



Processos Multi-escala no Desenvolvimento da Convecção Tropical e a Influência do Aerossol

Tércio Ambrizzi (USP) e Carlos R. Mechoso (UCLA)
Coordenadores





Objetivos Gerais

- Em longo prazo: entender as restrições em parametrizações de modelos para florestas tropicais e avaliar como elas são perturbadas pela poluição.
- Abordagem por duas diferentes vertentes:
 - análises estatísticas de dados do GOAmazon em vista das propriedades do ambiente atmosférico de larga escala que são relevantes para a convecção e sua interação com aerossóis;
 - efeitos dos aerossóis na precipitação tropical para situações limpas e poluídas.

Organização do projeto



- Grupo USP

- Prof. Dr. Tercio Ambrizzi
- Profa. Dra. Rosmeri P. da Rocha
- Profa. Dra. Rita Ynoue

- Grupo UCLA

- Prof. Dr. Carlos R. Mechoso
- Prof. Dr. J. David Neelin
- Prof. Dr. Dr. Sandeep Sahany
- Kathleen Schiro (aluna doutorado)

- DOE PNNL

- Dr. Ruby Leung

- COLABORADORES USP

- Dr. Cristiano Prestelo (Pos-Doc/USP), Dra. Anita Drumond (U.Vigo, Espanha), Dra. Maria Custódio e Marta Llopart (UNESP), Dra. Ana Maria Bueno (UFRJ)





Dados GOAmazon (Green Ocean Amazon)

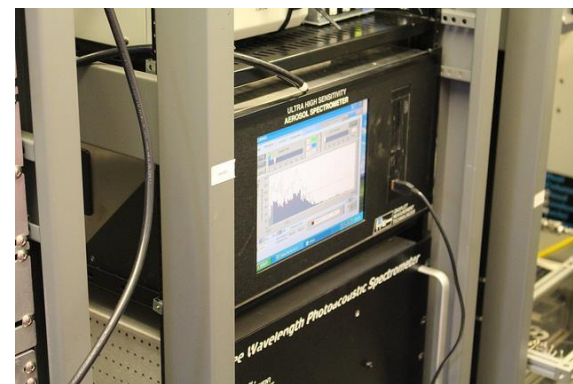
- Período do experimento: 2 anos
 - Janeiro de 2014 até Dezembro de 2015



AMF site in Brazil



**Scanning ARM
Cloud Radar and
Weather Balloon**



**Ultra High Sensitivity
Aerosol Spectrometer**



Dados e colaborações

- Dados coletados *in situ* pela **campanha GOAmazon** e dados de saída de uma hierarquia de **modelos numéricos**, desde modelos de circulação geral do sistema acoplado oceano-atmosfera até modelos de solução de nuvens serão utilizados na pesquisa proposta.
- A colaboração internacional entre EUA e Brasil irá permitir a troca de experiências em diferentes modelos numéricos e seu uso na pesquisa dos estudos Amazônicos.



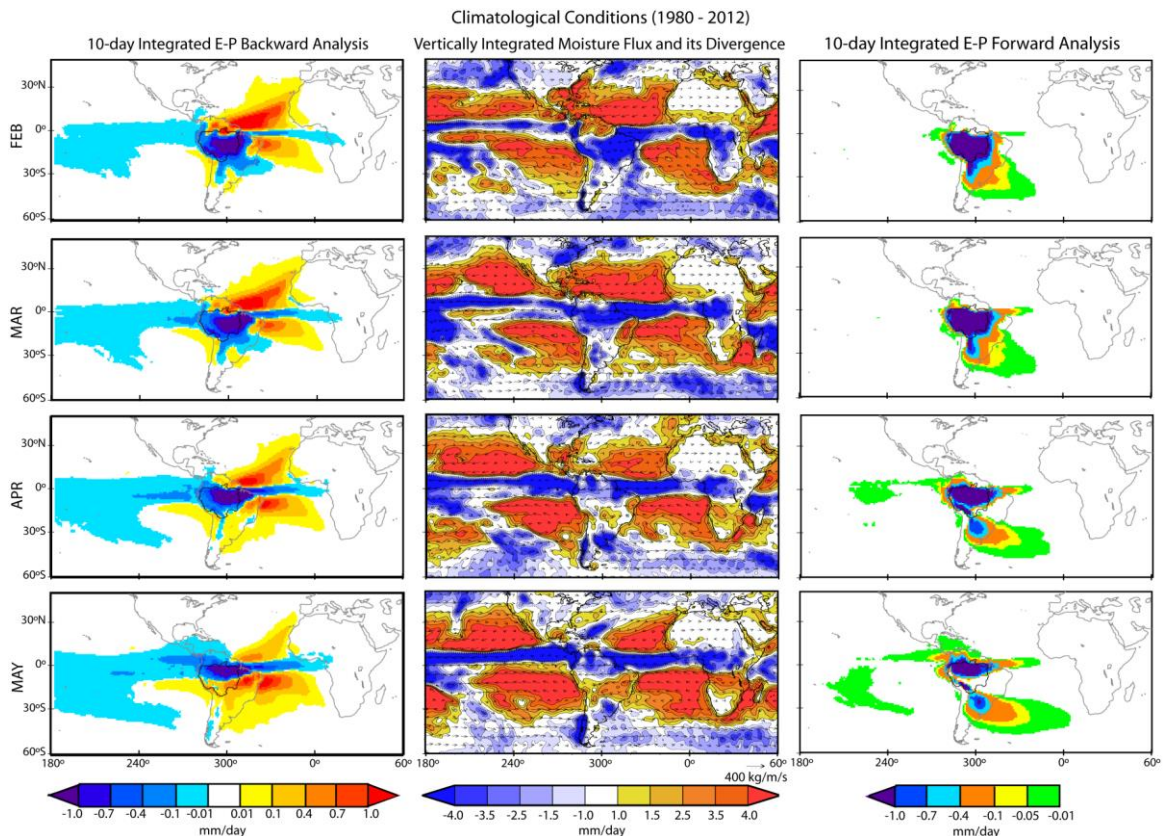
Atividades do Grupo de Trabalho Brasileiro

Análise Lagrangeana e a importância da Amazônia como fonte de umidade no ciclo hidrológico

Objetivo: investigar o ciclo anual das principais fontes de umidade para a bacia Amazônica, bem como a sua contribuição como uma fonte de umidade para o resto do continente.

- Utilizou-se um modelo Lagrangeano (FLEXPART).
 - ✓ O FLEXPART calcula balanços de evaporação menos precipitação através do cálculo de mudanças na umidade específica ao longo de trajetórias de saída (*forward*) e de chegada (*backward*).
- Dados de reanálise do ERA-Interim (33 anos).
- O efeito modulador do ENOS e alguns elementos do clima também foram discutidos através de uma análise de como os eventos ENOS impactaram o transporte de umidade sobre a região.

Atividades do Grupo de Trabalho Brasileiro



A figura mostra a climatologia para os meses de Fevereiro a Maio das trajetórias **Backward e Forward em relação a diferença Evaporação menos Precipitação**, além da **divergência e fluxo integrado de umidade na vertical**.

✓ De forma geral, o Atlântico Norte contribui principalmente durante o verão austral, enquanto que a contribuição do Atlântico Sul prevalece no resto do ano.

✓ Por outro lado, a contribuição da umidade da bacia Amazônica ocorre predominantemente para o sudeste da América do Sul.

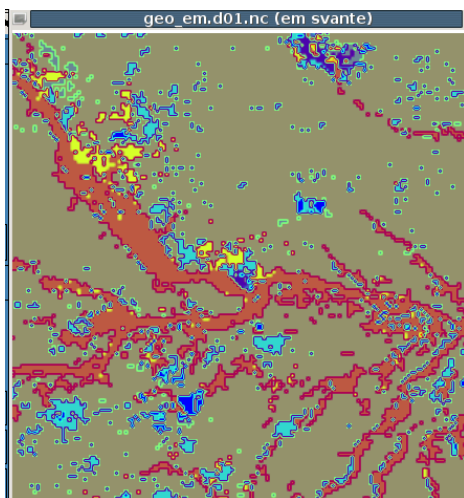
[Adaptado de Drumond et al 2014]

Atividades do Grupo de Trabalho Brasileiro

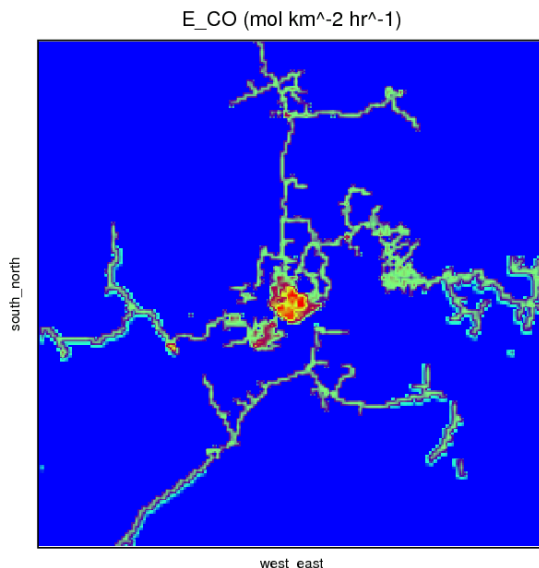
Emissões Veiculares da Cidade de Manaus e seu transporte

Objetivo: analisar o impacto das emissões veiculares nos arredores de Manaus utilizando o modelo WRF-CHEM.

Dados relativos à qualidade do ar ambiente serão utilizados para selecionar períodos a serem simulados; Serão feitas comparações entre as concentrações simuladas e observadas de ozônio, monóxido de carbono, óxidos de nitrogênio e material particulado.



Domínio do WRF-CHEM.



O grupo ainda está testando o modelo para a região de interesse e obtendo os dados necessários para as integrações mais longas.

A figura ao lado mostra um teste inicial do modelo, com as emissões de CO para a região de Manaus e seu entorno.

o resultado indica que esta cidade pode ser uma grande fonte de gases e particulado, onde uma determinação mais precisa será obtida ao longo do próximo período.



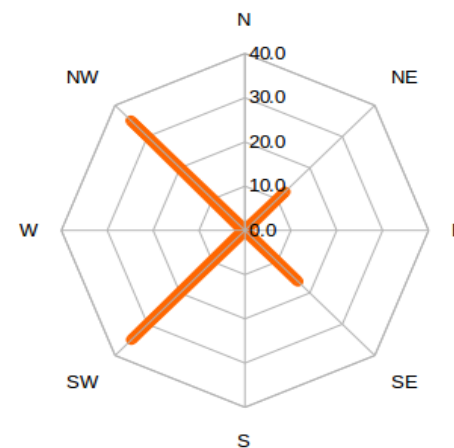
Atividades do Grupo de Trabalho Brasileiro

Sistemas Convectivos de Mesoescala (SCM) ocorridos na Região Amazônica durante o projeto GOAmazon

- Avaliação da distribuição espacial, variabilidade diurna, ciclo de vida e deslocamento dos SCMs continentais e oceânicos.

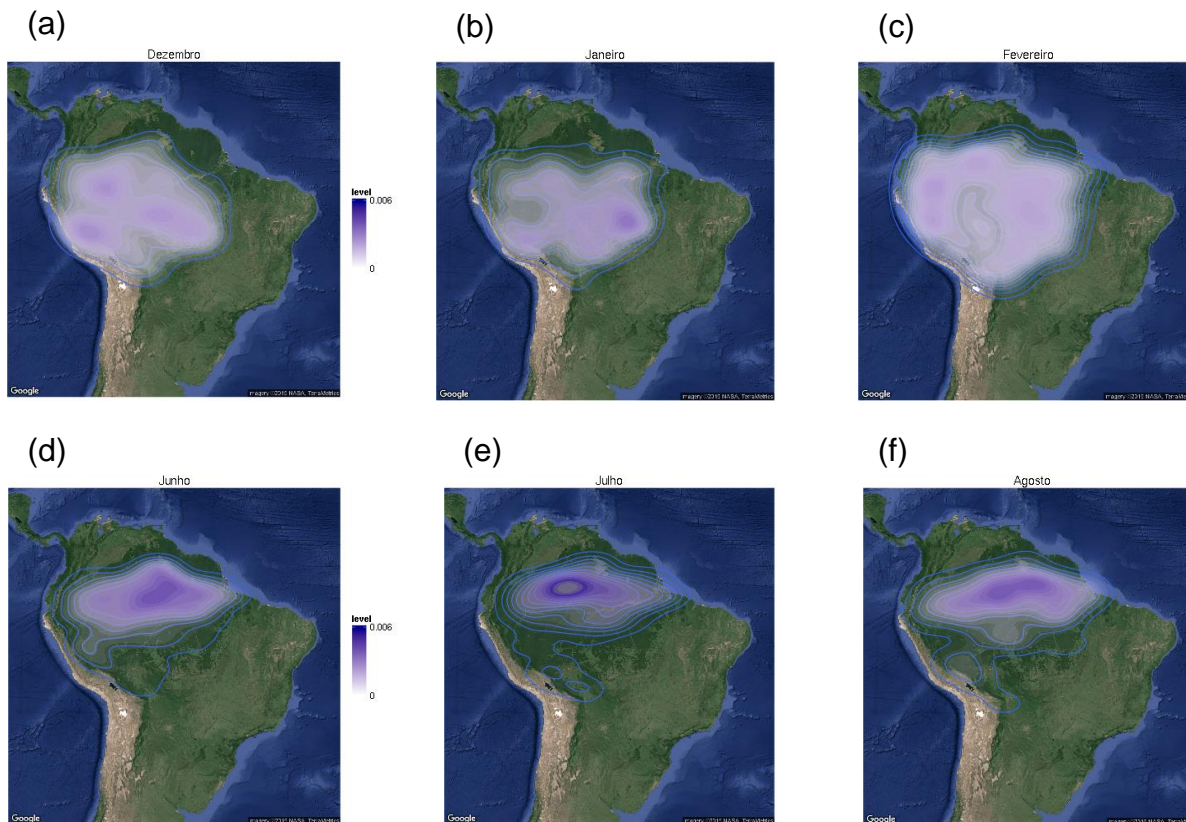
Sistemas convectivos de mesoescala ocorridos sobre a região Amazônica durante o projeto GOAmazon (02/01/2014 a 30/06/2015) de acordo com o tempo de duração.

Ano	Número de SCMs			Frequência relativa (%)	
	≥3 horas	Entre 3 e 6 horas	≥ 6 horas	Entre 3 e 6 horas	≥ 6 horas
2014	3989	3244	745	81,3	18,7
2015	2165	1808	357	83,5	16,5
Total	6165	5052	1102	-	-



Direção preferencial de deslocamento dos SCMs em (%).

Atividades do Grupo de Trabalho Brasileiro



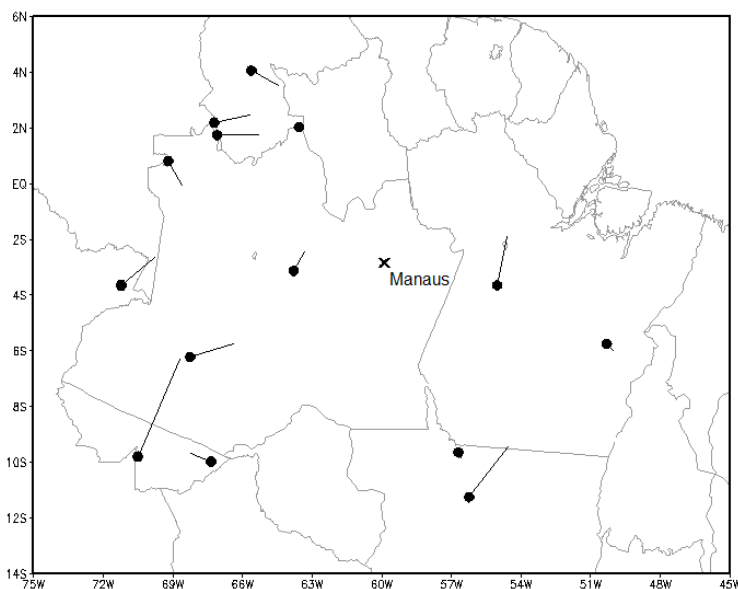
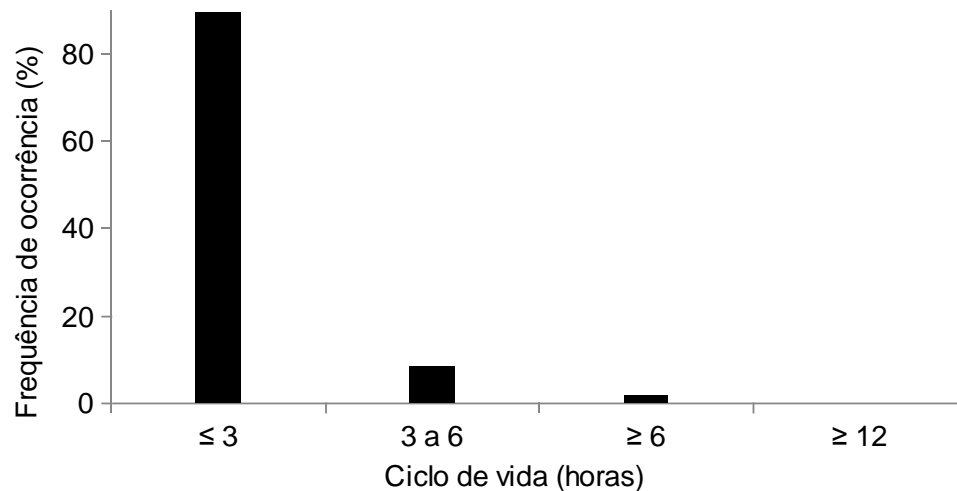
DJF

JJA

Distribuição espacial mensal dos **Sistemas Convectivos de Mesoescala** ocorridos sobre a região Amazônica durante o projeto GOAmazon em (a)-(b)-(c) DJF e (d)-(e)-(f) JJA.

Atividades do Grupo de Trabalho Brasileiro

Frequência de ocorrência de SCMs por ciclo de vida ocorridos no período de 16 de fevereiro a 27 de março de 2014, na grade de 0° a 10°S de latitude e 50°W a 70°W de longitude.

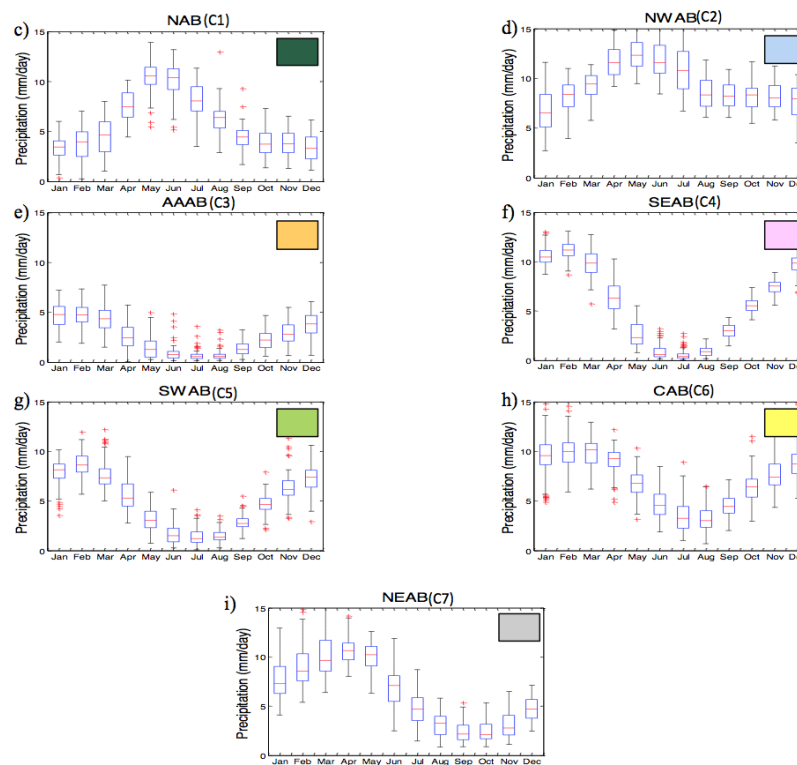
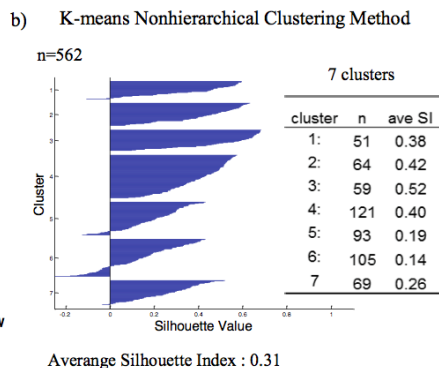
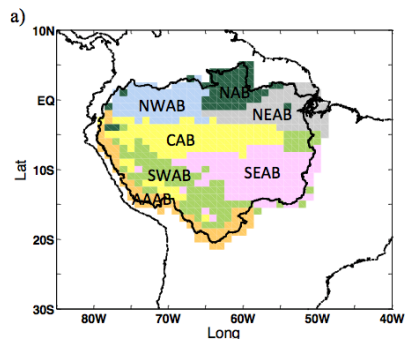


Deslocamento dos SCMs ocorridos no período de 16 de fevereiro a 27 de março de 2014 com ciclo de vida superior a 6 horas.

Atividades do Grupo de Trabalho Brasileiro

Interação da Oscilação Madden Julian com Eventos de Secas na Bacia Amazônica

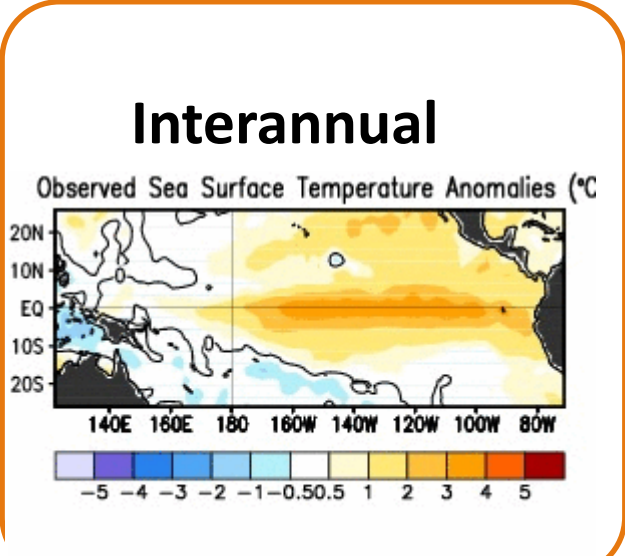
OBJETIVO: determinar sub-regiões de precipitação homogênea na bacia Amazônica.



Análise de cluster para 7 sub-regiões: (a) distribuição espacial das estações em ponto de grade; (b) gráfico de IS; (c), (d), (e), (f), (g), (h) e (i) distribuição dos regimes de precipitação anual dos clusters gerados.

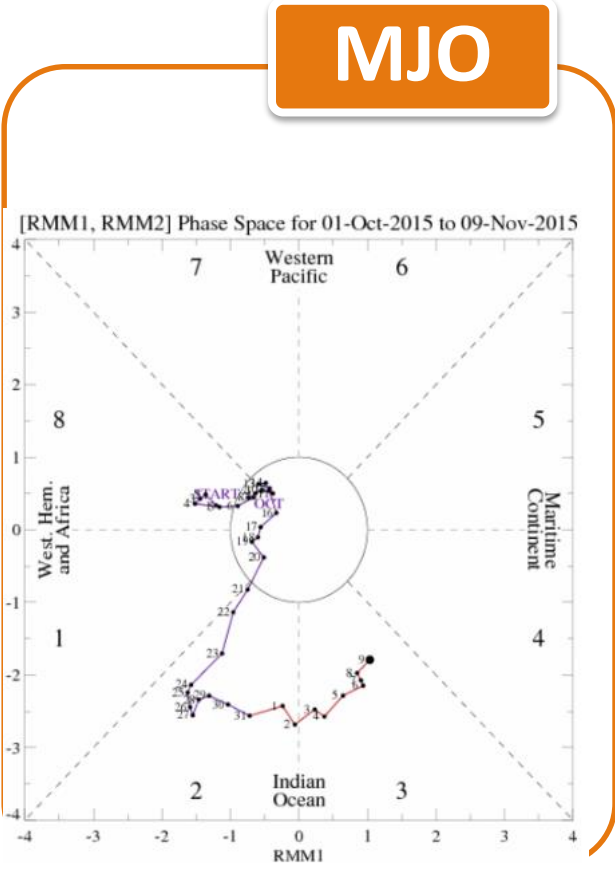
ENSO, MJO and precipitation extremes

Tropical atmosphere-ocean phenomena



7-day Average Centered on 04 November 2015

ENSO

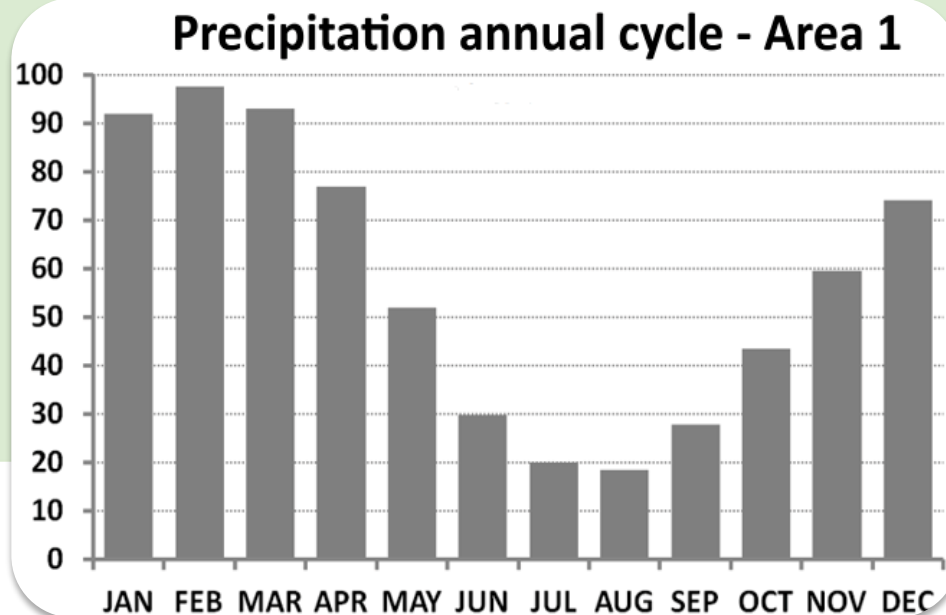
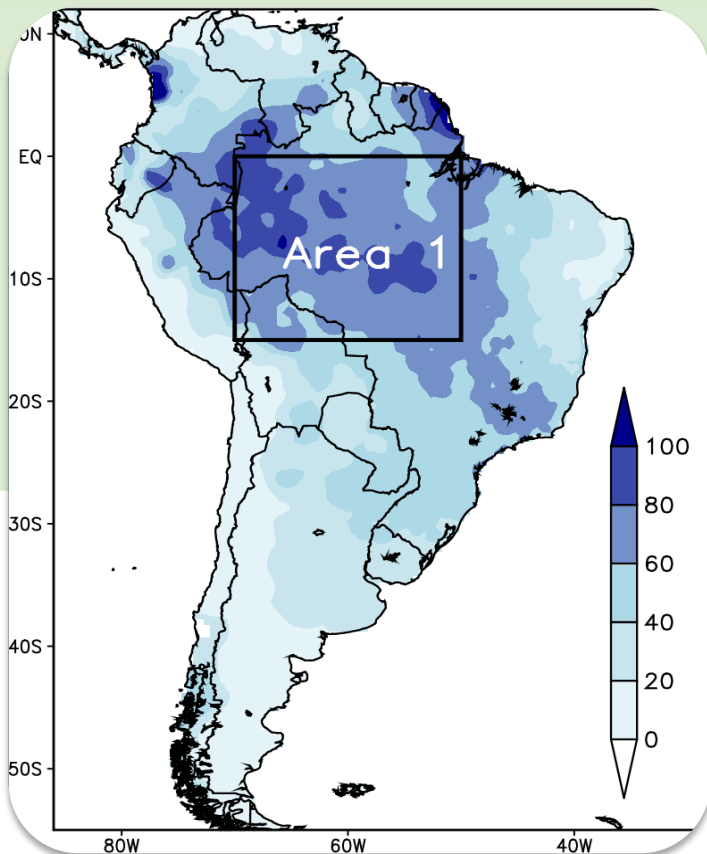


Different response

- Roundy et al. 2010
- Moon et al. 2011
- Hoell et al. 2014
- Shimizu and Ambrizzi 2015

Interaction

Study area



Warm and humid
climate (Dec-May)

Convective precipitation

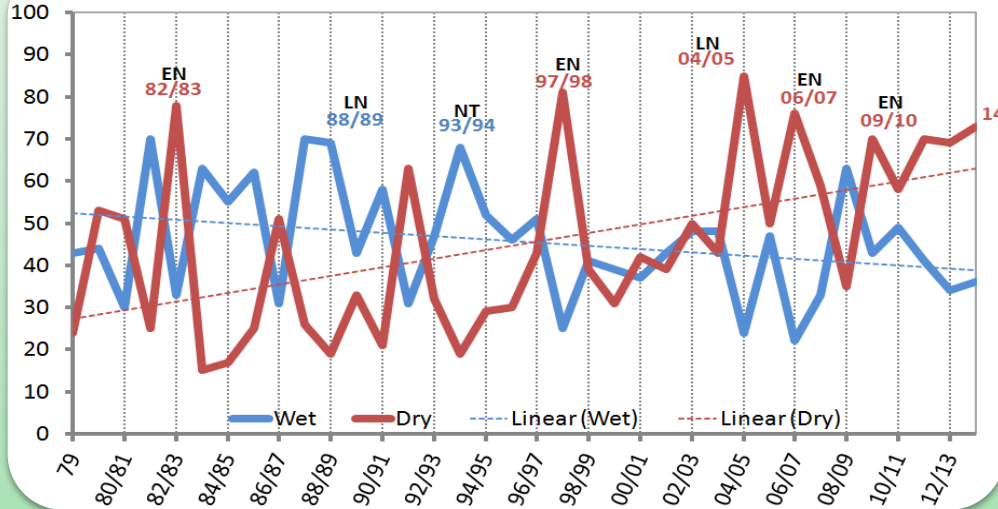
SACZ, ITCZ

ENSO, MJO, Atlantic SST
meridional gradient

Number of extreme events

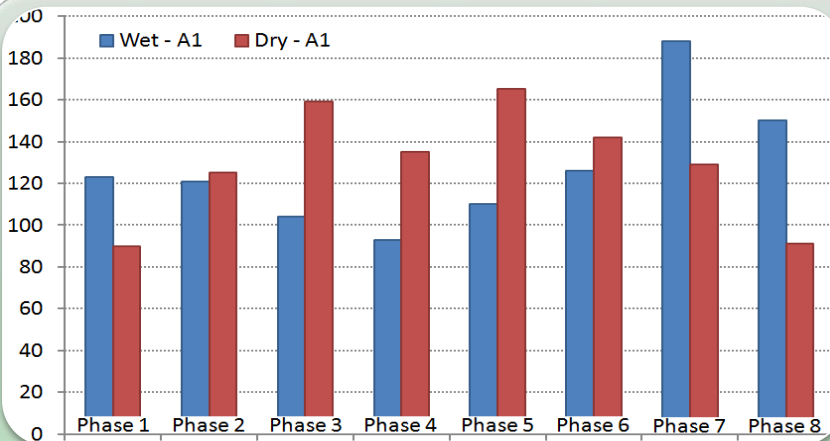


Interannual variability of extreme precipitation events - Area 1



Dry extremes
Positive linear trend

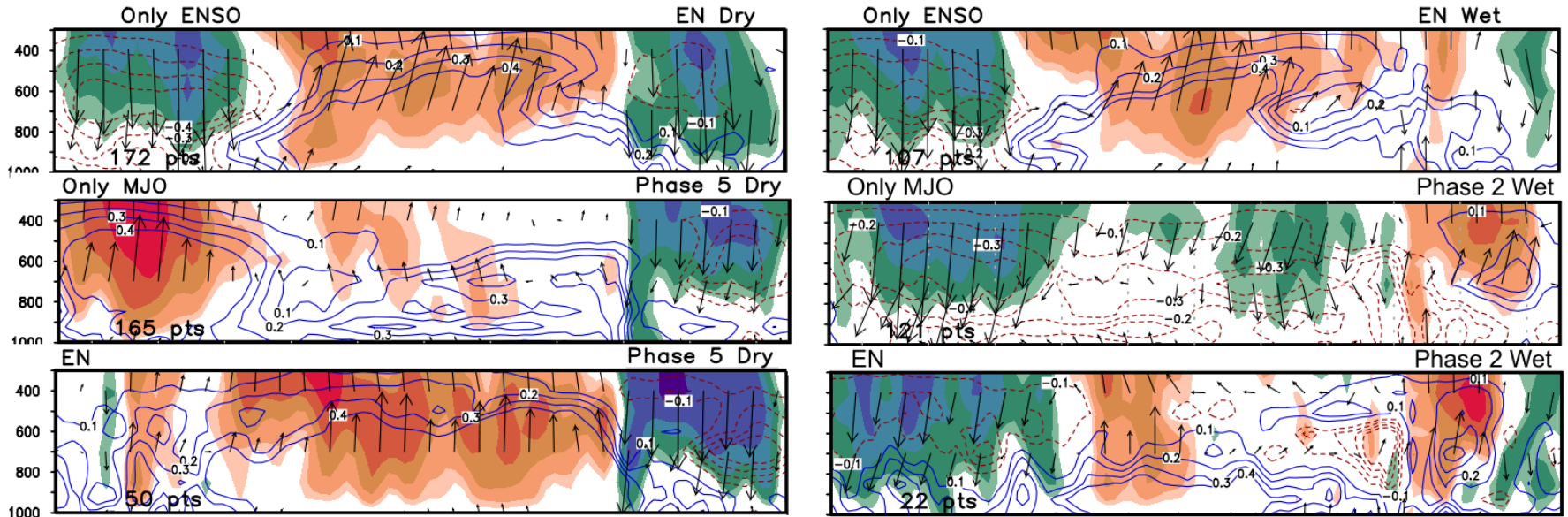
Wet extremes
Negative linear trend



Dry extremes – MJO convection over Indonesia (Phases 3-5)

Wet extremes – MJO convection suppressed over Indonesia (Phases 7-8)

ENSO and MJO convection interaction



Dominance of ENSO signal -> less extreme events

$+\Omega$

ENSO and MJO convection weaken vertical motion

EN Dry extremes

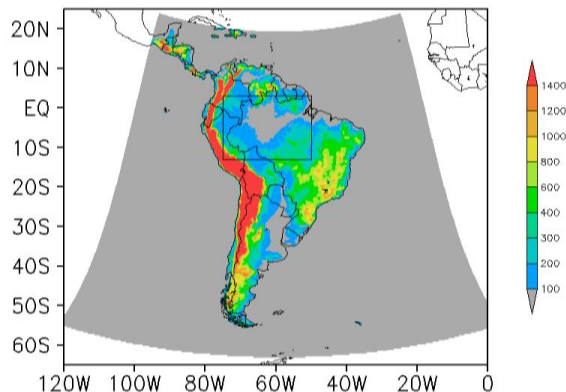
Atividades do Grupo de Trabalho Brasileiro



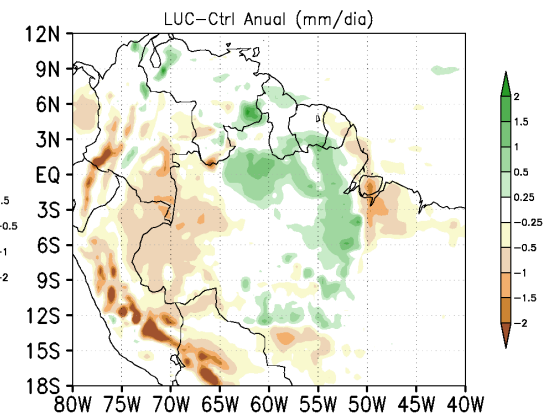
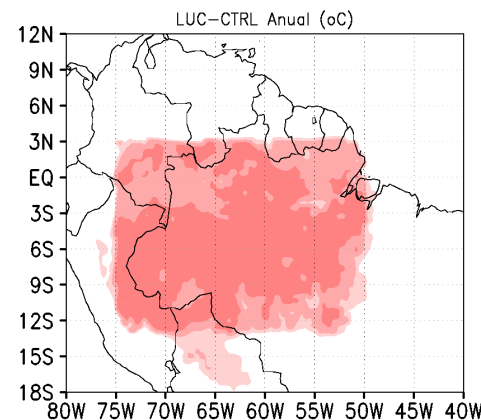
Impacto dos processos de superfície e das mudanças no uso da terra em simulações climáticas regionais do clima presente e futuro para a América do Sul com foco na Amazônia

Simulações Climáticas para o clima presente

- ✓ 1979 a 2009 (30 anos)
- ✓ Reanálise ERA-Interim.
- ✓ Simulações c/ RegCM4-CLM4.5 (CORDEX):
 - ❖ Controle (**Ctrl**)
 - ❖ Considerando AMZ composto por pastagem (**LUC**)



Domínio utilizado e topografia (m). A caixa identifica o subdomínio - AMZ.



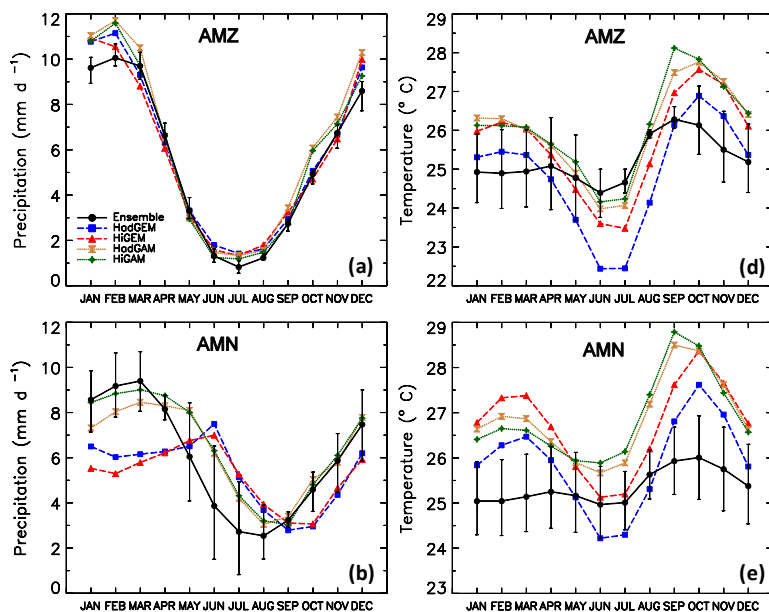
Diferença entre as simulações **LUC** e **Ctrl**: (a) temp. do ar a 2m (°C) e (b) precipitação (mm/dia).

PRÓXIMA ETAPA: simulações climáticas para o clima futuro, utilizando os cenários de mudança do uso do solo do IPCC.



Atividades do Grupo de Trabalho Brasileiro

Variabilidade intrasazonal e interanual nos modelos da família HiGEM sobre a América do Sul, com ênfase na região da Amazônia



Ciclo anual da precipitação (mm/dia) e temperatura (°C) nos subdomínios da bacia Amazônica, para as simulações acopladas (linhas pontilhadas) HadGEM (azul) e HiGEM (vermelha) e atmosféricas (linhas contínuas) HadGAM (marrom claro) e HiGAM (verde) e o ensemble de observações (linha preta, a barra indica os máximos/mínimos observados).

OBJETIVO: avaliar a versão 1.2 dos modelos climáticos de alta resolução do projeto HiGEM/UJCC sobre a região da Amazônia.

✓ Os modelos foram avaliados em relação ao aumento da resolução horizontal e em suas versões acopladas e atmosféricas.

O aumento da resolução horizontal nos dois subdomínios da Amazônia impactou positivamente as simulações, diminuindo o bias tanto de precipitação quanto de temperatura.

O melhor desempenho das simulações de maior resolução em representar o ciclo anual da chuva evidencia a importância e o impacto positivo do aumento da resolução horizontal para a precipitação no setor tropical continental da AS.

Atividades extras vinculadas ao projeto



Curso “Numerical Modeling of the Atmosphere: GCM Design and Applications”

- Ministrado na USP pelo coordenador americano deste projeto, o Prof. Dr. Carlos R. Mechoso (UCLA).
- **Objetivo:** fornecer uma visão ampla dos aspectos fundamentais relacionados aos Modelos de Circulação Geral (MCG), com ênfase nos métodos numéricos.
- As aulas consistiram de palestras e discussões, além de listas de exercício para os participantes resolverem.
- Transmissão simultânea pelo site do IPTV/USP, com mais de 300 acessos ao longo da semana do curso.

Atividades extras vinculadas ao projeto



Visita do Prof. Luis Gimeno ao IAG/USP com apoio FAPESP, em ago/2015

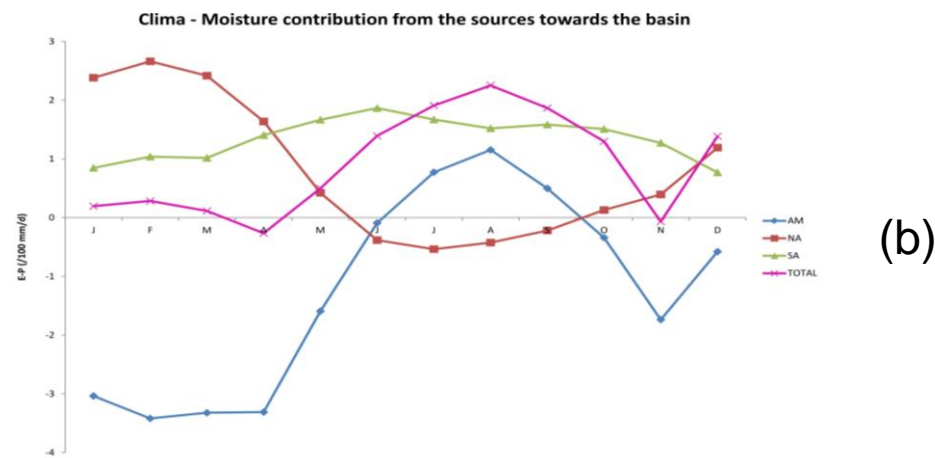
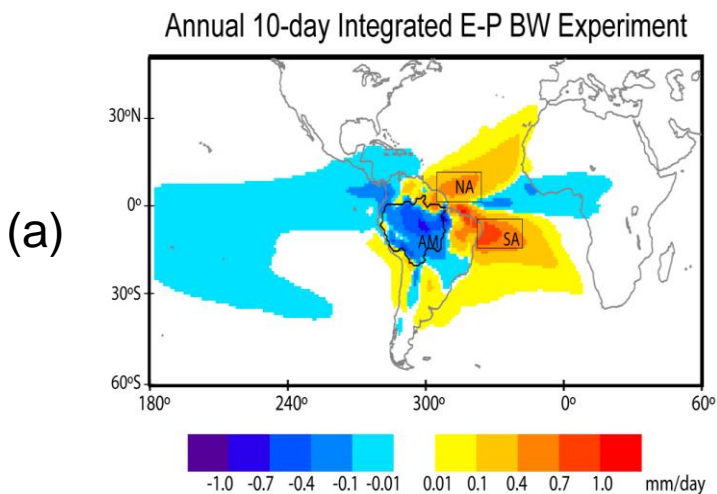
- Apoio FAPESP Proc. No. 2015/05239-7, coordenado pela Profa. Dra. Rosmeri P. da Rocha.
- Desenvolveu o projeto intitulado “**Fontes de umidade e rios atmosféricos durante a seca de 2005 e 2009-2010 na Amazônia**”.
- Decidiu-se focar na seca sobre a Amazônia devido à importância deste tópico para nosso projeto de pesquisa do GOAmazon.
- A visita foi importante para discutir **colaborações** a respeito da dupla titulação entre os Programas de Pós-Graduação em Meteorologia da USP e da Universidade de Vigo, e também devido às discussões com os estudantes do Grupo de Estudos Climáticos (GrEC) do IAG/USP.



Atividades extras vinculadas ao projeto

Visita do Prof. Luis Gimeno ao IAG/USP com apoio FAPESP, em ago/2015

Moisture Contribution towards the Amazon Basin: Climatology



For the period 1979-2012: (a) Climatology of the moisture (mm/day) contribution towards Amazon basin, (b) climatological annual cycle of the moisture sources (NA, SA, AM) and total (NA+SA+ AM).

Adapted from Drummond *et al.* (2014).



Atividades extras vinculadas ao projeto

Visita da Profa. Rita Ynoue ao PNNL, outubro de 2015

- A Profa. Rita desenvolveu os arquivos de emissão veicular com uma resolução de 2km x 2km para todo o Brasil (figura).
- Estas fontes veiculares serão adicionadas às fontes biogênicas e de queimadas e a partir destas, serão realizadas simulações com o modelo WRF-CHEM.
- As simulações terão dois objetivos:
 - (1) avaliar o impacto dos aerossóis na formação de nuvens (com a Dra. Jiwen).
 - (2) avaliar o impacto das fontes emissoras na formação de material particulado secundário orgânico (com o Dr. Manishkumar).
- Os trabalhos deverão ser desenvolvidos ao longo do terceiro ano de projeto.

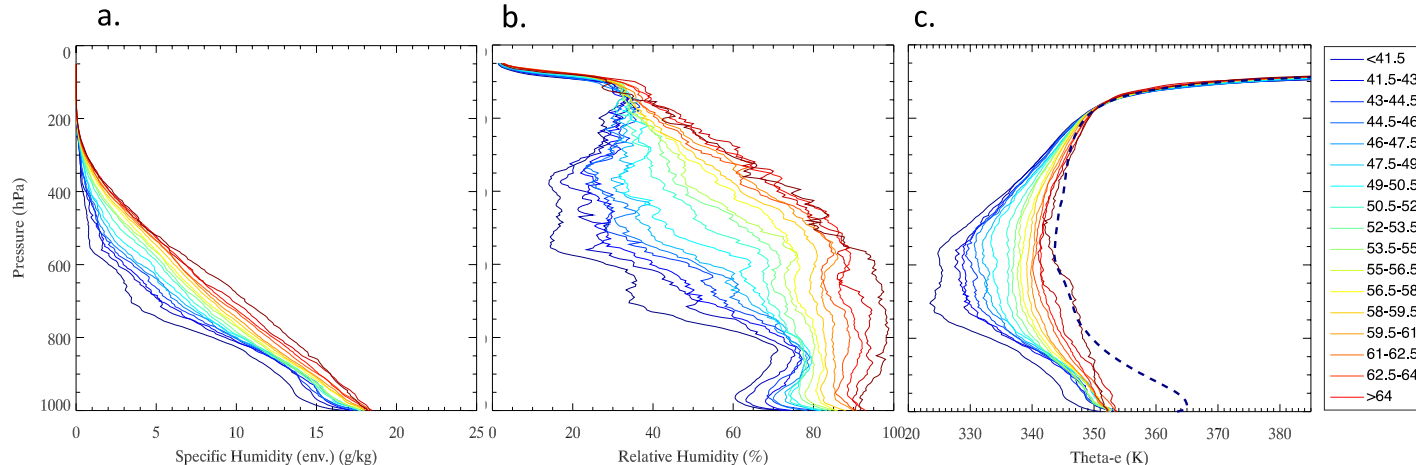


Mapa de ruas onde foram alocados poluentes oriundos da emissão veicular.

Grupo de Trabalho Americano



- Liderado pelo Prof. Mechoso.
- Realizaram análises observacionais do início de convecção utilizando os dados do GOAmazon coletados e os comparou com resultados previamente obtidos de outros sítios de experimentos tropicais no Pacífico Oeste, cujos dados foram obtidos com equipamentos semelhantes (“DOE ARM sites”) aos utilizados no Brasil.

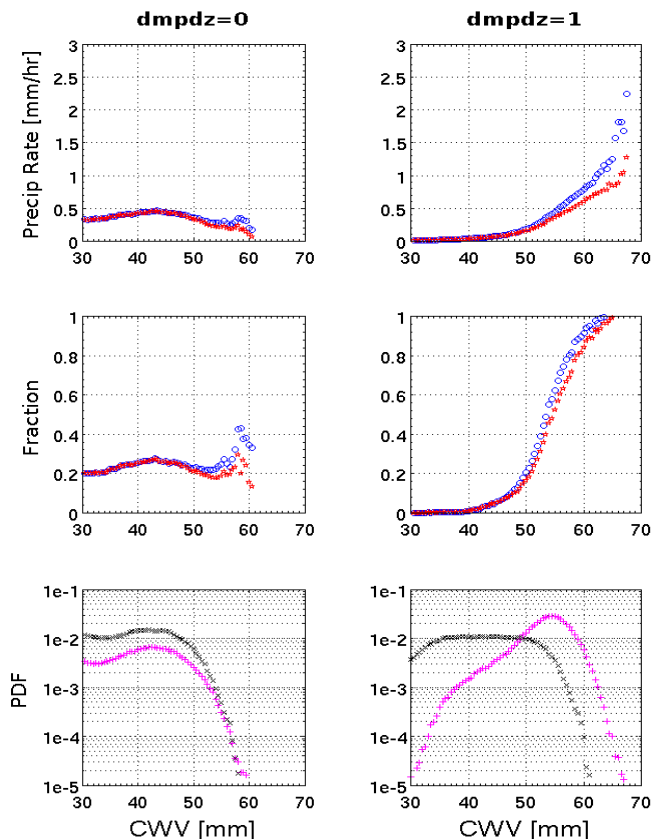


(a) Specific humidity profiles (g kg^{-1}), (b) relative humidity profiles (%), and (c) equivalent potential temperature (K) measured or derived from radiosonde data collected at Manaus, BR and conditionally averaged by CWV (Column Water Vapor - mm).

Grupo de Trabalho Americano



- Já foram iniciados também alguns **experimentos numéricos** avaliando como os modelos acoplados representam o início da convecção (CESM 30 anos com e sem entranhamento).

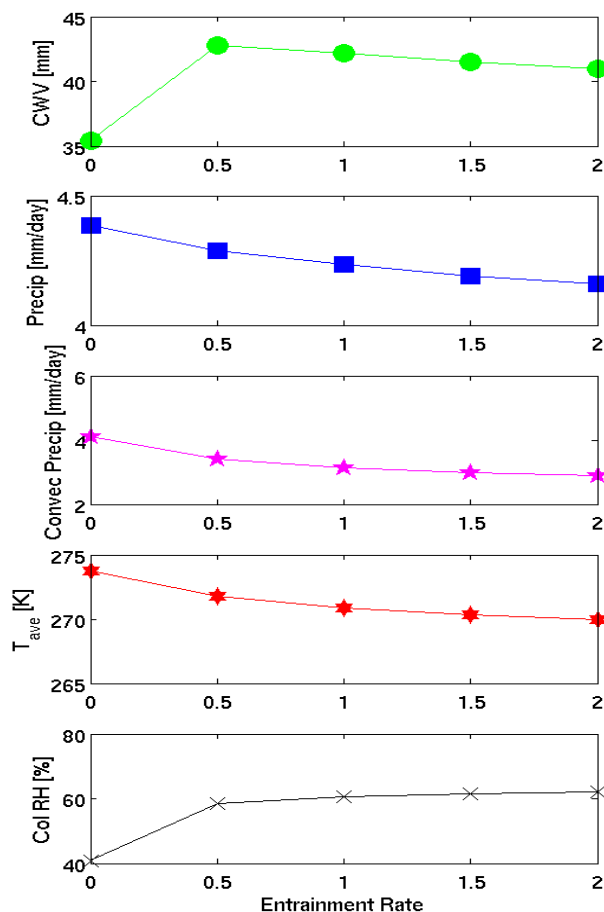


Precipitation pick-up curves for CSM model output at Manaus, for no entrainment (left, $dmpdz=0$) and standard entrainment (right, $dmpdz=1$) cases.

The upper panels show the expected precipitation rate with given CWV value, and the middle panels show the fraction of precipitating events (precipitation rate > 0.3 mm/hr). Model total precipitation and convective precipitation are indicated by blue circles and red pentagrams, respectively. The probability distribution functions of CWV are shown in the lower panels, where non-precipitating events are indicated by black x and precipitating events by magenta +. The sum of areas under the two curves is unity. The statistics is based on 1976-2005 historical runs.

Grupo de Trabalho Americano

- Já foram iniciados também alguns **experimentos numéricos** avaliando como os modelos acoplados representam o início da convecção.



Average model column water vapor, precipitation rate, convective precipitation rate, 1000-200mb column average temperature, and column relative humidity, over the tropics (20° S to 20° N), with respect to model entrainment rate.

Integrações adicionais com entranhamento intermediário são importantes para entender o impacto no clima tropical



Estatísticas relacionadas ao projeto

	2013	2014	2015	2016	TOTAL
Artigos publicados		2	1		3
Trabalhos publicados em conferências	1	4	4	1	10
Artigos submetidos e em revisão			2		2

Discentes envolvidos	
IC	1
Mestrado	4
Doutorado	1
Pós-doutorado	3
TOTAL	9



OBRIGADO PELA ATENÇÃO

