

# Oficina de trabalho

Mudanças Climáticas e Recursos Hídricos –  
desenvolvimento científico para suporte à tomada  
de decisão.

Brasília, 01/10/2018

- **PROJETO CAPES-ANA No. 88887.115869/2015-01**

## **Desenvolvimento do Modelo Regional do Sistema Terrestre Eta e Geração de Cenários de Mudanças Climáticas e de Usos da Terra, Visando Estudos de Impactos Sobre os Recursos Hídricos**

- **Coordenador-geral: Chou Sin Chan, INPE**
  - colaboração PUC-Rio, UFF
- **Coordenadores associados/instituições associadas:**
  1. **Prof Dr. Alessandro A. dos Santos Michiles, UEA/INPA**
  2. **Prof Dr. Walter Collischonn, UFRGS/IPH**

## Objetivos da proposta:

INPE

Promover o desenvolvimento do modelo climático regional Eta em modelo de sistema terrestre e gerar cenários de mudanças climáticas e de uso da terra, visando a adequação das simulações numéricas para estudos das alterações no ciclo hidrológico nas principais bacias hidrográficas do país.

UEA/INPA

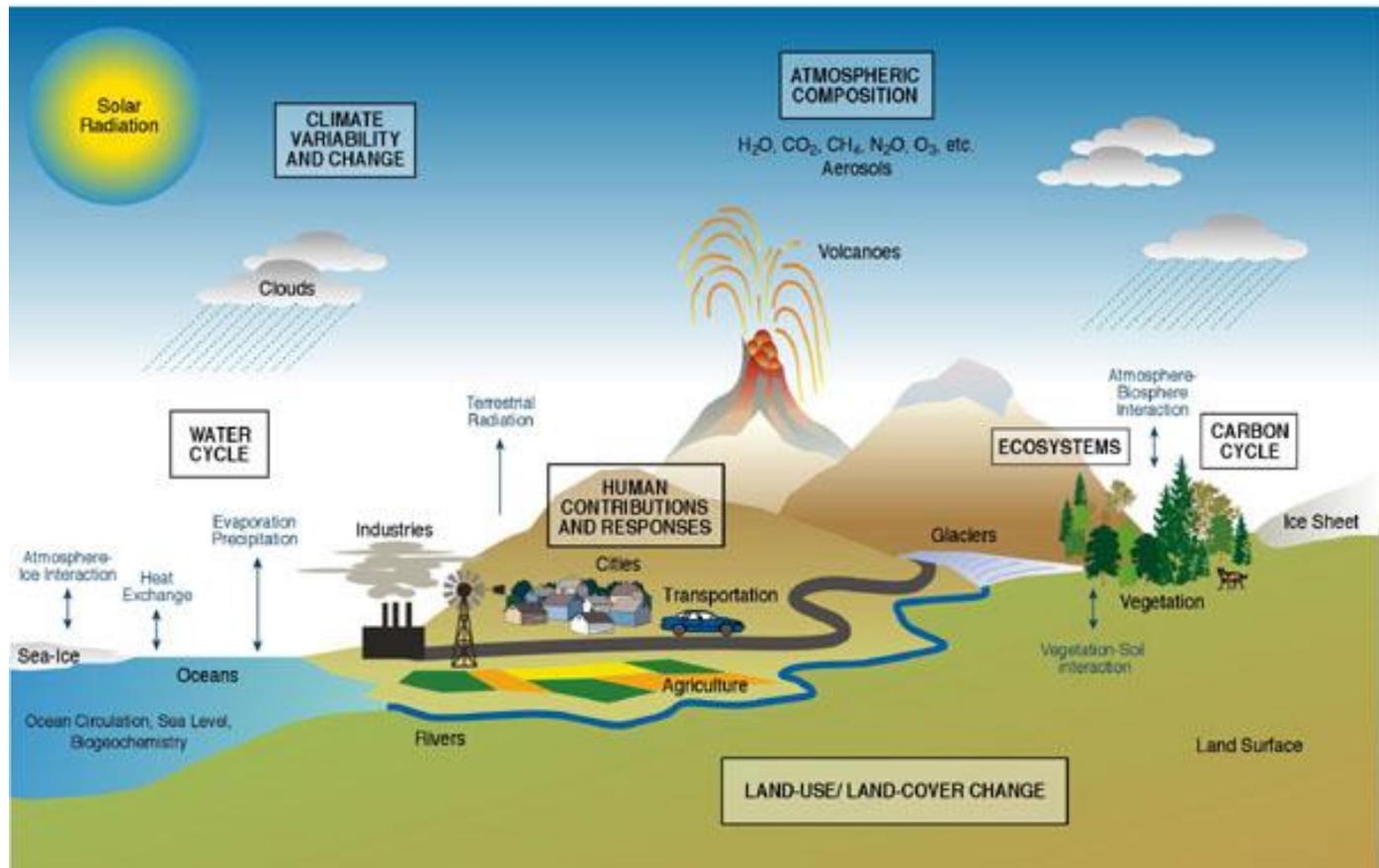
UFRGS-  
IPH

## Objetivos específicos:

1. Formação de recursos humanos em modelagem meteorológica e hidrológica voltado para estudos de mudanças do clima.
2. Estudos da sensibilidade às mudanças no uso da terra
3. Estudos de extremos hidrológicos
4. Estudo da disponibilidade hídrica frente às mudanças climáticas e de usos da terra.

# Mudança climática global

- É uma mudança no estado do clima que pode ser identificada (por exemplo, por testes estatísticos) por mudanças na média ou na variabilidade de suas propriedades, e que persistem por um período extenso, tipicamente de décadas ou mais longo.
- As mudanças climáticas podem ser devido a processos naturais internos ou a forçantes externos, ou a mudanças antrópicas persistentes na composição da atmosfera ou no uso da terra (IPCC, 2012).



# CLIMATE MODELS

**Regional Climate Models (RCM):** RCMs are often used to dynamically ‘downscale’ global model simulations for some particular geographical region to provide more detailed information.

**Atmosphere–Ocean General Circulation Models (AOGCM):** Their primary function is to understand the dynamics of the physical components of the climate system (atmosphere, ocean, land and sea ice), and for making projections based on future greenhouse gas (GHG) and aerosol forcing.

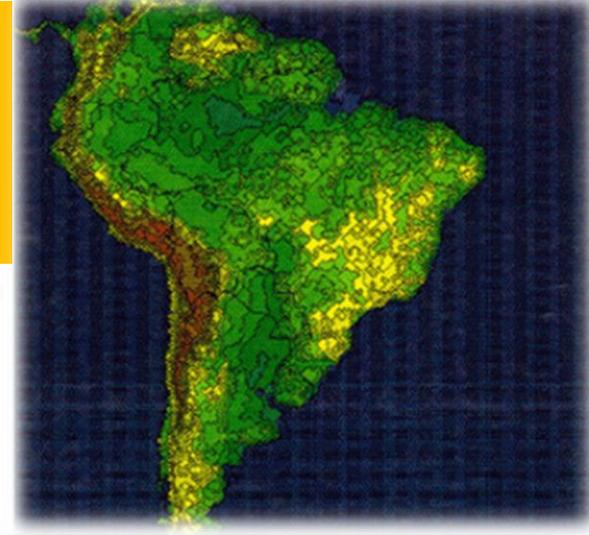
**Earth System Models (ESM):** They expand on AOGCMs to include representation of various biogeochemical cycles such as those involved in the carbon cycle, the sulphur cycle, or ozone .

(from Flato et al., 2013)



# Modelo Eta

(Chou et al., 2005; Pesquero et al., 2009; Chou et al., 2012; Marengo et al, 2012; Mesinger et al., 2012; Chou et al, 2014a; Chou et al, 2014b)



## • Domains

- Most part of South America
- Southeast Brazil
- Northeast Brazil

- **Resolution:** 20 km/38 layers;  
5km/50 layers NH

## • Grid-point model

- Arakawa E grid and Lorenz grid

- **Cut-cell Eta vertical coord.** (Mesinger, 1984; Mesinger et al 2012)

- **Prognostic variables:** T, q, u, v, p<sub>s</sub>, TKE, cloud water/ice, hydrometeors

## • Time integration:

- 2 level, split-explicit

- **Adjustmet:** forward-backward

- **Horiz. Advection:** first forward and then centered

- **Vert Advection:** Piecewise Linear Scheme > finite-volume Model

## • Convection:

1. Betts-Miller-Janjic scheme,

- **Stratiform rain:** 1. Zhao scheme

- **Turbulence:** Mellor Yamada 2.5, MO surface layer, Paulson functions

- **Radiation:** GFDL package

- **Land surface scheme:**

- NOAH scheme, 4 soil layers,

- **L.B.C.**

- OAGCM,

- **Initial soil moisture :** from OAGCM

- SST from OAGCM

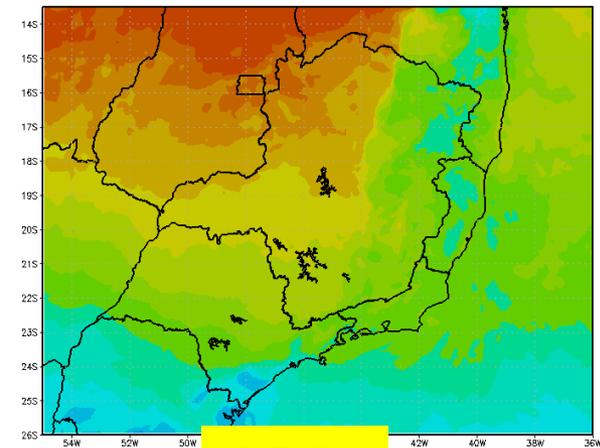
- **Changes in calculations of Ps, fluxes over ocean, 10-m winds.**

# Metodologia

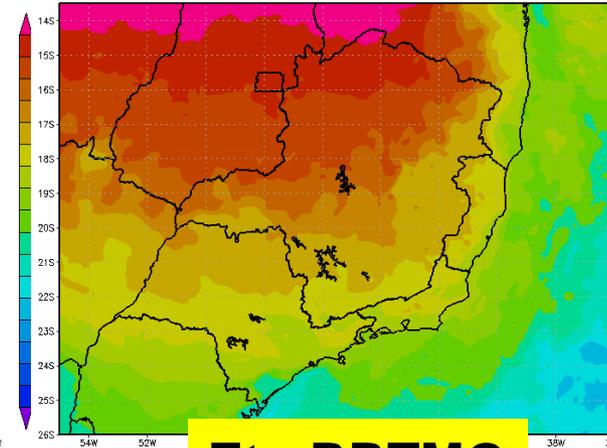
1. Desenvolvimento da componente de radiação atmosférica do Modelo Eta, incluindo mais gases de efeito estufa e aerossóis, para estudos de mudanças climáticas;
2. Desenvolvimento da componente de química da atmosfera no Modelo Eta para estudos de mudanças climáticas;
3. Estudo das interações entre condições da superfície continental e produção de chuva no modelo;
4. Aprimoramento do modelo de vegetação dinâmica acoplado ao modelo Eta;
5. Estudo da sensibilidade da disponibilidade hídrica frente às mudanças climáticas e de usos da terra;
6. Estudo das projeções de eventos hidrológicos extremos;
7. Avaliação das simulações do modelo Eta;



# Experimentos numéricos com o novo esquema de radiação, RRTM

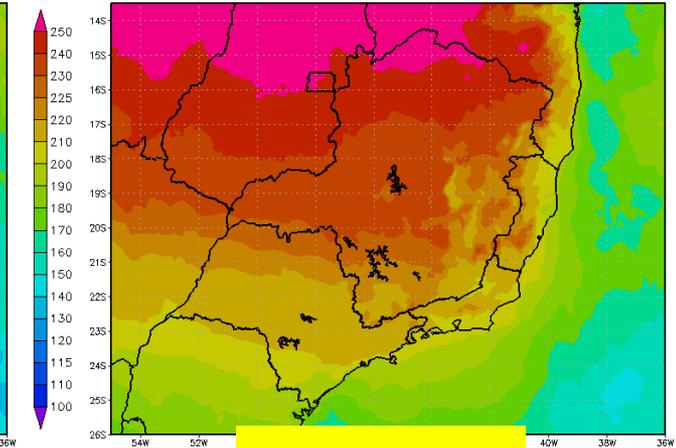


**OBS1**



**Eta-RRTMG**

Nova versão



**Eta-GFDL**

Versão anterior

Nova versão Eta-**RRTMG** implementado por Diego Campos durante o mestrado e resultados publicados em Campos et al. MAAP 2017

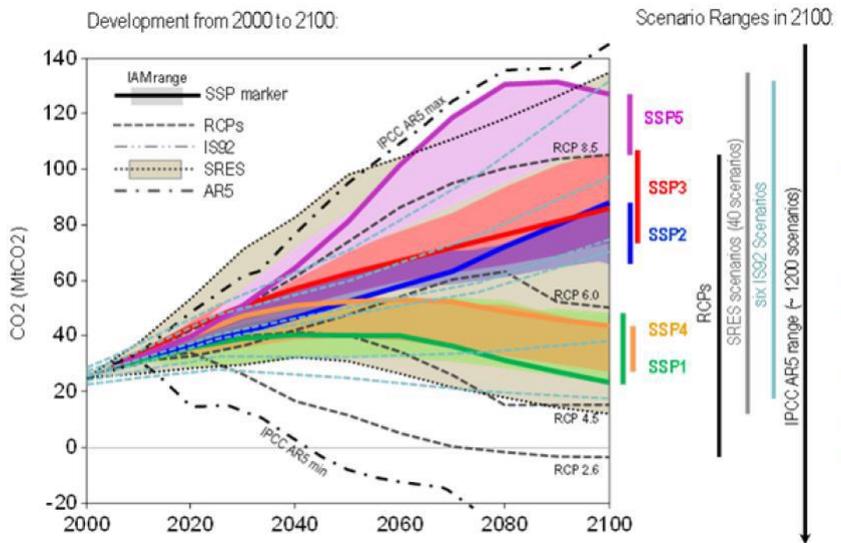
Em presença de nuvens, o balanço radiativo muda bastante.

Em cenários de mudanças climáticas, pode haver diferentes mudanças nos padrões geográficos e nas distribuições sazonais tanto de nuvens baixas como altas, e o 'feedback'.

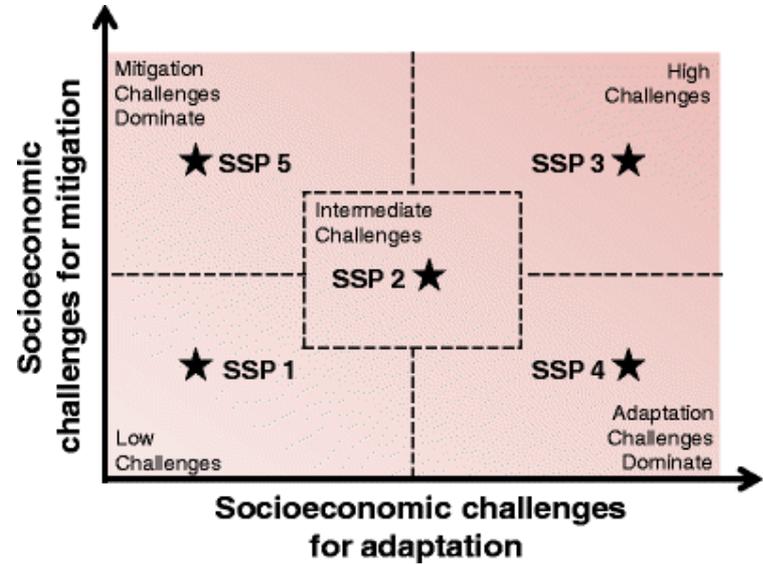
**Bolsista de doutorado Diego Campos**



O objetivo do doutorado é analisar o impacto local do efeito radiativo das nuvens sobre os fluxos radiativos, precipitação e temperatura à superfície em cenários de mudanças climáticas.



APES-ANA



Bolsa pós-doc exterior, Vinicius Lionel Mateus

**OBJETIVO:** Desenvolver no modelo Eta a capacidade em modelar emissões, deposições, advecção, transporte, reações químicas e fotoquímicas para estudos de mudanças climáticas.

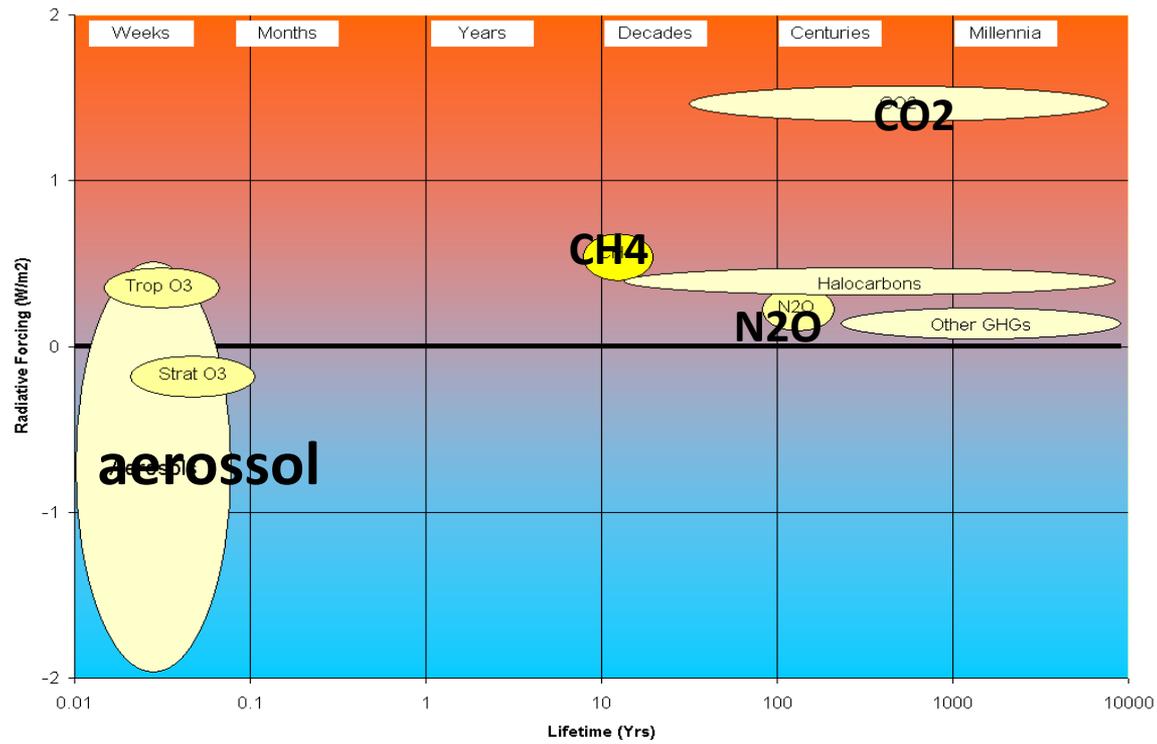
- 9 meses
- 1. Inclusão de CO<sub>2</sub> + emissões da vegetação dinâmica + fluxos de CO<sub>2</sub> do oceano > inclusão do ciclo de carbono**
  - 2. Inclusão de CH<sub>4</sub>**
  - 3. Inclusão de variabilidade do O<sub>3</sub>**

Ozônio e CO<sub>2</sub> tem o potencial de influenciar o ciclo de carbono através de reduções na taxa de fotossíntese de plantas.

Vinicius já participou de vários cursos e workshops com apoio do projeto.

Orientador no exterior: Guy Brasseur, pesquisador do Max Planck Institut – Meteorologia ; Diretor Interim do grupo de química do NCAR

# Tempo de residência x forçante radiativa

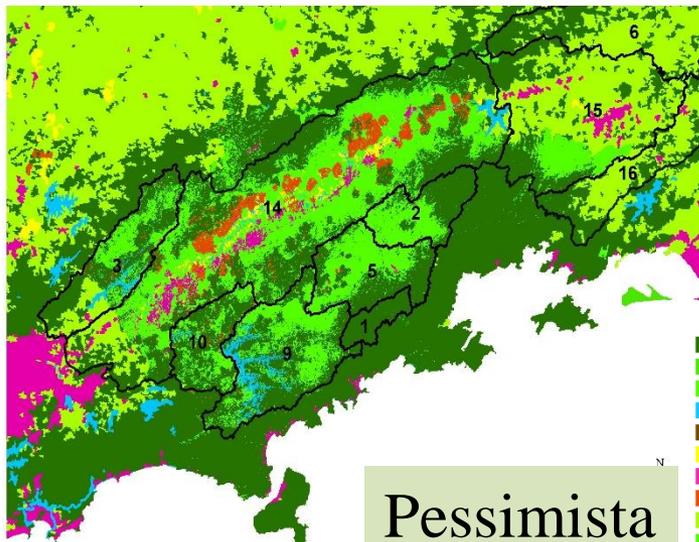


# MUDANÇA NA DISPONIBILIDADE HÍDRICA ASSOCIADA ÀS MUDANÇAS CLIMÁTICAS E NO USO E COBERTURA DA TERRA NA REGIÃO PAULISTA DA BACIA DO PARAÍBA DO SUL

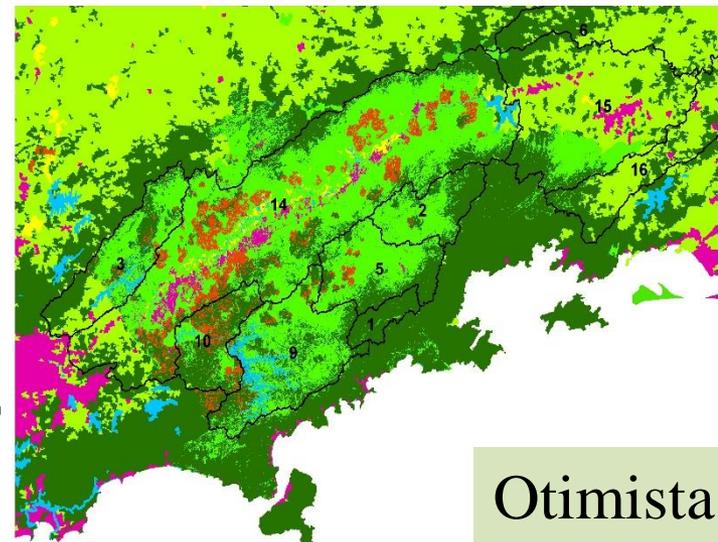
bolsa mestrado Lucas Garofolo, INPE/UFF

- Mapa de mudanças no uso e cobertura da terra IBGE 2012 + Cenário Futuro de uso de cobertura da terra do ano de 2050.
- Mapa de mudança e cobertura da terra do IBGE gerado a partir de imagens do MODIS com resolução espacial de 250 m.
- Cenários futuros de uso e cobertura da terra construídos a partir do software Dinamica EGO, utilizando mapas de uso e cobertura desenvolvidos por Carriello (2012) a partir de imagens do satélite LANDSAT 5 e 7, com resolução espacial de 30 metros.

## Cenários de uso e cobertura da terra



Pessimista



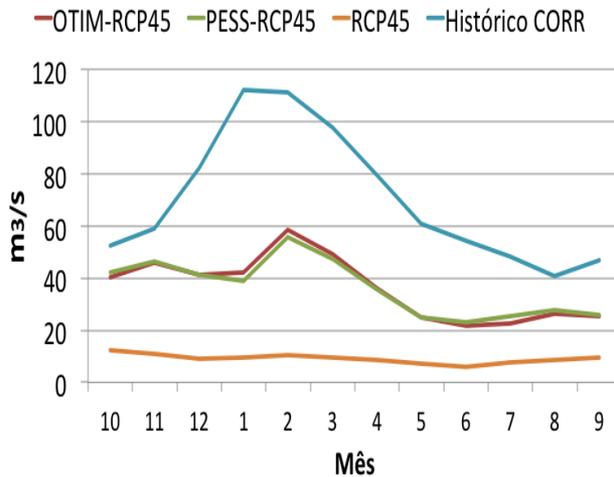
Otimista

# Projeções futuras

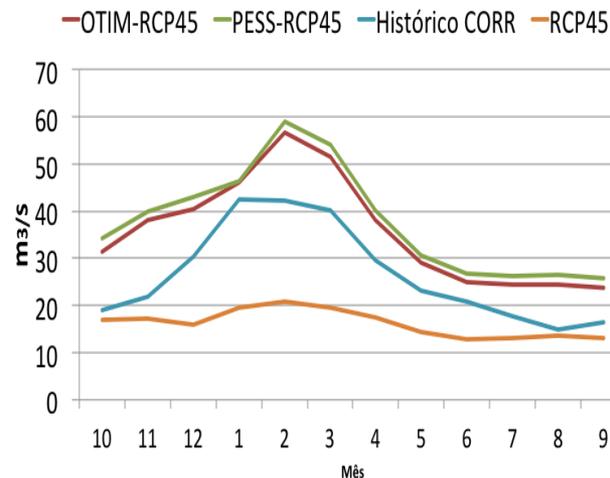
Configuração dos experimentos numéricos:

- Domínio: região do Paraíba do Sul.
- Resolução: 5 km
- Período: 2035-2065
- Condições de contorno: Eta\_HadGEM de 20 km
- Mapa de cobertura e uso do solo: IBGE 2012 + Cenários futuros
- **Modelo de propagação de onda em canais ('routing') - Muskingum-Cunge**
- Vazões calculadas de 3 em 3 horas através das variáveis Escoamento Superficial e Escoamento Subterrâneo do modelo Eta.

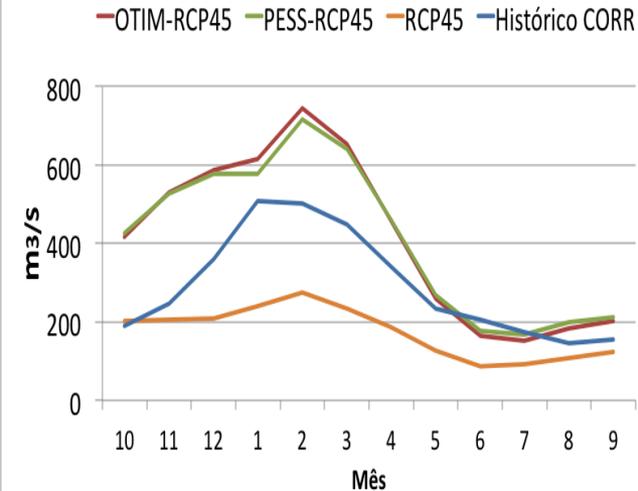
## Paraíbuna



## Jaguari



## Santa Cecília



Vazões médias mensais dos experimentos utilizando cenários de uso e cobertura da terra e mudanças climáticas, somente mudanças climáticas e o Histórico corrigido para as sub-bacias de Jaguari, Paraibuna e Santa Cecília.

# Simulações com o modelo Eta/Noah-MP para a Bacia do Jí-Paraná

## Modificações para o projeto

- Inclusão de mais 4 camadas de solo para atingir a profundidade de 10 metros.
- Atualização da cobertura e uso do solo ao longo da integração. Inclusão de efeitos antrópicos.

## Configuração dos experimentos

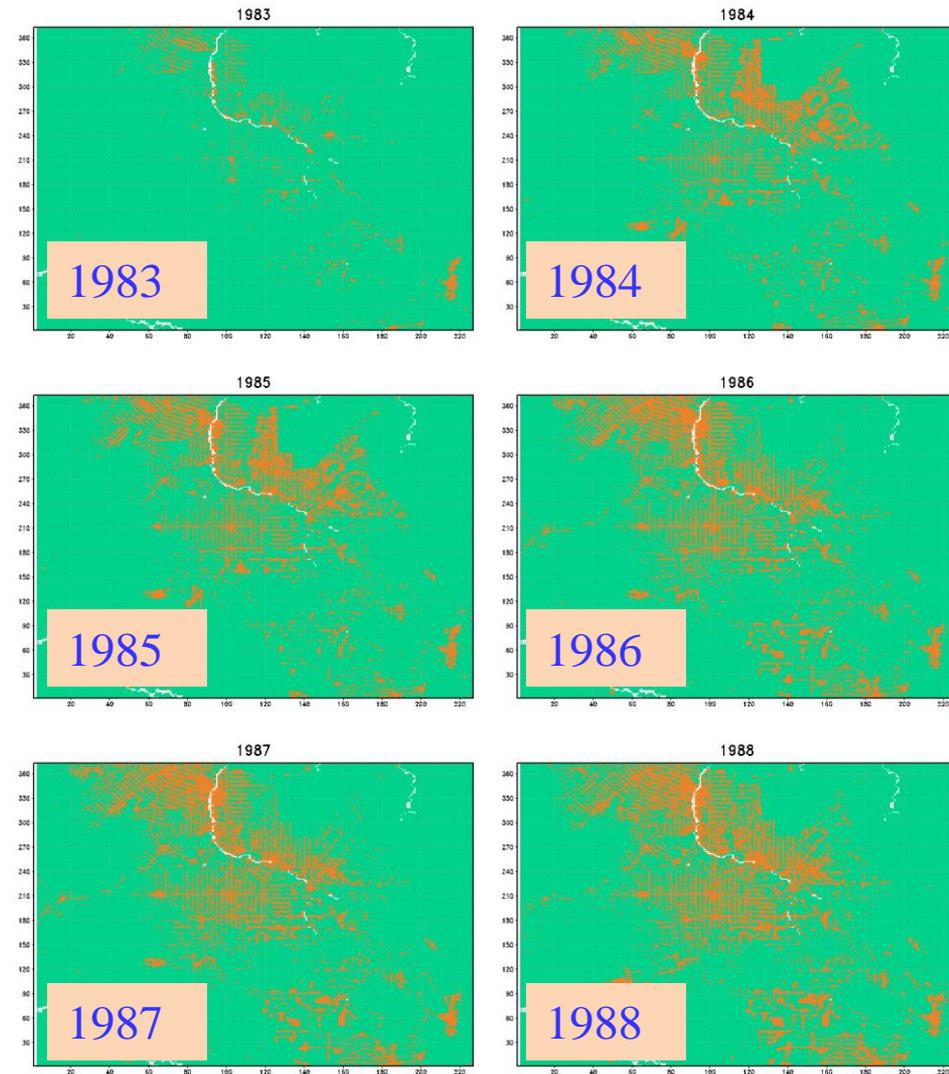
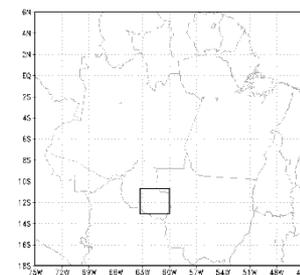
- Domínio: Bacia do Jí-Paraná
- Resolução: **1 km**
- Período: 5 anos (1984-1989)
- Condições de contorno: Saídas do Eta/Era-Interim de 20 km para a AS
- Mapa de cobertura e uso do solo: Mapas anuais do Prodes
- Mapa de textura do solo: SOTERLAC

Experimentos	Atualização da cob. e uso do solo
CTL	Não
LUCC	Sim*

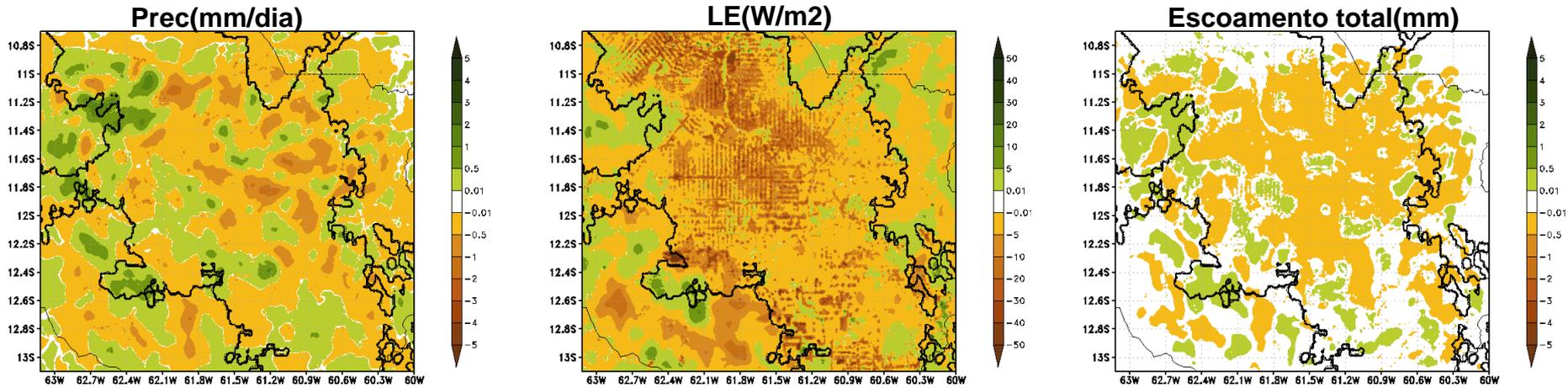
\*As mudanças do mapa de cobertura e uso do solo foram modificadas em agosto de cada ano

Bolsa pós-doc Isabel Pilotto

-  Floresta
-  Pastagem

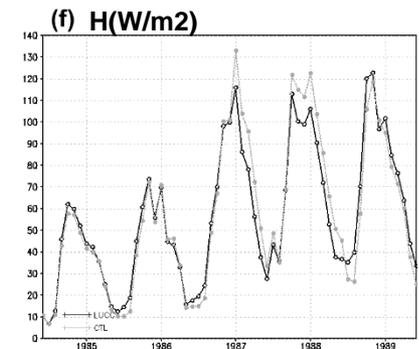
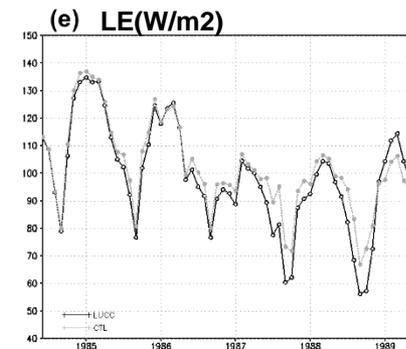
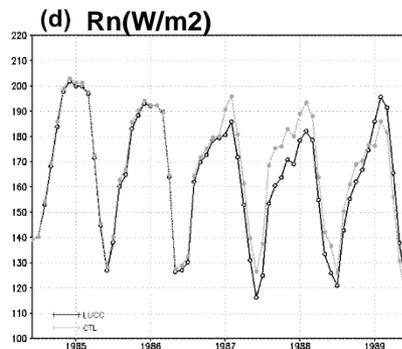
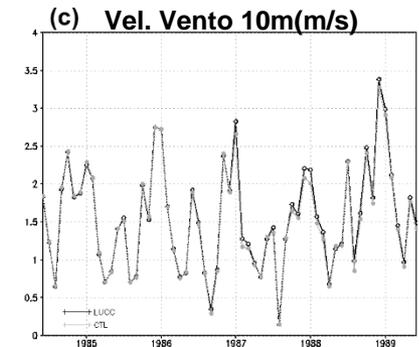
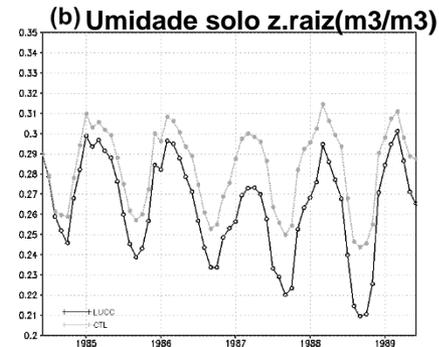
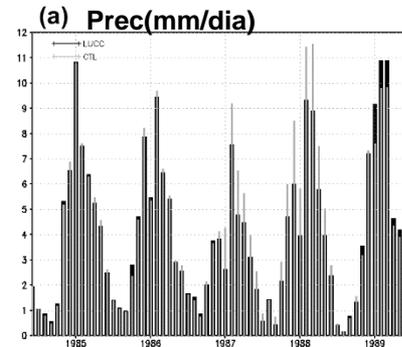


# LUCC – CTL JJA 89-84

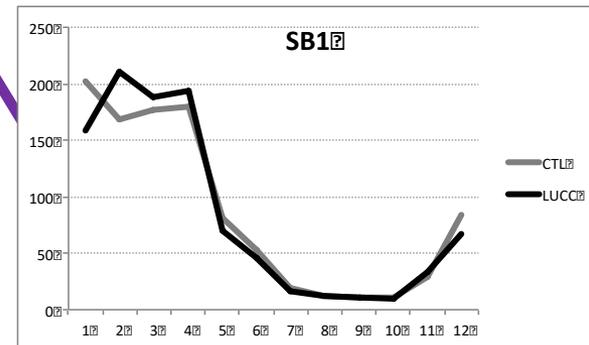
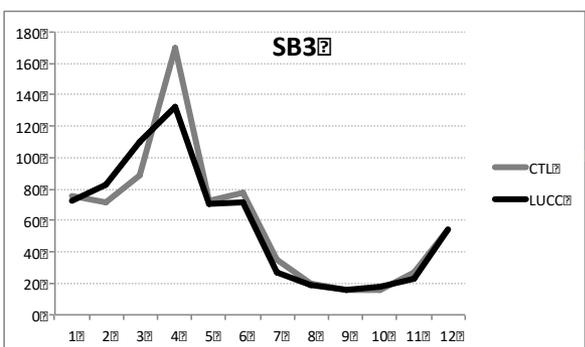
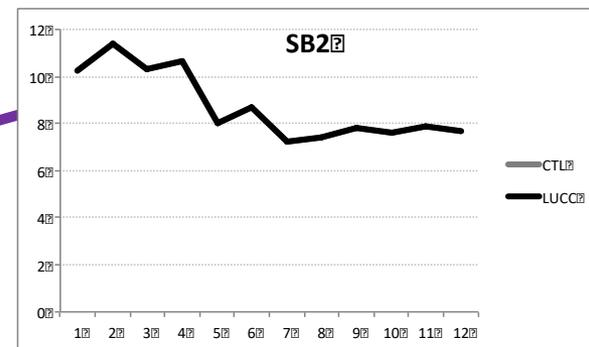
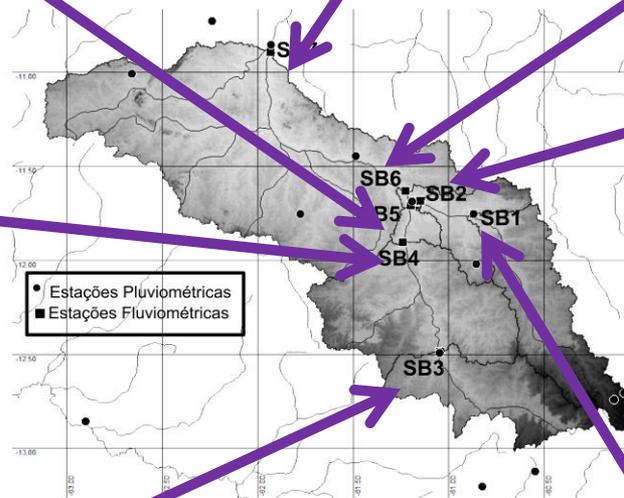
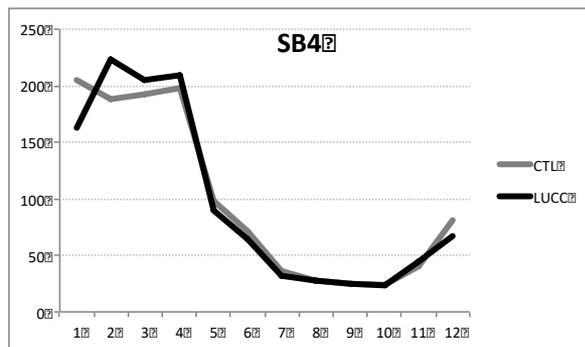
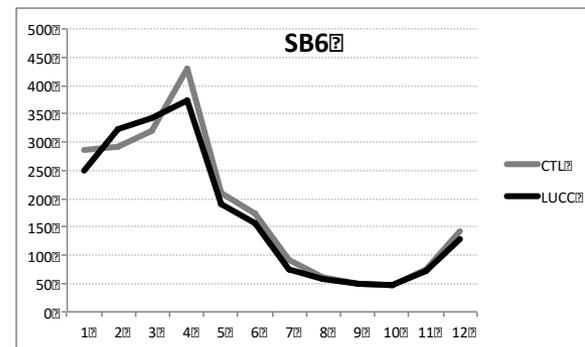
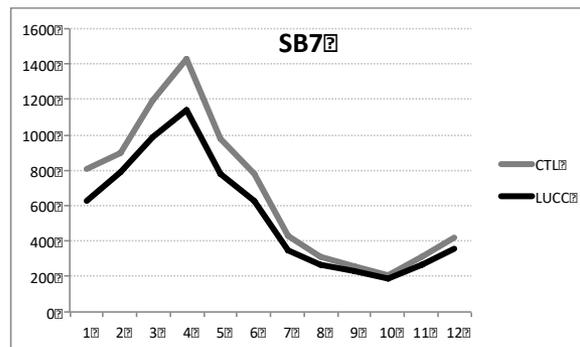
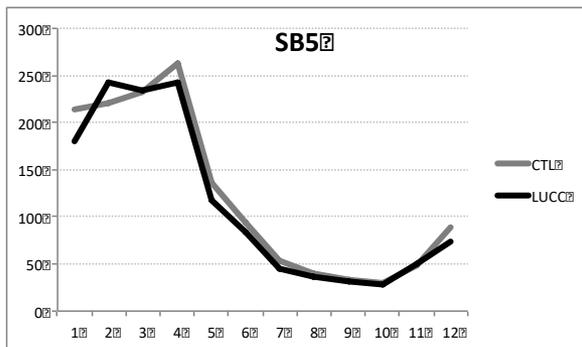


Médias mensais na  
 área de  
 desmatamento  
 máximo 1988  
 (contorno preto)

— CTL  
 — LUCC

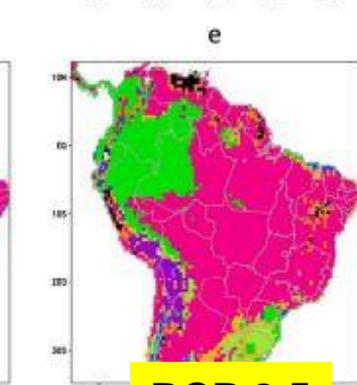
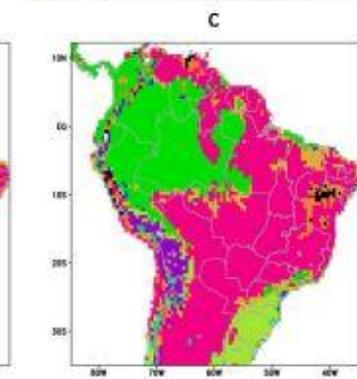
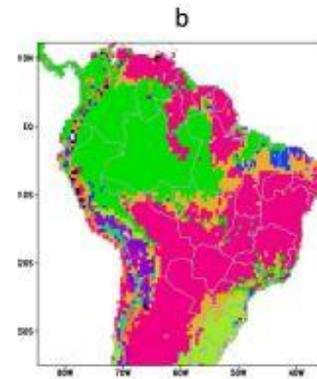
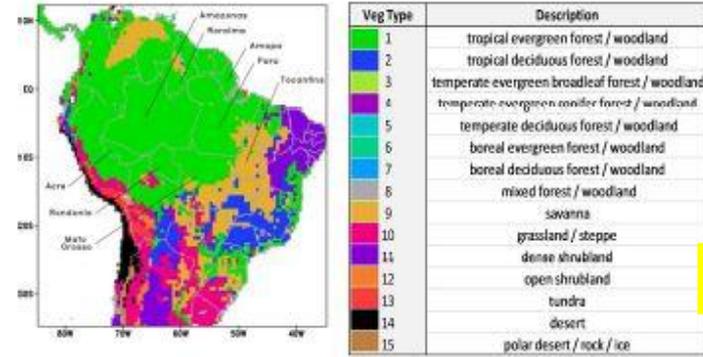
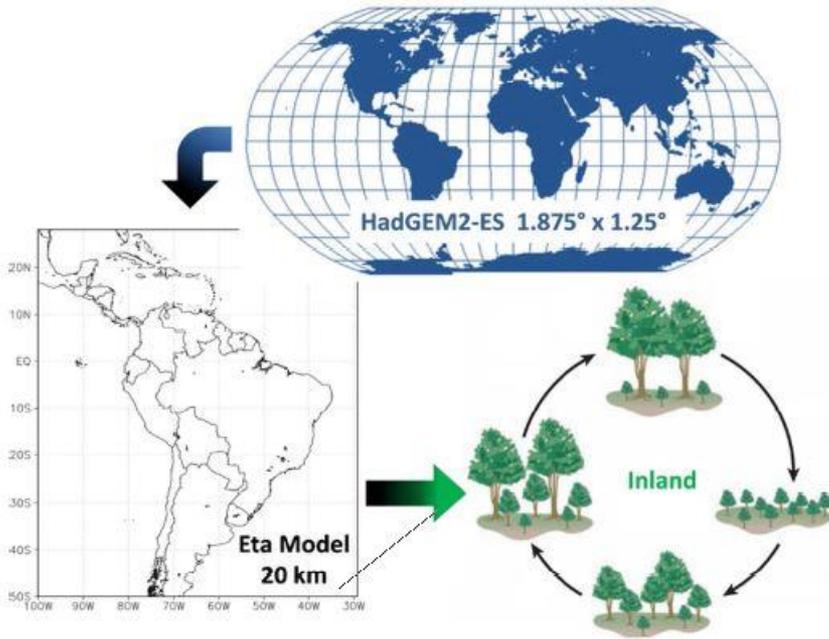


# Vazão média mensal (m<sup>3</sup>/s) 1984-1989





# Acoplamento Eta-INLAND (RCM + componente de vegetação dinâmica)



Continued work on INLAND parameters and representation of Brazilian BIOME and national CROPS

- Ajuste do restrt do modelo Eta-Inland
- Simulações em domínio maior (América do Sul)
- Rodadas longo prazo (30 anos) vegetação dinâmica ligada:

Eta-HadGEM2

Eta-MIROC5

Eta-BESM

Eta-CanESM

- Analisar a influência das mudanças climáticas sobre os principais biomas do país: a Amazônia, o Cerrado e a Mata Atlântica

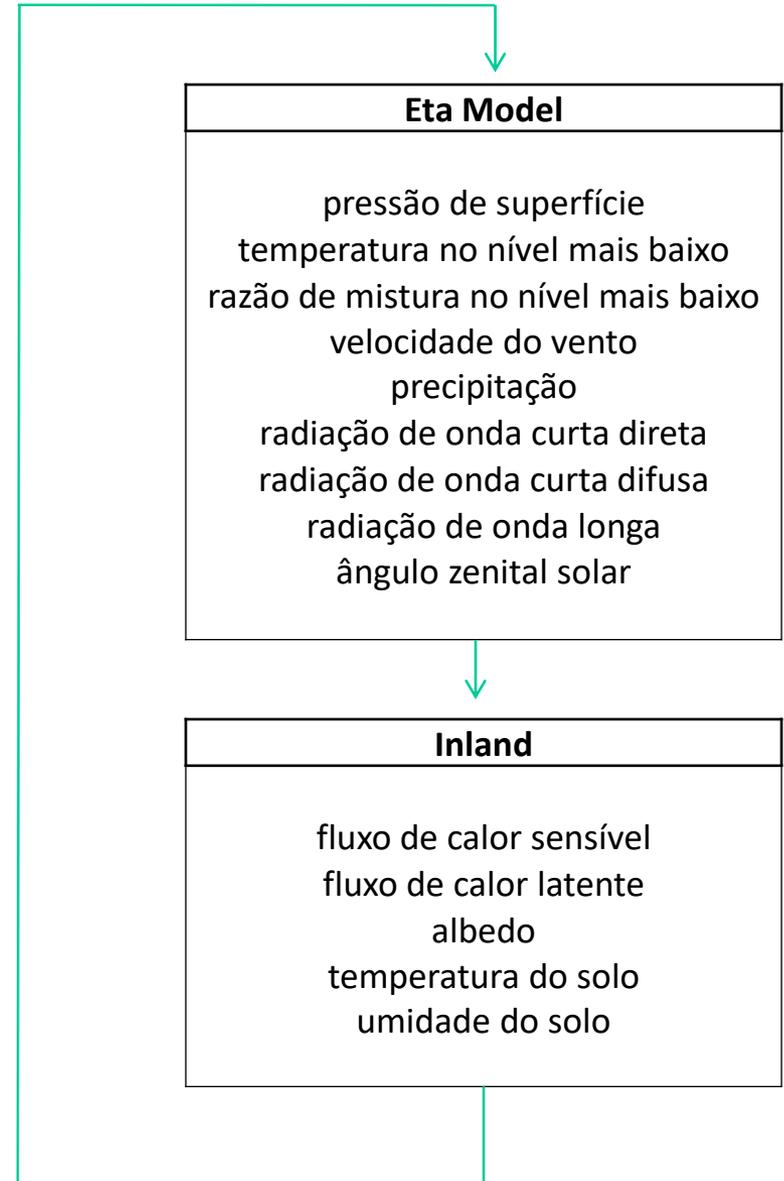
Bolsa pós-doc André Lyra/ Thiago Lucci

# Estratégia de Acoplamento

## Sub-rotina de interface

1. Troca de variáveis
2. Compatibilização dos passos de
3. Tempo
4. Compatibilização de classes de
5. Vegetação e solo entre os modelos
6. Variáveis para pós-processamento

Código do modelo Eta modernizado



# Programa CLIAMB UEA/INPA

Coordenador Associado Prof. Dr. Alessandro Michiles

## 1. Bolsista mestrado Leonardo Vergasta

Orientador: Prof Dr Francis Wagner Correia

### **AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO DOS MODELOS ETA E BESM NA REPRESENTAÇÃO DOS COMPONENTES DO BALANÇO DE ÁGUA NA BACIA AMAZÔNICA**

**OBJETIVO:** Avaliar o desempenho do modelo regional Eta e do Modelo do Sistema Terrestre (BESM) na representação dos componentes do balanço de água na Bacia Amazônica.

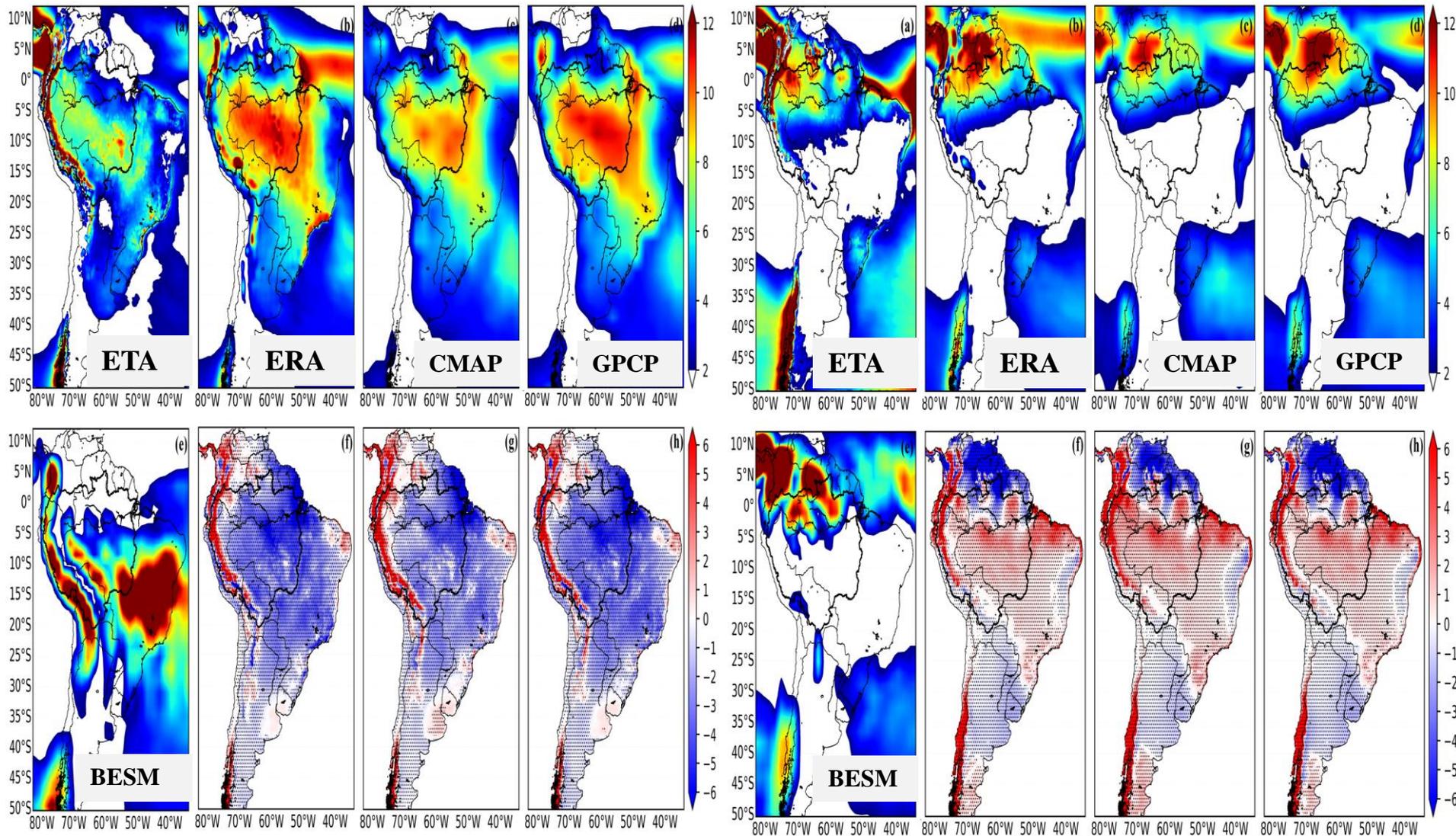
**Metodologia:**

- Ferramentas: Modelo Eta e Modelo BESM ;
- Período: Clima Presente (1961- 2005);
- Componentes do Balanço de Água: Precipitação, Evapotranspiração, Escoamento e Convergência de Umidade;
- Bacia do Rio Madeira: Cota e Vazão (Modelo MGB-IPH)
- Métodos estatísticos para validação: BIAS, RMS, etc

# BACIA AMAZÔNICA: PRECIPITAÇÃO

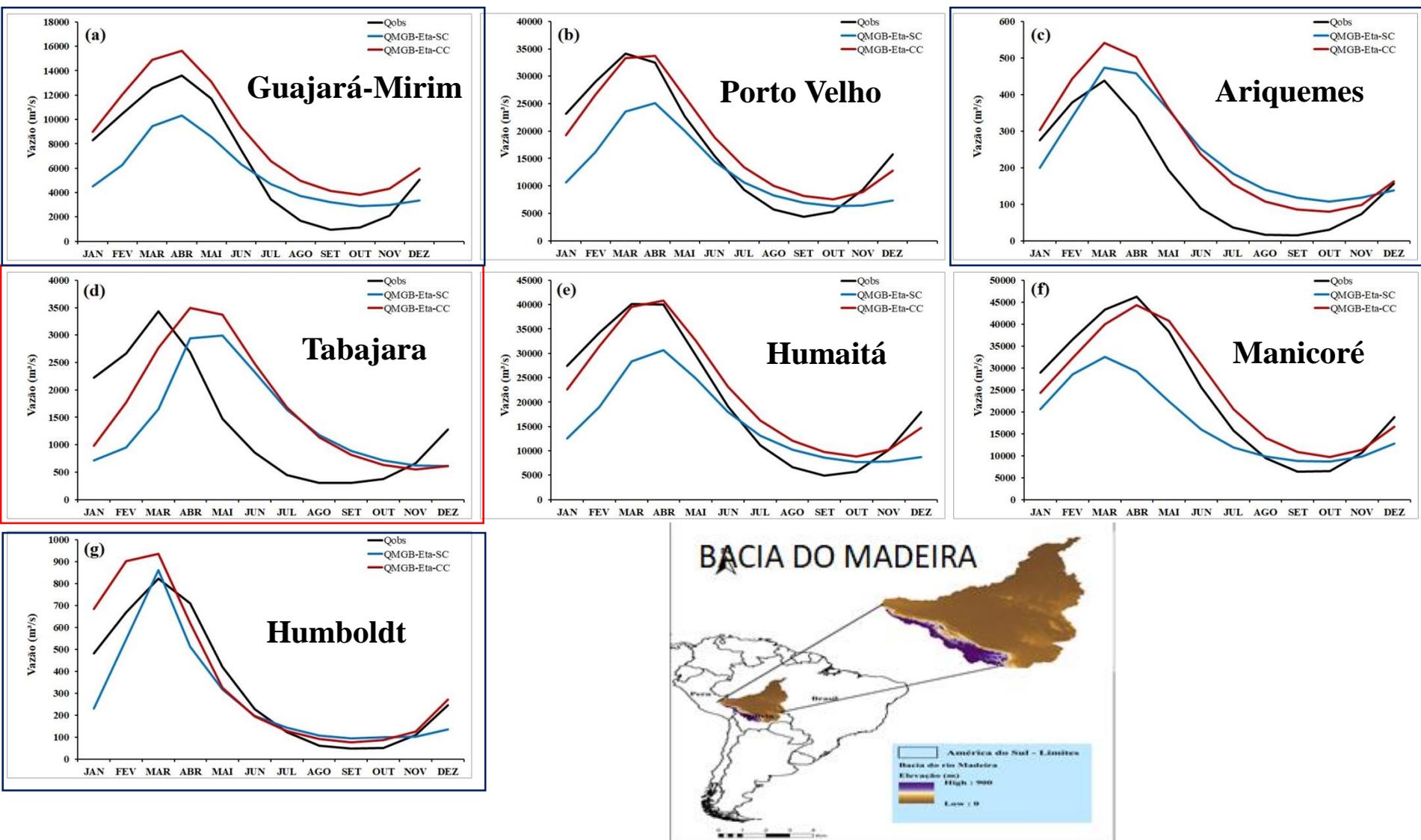
## DJF

## JJA



**Figura 1 - Precipitação sazonal do clima presente (verão - DJF) e (inverno - JJA) (mm dia<sup>-1</sup>) simulada pelo (a) ETA-BESM-OA e (e) BESM-OA, e das observações/reanálise: (b) Era-Interim, (c) CMAP, (d) GPCP. Bias: (f) ETA-EraInterim, (g) ETA-CMAP e (h) ETA-GPCP.**

# BACIA DO RIO MADEIRA: VAZAO, COTA E AREA DE INUNDAÇÃO



**Figura 4.** Climatologia das vazões provenientes da ANA (linha preta) e simulada pelo modelo MGB-IPH com os dados de precipitação do modelo Eta-BESM-OA sem correção da precipitação (SC) (linha azul) e com a correção da precipitação (CC) (linha vermelha) para as estações fluviométricas da bacia rio Madeira: a) Guajará-Mirim (15250000), b) Porto Velho (15400000), c) Ariquemes (15430000), d) Tabajara (15580000), e) Humaitá (15630000), f) Manicoré (15700000) e g) Humboldt (15750000). Unidade:  $\text{m}^3 \text{s}^{-1}$ .

# Programa CLIAMB UEA/INPA

Coordenador Associado Prof. Dr. Alessandro Michiles

## AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS DO AUMENTO NA CONCENTRAÇÃO DE GASES DE EFEITO ESTUFA E DO DESFLORESTAMENTO SOBRE EVENTOS EXTREMOS DE CHUVA NA BACIA AMAZÔNICA

**Adriane Lima Brito (já qualificada no CLIAMB)**

Orientador: Prof Dr José Augusto Veiga Paixão

Doutorado sanduiche no país (previsão para fevereiro de 2019)

**QUESTÃO:** Como a emissão de GEEs e o desflorestamento na Amazônia afeta os eventos extremos chuvosos na bacia Amazônica?

**HIPÓTESE:** O desflorestamento na Amazônia reduz a frequência e a intensidade dos eventos extremos chuvosos.

**Objetivo Principal:** Investigar se mudanças na concentração global dos GEEs e o desflorestamento na bacia Amazônica alteram a frequência e a intensidade dos eventos extremos chuvosos.

**Estratégia:** Simulações numéricas de sensibilidade ao aumento de GEEs e o desflorestamento com o modelo Eta, forçado com condições iniciais e de contorno lateral do modelo BESM

# Curso de modelagem de superfície terrestre NOAA-MP

Escola Superior de Tecnologia / Universidade do Estado do Amazonas  
de 6 a 10 de agosto de 2018.

15 participantes entre alunos de pós-graduação e professores



Instrutora: Isabel Pilotto

Aulas teóricas, práticas, alunos realizaram experimentos numéricos com apresentação de resultados.

Coordenador Associado Prof. Dr. Walter Collischonn



## Simulação de impactos de mudanças climáticas nos recursos hídricos da América do Sul

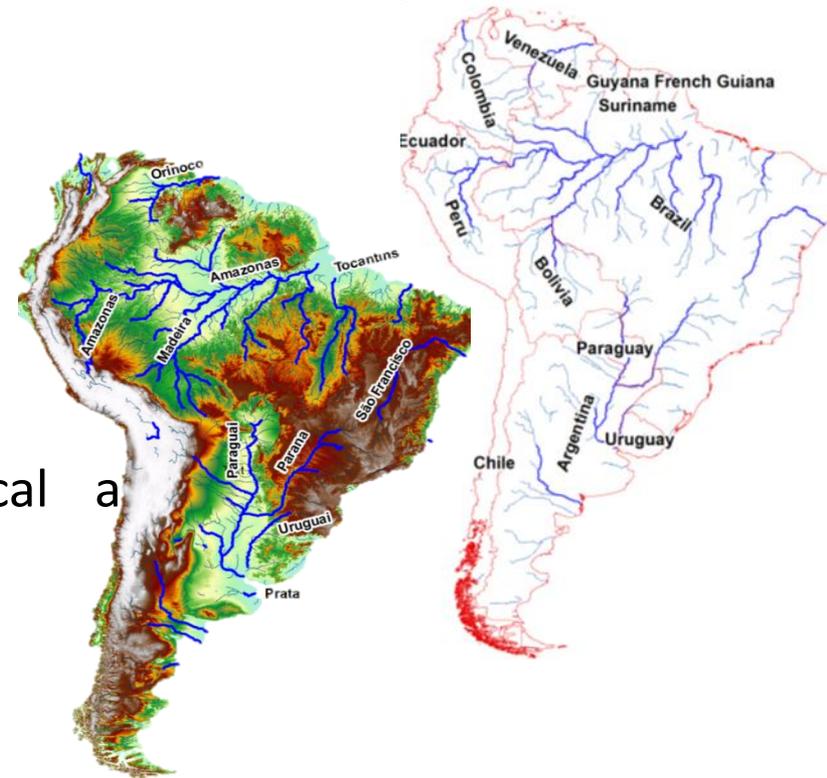
João Paulo Brêda, Rodrigo Paiva, Walter Collischonn, Juan Martin Bravo, Vinicius Siqueira



Institute of Hydraulic Research  
Federal University of Rio Grande do Sul  
Porto Alegre, Brazil  
[rodrigo.paiva@ufrgs.br](mailto:rodrigo.paiva@ufrgs.br)

# América do Sul

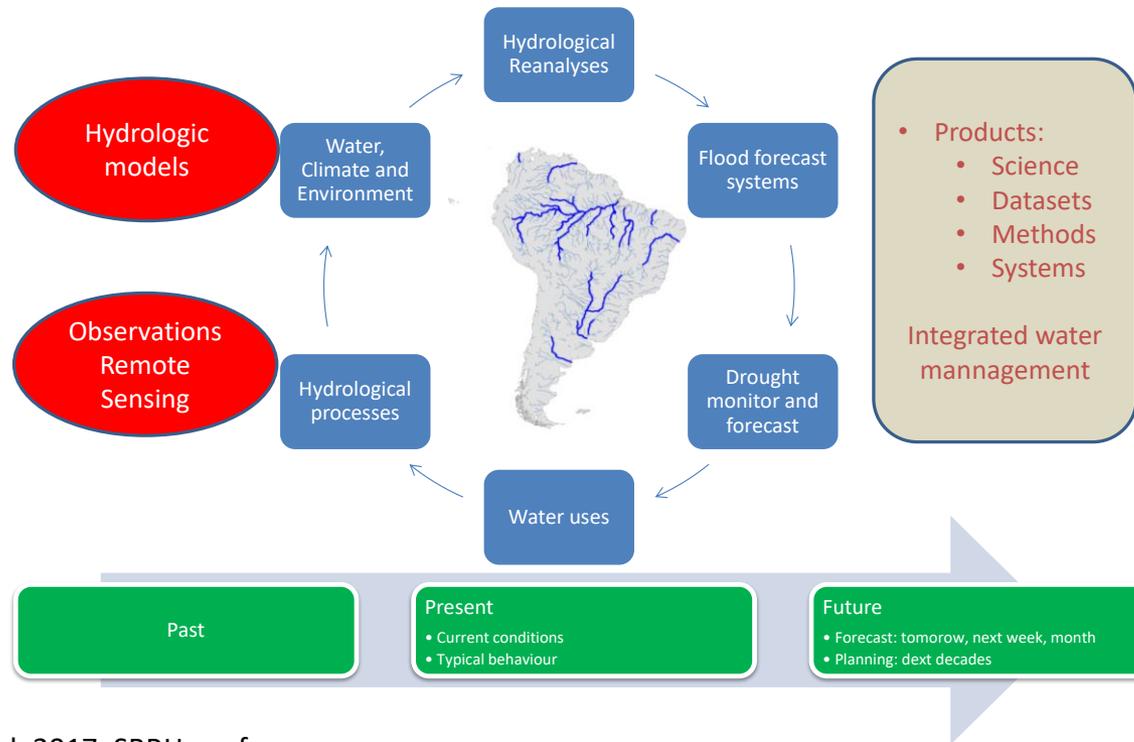
- Maiores bacias hidrográficas do mundo:
  - e.g. Amazonas, Prata e Orinoco
  - ~30% da água doce afluenta aos oceanos
  - Multiplos biomas, climas
- Grandes bacias transfronteiriças
  - Multi usuários, municípios, estados, países
  - Eventos extremos regionais
- Desafios de recursos hídricos escala local a regional
- Historicamente estudos bacia a bacia
- Necessidade de estudo de clima e recursos hídricos e base de dados sistemático para todos rios usando mesmas métodos





# SAMEWater

Research agenda for continental scale South AMERICA Water Resources



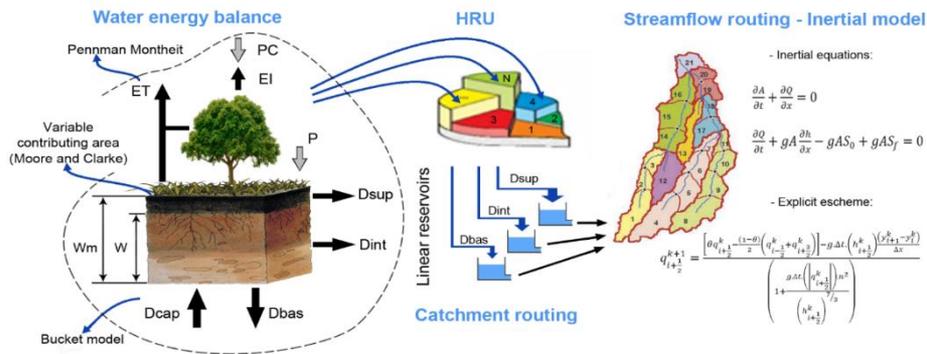
Paiva et al, 2017, SBRH conference

# Objetivo

Avaliar o efeito das mudanças climáticas sobre os recursos hídricos na América do Sul para o fim desse século (2081-2100)

- Escala Continental (MGB América do Sul)
- Incertezas das projeções Climáticas (Ensemble de modelos)
- Diferentes cenários (RCP4.5 e RCP8.5)
  
- Criação de base de dados de impactos de mudanças climáticas sobre recursos hídricos na América do Sul.

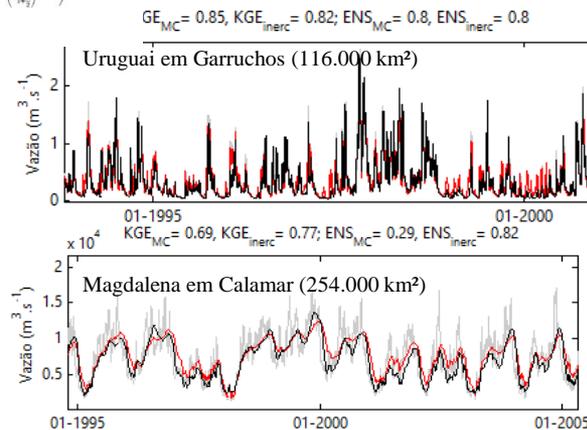
# Metodologia MGB América do Sul!



**Modelo de Grandes Bacias (MGB)** [Collischonn et al., 2007; Paiva et al., 2011, Pontes et al., 2017, Siqueira et al., 2018]

- Bom desempenho:
  - Vazões
  - Armazenamento de água
  - Evapotranspiração

— OBS      — Model      — No hydrodynamic

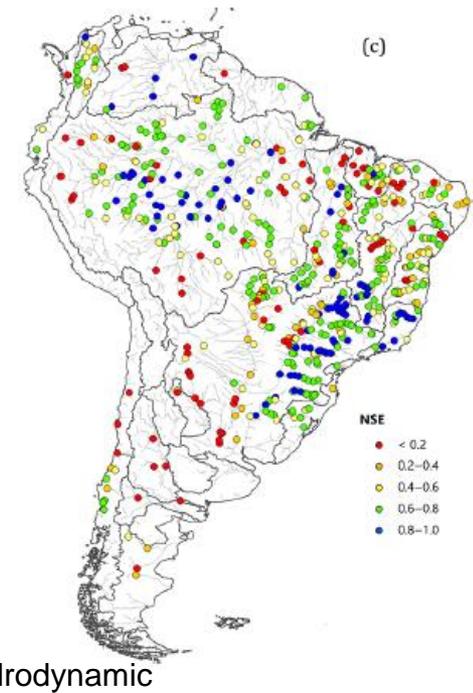


Hydrol. Earth Syst. Sci., 22, 4815–4842, 2018  
<https://doi.org/10.5194/hess-22-4815-2018>  
 © Author(s) 2018. This work is distributed under the Creative Commons Attribution 4.0 License.

Hydrology and Earth System Sciences EGU

## Toward continental hydrologic–hydrodynamic modeling in South America

Vinicius A. Siqueira<sup>1</sup>, Rodrigo C. D. Paiva<sup>1</sup>, Ayan S. Fleischmann<sup>1</sup>, Fernando M. Fan<sup>1</sup>, Anderson L. Ruhoff<sup>1</sup>, Paulo R. M. Pontes<sup>2</sup>, Adrien Paris<sup>3,4,2</sup>, Stéphane Calmant<sup>2</sup>, and Walter Collischonn<sup>1</sup>



# Metodologia

## ENSEMBLE de 25 Modelos Climáticos Globais - CMIP5

Model	Institution	Country	Resolution (degrees)	
			Longitude	Latitude
ACCESS1.0	Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation/Bureau of Meteorology (CSIRO-BOM)	Australia	1.25	1.875
ACCESS1.3			1.25	1.875
BCC-CSM1.1	Beijing Climate Center (BCC)	China	2.7906	2.8125
BCC-CSM1.1 (m)			1.1215	1.125
BNU-ESM	Beijing Normal University (BNU)		2.7906	2.8125
CanESM2	Canadian Centre for Climate Modelling and Analysis (CCCma)	Canada	2.7906	2.8125
CNRM-CM5	Centre National de Recherches Météorologiques (CNRM-CERFACS)	France	1.4008	1.40625
CSIRO-Mk3-6-0	Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation (CSIRO)	Australia	1.8653	1.875
GFDL-CM3	Geophysical Fluid Dynamics Laboratory (GFDL)	USA	2	2.5
GFDL-ESM2G			2.0225	2.5
GFDL-ESM2M			2.0225	2.5
GISS-E2-H	NASA Goddard Institute for Space Studies (NASA-GISS)		2	2.5
GISS-E2-R			2	2.5
HadGEM2-CC	Met Office Hadley Centre (MOHC)	United Kingdom	1.25	1.875
HadGEM2-ES			1.25	1.875
HadGEM2-AO	MOHC + National Institute of Meteorological Research, Korea Meteorological Administration (NIMR-KMA)	UK + South Korea	1.25	1.875
INM-CM4	Russian Academy of Sciences, Institute of Numerical Mathematics (INM)	Russia	1.5	2
IPSL-CM5A-LR	Institut Pierre Simon Laplace (IPSL)	France	1.8947	3.75
IPSL-CM5A-MR			1.2676	2.5
IPSL-CM5B-LR			1.8947	3.75
MIROC-ESM-CHEM	Atmosphere and Ocean Research Institute (The University of Tokyo), National Institute for Environmental Studies, and Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology (MIROC)	Japan	2.7906	2.8125
MIROC-ESM			2.7906	2.8125
MIROC5			1.4008	1.40625
MRI-CGCM3	Meteorological Research Institute (MRI)		1.12148	1.125
NorESM1-M	Bjerknes Centre for Climate Research, Norwegian Meteorological Institute (NCC)	Norway	1.8947	2.5

- Velocidade do Vento
- Umidade relativa do ar
- Radiação de onda curta
- Temperatura do Ar
- Pressão atmosférica
- PRECIPITAÇÃO

## Método Delta Change

Futuro (2081-2100)

=

Obs\_Presente\* Modelo\_Futuro / Modelo\_Passado

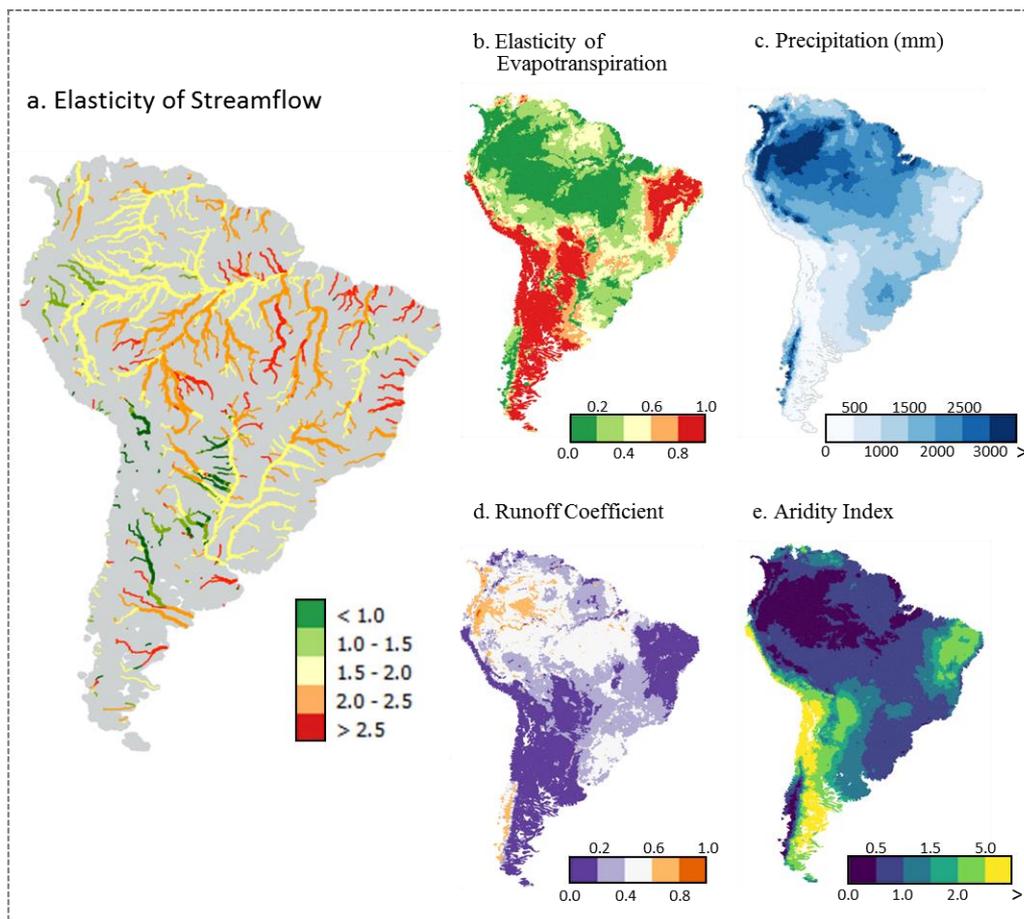
Todos modelos com dados até 2100, cenários RCP4.5 e 8.5 e dados de todas variáveis de clima

# Análise de sensibilidade

Maior sensibilidade:

-regiões áridas

-baixo coeficiente de escoamento



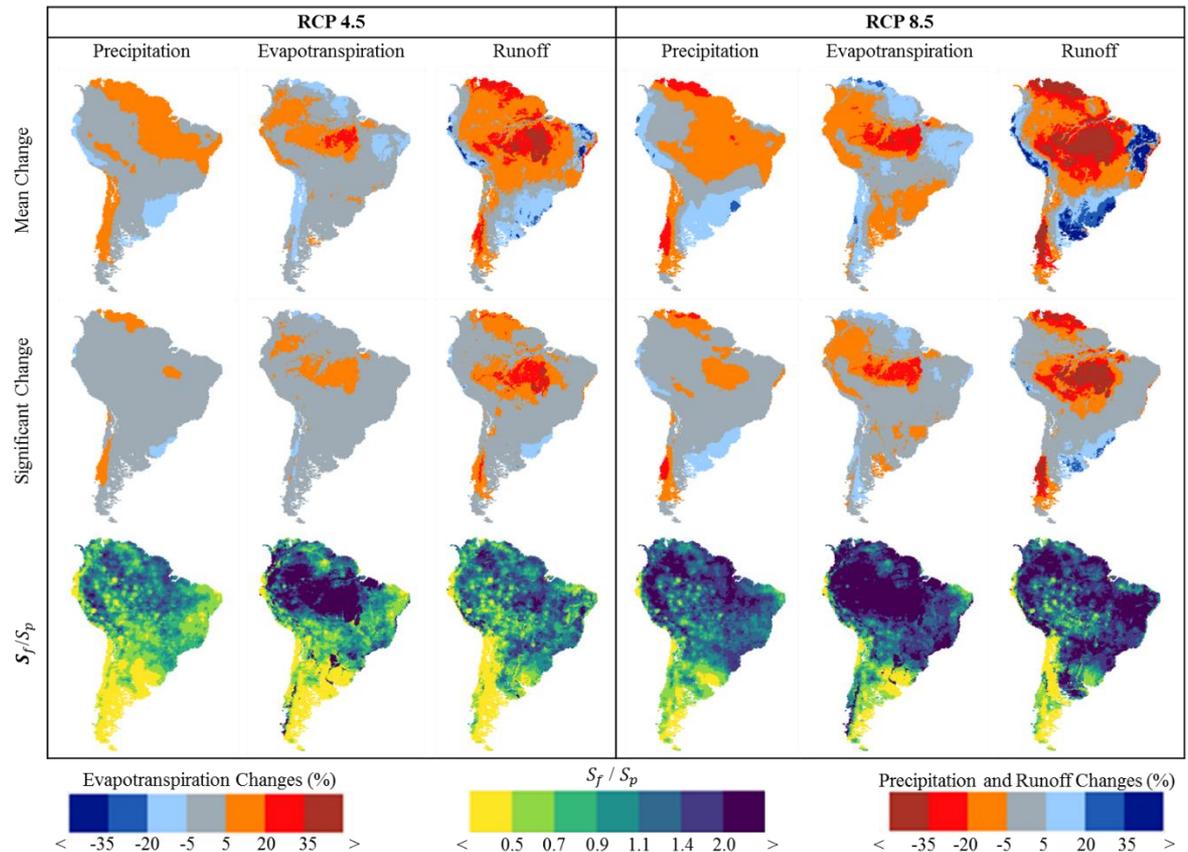
Menor disponibilidade  
hídrica no Norte

Aumento no Sul

1 – Mudança média Relativa

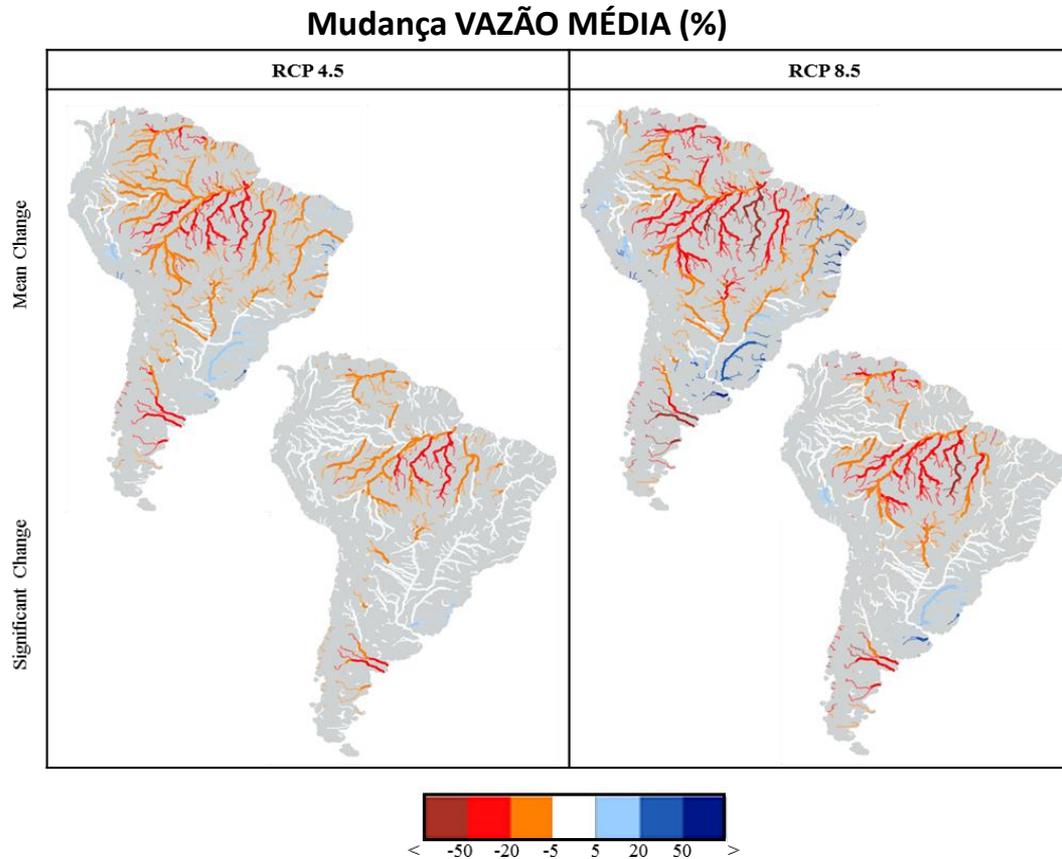
2 – Mudança significativa  
(intervalo de confiança, 95%)

3 – Razão entre a Incerteza  
dos modelos climáticos e a  
variabilidade interanual  
natural.



Menor disponibilidade  
hídrica no Norte

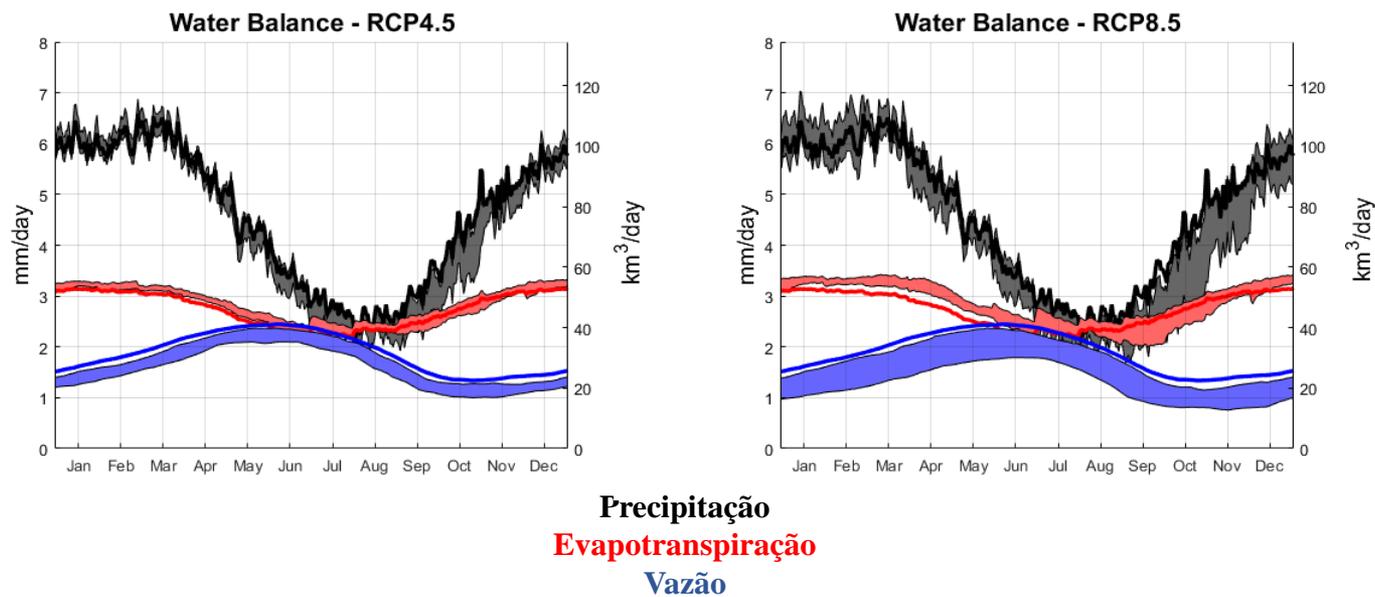
Aumento no Sul





# Resultados

## Balanço Hídrico – América do Sul



Linha – Valores Atuais

Faixa – Variação das projeções climáticas

<https://www.ufrgs.br/hge/modelos-e-outros-produtos/sacci/>

# South America Climate Change Impacts on water resources dataset v1.0

## Hidrologia de Grande Escala



[Início](#) [English version](#) [Equipe](#) [Projetos](#) [Produtos](#) [MGB](#) [Eventos](#) [Fotos](#) [Publicações](#) [Parceiros](#) [Contato](#)

### Mudanças climáticas na América do Sul

#### Introdução

Modelos climáticos globais forçados com diferentes cenários de concentração de gases de efeito estufa (GEE) tem projetado mudanças consideráveis no clima do planeta. É previsto que a temperatura média aumente entre 1 e 4 °C ao final do século, dependendo do cenário adotado. As projeções também indicam que regimes de chuva serão alterados, interferindo consideravelmente nos recursos hídricos do continente. Logo, se torna necessário entender de que forma os recursos hídricos serão afetados e qual a dimensão do impacto. Diante disso, foi preparado um estudo que expõe o impacto das mudanças climáticas procurando retratar as incertezas relacionadas às projeções.

#### SACCI (South American Climate Change Impacts on water resources dataset)

O produto disponível é fruto do estudo do efeito das mudanças climáticas sobre os recursos hídricos na América do Sul destacando dados médios de vazão. Usou-se o Modelo hidrológico [MGB](#) forçado com dados de 25 Modelos Climáticos Globais (GCM) relativos ao [CMIPs](#) para comparar as vazões geradas no período referência (1986-2005) com as vazões de um período futuro (2081-2100) considerando dois cenários de emissões de GEE: RCP4.5 e RCP8.5. Devido tanto à escala temporal quanto espacial dos modelos climatológicos, as informações disponibilizadas se referem às variações nas médias de vazão do período estudado, portanto não trataremos da frequência e intensidade de eventos específicos.

O estudo ainda está em andamento e esse produto contém resultados preliminares. O artigo relacionado ao produto está sendo elaborado e logo será submetido para publicação.

[Shapefile do Efeito das Mudanças Climáticas na vazão de rios da América do Sul \(SACCI\)](#)

#### Páginas

- [Início](#)
- [English version](#)
- [Equipe](#)
- [Professores](#)
- [Doutorandos](#)
- [Mestrandos](#)
- [Pesquisadores Associados](#)
- [Graduandos](#)
- [Projetos](#)
- [Projetos Concluídos](#)
- [Projetos em Andamento](#)
- [Produtos](#)
- [MGB](#)
- [O que é?](#)
- [Downloads](#)
- [Equipe](#)
- [Fórum](#)
- [Eventos](#)
- [Fotos](#)
- [Publicações](#)
- [Parceiros](#)
- [Contato](#)

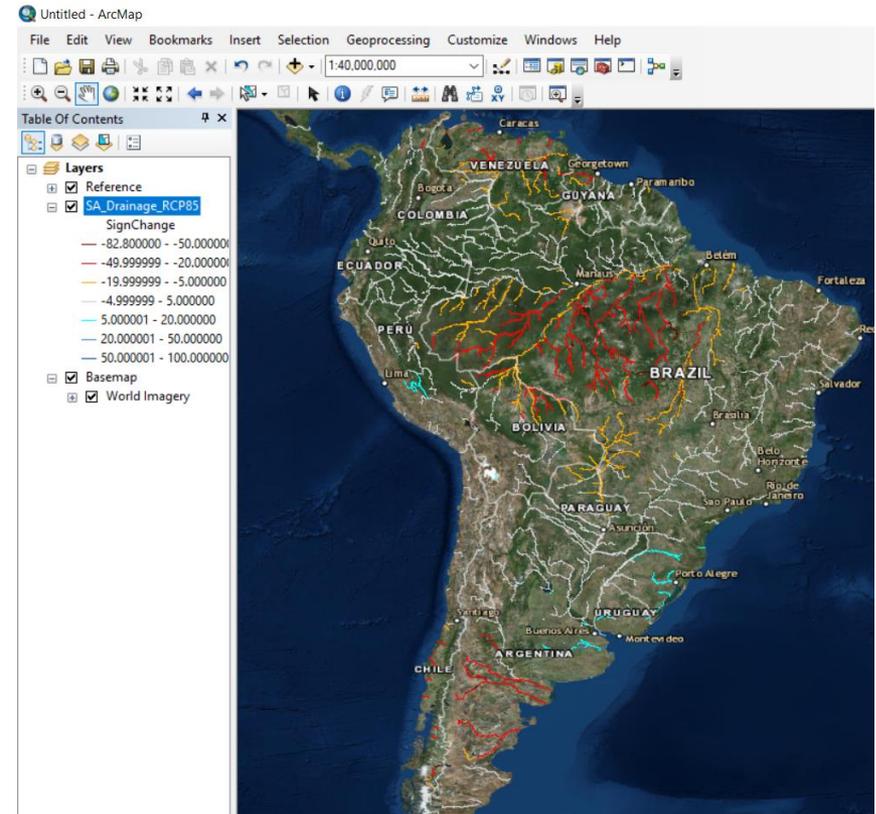
#### Meta

- [Acessar](#)
- [Posts RSS](#)
- [RSS dos comentários](#)
- [WordPress.org](#)

# Shapefile

Tabela de Atributos

Nome	Descrição
OBJECTID	Relacionado ao vetor (shape)
ID	Número de Identificação do trecho do rio
Mini	Minibacia correspondente no modelo hidrológico
DrainageArea(km2)	Área de Drenagem à montante do trecho
Mean (%)	Mudança esperada na vazão média do período, relacionada à média dos resultados do ensemble de GCM
SignChange (%)	Mudança mínima esperada com confiança de 95% (teste T de Student)
Perc10 (%)	Mudança na vazão relativa ao Percentil 10% do ensemble de GCM
Perc25 (%)	Mudança na vazão relativa ao Percentil 25% do ensemble de GCM
Median (%)	Mudança na vazão relativa à mediana do ensemble de GCM
Perc75 (%)	Mudança na vazão relativa ao Percentil 75% do ensemble de GCM
Perc90 (%)	Mudança na vazão relativa ao Percentil 90% do ensemble de GCM
Min30days (%)	Mudança na vazão de período seco (média de 30 dias)
SignMin30 (%)	Mudança significativa na vazão de período seco (média de 30 dias)
Max30days (%)	Mudança na vazão de período úmido (média de 30 dias)
SignMax30 (%)	Mudança significativa na vazão de período úmido (média de 30 dias)
... 25 Nomes dos modelos Climatológicos (%)	Respectivos resultados (mudança na vazão média) das simulações usando cada um dos GCM.



# Shapefile



Untitled.mxd - ArcMap

File Edit View Bookmarks Insert Selection Geoprocessing Customize Windows Help

1:894.850

Table Of Contents

- Layers
  - Reference
    - World Boundaries and
    - SA\_Drainage\_RCP85
      - SignChange
        - 82.800000 - -50.000000
        - 49.999999 - -20.000000
        - 19.999999 - -5.000000
        - 4.999999 - 5.000000
        - 5.000001 - 20.000000
        - 20.000001 - 50.000000
        - 50.000001 - 100.000000
  - Basemap
    - World Imagery

Altamira

Identify

Identify from: <Top-most layer>

- SA\_Drainage\_RCP85
  - 10226

Location: -52.186148 -3.308771 Decimal Degrees

Field	Value
FID	8838
Shape	Polyline
OBJECTID	10226
grid_code	1525
Mini	32772
DrainArea	450239.9
Mean	-60.6
SignChange	-43.6
Perc10	-91.2
Perc25	-88.2
Mediana	-72.1
Perc75	-49.2
Perc90	-15.2
Min30days	-65
SignMin30	-52
Max30days	-58.7
SignMax30	-41.8
ACCESS1-0	-88.5
ACCESS1-3	-88.1
BNU-ESM	-38.7
CNRM-CM5	-53.8
CSIR	-53.8

Identified 1 feature

Error

Table

SA\_Drainage\_RCP85

FID	Shape	OBJECTID	grid_code	Mini	DrainArea	Mean	SignChange	Perc10	Perc25	Mediana	Perc75	Perc90	Min30days	SignMin30	Max30days	SignMax30	ACCESS1-0	ACCESS1-3	BNU-ESM	CNRM-CM5	CSIR
8838	Polyline	10226	1525	32772	450239.9	-60.6	-43.6	-91.2	-88.2	-72.1	-49.2	-15.2	-65	-52	-58.7	-41.8	-88.5	-88.1	-38.7	-53.8	-53.8

# PARTICIPAÇÕES EM EVENTOS CIENTÍFICOS

1. Curso de “Generación de Escenários Regionalizados de Cambio Climático y su Aplicación a estudios de Impacto”. Centro de Formación de la Cooperación Española .AECID, La Antigua Guatemala, 26 a 30/09/2016.
2. II Workshop de Engenharia de Biosistemas , participação e apresentação do poster “MUDANÇA NA DISPONIBILIDADE HÍDRICA ASSOCIADA ÀS MUDANÇAS NO USO E COBERTURA DA TERRA NA BACIA DO PARAÍBA DO SUL, NO SUDESTE BRASILEIRO”, Universidade Federal Fluminense, 2016, Niterói.
3. Workshop Escola de Supercomputação Santos Dumont “Modelos de Programação e Ferramentas de Perfilagem para o Desenvolvimento de Algoritmos Paralelos Otimizados”, Laboratório Nacional de Computação Científica, Petrópolis - RJ, 31/07 a 04/08/2017.
4. 98th American Meteorological Society Annual Meeting/32nd Conference on Hydrology. Apresentação de trabalho de Pilotto et al., Impacts of the Surface Heterogeneities on Local Climate in the Amazonian Sub-basin of Ji-Paraná Using the Eta/Noah-MP Model.
5. Short Course on Emissions and Air Quality Modeling. IAG/USP, de 04/12/2017 a 07/12/2017
6. ACOM Fundamentals of Atmospheric Chemistry and Aerosol Modeling Workshop. Atmospheric Chemistry Observation & Modeling Group. NCAR, EUA, de 13/08/2018 a 15/08/2018
7. Atmospheric Chemistry and Dynamics Summer School, Institute of Energy and Climate Research Troposphere and Stratosphere (IEK-8/IEK-7) – Forschungszentrum Jülich, Germany, de 24/09/2018 a 28/09/2018.
8. Etc.

# Etapas futuras

- Realização do VI Worketa: Modelagem numérica com modelo Eta e aplicações, em Cachoeira Paulista, em março de 2019.
- Visita ao exterior (no NCAR) da pós-doc
- Visita ao exterior (no NCAR) do pós-doc sênior
  
- Visita ao INPE do doutorado sanduiche
- Visita ao exterior de doutorado sanduiche para a inclusão da previsão de descargas elétricas no modelo para produzir efeitos na chuva e na produção de NO<sub>x</sub>
- Visita ao exterior de doutorado sanduiche para aprimorar o esquema de radiação com inclusão de aerossóis.