

Oficina de trabalho

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

Brasília, 19 de maio 2016

Apoio:



- **Projeto:** CNPq-ANA 446197/2015-7

Projeções das mudanças climáticas para estudos de impactos sobre a disponibilidade hídrica no país com implicações na segurança alimentar e energética

- **Coordenador:** Chou Sin Chan

- **Equipe:**

UEA, UERJ, UFRJ, UFLA, UNIFEI, UNICAMP, UPF, PUC-Rio, INPA, INPE, IPEF, CIRAD, EMBRAPA, CEMADEN, CEMIG, GDF, SUZANO

Vigência: 12/2015 - Duração: 2 anos

Equipe:

INPE: Chou Sin Chan, Jorge L. Gomes, Daniel A. Rodriguez, André Lyra, Paulo Nobre, Gilvan Sampaio, Iracema Cavalcanti, Priscila Tavares, Isabel Pilotto, Gustavo Sueiro, José F. Pesquero

UEA – Francis Wagner, **INPA:** Luiz A. Candido

UERJ: Sergio Corrêa, **PUC-Rio:** Adriana Gioda

UFRJ: Claudine Dereczynski

UFLA: Carlos Rogério de Mello, Marcelo Viola,

UNIFEI: Benedito C. da Silva

UNICAMP: Ana M. H. de Avila,

UPF: Carlos Holbig, Willingthon Pavan,

IPEF: Alexandre de Vicente Ferraz, José Leonardo Gonçalves, **CIRAD:** Gueric le Maire, Yann Pierre Nouvellon, **SUZANO:** Clayton Alcarde Alvares

EMBRAPA Lineu Rodrigues, Giampaolo Pellegrino, Luciana Alvim Romani, Camilo Andrade, José Maurício Fernandez (UPF),

CEMADEN: Caroline Mourão, Javier Tomasella,

CEMIG: Henrique Nunes Braga, Arthur Chaves de Paiva Neto, Luiz Cesar Mendes ,

GDF: Leila Soraya Menezes,

Ramiro Cárdenas

Objetivo da proposta:

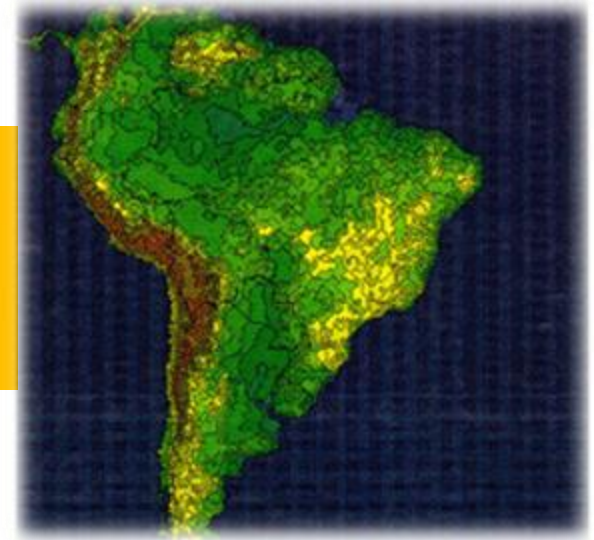
Geração de projeções de mudanças climáticas regionalizadas e avaliar os impactos sobre a disponibilidade hídrica no país, em diferentes cenários de emissão, em alta resolução espacial, com implicações na segurança alimentar e energética.

Objetivos específicos:

- 1. Desenvolvimento do modelo regional Eta**, em altíssima resolução espacial, com capacidade para simular acuradamente os fluxos de energia em presença de lagos, rios e áreas urbanas, química dos gases de efeito estufa;
- 2. Ampliação do número de membros de projeções de mudanças climáticas regionalizadas** a fim de **investigar a incerteza das projeções**, seja por regionalização de modelos globais, seja por variações do modelo regional;
- 3. Análise dos impactos das mudanças climáticas na disponibilidade hídrica com implicações na segurança alimentar;**
- 4. Análise dos impactos das mudanças climáticas na disponibilidade hídrica com implicações na segurança energética;**
- 5. Análise das tendências dos conflitos pelo uso múltiplo da água** diante dos impactos das projeções nas principais bacias com potencial de aproveitamento hidrelétrico.

Metodologia

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

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

- **Prognostic variables:** T, q, u, v, p_s , 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 P_s , fluxes over ocean, 10-m winds.**

Metodologia:

1 Desenvolvimento de cenários regionalizados

- 1 Geração de novas simulações regionalizadas ('downscaling') dos modelos globais BESM e Can-ESM, em cenários RCP4.5 e RCP8.5 (20km)
- 2 Construção de membros adicionais em altíssima resolução sobre o Alto e Médio São Francisco (5km)
3. Análise das simulações regionalizadas (extremos, avaliação, etc)

2. Estudos de impactos em recursos hídricos: implicações em

1 Segurança energética

- a) Disponibilidade hídrica a partir de modelagem hidrológica (bacias Alto São Francisco, alto Tocantins, Alto Rio Grande;*
- b) Disponibilidade de energia eólica e solar em MG*

2 Segurança alimentar

- a) Disponibilidade hídrica em algumas bacias para culturas de milho, feijão, soja, a partir de modelagem agrícolas, modelo DSSAT,
- b) Aptidão de algumas culturas a partir de zoneamento agrícola.

Metodologia:

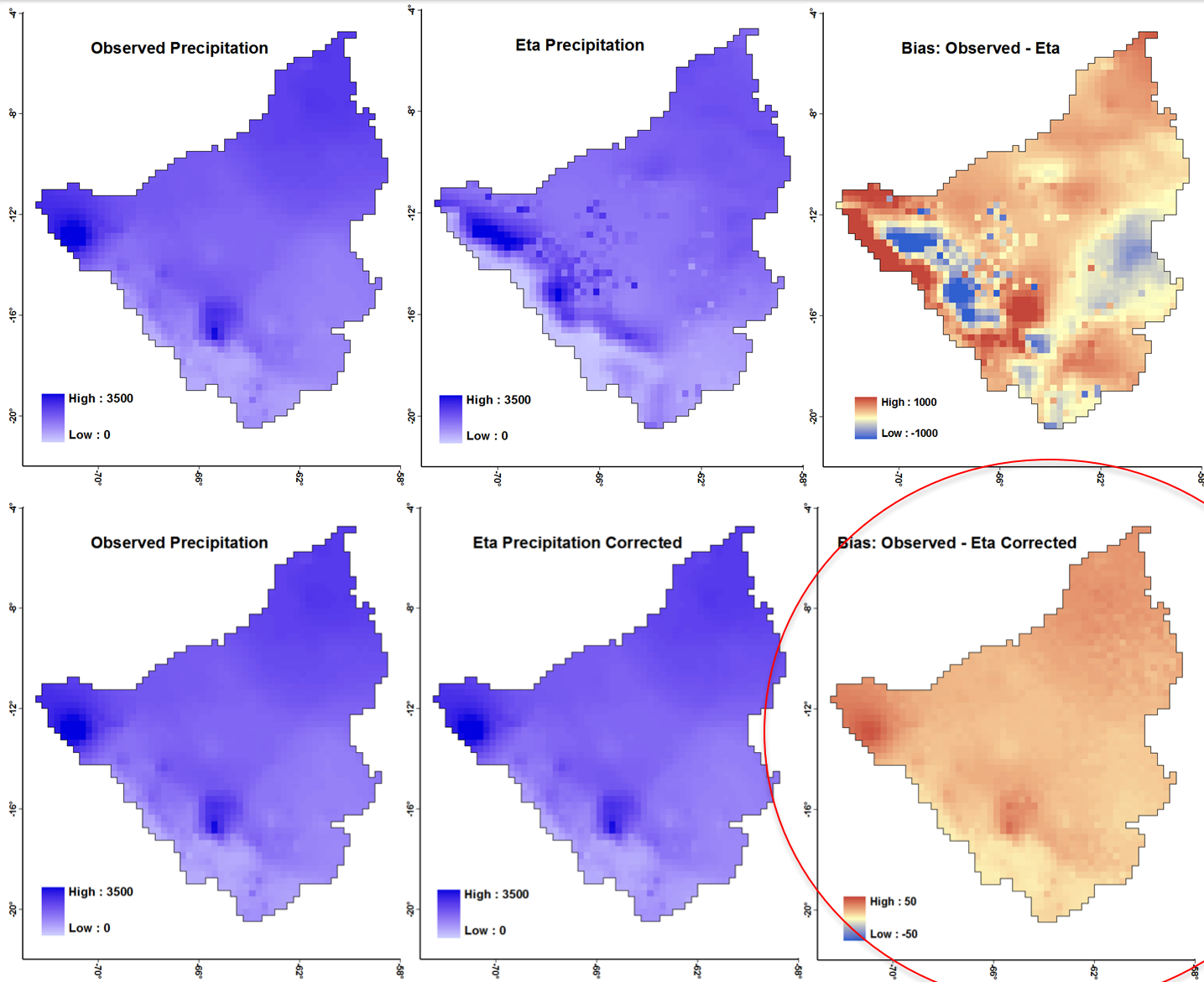
3. Remoção de erro

Disponibilizar um conjunto de dados com viés reduzido, a partir de correção estatística (por exemplo, por comparação da distribuição estatística)

4. Interface para acesso aos dados

Dois sistemas de acesso a dados: na EMBRAPA –Informática e na Univ Passo Fundo

Correção de erros sistemáticos: Precipitação ETA



Com correção de viés

Figura 4 - Médias anuais de precipitação(milímetros) observada, modelo Eta(controle) para o período 1970 a 1990 e a diferença entre as médias(erro sistemático).

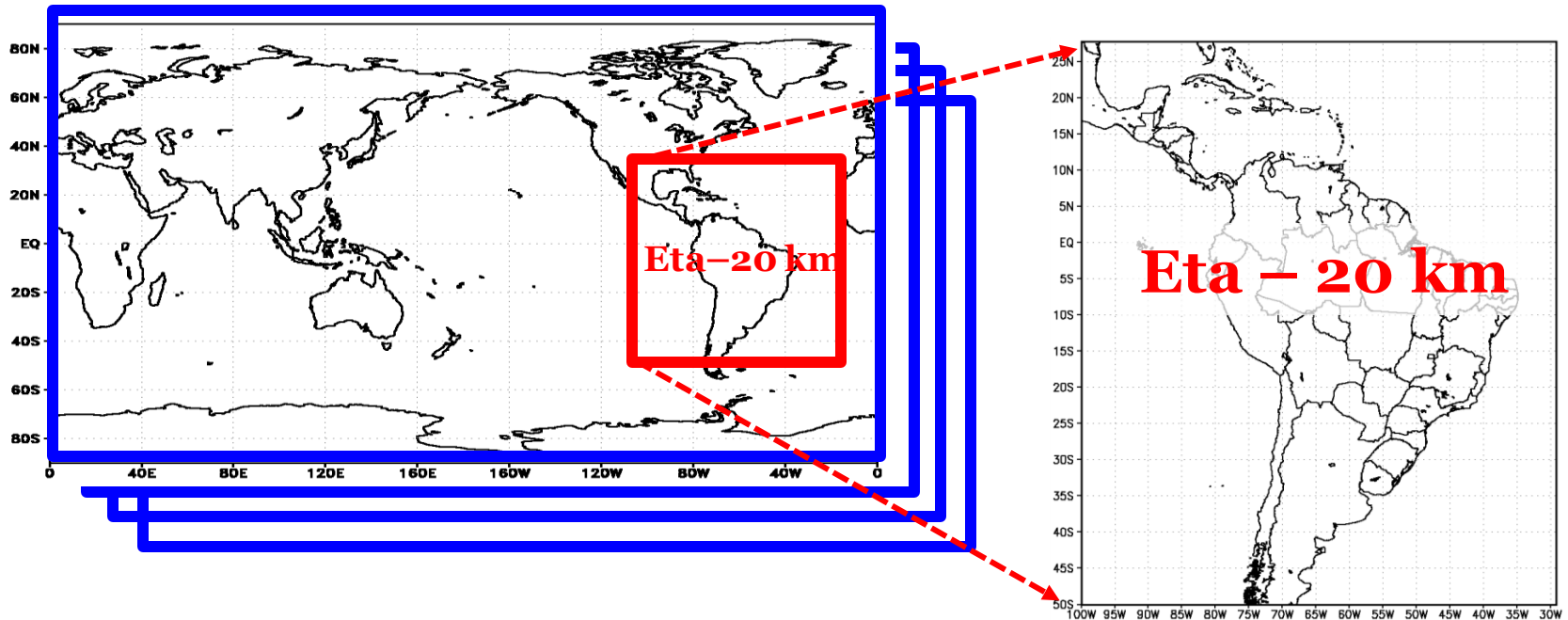
ESTRATÉGIA DE DOWNSCALING

- 4 modelos globais
como condição
de contorno

1. HadGEM2-ES
2. MIROC5
3. BESM (em andamento)
4. CanESM2 (em andamento)

- 2 cenários de
emissão

1. RCP 4.5
2. RCP 8.5



Eta/HadGEM2-ES

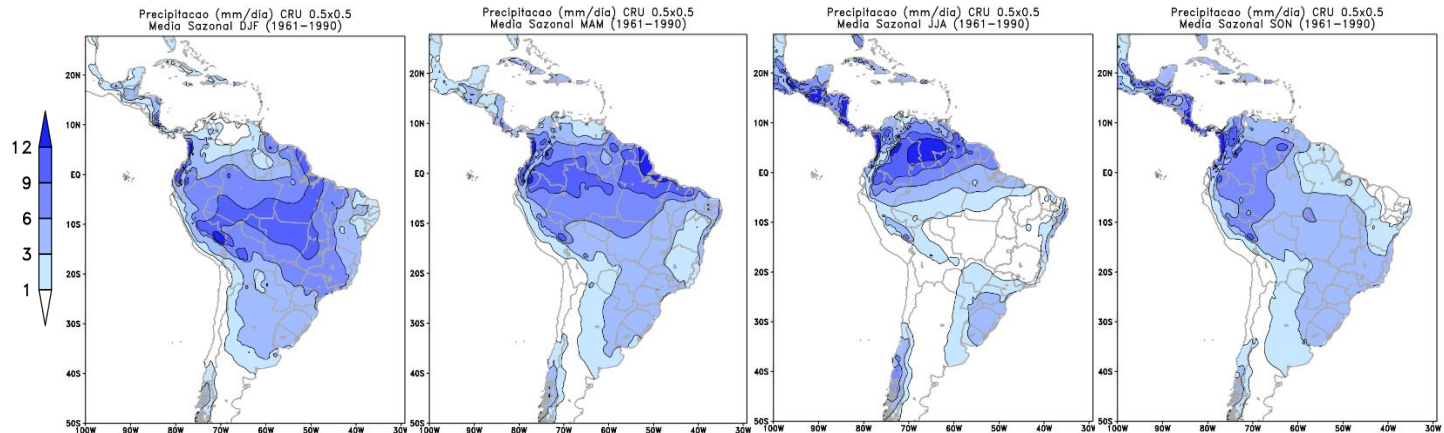
HadGEM2-ES:

Hadley Centre, Grã Bretanha

1.875°x1.250°, 38 níveis, 1/3 graus nos trópicos e 1 grau em latitudes maiores que 30N/S no oceano, 40 níveis; vegetação dinâmica TRIFFID (Collins et al. 2008; Martin et al. 2011)

Precipitação média 1961-1990 (mm/dia)

OBS
(CRU)



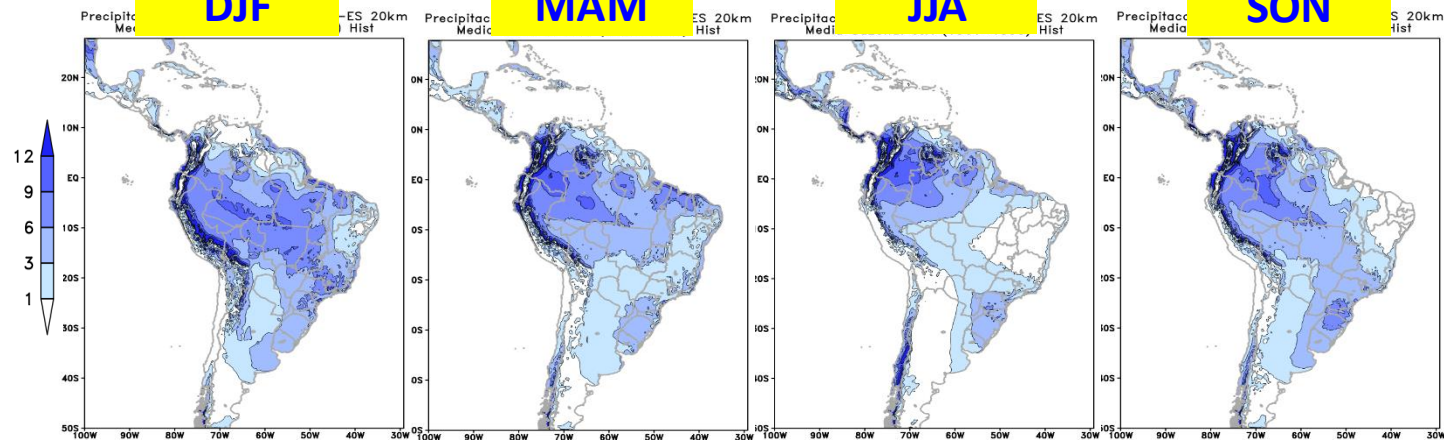
DJF

MAM

JJA

SON

Eta/HadGEM



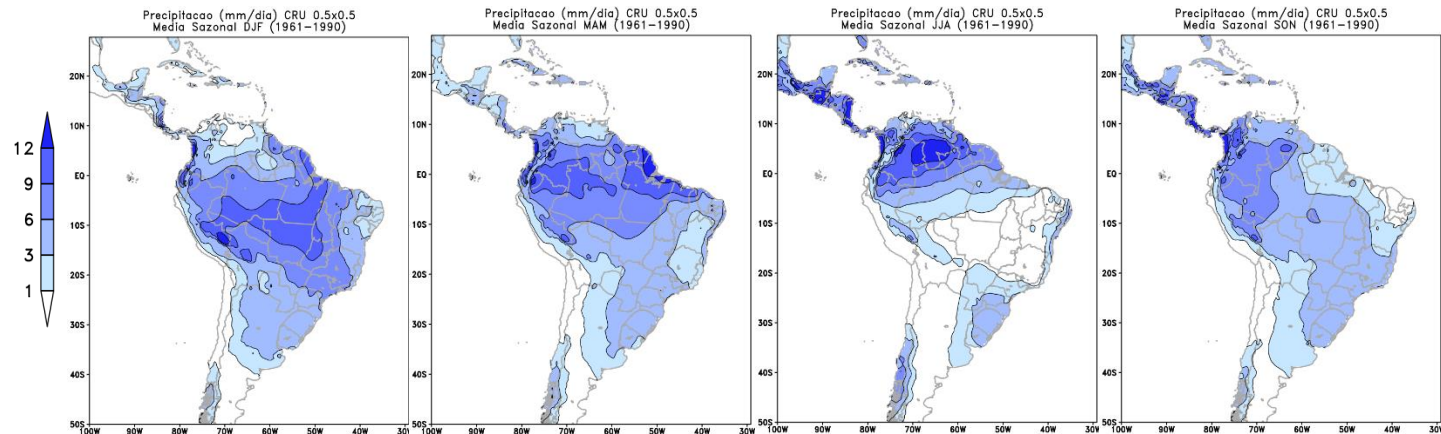
Eta/MIROC5

MIROC5: Univ. of Tokyo, National Institute for Environmental Studies, e Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology

T85 (aprox. **156 km**) , 40 níveis, 1.4o lat x 0.5-1.4o lon no oceano, 50 níveis
(Watanabe et al. 2010)

Precipitação média 1961-1990 (mm/dia)

**OBS
(CRU)**



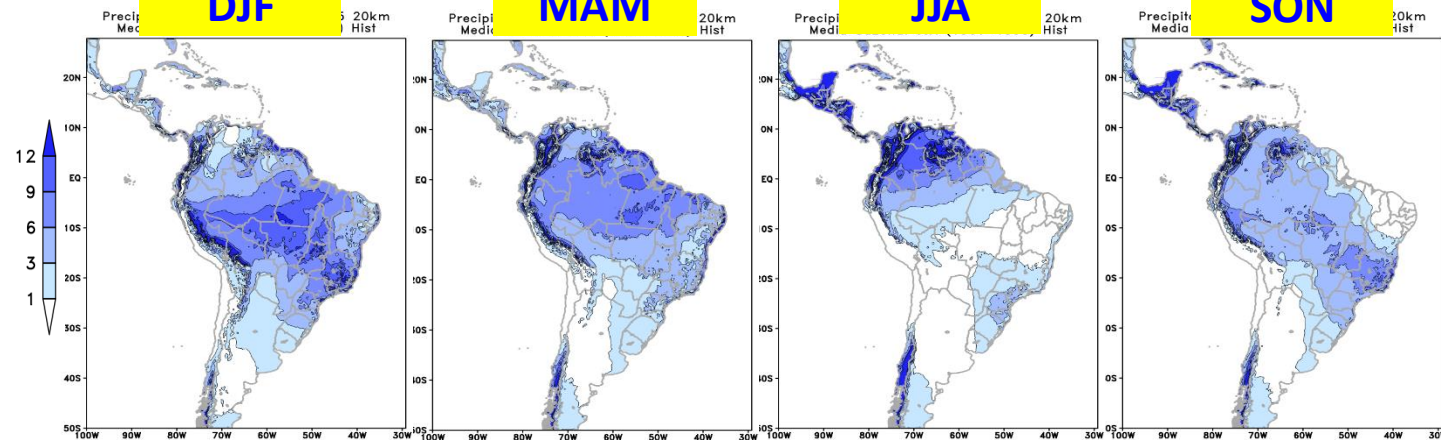
DJF

MAM

JJA

SON

Eta/MIROC5

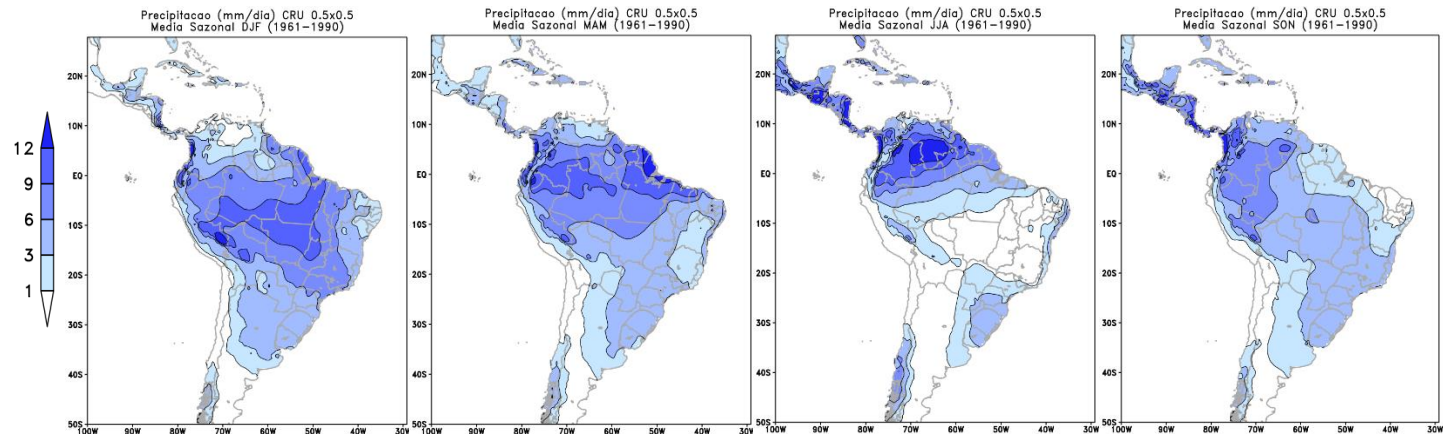


Eta/BESM-OA 2.5.1

BESM : Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, Brasil
T62 (1.875° x 1.875°), 28 níveis, ¼ grau no oceano MOM4, 50 níveis
(Nobre *et al.*, 2013)

Precipitação média 1961-1990 (mm/dia)

OBS
(CRU)



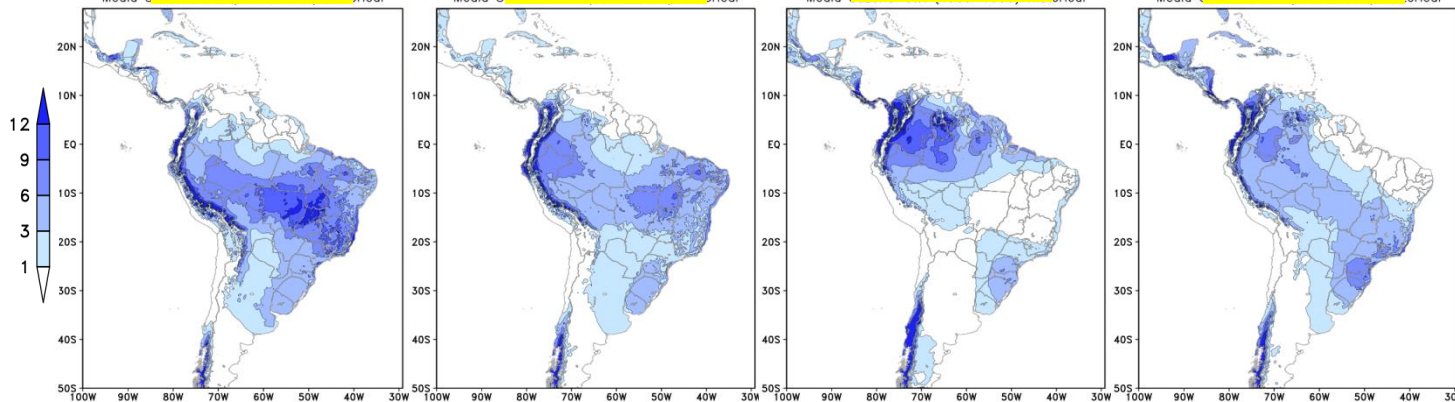
DJF

MAM

JJA

SON

Eta/BESM

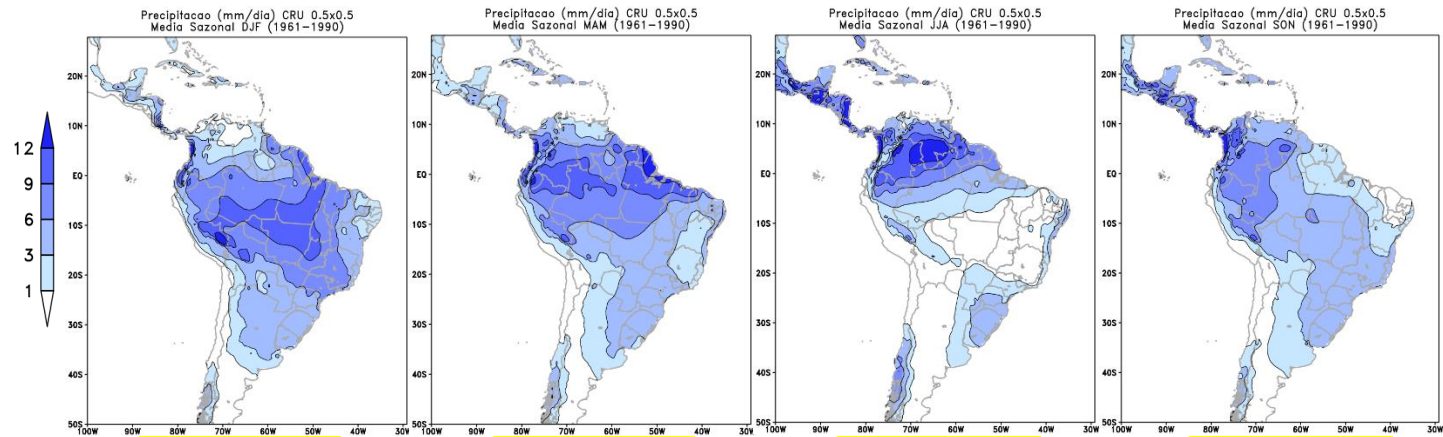


Eta/CanESM2

CanESM2: Canadian Centre for Climate Modelling and Analysis (CCCMA)
CanCM4 + CTEM (Canadian Terrestrial Ecosystem Model) (Arora e Boer, 2010)
35 níveis verticais e resolução horizontal de **2,75°** em latitude por **2,8125°** em longitude
(Arora et al., 2011; Chylek et al., 2011)

Precipitação média 1961-1990 (mm/dia)

OBS
(CRU)



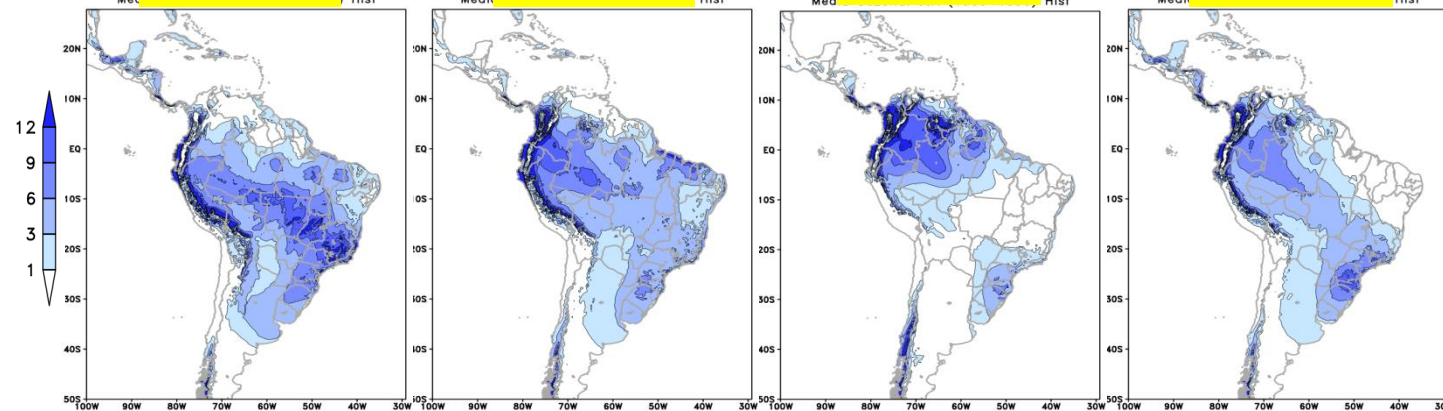
DJF

MAM

JJA

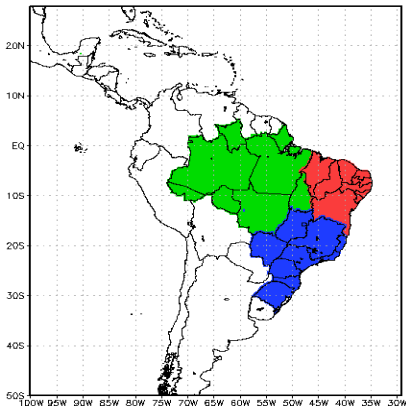
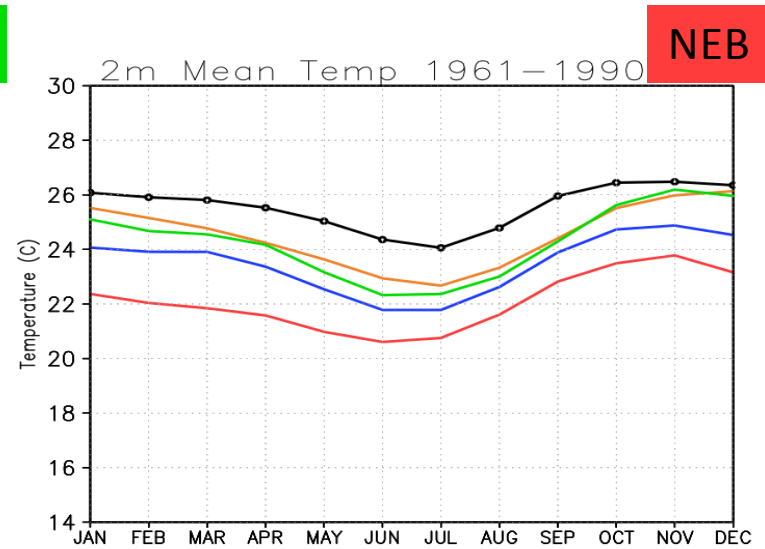
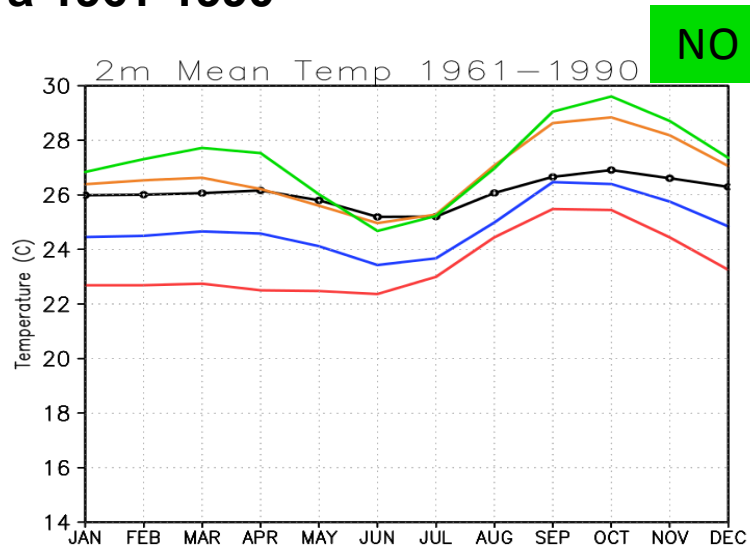
SON






Eta/CanESM2

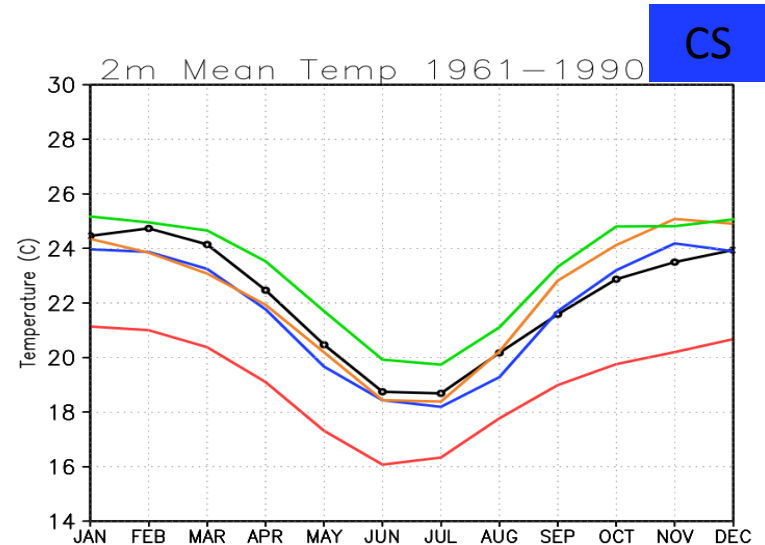


CICLO ANUAL

Temperatura 1961-1990

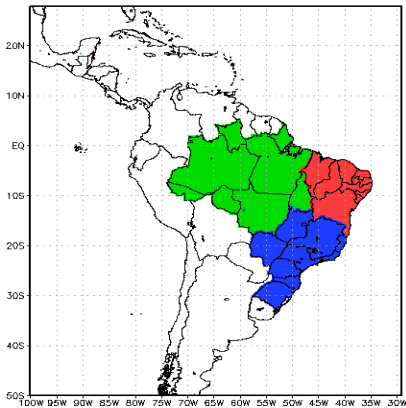
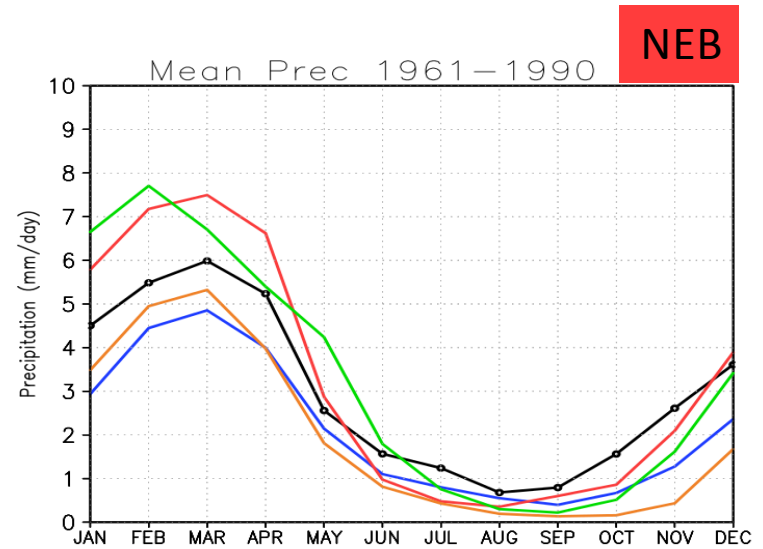
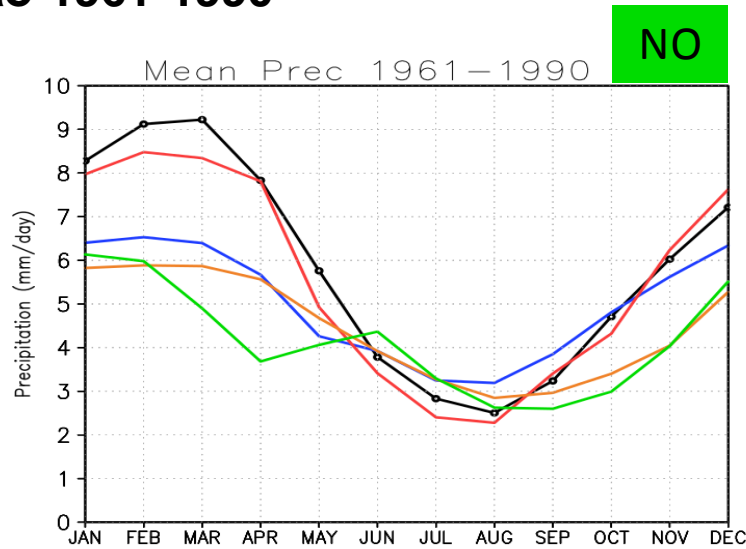







-  CRU
-  Eta-HadGEM2-ES
-  Eta-MIROC5
-  Eta-BESM
-  Eta-CanESM2

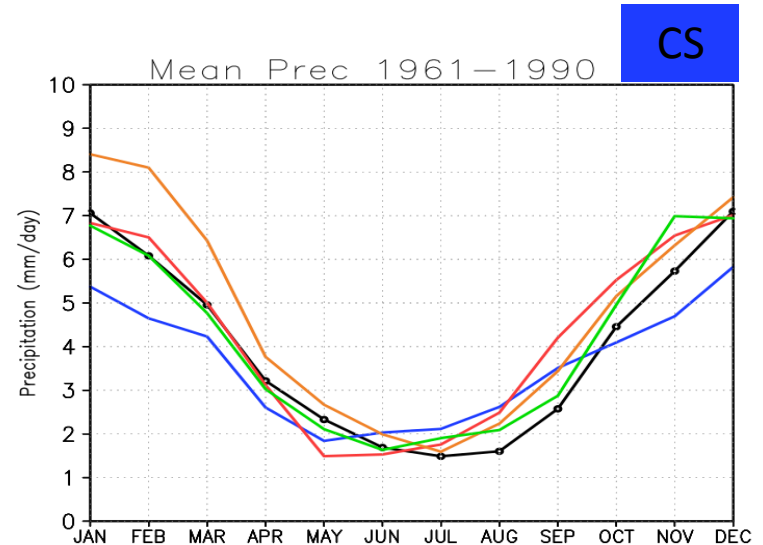


CICLO ANUAL

Precipitação 1961-1990






-  CRU
-  Eta-HadGEM2-ES
-  Eta-MIROC5
-  Eta-BESM
-  Eta-CanESM2



Andamento das Rodadas Eta-20km

Eta-HadGEM2-ES , Eta-MIROC5, **Eta-BESM e Eta-CanESM2**

Modelo	Hist	RCP 4.5			RCP 8.5		
	1960 2005	2006 2040	2040 2070	2070 2100	2006 2040	2040 2070	2070 2100
Eta – HadGEM2-ES	√	√	√	√	√	√	√
Eta – MIROC5	√	√	√	√	√	√	√
Eta – BESM	√	√	√	√	√	√	preproc 
Eta – CanESM2	√	√	√	preproc 	20% 		

Metodologia:

Eta-20km
8 ou 10 membros

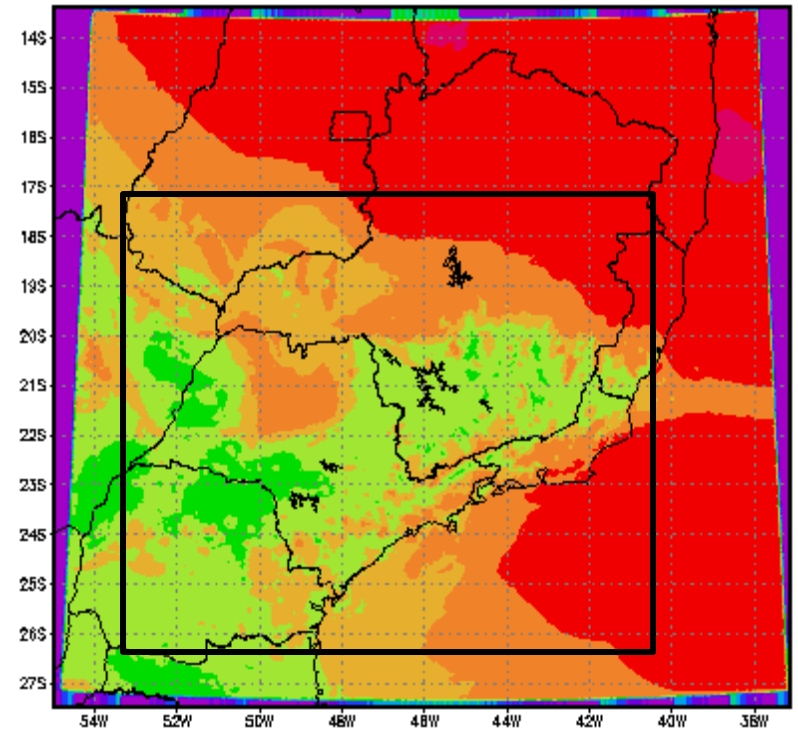


-Paraná,
-São Francisco,
-Tocantins,
-Madeira.

Eta-5km
2 membros
RCP4.5
RCP8.5

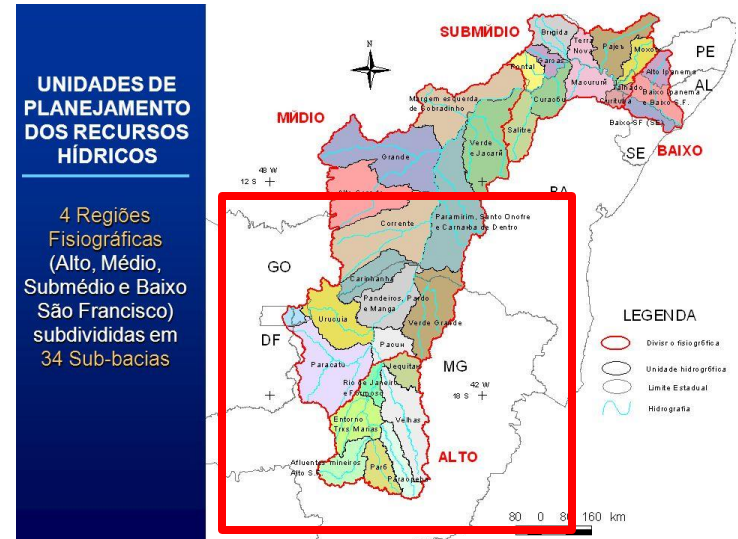
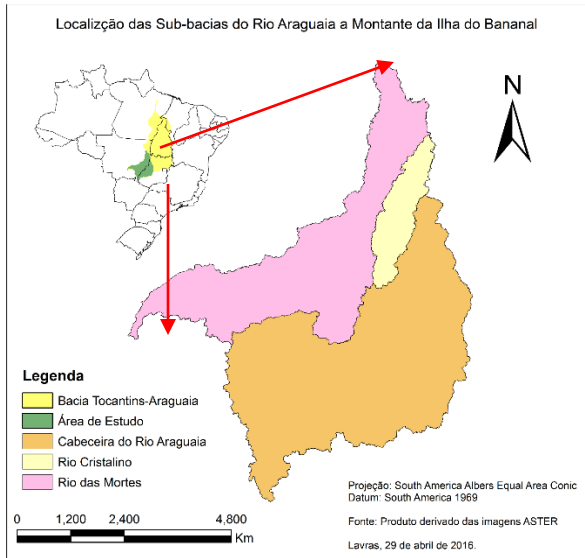


- Alto São Francisco
- Médio São Francisco



221 x 411

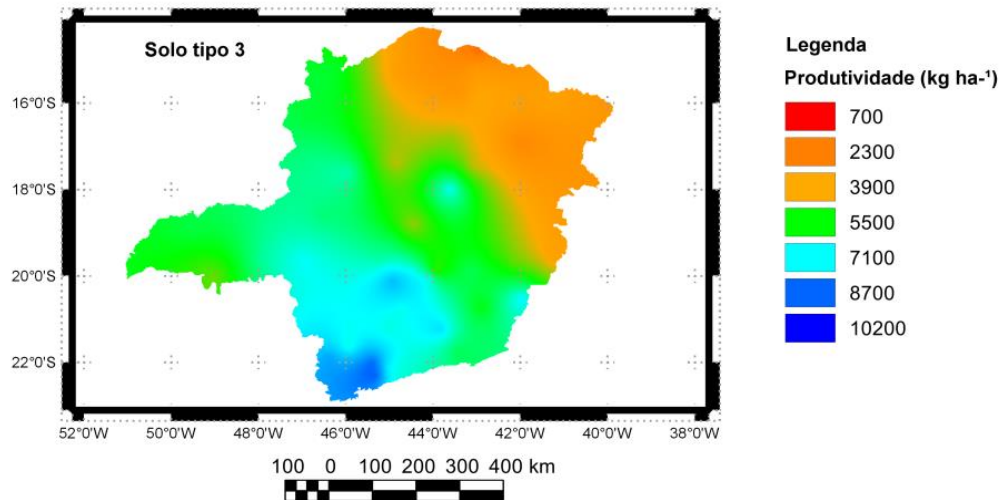
Modelagem hidrológica



- **Bacia São Francisco (MGB-IPH) – Benedito Silva – UNIFEI**
– Até Bom Jesus da Lapa (médio São Francisco)
- **Bacia Tocantins-Araguaia (SWAT) – Marcelo Viola – UFLA**
– Cabeceira do Araguaia, Rio Cristalino, Rio das Mortes
– Rio Palma, Manuel Alves, Sono
- **Bacia Paraná (SWAT & LASH)– Carlos Rogério – UFLA**
– Rio Grande, até Furnas

Modelagem de cultura agrícola

Culturas: Milho, feijão, soja, trigo (DSSAT),
Café (Eta-INLAND)



Estudo de caso em **Minas Gerais** com cultura agrícola.
Zoneamento agrícola para demais regiões

Trabalho em colaboração com Embrapa e UPF

Custeio: R\$ 49.100,00

Capital: R\$ 8.000,00

Valor Global: R\$ 57.100,00

Bolsas: ~~742.900,00~~ > 280.800,00

ATP	23	1	1. Letícia Torres
ITI-A	23	2	1. Guilherme Andrade Nani 2. []
DTI - A	12	1	1
DTI - B	12	2	1. Angela, UPF
DTI - C	12	1	1.
EXP - A	12	1	1. Fernando Pesquero
EXP - B	12	2	1. Diego Chagas 2. Lázaro

Resultados esperados:

- Desenvolvimento de ferramenta (o modelo atmosférico Eta) mais aprimorada para estudos de mudanças climáticas;
- Formação de recursos humanos em modelagem atmosférica e hidrológica para estudos de mudanças climáticas;
- Estimativa dos impactos das mudanças climáticas e do uso da terra na disponibilidade hídrica do país;
- Análise dos extremos hidrometeorológicos, quanto a regiões, intensidade, frequência;
- Geração de um conjunto de dados para estudos de impactos, vulnerabilidade e adaptação às mudanças climáticas aplicáveis em diversos setores.

Impactos da pesquisa para o avanço da ciência e sociedade:

1. Formação de especialistas em modelagem do sistema terrestre e em estudos de mudanças climáticas;
2. Geração de dados para estudos de impactos, vulnerabilidade e adaptação para diversos setores;
3. Melhor entendimento das interações superfície continental-atmosfera e as mudanças no ciclo hidrológico diante das mudanças climáticas e de uso da terra;
4. Aprimoramento na simulação das chuvas e outras variáveis do ciclo hidrológico.
5. Geração de informações para apoiar a elaboração de políticas públicas em diversos setores para redução dos impactos negativos das mudanças climáticas;
6. Sistema de acesso ao conjunto de projeções climáticas geradas no projeto

Impactos da pesquisa para planejamento e gestão de recursos hídricos:

1. O uso de projeções de maior acurácia ou que se conhece o grau de desempenho, permite ao tomador de decisão elaborar ações de forma mais segura, por exemplo, na concessão de áreas para construção de hidrelétricas ou no dimensionamento dessas construções, na implantação de áreas de culturas irrigáveis, etc;
2. As informações a serem geradas podem ajudar a subsidiar medidas para amenizar os impactos negativos dos riscos de eventos hidrológicos extremos;
3. Influenciar políticas públicas sobre uso da terra e uso da água
4. Identificar potenciais conflitos pelo uso da água entre produção de energia e produção agrícola

Cronograma de atividades:

Cronograma Físico	Tempo (trimestral)							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Atividades								
Workshops para iniciar o projeto, de acompanhamento e finalização	X			X			X	
Preparação das condições dos modelos globais para rodar o modelo Eta	X	X						
Simulação do modelo Eta utilizando reanálises para avaliar capacidade para detectar extremos climáticos	X	X						
Downscaling 20km, Eta-BESM, 1961-2100, RCP4.5, RCP8.5	X	X	X					
Downscaling 20km, Eta-CanESM, 1961-2100, RCP4.5, RCP8.5	X	X	X					
Downscaling 20km, Eta-BESM/HadGEM-Inland, 1961-2100, RCP4.5, RCP8.5	X	X	X					
Avaliação do downscaling para o baseline das três versões de 20 km	X	X	X					
Análise das projeções climáticas e das incertezas			X	X	X			
Identificação dos erros sistemáticos e sugestão de correção de viés		X	X	X				
Estimativa dos indicadores de extremos climáticos				X	X			
Análise dos impactos das mudanças climáticas na disponibilidade hídrica nas principais bacias (Paraná, São Francisco, Tocantins e Madeira)				X	X	X	X	
Análise dos impactos das mudanças climáticas sobre energia eólica e solar				X	X	X		
Análise dos impactos das mudanças climáticas nas culturas de alimentação básica (feijão, arroz, milho, soja, trigo)				X	X	X	X	
Desenvolvimento de Plataforma amigável para acesso as simulações numéricas	X	X	X	X				
Estudos em altíssima resolução espacial								
Melhorias na representação de superfície: superfícies líquidas	X	X	X	X				
Melhorias na representação de superfície: áreas urbanas	X	X	X	X				
Melhorias na representação de superfície: cobertura vegetal	X	X						
Melhorias nas interações nuvem-radiação-composição química da atmosf.	X	X	X	X	X	X	X	X
Melhorias na produção de nuvens e chuva								
Downscaling Eta-5km, BESM/HadGEM, 1961-2100, RCP4.5, RCP8.5, versão 1, cobertura vegetal e parâmetros atualizados		X	X	X	X			
Downscaling Eta-5km, BESM/HadGEM, 1961-2100, RCP4.5, RCP8.5, versão 2, áreas urbanas atualizadas				X	X	X	X	
Downscaling Eta-5km, BESM/HadGEM, 1961-2100, RCP4.5, RCP8.5, versão 3, superfícies líquidas atualizadas				X	X	X	X	
Análise da disponibilidade hídrica no Alto e Médio São Francisco, Eta-5km				X	X	X	X	
Análise da disponibilidade hídrica em afluentes do São Francisco para análise de segurança alimentar, Eta-5km					X	X	X	
Análise das projeções de aptidão da cultura do café					X	X	X	
Consolidação das análises								
Análise das projeções sobre conflitos do uso múltiplo da água nas bacias Tocantins, Paraná e Madeira							X	X
Análise das projeções sobre conflitos do uso múltiplo da água na bacia do rio São Francisco							X	X
Elaboração de artigos e publicações		X	X	X	X	X	X	X

Projetos em colaboração:

1. CAPES-ANA
2. Fapesp Agrocomputing.net
3. AgroHidro – Embrapa
4. Zoneamento Agrícola - Embrapa

Obrigada!