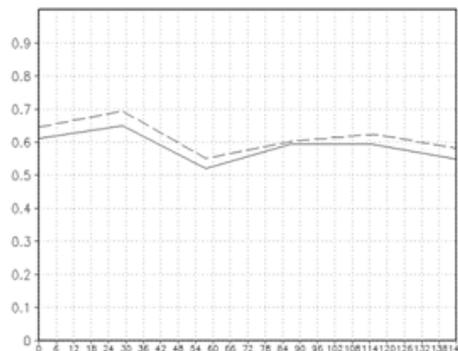


Figura 2.1: Correlação entre previsão de precipitação do ensemble médio e precipitação observada.

Para o desenvolvimento do ensemble de física foram testados os esquemas de parametrização cúmulos Betts-Miller (BM) e Kain-Fritsch (KF) em combinação com a alteração de alguns parâmetros do esquema de superfície. Os diferentes testes realizados conduziram à escolha de 6 membros para compor o ensemble de física sendo 3 membros com a parametrização BM e 3 membros com a parametrização KF.

Os membros foram testados para um caso de ZCAS ocorrido em janeiro de 2000. Os resultados obtidos indicam, além de um melhor posicionamento da ZCAS, valores de precipitação prevista pelo ensemble médio de física, mais próximos aos valores ocorridos do que a previsão determinística (figura 2.2). O ensemble médio dos membros com parametrização Kain-Fritsch tem valores mais próximos ao observado do que o ensemble médio dos membros com parametrização Betts-Miller.

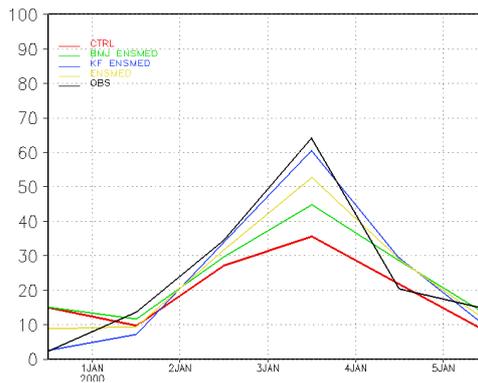


Figura 2.2: Ensemble médio de física (curva em amarelo), ensemble médio dos membros Kain-Fritsch (curva em azul), ensemble médio dos membros Betts-Miller (curva em verde), previsão do membro controle (curva em vermelho), observação (curva em preto) válidos para o caso de ZCAS de janeiro de 2000.

### b) Introdução no modelo de novo mapa de solo e campo inicial de umidade do solo estimada

A nova classificação de solos foi desenvolvida em colaboração com o projeto MUSA (Monitoramento de Umidade do Solo no sudeste da América do sul), coordenado pelo Dr. Javier Tomasela, utilizando os parâmetros característicos do solo sobre América do Sul. A classificação desenvolveu-se levando em consideração as características hidrológicas do solo. O banco de dados de solos do CPTEC contém informações de perfis de solos do Brasil, Argentina, Uruguai e Paraguai. Cada perfil de solos inclui informações básicas tais como tipo de solo, as classes de textura, a profundidade dos horizontes, a quantidade de carbono orgânico, etc. Os solos foram agrupados de acordo com estas características (tabela 01) e de todas as combinações possíveis destes intervalos surgiram os 18 tipos de solos considerados.

Como a base de dados de perfis de solos do CPTEC não abrange toda a América do Sul foi realizada uma correlação entre as classificações da base de dados do CPTEC e do STASGO/FAO, para suprir as regiões onde não havia dados. Desta forma foi gerado o novo mapa de solos para América do Sul, com uma resolução de 0,25x 0,25 grados (figura 2.3).

	Categ. 1	Categ. 2	Categ. 3
<b>SCRIT</b>	≤ 75	75 - 150	> 150
<b>SMAX</b>	≤ 200	200 - 350	> 350
<b>SWP</b>	≤ 150	150 - 250	> 250

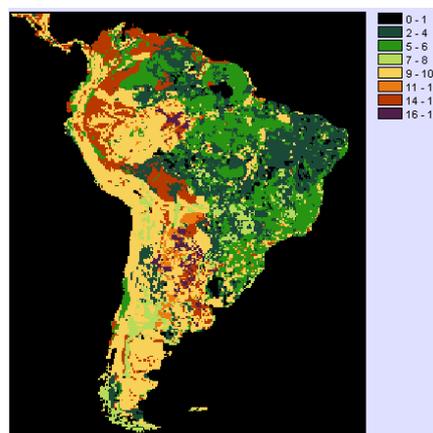


Figura 2.3 Novo mapa de solos

A nova parametrização de solos foi utilizada no Modelo Simples de Água no Solo do INPE para simular as condições de umidade no solo sobre a região. Com as informações sobre a classificação e os parâmetros característicos dos solos do projeto MUSA junto com os campos de umidade no solo simulados foram feitos experimentos com o Modelo Eta na região da América do Sul ao norte de 40S.

As rodadas de controle foram realizadas considerando o mapa de solos atual do modelo e as condições iniciais de umidade do solo fornecidas pelo modelo Global do INPE. As rodadas dos experimentos consideraram o novo mapa de solos desenvolvido e as condições iniciais de umidade no solo fornecidas pelo modelo simples de água no solo do CPTEC.

### c) Introdução da partição da precipitação entre os esquemas implícito (Kain-Fritsch) e explícito (Ferrier) do modelo

A precipitação no modelo é gerada pelos esquemas convectivos (implícito) e microfísica de nuvens (explícita). Conceitualmente, o esquema implícito gera a precipitação da convecção subgrade, e a microfísica de nuvens a parte resolvida pela grade do modelo. Entretanto, testes realizados com aumento da resolução horizontal mostraram que o esquema implícito aumentava a proporção de chuva gerada. Para controlar a partição da precipitação total gerada pelos esquemas de precipitação implícita e explícita foi introduzido um parâmetro F no esquema implícito. Este parâmetro permite reduzir a quantidade de precipitação gerada pelo esquema implícito conforme se aumenta a resolução horizontal, mais água líquida fica disponível para o esquema explícito tratar. O parâmetro permite ainda a mistura termodinâmica do esquema convectivo, mesmo em alta resolução. Nestes testes o índice de desempenho da precipitação prevista pelo modelo resultou em aumento e redução de viés de forma significativa.

### d) Implementação de fluxo convectivo de momentum

A presença das nuvens convectivas causa a mistura no perfil termodinâmico, mas também mistura no perfil de momentum no ambiente a nuvem. O esquema de fluxo convectivo de momentum foi incluído no esquema de Kain-Fritsch, seguindo a formulação aplicada aos fluxos convectivos de calor e umidade do esquema. A avaliação para período mais longo foi realizado para obter índices de desempenho da previsão com o novo esquema de forma robusta. Equitable Threat Score e o Bias Score foram empregados na avaliação do esquema de fluxo convectivo de momentum e dos testes do parâmetro F. Ambos scores devem se aproximar de 1 para indicar melhoria na qualidade da previsão. A Figura 2.4 mostra aumento do ETS e redução do BIAS (mais próximo de 1) com a inclusão do esquema de fluxo de momentum nas 48 horas de previsão. A inclusão do parâmetro F para este conjunto não produziu aumento do ETS, entretanto houve melhora no BIAS.

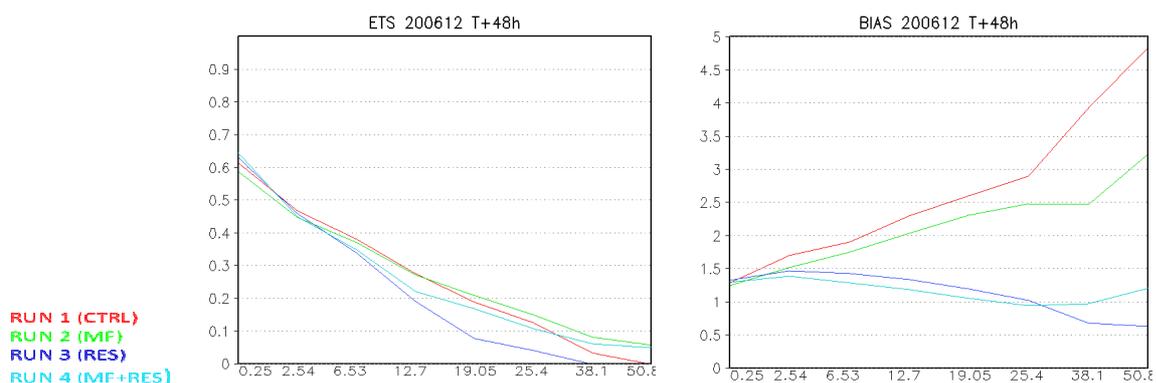


Figura 2.4 – ETS e BIAS de previsões de 48h das versões do Modelo Eta-5km na região da Serra do Mar: controle (vermelho), esquema de fluxo de momentum (verde), parâmetro F (marinho) e as duas implementações (celeste). Valores de ETS e BIAS igual a 1 indicam previsões perfeitas.

**e) Esquema objetivo para ajustes nos campos da condição inicial, e no campo de temperatura da superfície do mar.**

Foi implementada uma técnica relativamente simples de assimilação contínua de dados. Os dados assimilados vêm da rede de observação meteorológica do Sistema de Meteorologia do Estado do Rio de Janeiro – SIMERJ, os quais estão disponíveis para cada hora do dia. O segundo conjunto de dados, a ser assimilado, vem da rede de observações meteorológicas existentes nos aeroportos brasileiros e são codificados seguindo o padrão METAR. A condição de contorno inferior, sobre os oceanos, é uma combinação entre a temperatura da superfície do mar – TSM média semanal e a TSM diária estimada pelos satélites de órbita polar (NOAA). Como “first-guess” são utilizados os campos meteorológicos do Eta-40m disponibilizados operacionalmente pelo INPE. Esses campos estão dinamicamente ajustados à grade espacial de integração do modelo regional. A Figura 2.5 mostra que o centro de baixa pressão previsto em 48h no litoral sul do estado de São Paulo sofreu um ligeiro atraso e também uma intensificação da circulação ciclônica (figura não mostrada).

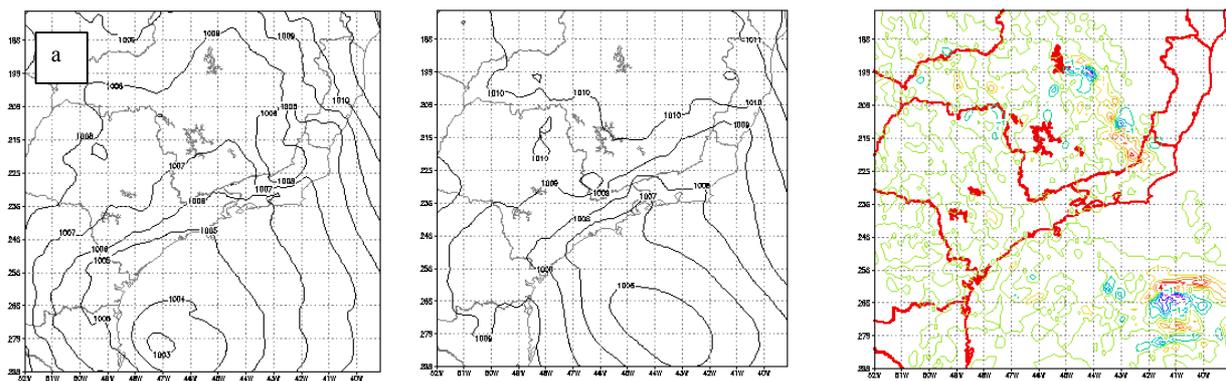


Figura 2.5 Pressão ao Nível Médio do Mar (hPa): (a) Previsão de 48 horas e (b) Análise com relaxação newtoniana. Campos válidos para 12Z 03/11/2007. (c) Diferença da precipitação gerada pelas previsões de 48h com e sem assimilação dos dados de superfície.

A inclusão da temperatura da superfície do mar (TSM) produziu um impacto mais importante na circulação da região litorânea e conseqüentemente na formação da precipitação. A Figura 2.6 mostra a diferença da TSM com o ajuste. Nota-se que no litoral sul do estado do Rio de Janeiro uma diminuição significativa da TSM, o que acarreta no enfraquecimento da circulação da brisa marítima. A redução da precipitação neste local se deve ao enfraquecimento da brisa, por outro lado um gradiente horizontal da TSM acaba se posicionando mais ao norte do estado, onde há aumento das chuvas no litoral sobre o oceano.

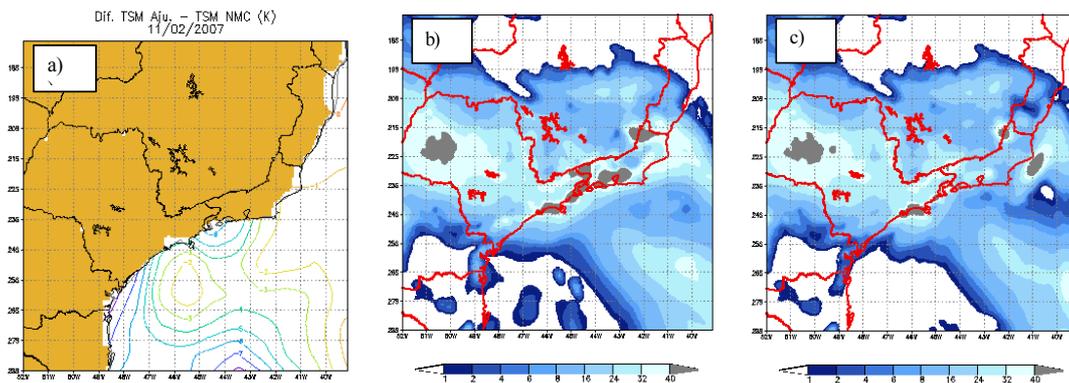


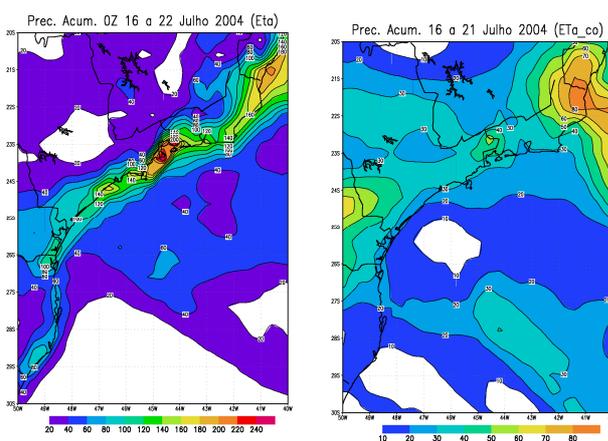
Figura 2.5 Diferença entre a temperatura da superfície ajustada e o original (K) (a); Precipitação prevista de 24h (b) com TSM original e (C) com TSM ajustada (mm acumulado em 24h).

### f) Impacto da orografia

Foi realizado um estudo para analisar as causas de um evento de chuvas intensas no inverno em que ocorreram deslizamentos na Serra do Mar. Foram realizadas simulações numéricas de 168 horas com resolução horizontal de 40 km e vertical de 38 níveis. As simulações numéricas conseguiram reproduzir com muito boa acurácia a situação sinótica predominante. A Figura 2.6a mostra a chuva acumulada entre os dias 16 e 22 de julho de 2004, simulada pelo modelo Eta/CPTEC, onde se reproduzem precipitações próximas dos 200mm ao longo da Serra do Mar.

Uma análise mais aprofundada permitiu estabelecer que as chuvas intensas foram produzidas em sincronia com movimentos verticais junto à encosta oriental (oceânica) da Serra do Mar. A divergência total na camada 300/900 hPa (figura não incluída) no momento de maior intensidade da chuva (00Z do dia 20 de Julho) mostra valores nitidamente positivos ao norte e sul da Serra, indicando convergência (divergência) de massa nos baixos (altos) níveis. Contudo, na região costeira a divergência total foi desprezível. A divergência do vetor Q mostrou resultados semelhantes. Devido à falta de um sinal dinâmico significativo para explicar os movimentos verticais na região de interesse, foi realizada uma simulação numérica na qual foi eliminada a orografia (com exceção da Cordilheira dos Andes). Esse experimento teve como objetivo avaliar o efeito da topografia sobre as precipitações. A Figura 2.6b permite concluir que se não existisse a Serra do Mar a situação atmosférica dominante naqueles dias apenas teria conseguido provocar chuvas de, no máximo, 40 mm.

A comparação das rodadas com e sem orografia permitiram determinar que a presença da serra gera convergência e levantamento dos ventos de leste nos baixos níveis na região do litoral, e subsidência e divergência na encosta ocidental. No presente caso, esse efeito se prolongou por vários dias, devido à presença do anticiclone de características barotrópicas sobre o Oceano Atlântico.



(a)

Figura 2.6 - Precipitação total acumulada (mm) entre os dias 16 e 22 de Julho de 2004, segundo as simulações realizadas como modelo Eta/CPTEC.: (a) com topografia e b) sem a Serra do Mar, Serra da Mantiqueira e Planalto Central.

Pode se concluir que as chuvas foram causadas pelo efeito orográfico da Serra do Mar, que provocou o levantamento forçado do ar marítimo dentro de uma massa de ar relativamente quente e úmida. Foi fundamental a persistência dos ventos de sudeste sobre a região, devido ao estabelecimento de um anticiclone de bloqueio. O avanço da perturbação baroclínica de onda curta, embora não tenha sido a causa principal das chuvas, contribuiu para o aumento da intensidade das chuvas entre os dias 19 e 20 de julho e, portanto, criou condições favoráveis para o deslizamento de encostas. A situação de inverno analisada apresenta várias semelhanças com as identificadas no semestre quente (bloqueio, interação com perturbações de onda curta, presença de um máximo de divergência nos altos níveis, etc).

### g) Impacto da umidade do solo e vegetação

Alguns testes com umidade do solo estimada, substituindo a umidade do solo climatológica, que inicializa o modelo, foram realizados. O objetivo foi investigar a sensibilidade do modelo com relação à variação na umidade do solo e à retirada da vegetação, em um caso de precipitação intensa na Serra do Mar. Foram realizados 5 experimentos: um experimento controle com a umidade do solo climatológica, com umidade do solo estimada, aumentando 25% e 80% a umidade, e outro com solo nu. O caso foi o de 9 de abril 2006, com uma simulação de 48 horas e condição inicial de 7 de abril às 12 GMT.

O impacto da umidade do solo e vegetação na temperatura de superfície é visto na Figura 6, que é uma média em uma área na região interior do domínio de integração. O modelo simula o ciclo diurno da temperatura, mas as máximas temperaturas ocorrem antes das 18 GMT. O maior impacto da umidade do solo ocorre no período de máximo aquecimento, e não há quase impacto nas temperaturas mínimas.

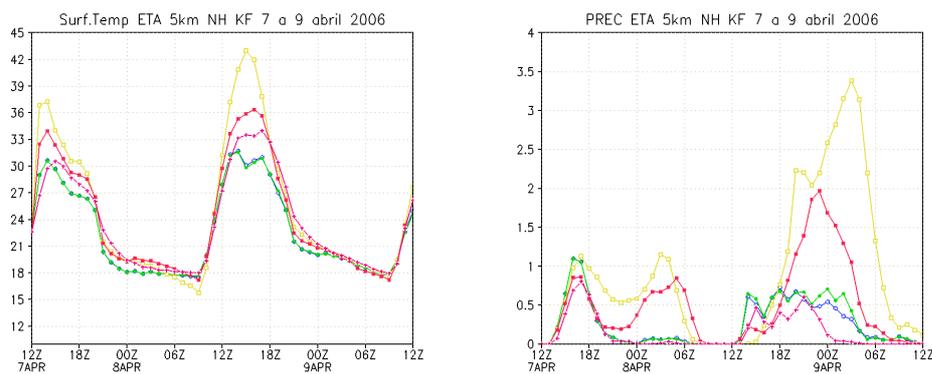


Figura 2.7. (a) Temperatura da superfície para os horários de integração de 7 de abril a 9 de abril de 2006. (b) Evolução da precipitação na área de maior precipitação do experimento com solo mais úmido. Solo nu (rosa), umidade do solo climatológica (azul), umidade do solo estimada (verde), solo menos úmido (vermelho), solo muito úmido (amarelo).

O movimento vertical foi maior no experimento com solo mais úmido, que também apresentou a precipitação mais intensa, comparando com o caso de solo mais seco. As diferenças da precipitação na região do máximo que ocorreu no caso do solo mais úmido são mostradas na

Figura 2.7. A precipitação menos intensa ocorreu com o experimento de solo nu, seguido do experimento com umidade climatológica, umidade estimada, solo menos úmido e solo mais úmido. Foi notado um impacto em todas as variáveis: omega, pressão, escoamento, umidade específica, temperatura. A umidade do solo tem um impacto maior na temperatura da superfície e é bem sensível ao tipo de solo. Com relação ao ciclo diurno, o máximo de precipitação ocorre mais tarde quando a umidade do solo é maior. O solo sem vegetação tem efeito em diminuir a precipitação no interior. Há necessidade de realização de outros estudos e outros casos para maior detalhamento da influência da umidade do solo e da vegetação.

#### h) Avaliações das Previsões operacionais com Eta 5 km – Serra do Mar

Avaliações das Previsões do Modelo Eta 5km que está sendo rodado operacionalmente no CPTEC, para a região da Serra do Mar, dentro dos objetivos do projeto, estão sendo realizadas, e os resultados para o período de 1 janeiro a 31 maio de 2008 são apresentados abaixo. As avaliações foram feitas para as integrações com condição inicial de 12 Z, comparando com as observações de Itanhaém (SP) e Paraibuna (SP). As variáveis avaliadas foram pressão atmosférica à superfície e temperatura do ar a 2 m.

Os resultados indicaram que a pressão atmosférica (Figura 16) está sendo subestimada (aprox. 5 hPa). A previsão de 24 h de ambas as localidades não exhibe o mínimo de 6 Z, como ocorre na observação em ambas as localidades. A REQM é aproximadamente 6 hPa, sendo da mesma ordem de grandeza do desvio padrão para Itanhaém e o dobro para Paraibuna. A CORR é elevada (em torno de 70% em Itanhaém e de 80% em Paraibuna), sendo maior na prev. de 48h do que nas demais previsões.

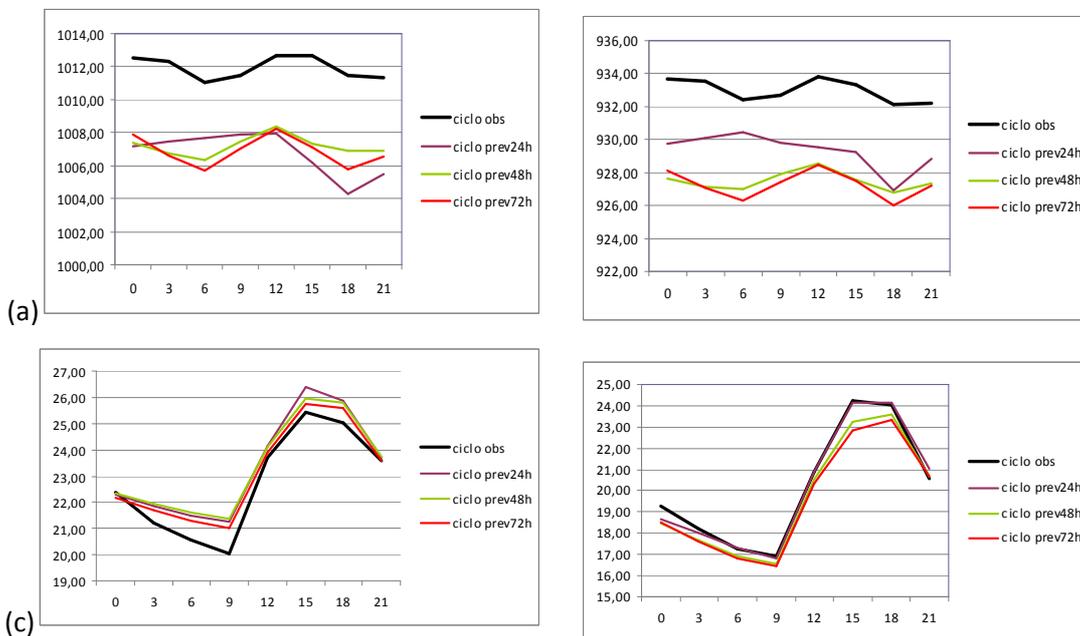


Figura 2.8 - Ciclo diurno da pressão atmosférica à superfície (hPa) no período de janeiro a maio de 2008, para (a) Itanhaém e (b) Paraibuna. Ciclo diurno da temperatura do ar a 2 m (oC), no período de janeiro a maio de 2008, para (c) Itanhaém e (d) Paraibuna.

A temperatura do ar e seu ciclo diurno (Figura 2.8) são bem previstos pelo modelo, apenas com ligeira superestimativa (subestimativa) da mínima e da máxima em Itanhaém (Paraibuna). A correlação é elevada para ambas as localidades, chegando a ter sua melhor performance na previsão de 24 h, sendo de 87% em Itanhaém e 89% em Paraibuna.

Previsões de PNMM do Eta-5km para os meses de Dezembro de 2007, Janeiro e Fevereiro de 2008 foram avaliadas e comparadas com a versão operacional do Eta-40 km em toda a região da Serra do Mar. Notou-se que o índice de acerto das previsões do Eta-5km é bem maior em 12h de previsões, e baixa com a integração. Em 72h, o índice de acerto da PNMM do Eta-5km se torna comparável ao do Eta-40km (Figura 2.9).

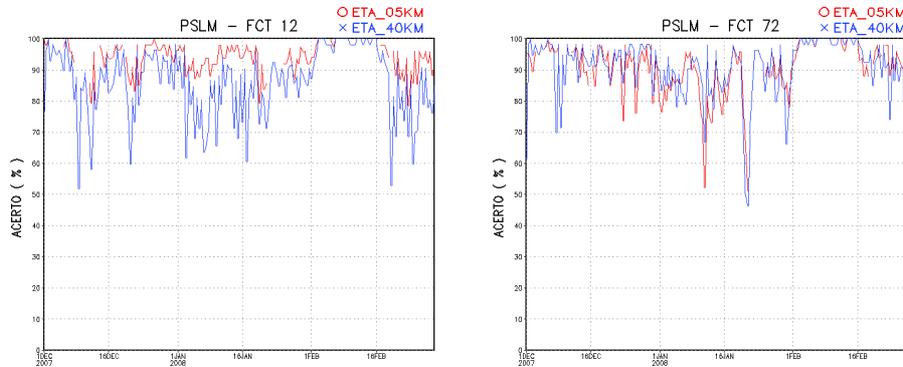


Figura 2.9 – Índices de acerto da Pressão ao Nível Médio do Mar durante o período de dezembro de 2007 a fevereiro de 2008 das previsões do Eta-5km e Eta-40km: (a) Previsão de 12h e (b) 72h.

#### i) Análise das previsões do MCGA CPTEC para verões extremos chuvosos na região da Serra do Mar

Nestas análises foram analisadas as características atmosféricas associadas a verões secos e chuvosos extremos em uma área do Sudeste do Brasil que engloba a região da Serra do Mar, em resultados do MCGA CPTEC/COLA. Essas análises são importantes pois as condições de contorno laterais para o modelo regional Eta, para previsão de tempo, provém de previsões do modelo global. Assim, é necessário saber se o modelo global tem a habilidade de representar as principais configurações mensais de estações com extremos de precipitação. Como na região da Serra do Mar os máximos de precipitação ocorrem na estação de verão, esta estação foi selecionada para a análise. Foram utilizados resultados da simulação climática com o MCGA CPTEC/COLA na resolução T62L28, no período de 1951 a 2001. Os 5 anos mais extremos de precipitação na área 25S-20S e 45W-40W, tanto com anomalias positivas quanto negativas foram selecionados para a construção de compostos. Os resultados mostram padrões associados às anomalias de precipitação similares aos obtidos com dados observacionais e são também semelhantes aos obtidos na variabilidade intra-sazonal, como o dipolo nordeste/sudoeste associado à ZCAS (Figura 2.10) e o padrão de teleconexão PSA, com o trem de ondas sobre o Pacífico e América do Sul. Compostos para os casos extremos em uma área ao norte desta mostraram anomalias mais intensas, devido ao fato da área toda estar na região de atuação da ZCAS simulada. A área que compreende a Serra do Mar se encontra na parte sul dessa atuação. Os casos extremos opostos (chuvosos ou secos) apresentam características diferentes no escoamento em altos e baixos níveis. Em baixos níveis os anos extremos chuvosos apresentam uma confluência do escoamento de noroeste, que provém da região Amazônica, com o escoamento que provém do Atlântico, sobre a região SE. Nos anos extremos secos, o escoamento é dirigido para o sul, deixando a região SE livre da umidade que provém da Amazônia. Em altos níveis, nos casos extremos chuvosos a Alta da Bolívia estava bem organizada e estendida para a região SE, e nos casos secos estava concentrada sobre a Bolívia. Foi também identificada, assim como nos resultados observacionais, a fase positiva da Oscilação Antártica nos casos extremos chuvosos e a fase negativa nos casos secos.

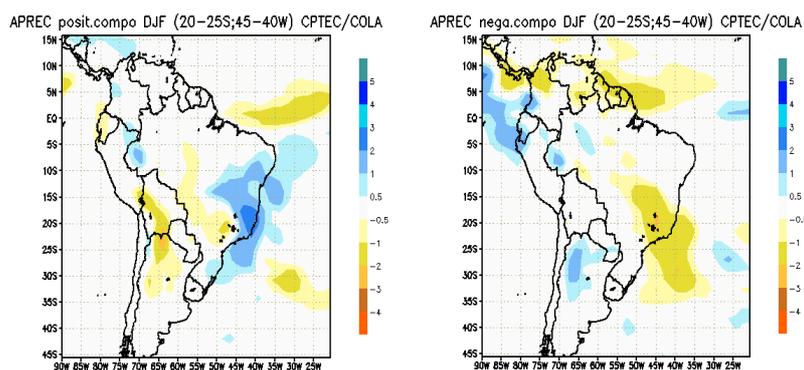


Figura 2.10 – Compostos simulados pelo MCGA CPTec/COLA para anomalias de precipitação (a) DJF extremos chuvosos, (b) DJF extremos secos.

## j) Próximas Etapas

1. Completar a análise do ensemble de física com outros casos de ZCAS e casos de sistemas frontais;
2. Desenvolver produtos do ensemble, tais como a previsão da probabilidade e dispersão dos membros;
3. Incluir o tipo de solo “urbano” e mapa de solo com resolução de 25 km;
4. Concluir a assimilação dos dados de superfície, testando com casos recentes incluindo as PCDs instaladas pelo projeto;
5. Concluir a leitura da topografia de altíssima resolução;
6. Operacionalizar a versão Eta-KF (Kain-Fritsch) e incluir a versão com fluxo de momentum;
7. Análise da circulação próxima à costa nos resultados da previsão do Eta 5km (Jan a Mar 2007 e 2008) e comparação com dados recentes da PCD de Picinguaba: 10. Análise do ciclo diurno das condições atmosféricas associadas à formação dos sistemas convectivos na região;
8. As avaliações das previsões operacionais terão continuidade. Ainda serão avaliados os ventos e a precipitação previstos pelo modelo, comparativamente às observações das PCDs do Projeto Serra do Mar. A avaliação será elaborada para outros pontos na Região da Serra do Mar onde existem dados de PCDs e também para as estações da ANA (apenas precipitação). A subestimativa da pressão atmosférica será investigada. Dados da rede do Instituto Agrônomo de Campinas foram colocados à disposição para a equipe do projeto; e
9. Após todas as implementações e experimentos, serão realizados experimentos com todas as melhorias que foram testadas separadamente.

## 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.

### a) Rio Bocaina

O modelo atmosférico Eta foi executado para os dois eventos severos escolhidos como estudo de casos, fevereiro e julho de 2004, em duas resoluções horizontais, 10 e 2 km. Para a resolução de 10 km o modelo foi executado no modo hidrostático, com 211 x 385 pontos de grade, 38 níveis na vertical, passo de tempo de integração de 20 segundos e com o esquema de parametrização da precipitação convectiva de Betts-Miller.

A resolução de 2 km foi executada no modo não-hidrostático, com 211 x 385 pontos de grade, 50 níveis na vertical, passo de tempo de integração de 4 segundos e também com o esquema de parametrização da precipitação convectiva de Betts-Miller.

As variáveis prognósticas do modelo atmosférico que servirão de entrada ao modelo hidrológico são a temperatura do ar, velocidade do vento, umidade relativa, precipitação, radiação incidente de ondas curtas e longas. Como as simulações hidrológicas feitas com o modelo DHSVM são mais sensíveis às variações do campo de precipitação, as Figuras 1(a), 1(b), 2(a) e 2(b) apresentam os resultados dessa variável, obtidos das simulações feitas com o modelo Eta para os casos e resoluções estudados.

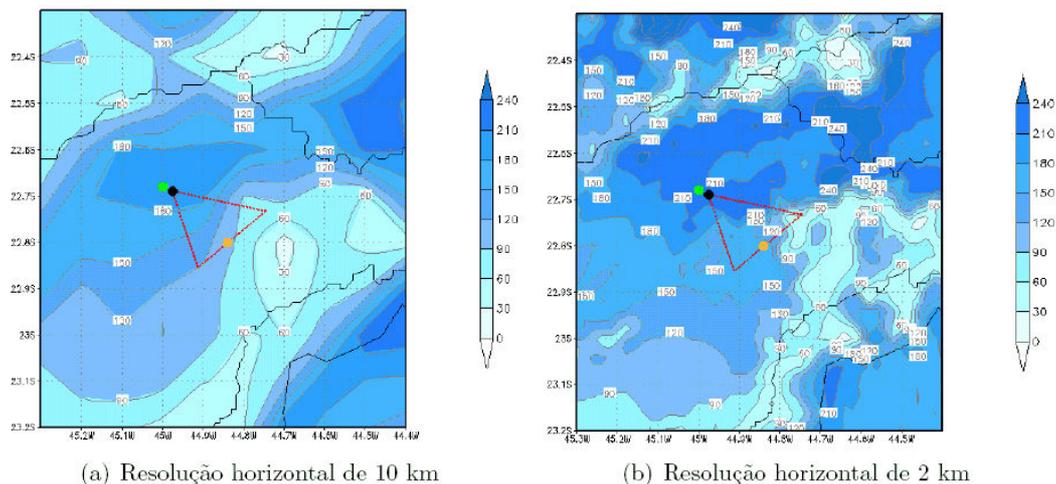


Figura 3.1 - Precipitação acumulada simulada pelo modelo Eta no período de 20 a 26 de fevereiro de 2004. Polígono em vermelho representa a localização da bacia de estudo, círculo preto, localização da estação hidrológica, círculo laranja, estação meteorológica de Silveiras e círculo verde, estação meteorológica de Cachoeira Paulista.

Pode-se observar que para o caso de fevereiro de 2004 houve um aumento da precipitação prevista com o aumento da resolução sobre a área de interesse.

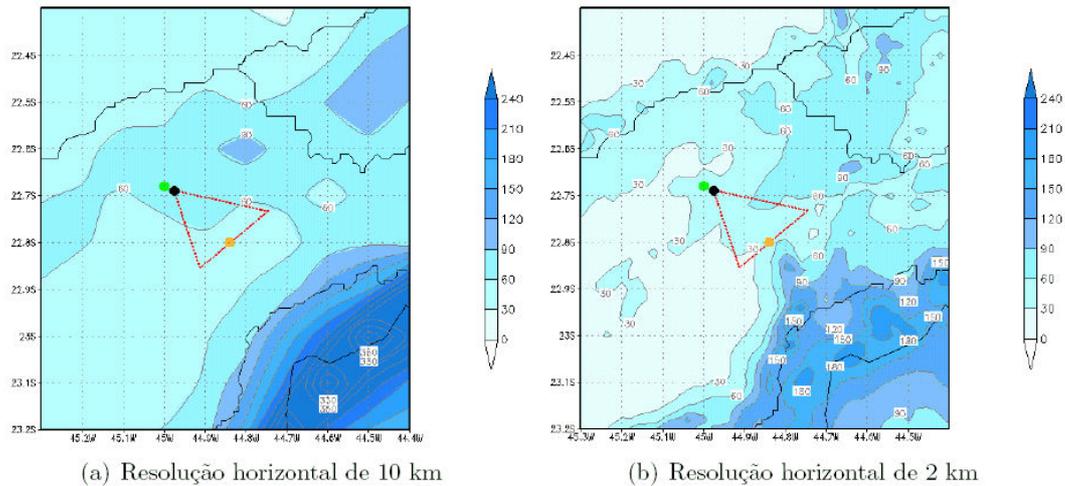


Figura 3.2 - Precipitação acumulada simulada pelo modelo Eta no período de 15 a 21 de julho de 2004. Polígono em vermelho representa a localização da bacia de estudo, círculo preto, localização da estação hidrológica, círculo laranja, estação meteorológica de Silveiras e círculo verde, estação meteorológica de Cachoeira Paulista.

Nesse período, as precipitações observadas nas PCD's de Cachoeira Paulista e Silveiras foram de 142 e 113,15 mm, respectivamente. Nota-se que para a previsão com resolução de 10 km houve uma superestimativa da precipitação próximo à PCD de Cachoeira Paulista e uma boa previsão próximo à estação de Silveiras. Já para a resolução de 2 km, houve uma superestimativa da precipitação próximo às duas PCD's.

Já para o caso de julho, houve uma redução da precipitação com o aumento da resolução do modelo atmosférico. O padrão das chuvas manteve-se com o aumento das resoluções. Para esse período, as precipitações observadas nas PCD's de Cachoeira Paulista e Silveiras foram de 47,3 e 45,5 mm, respectivamente. Pode-se observar que para as previsões com resolução de 10 km, houve uma superestimativa da precipitação próximo à PCD de Cachoeira Paulista. Para a resolução de 2km, os valores parecem bastante coerentes.

### Desagregação do modelo Eta

O principal desafio encontrado no acoplamento de modelos hidrológicos e atmosféricos é a solução de problemas de incompatibilidade de unidades, de escalas temporais e espaciais. Enquanto os modelos atmosféricos operam desde dezenas a centenas de quilômetros, os modelos hidrológicos distribuídos são executados a escalas muito menores, desde alguns metros a centenas de metros.

Atualmente, com o aumento da resolução dos modelos atmosféricos, há uma maior aproximação das escalas espaciais desses com os modelos hidrológicos. Entretanto, existe ainda a necessidade de desagregação dos dados que estão numa resolução mais baixa (modelos atmosféricos) para uma mais alta (modelos hidrológicos), o que na literatura chama-se de downscaling. O contrário também faz-se necessário quando existe um acoplamento em duas direções, o que na literatura é conhecido por upscaling. Como o primeiro objetivo desse trabalho é realizar o acoplamento em uma direção, ou seja, o modelo hidrológico receberá as previsões do modelo atmosférico.

As variáveis prognósticas do modelo atmosférico que servirão de entrada ao modelo hidrológico são a temperatura do ar, velocidade do vento, umidade relativa, precipitação, radiação incidente de ondas curtas e longas.

A Figura 3.3 mostra a representação esquemática do método de desagregação explícito.

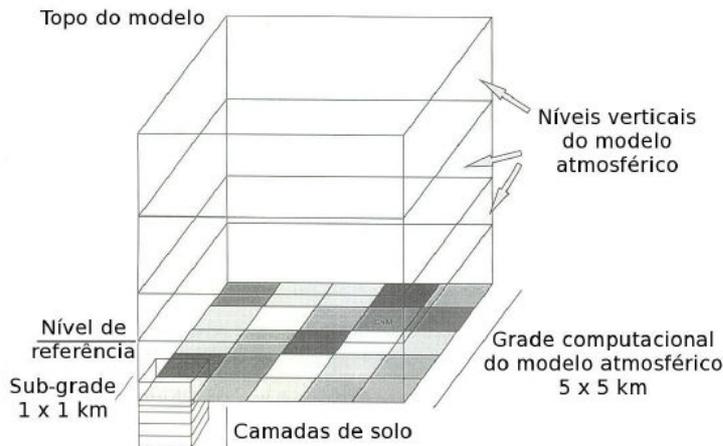


Figura 3.3 - Representação esquemática de uma grade e as sub-grades do modelo atmosférico. Áreas com diferentes tons de cinza representam diferentes tipos de vegetação.

Baseado no fato de que em geral a precipitação aumenta com a elevação, devido a efeitos orográficos, a desagregação proposta é dada por:

$$P_i = P \left( \frac{z_{alt,i}}{z_{alt}} \right),$$

sendo  $P_i$  e  $z_{alt,i}$  a precipitação e altitude em cada sub-grade, respectivamente,  $P$  e  $z_{alt}$  a precipitação e altitude da grade considerada, dados em metros. A altitude na grade é dada pela média das altitudes das sub-grades:

$$z_{alt} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N z_{alt,i},$$

sendo  $N$  o número de sub-grades em cada grade.

Para o campo da temperatura, a desagregação proposta leva-se em conta a taxa de decaimento da temperatura com a altitude,  $\Gamma_T = -\delta T / \delta z$  [K/km]. Para condições de umidade relativa superior à 98%, quando a atmosfera pode ser considerada saturada, será utilizada a taxa de decaimento de -0,006 K/m, e para umidades mais baixas, -0,010 K/m.

A desagregação proposta para a temperatura é dada por:

$$T_i = \Gamma_T (z_{alt,i} - z_{atm}) + T$$

sendo  $T$  [K] a temperatura e  $z_{atm}$  [m] a altitude de grade do modelo atmosférico, e  $T_i$  a temperatura de sub-grade no modelo hidrológico.

Como o campo de umidade não apresenta uma taxa de variação linear como o da temperatura, não será feita a desagregação do mesmo. O campo de vento também não será alterado, uma vez que sua complexidade é muito grande e a tentativa de se fazer uma desagregação poderia embutir ainda mais erros.

Como os dados de radiação de ondas longas incidente são estimados e como os dados de radiação de ondas curtas variam muito espacialmente, afetados pela presença de nuvens, esses campos também não serão alterados.

Para ilustrar os efeitos da desagregação, as Figuras 3.4(a), (b), 3.5(a) e (b) apresentam os resultados dos campos de temperatura e precipitação, respectivamente, da previsão de 23 de fevereiro de 2004, 21:00, horário local. A metodologia de desagregação foi aplicada para os campos de precipitação e temperatura em cada uma das saídas da previsão do modelo Eta, ou seja, nos períodos estudados, a cada 3 horas.

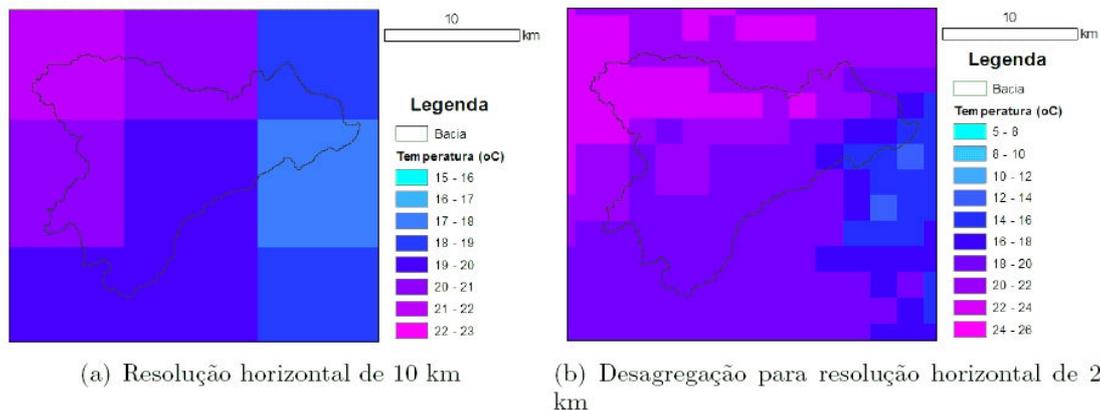


Figura 3.4 - Desagregação do campo de temperatura, da previsão do modelo Eta para 23 de fevereiro de 2004, 21:00, horário local.

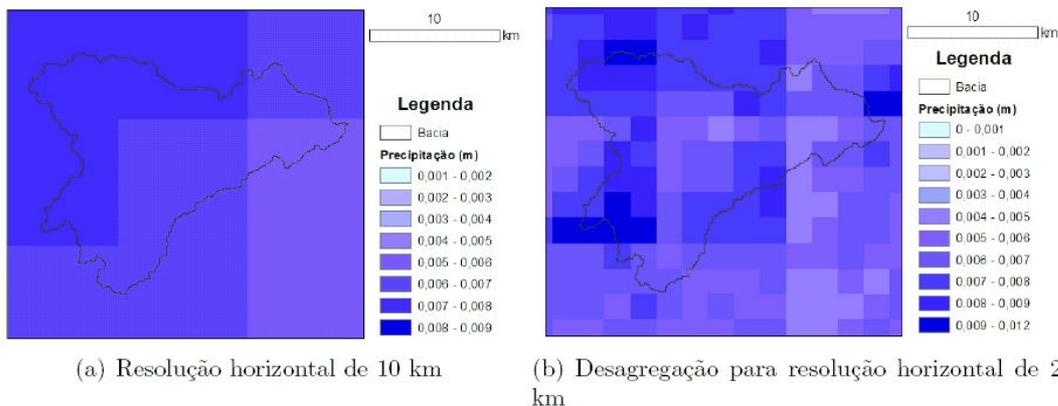


Figura 3.5 - Desagregação do campo de precipitação, da previsão do modelo Eta para 23 de fevereiro de 2004, 21:00, horário local.

As Figuras 3.6(a) e (b) apresentam essas diferenças. Na porção leste, por exemplo, na topografia de resolução 10 km, as altitudes variam entre 1000 e 1250 m, enquanto que na resolução de 2 km, entre 1500 e 1750, podendo em algumas subgrades chegar a 2000 m.

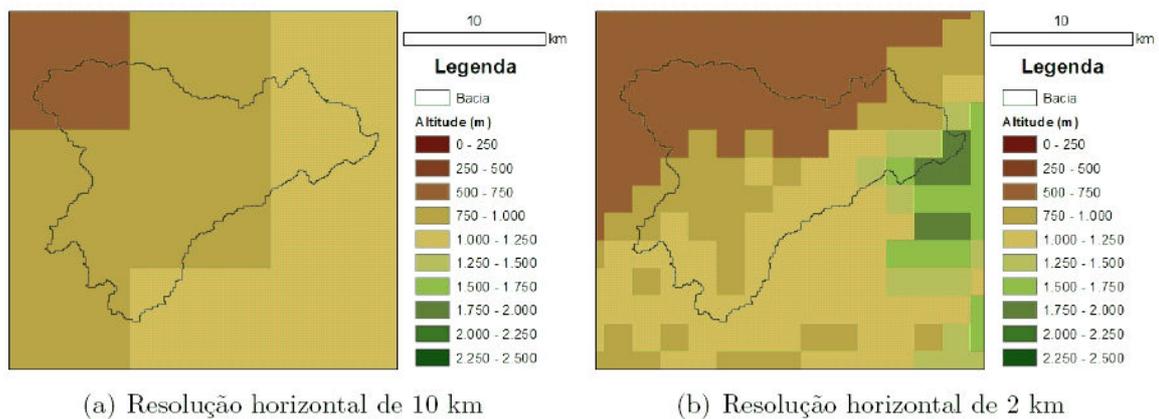
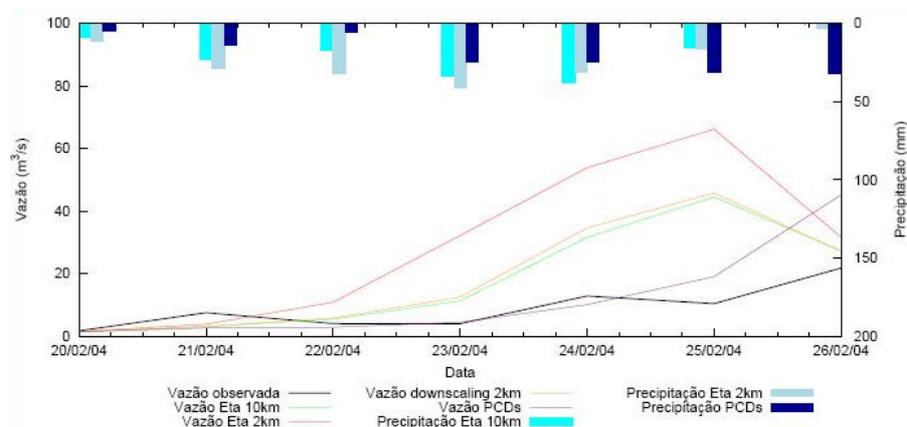


Figura 3.6 - Diferença entre a topografia utilizada na previsão do modelo Eta com resolução de 10 km e a topografia de 2 km gerada a partir dos dados da NASA (2006).

Para o campo de precipitação, os valores de cada sub-grade foram calculados pelo valor da precipitação na grade correspondente, ponderado pela altitude da sub-grade. Observa-se pelas Figuras 3.4(a) e 3.5(b), que para uma determinada grade, os valores foram majorados onde as altitudes de sub-grade se apresentaram maiores, e minorados para altitudes de sub-grade menores.

Vale a pena ressaltar que as vazões observadas são médias de duas leituras diárias, uma às 7:00 e a outra às 17:00. Portanto, picos de vazão que ocorrem fora desses horários não são medidos. Já as vazões simuladas com o modelo DHSVM, uma vez que o passo de tempo é de três horas, são as médias das vazões das 6:00 e 18:00.

A Figura 3.7 apresenta as vazões simuladas pelo modelo hidrológico DHSVM, tendo como entrada, dados das estações meteorológicas (PCD's) de Cachoeira Paulista e Silveiras, dados do modelo Eta com resolução de 10 e 2 km, e com dados da desagregação (downscaling) das simulações do modelo Eta de 10 km para 2 km, para o período de 20 a 26 de fevereiro de 2004. De acordo com a Figura 3.7, a vazão que mais se aproximou da observada, foi a que resultou da simulação do modelo hidrológico tendo como dados de entrada os observados nas PCD's. A diferença da vazão simulada e observada é decorrente de erros numéricos, de simplificações físicas inerentes à modelagem, da diferença entre os horários de leituras e de saída do modelo.



**Figura 3.7** Simulações das vazões com o modelo DHSVM tendo com o entrada, dados das PCD's de Cachoeira Paulista e Silveiras, dados do modelo Eta com resolução de 10 e 2 km, e com dados da desagregação das simulações do modelo Eta de 10 km para 2 km, para o período de 20 a 26 de fevereiro de 2004. As precipitações representam a média na bacia, acumuladas em 3 horas.

## b) Rio Claro

O objetivo principal deste trabalho é o de avaliar a resposta de um modelo hidrossedimentológico, desenvolvido pelo Land Surface Hydrology Research Group da Universidade de Washington que se chama DHSVM (Distributed Hydrology Soil Vegetation Model). A bacia do Rio Claro (Figura 3.8), possui algumas características desejáveis para a aplicação do modelo DHSVM, pois localiza-se em sua maior parte na Serra do Mar, que é uma região com grandes declividades, solos rasos e altos índices pluviométricos. Durante o ano de 2008, foi concluída a montagem do banco de dados, necessário para rodar o modelo, foram feitas coletas de solo em diversos locais da bacia, e também foram realizadas medições de vazão na bacia do Rio Claro. Atualmente o trabalho concentra-se no ajuste dos diversos parâmetros necessários para rodar adequadamente o modelo.

Várias visitas foram realizadas ao rio para gerar a curva-chave.

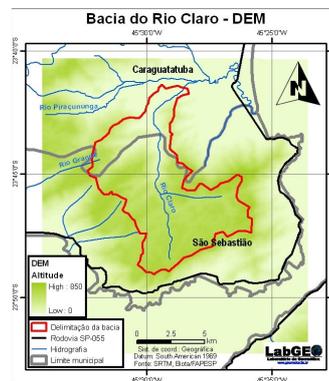


Figura 3.8 – Limites da Bacia do Rio Claro

## c) Medidas de alta frequência no rio Bocaina por curto período

Para verificar o comportamento do nível do rio Bocaina em horários de chuvas mais intensas foi instalado um sensor de nível no rio para obter medidas de alta frequência. Os dados da ANA são tomados em dois horários do dia que não são dos horários de pico da chuva. A curva-chave do rio foi fornecida pela ANA.



Figura 3.9 – Instalação de sensor de nível no rio Bocaina.

## d) Mantos de alteração em escarpa de alta declividade em Ubatuba: susceptibilidade a escorregamentos de massa

A atividade a seguir dá apoio às informações necessárias para realizar a modelagem da bacia de Ubatuba onde foi instalada a estação hidrológica. Este estudo busca detalhar o solo de uma vertente de alta declividade no município de Ubatuba e relacionar o estudo desse solo com os movimentos de massa. A área fica na bacia do Rio Grande de Ubatuba. A vertente está localizada próxima a estação hidrológica instalada pelo INPE na área de captação de águas da SABESP, e próxima também da Rodovia Oswaldo Cruz - SP 125 que vai para Taubaté. A vertente está voltada diretamente para o Rio Grande de Ubatuba e logo abaixo existem entre o rio e a vertente três residências numa faixa muito estreita, de aproximadamente 10 metros, após o rio existe um bairro. A área é de mata atlântica muito fechada e muito inclinada o que dificultou muito o trabalho tanto pelo acesso quanto para verificação da profundidade e retirada de material.

Nesta primeira parte do trabalho foi realizado um reconhecimento da área e verificada a profundidade do solo, coloração e textura. Foram utilizados nesta primeira etapa o trado holandês para verificação da profundidade e coleta do material, que foi feita de 10 cm em 10 cm, o pedocomparador (uma caixa de madeira com para acomodação das amostras de solo retiradas com o trado), o GPS para coletar as coordenadas em UTM para posterior plotagem na carta que esta sendo digitalizada, a bússola Brunton e a trena que foram utilizadas para verificar a inclinação da vertente e a caderneta de campo para anotar os dados e a descrição da área e do processo de coleta das amostras.

Como resultados obtidos até o momento, temos a profundidade do solo ao longo da vertente, da base ate o divisor de águas, a inclinação, coloração, textura e profundidade corrigida. Foram realizados 10 pontos de análises sendo que desses, em oito foram feitas tradagens para verificação da profundidade do solo, e desses oito, sete foram com o intuito de coletar amostras para posteriores analise. Essas amostras foram feitas de 10 em 10 cm. Ao longo de toda a vertente foram encontrados matações na superfície, alguns aflorantes outros carreados por possíveis movimentos de massa ocorridos anteriormente, especialmente na base da vertente. Os primeiros 10 cm de todas as amostras coletadas foram praticamente de material vegetal indicando uma camada considerável de serrapilheira em toda a extensão da vertente, principalmente na amostra (0 – 10 cm) do ponto três.

Os resultados de inclinação, coloração, profundidade e profundidade corrigida dos solos encontrados foram os seguintes: o primeiro ponto apresentou uma inclinação de 40% e profundidade de 50 cm e corrigida de 47 cm com o primeiro horizonte com cor escura seguida de amarelo e vermelho. O segundo ponto já com maior inclinação de 65% chegou à profundidade de 210 cm, sendo a corrigida de 183 cm com coloração escura nos primeiros centímetros, seguido de amarelo, vermelho e voltando para o amarelo, indicando uma área de colúvio, o terceiro ponto com 40% e profundidade de 110 cm, corrigida de 105 cm só apresenta as colorações escuras na parte superior e amarela abaixo. O quarto ponto estava dentro de uma cicatriz de escorregamento rotacional e não teve material recolhido, foi feita tradagem para verificação da profundidade que chegou a 75 cm e a inclinação, embora não tenha sido medida, ultrapassava os 60%, pois foi feita ao lado do ponto cinco que teve esse valor (60%). Além de 60% de inclinação o ponto cinco teve 230 cm de profundidade, e 205 cm corrigida e apresentou na parte superior cor escura seguida de amarelo. O ponto seis foi o de maior declividade com 85% com profundidade de 240 cm e corrigida de 187 cm apresentando um horizonte escuro na parte superior seguido de amarelo e tendo o vermelho como a maior representação do perfil. O ponto sete teve 55% de declividade e 110 cm de profundidade, sendo a corrigida de 99 cm apresentando somente as cores escuras no horizonte superior seguido de amarelo. O ponto oito foi feito no alto do divisor de águas e teve a profundidade de 240 cm como o outro ponto e a declividade era praticamente nula tendo coloração escura no primeiro horizonte seguido de amarelo e uma pequena parte vermelho, perto

da rocha. Todas as amostras são de material com certa pegajosidade e de textura argilo-arenosa, tendo pouca variação entre eles.

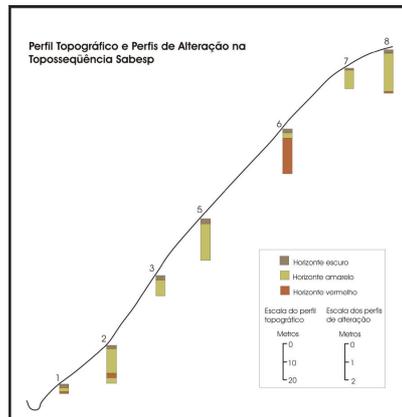


Figura 3.10 - Perfil topográfico e Perfis de Alteração nos pontos da Topossequência Sabesp

### Próximas etapas

- Verificar as vazões simuladas com o acoplamento dos modelos para mais casos de eventos extremos (julho/2004, marco/2008);
- Aplicar o modelo hidrológico a outras bacias nas quais foram instaladas as estações hidrológicas.
- Voltar à área de Ubatuba, abrir trincheiras em lugares estratégicos para analisar melhor o perfil do solo e coletar amostras deformadas e indeformadas para levar para análise química e física do solo, além de coletas em anéis volumétricos para cálculo da curva de retenção, verificando o comportamento da água neste solo.

### 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 subProjeto:

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:

1. Ajustes e análise da qualidade do modelo de estimativa da precipitação HydroEstimador.
2. Desenvolvimento do Modelo HydroTrack – Um modelo de previsão imediata da precipitação.
3. Adaptação do Fortracc para rodar com o CAPPI (Plano de altitude constante) 3km e o VIL (conteúdo Integrado de água líquida)
4. Índice de Severidade (tempestade severa) baseado em dados de radar
5. Ajuste da relação Z-R do radar do Pico do Couto.

#### Descrição das Atividades e Resultados

### a) Ajuste do algoritmo de estimativa de precipitação por satélite (Hydroestimator)

O Hydro-Estimator (Scofield et al., 2001) é uma versão atualizada do Autoestimator (Vicente, 1998), atualmente operacional na Divisão de Satélite e Sistemas Ambientais (DSA/CPTEC/INPE). Esse modelo utiliza a temperatura de brilho (Tb) do canal infravermelho do satélite GOES para estimar a taxa de precipitação ( $R_s$ ) baseada numa relação não-linear de regressão de potência (equação 1), onde seus coeficientes ( $1.1183 \cdot 10^{11}$  e  $-3,6382 \cdot 10^{-2}$ ) são ajustados baseado 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.

$$R_s = 1.1183 \cdot 10^{11} \exp(-3.6382 \cdot 10^{-2} Tb^{1.2}) \quad (1)$$

Como essa equação foi desenvolvida tendo como base o regime de precipitação dos Estados Unidos, uma avaliação do Hydro-Estimator sobre a região brasileira faz-se necessária. Para isso, foram feitos: testes de sensibilidade das variáveis externas e dos coeficientes da Equação 1 e desenvolvimento de uma curva que represente o regime de precipitação sobre o Sul-Sudeste do Brasil.

#### - Metodologia

A metodologia de execução do trabalho consistiu no ajuste do Hydro-Estimator para o Sul e Sudeste do país. Neste intuito foram utilizados dados do tipo CAPPI de refletividade do radar meteorológico (banda S) do IPMet/UNESP de Bauru no Estado de São Paulo e imagens do GOES-12 no canal infravermelho ( $10,7\mu\text{m}$ ) (DSA/CPTEC/INPE).

Ao invés de se utilizar apenas dados de pluviômetros na comparação com o Hydro-Estimator, devido a fraca representação espacial, preferiu-se o algoritmo 3B-43 (NASA), que produz a melhor estimativa da taxa precipitação acumulada mensal e o menor erro quadrático médio. Tal algoritmo utiliza uma combinação das estimativas de precipitação do satélite TRMM e dos acumulados mensais de alta qualidade das estimativas no infravermelho, a cada 3hrs, e as análises de pluviômetros, em uma grade de  $0.25^\circ \times 0.25^\circ$ .

Para produzir a nova curva que representa as taxas de precipitações do Sul e Sudeste foi utilizado o método desenvolvido por Calheiros e Zawadzki (1987), a *Probability Matching Method* (PMM), que se baseia na associação de frequências acumuladas entre duas variáveis. Para a colocação dos pixels de radar com os pixels de satélite foram utilizados dois métodos de interpolação: a menor distância euclidiana e a média dos pixels do radar ( $1 \times 1 \text{km}$ ) dentro do pixel do satélite ( $4 \times 4 \text{km}$ ).

#### - Resultados

Baseado na relação entre as distribuições acumuladas da refletividade do radar (IPMet/Bauru) e da temperatura de brilho do GOES sobre a região sudeste do Brasil foi possível relacionar taxa de precipitação com Tb e assim ajustar uma nova relação de regressão de potência (Equação 2) que ajusta diretamente o Hydro-Estimator ao regime de precipitação da região Sul-Sudeste do Brasil.

$$R_{fit} = 2.44207 \cdot 10^{29} \exp(-0.105619 \cdot Tb^{1.2}) \quad (2)$$

A Figura 4.1 apresenta as avaliações do Hydro-Estimator-Ajustado (HEA) e as comparações com o HE (versão original), para que, a partir dessas análises, fosse escolhido o modelo que melhor possa representar as precipitações sobre o sul e sudeste do Brasil. Nas Figuras 4.1a e b, visualizam-se as comparações entre os dois modelos (HE e HEA) e os pluviômetros dentro da área de estudo no

período de outubro a dezembro de 2004. Na Figura 4.1a observa-se a média das estimativas acumuladas (diária) em comparação com as precipitações medidas por estações de superfície. Verifica-se que as precipitações do HE tiveram uma melhor representatividade do que o HEA. Na Figura 4.1b, observam-se as correlações entre os dois modelos nos pontos onde existiam pluviômetros, em uma grade de 4x4km. Confirma-se que o HE sobre o Sul e Sudeste em localidades onde foram observadas precipitações intensas tem uma melhor estimativa do que sua versão ajustada (HEA). Apesar das baixas correlações, a representatividade é considerada boa, pois a análise é aplicada para estimativas não acumuladas e na resolução de 4km. A Figura 4.2 mostra a diferença normalizada entre a precipitação média estimadas para 6 meses, pela versão operacional do Hydro-Estimator (CPTEC/INPE) e pelo modelo 3B-43 (NASA). Na Figura 2a verifica-se superestimativas sobre o oceano e regiões de convecção profunda, como a Amazônia e áreas sobre influência da zona de convergência intertropical (ZCIT), provavelmente relacionadas com a grande quantidade de Cirrus associada as nuvens de grande desenvolvimento vertical. No entanto, na Figura 4.2b observa-se subestimativa da taxa de precipitação para toda a América do Sul. Como o HEA não apresentou um melhor desempenho nas estimativas de precipitação acumulada, foram feitos teste de sensibilidade no coeficiente da exponencial da equação 1, proposta por Vicente et al. (1998). Verificou-se que o erro com relação ao modelo 3B43 diminui quando se utilizou o valor de 1,22, como exposto na Figura 4.2c.

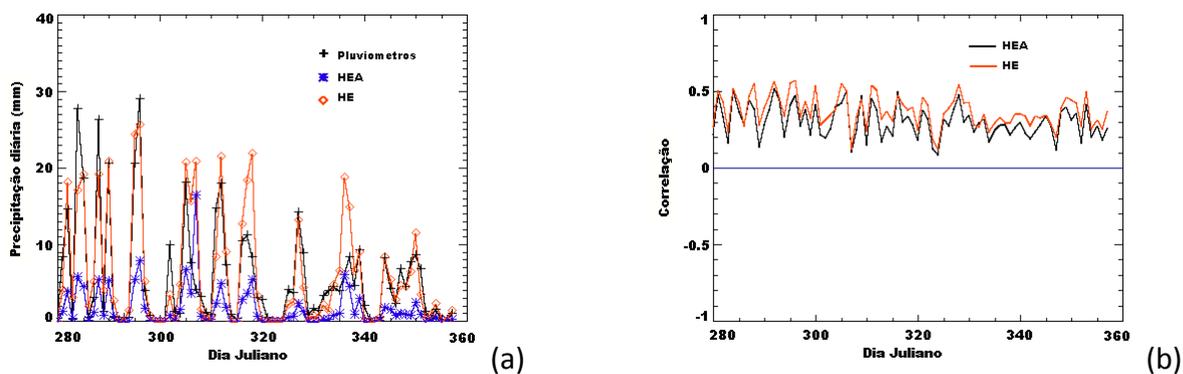


Figura 4.1: Comparação do Hydro-Estimator-Ajustado e Hydro-Estimator com os pluviômetros na região Sul-Sudeste do Brasil para o período de outubro a dezembro de 2004: (a) precipitação acumulada e (b) correlação entre os pontos em uma grade de 4x4km.

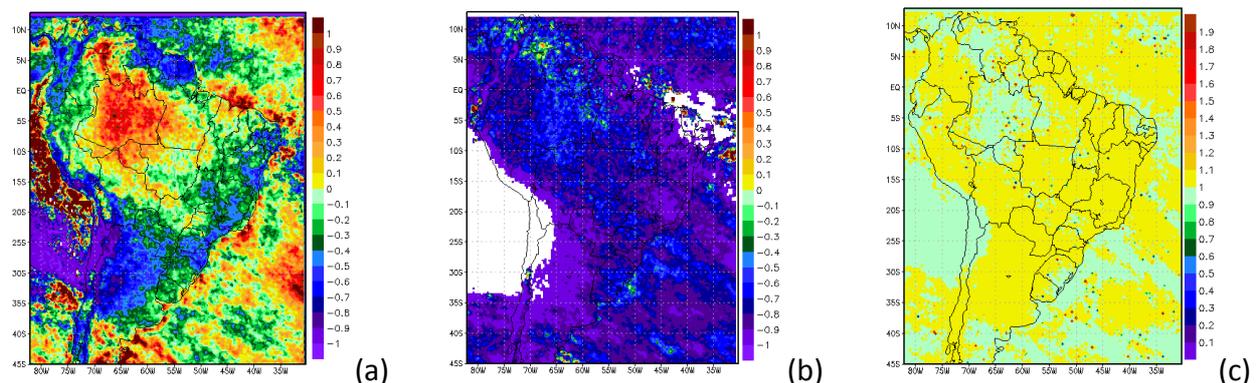


Figura 4.2: Diferença normalizada das médias do Hydro-Estimator (DSA/INPE) e do algoritmo 3B-43 (NASA) para o período de outubro de 2004 a março de 2005: (a) versão operacional e (b) versão ajustada e (c) Razão entre o erro do Hydro-Estimator e o teste para 1.22, com relação ao modelo 3B-43.

Conclui-se que, apesar de se ter uma maior representatividade física, o ajuste não melhorou as estimativas de precipitações sobre a região. O Hydro-Estimator apresenta bom desempenho sobre a região Sul-Sudeste do Brasil em função de ajustes empíricos realizados de forma a melhorar a performance do modelo de estimativa. Por essas razões, ao ajustar uma nova curva com uma base

física, esbarra-se em uma série de outras correções que já foram ajustadas para funcionar com o modelo ajustado empiricamente. Desta forma, optou-se por modificar somente o coeficiente da exponencial que permitiria ajustar ligeiramente a curva, de modo a diminuir o erro com relação aos dados 3B-43 e aproximá-la da curva obtida fisicamente, dentro da estrutura já ajustada do Hydroestimador.

## **b) O HydroTrack**

O conhecimento da evolução da precipitação associada a sistemas convectivos de mesoescala pode ajudar na previsão a curtíssimo prazo de eventos de precipitação intensa. O principal foco desta etapa foi desenvolver um sistema de previsão imediata da precipitação baseada na utilização em conjunto de dois algoritmos atualmente operacionalizados no CPTEC/DSA. O Hydro-Estimador, anteriormente descrito, e o ForTraCC (Forecast and Track of Cloud Cluster) de previsão a curto prazo e evolução dos sistemas convectivos (Vila et al., 2008), ambos usam imagens do satélite GOES no canal infravermelho.

### *- Metodologia*

O primeiro passo deste estudo foi acompanhar as estruturas das precipitações no tempo usando o modelo de acompanhamento de sistemas convectivos (SC). Para tanto o ForTraCC foi adaptado para assimilar os campos de precipitação ao invés das temperaturas de brilho. Esse processo permitiu relacionar e estudar a climatologia da evolução temporal (o ciclo de vida) das células de chuvas. Para a análise da propagação da célula precipitante, diferentes métodos foram empregados. Entre eles está o método da auto-correção (AC) de Vila et al., 2005, que necessita de três imagens consecutivas, onde o prognóstico do deslocamento VE (t+1) é calculado como a velocidade no tempo "t" mais a diferença entre o deslocamento real e previsto no tempo "t" ( $\Delta V(t) = V(t) - VP(t)$ ). O método mais conservativo (DCM), onde o prognóstico do deslocamento (VE(t+1)) é baseado apenas no deslocamento do sistema atual no instante "t" (V(t)). Além desses, foram utilizados o campo médio do vento em 700 hPa (V700) e fluxo médio do vento na camada de 850hPa a 700hPa do modelo Eta (EVM) e a correlação cruzada (MCC) – (Calheiros, 2008).

### *- Resultados*

O modelo de previsão necessita de informações sobre a tendência de crescimento e desenvolvimento dos sistemas precipitantes, portanto, se tornou necessário construir as curvas climatológicas que representam a expansão/dissipação em função do ciclo de vida das células de chuva. Essa relação baseia-se na variável  $1/A * (\delta A / \delta t)$ , onde A no ForTraCC é a área do sistema convectivo, e no HidroTrack é a área com precipitação. A Figura 4.3 mostra as curvas para sistemas convectivos (vermelho) e sistemas precipitantes (azul) que tenham ciclos de vida de 0 a 2 horas, 2 a 4 horas e de 4 a 8 horas. Observam-se nas curvas de precipitação que os Sistemas Precipitantes (SPr) apresentam valores iniciais de expansão em torno de  $150 (10^{-6} s^{-1})$  se expandem e se dissipam com uma taxa menor que aquela encontrada para o campos de nuvens dos sistemas convectivos. A Figura 4a mostra as estimativas da precipitação para o dia 17 de janeiro de 2008 pelo hydro-estimador e os *clusters* associados a essas precipitações assimiladas pelo HydroTrack, Figura 4b, as cores indicam se o sistema está se intensificando (vermelho), desintensificando (verde) ou se encontra estável (amarelo). A Figura 4c apresenta as previsões para até 2 horas do deslocamento e intensificação de um sistema precipitante, identificado no mesmo instante.

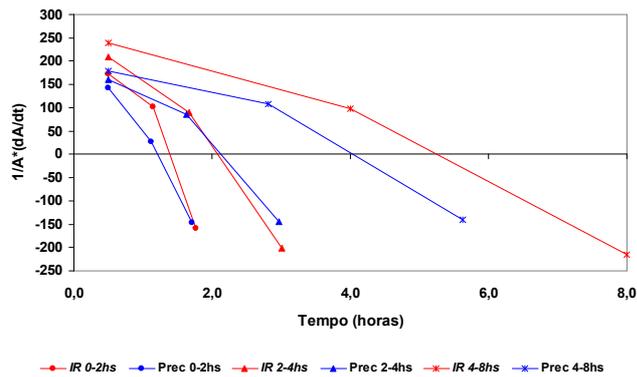


Figura 4.3. Variação da área com o tempo (expansão ( $10^{-6}s^{-1}$ )) com respeito ao tempo de vida total do SC (vermelho) e dos sistemas precipitantes (azul). Valores positivos (negativos) indicam crescimento (decaimento).

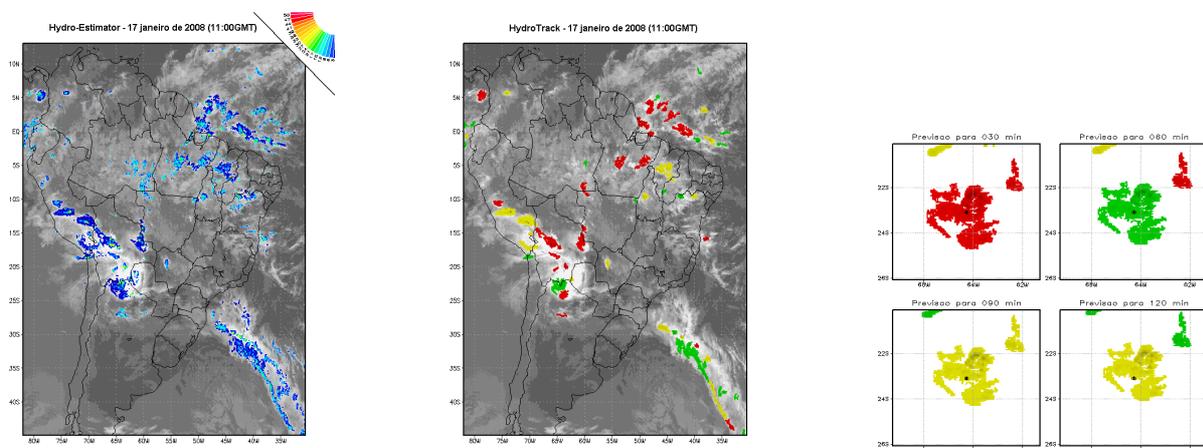


Figura 4.4. (a) Precipitação estimada pelo modelo Hydro-Estimator e (b) clusters de precipitação do modelo HydroTrack e (c) Previsão do deslocamento e intensificação de um sistema precipitante para 30, 60, 90 e 120min no dia 17 de janeiro de 2008 às 11:00GMT.

Foram testados os diferentes métodos de deslocamento utilizados para extrapolação temporal dos SP. A Figura 4.5 mostra o erro associado às previsões utilizando os diferentes métodos de propagação. Os diferentes procedimentos apresentaram resultados similares. O erro entre a posição prevista e a observada do centro de massa para todas as metodologias foram bem similares, com um desempenho levemente melhor para os procedimentos que utilizaram o campo médio do vento do modelo (EMC e o V700). Contudo, com relação ao tamanho, os SP que apresentam área maior foram melhor previstos pela Máxima Correlação Cruzada, visto que esses sistemas geralmente apresentam uma circulação própria, e o método considera este como uma entidade única. Já os prognósticos dos sistemas menores, que são geralmente advectados pelo vento, apresentam melhores resultados pelos métodos do DCM e V700.

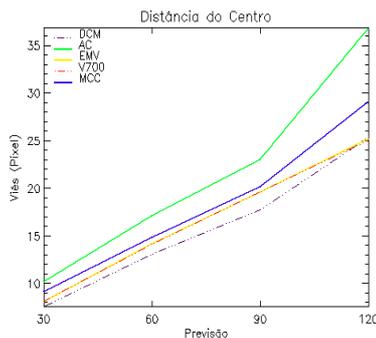


Figura 4.5. Viés observado para as previsões de até duas horas para todos os métodos para janeiro de 2008.

A metodologia inédita de previsão a curto prazo da precipitação, combinando duas ferramentas de análise de dados de satélites, o Hydro-Estimador e o ForTraCC apresenta resultados bastante satisfatórios. As precipitações associada aos sistemas convectivos apresentaram um comportamento relativamente diferente com relação a expansão/dissipação. Os resultados de validação do deslocamento mostraram que o HydroTrack apresenta um bom desempenho e poderá na forma que se encontra atender uma grande demanda para esse tipo de informação.

### c) Previsão imediata com radar o FORTRACC-VIL, FORTRACC-dBZ

Uma ferramenta que é bastante utilizada para acompanhamento das trajetórias e ciclo de vida dos sistemas convectivos (SC) que podem produzir tempo severo é o FORTRACC – Forecasting and Tracking of Active Cloud Clusters, que atualmente está operacional no CPTEC. Esse sistema utiliza imagens de satélite (GOES) e limiares de temperatura de brilho para definir SC (limiar de 235K) e células convectivas imersas no SC (limiar de 210K). O FORTRACC foi adaptado para seguir estruturas precipitantes em outros dois tipos de imagens obtidas por radar meteorológico: campos de VIL (Vertically Integrated Liquid) – conteúdo de água líquida integrado na vertical e campos de refletividade a determinada altitude, também conhecido como CAPPis (Constant Altitude Plan Position Indicator).

#### - Metodologia

Para a realização deste estudo foram obtidos os dados do radar meteorológico de São Roque do Departamento de Controle do Espaço Aéreo (DECEA). O radar de São Roque é um radar Doppler, banda S e está localizado nas coordenadas de 23°31' de latitude sul e 47°07' de longitude oeste, instalado a uma altitude de 1147 m. O período de estudo compreendeu 3871 varreduras volumétricas dos seguintes meses: novembro e dezembro de 2005, janeiro, novembro e dezembro de 2006. A área de estudo compreendeu o anel entre 46 e 150 km do radar, de modo a evitar a região do “cone cego”, formando uma grade cartesiana de 2 X 2 km<sup>2</sup> de resolução horizontal, com 15 CAPPis variando de 2 até 16 km, separados de 1 km de altura.

A fim de caracterizar as estruturas precipitantes foram definidos novos limiares para os campos de VIL e de refletividades. No caso do campo de VIL, utilizaram-se os limiares de 10 kg/m<sup>2</sup> e 15 kg/m<sup>2</sup>, a fim de separar os núcleos de maior intensidade na região do radar. Breidenbach et al. (1995) utilizaram o limiar de 10 kg/m<sup>2</sup> como valor inicial na investigação de potencial de tempo severo. Para o campo de refletividades, foi escolhida a altura de 3 km e os limiares de 20 dBZ e 35 dBZ, correspondentes as precipitações de 0,65 mm/h e 47,7 mm/h respectivamente, pela relação Z-R de Marshall e Palmer. De acordo com Machado et al. (2001), o limiar de 20 dBZ representa a fração de chuva fraca a moderada, e o limiar de 35 dBZ é usado para representar a chuva intensa. A partir da definição destes limiares são gerados aglomerados de pixels (clusters) de 2 X 2 km<sup>2</sup>, para todas aquelas estruturas cujo tamanho em pixels seja superior a um valor mínimo, definido como 10. A partir dos trabalhos de Machado e Laurent (2004), para observar a tendência de

crescimento e desenvolvimento das estruturas precipitantes, foi feito um estudo estatístico baseado na classificação em grupo das estruturas de VIL e de refletividade, de acordo com o tempo total de seu ciclo de vida. O resultado do estudo estatístico é um conjunto de curvas com o valor de  $1/A \cdot (\partial A / \partial t)$  – expansão da área média da estrutura em um intervalo de 15 minutos, para cada grupo, de acordo com o tempo total do seu ciclo de vida: menor que 0,75 horas, entre 0,75 e 1,64 horas e acima de 1,64 horas, conforme indicado na Figura 4.6 para os campos de VIL.

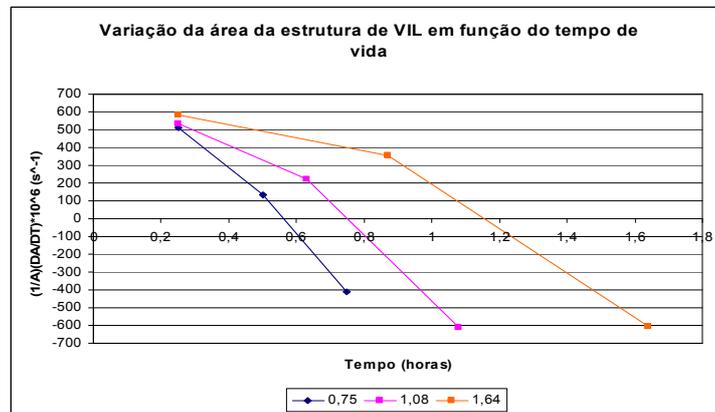


Figura 4.6 – Variação relativa da área com o tempo de acordo com o tempo de vida das estruturas de VIL. Valores positivos indicam crescimento, valores negativos significam decréscimo das estruturas de VIL.

Com relação aos campos de refletividades foram obtidas as seguintes curvas, de acordo com o tempo total do seu ciclo de vida: menor que 0,75 h, entre 0,75 e 1,09 h e acima de 1,73 (Fig. 4.7).

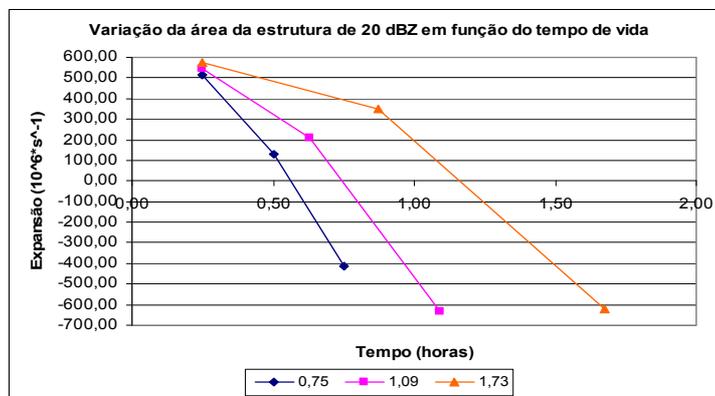


Figura 4.7 – Variação relativa da área com o tempo de acordo com o tempo de vida das estruturas precipitantes. Valores positivos indicam crescimento, valores negativos significam decréscimo das estruturas de 20 dBZ.

#### - Resultados

Um caso selecionado de tempo severo ocorreu no dia 29 de novembro de 2006, quando foram registrados 8 pontos de alagamento na cidade de São Paulo, segundo o Centro de Gerenciamento de Emergências (CGESP). A Figura 8 (esquerda) mostra a previsão realizada com o FORTRACC para os campos de VIL, nos horários: 19:30Z, 19:45Z e 20:00Z, correspondendo às previsões de 15, 30 e 45 minutos, respectivamente. Também estão indicados as condições reais observadas para os mesmos horários, dentro da área de cobertura de 150 km de raio do Radar de São Roque. Nota-se que a previsão para 15 minutos é a mais precisa (em amarelo), e conforme o tempo de previsão aumenta, a qualidade da previsão diminui. Na Figura 8 (direita) estão indicadas as direções de deslocamento das estruturas de VIL para a previsão e para os dados reais.

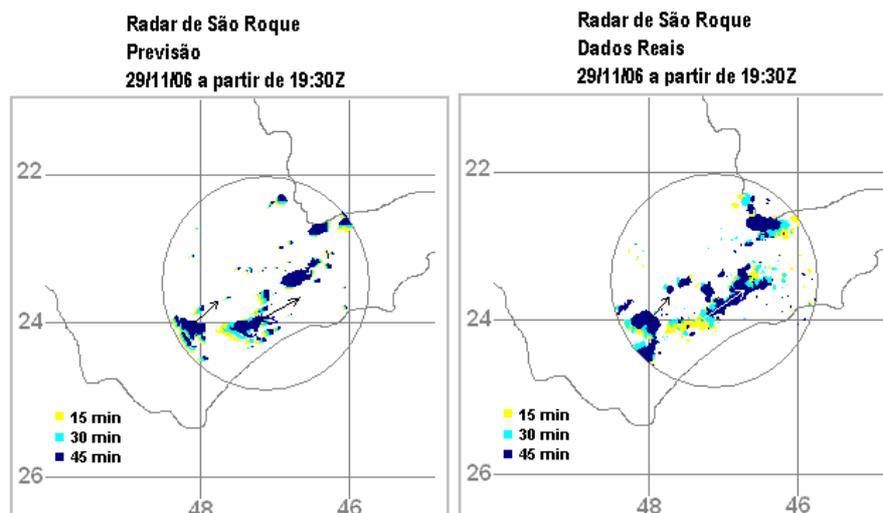


Figura 4.8 – Campos de VIL previstos com o FORTRACC e dados reais obtidos para o Radar de São Roque no dia 29 de novembro de 2006, entre 19:30Z e 20:00Z. O raio de 150 km está indicado.

Para avaliar a previsão para 15, 30 e 45 minutos a partir da última imagem, fez-se uma simulação para o caso do dia 03 de dezembro de 2005 para o radar de São Roque. A previsão foi feita para os seguintes horários: 02:30Z, 02:45Z e 03:00Z. A Figura 4.9 (esquerda) indica como ficou a previsão para estruturas precipitantes de 20 dBZ. A direção do movimento está indicada através de vetores. As imagens reais também foram produzidas para os mesmos horários. Observa-se que o FORTRACC-dBZ conseguiu indicar o sentido de deslocamento das estruturas de 20 dBZ.

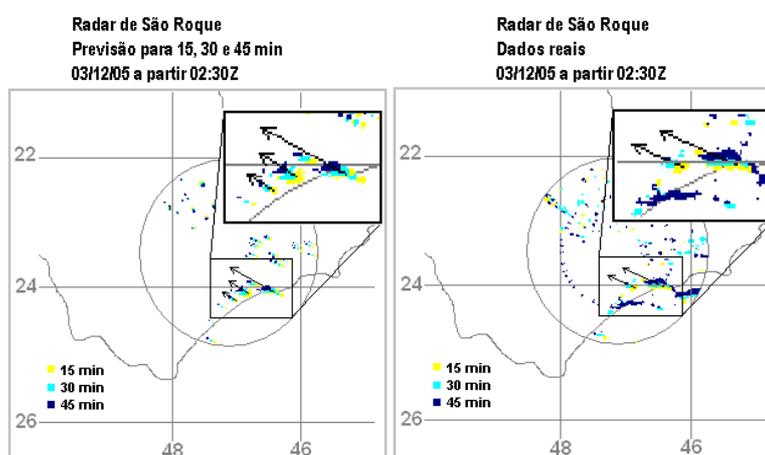


Figura 4.9 – Campos de VIL previstos com o FORTRACC e dados reais obtidos para o Radar de São Roque no dia 03 de dezembro de 2005, entre 02:30Z e 03:00Z. O raio de 150 km está indicado.

Novas ferramentas podem ser utilizadas para ajudar a sociedade no monitoramento de estruturas de tempo severo, como o FORTRACC-VIL, o FORTRACC-dBZ. O uso destes modelos de previsão imediata precisa ser validado para um número maior de situações e avaliados por previsores quando em operação em tempo real.

#### d) Índice de Severidade

O índice de severidade partiu da análise do VIL, DVIL (densidade de VIL), máxima refletividade vertical (MAXREF), altura da máxima refletividade (ALTMXREF), diferença de altura entre o nível de 45 dBZ e o nível de congelamento (0°C) – altura de Waldvogel (1979) (ALTWALDVOGEL). Esses parâmetros são considerados como precursores de tempestades severas e, portanto, foi possível criar um índice de severidade que combina os parâmetros selecionados.

#### - Metodologia

Tempo severo foi definido para este trabalho, como qualquer evento meteorológico que causou algum tipo de dano a superfície como granizo, ventos de rajada, enchentes ou alagamentos. Nesse sentido foram selecionados 20 casos de ocorrência de tempo severo, 10 dos quais serviram como controle para criação do índice e os 10 restantes como valores de teste. Os dados de refletividade de São Roque foram ajustados em -7 dBZ conforme o trabalho de Costa (2007), que comparou os dados de São Roque com aqueles do radar a bordo do satélite TRMM. Após análise dos parâmetros para cada horário de ocorrência do evento severo, utilizou-se como limiares mínimos a média menos 1,5 vezes o desvio padrão, de cada parâmetro. Na seqüência foram atribuídos pesos iguais para cada parâmetro e foi obtida a seguinte equação com os 10 casos de controle:

$$\text{ÍNDICE} = \frac{VIL \text{ (kg / m}^2\text{)}}{5 \times 21} + \frac{DVIL \text{ (g / m}^3\text{)}}{5 \times 1,4} + \frac{MAXREF \text{ (dBZ)}}{5 \times 52} + \frac{ALTMXREF \text{ (km)}}{5 \times 3,6} + \frac{ALTWALDVOG \text{ (km)}}{5 \times 4,2}$$

Assim, com o estudo para os 10 casos de controle, podemos dizer que um píxel pode ser considerado com potencial para tempo severo, quando o seu índice de severidade for igual ou maior que 1,2. Esse índice foi aplicado para os 10 casos de teste e conseguiu identificar 90% dos eventos de tempo severo.

#### - Resultados

O índice de severidade foi aplicado o caso ocorrido no dia 10 de abril de 2008, as 1915Z, onde a região de São José dos Campos foi atingida por uma forte tempestade de granizo. A Figura 4.10 mostra em vermelho, onde os valores do índice de severidade ultrapassaram 1,2 indicando aquelas regiões com potencialidade para desenvolver tempo severo.

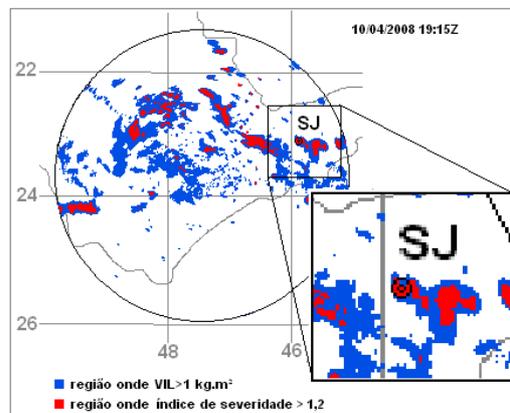


Figura 4.10 – Radar de São Roque (250 km de raio). Em destaque observa-se que a região de São José dos Campos apresenta valores com índice de severidade > 1,2.

O índice de severidade proposto nesse trabalho apresentou resultados bastante satisfatórios. Certamente esses índices devem ser validados através de uma base maior de eventos extremos levando em conta a sazonalidade e os tipos de eventos sinóticos.

#### e) Determinação de Relações Z-R para o radar de Pico do Couto – Petrópolis

Para transformar a refletividade em taxa de precipitação é necessário ajustar a relação Z-R. O ajuste para o radar do Pico do Couto completa o ajuste para os radares que temos acesso em tempo real dos dados e cobrem toda a região da serra do Mar entre o Rio de Janeiro e São Paulo.

#### - Metodologia

Foram feitas comparações dos dados do radar, localizado em Pico do Couto, com pluviômetros da GEO-RIO, cujo objetivo é classificar os perfis verticais e encontrar relações Z-R de acordo com o tipo de chuva. Para encontrar essas relações foram utilizados dados volumétricos do radar de Pico do Couto, obtidos a cada 15 minutos, e também os dados dos pluviômetros da GEO-RIO acumulados 15 minutos. A seleção dos casos utilizados foi feita a partir do registro de chuva no pluviômetro. Em seguida foram elaborados perfis verticais com os dados de refletividade do radar e a classificação quanto ao tipo de precipitação. Essa classificação foi elaborada de duas formas:

1) Foram selecionados aqueles perfis em que foi observada a presença da banda brilhante, considerados como chuva do tipo estratiforme, e aqueles com um maior desenvolvimento vertical e maiores valores de refletividade, considerados como convectivos. Após isso foram obtidas as equações para cada tipo de chuva. Na Figura 4.11 têm-se os perfis verticais e os gráficos de dispersão.

2) O critério para identificar o tipo de chuva foi o mesmo utilizado no PR (Radar de Precipitação a bordo do satélite TRMM), em que perfis onde se observa a banda brilhante e os valores de refletividade abaixo dessa banda são menores que 40 dBZ são considerados como chuva do tipo estratiforme e aqueles com um maior desenvolvimento vertical e valores de refletividade maiores que 40 dBZ próximo a superfície, podendo ou não apresentar banda brilhante, como convectivos (Figura 4.12).

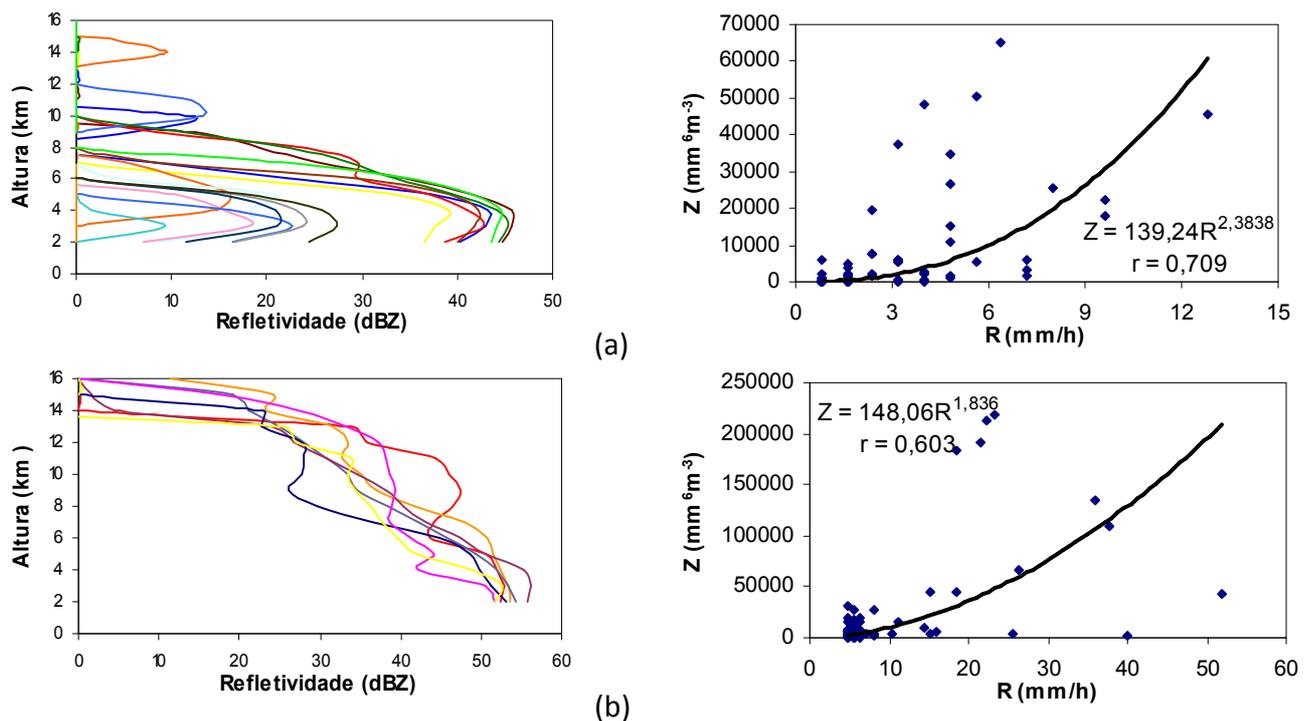


Figura 4.11 – Perfis verticais característicos de chuva estratiforme (item a) e convectivo (item b) e os gráficos de dispersão entre a refletividade radar (Z) e a taxa de chuva (R) (à direita).

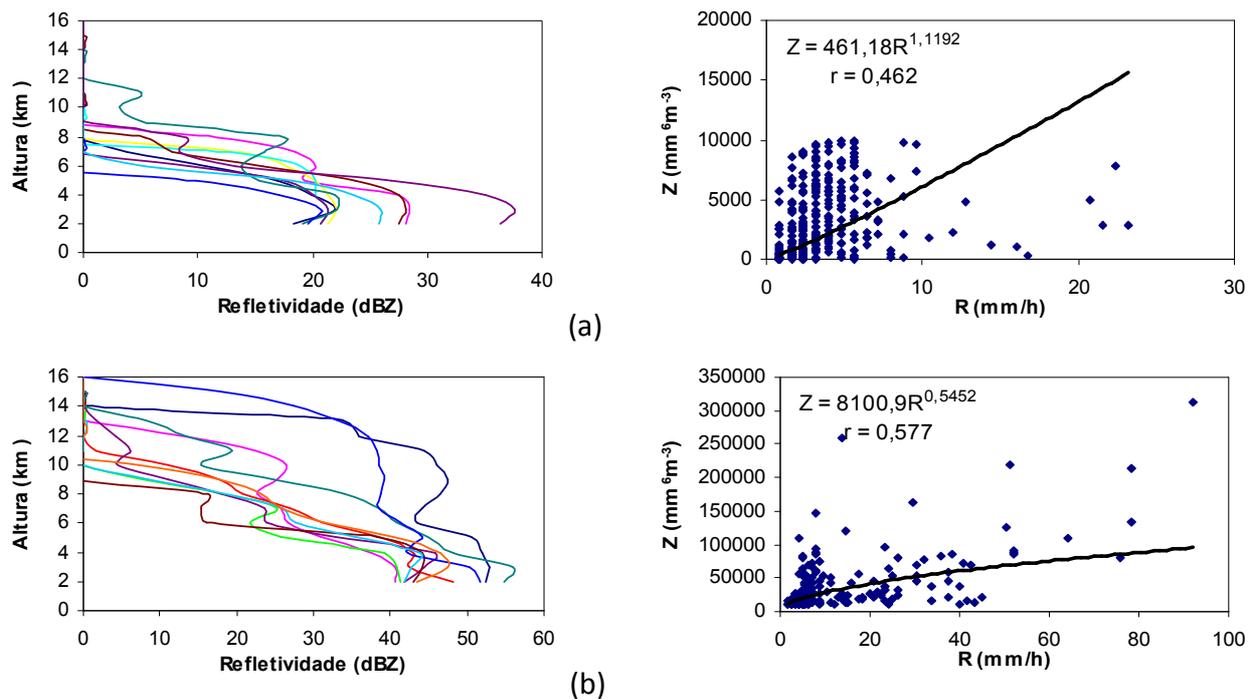


Figura 4.12 – Perfis verticais característicos de chuva estratiforme (item a) e convectivo (item b) e os gráficos de dispersão entre a refletividade radar (Z) e a taxa de chuva (R) (à direita).

Analisando os gráficos de dispersão e as equações encontradas para cada tipo de precipitação, obtidas a partir dos dois critérios de classificação, observou que para o primeiro critério as equações se aproximam das encontradas na literatura, porém para o segundo são bastante diferentes. Logo, concluiu-se que as possíveis discrepâncias encontradas entre as equações Z-R são devidas aos critérios adotados para classificar o tipo de precipitação. Desta forma, para ter-se equações Z-R coerentes será feito um estudo utilizando disdrômetros, instrumento que permite mensurar a distribuição dos tamanhos das gotas presentes, o que não pode ser feito utilizando apenas radar e pluviômetro e permitir escolher a melhor relação para transformar Z em taxa de precipitação.

### Próximas etapas

Neste último ano as etapas a serem concluídas representam, basicamente, a operacionalização dos produtos desenvolvidos, a validação e a publicação de artigos. Os seguintes tópicos serão realizados neste último ano de Projeto:

1. Operacionalização da Precipitação estimada do modelo HydroEstimador a cada 15 minutos, o GPI (diário) e o MSPP (microondas para cada passagem);
2. Implantação do Sistema de Validação da Precipitação nos moldes do IPWG (International Precipitation Working Group);
3. Operacionalização da Previsão Imediata de Tempestades Severas e Descargas elétricas (Satélites e RINDAT);
4. Operacionalização da Precipitação Radar (São Roque e Pico do Couto)
5. Operacionalização da Previsão Imediata CAPPI 3 km e VIL;
6. Operacionalização do Índice de severidade do Radar de São Roque;
7. Operacionalização da Probabilidade de Descargas Elétricas;
8. Operacionalização do Número de descargas/pixel;
9. Operacionalização do SOS.

## 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 continuamos realizando várias instalações e foram colocadas em funcionamento PCDs meteorológicas e hidrológicas. Ao mesmo tempo foi testado o sistema de transmissão celular para alerta de eventos extremos, bem como o desenvolvimento de interfaces para o sistema.

### Status das PCDs Meteorológicas

Segue abaixo o quadro de instalações de PCDs meteorológicas:

#	PCD	Local	Instalação	Obs
1	Cunha	ETA2	Set/07	
2	Paraibuna	CESP	Set/07	Problemas com a bacteria
3	Itanhaém	PMI	Set/07	Problemas com a bacteria
4	Curucutu	PESM	Out/07	
5	Picinguaba	PESM	Out/07	Problemas com bacteria
6	Santa Virgínia	PESM	Fev/08	Instalada em torre de 50m
7	Juqueí	Sabesp	Mar/08	
8	S. J. dos Campos	CTA	Abr/08	
9	Vila Itatinga	PESM	Até Dez/08	Aguardando autorização
10	São Paulo		Até Dez/08	Aguardando definição de outros projetos

PESM= Parque Estadual da Serra do Mar

CESP= Companhia Energética de São Paulo

ETA2= Estação de Tratamento de Água

CTA= Centro Técnico Aeroespacial

SABESP= Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo

O mapa a seguir apresenta a localização das PCDs meteorológicas instaladas pelo Projeto.



Localização das estações meteorológicas instaladas pelo projeto

As figuras a seguir mostram os detalhes de cada PCD meteorológica instalada:



**1 PCD Meteorológica Cunha – ETA2**





**2 PCD Meteorológica Paraibuna - CESP**

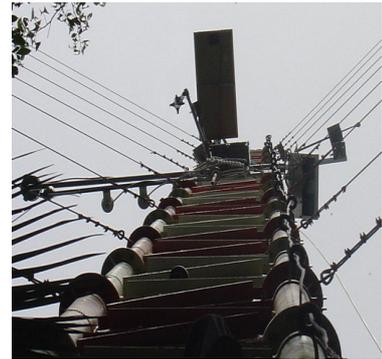


**3 PCD Meteorológica Itanhaém. Secretaria do Meio Ambiente da Prefeitura Municipal**





**4 PCD Meteorológica Curucutu - PESM**



**5 PCD Meteorológica Santa Virgínia – PESM**



**6 PCD Meteorológica Jukeí - Sabesp**



**7 PCD Meteorológica São José dos Campos - CTA**



**8 PCD Meteorológica Pinguaba (Ubatuba) PESM**

Tivemos problemas com a instalação da estação de Pinguaba. A diretora do Parque não permitiu que instalássemos no local anteriormente definido e os técnicos acabaram colocando a estação na área indicada pela diretora. Entretanto, este local está muito próximo às árvores e à construção. Estamos considerando realocar esta estação.

Algumas estações, incluindo a de Pinguaba apresentaram problemas na carga da bateria. Foi necessário adquirir controladores de carga. Estamos acompanhando o comportamento dos controladores nestas estações e se os testes forem positivos, os controladores deverão ser adquiridos para outras estações, inclusive as hidrológicas.

Os dados destas estações estão sendo utilizadas pela equipe do projeto. Medidas foram utilizadas em trabalhos descritos nas seções 1 e 2 deste relatório.

Algumas estações receberam cercado por se localizarem em áreas de passagem de público. Devido à localização próxima do mar, o cercado foi reforçado com alambrado encapado.

## PCDs Meteorológicas - Pendências

### Para todas:

- Configurar e instalar Sistema Celular – esta atividade depende da contratação de serviços de telefonia celular por parte do INPE e configuração dos modems. Segundo as operadoras consultadas o serviço está disponível para pessoa jurídica e não física, como seria o pagamento pelo projeto.
- Verificar o nível de sinal celular em cada localidade de PCD meteorológica e diagnosticar onde será necessário adquirir antenas de maior ganho. Devido a localização das estações em áreas de pouca habitação e muita floresta e orografia (barreiras), foram realizados testes em que houve necessidade de adquirir antenas de maior ganho.
- Trocar os controladores de carga das PCDs. Algumas PCDs apresentaram interrupções na transmissão dos dados devido a problemas na carga da bateria.

### Para Vila Itatinga:

- *Instalar PCD Completa.* O local escolhido para instalação desta estação procurava atender uma necessidade da Subcomissão Especial de Restauração da Serra do Mar. O local é de difícil acesso e pertence à CODESP (Companhia Docas do Estado de São Paulo). Estamos aguardando a autorização desta instituição. Entretanto, caso não seja obtida a autorização até o final de setembro 2008, o local desta estação será mudado para uma área da SABESP próxima, visto que em Vila Itatinga seria muito perigosa a instalação em época chuvosa.

### Para São Paulo:

- *Definir local para instalação.* Esta estação será instalada em consulta com o Prof Dr. Augusto Pereira da USP. O Professor possui projeto aprovado de instalação na área metropolitana do Município de São Paulo. A consulta está sendo feita para evitar duplicação de medidas, e sim a complementação. Este local também será definido até o final de setembro de 2008.

## Status das PCDs Hidrológicas

As PCDs hidrológicas apresentam instalação distinta das meteorológicas porque cada instalação precisa se adequar ao local do rio. Primeiramente serão instalados os pluviômetros das PCDs e depois os sensores de nível d'água.

#	PCD	Local	Instalação	Obs
1	Caraguatatuba	PESM	Nov/07	
2	Rio Claro	Sabesp	Nov/07	
3	Ubatuba	Sabesp	Fev/08	Falta sensor de nível
4	Maresias	Sabesp	Fev/08	Falta sensor de nível
5	Itutinga-Pilões	PESM	Até Dez/08	Construção de torre acima da copa das árvores, extensão de cabos

PESM= Parque Estadual da Serra do Mar; SABESP=Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo

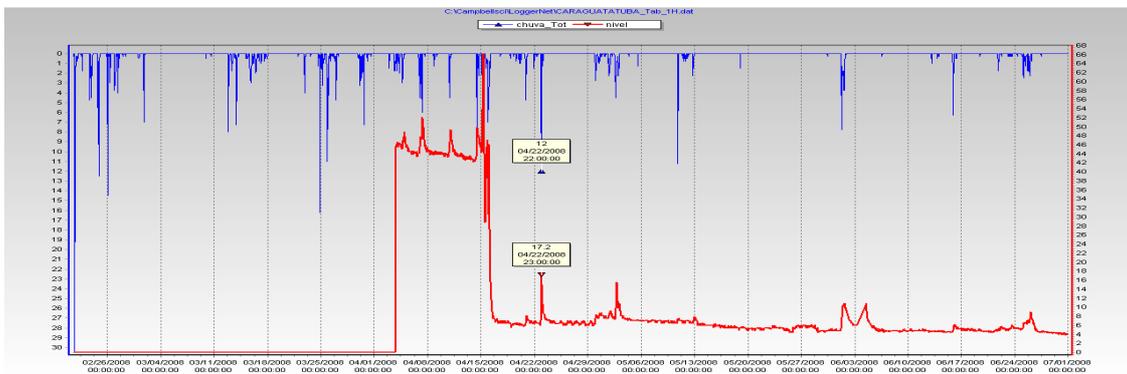


Localização das estações hidrológicas do projeto

Detalhes da instalação e dados coletados pelas PCDs hidrológicas



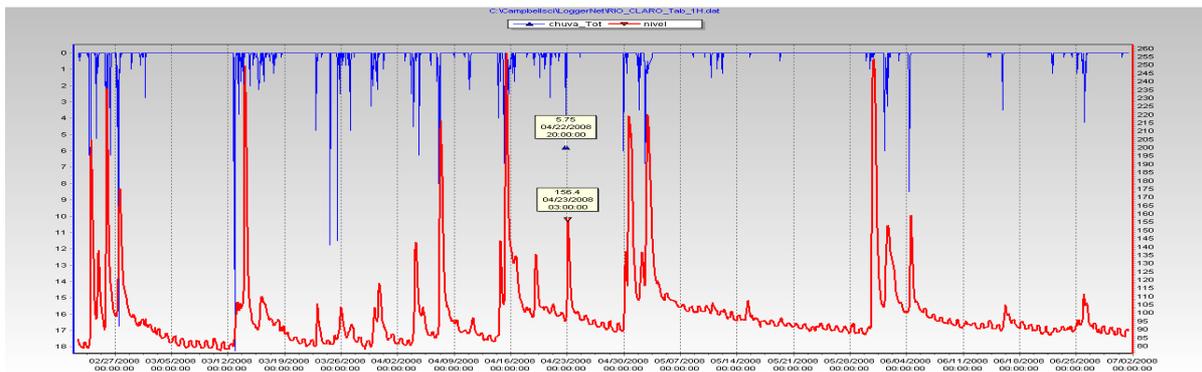
1 PCD Hidrológica Caraguatatuba – PESH



Dados Coletados pela PCD Hidrológica Caraguatatuba – PESH



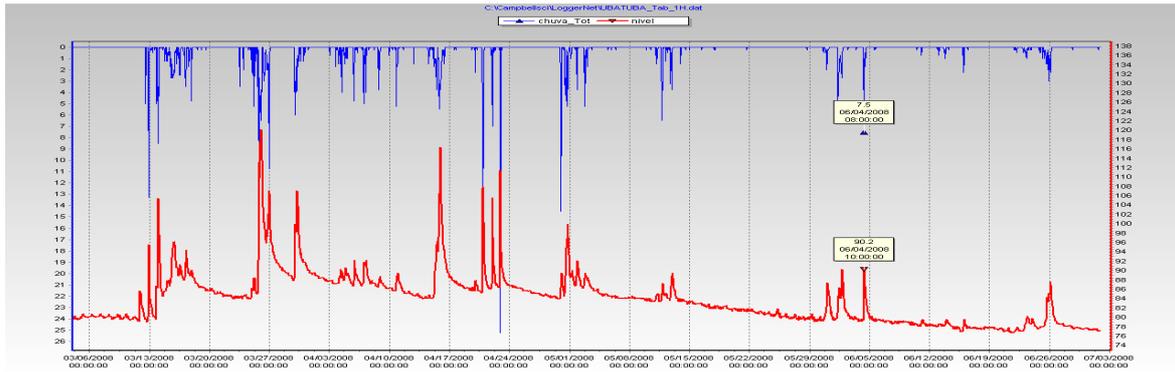
**2 PCD Hidrológica Rio Claro - Sabesp**



**Dados Coletados pela PCD Hidrológica Rio Claro - Sabesp**



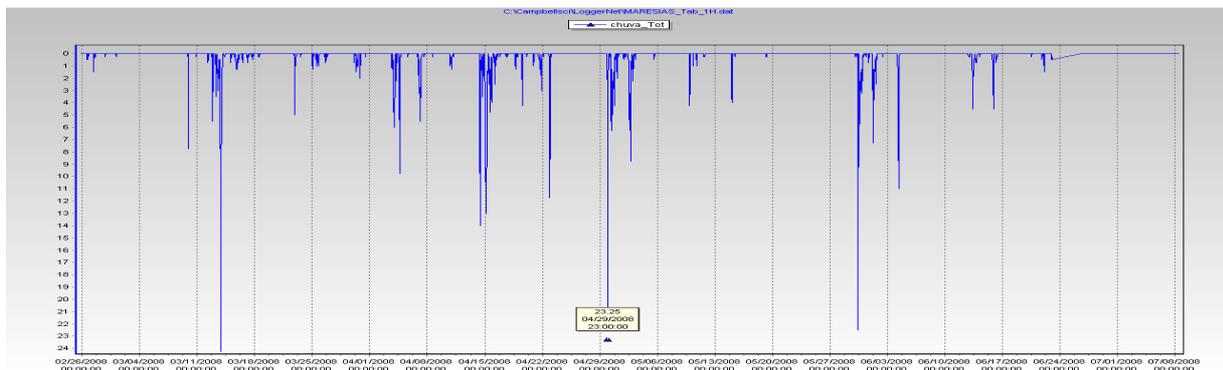
**3 PCD Hidrológica Ubatuba - Sabesp**



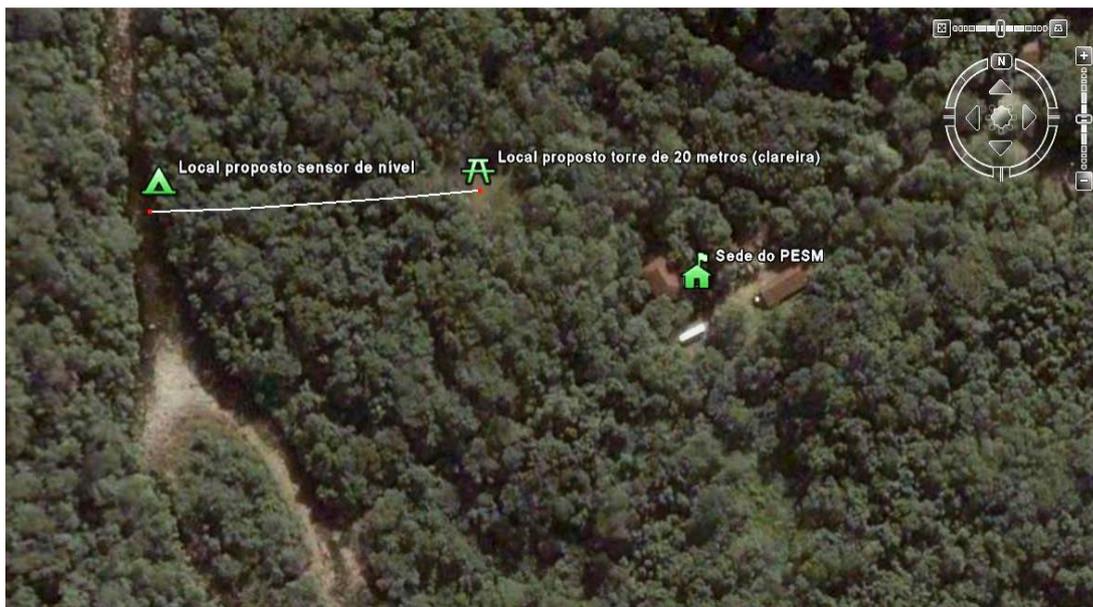
**Dados Coletados pela PCD Hidrológica Ubatuba - Sabesp**



**4 PCD Hidrológica Maresias - Sabesp**



**Dados Coletados pela PCD Hidrológica Maresias - Sabesp**



### PCD Hidrológica Itutinga-Pilões – PESH. Planejamento da Instalação

A instalação das estações hidrológicas requer maior serviço de obras civis, devido à necessidade da adequação para cada rio e localização da estação. Tem sido priorizada a instalação das estações com o pluviômetro. Os sensores de nível d'água requerem obras adicionais àquelas obras da estação. São necessárias aberturas de valas, mangueiras de qualidade para passar os cabos dentro do solo, inserção de conectores, estensores para o envio das medidas do sensor do rio até a estação.

Em Itutinga-Pilões, por exemplo, por ser um rio com muitas pedras, não convém instalar a estação sobre o rio, ou às suas margens, então é necessário levar a medidas do sensor de nível até uma clareira. Entretanto, por estar localizada em área de reserva, não é permitido corte de árvores e abertura de clareiras próximas. Isso acarreta em recursos extras para estender o cabeamento até a clareira existente mais próxima. A presença das árvores exige a aquisição de uma torre mais alta para permitir a instalação do pluviômetro no seu topo, da placa solar e a transmissão por celular.

#### PCDs Hidrológicas - Pendências

##### Para todas:

- Contratar serviço de telefonia celular (o mesmo para as PCDs meteorológicas);
- Adquirir e substituir 5 baterias;
- Adquirir 5 controladores de carga da bateria

##### Para Ubatuba:

- Construir proteção contra enchentes e reforçar estais - obra a ser contratada no local;
- Adquirir e instalar 2ª antena celular de maior ganho.

##### Caraguatatuba:

- Trocar e reforçar tubulão do sensor de nível – contratar mão de obra;
- Instalar plataforma de segurança p/ trabalho na torre – contratar mão de obra;

**Rio Claro:**

- Adquirir e instalar 2ª antena celular;
- Instalar plataforma de segurança p/ trabalho na torre – contratar mão de obra

**Maresias:**

- Aquisição de sensor de nível com cabeamento adequado para levar a medição até a estação que estará localizada a uma distância maior que nas outras estações;
- Adquirir materiais diversos para instalação de sensor de nível (mangueira, curvas de PVC, etc.);
- Contratar mão de obra para instalação de sensor de nível;

**Itutinga-Pilões:**

Instalação completa da PCD:

- Contratar obra civil;
- Adquirir 2ª antena celular;
- Adquirir EPI para trabalho em altura;
- Adquirir materiais diversos para a obra;
- Adquirir tubo corrugado e cabo do pluviômetro;
- Adquirir tubo corrugado e cabo para painel solar;
- Adquirir tubo PVC e cabo para sensor de nível;
- Preparar a logística para instalação (transporte, alimentação, pessoal, diárias, materiais, etc.);

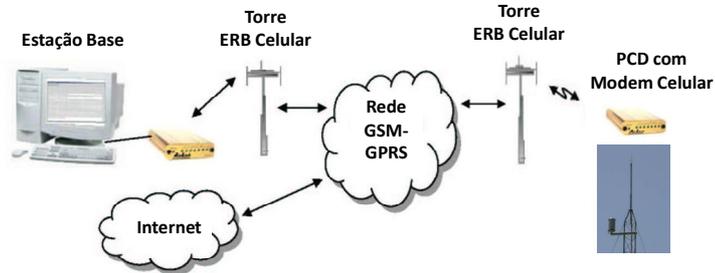
**Sistema de Recepção de Dados e Alerta Hidrometeorológico utilizando PCDs e Transmissão Celular**

Encontra-se em desenvolvimento um Sistema de Recepção de Dados e Alerta Hidrometeorológico utilizando PCDs e Transmissão Celular com as seguintes funções:

- 1) Recepção de dados de PCDs via celular (estação base de recepção)
- 2) Detecção e envio de alarmes via e-mail e SMS (PCDs e estação base)
- 3) Visualização de dados e alarmes de PCDs (estação base e servidor web)

Um protótipo deste sistema está sendo testado com 4 as PCDs hidrológicas instaladas neste Projeto. Tal sistema poderá ser ampliado e adaptado para também operar com as PCDs meteorológicas. As figuras a seguir apresentam a concepção do sistema e algumas telas que são exibidas pela estação base, bem como a configuração de envio automático de e-mails para alarmes de eventos.

## Topologia do Sistema

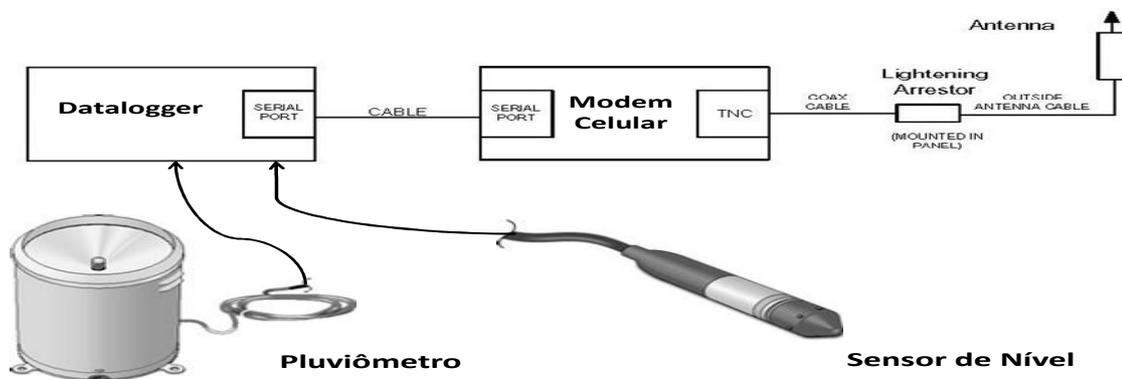


**Opção 1: Topologia com modems celular na Estação Base e na PCD**



**Opção 2: Topologia com modem celular somente na PCD**

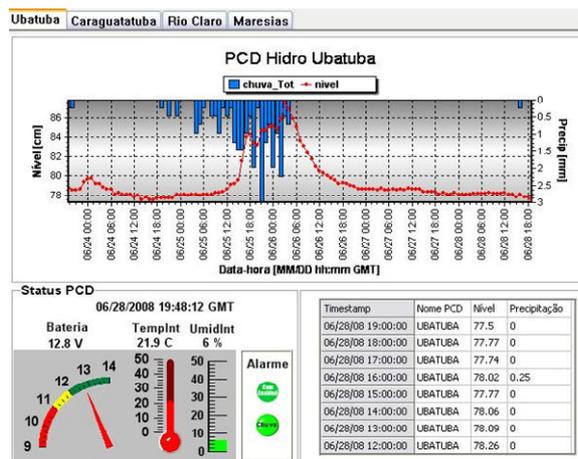
## Modem Celular GSM-GPRS Integração com a PCD Hidrológica



## Estação Base: Tela de Status de Recepção de Dados

The screenshot shows the 'Status Monitor' application. The main window displays a table of data reception logs with columns for 'Network Map', 'Log Status', 'Log File', 'Log Date', 'Log Time', 'New Data Col', 'Total Attempts', 'Total Failures', and 'Total Success'. Below the table, there are status indicators for 'Free space' and 'Server Time'. A 'Log Tool' window is open on the right, showing a detailed view of a log entry with fields for 'File', 'Options', and 'Help'. The log entry shows a 'Transaction Log' with a 'Transaction failure' message.

## Estação Base: Visualização de Dados



## Estação Base: Configuração de Alarme de Precipitação

The screenshot shows the 'Rate of Change Alarm244 Properties' dialog box. It has three tabs: 'General', 'Display/Audio', and 'Run-time Events'. The 'General' tab is active, showing a 'Select Data' field with the value 'UBATUBA.Tab\_1H.chuva\_Tot'. Below this, there are 'Conditions' and 'Options' sections. The 'Conditions' section has 'Alarm ON if rate of change' set to '>' and '0'. The 'Options' section has 'Normal' selected, and 'Alarm OFF if rate of change' set to '>' and '0'. There are 'OK' and 'Cancel' buttons at the bottom.

## Estação Base: Configuração de envio de Alarmes via e-mail



----- e-mail recebido -----

**Assunto:** ALERTA: Choveu em UBATUBA  
**Data:** Sat, 26 Jul 2008 22:05:21 GMT  
**De:** pcdh\_serradomar@yahoo.com.br  
**Para:** flaviomagina@uol.com.br

**ALERTA:** Choveu em UBATUBA na última 1 hora.

### 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 período foi desenvolvida a Versão 1.0 do sistema denominado Sistema de Monitoramento e Alerta a Desastres Naturais – SISMADEN. Esta versão foi lançada em 11/07/2008, com possibilidade de ler dados hidrometeorológicos do CPTEC, cruzar com mapas de riscos e dar alertas com base em regras definidas pelo usuário.

#### - Descrição do Sistema e suas funcionalidades:

O SISMADEN está baseado no conceito de serviços (SOA – Service Oriented Architecture), onde um serviço é uma funcionalidade independente, sem estado, que aceita uma ou mais requisições e retorna um ou mais resultados. Além do serviço, existem módulos, que são processos independentes que exportam alguns serviços mas também podem executar operações em resposta a um “timer”. (Figura 6.1).

Os módulos e serviços usam uma Base de Dados Geográficos para a troca de informações geográficas. Os dados da base são armazenados no formato padrão TerraLib e incluem os dados hidrometeorológicos, planos de risco e planos de informação adicionais necessários para a execução das análises e definição de alertas.

O Módulo de Aquisição de Dados é responsável pela aquisição dos dados hidrometeorológicos disponibilizados por servidores remotos, e busca periodicamente arquivos. Caso sejam encontrados, os arquivos são baixados e incluídos na base de dados geográficos. Os servidores de dados e a localização destes nos servidores são configuráveis.

O Módulo de Análise é responsável pelo cruzamento entre as informações hidrometeorológicas, os planos de risco e planos adicionais para determinação da ocorrência de zonas de alerta. Para cada análise configurada, que é afetada por dados novos, o algoritmo de análise respectivo é executado. Caso novos alertas sejam gerados ou um alerta antigo tenha seu nível alterado na

análise, os alertas são gravados na base de dados geográficos. As análises são configuráveis e usam a linguagem de programação LUA.

O Módulo de Alerta é responsável pelo envio de alertas quando uma situação de risco é detectada pelo módulo de análise. Um alerta no protótipo é enviado somente para visualização das informações de risco em aplicações desktop ou web.

A Interface de Configuração é responsável em permitir a configuração do sistema e a inclusão de novos planos de risco ou planos adicionais na base de dados geográficos pelo usuário. Estas configurações incluem como os dados são obtidos dos servidores externos, a definição das análises, e quais alertas serão enviados.

Os Serviços de Transformação de Dados executam transformações dos dados brutos coletados, permitindo, por exemplo, a atualização de dados de chuva acumulada e a transformação de informações pontuais usando interpoladores.

Os Serviços de Gerência de Planos executam serviços de manipulação de planos de informação na base de dados geográficos, como a inclusão de novos planos e listagem de planos existentes.

Abaixo segue o diagrama esquemático do sistema.

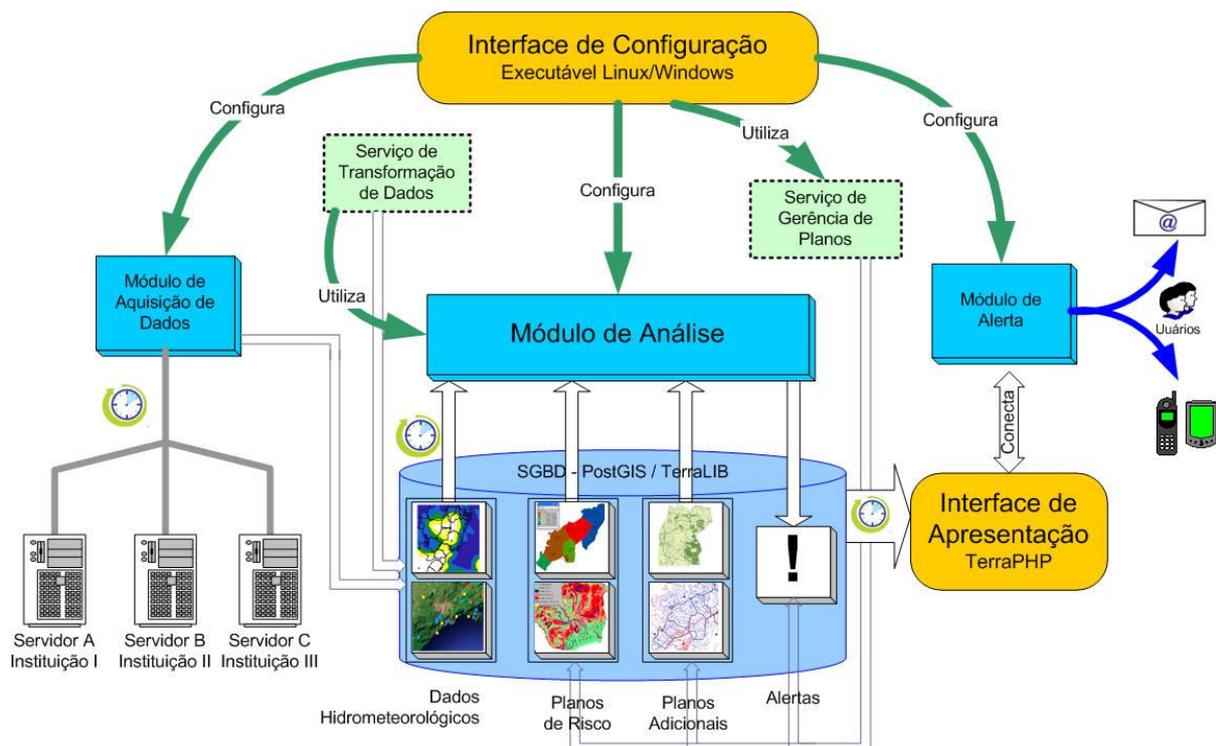


Figura 6.1 – Arquitetura do Sistema.

### – Testes do sistema

Foi instalado o SISMADEN no servidor adquirido pelo projeto, e instalado no IPT para agregar a base de dados das áreas de atuação do IPT na Serra do MAR.

Os primeiros testes reais de operação e monitoramento com o SISMADEN serão implementados para os:

- Plano de Contingência do Pólo Industrial de Cubatão (1986-2008)

- Plano Preventivo de Defesa Civil para deslizamentos – PPDC (1988-2008)

Para o Plano de Contingência do Pólo Industrial de Cubatão (1986-2008) serão utilizados:

- Monitoramento com foco local de pequenas micro-bacias;
- Processos de corridas de detritos (*debris flow*) e enchentes com alta energia cinética;
- Sistema de monitoramento automatizado com dados contínuos de 30 em 30 min de pluviógrafos em operação desde 1986.

Os parâmetros monitorados são:

- Previsão meteorológica
  - Possibilidade de ocorrência de chuvas de longa duração e alta intensidade
- Coeficiente de Precipitação Crítica - CPC
  - CPC efetivo e CPC potencial
- Coeficiente de Ciclo Móvel – CCM

Para o Plano Preventivo de Defesa Civil para deslizamentos – PPDC (1988-2008) serão monitorados os seguintes:

- parâmetros:

- Previsão meteorológica: previsão de chuvas de alta intensidade, 2 vezes ao dia;
- Acumulado de chuvas de 72 horas a partir de leitura pluviométrica diária;
- Coeficiente de Ciclo Móvel – CCM

- áreas:

- municípios;
- bacias e micro-bacias;
- setores de encosta

- processos

- escorregamentos em cortes e aterros;
- escorregamentos naturais;
- queda de blocos;
- corridas de detritos (*debris flows*); e
- rastejo de depósitos de encosta;

O sistema de monitoramento inclui dados de leitura diária de pluviômetros e totaliza as chuvas. Algumas áreas já adotam operacionalmente parâmetros de referência de chuva para entrar em estado de alerta. Adota-se chuva acumulada em 3 dias, o parâmetro de 100 mm para a Baixada Santista e de 120mm para o Litoral Norte. Estes parâmetros estão incorporados no sistema.

O sistema incorpora também o parâmetro geotécnico com as informações de vistorias nas áreas de risco para observação da condição das encostas procurando indícios ou feições de instabilidade.

#### **Próximas Etapas:**

- Inclusão dos dados das estações meteorológicas e hidrológicas por celular;
- Aprimorar a versão atual para permitir cálculos derivados dos dados do modelo Eta;
- Inclusão dos dados do Instituto Agrônomo de Campinas. Estes dados estão disponibilizados somente via página. Está sendo verificada uma forma de acessá-los de forma automatizada.

- Acompanhamento dos dados de alerta do Sismaden sob a lógica dos parâmetros atualmente utilizados (Previsão meteorológica, CPC, CCM, Chuva Acumulada) para a tomada de ações de prevenção de acidentes;
- Avaliação da operação piloto do Sismaden para permitir correções e melhorias do Sismaden.

### 3.1 Seminários organizados

Entre os dias 28 e 30 de julho de 2008, realizamos uma série de seminários da equipe do projeto. Esta reunião tem sido realizada anualmente e a denominamos de “Workshop do Projeto Serra do Mar”, esta foi a 3ª edição. Todos os participantes do projeto apresentaram seus trabalhos e as atividades desenvolvidas neste 3º ano do projeto e discutiram sobre as atividades que serão desenvolvidas nos próximos meses. A agenda do workshop está no **Anexo I**. A realização da série de seminários em local fora das sedes das equipes do projeto permite maior concentração dos participantes no andamento dos trabalhos e permite maior interação entre as diferentes instituições.

O material destas apresentações está em PDF no site:

[http://www.cptec.inpe.br/serradomar/workshop\\_apre3.shtml](http://www.cptec.inpe.br/serradomar/workshop_apre3.shtml)

### 3.2 Participações em Conferências, Workshops e Encontros

O projeto apresentou trabalhos em 12 eventos científicos.

1. II Simpósio Brasileiro de Desastres Naturais (SIBRADEN), Santos
2. XVII Simpósio de Recursos Hídricos. Novembro 2007, São Paulo.
3. IV Congresso Cubano de Meteorologia. Dezembro, 2007.
4. Workshop Internacional sobre Clima e Recursos Naturais nos Países de Língua Portuguesa, 02 a 07 de março de 2008.
5. European Geoscience Union (EGU), Austria, April, 2008.
6. 4th. European Conference on severe storm, International Centre for Theoretical Physics, Trieste , 10-14 de setembro de 2007 < <http://essl.org/ECSS/2007/> >).
7. 4th PAN-GCSS meeting on "Advances in modeling and observing clouds and convection". Toulouse, França, Junho 2008
8. SICINPE - Seminário de iniciação científica do INPE, julho de 2008.
9. . International Conference on Clouds and Precipitation. Cancun, Mexico, Julho 2008.
10. VIII Simpósio Brasileiro de Climatologia Geográfica (24-28 de agosto de 2008).
11. . International Radiation Symposium, Agosto, 2008. Foz do Iguaçu, Brazil
12. XIV Congresso Brasileiro de Meteorologia. São Paulo – Agosto, 2008

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 instalação das estações meteorológicas e hidrológicas. Foram também realizadas idas a campo para medidas de nível de rio para obtenção de curva chave. Visitas a campo para retirada de amostra de solo também foram realizadas.

### 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. A integração do modelo foi transferida para a operação do CPTEC/INPE.

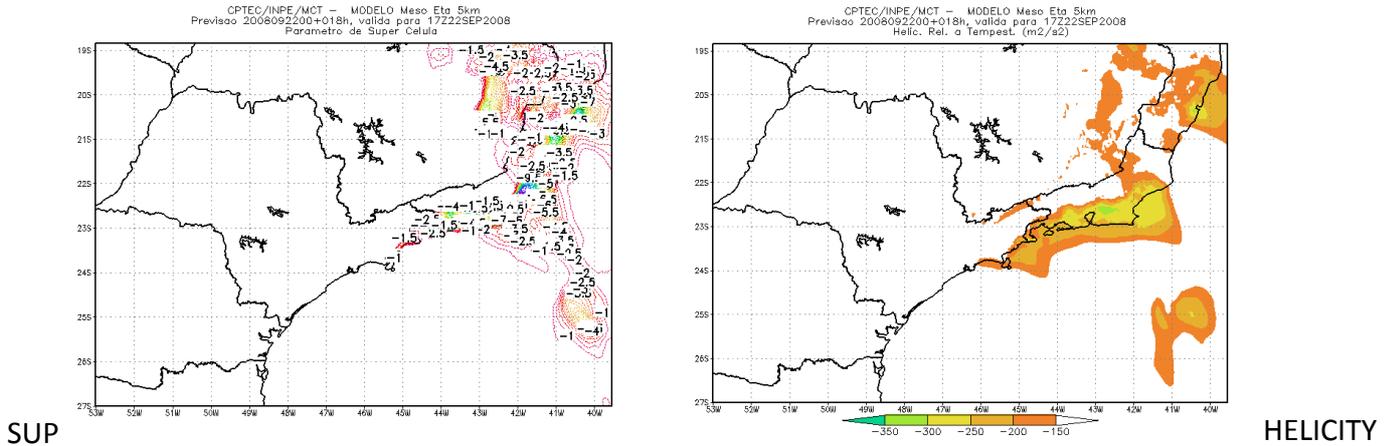
Neste período foram implementados

- **Transferência das integrações** do Modelo Eta, do grupo de pesquisa para o grupo operacional do CPTEC. Este procedimento garante a integração do modelo em feriados e fins-de-semana, com prioridade alta e com disponibilização mais cedo.
- **Índices de tempestades severas** foram disponibilizados na página:

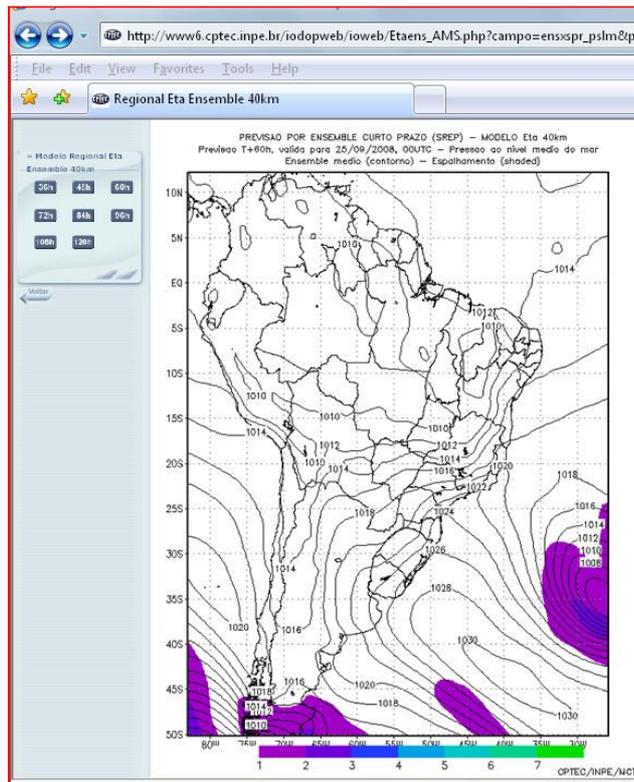
Horario	CAPE	CINE	DNRV	HELI	EHI	LI	MCAPE	LFC	LCL	NE	NRV	SHR	SUP	THETAB	LUSTRM	VSTRM
01	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
02	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
03	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
04	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
05	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
06	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
07	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
08	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
09	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
10	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
11	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
12	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
13	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
14	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
15	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
16	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
17	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
18	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
19	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
20	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
21	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
22	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
23	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
24	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
25	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
26	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
27	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
28	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

<http://tucupi.cptec.inpe.br/serradomar/tabela.shtml>

Estes índices (CAPE, Parâmetro de Supercélula, Helicidade, BRNSHR, etc) permitem melhor indicar a severidade dos eventos. Exemplos dos índices são mostrados abaixo.



- **Previsões por ensemble.** Estes produtos estão disponibilizados, por ora, na resolução de 40km. Espera-se com a chegada do novo supercomputador do INPE possamos gerar previsão por ensemble com maior resolução horizontal, 10km, na região da Serra do Mar.



[http://www6.cptec.inpe.br/iodopweb/ioweb/Etaens\\_40km.shtml](http://www6.cptec.inpe.br/iodopweb/ioweb/Etaens_40km.shtml)

### 3.5 Desenvolvimento do site do SISMA DEN

Foi criado uma Home-Page no endereço <http://www.dpi.inpe.br/sismaden> com acesso a documentos técnicos, manuais de instalação e configuração, programas executáveis e exemplo de uma aplicação em tempo real para municípios do Serra do Mar utilizando dados de PCD's e hidroestimador.

SISMADEN - Sistema de Monitoramento e Alerta de Desastres Naturais - Windows Internet Explorer

http://www.dpi.inpe.br/sismaden/

Ministério da Ciência e Tecnologia Destaque do governo

# SISMADEN

Sistema de Monitoramento e Alerta de Desastres Naturais



- Home
- Download
- Arquitetura
- Documentos
- Exemplos
- Equipe
- Contato

Um sistema operacional para monitoramento de alertas de riscos ambientais. O sistema busca dados atuais através da internet e incorpora à base de dados do sistema. Os dados novos são analisados para verificar se uma situação de risco existe, através de uma comparação com mapas de risco ou de um modelo definido. Um alerta é criado para cada situação de risco detetada e notificações de alerta são emitidas para os usuários.

### Operação do Sistema

A operação do sistema de alerta requer o acesso a dados atuais de observação e previsão, além de mapas de risco das áreas observadas ou de modelos matemáticos que definam os riscos.

- Operadores do Sistema:** Os operadores do sistema são organizações que monitoram a possibilidade de ocorrência do desastre.
- Cientes dos Alertas:** Os clientes dos alertas do sistema são os agentes que tem a competência para executar as ações preventivas para a diminuição de perdas no caso da ocorrência do desastre.

### Base de Dados

- Dados dinâmicos** - informam sobre a condição de variáveis obtidas em intervalos de tempo pré-determinados.
- Dados estáticos** - contêm informações sobre as pré-condições necessárias para a ocorrência de um desastre. Sua atualização deve ser realizada sempre que uma pré-condição

### Notícias

#### CONVITE

"I ESCUELA DE PRIMAVERA SOBRE SOLUCIONES ESPACIALES PARA EL MANEJO DE DESASTRES NATURALES Y RESPUESTAS DE EMERGENCIASINUNDACIONES"  
**Local:** INPE-CRS-Santa Maria, RS-Brasil  
**Período:** 08 a 12 de Septiembre de 2008

**Informações:** 

### Links Relacionados



Internet | Protected Mode: On 100%

### 4.1 – Publicados

#### a) 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).

#### b) 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.

**c) Publicados no período setembro 2007-agosto 2008**

- 1 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. (aceito)
- 2 Satyamurty, P., Sousa Jr., S. B., Gularte, L. E. S., 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)
- 3 Rozante, J. R., and I. F. A. Cavalcanti (2008), Regional Eta model experiments: SALLJEX and MCS development, *J. Geophys. Res.*, 113, D17106, doi:10.1029/2007JD009566.
- 4 Raia, A., I.F.A. Cavalcanti, 2008. The life cycle of the South American Monsoon System. *J. Climate* (in press) .
- 5 Delgado German, MACHADO, L. A. T., ANGELIS, Carlos Frederico, Bottino Marcus, Redano Angel, Lorente Jeronimo, Guimeno Luiz. Basis for a Rainfall Estimation Technique Using IR-VIS Cloud Classification and Parameters over the Life Cycle of Mesoscale Convective Systems. *Journal of Applied Meteorology*, v.47, p.1500 - 1517, 2008.
- 6 VILA, Daniel, MACHADO, L. A. T., LAURENT, H., VELASCO, Ines. Forecast and tracking the evolution of cloud clusters (ForTraCC) using satellite infrared imagery: methodology and validation. *Weather and Forecasting.* , v.23, p.233 - 245, 2008.
- 7 ARAUJO, Wagner Flauber, MACHADO, L. A. T., MORALES, Carlos Augusto, Vitard, Nicolas. Rainfall sensitivity analyses for the HSB sounder: an amazon case study. *International Journal of Remote Sensing.* , v.28, p.3529 - 3545, 2007.
- 8 Machado, L.A.T., Araujo L. W., O. Pinto Jr e C. A. Morales. Relationship between Cloud-to-Ground Discharge and Penetrative Clouds: A Multi-channel Satellite Application. Aceito para publicação no *Atmos Res.*, 2008
- 9 Amorim, R.R; Oliveira, R.C. Análise Geoambiental dos setores de encosta da área urbana de São Vicente-SP. *REVISTA SOCIEDADE & NATUREZA.* V. 19, N. 2 (2007)
- 10 Amorim, R.R; Oliveira, R.C. Níveis de Ocupação e susceptibilidade a movimentos de massa nos setores de encosta do bairro Itararé, município de São Vicente – SP. *Revista Geografia, ensino & pesquisa.* Edição 12, volume especial de 2008.
- 11 Bacci, P.H.M.; Oliveira, R.C; Gigliotti, M.S.; Silva, F.G. Caracterização e mapeamento do município de Santos como auxílio ao planejamento físico-territorial. *Revista Geografia, ensino & pesquisa.* Edição 12, volume especial de 2008.

### Em ANAIS de eventos

- 12 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/> >).
- 13 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.
- 14 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.
- 15 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.
- 16 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. II Simpósio Brasileiro de Desastres Naturais (SIBRADEN), Santos, 9 a 13 de dezembro de 2007. CD Rom, 12 p
- 17 Sousa Jr.S.B. Nunes, L.H., Satyamurty, P. , 2007. Precipitação intensa no setor central da Serra do Mar: caso de Cubatão no dia 6 de fevereiro de 1994. II Simpósio Brasileiro de Desastres Naturais (SIBRADEN), Santos.
- 18 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. II Simpósio Brasileiro de Desastres Naturais (SIBRADEN), Santos
- 19 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. II Simpósio Brasileiro de Desastres Naturais (SIBRADEN), Santos,
- 20 Cerqueira, F.; IFA Cavalcanti ; JR Rozante, 2007. Estudo de um caso de chuva intensa ocorrido na região sudeste do Brasil em maio de 2005. II Simpósio Brasileiro de Desastres Naturais (SIBRADEN), Santos,
- 21 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. II Simpósio Brasileiro de Desastres Naturais (SIBRADEN), Santos.
- 22 Lopes, E.S.S; Riedel, P.S. Simulação da corrida de massa do km 42 ocorrido na rodovia Anchieta. II Simpósio Brasileiro de Desastres Naturais (SIBRADEN), Santos, 2007
- 23 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. II Simpósio Brasileiro de Desastres Naturais (SIBRADEN), Santos,
- 24 Seluchi, M. E.; Chou, S. C., 2007: Diagnóstico e previsão de condições meteorológicas associadas a deslizamentos de encostas na Serra do Mar. II Simpósio Brasileiro de Desastres Naturais (SIBRADEN), Santos.

- 25 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. II Simpósio Brasileiro de Desastres Naturais (SIBRADEN), Santos.
- 26 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.
- 27 Araki, R., Nunes, L.H. Episódios pluviais associados a escorregamentos no município de Guarujá, SP – Brasil. Workshop Internacional sobre Clima e Recursos Naturais nos Países de Língua Portuguesa, 02 a 07 de março de 2008.
- 28 Bastos, P.B; Chou, S.C, Domingues, M O. Evaluation of Eta model forecasts with parameterized convective momentum fluxes for a rainy period in southeast Brazil. International Conference on Clouds and Precipitation. Cancun, Mexico, Julho 2008.
- 29 Gomes, J. L; Chou, S.C. Model convective and stratiform precipitation partition dependence on horizontal resolution. International Conference on Clouds and Precipitation. Cancun, Mexico, Julho 2008.
- 30 Guimarães, J. M.; C. Dereczynski; S.C. Chou, 2008. Análise de casos de ZCAS utilizando técnicas de agrupamento. *XV Congresso Brasileiro de Meteorologia*, São Paulo.
- 31 Pristo, M.V.J.; C. Dereczynski; S.C. Chou, 2008. Comparação entre previsões do modelo Eta e observações em Paraibuna (SP). *XV Congresso Brasileiro de Meteorologia*, São Paulo.
- 32 Guimarães, J. M.; M.V. J. Pristo, C. Dereczynski ; S.C. Chou, 2008. Estudo de caso de um VCAN associado com chuvas intensas na região da Serra do Mar. *XV Congresso Brasileiro de Meteorologia*, São Paulo.
- 33 Bustamante, J. ; S.C. Chou, 2008. Impacto dos Erros dos diferentes Membros de um SREP de Física sobre os Resultados de um Ensemble Médio. *XV Congresso Brasileiro de Meteorologia*, São Paulo.
- 34 Vasconcellos, F.C., I.F.A. Cavalcanti; J.R. Rozante, 2008. Estudo de um caso de chuva intensa ocorrido na Região Sudeste em fevereiro de 1983. *XV Congresso Brasileiro de Meteorologia*, São Paulo.
- 35 Vasconcellos, F.C., I.F.A.. Cavalcanti, 2008. Variabilidade interanual de precipitação extrema nas quatro estações do ano em parte da Região Sudeste do Brasil. *XV Congresso Brasileiro de Meteorologia*, São Paulo.
- 36 Cavalcanti, I.F.A., 2008. Extremos de precipitação no verão sobre a região de monção da América do Sul simulados pelo MCGA CPTEC/COLA e características atmosféricas associadas. *XV Congresso Brasileiro de Meteorologia*, São Paulo.
- 37 Machado, Carlos F. Angelis and Wagner F.A. Lima. A Severe Storm Warning System based in Radar and Satellite Data. International Radiation Symposium, Foz do Iguaçu, Brazil
- 38 Calheiros, A.J., Machado, L.A.T., 2008. The HydroTrack: A nowcasting application using GOES data. International Radiation Symposium, Foz do Iguaçu, Brazil.
- 39 Calheiros, A.J., Machado, L.A.T., 2008. HydroTrack: Uma ferramenta para previsão imediata da precipitação. *XV congresso brasileiro de meteorologia*, São Paulo, Brasil.

- 40 Calheiros, A.J., Machado, L.A.T., Biscaro, T.S., 2008. Avaliação do Hydro-Estimator sobre a região Sul-Sudeste do Brasil. XV congresso brasileiro de meteorologia, São Paulo, Brasil.
- 41 NUNES, L.H. Critérios para a definição de eventos extremos – estudo de caso para o litoral central paulista. VIII Simpósio Brasileiro de Climatologia Geográfica (24-28 de agosto de 2008)
- 42 VICENTE, A.K. NUNES, L.H., VICENTE, L.E. Integração de dados pluviométricos e altimétricos para o estudo de um episódio pluvial extremo no município de Caraguatatuba-SP. VIII Simpósio Brasileiro de Climatologia Geográfica (24-28 de agosto de 2008).

#### Resumos em conferências internacionais

- 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. 4<sup>th</sup> . European Conference on severe storm, International Centre for Theoretical Physics, Trieste , 10-14 de setembro de 2007 < <http://essl.org/ECSS/2007/> >).
- 2 Bustamante, J.F; Chou, S.C, 2008. Evaluation of short-range ensemble predictions using Eta Model over South America. *European Geophysical Union*, Abril, 2008, Viena.
- 3 Cavalcanti, I.F.A.; F.C. Vasconcellos, J.R. Rozante, 2008. Extreme precipitation cases simulated by the Regional Eta model at high resolution. *European Geophysical Union*, Viena. Abril, 2008
- 4 Chou, S.C, Bastos, P.B; Gomes, J.L.; Domingues, M O. Evaluation of Eta model forecasts with parameterized convective momentum fluxes for a rainy period in Southeast Brazil. *4th PAN-GCSS meeting on "Advances in modeling and observing clouds and convection"*. Toulouse, França, Junho 2008.

#### 4.4 - Artigos submetidos

1. Seluchi, M.E; Chou, S.C. Synoptic patterns associated with landslide events in the Serra do Mar, Brazil. Submetido a *Theoretical and Applied Climatology*.
2. Bustamante, J. F.F.; Chou, S. C. Impact of Different Initial Condition Perturbations upon Short-Range Ensemble Predictions. Artigo submetido a *Meteorology and Atmospheric Physics*.
3. Gomes, J.L.; Chou, S. C. Dependence of partitioning of model implicit and explicit precipitation upon horizontal resolution. Submetido a *Meteorological and Atmospheric Physics*.
4. Kruk, N. S.; I.F. Vendrame, H.R. Rocha, S.C. Chou, I.M.R.Cabral. Downward longwave radiation estimates for clear and all sky conditions in the Sertãozinho region of São Paulo, Brazil. Submetido a *Theoretical and Applied Climatology*.  
Submetido a Congresso
5. Kruk, N. S.; Vendrame, I. F.; Chou, 2008. Efeito do downscaling da precipitação e temperatura das simulações atmosféricas nas respostas de um modelo hidrológico. *XXIX CILAMCE - Iberian Latin American Congress on Computational Methods in Engineering*.

#### 4.5 – Artigos em preparação

1. Numerical Simulations of disastrous heavy rainfall event in eastern Sao Paulo State. Por Cavalcanti, I., et al. a ser submetido a Weather and Forecasting.
2. 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.
3. Inclusion of momentum perturbation in the Eta Model: evaluation over South America. Bastos e Chou. A ser submetido para Mon. Wea. Rev.
4. Testes de resolução e aprox não-hidrostática para um caso de chuva intensa. A submeter para Revista Brasileira de Meteorologia. Mendes e Chou

##### a. – Produção bibliográfica:

<i>Publicações de setembro 2007 a agosto 2008</i>	<i>quantidade</i>	
	<b>2006-2007</b>	<b>2007-2008</b>
<b>Artigos submetidos/aceito em revistas com corpo editorial</b>		11
<b>Artigos submetidos para revistas com corpo editorial</b>	5	4
<b>Artigos completos publicados em Conferências</b>	24	31
<b>Resumos publicados em Conferências</b>	6	4
<b>Artigos completos submetidos a Conferências</b>	16	1
<b>TOTAL:</b>	<b>51</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 FBDS. 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 Capoa 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. Walter Manoel Mendes Filho, ITA, bolsa CNPq. Projeto: *“Análise das respostas hidrológicas de uma bacia do Litoral Norte-SP”*.
2. Matheus Andrade, ITA, sem bolsa, projeto: *“Aplicação do modelo DHSVM para previsão de produção e transporte de sedimentos na bacia do Rio Claro”*.
3. Antonio Queiros, INPE, projeto: *“Previsão Imediata utilizando radar”*
4. Rafael Castelo, INPE, projeto: *“Parâmetros Preditores de tempestades severas usando radar”*
5. Géssika Puerta Sábio, UNICAMP, sem bolsa, Projeto: *“Perfis de alteração na Serra do Mar na região de Ubatuba: dinâmica e cálculo volumétrico”*
6. 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.”*
14. Serafim Barbosa de Sousa Jr., INPE, Projeto: *“Períodos secos no Sudeste e as circulações atmosféricas associadas”*

## 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. *Chuvas intensas e extremas no Sudeste e suas simulações utilizando modelo regional MM5.*
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”*
9. . Kellen Carla Lima, INPE, *Influência da SST e topografia nos eventos de chuvas intensas no Sudeste do Brasil.*

## Resumo de Orientações

	Graduação	Pós-graduação	
	Iniciação Científica	mestrado	doutorado
No. de alunos	8	14	9

## Dissertações Defendidas,

**2007-2008**

**total = 4 :**

1. Alan Calheiros, INPE, bolsa FAPESP. Projeto: *“Previsão da Precipitação usando o modelo Hidroestimador e o ForTraCC”*
2. Izabelly Carvalho da Costa – Bolsa CNPq
3. João Paulo Macieira Barbosa "Reavaliação espacio-temporal dos eventos extremos de precipitação na costa e entorno paulista, com uso de técnicas empíricas e estatísticas, UNICAMP
4. Fernanda Vasconcellos, bolsa CNPq, INPE
5. Valdeci Juliar Donizetti, INPE, sem bolsa. Avaliação da metodologia de previsão de nevoeiro e visibilidade horizontal no Modelo Eta

**2006-2007**

**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:

- Servidor de disco para armazenamento dos dados de satélite e radar,
- 1 torre 10m para estação hidrológica,
- Microcomputador com monitor de 19" e bastante disco para trabalhar com os dados gerados no projeto.
- HD externo para transportar os dados
- 1 torre treliçada 20m para estação hidrológica

O valor total foi de R\$63.647,73

#### 6.1.2- *Material de consumo.*

Os materiais de consumo foram adquiridos para adequar às necessidades da instalação das estações automáticas. Os sítios eram distintos entre si. Frequentemente, houve necessidade de estender cabos, inserir conectores, comprar material localmente para adequar a instalação ao sítio escolhido. Portanto, cada estação precisou de tratamento específico para instalação. As fotos dos locais mostram como cada sítio requer uma instalação específica.

Os materiais de consumo totalizaram aproximadamente R\$16.000,00.

#### 6.1.3- *Serviços de Terceiros*

Foi adquirida 1 licença do software *dreamweaver* para desenvolvimentos de página web, que custou R\$1.164,00.

#### 6.1.4- *Serviços de transporte*

Esta despesa foi toda utilizada nas atividades de instalação das estações meteorológicas e hidrológicas. A despesa totalizou R\$699,60.

#### 6.1.25- *Diárias e Manutenção*

As diárias foram utilizadas para os levantamentos geotécnicos da região, instalação das PCDs e medidas no rio para obtenção de curva-chave.

Os recursos de diárias totalizaram aproximadamente R\$11.395,00.

### 6.2 Benefícios Complementares

Estes recursos foram utilizados para participação de:

1. Dra. Íria Vendrame no . IV Congresso Cubano de Meteorologia em dezembro, 2007.
2. Dra. Chou Sin Chan no European Geosciences Union General Assembly 2008 Vienna, Austria, April, 2008
3. Dra. Iracema Cavalcanti no European Geosciences Union General Assembly 2008 Vienna, Austria, April, 2008.

4. Dra. Luci Hidalgo Nunes no European Conference on severe storm, International Centre for Theoretical Physics, Trieste, Itália, 10-14 de setembro de 2007.
5. Dra Regina Oliveira IV Congresso sobre Planejamento e Gestão das Zonas Costeiras dos Países de Expressão Portuguesa, Outubro, 2007, Funchal.
6. Dra Chou Sin Chan no *4th PAN-GCSS meeting on "Advances in modeling and observing clouds and convection"*. Toulouse, França, Junho 2008.

Em todas as participações foram apresentados trabalhos desenvolvidos no escopo do projeto. Foram despesas em 6 passagens aéreas, diárias para os pesquisadores e inscrições que totalizaram aproximadamente R\$22.164,00. 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 série de seminários da equipe do projeto e diárias de pesquisador visitante Prof Fedor Mesinger, que é muito ativo em aprimoramento do Modelo de previsão de tempo utilizado.

Tipo de despesa	Valor R\$
Diárias para o Prof Mesinger, as passagens estavam pagas por outro projeto.	1080,00
Organização de workshop do projeto:	
Despesas gerais: internet banda larga, alimentação	380,00
Diárias dos participantes até dia 01/09/2007	14720,00
Transporte	1875,61
<b>Total:</b>	18060,61

#### 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 do modelo. Esta pesquisa está vinculada ao projeto.
2. Aquisição de um microcomputador para a secretaria do departamento
3. Transporte de partes da PCD que apresentaram defeitos. A despesa de transporte se refere a exportação e importação do equipamento enviado para conserto.

Tipo de despesa	Valor R\$
1. Conserto do notebook VAIO com aquisição de novo HD	800,00
2. Microcomputador para secretaria	3500,40
3. Transporte de partes da PCD meteorológica que apresentou defeito	4379,30
<b>Total:</b>	8676,70

### 6.3 Outras verbas

Estas verbas foram destinadas aos serviços de obras civis para a construção das bases para as torres meteorológicas e hidrológicas, bem como a base para fixação dos estais, abertura de valas para passagem de sensores. Estes serviços totalizaram R\$22.000,00.

## 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 julho. Reuniões dos subprojetos estão planejadas para ocorrerem antes.

Espera-se concluir a instalação de todas as estações de superfície antes do final de 2008. Faltam 2 meteorológicas, 1 hidrológica e 2 sensores de nível.

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

Os trabalhos produzidos o projeto participaram em diversos eventos científicos, isso ajuda a divulgar os resultados do projeto.

Neste último ano do projeto, esperamos conseguir utilizar o máximo as medidas.

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

- A transmissão por telefonia celular é ainda uma limitação. Não conseguimos contratar o serviço. Espero que uma contrapartida do INPE seja dado neste assunto com a contratação do serviço utilizando recursos do INPE
- Estamos com pouco pessoal para ajudar analisar as observações das estações meteorológicas e hidrológicas
- A instalação das estações hidrológicas, apresentam dificuldades relacionadas com cada local. Dessa forma a instalação destas estações apresenta um andamento lento.
- Problemas na carga das baterias das estações meteorológicas.

## ANEXO I



## TENTATIVA de PROGRAMA

### III WORKSHOP PROJETO SERRA DO MAR

São Sebastião, Maresias Beach Hotel,  
28/07/2008 a 30/07/2008

## 28/07- SEGUNDA-FEIRA

8:40 – 8:45	<b>Abertura.</b> Chou Sin Chan, INPE
	<b>Características observacionais associadas a eventos extremos na Serra do Mar</b>
8:45-9:05	Climatologia das chuvas fortes no Sudeste do Brasil com ênfase na região da Serra do Mar. Teixeira, M.; Lima, K.; Prakki Satyamurty , INPE
9:05-9:20	<i>Dois casos de chuva extrema na faixa litorânea do Estado de São Paulo.</i> Sousa Jr. S. B.; P. Satyamurty
9:20-9:35	<i>Diferenças do escoamento da escala sinótica entre um episódio chuvoso e outro não chuvoso no leste de São Paulo.</i> P. Satyamurty; Sousa Jr., S. B.; outros.
9:35-9:55	<i>Critérios para a definição de eventos extremos – estudo de caso para o litoral central paulista</i> Lucí Hidalgo, Ricardo Araki, UNICAMP
9:55-10:15	<i>Caso de chuva intensa durante o inverno</i> Marcelo Seluchi, INPE
10:15- 10:30	<i>Exemplos de eventos Meteorológicos na região da Serra do Mar</i> Nuri Calbete, INPE
10:30 – 10:50	<b>Coffee-break</b>
10:50- 11:05	<i>Caso de chuva intensa na região em torno de Itanhaém</i> Michelyne Duarte, INPE
	<b>Modelagem atmosférica em alta resolução de eventos extremos na Serra do Mar 1</b>
11:05-11:25	<i>Experimentos de sensibilidade do MCGA do CPTEC para casos de chuvas intensas</i> Iracema Cavalcanti, INPE
11:25-11:40	<i>Estudo de caso de chuvas intensas na porção norte da Serra do Mar</i> Claudine Dereczynski, UFRJ
11:40-11:55	<i>Previsão de um caso de ZCAS utilizando técnica de agrupamento</i> Jessica G Mota, Claudine Dereczynski, UFRJ
11:55-12:10	<i>Avaliação das previsões do Modelo Eta-5km para a Serra do Mar</i> J. R. Rozante, INPE
12:10-12:25	<i>Testes de sensibilidade da umidade do solo em eventos de chuvas intensas</i> J. R. Rozante, INPE
12:25- 12:40	<i>Mudanças Climáticas na região da Mata Atlântica: uma proposta de estudo</i> Viviane Algarve, INPE

12:40 – 14:00	<b>Almoço</b>
	<b>Modelagem atmosférica em alta resolução de eventos extremos na Serra do Mar 2</b>
14:00-14:20	<i>Testes com novo mapa de solo e umidade do solo inicial</i> Moyra Doyle, Javier Tomasella, INPE
14:20-14:35	<i>Ajuste do esquema Kain-Fritsch e partição da precipitação implícita e explícita do Modelo Eta</i> Jorge Gomes, INPE
14:35-14:50	<i>Previsões do Eta-5km com Kain-Fritsch modificado</i> Chou Sin Chan, Jorge Gomes, Paulo Bastos, Josiane Bustamante
14:50-15:10	<i>Previsão por ensemble. Perturbações na condição inicial e na física do Modelo Eta</i> Josiane Bustamante, INPE
15:10-15:30	<i>Avaliação das Previsões do Modelo Eta-5 km utilizando os dados das PCDs do Projeto Serra do Mar.</i> Claudine Dereczynski, Marcos Pisto, UFRJ
15:30- 15:50	<b>Coffee-break</b>
	<b>Estações Meteorológicas e Hidrológicas automáticas</b>
15:50-16:10	<i>Atividades da Subcomissão Especial para Restauração da Serra do Mar em parceria com o Projeto Serra do Mar</i> Ana Lúcia Segamarchi, Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo
16:10-16:30	<i>Sistema de dados observacionais do IAC no Estado de São Paulo</i> Orivaldo Brunini, IAC
16:30-16:50	Status das estações agrometeorológicas e hidrológicas do Projeto <i>Javier Tomasella, INPE</i>
16:50-17:10	Transmissão por celular para a Serra do Mar <i>Flavio Magina, INPE</i>

	<b><i>Acoplamento do Modelo Eta a um modelo hidrológico</i></b>
9:00-9:30	<i>Caracterização hidrosanitária do rio Claro-manancial abastecedor de Caraguatatuba e São Sebastião-SP e status das atividades</i> Íria Vendrame, ITA
	<b><i>Detecção remota dos sistemas convectivos e estimativas de precipitação</i></b>
9:30-9:50	<i>Sistema de Observação de Tempo Severo – SOS</i> Luiz Augusto Machado, Carlos Frederico Angelis INPE
9:50-10:10	<i>Sistema de Previsão Imediata da Precipitação: o Hydrotrack</i> Alan Calheiros, INPE
10:10-10:25	<i>Estudos de casos da precipitação avaliada por pluviômetros, radares e satélites</i> Izabelly, INPE
10:25-10:40	<i>Validação operacional de algoritmos estimadores de chuva</i> Thiago, INPE
10:40 – 11:00	<b>Coffee-break</b>
	<b><i>Produtos em apoio ao Sistema de Informações Georreferenciadas</i></b>
11:00-11:15	<i>Compartimentação geomorfológica como subsídio ao Zoneamento Geoambiental da Região Metropolitana da Baixada Santista-SP</i> Marcelo da Silva Gigliotti, Regina Oliveira, UNICAMP
11:15-11:30	<i>Caracterização Física do Município de Santos com vistas ao Planejamento Territorial</i> Pedro Henrique de Melo Bacci, Rene Lupiani Dias, Regina Oliveira, UNICAMP
11:30-11:45	<i>Zoneamento Ambiental e Funcional do Município de São Vicente-SP</i> Raul Reis Amorim, Regina Oliveira, UNICAMP
11:45-12:00	<i>Zoneamento Ecológico econômico no Município de Guarujá-SP: caracterização preliminar do meio físico</i> Fernando Marques Baroni Regina Oliveira, UNICAMP
12:00-12:15	<i>Mantos de alteração em escarpa de alta declividade em Ubatuba: susceptibilidade a escorregamentos de massa.</i> Carolina Verbicaro Perdomo, Francisco Ladeira, UNICAMP
12:15-12:30	<i>Última Ingressão Marinha nas praias de Itaguá e Ipeirog e sua relação com os depósitos gravitacionais - Ubatuba</i> Estéfano Seneme Gobbi, Francisco Ladeira, UNICAMP
12:30 – 14:00	<b>Almoço</b>
14:00-14:20	<i>Procedimentos para cálculo de volume de mantos intempéricos sujeitos a escorregamento de massa - o caso da Bacia do Rio Tavares, Ubatuba</i> Géssika Pollon Puerta Sabio e Francisco Sergio Bernardes Ladeira.
	<b><i>Desenvolvimento de um Sistema Semi-Automático de Previsões e Informações Hidrometeorológicas em Apoio ao Gerenciamento de Riscos de Deslizamentos na Serra do Mar</i></b>

14:20- 14:35	<i>Experiência da Defesa Civil de Campinas em desastres deflagrados por chuvas intensas</i> Sidney Furtado, DC de Campinas
14:35-14:55	<i>SISMADEN – Sistema de Monitoramento e Alerta de Desastres Naturais</i> Eymar Lopes, Laércio Namikawa, Carlos Nobre, INPE
14:55-15:15	<i>Simulação do evento de deslizamento de 1994 utilizando o SISMADEN</i> Alessandra Corsi, Agostinho Ogura, Marcelo Gramani, IPT
15:15-15:25	<i>Análise Comparativa no período de 2008-2009 da operação do Plano de Contingência de Defesa Civil para escorregamentos entre o modelo atual e o SISMADEN na Baixada Santista.</i> Nabio Alameddine, Agostinho Ogura IPT
15:25-15:40	
15:40- 16:00	<b>Coffee-break</b>
16:00 – 17:30	Discussão – Grupos de Trabalho - Revisão das próximas etapas do projeto,



**30/07 – QUARTA-FEIRA**

8:30 – 10:30 Apresentação dos Grupos de trabalho  
 10:40 – 11:00 **Coffee-break**  
 11:00 – 12:30 Apresentação dos Grupos de trabalho  
**Almoço**