



## Resumo do Projeto

O processo físico no interior das nuvens é um dos componentes mais desconhecidos do sistema climático. A descrição desses processos através de parâmetros meteorológicos convencionais ainda precisa ser bastante aprofundada de forma que modelos de previsão de tempo e clima consigam descrever, com precisão, o tipo e as características dos hidrometeoros, os perfis de liberação de calor latente, o balanço radiativo, o entranhamento de ar na nuvem e as correntes ascendentes e descendentes. Os modelos numéricos estão se aprimorando e rodando em resoluções espaciais nas quais esses processos precisam ser explicitamente descritos. Por exemplo, a análise dos efeitos do aquecimento global em uma dada região necessita de simulações descrevendo todos esses processos. Outra aplicação importante que necessita conhecer os processos das nuvens é a estimativa de precipitação por satélite. O programa espacial brasileiro tem planejado o lançamento em 2015 de um satélite para inferência da precipitação - esse satélite fará parte da constelação do GPM (Global Precipitation Measurement). Nuvens quentes, responsáveis por grande parte da precipitação nos trópicos, principalmente nas regiões costeiras, são pouco estudadas e não são consideradas nas estimativas de precipitação por satélite. Este Projeto realizará experimentos de campo em sete sítios com diferentes padrões climáticos, para estudar os regimes de precipitação no Brasil. Esses experimentos utilizarão radar polarimétrico, lidar, radiômetro de microonda, disdrômetros, radiosondas e vários outros instrumentos. As análises serão realizadas considerando as características microfísicas e a evolução com o ciclo de vida, os modelos de estimativa de precipitação, o desenvolvimento da tempestade e a formação de descargas elétricas, os processos na camada limite e a modelagem da microfísica. Este projeto tem o objetivo de reduzir as incertezas na estimativa da precipitação e progredir no conhecimento dos processos das nuvens, principalmente das nuvens quentes. A pesquisa a ser realizada abrangerá estudos de clima e os processos físicos por meio de observações convencionais e especiais para criar um banco de dados descrevendo os processos de nuvens dos principais sistemas de precipitação no Brasil. O Projeto pretende criar e explorar essa base de dados para melhorar a estimativa de precipitação por satélites e validar e estudar as parametrizações da microfísica das nuvens.



## Conteúdo

<b>1)</b> O Projeto CHUVA no ano 2011-2012	<b>4</b>
<b>1.1)</b> Descrição das Atividades	<b>4</b>
<b>1.2)</b> Descrição e avaliação dos apoios Institucionais	<b>6</b>
<b>2)</b> Discussão sobre as atividades 2012-2014.	<b>7</b>
<b>3)</b> Descrição dos trabalhos e perspectivas dos Working Grupos	<b>7</b>
<b>4)</b> Trabalhos apresentados, publicados ou em preparação e lista de alunos envolvidos com o Projeto.	<b>31</b>
<b>5)</b> Descrição da aplicação dos recursos de Reserva Técnica e Benefícios Complementares	<b>38</b>
<b>6)</b> Solicitação e Justificativa de Aditivos, Mudanças no calendário e dos locais dos experimentos	<b>39</b>
<b>8)</b> Relatório Bolsa TT	<b>44</b>

### ANEXOS:

- ANEXO 1 Descrição do Experimento CHUVA Vale do Paraíba.
- ANEXO 2 Relatório da visita do Dr. Earle Williams.
- ANEXO 3 Avaliação e descrição dos cursos do Projeto CHUVA.
- ANEXO 4 Abstracts apresentados no I Workshop Científico do Projeto Chuva
- ANEXO 5 O Sistema SOS Vale do Paraíba
- ANEXO 6 Reunião preparatória do experimento CHUVA SUL
- ANEXO 7 ACONVEX - Aerosols, Clouds, cONvectionEXperiment In theAmazon
- ANEXO 8 Ground Based Microwave Radiometric Sensing of Rain Structure
- ANEXO 9 Internship report : precipitation study of Vale de Paraíba
- ANEXO 10 Pós Doc Fapesp - Recuperação de variáveis atmosféricas utilizando técnicas de radiometria microondas baseadas em solo
- ANEXO 11 Validation and Improvements of BRAIN precipitation satellite estimator using CHUVA field campaign dataset and passive microwave radiometer data in the Megha-Tropiques Satellite context.
- ANEXO 12 GoAmazon 2014 - Experimental Design Overview (EDO)
- ANEXO 13 Eventos Seleccionados para Modelagem em alta resolução
- ANEXO 14 . Daily Rainfall Analysis over the Brazilian Amazon: Variographic Approach and Variability Index
- ANEXO 15 Deep convective system's inner cloud top dynamics detection by thermal infrared satellite measurements combinations.
- ANEXO 16 Combining Cloud Resolving Model with Satellite for Cloud Process Model Simulation Validation
- ANEXO 17 Cloud Reflectivity Profile Classification Using IR Multichannels.
- ANEXO 18 Observations of tropical rain with a polarimetric X-band radar: first results from the CHUVA campaign
- ANEXO 19 Relatório de Benefícios Complementares.
- ANEXO 20 Extension of the existing contract between Instituto Nacional de Pesquisas and Selex Systems Integration GmbH for the lease of a METEOR 50DX mobile weather radar system



## 1) O Projeto CHUVA no ano 2011-2012.

### 1.1) Descrição das Atividades

O Projeto prevê a realização de 7 campanhas em diferentes regiões do país que permitirão definir as características microfísicas dos principais regimes de precipitação do país e conseqüentemente melhorar a estimativa de precipitação por satélite e radar, a modelagem em alta resolução espacial e aprimorar o entendimento dos processos físicos envolvidos na formação e no ciclo de vida das e nuvem e da precipitação. Dessas 7 campanhas, 4 já foram realizadas. Após Alcântara/MA, Fortaleza/CE, Belém/PA e Vale do Paraíba/SP, o projeto se prepara para a quinta campanha, a campanha de Santa Maria que será chamada de CHUVA-SUL. Após essa campanha que ocorrerá entre Novembro e Dezembro 2012, o projeto realizará as duas últimas campanhas em Brasília e Manaus no ano de 2014 nos meses de Janeiro e Fevereiro-Março respectivamente.

Após Agosto de 2011, o projeto retornou com toda a instrumentação ao CPTEC, em Cachoeira Paulista, realizou uma série de testes e ajustes nos equipamentos e iniciou a preparação para a campanha no Vale do Paraíba. Essa campanha foi realizada em parceria internacional com a NOAA, EUMETSAT e diversas empresas fabricantes de sensores de descargas elétricas. O Objetivo principal da NOAA e EUMETSAT foi a coleta de dados para o desenvolvimento de algoritmos de monitoramento e previsão imediata de descargas elétricas. Como foram instaladas diversas redes de medidas, de diferentes fabricantes, aproveitou-se para fazer uma intercomparação entre as diferentes medidas de descargas elétricas. O grande interesse na NOAA/EUMETSAT foi na infraestrutura de medidas do CHUVA, principalmente a operação do radar Banda X. Do ponto de vista do CHUVA, o grande interesse foi na descrição dos campos elétricos e das descargas, com um detalhamento nunca antes realizado, que permitirá estudar as tempestades com um enorme detalhamento e agregar um grande conjunto de pesquisadores internacionais ao projeto. O próximo Workshop do CHUVA, em maio de 2013, está previsto ser internacional e dedicado a componente de descargas elétricas. Uma descrição do experimento CHUVA - Vale do Paraíba se encontra no **ANEXO I**. O Experimento CHUVA - Vale do Paraíba foi realizado de 1 de Novembro 2011 a 31 de Março de 2012. Neste período houveram medidas intensivas até 4 de Janeiro de 2012. Após esse período o experimento coletou dados com o radar e com o sítio principal de medidas, todas as outras medições foram desativadas. Esse esforço em ampliar o período do experimento, permitiu gerar um conjunto de dados de 4 meses, cobrindo todo o período chuvoso na região, e criando uma base de dados única entre as medidas do CHUVA e a rede de descargas elétricas. Nessa campanha tivemos a participação de diversos pesquisadores de outros Estados, países ou Instituições, gostaria de destacar a participação do Dr. Earle Williams do MIT que passou todo o mês de novembro de 2011 no experimento. o Dr. William é um dos maiores especialistas em descargas elétricas e contribuiu com o aprimoramento da coleta de dados e com uma forte interação com pesquisadores e fundamentalmente com estudantes. Além destas interações, diversos seminários e aulas foram ministradas pelo Dr. William para os participantes do experimento. O **Anexo II** apresenta o relatório final de sua participação no experimento, na qual foi apoiada por uma bolsa da FAPESP. Outro participante do experimento, no mês de dezembro, foi o Dr. Steve Goodman, coordenador científico do satélite GOES-R da NOAA. O Dr. Goodman passou 10 dias no CHUVA, interagindo com os pesquisadores, estudantes e apresentado palestras. O Dr. Goodman foi o pesquisador que coordenou a participação de todas as companhias fabricantes de equipamentos para medir descargas elétricas. Finalmente, o experimento realizou, conforme tradicionalmente realiza, um curso na Universidade Federal do Rio de Janeiro sobre o CHUVA. O curso Sensoriamento Remoto e Modelagem dos processos de formação da precipitação – O



PROJETO CHUVA - Experimento CHUVA- GLM(Geostationary Lightning Mapper) -Vale do Paraíba foi realizado no Instituto de Geociências da UFRJ nos dias 24 a 31 de Outubro de 2011. O **ANEXO III** apresenta uma descrição de todos os cursos do projeto CHUVA e avaliação dos mesmos.

Após a campanha os equipamentos foram novamente levados para Cachoeira Paulista e estão agora sendo preparados para a campanha no Sul do Brasil. Nesse período foram realizadas diversas atividades de pesquisa e processamento dos dados, e o Primeiro Workshop Científico do CHUVA. O Workshop teve 56 abstract submetidos que foram distribuídos em 4 grupos temáticos: Modelagem numérica, Microfísica das Nuvens, Eletricidade atmosférica, Estimativa de precipitação, Camada limite planetária, estudos de casos em mesoescala e previsão imediata. (As apresentações e os abstract podem ser acessados na página - <http://chuvaproject.cptec.inpe.br/chuvainscricao/workshop/br/curso.html#/programacao.html>) ou no Anexo IV. O grande número de trabalhos apresentados surpreendeu pela alcance do projeto e pelo interesse despertado. Um conjunto razoável de trabalhos submetidos com perspectivas muito interessantes, mostram um grande potencial do projeto em desenvolver a componente científica proposta no Projeto de pesquisa. Nota-se que a fase dos estudos ainda é preliminar em função da intensa atividade na realização das campanhas e na preparação da base de dados. Contudo, a medida que os dados estão sendo utilizados a interação entre os engenheiros encarregados da base de dados e os pesquisadores permite colocar a base de dados na forma mais apropriada e com a descrição necessária (metadado) para a elaboração dos estudos científicos. Uma descrição dos avanços científicos são descritas na sessão IV. O **Anexo IV** apresenta a compilação de todos os abstracts apresentados.

O projeto CHUVA tem despertado o interesse da mídia, o ponto de maior importância é a parte relativa ao projeto piloto de nowcasting que o CHUVA proporciona a comunidade local na qual o experimento está ocorrendo. No caso do CHUVA Vale do Paraíba, uma parceria com as Defesas Civil de São José dos Campos e Jacareí proporcionaram um ótima experiência de uso dos recursos de nowcasting, proporcionados pelo radar e pelos algoritmos que foram desenvolvidos, com a operação da Defesa Civil. O **ANEXO V** apresenta as cartas das Defesa Civil e uma apresentação do sistema SOS e do número de acessos. Houveram diversas reportagens em jornais, rádio e Televisão sobre o projeto, a Jornalista do Globo e escritora Ana Lúcia Azevedo dedica 5 páginas (108 a112) do livro Novos Tempos (Editora Zahar) descrevendo o projeto CHUVA.

O próximo experimento, o CHUVA SUL, será realizado nos meses de Novembro e Dezembro de 2012 e a parte principal do experimento será realizada na Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). Nos dias 15 e 16 de março de 2012, foi realizado a reunião preparatória do experimento na UFSM com a participação de vários pesquisadores e alunos do Rio Grande do Sul. O **ANEXO VI** apresenta a agenda da reunião, a lista de participantes e o sumário da principais conclusões. No período da reunião foram visitados os locais de medidas, feitos contatos com diversos órgãos e selecionados o principais sítios de medidas. O Anexo VI apresenta uma descrição dos locais e da estratégia de medidas. Nesse experimento teremos a participação de pesquisadores especialistas na área tais como os Doutores Steve Nesbitt and Daniel Cecil, ambos atuantes no GPM, das Universidades de Illinois e Alabamba, respectivamente, alunos da Universidade de UTAH, do Dr. Zipser e financiados pela NASA, o Dr. Jean-Pierre Charboreau do CNRS/França e um grande número de alunos e pesquisadores da Universidade de Buenos Aires, liderados pela Dra. Paola Salio, além de professores e alunos das Universidades Federais do Sul do país, com ênfase na UFPEL.



Além da participação efetiva nos experimentos de campos do CHUVA, o Projeto colaborou com outros experimentos, por exemplo o ACONVEX - Aerosols, Clouds, cONvectionEXperiment In the Amazon (**ANEXO VII**), com um grupo do Centre for Research and Training in Microwave and Millimeter wave na Índia (**ANEXO VIII**), com a França (**ANEXO IX**) e um Pós Doutorado no CEMADEN (**ANEXO X**) entre outras colaborações. .

Finalmente, tratando das perspectivas a longo prazo, esperamos da parte científica um crescimento de trabalhos publicados utilizando os dados do Projeto, pois os dados estão sendo compilados em níveis de processamento superior, isto é, com maior qualidade e já incluída diversas variáveis (nível II) tais como no caso do radar: classificação de hidrometeoros, estimativa de precipitação, ciclo de vida das células de chuva, ou das radiossondas como os parâmetros termodinâmicos e dinâmicos. Há um considerável esforço no pré processamento dos dados que consome grande parte do pessoal alocado ao projeto. Contudo, 2013 será um ano sem experimentos, quando a maior parte dos dados já estarão compiladas, permitindo o investimento da maior parte do tempo na análise dos dados. Do ponto de vista de experimentos, 2014, ano de fechamento do projeto chuva, esperamos realizar em cooperação com o GoAmazon uma grande campanha científica, por 4 meses, e com a complementação de equipamentos do ARM (Atmospheric Radiation Measurement - Aerial Facility, Mobile Aerosol Observing System, Mobile Facility). Esse experimento permitirá obter dados inéditos e esclarecer uma série de dúvidas que somente poderão ser respondidas com o uso de aeronaves laboratórios e que estarão presentes na campanha de 2014.

## **1.2) Descrição e avaliação do apoio institucional**

O INPE como Instituição sede, bem como a USP e o DCTA apoiaram de forma efetiva a preparação e a realização da campanha neste último ano. Esse apoio se concretizou através do uso da infra estrutura dos Laboratórios, principalmente o LIM (Laboratório de Instrumentação Meteorológica do INPE), do uso dos meios de transportes, do apoio financeiro a campanha de São José dos Campos - Vale do Paraíba, mas fundamentalmente pelos recursos humanos que participaram de todas as etapas do projeto. Essa participação específica não se restringe as Instituições citadas acima, pois tivemos uma participação ativa da UFRJ e da UNIVAP e das diversas Instituições que colocaram a disposição pesquisadores para participar das campanhas ou das análises e processamento dos dados.

Neste segundo ano de Projeto agradecemos a todos os pesquisadores que dedicaram horas de trabalho ao Projeto, seja no campo ou em seus escritórios. Em particular agradecemos o apoio administrativo da Sra. Adna Sabará que cuidou da parte administrativa dos experimentos, a participação ativa dos engenheiros e técnicos Jorge Nogueira, Jorge Mello e Jorge Marton pela dedicação na preparação, montagem, coleta de dados e desmontagem dos experimentos. Ao Paulo Arlino que operou a radiossondagem em Cachoeira e que infelizmente quebrou o braço durante as operações. Ao pessoal do IAE que manteve a operação da radiossonda em São José por dois meses. Ao César Melo, engenheiro do radar que acompanhou toda a movimentação instalação e montagem do radar. Ao Mário Figueiredo e equipe pela preparação e manutenção da página Web permitindo o acompanhamento em tempo real do experimento e a preparação da base de dados. Ao Thiago Biscaro, Jójhy Sakuragi, Enrique Mattos e Izabelly Carvalho pela análise em tempo real dos dados do experimento. Ao pessoal da UNIVAP, na pessoa do Dr. Luiz Antonio Gargione, Diretor do Parque Tecnológico da UNIVAP, que cedeu o local para colocação do radar e a sala de operação do experimento, ao pessoal do IEAV, no nome do Diretor Cel. Marco Antonio Sala Minucci, que cedeu o espaço para a colocação e operação do container de medidas. Aproveitamos também para agradecer, o IAC que cedeu o local para radiossondagens em Ubatuba e a CESP que cedeu o espaço em Paraibuna para a



instalação de instrumentos. Este projeto contribui com o INCT para mudanças climáticas no subprojeto - Cenários Climáticos Futuros e Redução de Incertezas.

## **2) Discussão sobre as atividades 2012-2014.**

O Projeto tem duas grandes atividades nos próximos dois anos, o experimento do CHUVA SUL em 2012 e o experimento CHUVA-GoAMazon em 2014. Além dos experimentos o projeto organizara o Primeiro Workshop Científico do Projeto CHUVA em maio de 2013. neste Workshop espera-se ter a presença de uma considerável audiência internacional dos grupos do GPM (NASA e Universidades associadas), da NOAA e EUMETSAT e Universidades associadas aos estudos das descargas atmosféricas e da Argentina e França associado ao experimento CHUVA-SUL e ao satélite Megha Tropique. O Primeiro Workshop Científico do CHUVA, realizado em Maio de 2012 contou com a participação de mais de 50 pesquisadores e alunos brasileiros, para esse experimento esperamos um número bastante superior, haja visto a participação Internacional e em específico ao interesse pela parte de descargas elétricas que discutirá a intercomparação de instrumentos e a atividade elétrica das nuvens de tempestades. Outra atividade prevista no Projeto em 2012, no segundo semestre, é a visita, por 6 meses, do pesquisador Dr. Viltard, responsável pela componente de estimativa de chuva por satélite do satélite Franco-Indiano o Megha Tropique e do desenvolvimento do software BRAIN (Bayesian Rain retrieval Algorithm Including Neural), essa visita permitirá intensificar a componente do WG2 que visa desenvolver um modelo de estimativa adaptado as condições tropicais. o **ANEXO XI** descreve o plano de trabalho desta visita.

Com relação aos experimentos, o CHUVA-SUL está sendo preparado desde o início do ano e terá a participação de pesquisadores renomados no estudo de complexos convectivo de mesoescala tais conforme citado anteriormente. Para a realização deste experimento foi necessário estabelecer uma parceria com a Força Aérea, pois estaremos utilizando o sistema de radiosondagem da Base Aérea de Santa Maria, uma unidade de comunicação para a instalação do radar Banda X, e os dois radares Banda S operados pelo CINDACTA. Uma atividade inédita que pretendemos estabelecer neste experimento será a previsão por conjuntos com modelos de alta resolução espacial e temporal que rodam com microfísica explícita. Modelos nessa resolução não são operacionais, mas para o experimento, rodarão diversos modelos, entre eles espera-se ter os modelos BRAMS, ETA e WRF. Está sendo discutida a preparação da análise dos conjuntos e o uso na rotina do experimento. O **ANEXO VI** descreve os locais e atividades previstas para o experimento, entre elas destacamos o curso que será ministrado para alunos da UFSM e UFPEL, provavelmente em dois módulos, um em cada Universidade.

Com relação ao ano 2014, o experimento GoAmazon 2014 será a grande atividade não somente do CHUVA, mas de toda a comunidade que estuda a interação nuvens - aerossol na região Amazônica. Um grande projeto (**ANEXO XII**) foi submetido a NSF para análise, contudo essa componente não teve aprovação, embora a proposta foi reconhecida ser meritória. Esperamos nesses próximos meses avaliar uma forma de realizar, pelo menos parte desta componente extra, do GoAmazon 2014.

## **3) Descrição dos trabalhos e perspectivas dos Working Grupos**

Uma descrição detalhada do experimento do Vale do Paraíba e a apresentação de resultados preliminares são descritos no **ANEXO I**. A seguir apresentamos mais alguns resultados preliminares de cada Working Group e uma discussão sobre as perspectivas científicas.



### 3.1) WORKING GROUP – 1: CHARACTERISTICS OF THE PRECIPITATING SYSTEMS AS FUNCTION OF THE REGION AND LIFE STAGE. Responsável: Luiz Augusto Toledo Machado.

O Working Group I está trabalhando em diversas componentes que envolvem o ciclo de vida e as características regionais das propriedades microfísicas das nuvens e os processos dinâmicos e termodinâmicos das nuvens. Portanto, ele é extremamente transversal com todos os outros Working Groups. Os assuntos em específico que estão sendo estudados estão relacionados com: a) a interação aerossol-precipitação do ponto de vista da mudança no regime de precipitação e no tamanho e tempo de vida das células de chuva; b) a características físicas das nuvens e suas diferenças regionais, d) os processos de determinação das propriedades microfísicas com uso de modelos de numéricos de previsão de tempo com microfísica explícita e imagens de satélite; e) as propriedades das nuvens associado as descargas elétricas e ciclo de vida e; f) o estudo de casos de eventos severos.

A seguir apresentamos uma breve descrição destes estudos. Alguns destes já foram submetidos a revistas internacionais, outros estão em preparação ou fase final e outros ainda na fase de análise.

Um estudo que foi concluído (Gonçalves e Machado), com o objetivo de preparar a metodologia para o experimento em Manaus e começar a conhecer as propriedades físicas das nuvens relativo a interação com aerossóis teve o seguinte objetivo: Determinar relações estatísticas entre a duração e intensidade de sistemas precipitantes com a concentração de aerossóis do tipo *black carbon*. Este estudo apresentou resultados muito interessantes e mostram que este efeito é predominantemente no sentido de reduzir a atividade convectiva, o tamanho das células de chuva, a área precipitante e a intensidade da convecção. Contudo, em condições com mais de 1200 ng/m<sup>3</sup> de black carbon, em dias na qual a atmosfera é instável e para sistema de grande tamanho a tendência é de aumento considerável da convecção e da quantidade de gelo na tempestade. A Figura 3.1.1 apresenta um exemplo deste resultado.

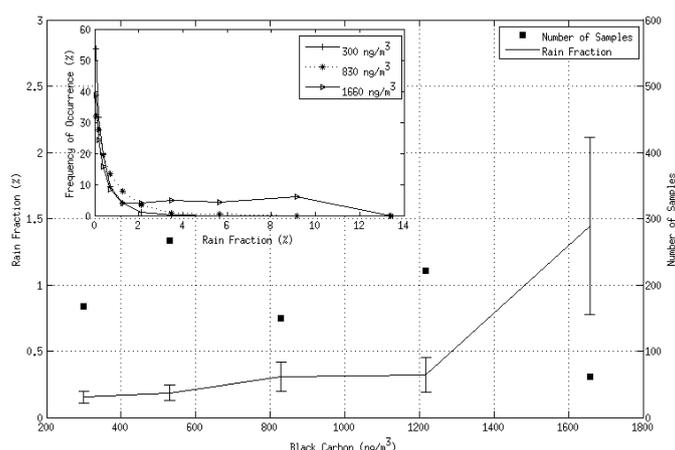


Figure 3.1.1 – Mean, standard deviation and number of samples of Rain Fraction for each black carbon bin (outer panel); Rain Fraction distributions for three black carbon bins (inner panel). Unstable atmosphere was considered.

Outro estudo sendo realizado (Cecchini e Machado) cobrindo essa complexa relação entre os aerossóis e as nuvens tem o objetivo de avaliar a relação e sua significância entre as concentrações de particulado atmosférico e as nuvens, tais como a estrutura vertical e a distribuição de tamanho das gotas de chuva e a quantidade total de precipitação. Este



estudo está utilizando um contador de CCN e de particulados total (do IFUSP - Prof. Artaxo) conjuntamente com o radar de apontamento vertical, disdrômetros e o radar Banda X. Um resultado preliminar é apresentado na Figura 3.3.2 que mostra diferenças no espectro de gotas entre os casos poluídos (10%) e não poluídos (10% mais limpos), sendo que os mais poluídos apresentam diâmetros menores que os mais limpos. Contudo, ao se separar essas análises para diferentes intensidades de precipitação, nota-se que o resultado se inverte para os casos de forte intensidade de precipitação. Esse resultado parece estar em acordo com o descrito anteriormente na Amazônia, embora ainda seja preliminar e muitas outras análises são necessárias.

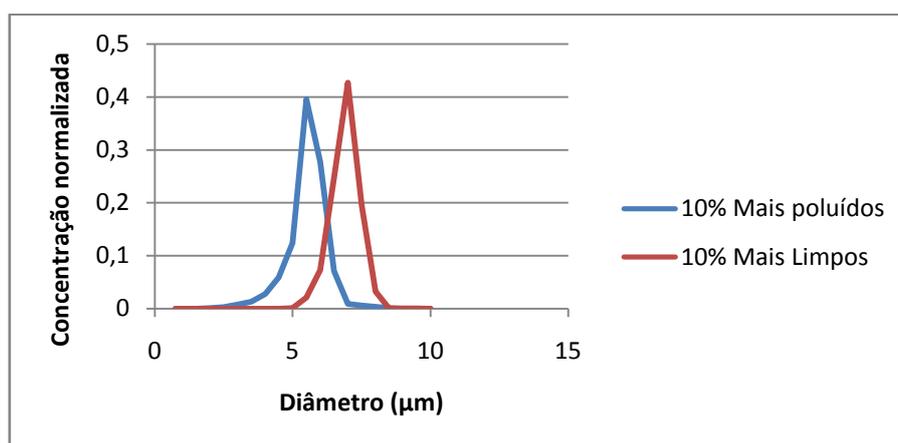


Figura 3.1.21: Distribuições normalizadas de CCN para os casos mais poluídos e mais limpos.

Do ponto de vista das características regionais, o trabalho está bem avançado (Alan Calheiros e Machado). O uso combinado do MRR, MP3000, disdrômetros e o radar Banda X permitem avaliar o conteúdo de água líquida das nuvens sem chuva e das nuvens com chuvas. A Figura 3.1.3 apresenta os histogramas de frequência relativa do  $ILW_c$  (conteúdo integrado de água líquida das nuvens sem precipitação) para todos os períodos do CHUVA. As distribuições de Fortaleza/CE (linha sólida) mostram que a maior frequência de  $ILW_c$  ficou entre valores até 0,4 mm, além disso, nota-se uma segunda faixa de valores que variam de 0,4 a 0,7 mm. O  $ILW_c$  acima de 0,7 mm apresenta uma ampla variação, mas com uma baixa amostragem. O  $ILW_c$  médio para Fortaleza foi de 0,36 mm com um desvio-padrão de 0,62mm. Em Belém/PA (linha com tracejado e três pontos) mostra valores superiores àqueles observados em Fortaleza, a média foi de 0,9 mm com um desvio-padrão de 2,9 mm. Apesar da sua maior frequência se situar em valores menores que 0,4 mm, uma variação maior é observada para  $ILW_c$  superiores a este. Em Alcântara/MA (linha tracejada) os valores de  $ILW_c$  mostraram uma menor concentração da distribuição em valores inferiores à 0,5mm, além disso, as estimativas superiores a 0,6 mm apresentaram frequências que chegam a aproximadamente 10% para alguns  $ILW_c$ . Assim, Alcântara apresentou um valor médio da ordem de 1,11 mm e um desvio de 1,75 mm. Na região Sudeste do Brasil, representada aqui pelo experimento do Vale do Paraíba/SP (linha tracejada pontilhada), fica evidente que as estimativas de  $ILW_c$  tiveram uma maior concentração dos valores próximos a 0,1 mm, onde a frequência alcançou 50% da distribuição. Em seguida um rápido declínio foi observado até 1 mm. De modo que o média da distribuição foi de 0,18 mm com um desvio de 0,21 mm.

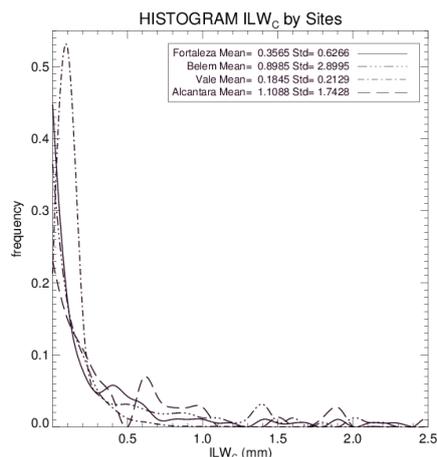


Figura 3.1.3. Histograma de frequência relativa do conteúdo de água líquida de nuvens ( $ILW_C$ , mm) para todos os sítios durante a campanha CHUVA.

A Figura 3.1.4 mostra os histogramas de frequência de  $ILW_R$  (conteúdo integrado de água líquida de nuvens com chuva) pelo MRR e pelo XPOL, para diferentes tipos de nuvens precipitantes. Uma análise preliminar mostrou que as nuvens convectivas apresentam maior conteúdo de água líquida, com uma média de 1,22 mm e um desvio-padrão de 0,58 mm. Seguido pelas nuvens quente, cuja média mais o desvio-padrão foi de 1,4 mm. Aqueles que apresentaram menor  $ILW_R$  foram as nuvens estratiformes, com uma média de 0,36 e um desvio-padrão de 0,27 mm. O mesmo foi observado para as estimativas do XPOL, no entanto valores de  $ILW_R$  superiores foram atribuídos aos sistemas. A menor diferença encontrada está associada aos sistemas estratiformes. A proximidade dos valores de instrumentos diferentes, localizados em regiões diferentes e co-localizados na medida, mostra um acordo bastante razoável.

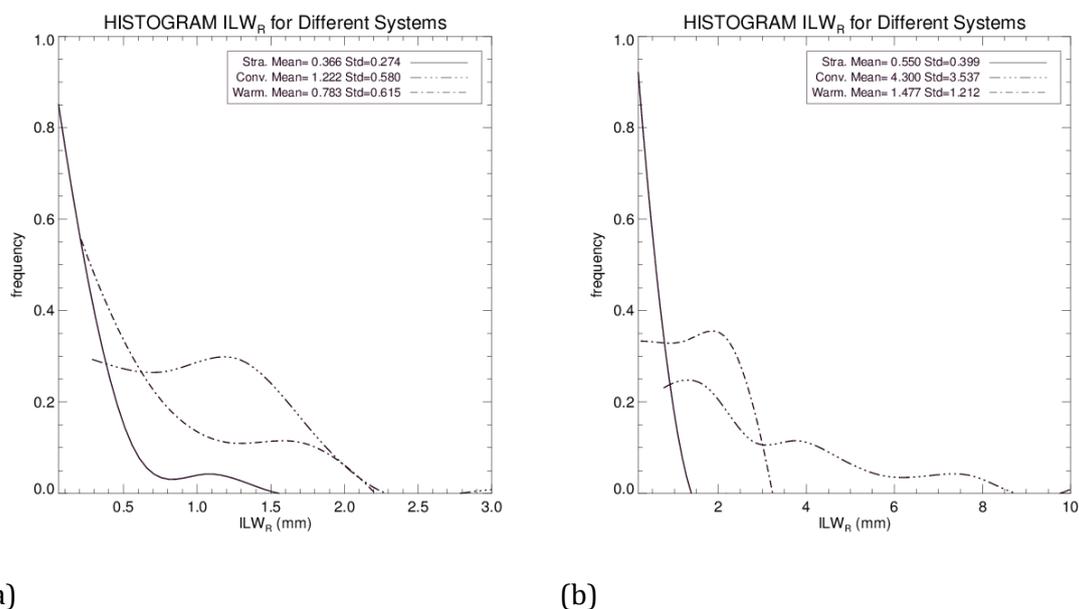


Figura 3.3.4. Histograma de frequência de conteúdo de água líquida integrada de precipitação ( $ILW_R$ , mm) para diferentes tipos de sistemas.

Outra análise que deve ser realizada neste Working Group é com relação a classificação de hidrometeoros e sua variação com o ciclo de vida. O radar banda X polarimétrico fornece uma grande gama de informações sobre os alvos, principalmente dos hidrometeoros quanto

a: forma, tamanho, tipo, estado e densidade. A precisão dessas informações depende da qualidade do equipamento, material do radôme e de um perfeito funcionamento do receptor dessas ondas. Na prática, esse conjunto dados com qualidade é difícil de obter sendo necessário empregar parâmetros de controle para corrigir eventuais distorções das informações. Um dos parâmetros que necessitam de ajustes e precisam ser determinados é o viés do ZDR, diferencial de refletividade, que é a diferença entre o eco da onda polarizada na horizontal e da vertical. Portanto, antes de aplicar as classificações é necessário avaliar a qualidade dos parâmetros de polarização. A metodologia para essa correção (Jojhy Sakuragi) consiste na elaboração de uma estratégia de varredura azimutal com elevação de 90° e para uma chuva fraca, podendo-se calcular o viés médio do ZDR e avaliar se será necessário ou não aplicar essa correção, antes de aplicar o classificador de hidrometeoros. Se o radar estiver bem calibrado, esse valor deve ser em torno de zero (0 a  $\pm 0.1$ ). Estabelecido o viés, esse valor é corrigido nos dados de ZDR e, em seguida, calculado a classificação de hidrometeoros. A metodologia aplicada determinou um viés de -0.58 e que foi modificado a medida que houveram mudanças como a troca do radôme ou do receptor GDRX. A Figura 3.1.5 mostra os três regimes de ZDR que precisam ser corrigidos nos dados originais. Essa correção está disponível para aplicação nos dados nível II.

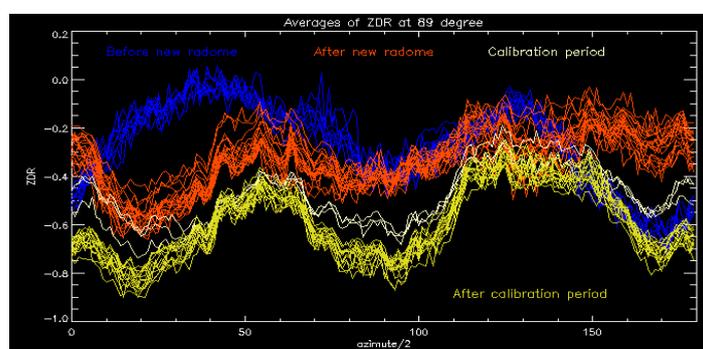


Figura 3.1.5 - Variação do ZDR, no apontamento vertical, para casos de chuva fraca, para os três períodos.

Com os ajustes do radar as propriedades microfísicas poderão ser calculadas de forma mais precisa, mas outra possibilidade em se obter informações microfísicas é através da combinação de modelagem de mesoescala em alta resolução com satélites meteorológicos. O modelo BRAMS realiza rodadas durante as campanhas do CHUVA com a convecção sendo resolvida explicitamente. Pretende analisar quão realística é a convecção resolvida pelo modelo numérico de previsão de tempo realizando simulações de imagens dos canais do infravermelho dos satélites GOES-12 e Meteosat-8 e em diversas bandas do micro-ondas entre 22.00 – 30.00 GHz e 51.00 – 59.00 GHz a partir da versão 9.3 do modelo de transferência radiativa RTTOV. Essas simulações serão então comparadas às suas respectivas imagens reais. Nessa comparação, serão empregados o algoritmo de monitoramento, a previsão de sistemas convectivos ForTraCC e a técnica estatística de análise multivariada EOF. Após a conclusão da análise citada, um banco de dados de propriedades microfísicas (por região, tipo de nuvem e ciclo de vida) será confeccionado. A Figura 3.1.6. apresenta um exemplo da metodologia descrita aplicada ao imagem do Meteosat e o modelo Cascade (Renato Negri, Luiz Machado, Stephen English, Mary Forsite). nesta figura nota-se as duas imagens (modelo e satélite e os histogramas, na qual identificam as diferenças e erros nas propriedades físicas das nuvens.

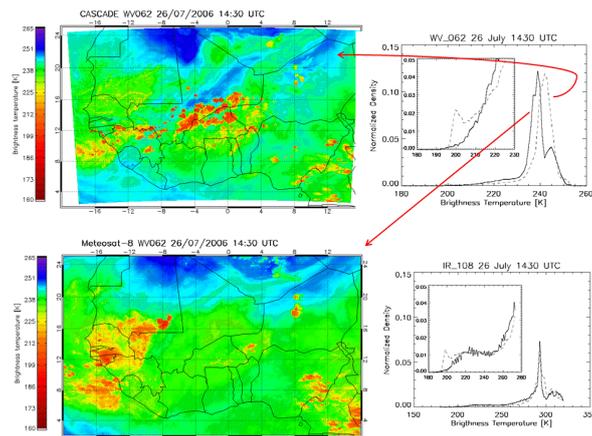


Figura 3.1.6 Imagem simulada e observada pelo satélite MSG e os histogramas para os canais de 10 e 6 micron.

Finalmente, descrevemos um dos estudos de casos que estão sendo analisados no projeto CHUVA. Durante o período de 7 a 29 de Junho de 2011, foram coletados através do projeto CHUVA dados de radar na cidade de Belém, onde foi possível a identificação de um novo tipo de formação de linha de instabilidade, denominado, nesse trabalho, como micro-linha de instabilidade. Essa micro-linha de instabilidade será estudada e analisada (Mestrado UFPA - Prof. Julia Cohen e Tarcísio Amaral Neto), buscando-se entender a relação da mesma com o caso clássico de linha de instabilidade, definindo-se assim as características médias morfológicas, possíveis mecanismos de formação, assim como estimar a chuva associada com tal banda convectiva. Para atingir tais objetivos inicialmente será feita uma contagem dos eventos de linhas de instabilidade clássicas que ocorreram durante o projeto CHUVA, através de imagens do satélite GOES-12 e com os dados de refletividade do radar banda X. A Figura 3.1.7 mostra um exemplo da micro linha passando pela cidade de Belém.

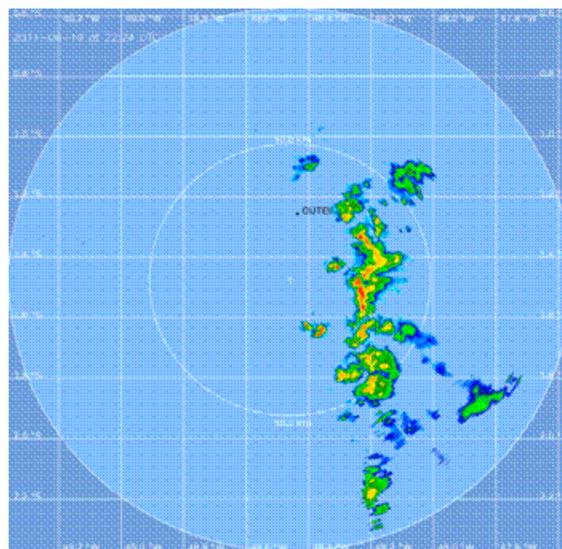


Figura 3.1.7: Micro-linha de Instabilidade ocorrida no dia 19 de Junho de 2011 às 22:24 UTC

Uma descrição detalhada dos trabalhos realizados se encontram nos abstracts do Workshop do CHUVA ou nas publicações descritas na sessão 4.

### 3.2) WORKING GROUP - 2: PRECIPITATION ESTIMATION - DEVELOPMENT AND VALIDATION ALGORITHM. Responsável: Daniel Vila.

O Working Group 2 atua na avaliação de algoritmos estimadores de variáveis hidrometeorológicas como chuva, distribuição do tamanho de gotas, conteúdo de água na atmosfera, conteúdo de vapor de água na atmosfera entre outras. Além dessa componente científica, o Working Group 2 também atua em uma componente aplicada, desenvolvendo ferramentas e aplicativos que possam ser utilizados por usuários para aplicações diversas como a previsão a curto prazo, auxílio a gestão e planejamento de medidas preventivas e mitigadoras em caso de eventos extremos de chuva que possam causar enchentes e outros eventos hidrometeorológicos.

O Working Group 2 está tentando responder várias questões científicas que uma vez esclarecidas, certamente irão trazer expressivos avanços para a área de sensoriamento remoto da atmosfera. Entre as questões destacam-se:

- Os campos de chuva produzidos por estimativas de satélites podem ser validados e ajustados pelos campos de chuva produzidos por radares meteorológicos?
- Estimativas de chuva por satélites podem ser usadas para estudos de fenômenos meteorológicos em escala regional ou sinótica na América do Sul?
- As estimativas de chuva por satélites podem ser usadas para a avaliação dos impactos da mudança da cobertura da terra nos regimes de chuva em escala local e/ou regional?
- É possível quantificar com exatidão a quantidade de precipitação produzida por chuvas convectivas e chuvas quentes?

O primeiro objetivo de avaliar e calibrar algoritmos estimadores de precipitação e analisar seu desempenho para diferentes tipos de regimes de chuvas para os experimentos já está em desenvolvimento. A Figura 3.2.1 mostra a estimativa de precipitação obtida pelo algoritmo 3B42\_RT da NASA em comparação com o campo de precipitação estimado pela rede de pluviômetros da FUNCEME para o dia 6 de abril de 2011.

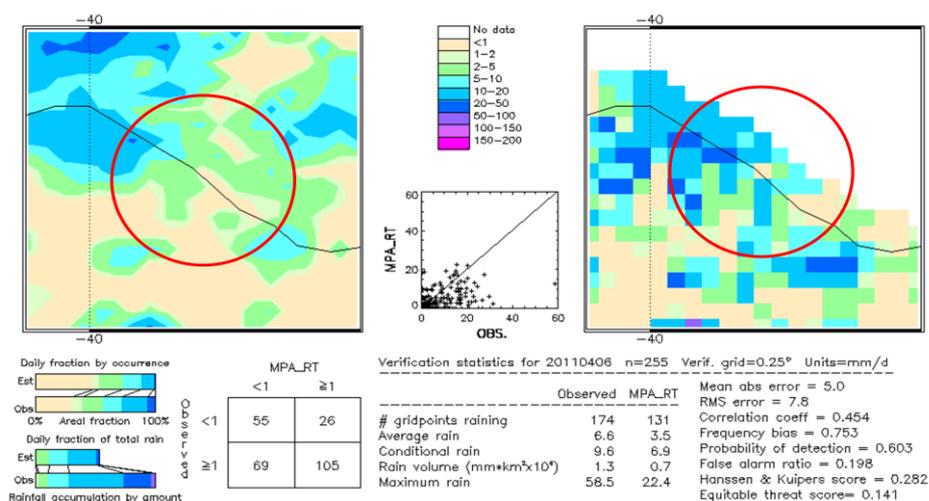


Figura 3.2.1: Estimativa de precipitação por satélite usando o algoritmo Multisatellite Precipitation Algorithm (MPA\_RT ou 3B42\_RT) (esquerda) e pluviômetros (direita) para o dia 6 de abril de 2011.



O gráfico do centro mostra que os pontos estão, de uma forma geral, abaixo da linha 1:1 o que indica que o algoritmo subestimou a precipitação durante esse dia. O círculo vermelho indica a região de abrangência do radar. Essa subestimativa mostra efetivamente que o algoritmo não consegue observar chuva proveniente de nuvens quentes, típicos dessa região.

A Figura 3.2.2 (painel superior) mostra o comportamento do viés médio da precipitação de para diversos algoritmos (3B42\_RT, CMORPH, GSMAP, Hydroestimator) em comparação das estimativas obtidas pelos pluviômetros durante o experimento de Fortaleza. Como o valor do viés esta relacionado com o valor médio da precipitação, os valores médios na área são representados no painel inferior.

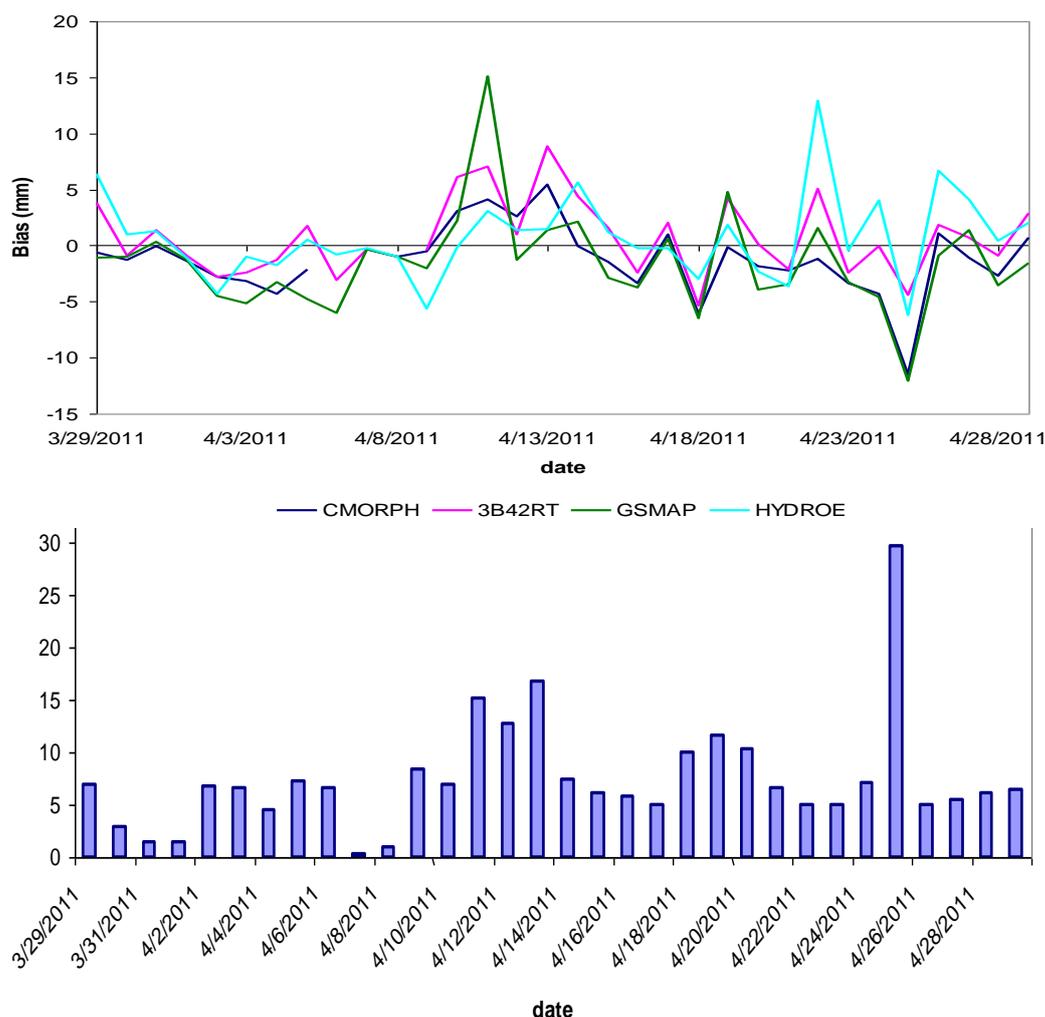


Figura 3.2.2: Painel superior: viés médio na região de Fortaleza durante o período do experimento CHUVA. Painel inferior: precipitação media estimada por pluviômetros numa área de 5 x 5 graus centrada em Fortaleza.

Este tipo de análise, conjuntamente com outros parâmetros estatísticos baseados em tabelas de contingência (FAR - Falso alarme, POD - Probabilidade de detecção, etc) permitem estabelecer uma relação de desempenho dos algoritmos dependendo do tipo de sistema predominante (topos frios ou chuva quente).



Outro aspecto importante na validação dos diversos algoritmos é o controle de qualidade dos dados de pluviômetros. Uma metodologia baseada num Índice de variação (IV), construído a partir de nove indicadores climatológicos e cinco indicadores estatísticos, esta sendo adaptada para as regiões dos experimentos. A Figura 3.2.3 mostra a aplicação desta técnica na região da Amazônica.

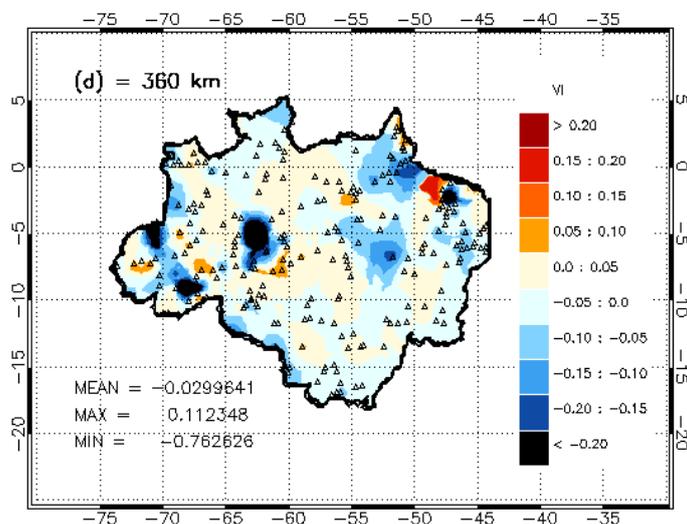


Figure 3.2.3: Mapa do VI de 235 pluviômetros na Amazônia legal brasileira ao longo do período 1998-2009. Valores muito grandes ou muito pequenos do VI indicam estações que não passaram o controle de qualidade.

Visando um estudo mais pormenorizado da estimativa de precipitação por satélite, o radar banda-X esta sendo utilizado para avaliar as estimativas instantâneas feitas por diversos satélites com sensores no espectro das micro-ondas. A Figura 3.3.4 mostra a estimativa de precipitação feita através do sensor AMSU-B/MHS e a comparação com o a estimativa feita pelo radar no experimento de Fortaleza.

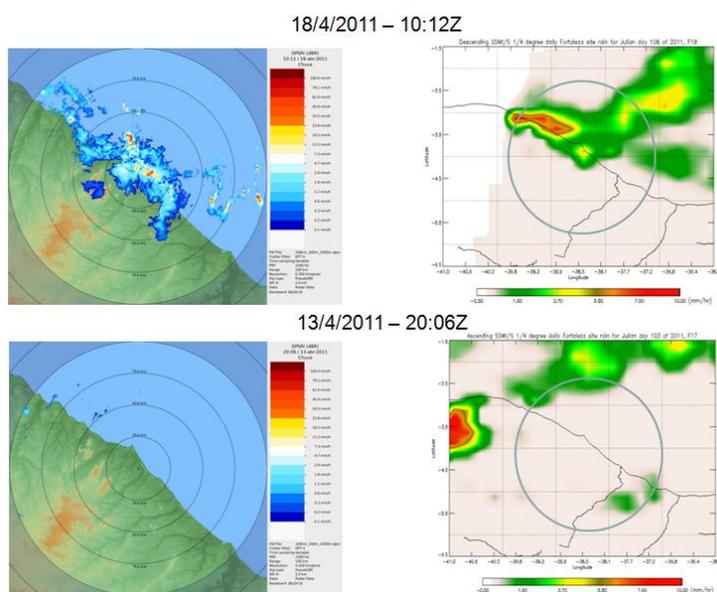


Figure 3.2.4: Estimativa de precipitação por o radar banda X (esquerda) e o sensor AMSU-B do satélite NOAA-17

Para entender as diferenças entre as duas estimativas está sendo realizado um estudo específico do conteúdo de gelo em função do ciclo de vida das nuvens utilizando sensores em microondas passivos. A base da estimativa de precipitação por satélite, sobre os continentes, é através de uma relação empírica entre a quantidade de gelo e a precipitação. A Figura 3.2.5 mostra um exemplo desta co-localização de dados observados pelo radar banda-X no experimento de Belém e pelo satélite (estimativa da quantidade de gelo na nuvem). No painel esquerdo é possível observar a taxa de precipitação proveniente do campo de refletividade (CAPPI) em 2 km de altitude para o dia 9 de junho de 2011 às 17h13min e no painel direito, o conteúdo de gelo (IWP) observado pelo algoritmo do sensor AMSU-B para o dia 9 de junho de 2011 às 17h15min (a resolução do satélite é de ~16 km no nadir).

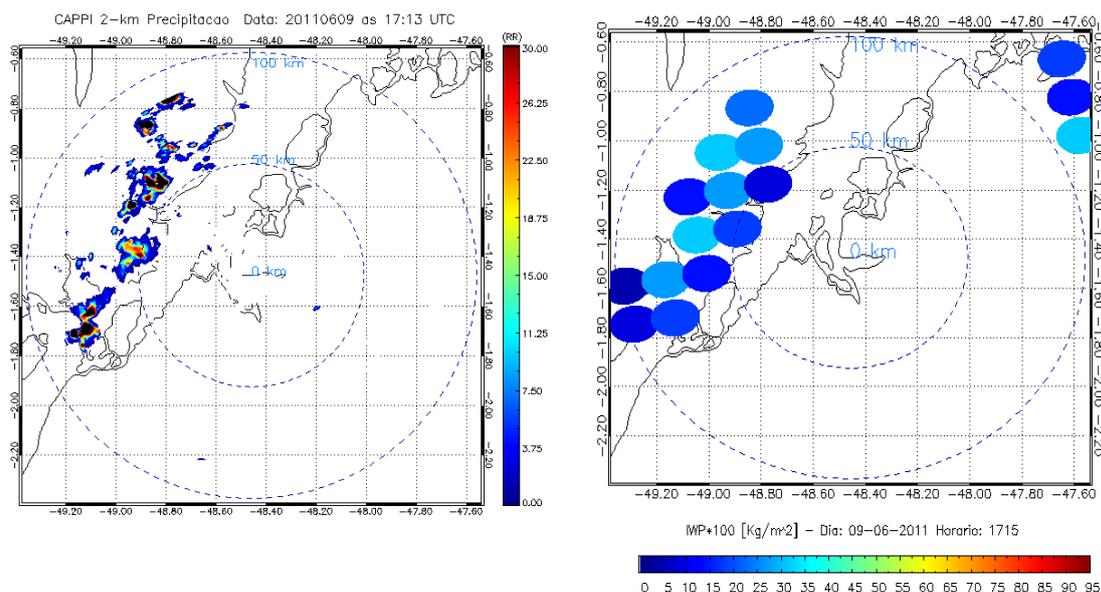


Figura 3.2.5: Taxa de precipitação proveniente do campo de refletividade (CAPPI) em 2 km de altitude para o dia 9 de junho de 2011 às 17h13min (esquerda) e conteúdo de gelo (IWP) observado pelo algoritmo do sensor AMSU-B para o dia 9 de junho de 2011 às 17h15min.

O trabalho durante este período esteve focado principalmente na avaliação das diferentes estimativas de precipitação por satélite em relação com dados observados com pluviômetros de acumulação diária. Neste sentido, estão sendo avaliadas algumas técnicas para fazer um controle de qualidade desses dados para criar uma base de dados confiável para a comparação com dados baseados em satélites. Resultados preliminares das campanhas de Fortaleza e Belém estão sendo analisados e serão apresentados no Congresso Brasileiro de Meteorologia e na Conferencia de Satélites Meteorológicos da EUMETSAT.

A acumulação diária permite uma avaliação limitada dos algoritmos de estimativa de precipitação, desta forma, estão sendo desenvolvidas ferramentas para incluir os dados de estimativa instantânea de precipitação obtida pelo radar para comparar com diversos algoritmos baseados em informação de satélites. O estudo visa compreender os processos físicos atuantes e como eles são observados pelos sensores a bordo dos diversos satélites meteorológicos. Nesse sentido, a relação entre Ice Water Path (IPW) e chuva observada pelo radar aparece como uma linha de pesquisa promissora para entender esses processos.

Numa futura etapa do trabalho iremos incluir os estudos de validação da precipitação diária durante o experimento CHUVA - Vale do Paraíba e comparar os indicadores estatísticos em relação com as outras regiões estudo. No planejamento de atividades para o experimento Santa Maria, este tipo de avaliação vai ser desenvolvida em tempo quase real com o objeto de determinar os algoritmos que tem melhor desempenho em função do tipo de sistema atuante.

### **3.3) WORKING GROUP - 3: ELETRIFICATION PROCESS: MOVING FROM CLOUDS TO THUNDERSTORMS. Responsável: Carlos Augusto Morales.**

#### a) Atividades no Experimento VALE-GLM

Durante o segundo semestre de 2011, montamos duas redes de detecção de descargas atmosféricas (LMA/NASA e LINET/DLR) em torno da Região Metropolitana de São Paulo, com o objetivo de proporcionar um melhor detalhamento da distribuição 3D dos raios para a campanha VALE-GLM (Vide ANEXO I "Descrição das atividades CHUVA-GLM Vale do Paraíba relacionadas aos programas de satélite GOES-R e MTG"). Paralelamente, para entendermos o desenvolvimento das tempestades dentro da área de cobertura do radar XPOL, instalamos outra rede de 4 Field Mills nas dependências do CTA. Esta rede em conjunto com as medidas do LMA/LINET e XPOL será utilizada para entender como é a evolução temporal dos centros de cargas dentro das tempestades, pois os Field Mills medem o campo elétrico que é proporcional às cargas, os dados de raios do LMA indicam a trajetória dos raios e o radar poderá fornecer alguns detalhes sobre conteúdo de hidrometeoros dentro das nuvens.

Na Figura 3.3.1, temos um campo de refletividade do radar observado pelo XPOL durante o dia 29 de Novembro de 2011 e as correspondentes medidas de campo elétrico. Os sensores de campo elétrico encontravam-se a norte desta tempestade e todos indicaram uma oscilação de reverso de polaridade, o que indica a presença de pelo menos um dipolo. A proximidade dos sensores (1,5 x 1,5 km) possibilitou a aplicação da Lei de Coulomb para inferir uma distribuição de cargas que fosse capaz de reproduzir às observações. Por exemplo, temos que os pontos cor de rosa plotados nos gráficos do Field Mill representam uma solução deste problema. Neste exemplo em particular o resultados que mais se aproximava às soluções indicava dois centros de carga que estavam distribuídos entre 4,8-7,9 km (negativo) e 2,8-5,0 km (positivo), com -78 a -13C e 15 a 54 C respectivamente. Apesar de ter rodado somente um caso de um dipolo, os resultados são coerentes com as observações e teorias. O centro de cargas negativo esta situado entre as isotermas de 0 e -20°C (no experimento estava entre 0 e -23°C) e o positivo na parte da base da nuvem ou chuva e acima do centro de cargas negativo. Como a chuva era volumosa naquele instante, provavelmente o centro de cargas positivo mais intenso encontrava-se na parte inferior.

Diante destes resultados, a concepção de uma rede densa de Field Mills pode ser uma excelente ferramenta para descrever os centros de cargas. Nos próximos meses as medidas de descargas atmosféricas do LMA serão analisadas a fim de identificar a localização dos centros de cargas durante o processo da quebra da rigidez dielétrica do ar (raio), pois os raios em geral iniciam o seu processo de rompimento a partir do centro de cargas negativo e se conectam ao positivo. Além disso, os dados de XPOL serão avaliados para verificar a existência dos diferentes tipos de hidrometeoros.



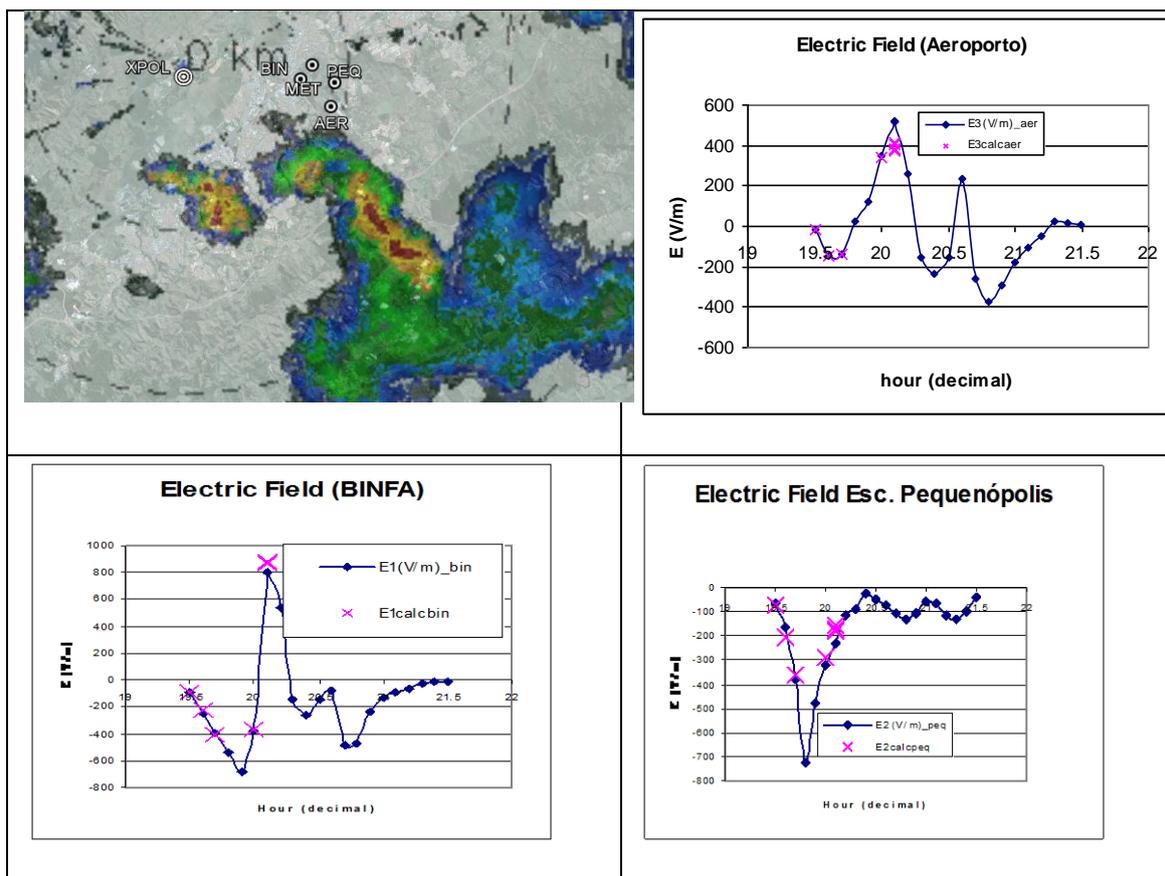


Figura 3.3.1. Campo de refletividade do radar observado pelo XPOL durante o dia 29 de Novembro de 2011 às 19:54 UTC, e as medidas de campo elétrico nos 3 sítios do CTA entre as 19 e 22 UTC.

Além destas medidas, a participação das redes do LMA e LINET no experimento CHUVA-GLM alavancaram a participação de mais rede de detecção de descargas atmosféricas que estavam interessadas entender o que cada sistema detectavam em relação a um sistema (LMA) que conseguia rastrear toda a estrutura de uma descarga atmosférica. Neste sentido auxiliamos na instalação de mais sensores para a EarthNetworks e a Vaisala que gostariam de avaliar a performance dos seus novos sensores de descargas totais, ou seja, conseguem monitorar tanto as descargas nuvem terra como intra-nuvem. Durante a celebração do memorando de entendimentos entre as 10 redes de detecção (LMA, LINET, RINDAT, STARNET, ATDNet, Vaisala TLS-200, Vaisala GLD360, BrasilDAT/EarthNetworks e WWLLN) ficou acordado que uma publicação seria submetido à WMO a fim de detalhar o experimento e o que cada tipo de antena conseguia medir (Para maiores detalhes vide Anexo I “Descrição das atividades CHUVA-GLM Vale do Paraíba relacionadas aos programas de satélite GOES-R e MTG”. Para exemplificar, a Figura 3.3.2 mostra um caso de tempestade observado pelo radar e pela rede LMA.

Por exemplo, a Figura 3.3.3 apresenta diversos painéis com a evolução temporal (15 minutos) da frequência de raios observada em um tempestade indicada pelo retângulo desenhado no campo de precipitação do radar da IACIT durante o dia 17 de Janeiro de 2012 as 13:00 UTC da Figura 3.3.2a, por cada uma das redes participantes no experimento. Na figura 3.3.2b é apresentado a densidade de fontes de radiação detectado pelo sistema LMA durante um período de 15 minutos a partir da imagem do radar. A tempestade selecionada, Figura 2a, tinha mais de 500 fontes de radiação por km<sup>2</sup> na parte mais ativa.

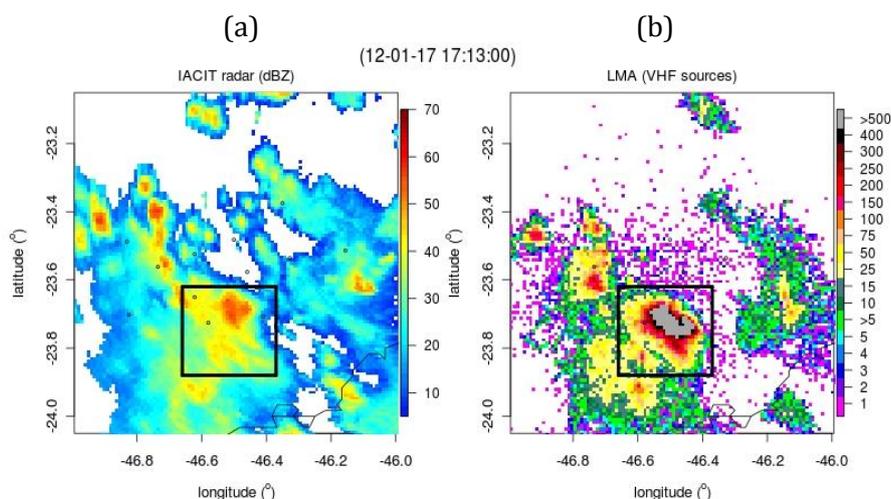


Figura 3.3.2. (a) Campo de precipitação observado pelo radar da IACIT durante o dia 17 de Janeiro de 2012 às 13:00 UTC; (b) densidade raios observado pela rede LMA entre as 13:00 e 13:15 UTC. (contribuição de Rachel Albrecht)

Estes resultados preliminares mostram a complexidade da comparação entre estas medidas haja vista que cada uma das tecnologias esta medindo uma parte de um raio. Os gráficos do LMA e LINET indicam também a posição em altura e percebe-se uma concordância entre as medidas, ou seja, a LINET mede parte de alguma das fontes observadas pelo LMA. Entretanto, enquanto o LMA indica a posição das fontes, a LINET indicava também a classificação do raio. Por muitas vezes apresentava uma contagem maior de raios, o que indicava que havia uma má classificação. Os dados da RINDAT, STARNET, WWLLN, GLD360 estavam basicamente associadas às descargas nuvem terra, enquanto que o TLS200 e WeatherBug conseguiam capturar tanto as descargas nuvem terra como as intra-nuvem.

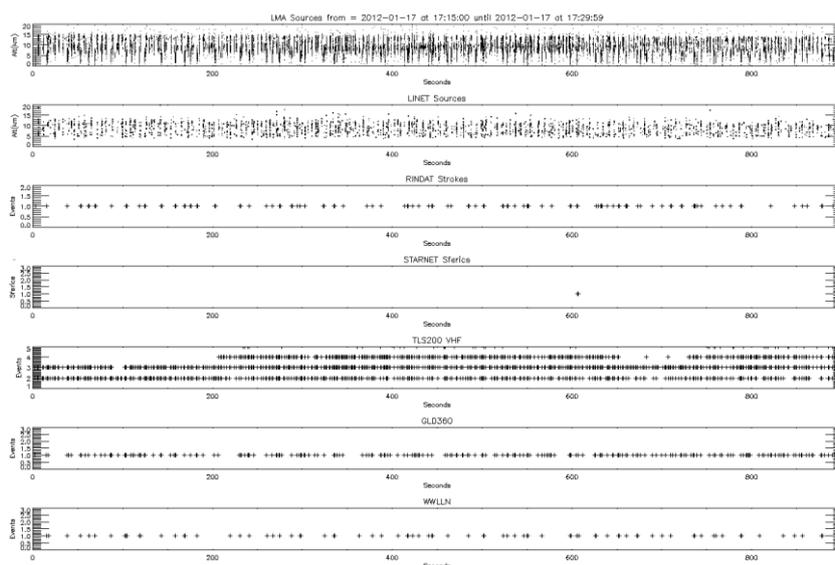


Figura 3.3.3. Evolução temporal da densidade de raios por segundo observado na tempestade indicada na Figura 2.

Nos próximos meses estaremos avaliando estas tecnologias após recebermos os dados reprocessados de todas as redes que participaram do experimento (Vice Anexo I). Adicionalmente, o grupo de eletricidade atmosférica – ELAT do INPE através do Dr. Marcelo Saba instalou 2 câmeras de vídeo rápida (10,000 frames por segundo) e antenas rápidas (1 e 5 MHz) de campo elétrico para caracterizar os raios ascendentes (terra-nuvem). Durante a campanha foi possível documentar 15 raios que servirão para validar as medidas de cada uma das redes, pois aconteceram sobre a torre do pico do Jaraguá.

b) Processos de Carregamento:

Até o presente momento, o projeto CHUVA realizou três campanhas experimentais, Fortaleza, Belém e VALE-GLM. Em todos os experimentos foram observadas tempestades elétricas que foram caracterizadas pela STARNET. Na Figura 3.3.4 são apresentados cortes verticais (RHI) das 3 tempestades mais severas observadas durante estes experimentos, sendo Fortaleza com 150 sferics, Vale 300 sferics e Belém 200 sferics. Ao analisarmos estes exemplos do ponto de vista de desenvolvimento vertical, espera-se que tanto Belém como Fortaleza tenham uma atividade elétrica maior, porém a tempestade observada no Vale do Paraíba tinha muito mais raios. As medidas de campo elétrico em Belém eram pelo menos 1 kV/m inferior às do Vale (em Fortaleza ainda não tínhamos os sensores de campo elétrico), o que poderia indicar um centro de cargas inferior. Porém quando se analisa a estrutura vertical tal como a da Figura 3.3.4, pode-se argumentar que os centros de cargas dentro das nuvens marítimas (Fortaleza e Belém) estão mais distribuídos verticalmente, enquanto que no VALE mais concentradas. Portanto, favorecendo a um campo elétrico mais alto. Porém para entendermos melhor estes mecanismos de carregamento, os dados polarimétricos terão que ser utilizados para avaliar e quantificar a quantidade de hidrometeoros.

Fortaleza – (a)

VALE-GLM – (b)

Belém – (c)

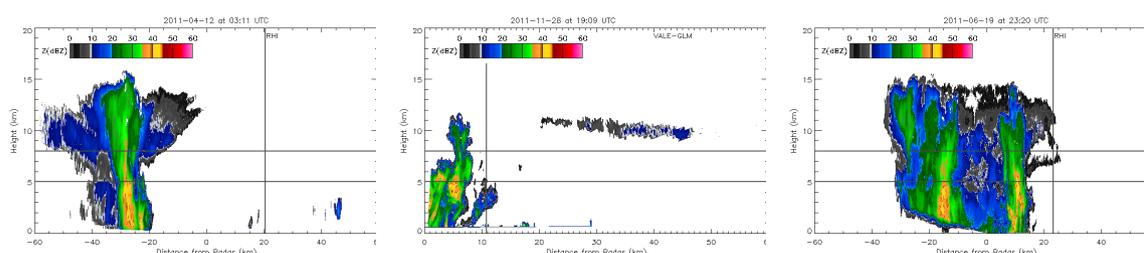


Figura 3.3.4. RHI de tempestades observadas durante os experimentos de (a) Fortaleza – 12/04/2011 às 03:11 UTC; (b) Vale do Paraíba – 28 de Novembro de 2011 às 19:09 UTC e; (c) Belém 19 de Junho de 2011 às 23:20 UTC.

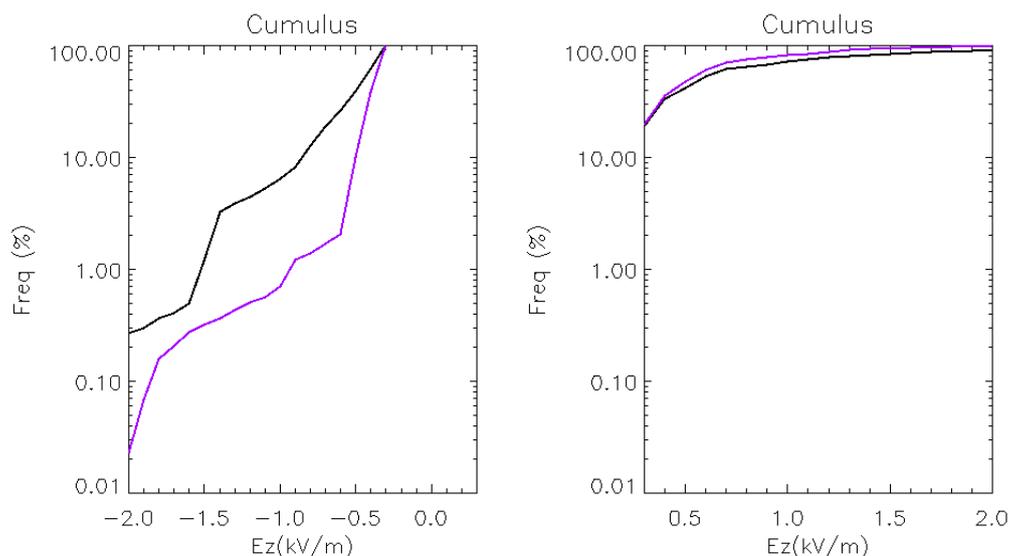


Figura 3.3.5. Distribuição de frequência cumulativa de campo elétrico vertical sob ação de nuvens Cumulus para as observações nos experimentos VALE-GLM (preto) e Belém (rosa).

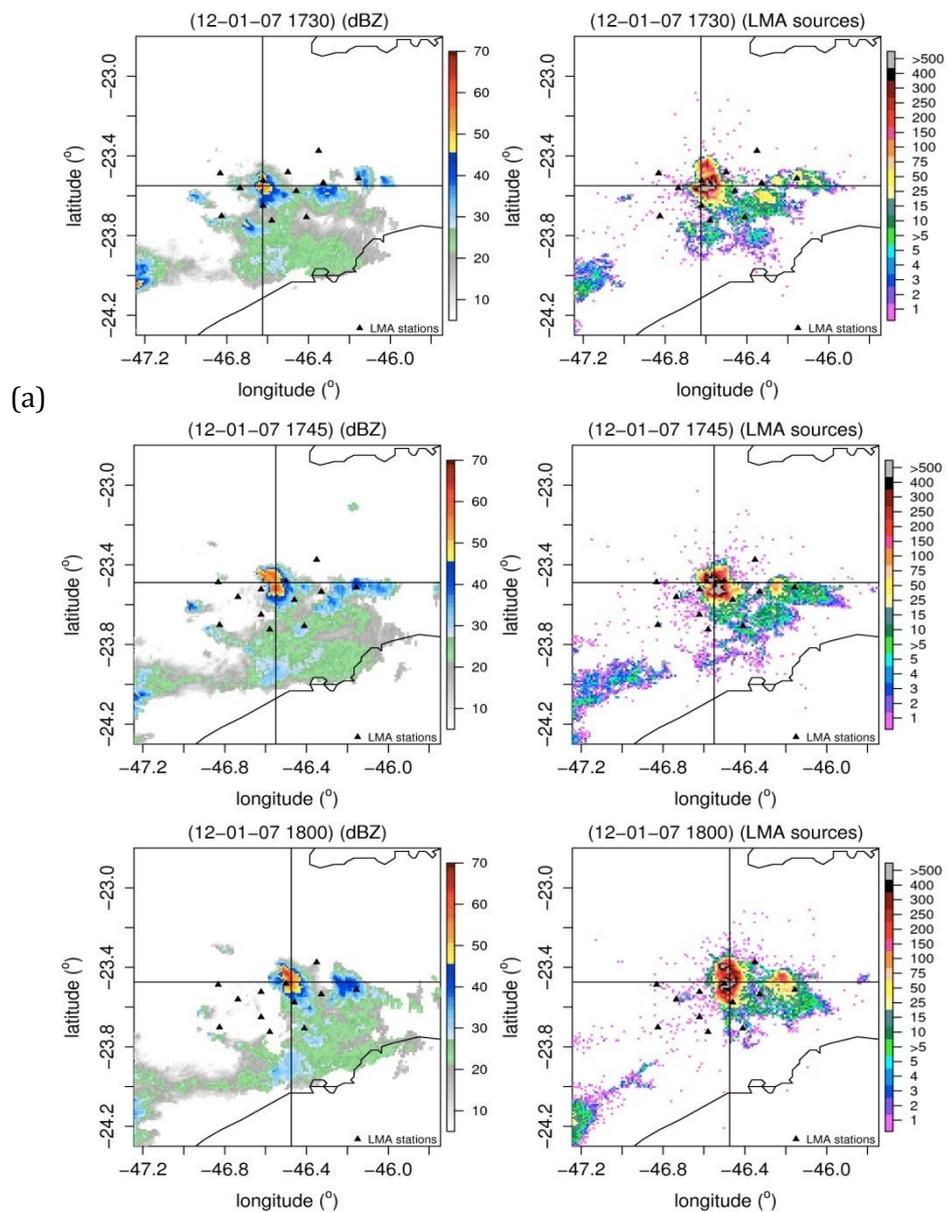
Por outro lado, podemos utilizar as medidas de campo elétrico sob diversas condições de nebulosidade para avaliar como o carregamento está ocorrendo. Na Figura 3.3.5 são apresentadas as distribuições de campo elétrico para condições de nuvens Cumulus que foram classificadas via satélite durante os experimentos do CHUVA em Belém (rosa) e VALE-GLM (preto). As curvas são para  $E_z$  menor que  $-300$  V/m e  $+300$  V/m, ou seja, separando das condições de bom tempo. Observa-se a partir desta distribuição cumulativa que as nuvens Cumulus durante o experimento do VALE tinham centro de cargas mais carregados, uma vez que o campo elétrico era mais intenso (negativo) com mais frequência que em Belém. Este resultado implica em um centro de cargas positivo mais próximo a superfície, o que corrobora com os resultados obtidos através do método de inversão da Lei de Coulomb (Figura 3.3.1). Para campos elétricos positivos, ambas as regiões apresentavam distribuições similares. Estes resultados mostram mais uma vez que as condições locais que influenciam o desenvolvimento das nuvens podem ditar o carregamento das tempestades elétricas. Nos próximos relatórios estes resultados serão melhor explorados a fim de entendermos os principais mecanismos associados ao desenvolvimento das tempestades.

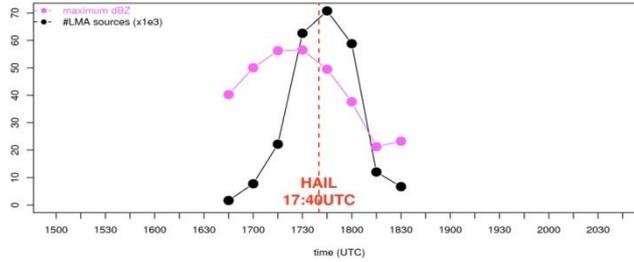
c) Tempestades severas, monitoramento e previsão imediata de tempo (*nowcasting*):  
(contribuição de Rachel Albrecht)

De novembro de 2011 a Março de 2012, vários casos de tempo severo foram observados durante o experimento GLM-Vale, onde o granizo, ventos fortes e inundações foram observados sobre a região metropolitana de São Paulo e em todo estado de São Paulo. Sistemas convectivos localizados e alguns organizados foram responsáveis pela precipitação de granizo de tamanhos pequenos (“ervilha”) à grandes (“bola de tênis”). O Serviço Nacional de Meteorologia não possui um banco de dados oficial sobre fenômenos atmosféricos. Portanto, durante este experimento de campo, nós coletamos informações e relatórios de tempo severos baseados nos serviços da Defesa Civil da cidade e estado de São Paulo, em de notícias divulgadas na mídia (jornal, TV, internet, e relatos de redes sociais). Até o momento, temos identificados 24 eventos de granizo e vendavais na região metropolitana de São Paulo.



Figura 3.3.6 – Quadros de um vídeo da internet testemunhando a tempestade de granizo e as inundações em Gurarulhos, SP (<http://www.youtube.com/watch?v=9Y3AEZzK-9k>).





(b)

Figura 3.3.7 – (a) CAPPI em 3km da refletividade do radar (dBZ) de São Roque e densidade de fontes do LMA (número de fontes em 1x1km) e (b) evolução temporal do máximo valor de refletividade do volume do radar e número total de fontes produzido pela célula convectiva que produziu tempo severo (granizo e inundações) em São Paulo e Guarulhos, no dia 07 January 2012. As linhas verticais em horizontais em (a) indicam o local da máxima refletividade em (b).

Por exemplo, em 07 de janeiro de 2012 um sistema convectivo produziu granizos pequenos (“ervilha”) e inundações em São Paulo e Guarulhos. Em Guarulhos a chuva de granizo durou cerca de 15 minutos de 15:40 a 15:55 hora local (1740 1755 UTC). Vários testemunhos em vídeo deste evento de granizo e inundações podem ser encontrados na Internet como mostra a Figura 3.3.6. A Figura 3.3.7 mostra a evolução temporal de refletividade do radar de São Roque e a densidade de fontes de raios observada pelo LMA. Este sistema convectivo se iniciou à sudoeste da cidade de São Paulo e atravessou São Paulo e Guarulhos com refletividades acima de 40 dBZ de 14:00-18:00 hora local (LST), atingindo valores tão elevados como 59 dBZ às 15:15 LST, quando granizo foi relatado no centro de São Paulo. Meia hora depois granizo e alagamentos foram reportados em Guarulhos, onde um máximo de fontes LMA foi observado (Figura 7). Este máximo de fontes LMA é conhecido como “lightning-jump” e tem sido associado com tempo severo, incluindo tornados (Schultz et al, 2009; entre outros). A Figura 8 mostra o acumulado de densidade de fontes do LMA nos planos de latitude-longitude, e latitude-altura e longitude-altura. Pode ser visto que a atividade elétrica desses sistemas convectivos tinham duas regiões principais de fontes em ~7 e 10 km de altura, onde a colisão entre partículas de gelo na região de fase mista das nuvens ocorrerem e centros de cargas são desenvolvidos. Pode também ser visto que as tempestades se estenderam até 18 km de altura (densidade de fontes LMA > 5 na Figura 3.3.8).

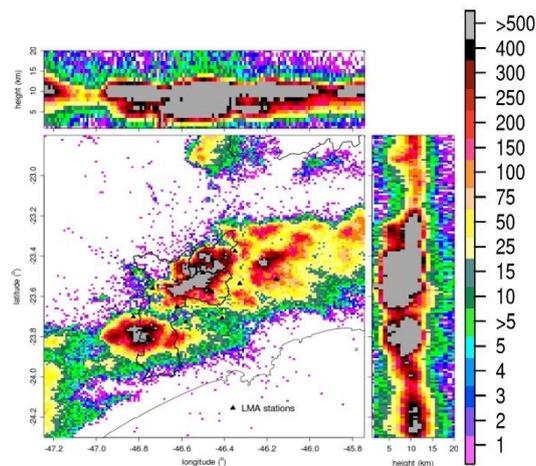


Figura 3.3.8 – Acumulado de fontes LMA de raios (número de fontes em 1x1 km) em 07 January 2012 das 13:00 às 18:59 LST (1500-2059UTC) nos planos latitude-longitude, e latitude-altura e longitude-altura. Linhas pretas grossas indicam os limites das cidades de São Paulo e Guarulhos.

Um "*lightning-jump*" foi em todos os eventos de tempo severo. Esta característica é uma ferramenta útil para alertas de tempo severo. Além disso, os mapas de densidade de fonte do LMA mostram em detalhes todos os centros convectivos das tempestades em tempo real (<1 minuto). Os últimos 10 minutos de fontes LMA era atualizado no site de nowcasting do CHUVA (SOS-Vale) a cada 5 minutos, dando à Defesa Civil, organizações de gestão, as empresas de energia e ao público em geral informações em tempo real sobre convecção e ameaça de raios e relâmpagos.

A informação de raios totais fornecida durante o experimento do GLM-Vale mostrou que o mapeamento do canal dos relâmpagos e as informações detalhadas sobre os centros de carga das nuvem são excepcionalmente úteis para o monitoramento, previsão imediata de tempo (nowcasting) e alertas de tempestades. A disponibilidade em tempo real dessas informações contribuiu muito e melhorou a consciência situacional para a execução de nossas atividades, assim como os avisos da Defesa Civil e previsão imediata de tempo. As observações de raios totais em conjunto com as observações do Meteosat SEVIRI (que são os dados de proxy para o futuro GOES-R Advanced Base Imager) são únicos e valiosos conjuntos tanto para o sensor GLM, LI e sensores ABI que apoiam várias investigações em curso, ferramentas e previsão imediata de tempo (vide Anexo "Descrição das atividades CHUVA-GLM Vale do Paraíba relacionadas aos programas de satélite GOES-R e MTG").

#### **3.4) WORKING GROUP - 4: CHARACTERISTICS OF THE BOUNDARY LAYER FOR DIFFERENT CLOUD PROCESSES AND PRECIPITATION REGIMES. Responsável: Gilberto Fisch.**

Os estudos relativos ao comportamento da Camada Limite Planetária estão sendo realizadas por vários grupos de pesquisa do Brasil (Participantes e Colaboradores: IAE/DCTA, INPE, UFAL, UECE, UFERSA, UFPA, UFCG, IAG/USP), de forma independente, mas interagindo sinergicamente entre si. A descrição e caracterização observacional é o forte deste componente, mas algumas iniciativas de usar a ferramenta de modelagem (modelos BRAMS e WRF) também estão sendo realizadas e interagirão com os resultados do WG2. Para fins de apresentação dos principais resultados, dividiu-se este relatório técnico em 4 partes, relativos aos vários experimentos de campo já realizados e que estão descritos no item 1.1.

a) Estudos da CLP no Experimento realizado em Alcântara (março 2010): determinação das propriedades da CLP oceânica. Principais atores envolvidos: IAE/DCTA e INPE

Os estudos que estão sendo realizados neste segmento visam analisar o comportamento da CLP em uma área costeira, caracterizando a Camada Limite Oceânica (CLO). O Centro de Lançamento de Alcântara, local do experimento CHUVA de março 2010, situa-se na costa litorânea, com transporte horizontal de ar marinho com praticamente nenhuma contaminação antrópica. Usualmente utiliza-se radiossondagens para a determinação da altura e propriedades da CLO, porém as radiossondagens são realizadas operacionalmente somente 2 vezes ao dia. Tendo em vista a potencialidade do equipamento radiômetro de microondas MP3000A de determinar os perfis de temperatura e umidade em ciclos de 6 min, este estudo visa determinar e comparar os perfis termodinâmicos obtidos por estes dois instrumentos e investigar a alta variabilidade temporal do radiômetro MP3000A. A parte de análise da variável térmica já está praticamente pronta e atualmente está se



investigando a parte de umidade específica. A Figura 3.4.1 mostra os instrumentos utilizados (radiossondagem da Vaisala – RS92-SVG e radiômetro de microondas Radiometrics) e a Figura 3.4.2 mostra as diferenças vertical de medições de temperatura e a determinação da altura da CLO. Como resultado desta pesquisa, pode-se inferir que a altura típica da CLO é da ordem de 600 m, valor bem abaixo de medições realizadas em outros locais (por exemplo, na Amazônia esta altura é da ordem de 1500 m para áreas de floresta e de 2000 m para áreas de pastagem, durante a estação seca). Em termos de diferenças de valores absolutos, as maiores diferenças ocorreram na parte baixa (até 1000 m, chegando a atingir valores de 1,0 °C).

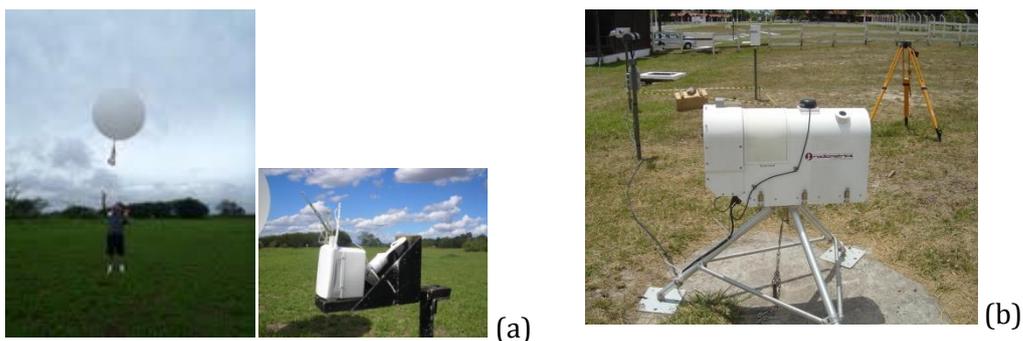


Figura 3.4.1: Equipamentos utilizados (radiossondagem (a) e radiômetro microondas (b)) para caracterizar a estrutura termodinâmica da CLP durante o experimento de Alcântara.

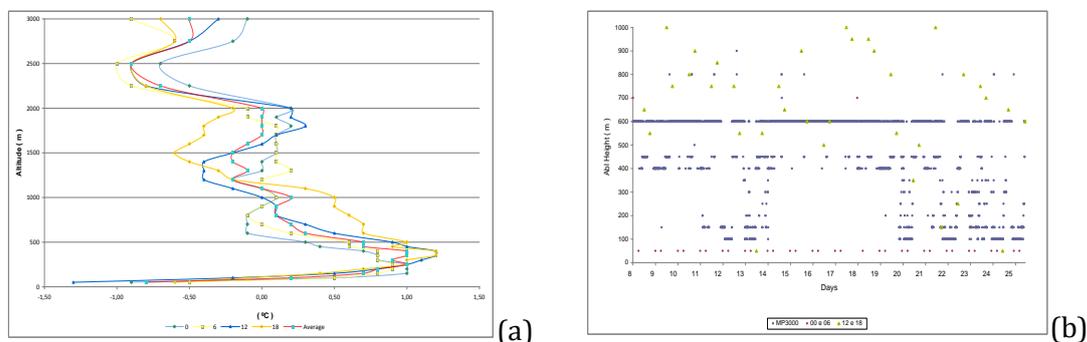


Figura 3.4.2: Perfil vertical das diferenças (a) de temperatura do ar (radiossondagem e radiômetro) e identificação da altura (b) da CLO.

b) Estudos da CLP no experimento realizado em Fortaleza (abril 2011): características da termodinâmica e da convecção. Principais atores envolvidos: UFAL, UFERSA E UECE

Este segmento está investigando as características observacionais da convecção e associando com métricas normalmente utilizadas para se caracterizar a estabilidade da atmosfera e do vigor dos processos convectivos (CAPE e CINE). Inicialmente estas informações já foram determinadas para o conjunto de radiossondagens obtidos durante o experimento (neste caso, além das radiossondagens de Fortaleza, ocorreu um período intensivo com sondagens em um triângulo envolvendo Fortaleza-CE, Mossoró-RN e



Quixeramobim-CE) e são apresentadas na Figura 3.4.3. Nela é possível observar-se, além do ciclo diário bem pronunciado em função da convecção, também uma variabilidade temporal associado a passagens de sistemas atmosféricos na região (posicionamento da Zona de Convergência Intertropical, Distúrbios Ondulatórios de Leste, etc). A Figura 3.4.4 mostra uma análise do uso da ferramenta de simulação numérica (modelo atmosférico WRF versão 3.2) para calcular estas métricas (CAPE, CINE, altura da CLP, etc) e também uma investigação inicial sobre como as variáveis termodinâmicas e dinâmicas obtidas por radiossondagem se inter-relacionam. É óbvio que existe o comportamento da diminuição da temperatura do ar com a altura, mas a técnica de mineração de dados comprova bem isto e procura identificar outros comportamentos ainda desconhecidos. Para os ventos, não se tem um padrão consistente de variação com a altura, ou pelo menos não foi ainda identificado. Especificamente para o conjunto maior de número de radiossondagens (Fortaleza), também se está estudando as características da CLP (altura, perfil médio de temperatura potencial, etc) para um estudo de casos (dias 10-13 abril), quando ocorreu a passagem de um sistema atmosférico na região (Figura 3.4.5).

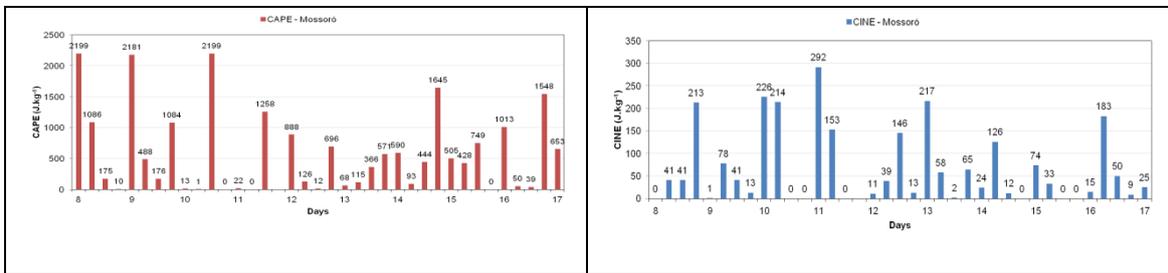


Figura 3.4.3: Série temporal das métricas CAPE e CINE para Mossoró-RN, obtido dos perfis termodinâmicos das radiossondagens.

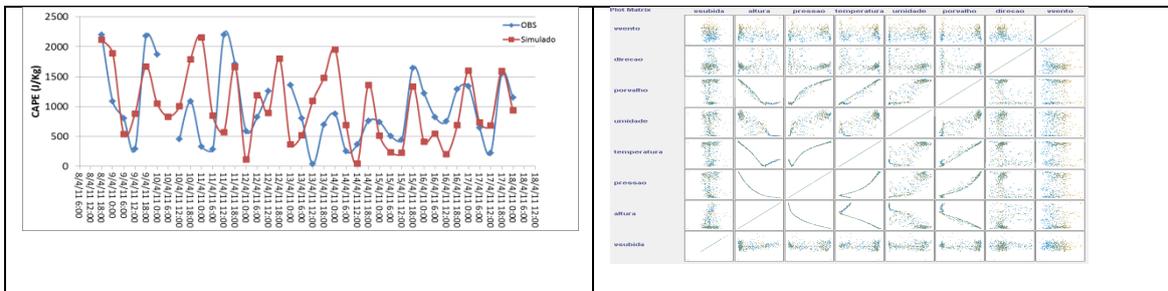


Figura 3.4.4: Série temporal de métrica convectiva (CAPE) observado pela radiossondagem e calculado por modelagem numérica (WRF) para Mossoró-RN e mineração de dados de radiossondagem para Mossoró-RN.

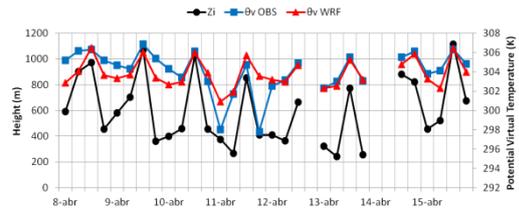
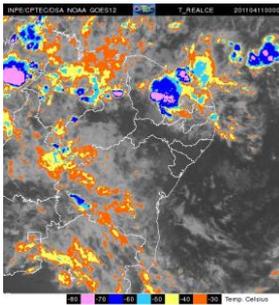


Figura 3.4.5: Imagem de satélite (11 abril 2011) e características da CLP (altura, temperatura potencial média) durante a passagem de uma VCAN.

c) Estudos da CLP em Belém (junho 2011): linhas de Instabilidade na Amazônia e balão lagrangiano. Principais atores envolvidos: UFPA, UFCG, Dr. David Fitzjarrald – SUNYA/EUA

Esta componente está procurando estudar a dinâmica da ocorrência da formação de Linhas de Instabilidade na Amazônia e sua propagação para o interior do continente, com a conseqüente interação com a convecção. Neste sentido, durante o experimento de Belém, ocorreram algumas formação de LIs, sendo que aquela formada no dia 23 de junho já está sendo analisada pelos aspectos observacionais (Figura 3.4.6) e futuramente será estudada por meio de modelagem atmosféricas (modelo atmosférico regional BRAMS). Para completar os dados coletados durante o experimento, foi também lançado 2 balões lagrangianos, que tinham a missão de coletar dados termodinâmicos (pressão atmosférica, temperatura e umidade específica), acompanhando o deslocamento do fluxo de ar (conseqüentemente das LIs). Estes lançamentos pilotos foram realizados no dia 25 de junho, após a passagem da LI do dia 23 de junho. As Figuras 3.4.7 e 3.4.8 mostram a trajetória do balão lagrangiano e de alguns dos parâmetros termodinâmicos coletados durante as 6 horas de voo.

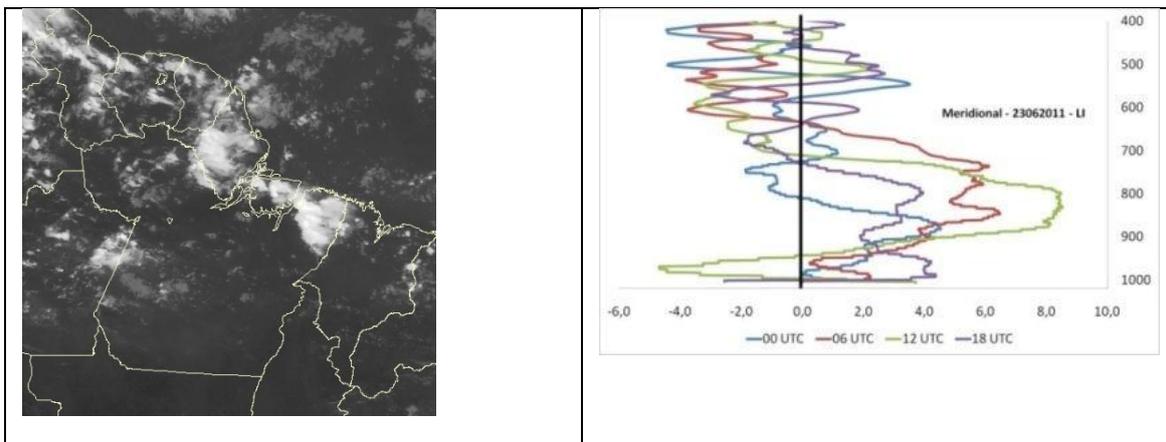


Figura 3.4.6: Imagem de satélite meteorológico com a formação da linha de instabilidade e a variação do vento meridional obtida por radiossondagem para o dia 23/junho/2011.

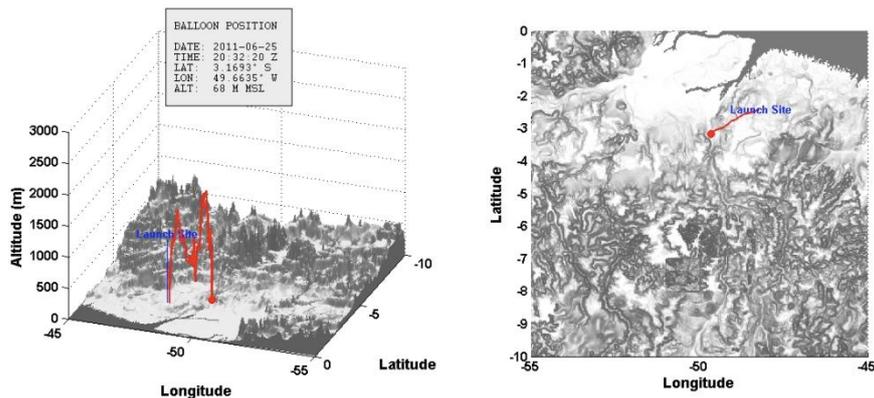


Figura 3.4.7: Trajetória do balão lagrangiano liberado e Tomé-Açu

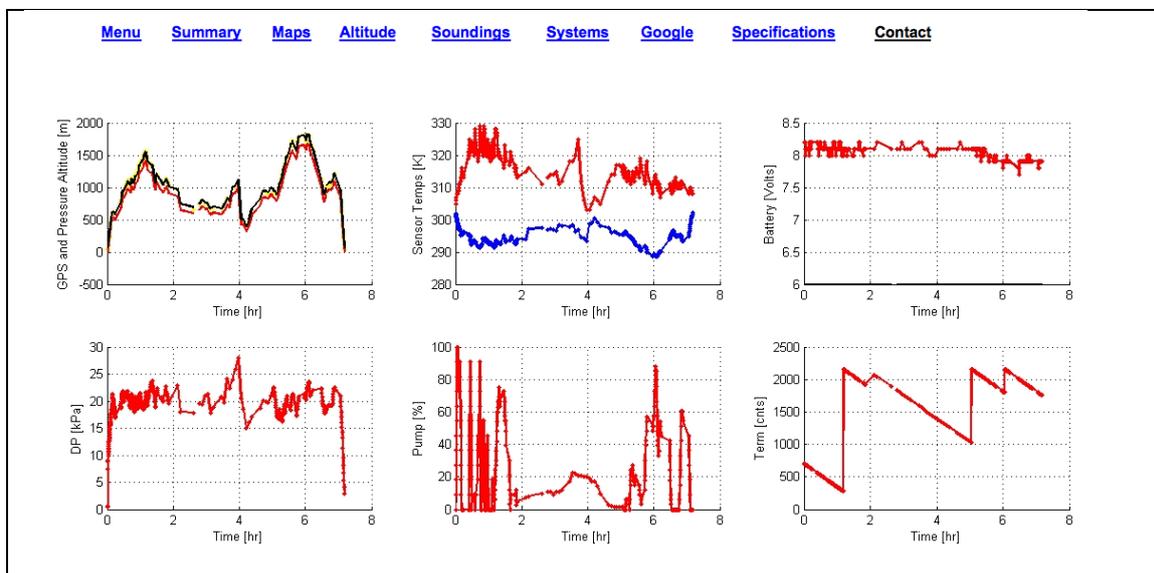


Figura 3.4.8: Dados Termodinâmicos coletados pelo balão durante seu deslocamento.

d) estudos da CLP no Vale do Paraíba (novembro-dezembro 2011): balanço de radiação e energia na superfície e aspectos da convecção. Principais atores envolvidos: IAE/DCTA e INPE.

Esta componente está procurando associar o acoplamento dos processos atmosféricos de superfície (balanço de radiação e energia), estrutura dinâmica e termodinâmica da troposfera baixa (até 5000 m) e as atividades convectivas (formação de conglomerados convectivos e chuvas intensas) durante o experimento de campo realizado no Vale do Paraíba (que foi o mais extenso do ponto de vista temporal, do início de novembro até 22 de dezembro de 2011). A Figura 3.4.9 mostra a série temporal da velocidade do vento no mês de novembro, associando períodos de diferentes regimes de vento zonal. Este comportamento pode estar associado a formação de chuvas convectivas intensas, formadas por convecção livre e que são típicas nesta região, nesta época do ano. Estão sendo iniciados estudos de casos (por exemplo, a forte chuva 30 mm que ocorreu no dia

30/11), procurando associar o acoplamento da superfície e o favorecimento da convecção. A Figura 3.4.10 mostra as série temporal dos componentes do balanço de radiação e energia, mostrando a variabilidade temporal, que foi associada com passagem de sistemas atmosféricos (um caso, dias 15-16 Novembro 2011) e de convecção livre / natural (que foi o mais freqüente). A Figura 3.4.11 mostra uma composição da ocorrência de sistemas convectivos na região, identificado por imagens de satélites e nebulosidade, seu deslocamento em termos de direção e velocidade e os locais mais freqüentes de ocorrer (próximo as Serras da Mantiqueira e da Bocaina). Como foi o experimento mais recente, as análises científicas encontram-se em uma fase mais inicial, de formação do banco de dados, consistência dos mesmos, etc. A parte de modelagem atmosférica será realizada juntamente com as atividades do WG5.

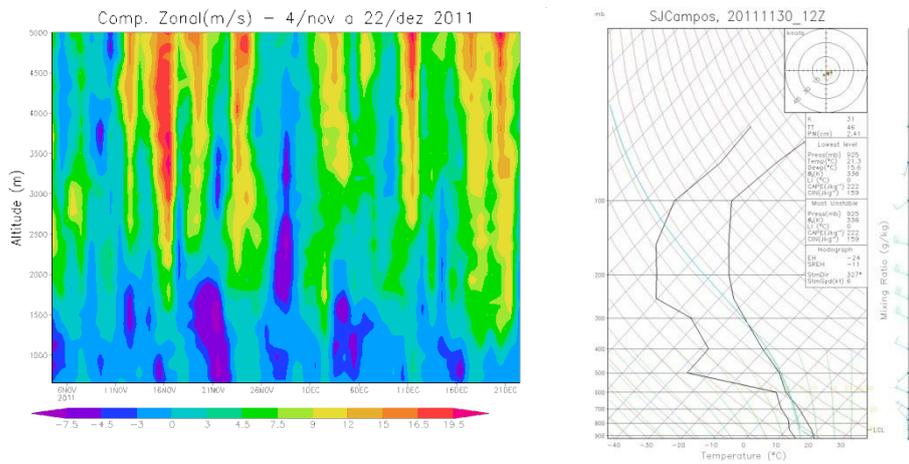


Figura 3.4.9: Série temporal da componente zonal do vento e diagrama termodinâmico para o dia 30/11/2011.

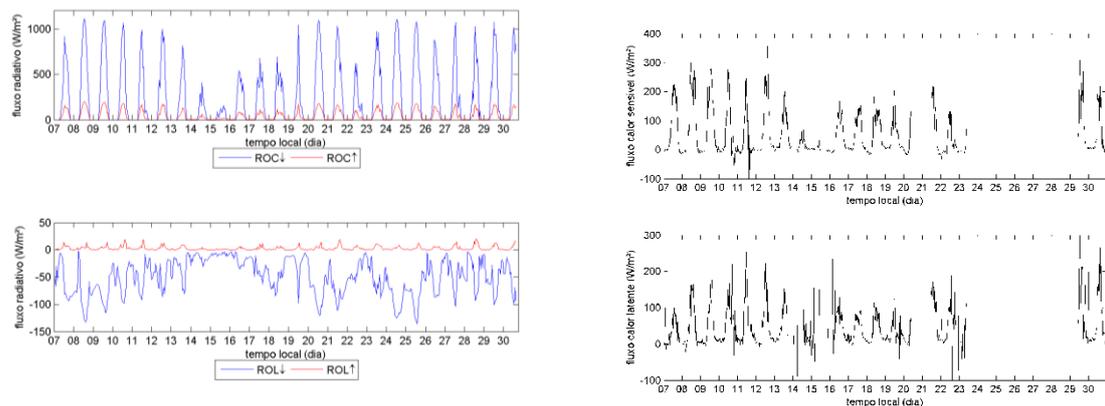


Figura 3.4.10: Série temporal dos componentes do balanço de radiação (ondas curtas – ROC e ondas longas –ROL incidente e refletido) e do balanço de energia (fluxos turbulentos de calor sensível e latente).

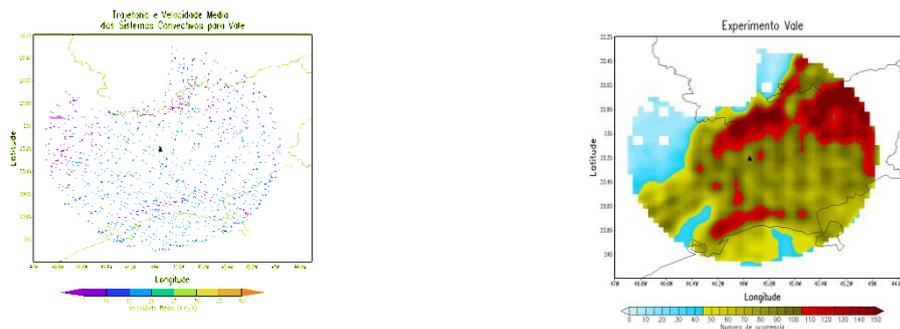


Figura 3.4.11: Trajetória, deslocamento e posicionamento da ocorrência de sistemas convectivos durante o experimento de campo.

### 3.5) WORKING GROUP – MODEL IMPROVEMENTS AND VALIDATION, WITH FOCUS IN CLOUD MICROPHYSICS AND AEROSOL INTERACTIONS, FOR SATELLITE PRECIPITATION ESTIMATES IN BRAZIL - Responsável: Maria Assunção da Silva Dias.

Os trabalhos desenvolvidos pelo WG relacionados com Modelagem Numérica envolveram os seguintes tópicos: Testes de configurações dos modelos para simular casos ocorridos durante as campanhas do Projeto CHUVA, Metodologias de assimilação de dados em modelos numéricos e Novas metodologias para melhoria das simulações. Os modelos utilizados ou que serão utilizados nos estudos do CHUVA são: o modelo global do CPTEC, o BRAMS e o WRF. Dados das campanhas motivaram uma série de experimentos numéricos e avaliações. Trata-se de uma fase inicial prospectiva em que diversos estudantes de pós-graduação se envolveram nas atividades de modelagem e pesquisadores começaram a enfocar casos de interesse científico.

Para todos os experimentos realizados o modelo BRAMS rodou operacionalmente com resolução de 1 km e microfísica explícita, embora, essas simulações são importantes do ponto de vista da logística do experimento, para a pesquisa as simulações precisam ser realizadas de forma mais detalhada utilizando diferentes parametrizações e condições de contorno. Portanto, foi discutida a questão de modelar os dias de maior interesse ao invés de reprocessar todos os dias, desta forma, o detalhamento e análises serão mais completos. O modelo BRAMS, com 1 km de resolução, será rodado no supercomputador Tupã, para os casos especiais. Esses casos foram determinados após uma análise detalhada dos eventos ocorridos e ficou decidido as seguintes datas:

Experimento Alcântara: 10 a 13 e 19 a 24 de março 2010.

Experimento Fortaleza: 8 a 15 e 18 a 20 Abril de 2011

Experimento Belém: 08 a 14, 19 a 24 Junho de 2011

Experimento Vale do Paraíba: 11 a 15 de Nov., 22 a 23 de Nov., 28/11 a 2/12, 14 a 15, 18 a 20 de Dez.

A descrição detalhada dos eventos encontra-se no **ANEXO XIII**.

O Primeiro Workshop Científico do CHUVA permitiu a identificação de possíveis parcerias entre os diversos participantes e uma idéia surgiu para o experimento CHUVA SUL, a realização de previsão por conjuntos com modelos com microfísica explícita e diferentes condições de contorno. A idéia que pretende-se implementar é que cada Centro realize previsão em alta resolução e essas simulações serão comparadas e analisadas com técnicas já desenvolvidas de comparação ensemble e análise de erros da previsão. Em específico, o supercomputador Tupã, irá rodar simulações para o BRAMS, WRF e ETA com condições contorno do global com assimilação do CPTEC e do NCEP e o BRAMS será rodado para diferentes condições de fronteira do TIGGE.(THORPEX Interactive Grand Global Ensemble).



A seguir apresentamos alguns dos resultados dos estudos que estão sendo realizados pelos diversos grupos trabalhando com os dados do CHUVA.

Os Drs. Leal Junior e Almeida da UECE com o Dr. Morales da USP avaliaram um modelo de nuvem quente bidimensional assimétrico com microfísica detalhada para reproduzir a precipitação acumulada no solo durante o experimento CHUVA em Fortaleza. Foram simulados três ambientes: marítimo, intermediário e poluído com diferentes distribuições de CCN. O modelo reproduziu a precipitação observada nos dois dias de simulação, no entanto, subestimou o valor da mesma, principalmente no dia 12/04/11. No ambiente marítimo foi verificada uma quantidade um pouco maior de precipitação, iniciada 1 minuto antes em relação aos outros dois cenários. A Figura 3.5.1 mostra um exemplo destas simulações para o caso marítimo. Esses são estudos ainda preliminares mas que já obtiveram bons resultados e uma análise da sensibilidade de CCN nas nuvens quentes.

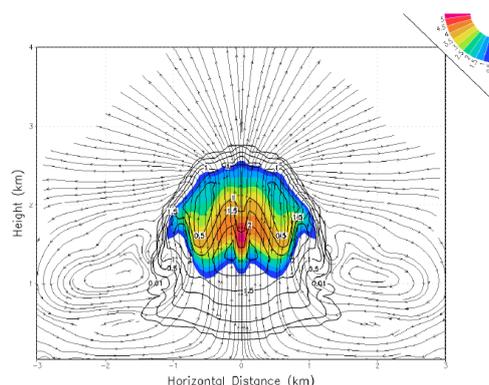


Figura 3.5.1: Razões de mistura de água de nuvem (sem preenchimento em g/kg) e de chuva (colorido em g/kg) em  $t=20$  min no dia 09/04/2011. Ambiente marítimo.

Glauber Camponagara, Maria A. Silva Dias e Gustavo Carrio descreveram a estrutura das simulações que estão sendo preparadas para investigar as interações entre os aerossóis, oriundos de queima de biomassa da região e a Amazônia e Brasil Central, com os SCM na estação da primavera através da assimilação dos dados dos Projetos CHUVA e AEROCLIMA no BRAMS.

Paulo Santiago descreve as simulações de precipitação e cobertura de nuvens utilizando o modelo GLOBAL do CPTEC e assimilando os dados da campanha do CHUVA. Testou se diversas parametrizações convectivas como Grell, Arakawa e Schubert e Kuo. Os resultados mostraram que todas as parametrizações apresentam uma cobertura de nuvens acima do observado. A Figura 3.5.2 mostra os perfis de temperatura simulados para cada tipo de parametrização. Este também é um estudo bastante incipiente, embora demonstre o início da participação das equipes do modelo global nos estudos do CHUVA.

Outro estudo, também ainda bastante incipiente, mas demonstrando uma outra importante área que está sendo estudada é a assimilação de dados de radar com o objetivo de explorar ferramentas de assimilação de dados e a disponibilidade de observações simultâneas durante o experimento do Vale do Paraíba para melhorar a previsão de precipitação de curto prazo. Eder Vendrasco, apresenta uma simulação do CHUVA Vale do Paraíba com assimilação de dados de radar utilizando o modelo WRF. A Figura 3.5.3 mostra a comparação desta simulação com os dados observado pro radar.

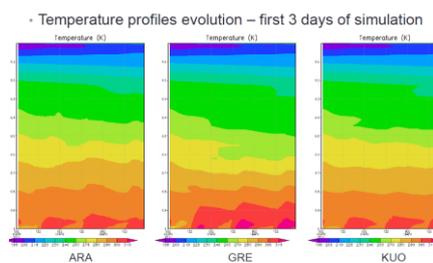


Figura 3.5.2. Simulações com as parametrizações de Grell, Arakawa-Schubert e Kuo. Evolução dos perfis de temperatura ao longo dos dias.

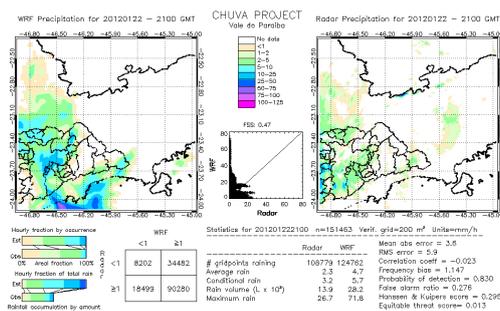


Figura 3.5.3: Comparação entre os campos de precipitação simulados e observados pelo radar.

Outro exemplo de trabalho prospectivo é a proposta de Pós Doutorado do Renato Negri e o Doutorado do Wagner Araujo que visam desenvolver uma metodologia que combina satélite modelagem para análise das performances dos modelos de previsão. Combinando simulações em alta resolução, modelos de transferência radiativa e sensoriamento no microondas e infravermelho. O Doutorado do Wagner Araújo desenvolveu a estratégia de uso do microondas e a comparação com simulações do BRAMS na região sul do Brasil. A Figura 3.5.4 apresenta um exemplo da simulação de um caso de CCM (Complexo Convectivo de Mesoescala) e a extração dos dados microfísicos para as simulações radiativas e a comparação com imagens dos sensores de microondas.

Essas são algumas das atividades realizadas neste WG que estão se desenvolvendo com uma participação mais ampla tanto do ponto de vista de modelos como de grupos de pesquisa. A proposta para o CHUVA SUL permitirá ter uma análise única de ensembles de modelo de alta resolução e espera-se que resultados significativos sejam obtidos contribuindo para o TIGGE, para a modelagem em alta resolução, para o nowcasting e os objetivos do CHUVA.

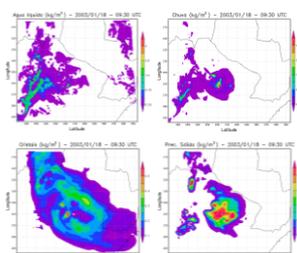


Figura 3.5.4: Campos do BRAMS para o CCM às 09:30 UTC do dia 18. Os campos mostram o conteúdo integrado na coluna atmosférica para água líquida, chuva, cristais de gelo e precipitação sólida.

#### **4) LISTA TRABALHOS APRESENTADOS, PUBLICADOS OU EM PREPARAÇÃO E DE ALUNOS ENVOLVIDOS COM O PROJETO.**

##### **4.1) Trabalhos Publicados e Submetidos em Periódicos indexados:**

BENDER, A. ; FREITAS, E. D. Análise de um caso de linha de instabilidade utilizando diferentes parametrizações de turbulência com o modelo regional BRAMS. *Ciência e Natura*, v. esp, p. 211-214, 2011.

Biazeto, Bruno, Silva Dias, Maria A.F..2012. Analysis of the impact of rainfall assimilation during LBA atmospheric mesoscale missions in Southwest Amazon In *Atmospheric Research (Print)*. , v.107, 126-144

Camponogara, Glauber & Silva Dias, Maria A. Faus da Silva Dias. Precipitação diária e estrutura vertical da atmosfera em Belém, PA. *Revista Ciência e Natura, Edição Suplementar – Novembro/2011, Santa Maria – RS*, p. 263 – 266.

Delahaye Florian; Pierre-Emmanuel Kirstetter; Vincent Dubreuil; Luiz A. T.Machado; Daniel Vila. DAILY RAINFALL ANALYSIS OVER THE BRAZILIAN AMAZON: VARIOGRAPHIC APPROACH AND VARIABILITY INDEX. 2012, Submitted to *Journal of Hydrology*. **(ANEXO XIV)**

FREITAS, S. R. ; Rodrigues, L. F. ; Longo, K. M. ; PANETTA, J. . Impact of a monotonic advection scheme with low numerical diffusion on transport modeling of emissions from biomass burning. *Journal of Advances in Modeling Earth Systems*, v. 4, p. M01001, 2012.

GALANTE NEGRI, LUIZ AUGUSTO TOLEDO MACHADO and RÉGIS BORDE: Deep convective system's inner cloud top dynamics detection by thermal infrared satellite measurements combinations. 2012, Submitted to *International Journal of Remote Sensing*. **(ANEXO XV)**

Galante Negri, Luiz Augusto Toledo Machado and Stephen English: Combining Cloud Resolving Model with Satellite for Cloud Process Model Simulation Validation 2012, Submitted to *Journal Applied Meteorology and Climatology*. **(ANEXO XVI)**

Gonçalves Weber Andrade and Luiz Augusto Toledo Machado. BLACK CARBON INFLUENCE ON AMAZON PRECIPITATION. Submitted to *Nature Climate Change*.

Gonçalves, Fábio L. T.; Martins, Jorge A.; Albrecht, Rachel I. , Morales, Carlos A., Silva Dias, Maria A, Morris, Cindy E .Effect of bacterial ice nuclei on the frequency and intensity of lightning activity inferred by the BRAMS model. *Atmospheric Chemistry and Physics Discussions*.vol.11, p.26143-26171, 2011.

KARMAKAR P.K., K. BHATTACHARYYA, M. MAITI, CARLOS FREDERICO ANGELIS, LUIZ AUGUSTO TOLEDO MACHADO, RANDOLPH (STICK) WARE. Radiometric Studies of Short Term Precipitation Forecast. 2012, Submitted to *International Journal of Remote Sensing*.

Kouadio Yves K. , Jacques Servain ,Luiz A.T. Machado and Carlos A. D. Lentini Heavy Rainfall Episodes in the Eastern Northeast Brazil Linked to Large-Scale Ocean-Atmosphere Conditions in the Tropical Atlantic, 2012, *Advances in Meteorology (in press)*.

Lima Wagner F. A. and Luiz A. T. Machado. Cloud Reflectivity Profile Classification Using IR Multichannels. 2012. Submitted to *International Journal of Remote Sensing (em fase de revisão)*. **(ANEXO XVII)**



Martins, Jorge A.; Hallak, Ricardo; Gonçalves, Fábio L. T.; Martins, Leila D. ; Freitas, Edmilson D. & Silva Dias, Maria A. F.. O papel das nuvens rasas no transporte de vapor d'água. Revista Ciência e Natura, Edição Suplementar – Novembro/2011, Santa Maria – RS, p. 259 – 262.

QUADRO, M.F.L.; SILVA DIAS, M.A.F.; HERDIES, D.L.; GONÇALVES, L.G.G. Análise Climatológica da Precipitação e do Transporte de Umidade na Região da ZCAS Através da Nova Geração de Reanálises. Revista Brasileira de Meteorologia, v.27, n.2, 287-294, 2012

Schneebeli M., J.Sakuragi, T.Biscaro, C.F.Angelis, I.Carvalho da Costa, C. Morales, L.Baldini, and L.A.T.Machado. Observations of tropical rain with a polarimetric X-band radar: first results from the CHUVA campaign. Atmos. Meas. Tech. Discuss., 5, 1717–1761, 2012  
**(ANEXO XVIII)**

Silva Dias, M. A. F.. An increase in the number of tornado reports in Brazil. Weather, Climate and Society, v. 3, n.3, p. 209-217, 2011

Silva Dias, M.A.F., J. Dias, L. M. V. Carvalho, P. L. Silva Dias, 2012. Changes in extreme daily rainfall for Sao Paulo, Brazil. Climatic Change, doi: 10.1007/s10584-012-0504-7

Tapiador Francisco J., F. Turk, Walt Petersen, Arthur Y. Hou, Eduardo García-Ortega, Luiz A.T. Machado, Carlos F. Angelis, Paola Salio , Chris Kidd, George J. Huffman, Manuel de Castro. Global precipitation measurement: Methods, datasets and applications, Atmospheric Research 104–105 (2012) 70–97

Vila Daniel; Ralph Ferraro; Cecilia Hernandez; Hilawe Semunegus, 2012, The Performance Of Hydrological Monthly Products Using SSM/I - SSMI/S Sensors, Submitted to Journal of Hydrometeorology.

Workshop CHUVA em Maio de 2012 - 56 trabalhos submetidos. Acesso aos abstracts no link.<http://chuvaproject.cptec.inpe.br/chuvainscricao/workshop/br/curso.html#/programacao.html> (ANEXO IV)

#### **4.2) Livros e Capítulos de livros:**

AA Costa, TM Pauliquevis, EP Souza, JA Martins, M Yamasoe, MF Andrade e HMJ Barbosa, Capítulo 6, Bases Científicas das Mudanças Climáticas – Primeiro Relatório Nacional, pp 243-275, 2012

A Correia, M Yamasoe, H. Barbosa, Simone Costa, Luiz Augusto Machado, Aline Procopio, Rita Ynoue. Capítulo 7, Forçante radiativa natural e antrópica – Primeiro Relatório Nacional, pp 276-323, 2012

#### **4.3) Congressos**

Albrecht Rachel I, Carlos A. Morales, Evandro M. Anselmo, João R. Neves, Enrique Mattos, Thiago Biscaro and Luiz A. T. Machado. THUNDERSTORM CHARACTERISTICS OF SUMMER PRECIPITATING SYSTEMS DURING CHUVA-GLM VALE DO PARAIBA FIELD CAMPAIGN. 16th International Conference on Clouds and Precipitation, ICCP-2012, Germany.



Albrecht, R. I.; Morales, C. A. & Silva Dias, M. A. F. da . Physical processes of thunderstorm development during the dry-to-wet season in southwest Amazon. In: XIV International Conference on Atmospheric Electricity, August 08-12, 2011, Rio de Janeiro, Brazil, 1p.

Albrecht, R. I.; Morales, C. A.; Silva Dias, M. A. F. da & Petersen, W. A.. 1-D cloud model with electrification scheme: Possible CCN influence on the development of charge centers. Abstracts and Program - ICAE 2011. In: XIV International Conference on Atmospheric Electricity, August 08-12, 2011, Rio de Janeiro, Brazil, p. 1-4.

Albrecht, R. I.; Morales, C.; Goodman, S.; Hoeller, H.; Bailey, J.; Blakeslee, R.; Rudlosky, S.; Hall, J.; Anselmo, E. M.; Neves, J. R.; Lacerda, M. , Understanding the different lightning detection technologies: A contribution from CHUVA-GLM field campaign, International Lightning Detection Conference – Vaisala 2012, 2-5 de Abril, Boulder, EUA.

Alcântara, Clênia R. ; COHEN, J. C. P. ; Souza, Enio P. ; SILVA DIAS, M. A. F. . Estudo de caso de uma linha de instabilidade amazônica utilizando dados da campanha chuva-Belem. In: I Workshop Científico do Projeto Chuva, 2012, São José dos Campos. I Workshop Científico do Projeto Chuva, 2012.

Alcântara, Clênia Rodrigues ; Souza, Enio Pereira de . Análise de perfis atmosféricos em dias com e sem a formação de linhas de instabilidade amazônicas. In: XI Congreso argentino de meteorología, 2012, Mendoza. La meteorología y su contribución al desarrollo humano, social y económico de las regiones, 2012.

Alcântara, Clênia Rodrigues; Souza, Enio Pereira de & Silva Dias, Maria Assunção Faus da. INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA DA SUPERFÍCIE DO MAR NA FORMAÇÃO DE LINHAS DE INSTABILIDADE AMAZÔNICA. Simpósio Internacional de Climatologia. In: IV Simpósio Internacional de Climatologia, 16 a 19 de outubro de 2011, Mudanças Climáticas e seus Impactos em Áreas Urbanas, João Pessoa – PB, p. 1-5.

Barbosa H.M. J., D. A. Gouveia, P. Artaxo, T. Pauliquevis, D. K. Adams, R. M. N. Santos International Lidar Radar Conference, Athens-Greece, 2012

Bourayou R., Calheiros A.J., Sakuragi J., Miacci M., Barbosa H.J.M, De Angelis C.F., Machado L.A.T.: VERTICAL CLOUD STRUCTURE OVER A NORTH-EASTERN BRAZILIAN COASTAL CITY USING LIDAR, A MICROWAVE RADIOMETER AND A K-BAND HYDROMETEOR PROFILER VI Workshop on Lidar Measurements in Latin America – VI WLMLA, Outubro de 2011, em La Paz, Bolívia

Calheiros, A. and L. A. T. Machado. Integrated Rain and Cloud Liquid Water over Brazil during CHUVA Campaign. 16th International Conference on Clouds and Precipitation, ICCP-2012, Germany.

Camponogara, Gláuber & Silva Dias, Maria Assunção Fausda . Análise sinótica de eventos chuvosos identificados pelas funções ortogonais empíricas para Belem – PA. Simpósio Internacional de Climatologia. In: IV Simpósio Internacional de Climatologia, 16 a 19 de outubro de 2011, Mudanças Climáticas e seus Impactos em Áreas Urbanas, João Pessoa – PB, p. 1-5.

Delahaye Florian, Oliveira Rômulo A. J., Dubreuil Vincent, Machado Luiz A.T., Angelis Carlos F. intercomparison of RAINFALL satellite products over deforested and forested surfaces in Brazilian Amazonia. IGARSS, 2012.



Fernandes Rui M. S., David K. Adams, Andre Sa, Luiz A. Machado, Icaro Vitorello. GNSS Dense Meteorological Networks for Observing Deep Convection and the Hydrological Cycle in the Tropics. AOGS - Asia Oceania Geosciences Society. Singapore, 2012.

Fisch G. Flow at Forest and Clearing áreas: a wind tunnel experiment” iLEAPS 2011 – 3th Integrated Land Ecosystem-Atmosphere Processes Study (Garmisch-Partenkirchen, Alemanha de 18 a 23 de setembro de 2011).

Fisch Gilberto. “The heights of the Atmospheric Boundary Layer at a coastal region using remote sensing and *in situ* measurements” ISARS 2012 – 16th International Symposium for the Advancement of Boundary Layer Remote Sensing (Boulder, EUA de 4 – 8 junho 2012).

Fitzjarrald David R., P. Voss, J. C. P. Cohen, and L. Machado. Directly observing boundary layer trajectories in the Eastern Amazon. 2012. 20th Symposium on Boundary Layer Turbulence.

Gonçalves Weber Andrade and Luiz Augusto Toledo Machado: BLACK CARBON EFFECTS ON AMAZON PRECIPITATION. 16th International Conference on Clouds and Precipitation, ICCP-2012, Germany

Goodman S., R. J. Blakeslee, J. C. Bailey, L. D. Carey, Douglas Mach, M. Bateman, S. Rudlosky, R. Albrecht, L. Machado, C.A. Morales, and R. H. Holzworth. The CHUVA Lightning Mapping Campaign in Support of GLM. GOES-R Science Week, Kansas City, MO, April 30-May 4, 2012

Hobouchian, Maria Paula; P. Salio; D. Vila; Y. García Skabar, 2012, Validación de estimaciones de precipitación por satélite sobre Sudamérica utilizando una red de observaciones de alta resolución espacial. Accepted for oral presentation at XI Congreso Argentino de Meteorología.

Intercomparison of water vapor calibration constants derived from in-situ and distant soundings for a Raman-LIDAR operating in the Amazon forest

MACHADO L., A. CALHEIROS, E. MATTOS, I. COSTA, D. VILA, R. ALBRECHT, C. MORALES, C. ANGELIS, M. SILVA DIAS, G. FISCH. TROPICAL CLOUD PROCESSES : FIRST RESULTS FROM CHUVA PROJECT. 16th International Conference on Clouds and Precipitation, ICCP-2012, Germany.

Machado L.A.T., J. Sukaragi, C. Freitas, W. Escobar, and C. Angelis. Pilot Project for EarlyWarning; The CHUVA-SOS. EGU General Assembly, Vienna, 2012.

Machado Luiz, Enrique Mattos, Renato G. Negri, Daniel Vila and Cintia Freitas. A Nowcasting System Using Satellite and Radar data: The CHUVA Project Experience. 3rd WMO/WWRP International Symposium on Nowcasting and Very Short Range Forecasting. Rio de Janeiro 2012.

Machado, L. A. T., D. Vila, C. Morales, M. Silva Dias, and G. Fisch, The CHUVA Project: First results and implications to satellite precipitation estimation. EGU General Assembly, Vienna, 2012.

Marcio, E.R., **Fisch, G.**, Truys, C., Avelar, A.C. Measurements of flow over an urban canyon model using HWA and PIV techniques. Apresentação Oral (sessão Observações da Camada Limite Planetária) VII Workshop Brasileiro de Micrometeorologia (Santa Maria-RS, de 16 a 18 Novembro 2011).



Mattos, Enrique, Luiz Machado and Daniel Vila. LYFE CYCLE CHARACTERISTICS OF PRECIPITATING SYSTEMS OVER PARAIBA VALLEY, BRAZIL: PRELIMINARY RESULTS OF GLM-CHUVA EXPERIMENT. 3rd WMO/WWRP International Symposium on Nowcasting and Very Short Range Forecasting. Rio de Janeiro 2012.

Mattos, Enrique and Luiz Machado. A Model for Cloud-to-Ground Lightning Nowcasting Using Infrared Satellite Images. XIV International Conference on Atmospheric Electricity, August 08-12, 2011, Rio de Janeiro, Brazil

Medeiros, L.E. e **Fisch, G.** Surface layer at a transition region ocean-land. Apresentação Oral (sessão Processos de mesoescala e interação Oceano-CLP). VII Workshop Brasileiro de Micrometeorologia (Santa Maria-RS, de 16 a 18 Novembro 2011).

Morales, C.; Albrecht, R. I.; Goodman, S.; Hoeller, H.; Bailey, J.; Blakeslee, R.; Rudlosky, S.; Hall, J.; Anselmo, E. M.; Neves, J. R.; Lacerda, M. , Understanding the different lightning detection technologies: A contribution from CHUVA-GLM field campaign, EGU General Assembly 2012, 22-27 Abril, Viena, Austria, p. 3429

Morales, C.A. ; Machado, L. A.; Angelis, C. F.; Silva Dias, M. A. F.; Fisch, G.; Carvalho, I. C.; Biscaro, T.; Sakuragi, J.; Neves, J. R.; Anselmo, E. M.; Lacerda, M. , Precipitation properties observed during CHUVA-Field Campaign. , EGU General Assembly 2012, 22-27 Abril, Viena, Austria, p. 3426.

Neves, T. T. de A. T. e **Fisch, G.** Estabilidade estática noturna em ambientes desmatados amazônicos. Apresentação Oral (sessão Observações da Camada Limite Planetária) VII Workshop Brasileiro de Micrometeorologia (Santa Maria-RS, de 16 a 18 Novembro 2011).

Quadro, Mario Francisco Leal de; Silva Dias, Maria Assunção Faus da & Herdies, Dirceu Luis. ANÁLISE DE VÓRTICES CONVECTIVOS DE MESOESCALA EM BEBIDOS NA ZCAS. Congresso Brasileiro de Agrometeorologia. In: Anais do XVII Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, "Riscos Climáticos e Cenários Agrícolas Futuros", 18 a 21 de julho de 2011, SESC, Guarapari - ES, p. 1-5, 2011.

Quadro, Mário Francisco Leal de; Silva Dias, Maria Assunção Faus da & Herdies, Dirceu Luis. ANÁLISE DE VÓRTICES CONVECTIVOS DE MESOESCALA EM BEBIDOS NA ZCAS ENTRE OS ANOS DE 2000 A 2009. Simpósio Internacional de Climatologia. In: IV Simpósio Internacional de Climatologia, 16 a 19 de outubro de 2011, Mudanças Climáticas e seus Impactos em Áreas Urbanas, João Pessoa – PB, p. 1-6.

Silva Dias, Maria A. F.; Dias, Juliana; Carvalho, Leila M. V.; Freitas, Edmilson D. & Silva Dias, Pedro L.. CHANGES IN EXTREME DAILY RAINFALL FOR SÃO PAULO, BRAZIL . Simpósio Internacional de Climatologia. In: IV Simpósio Internacional de Climatologia, 16 a 19 de outubro de 2011, Mudanças Climáticas e seus Impactos em Áreas Urbanas, João Pessoa – PB, p. 1-5.

Vila Daniel, 2012, Satellite rainfall retrieval assessment over different rainfall regimes and the 'Chuva' experiment preliminary results. Accepted for oral presentation at EUMETSAT Meteorological Satellite Conference.

#### **4.4) Orientações**

##### **Tese de doutorado concluída**

Mario Francisco Leal de Quadro – Estudo de Vórtices Ciclônicos de Mesoescala associados



à Zona de Convergência do Atlântico Sul. Defesa Abril de 2012 - Universidade de São Paulo. Orientadora: Maria Assunção Faus da Silva Dias

Renato Galante Negri. Análise da convenção utilizando a divergência do vento em altos níveis com satélite. Defesa Agosto 2012. Tese (Meteorologia) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais Orientador: Luiz Augusto Toledo Machado

Wagner Flauber Araujo Lima. Estimativa da Precipitação utilizando os canais de Microondas: Análise do efeito dos hidrometeoros na Radiação espalhada. Defesa Março 2012. Tese (Meteorologia) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais Orientador: Luiz Augusto Toledo Machado

### **Dissertação de Mestrado concluída**

Andréia Bender - **Eventos de tempo severo associados à linhas de instabilidade sobre o estado de São Paulo**. Defesa 2012. Universidade de São Paulo, Bolsa: CNPq. Orientador: Edmilson Dias de Freitas

Glauber Camponogara - **Extremos de precipitação diária em Belém, Pará, e estrutura vertical da atmosfera**. Defesa Março 2012, Universidade de São Paulo. Orientadora: Maria Assunção Faus da Silva Dias

RAFAELA LISBOA COSTA - **Aplicação de uma teoria termodinâmica no estudo de um vórtice ciclônico de altos níveis sobre o Nordeste do Brasil**. Defesa 2012. Universidade Federal de Campina Grande. Orientador: Enio P. Souza

### **Iniciação Científica em andamento:**

Brice Auvet. Ecole normale supérieure. Paris França. Precipitation study of Vale de Paraíba - CHUVA Project.

Tayla Silva: Relação entre o campo elétrico vertical e as nuvens - Universidade de São Paulo. Orientador: Carlos Augusto Morales Rodriguez

William Minhoto: Avaliação das tempestades por meio radar de apontamento vertical e medidor de campo elétrico - Universidade de São Paulo. Orientador: Carlos Augusto Morales Rodriguez

William Minhoto: Explorando a Meteorologia, Graduando em Bacharelado em Meteorologia, - Universidade de São Paulo. Orientador: Carlos Augusto Morales Rodriguez

### **Dissertações de Mestrado em andamento:**

Adaiana Francisca Gomes - Avaliação do modelo WRF para simular o perfil de vento no CLA. Mestrado INPE. Orientador Gilberto Fisch.

ALANE SALDANHA DOS SANTOS - Estudo da inclinação da superfície na intensificação de sistemas de brisa. Universidade Federal de Campina Grande. Orientador: Enio P. Souza e Clênia Rodrigues Alcântara.

Flávia Matioli da Silva. O desenvolvimento das Tempestades na Cidade de São Paulo: Avaliação das Características Meteorológicas e a Influência da Poluição.. Início: 2010.



Dissertação (Mestrado em Meteorologia) - Universidade de São Paulo, Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível, Orientador: Carlos Augusto Morales

Micael Amore Cecchini: Impacto dos aerossóis na dinâmica das nuvens. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais Orientador: Luiz Augusto Toledo Machado.

Natanael Vieira de Sousa Título: Caracterização da circulação de brisa em Fortaleza. Universidade Estadual do Ceará. Orientador: João Bosco Verçosa Leal Junior

Ramon Campos Braga. Estudo do Conteúdo de Gelo das Nuvens em Função do Ciclo de Vida Utilizando Sensores em Micro-Ondas Passivos, Mestrado INPE, orientada pelos Drs. Carlos Frederico de Angelis e Daniel Vila.

Tarcisio Miranda do Amaral Neto. Título : Micro-linha de Instabilidade na região de Belém: Um estudo sobre as características físicas e morfológicas. Universidade Federal de Belém. Orientador: Júlia Cohen e Luiz A. T. Machado

Vinícius Milanez Couto Título: Intercomparação de modelos atmosféricos para análise de ventos locais na região metropolitana de Fortaleza. Universidade Estadual do Ceará. Orientador: João Bosco Verçosa Leal Junior

#### **Teses de Doutorado em andamento**

Enrique Vieira Mattos: Impacto da microfísica de nuvens na eletrificação de tempestades. 2010. Tese (Meteorologia) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais Orientador: Luiz Augusto Toledo Machado

Evandro Moimaz Anselmo. Morfologia das Tempestades no Brasil. Início: 2010. Tese (Doutorado em Meteorologia) - Universidade de São Paulo. Orientador: Carlos Augusto Morales

Florian Delahaye. Analyse comparative des différents produits satellitaires d'estimation des précipitations pour une meilleure gestion des ressources en eau en Amazonie brésilienne. Université de Rennes II. Orientador Vincent Dubreuil and Luiz Machado.

Ludmila Monteiro da Silva Tanaka .CONVECÇÃO PROFUNDA NA AMAZÔNIA CENTRAL: UMA PERSPECTIVA TERMODINÂMICA. Universidade Estadual da Amazônia. Orientador Prakki Satyamurty e Luiz Machado.

Weber Andrade Gonçalves: Efeito do desmatamento e aerossóis de queimadas nos processos físicos das nuvens. 2009. - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais Orientador: Luiz Augusto Toledo Machado

#### **4.5) Cursos organizados**

Curso: Sensoriamento Remoto e Modelagem dos processos de formação da precipitação – O PROJETO CHUVA. Experimento CHUVA- GLM(Geostationary Lightning Mapper) -Vale do Paraíba. Universidade Federal do Rio de Janeiro- de 24 a 31 de Outubro de 2011.



## 5) Descrição da aplicação dos recursos de Reserva Técnica e Benefícios Complementares

### 5.1) Reserva Técnica:

Nanoestation R\$ 603,00

**Justificativa:** Para fazer link de internet entre o container e a central de operações do projeto.

Conversor R\$ 476,10

Conversor R\$ 351,20

**Justificativa:** Conversores (interface 485) são utilizadas na comunicação dos disdrômetros (Parsivel e Thies) com o computador e os pinos adaptador são os adaptadores de tomadas (padrão novo p/ padrão americano e vice-versa).

Cabos e Material Elétrico R\$ 1.287,05

**Justificativa:** Material para instalação elétrica do container de medidas na rede de energia elétrica (direto do transformador).

Fonte e filtro de linha R\$ 353,93

**Justificativa:** Material necessário no campo.

Pino Adaptador R\$ 105,00

**Justificativa:** Adaptador para

Impressora R\$ 279,00

**Justificativa:** Para as operações de campo na central de operações das campanhas do projeto.

Parafuso, suporte conector R\$ 79,00

**Justificativa:** Para fazer

Fita LTO R\$ 7.030,00

**Justificativa:** Para fazer backups do banco de dados e baixar fitas de dados de modelos e satélites. As leitoras disponíveis estavam sendo usadas para as atividades do CPTEC.

#### 5.1.1) Material Permanente:

No-break 1.615,80

**Justificativa:** Para os equipamentos de campo.

Unidade de disco 2.596,00

NAS-Servidor 5.800,00

**Justificativa:** para armazenamento dos dados e preparação do banco de dados.

#### 5.1.2) Despesas com transporte

Luiz Augusto RJ R\$ 735,09

**Justificativa:** Participar da reunião do CHUVA em Santa Maria.

Rafael Castelo GRU R\$ 1.490,74

**Justificativa:** participar do Primeiro Workshop Científico do CHUVA.

#### 5.1.3) Serviços de terceiros

Mensalidade MODEN Vivo

**Justificativa:** para comunicação internet no campo.



Mensalidades Valor  
12 mensalidades de R\$ 123,80

### 5.1.3) Despesas com Importação

Não se aplica

### 5.2) Benefícios Complementares: (veja descrição detalhada no ANEXO XIX).

#### Luiz Machado

Passagem-Denver/USA R\$ 2.786,92  
Diária-Denver/USA R\$ 3.045,00  
Justificativa: Participar da reunião científica do GPM - PMM (Precipitation Measurement Mission) Science Team Meeting, CEOS- Precipitation e GPM Algorithm Reveiw Panel. e Seminário do CHUVA na Universidade de New York

Diárias-Viena/Austria R\$ 2.650,00  
Inscrição na EGU R\$ 1.001,49  
Justificativa: Participar da General Assembly 2012 of the European Geosciences Union as passagens foram pagas pelos recursos de bancada do CNPq .

Passagem Rio de Janeiro R\$ 1.157,32  
Justificativa: para participar de reunião internacional do CHUVA, preparatória do CHUVA VALE, no Congresso da ICAE .

Passagem Alemanha R\$ 3.702,04.  
Seguro saúde Alemanha e Canadá R\$ 244,53  
Justificativa: para participar do 16<sup>th</sup> International Conference on Clouds and Precipitation, ICCP-2012. Missão a ser realizada em Julho de 2012.

Passagem Canadá R\$ 4.497,28  
Justificativa: para participar do 5th International GPM Ground Validation Workshop 2012. A reunião será realizada em Toronto em Julho de 2012.

1/2 Diária RJ R\$ 90,00 ok  
Justificativa ministrar aula do curso do CHUVA na UFRJ. Passagem paga pela UFRJ.

#### Gilberto Fisch

Diárias Palestra -RJ R\$ 210,00  
Justificativa: Ministrara aula no Curso do CHUVA.

Inscrição WB Micrometeorologia R\$ 300,00  
Passagem ônibus SJC X GRU R\$ 18,26  
Passagem ônibus Santa Maria x POA R\$ 133,80  
3 diárias inteiras WB Micrometeorologia R\$ 816,00  
1 diária sem pernoite WB Micrometeorologia R\$ 210,00  
Justificativa: participar do do VII Workshop Brasileiro de Micrometeorologia em Santa Maria com apresentação de diversos trabalhos.

Diárias Conferencia -Alemanha R\$ 4.185,00  
Passagem aérea Conferencia -Alemanha R\$ 3.284,94  
Deslocamento de trem Conferencia -Alemanha R\$ 1.470,00



Taxa de Incrição Conferencia -Alemanha R\$ 1.125,00

Seguro Saude Conferencia -Alemanha R\$ 103,00

Justificativa: participar da reunião técnico-científica do III iLEAPS (integrated Land Ecosystem Atmospheric Processes Study)

Passagem aérea EUA R\$ 3.999,18 a ser realizada

Justificativa: participar do 16<sup>th</sup> Symposium for the Advancement of the Boundary Layer Remote Sensing, com apresentação de trabalho.

Passagem aérea EUA II R\$ 3.425,81 a ser realizada

## 6) Solicitação e Justificativa de Aditivos, Mudanças no calendário e dos locais dos experimentos

### 6.1) Mudança de locais e datas dos Experimentos

O projeto prevê um experimento em Brasília em Fevereiro-Março de 2013 e um experimento em Manaus no período de Fevereiro a Março de 2014 em parceria com a campanha do GoAmazon2014. Para reduzir custos e otimizar esforços. Consideramos que será mais apropriado fazer a campanha em Brasília quando o radar se deslocar para Manaus. Desta forma, iniciaremos a preparação em Dezembro de 2013, a campanha de Brasília em Janeiro de 2014 e em seguida os equipamentos serão deslocados para Manaus onde realizará a última campanha. Há uma possibilidade de participação da campanha do GoAmazon2014 em Setembro-Outubro, mas essa decisão será tomada em 2013, para então submeter esse pleito a FAPESP, solicitando uma prorrogação de 6 meses do projetos. Com esse calendário, o Projeto poderá se dedicar em 2013 ao processamento e análise dos dados coletados. No ano de 2013, o equipamentos da campanha estarão disponíveis para Instituições realizarem experimentos, dentro da logística de medidas do CHUVA, desta forma aumentando a quantidade de dados coletados e não onerando o orçamento do Projeto.

Nova proposta de campanhas do CHUVA

	Jan	FEB	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dez
2010			Centro de Lançamento de Alcântara									
2011			Fortaleza	Fortaleza		Belém	Belém				Vale do Paraíba	Vale do Paraíba
2012		Vale do Paraíba	Vale do Paraíba								Santa Maria	Santa Maria
2013												
2014	Brasília	Manaus	Manaus									



## 6.2) Solicitação de Aditivos

O radar Banda X, principal instrumento do de medidas do Projeto, foi adquirido como um leasing por 24 meses. Esse período se encerra em março de 2013. Com base nesse calendário, não será possível a realização do experimento em Brasília, haja visto o aumento do período das campanhas. A campanha de Manaus neste caso seria realizada sem o radar buscando uma sinergia com os equipamentos do GoAmazon2014. Contudo, o radar está sendo muito útil tanto para a pesquisa como para os projetos pilotos de previsão imediata, na qual tem tido uma considerável repercussão e demonstrado a importância deste serviço com a defesa civil local (veja anexo V descrevendo alguns retornos dos usuários). Esse radar poderia ser utilizado como um laboratório científico para outros grupos interessados em utilizar este recurso. Contudo, o ponto principal neste pleito é a campanha GoAmazon2014 e a participação brasileira ativa na campanha. O GoAmazon2014, será uma das maiores campanhas científicas na Amazônia (Veja Anexo XII - Descrição do Projeto ). Esse experimento que ocorrerá em Manaus durante todo o ano de 2014 e com dois períodos intensivos de medidas (Fev-Mar e Set-Out) é financiado pelo DOE (Department of Energy do EUA) e contará com uma enorme estrutura, nos moldes do LBA. O Brasil deveria ter uma participação ativa nesse experimento tanto ao nível de instrumentos levados ao campo como a de pesquisadores e estudantes. Uma forma de potencializar a participação brasileira seria a de financiar um período extra do radar. Desta forma, poderemos participar do GoAmazon com toda a instrumentação do CHUVA. Além disso, esse radar poderá trazer grandes benefícios científicos em sinergia com os equipamentos do GoAmazon. Uma medida de grande importância será a aeronave laboratório, o avião laboratório, o Gulfstream G1 operado pelo Pacific Northwest National Laboratory, que será equipado com medidas microfísicas de grande importância para o fechamento do projeto CHUVA. Esses dados obtidos de aeronave laboratório são fundamentais e infelizmente o Brasil não dispõe deste equipamento.

Desta forma, conforme **ANEXOXX**- SELEX Quotation, solicito analisar a possibilidade de estender o leasing do radar até dezembro de 2014, permitindo participar ativamente do GoAmazon e estendendo as campanhas de Manaus para os 4 meses de medidas intensivas.

## 6.3) Solicitação de Inclusão de novos pesquisadores no Projeto

O experimento CHUVA-SUL (Santa Maria/ba) terá a participação de pessoal do USA, Europa e Argentina. Portanto, solicito a inclusão dos nomes abaixo na lista de participantes do Projeto.

### Estrangeiros:

Nome	Instituição	País
Steven Nesbitt	Dept. of Atmospheric Sciences, University of Illinois	EUA
Sarah Bang	Student - University of Utah	EUA
Dan Cecil	University of Alabama in Huntsville	EUA
Michael Peterson	Student - University of Utah	EUA
Paola Salio	Universidade de Buenos Aires	Argentina
Yanina Garcia Skabar -	Servicio Meteorologico Nacional -	Argentina



	Argentina	
Luciano Vidal -	Estudante - CONICET	Argentina
Patricia Blatter -	Estudante - Universidad Nacional del Nordeste	Argentina
Romina Mezher -	Estudante - Instituto Nacional de Tecnologia Agropecuaria	Argentina
Laura Pappalardo -	Estudante - Universidad de Buenos Aires	Argentina
Henrique Repinaldo -	Estudante - Universidad de Buenos Aires	Argentina
Paula Hobouchian	Estudante - Universidad de Buenos Aires	Argentina
Jean-Pierre Chaboureau	Laboratoire d'Aerologie, University of Toulouse/CNRS	França

**Brasileiros:**

Nome	Instituição
Cláudia Rejane Jacondino de Campos	Professor da Universidade Federal de Pelotas
Luciana Barros Pinto	Professor da Universidade Federal de Pelotas
Roseli G. Gomes	Professor da Universidade Federal de Pelotas
Paulo Roberto Pelufo Foster	Professor da Universidade Federal de Pelotas
Glauber Mariano	Professor da Universidade Federal de Pelotas
Jonas da Costa Carvalho	Professor da Universidade Federal de Pelotas
Fabício Pereira Harter	Professor da Universidade Federal de Pelotas
Gilsane Mari da Costa Pinheiro	Meteorologista da Universidade Federal de Pelotas
Elisabeth Signorini	Meteorologista da Universidade Federal de Pelotas
Vladair Morales de Oliveira	Meteorologista da Universidade Federal de Pelotas
Eliton Lima de Figueiredo	Meteorologista da Universidade Federal de Pelotas
Eliane Grala Pereira Alves	Meteorologista da Universidade Federal de Pelotas
Gustavo Rasesa	Estudante Universidade Federal de Pelotas
Marco Aurélio Alvarenga Alves	Estudante Universidade Federal de Pelotas



Vanderlei Rocha de Vargas Junior	Estudante Universidade Federal de Pelotas
João Rodrigo de Castro	Estudante Universidade Federal de Pelotas
Caio Machado Lisboa	Estudante Universidade Federal de Pelotas
Guilherme touchtnhagen Schild	Estudante Universidade Federal de Pelotas
Ranna Pinto Garcia	Estudante Universidade Federal de Pelotas
Simone Maria Strieder	Estudante Universidade Federal de Pelotas
Otávio C. Acevedo	Professor Universidade Federal de Santa Maria
Paulo Gilberto P. Estivaleta	Base Aérea de Santa Maria
Simone E. T. Ferraz	Professor Universidade Federal de Santa Maria
Vagner Anabor	Professor Universidade Federal de Santa Maria
Anderson S. Nedel	Professor Universidade Federal de Santa Maria
Daniel Caetano	Estudante Universidade Federal de Santa Maria
Débora R. Roberti	Professor Universidade Federal de Santa Maria
Everson Dal Piva	Professor Universidade Federal de Santa Maria
Gervásio Annes Degrazia	Professor Universidade Federal de Santa Maria
Gizelli de Paula	Estudante Universidade Federal de Santa Maria
Nereu Streck	Professor Universidade Federal de Santa Maria



## 8) Relatório Bolsa TT



Ministério da  
Ciência, Tecnologia  
e Inovação



### Treinamento Técnico

Referência Processo: [2011/23868-0](#)

**Tiago Tinoco Sobreira**  
**Bolsista TT**

**Projeto Temático Associado:** Projeto Chuva

**Título: Desenvolvimento e manutenção de uma base de dados e metadados do Projeto CHUVA.**

**Relatório I**  
**Período Janeiro a Junho de 2011**



## **Resumo do Projeto TT:**

A facilidade de acesso à internet e a portabilidade dos diversos tipos de dispositivos eletrônicos disponíveis é muito grande. Essas facilidades nos permitem realizar algumas tarefas que antes nos custavam muito tempo e esforço como por exemplo, enfrentar gigantescas filas de banco para pagar apenas um carnê, ou até mesmo andar quilômetros para pesquisarmos preços de produtos. A idéia do sistema Web do Projeto Chuva é justamente trazer essa facilidade ao usuário final, estimulando e facilitando o acesso ao dado, evitando um acesso direto ao grande acervo de dados com complexas estruturas de diretórios. Além disso, os metadados, trazem diversas informações referentes ao dado que normalmente somente seriam obtidas através de solicitações diretas ao pesquisador responsável. O Projeto Chuva possui um portal de informações referentes ao projeto de todas as campanhas científicas que foram ou irão ocorrer nos próximos anos. Essa facilidade será disponibilizada através desta página.

## **Resumo do Projeto CHUVA**

processo físico no interior das nuvens é um dos componentes mais desconhecidos do sistema climático. A descrição desses processos através de parâmetros meteorológicos convencionais ainda precisa ser bastante aprofundada de forma que modelos de previsão de tempo e clima consigam descrever, com precisão, o tipo e as características dos hidrometeoros, os perfis de liberação de calor latente, o balanço radiativo, o entranhamento de ar na nuvem e as correntes ascendentes e descendentes. Os modelos numéricos estão se aprimorando e rodando em resoluções espaciais nas quais esses processos precisam ser explicitamente descritos. Por exemplo, a análise dos efeitos do aquecimento global em uma dada região necessita de simulações descrevendo todos esses processos. Outra aplicação importante que necessita conhecer os processos das nuvens é a estimativa de precipitação por satélite. O programa espacial brasileiro tem planejado o lançamento em 2014 de um satélite para inferência da precipitação - esse satélite fará parte da constelação do GPM (Global precipitation Measurement). Nuvens quentes, responsáveis por grande parte da precipitação nos trópicos, principalmente nas regiões costeiras, são pouco estudadas e não são consideradas nas estimativas de precipitação por satélite. Este Projeto realizará experimentos de campo em sete sítios com diferentes padrões climáticos, para estudar os regimes de precipitação no Brasil. Esses experimentos utilizarão radar polarimétrico, lidar polarizado, radiômetro de microonda, disdrômetros, radiosondas e vários outros instrumentos. As análises serão realizadas considerando as características microfísicas e a evolução com o ciclo de vida, os modelos de estimativa de precipitação, o desenvolvimento da tempestade e a formação de descargas elétricas, os processos na camada limite e a modelagem da microfísica. Este projeto tem o objetivo de reduzir as incertezas na estimativa da precipitação e progredir no conhecimento dos processos das nuvens, principalmente das nuvens quentes. A pesquisa a ser realizada abrangerá estudos de clima e os processos físicos por meio de observações convencionais e especiais para criar um banco de dados descrevendo os processos de nuvens dos principais sistemas de precipitação no Brasil. O Projeto pretende criar e explorar essa base de dados para melhorar a estimativa de precipitação por satélites e validar e estudar as parametrizações da microfísica das nuvens.



## ATIVIDADES

### Manutenção e desenvolvimento de páginas web

Manutenção no portal do projeto chuva <http://chuvaproject.cptec.inpe.br/> e demais páginas web das campanhas científicas;

- <http://mogyb.cptec.inpe.br/portal/alcantara/index.html> Alcântara - MA
- <http://chuvaproject.cptec.inpe.br/portal/fortaleza/br/> Fortaleza - CE
- <http://chuvaproject.cptec.inpe.br/portal/belem/br/index.html> Belém - PA
- <http://mogyb.cptec.inpe.br/portal/saoluis/index.html> Vale do Paraíba

Criação de interface para nova página web da campanha em Santa Maria.

### Análise dos dados coletados

Diversos tipos de dados estão sendo coletados pelo projeto chuva, e tais dados possuem diversos formatos, sendo que, muitos deles são completamente distintos um do outro.

A primeira etapa é conhecer todos os tipos de dados existentes e separá-los em categorias, a fim de que se torne um catálogo.

Os arquivos estão separados em categorias: dado bruto, pré-processado, processado, entre outros. Os mesmos são chamados respectivamente de nível 0, 1, 2, etc.

### Abaixo, segue alguns exemplos de tipos de dados:

- **Nível 0:**
  - Radar banda X dados no formato original da Selex
- **Nível 1:**
  - Radar banda X dados em formato binário e ASCII
- **Nível 2:**
  - Radar banda X propriedades polarimétricas e precipitação.

Esses são apenas alguns exemplos de muitos tipos de arquivos coletados. E ainda possuem arquivos com mais de dois tipos de categorias, como é o caso do radiômetro MP3000 que possui nível 0,1,2, sendo eles, bruto, pré-processado e processado.



## **Padronização de arquivos**

Os arquivos em geral possuem um formato próprio e totalmente desconhecido à maioria dos usuários. Então, se fez necessário montar um processo de padronização dos mesmos.

Uma primeira abordagem foi desenvolver uma base de dados para armazenar os metadados dos arquivos, com informações como: identificador, data do arquivo, hora, data de gravação, status, tamanho e descrição. Essas informações são pertinentes a todos os arquivos armazenados no banco de dados.

Após o desenvolvimento do banco de metadados, foi desenvolvido um script para fazer a renomeação de todos os arquivos.

Para que o processo de padronização ficasse completo, foi criada uma nomenclatura para os mesmos. Abaixo segue um exemplo da nomenclatura adotada.

### **RGGL01950020100304054512**

- RGG: Rain Gauge;
- L0 > Arquivo nível zero (dado bruto);
- 19500 > Código de identificação de produto;
- 20100304 > ano, mês e dia;
- 054512 > hora, minuto e segundo;
- .csv > extensão;

## **Desenvolvimento e manutenção de uma base de metadados**

- Armazenamento das informações dos arquivos em uma base de metadados;
- Manutenção e cadastro dos metadados geoespaciais no perfil de metadados do Brasil (MGB).

## **Desenvolvimento e manutenção de bancos de dados**

Diversos tipos de dados distintos foram e estão sendo coletados pelo Projeto Chuva, armazená-los em uma base de dados homogênea e disponibilizá-los de forma transparente ao usuário final não é uma tarefa das mais fáceis.

Além dos metadados dos arquivos coletados, existem também diversas outras informações pertinentes ao projeto. Cada arquivo coletado vem de algum equipamento, que possui um responsável, que trabalha em alguma uma instituição ou empresa, etc.

Tais informações são de extrema importância para que seja feito um histórico daquela informação adquirida, ou seja, o dado.



O Banco de dados foi dividido em diversas entidades a fim de se criar um relacionamento entre elas fazendo assim um cruzamento de informações relevantes.

### **Desenvolvimento do sistema de pedidos de dados online**

O sistema web de pedidos Chuva Project facilitará a o acesso do usuário final, evitando um acesso direto ao grande acervo de dados, com complexas estruturas de diretórios, e ainda trazer diversas informações referentes ao dado.

O Projeto Chuva possui um portal de informações referentes ao projeto e a todas as campanhas científicas que foram e irão ocorrer nos próximos anos. Lá possui também uma página web pertencente a cada experimento ocorrido. Segue o link do portal <http://chuvaproject.cptec.inpe.br/>

## **II) Detalhamento dos progressos realizados neste período**

Durante o primeiro semestre de vigência da bolsa, houve esforço mutuo entre a equipe de pesquisadores e o restante dos membros para que se chegasse a um senso comum a fim de criar uma padronização para a estrutura de diretórios e nomenclatura dos dados e diariamente acomodávamos os dados que chegavam que ainda estavam sendo processados por seus responsáveis, além da constante atualização da página do Projeto Chuva.

Uma vez estabelecido o padrão, iniciou-se um trabalho em conjunto com a equipe DSA, coordenado por Mario Figueiredo onde criou-se o Sistema de pedidos de dados *online* e *scripts* para o reprocessamento dos dados. Nessa primeira etapa do projeto focando-se no experimento de Alcântara, onde conclui-se a padronização.

## **III) Plano de trabalho e cronograma para as etapas futuras.**

Temos como meta para esse próximo semestre de 2012 uma constante manutenção da página do Projeto Chuva focada principalmente para o experimento de Santa Maria, além de iniciar o reprocessamento dos dados do experimento de Belém e de dar suporte aos pesquisadores que começaram a enviar os dados de seus equipamentos.

Cachoeira Paulista, 25 de junho de 2012.

Tiago Tinoco Sobreira  
Bolsista

  
Dr. [Luiz Augusto Toledo Machado](#)  
Orientador da Bolsa



