



## **Um Visão Geral Sobre a Evolução do BAM**

**Paulo Yoshio Kubota  
Dayana Castilho de Souza**

**Cachoeira Paulista, CPTEC/INPE  
DMD  
04/2020**



# Modelagem Global da Atmosfera do CPTEC

---

## Grupo de Modelagem Global da Atmosfera do CPTEC

### CPTEC/INPE (Global)

José Paulo Bonatti  
Silvio Nilo Figueroa  
Paulo Yoshio Kubota  
Enver Ramirez Gutierrez

### Colaboradores

Ariane Frassoni dos Santos  
Antonio Ocimar Manzi  
*Luis Gustavo Goncalves de Goncalves*  
Dirceu Luis Herdies

### ASSIMILAÇÃO DE DADOS

João Gerd Zell de Mattos  
Luiz Fernando sapucci  
Carlos Frederico Bastarz  
José Antônio Aravéquia

### Pós-doc

Dayana Castilho de Souza  
Jhonatan Andrés Aguirre Manco  
Débora Alvim

### PGMET (doc)

*Bruno dos Santos Guimarães*  
*Milena Pereira Dantas*  
Vivian Bauce Machado Arsego  
Layrson de Jesus Menezes Gonçalves  
Mateus Dias Nunes

### PGMET (mestrado)

Isabella Talamoni

### PCI

*Jayant Pendharkar*  
Wanderson dos santos  
Cristiano Eichholz  
Nicolas Cruz

### Computação Científica

Eduardo Khamis, Denis Eiras, Luiz Flavio Rodrigues, Barbara Yamada

## –Versões consolidadas:

- BAM\_V0.0.0: Cavalcanti et al. (2019);
  - BAM\_V1.0.0: Figueroa et al. (2016);
  - BAM\_V1.1.0: código operacional em 2017;
  - BAM\_V1.2.0: código usado em Guimarães et al. (2019), AMIP (Coelho et al em finalização), teses e dissertações, operacional em 2018;
- Versão operacional:
- BAM\_V1.2.0: código operacional (2018-2019);

## –Versões desenvolvimento (em aberto):

- BAM\_V1.3.0: desenvolvimento(2019);
- BAM\_V1.3.1: revisão, desenvolvimento(2019);
- BAM\_V1.4.0: desenvolvimento(2019/2020)-qual é o planejamento desta versão?
- BAM\_V1.X.X: planejamento(outras revisões/versões)?

## –Versões desenvolvimento (em aberto):

- BAM\_V2.0.0: versão em coordenada híbrida (2019), (problema na difusão espectral);
- BAM\_V2.1.0: versão em coordenada híbrida funcionando.

## • BAM-FV3 em pesquisa

# Versões consolidadas



## **1.Consolidação das versões:**

**BAM\_V0.0.0: Cavalcanti et al. (2019);**

- a) Versão utilizada para pesquisa para teste de microfísicas.**
- b) Não entrou em operação.**
- c) Não possuía física unificada.**



# Modelagem Global da Atmosfera do CPTEC

## 1.Consolidação das versões:

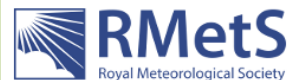
### •BAM\_V0.0.0: Cavalcanti et al. (2019);

BAM-v0, even at coarse resolution, represents many climate variability features

Captures the influences of tropical Pacific and Atlantic Oceans on Northeast Brazil precipitation and reproduces the influences of ENSO over South America

SAM and PSA teleconnections are well simulated.

Observed features of the South America Monsoon System are captured by the model, although the intensities of precipitation variability need to be improved.



International Journal of Climatology



RESEARCH ARTICLE

Climate variability over South America-regional and large scale features simulated by the Brazilian Atmospheric Model (BAM-v0)

Iracema F.A. Cavalcanti ✉, Virginia P. Silveira, Sílvia Nilo Figueroa, Paulo Y. Kubota, José Paulo Bonatti, Dayana Castillo de Souza

First published: 22 October 2019 | <https://doi.org/10.1002/joc.6370>



MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA, INOVAÇÕES E COMUNICAÇÕES  
INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPaciaIS

[sid.inpe.br/mtc-m21b/2017/05.15.19.05-TDI](http://sid.inpe.br/mtc-m21b/2017/05.15.19.05-TDI)

ESTUDO DO BALANÇO RADIATIVO E ENERGÉTICO  
DA ATMOSFERA EM FUNÇÃO DA EMISSÃO  
NATURAL E ANTRÓPICA DE CO<sub>2</sub> UTILIZANDO O  
MODELO ATMOSFÉRICO GLOBAL BRASILEIRO  
(BAM)

Layrson de Jesus Menezes Gonçalves

Dissertação de Mestrado do  
Curso de Pós-Graduação em  
Meteorologia, orientada pelos Drs.  
Simone Marilene Sievert da Costa  
Coelho, e Paulo Yoshio Kubota,



## **1.Consolidação das versões:**

- **BAM\_V1.0.0: Figueroa et al. (2016);**

- a) Versão utilizada para pesquisa para teste de novos Deep Convection (GEC, ARA(simplificado), RAS ( relaxado )).**

- b) Implementado PBL Úmida.**

- a) Não entrou em operação.**

- b) Não possuía física unificada.**

## 1.Consolidação das versões:

### •BAM\_V1.0.0: Figueroa et al. (2016);

- 1) o aumento da resolução horizontal sem qualquer ajuste ad hoc melhora a variação da precipitação sobre continentes com orografia complexa, como África e América do Sul, enquanto que sobre os oceanos não há diferenças significativas
- 2) os erros sistemáticos (vieses secos ou úmidos) permanecem praticamente inalterados para as previsões de 5 dias.
- 3) Apesar das melhorias nas previsões de precipitação tropical, especialmente no sudeste do Brasil, os vieses secos sobre a Amazônia e La Plata permanecem no BAM.

### 8 The Brazilian Global Atmospheric Model (BAM): Performance for Tropical Rainfall Forecasting and Sensitivity to Convective Scheme and Horizontal Resolution

Silvio N. Figueroa<sup>a,b</sup>, José P. Bonatti<sup>a</sup>, Paulo Y. Kubota<sup>a,b</sup>, Georg A. Grell<sup>c</sup>, Hugh Morrison<sup>d</sup>, Saulo R. M. Barros<sup>e</sup>, Julio P. R. Fernandez<sup>a</sup>, Enver Ramirez<sup>a</sup>, Leo Siqueira<sup>f</sup>, Graziela Luzia<sup>a</sup>, Josiane Silva<sup>a</sup>, Juliana R. Silva<sup>a</sup>, Jayant Pendharkar<sup>a,b</sup>, Vinicius B. Capistrano<sup>a,b</sup>, Débora S. Alvim<sup>a,b</sup>, Diego P. Enoré<sup>a</sup>, Fábio L. R. Diniz<sup>a</sup>, Praki Satyamurti<sup>g</sup>, Iracema F. A. Cavalcanti<sup>a</sup>, Paulo Nobre<sup>a,b</sup>, Henrique M. J. Barbosa<sup>h</sup>, Celso L. Mendes<sup>g</sup>, and Jairo Panetta<sup>i</sup>

<sup>a</sup> Center for Weather Forecasting and Climate Studies, National Institute for Space Research, Cachoeira Paulista, São Paulo, Brazil

<sup>b</sup> Brazilian Research Network on Global Climate Change (Rede CLIMA), São José dos Campos, São Paulo, Brazil

<sup>c</sup> National Oceanic and Atmospheric Administration/Earth System Research Laboratory, Boulder, Colorado

<sup>d</sup> National Center for Atmospheric Research, Boulder, Colorado

<sup>e</sup> Department of Applied Mathematics, University of São Paulo, São Paulo, Brazil

<sup>f</sup> Rosenstiel School of Marine and Atmospheric Science, University of Miami, Miami, Florida

<sup>g</sup> National Institute for Space Research, São José dos Campos, São Paulo, Brazil

<sup>h</sup> Department of Physics, University of São Paulo, São Paulo, Brazil

<sup>i</sup> Technological Institute of Aeronautics (ITA), São José dos Campos, São Paulo, Brazil

<https://doi.org/10.1175/WAF-D-16-0062.1>





## **1.Consolidação das versões:**

- **BAM\_V1.1.0: código operacional em 2017**

**a) Versão utilizada Deep Convection (ARA(simplificado)).**

**b) Entrou em operação 2017.**

**c) Já possuía física unificada.**

**d) Reduziu em 30% o custo computacional.**

## 1.Consolidação das versões:

- **BAM\_V1.1.0: código operacional em 2017**

[http://www.epacis.net/ccis2016/papers/paper\\_57.pdf](http://www.epacis.net/ccis2016/papers/paper_57.pdf)

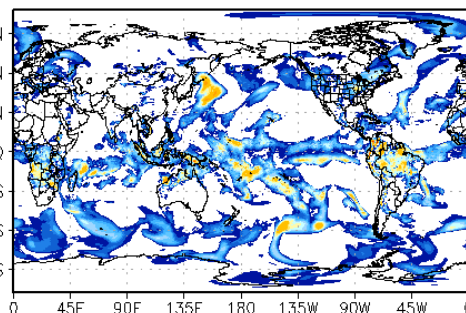
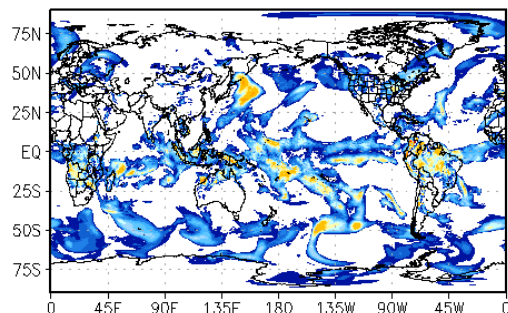
SS2A: UNCERTAINTY QUANTIFICATION, INVERSE PROBLEMS, AND DATA ASSIMILATION

Analysis of the Breeding Technique applied to the CPTEC-AGCM Model 57

Luis Fernando Salgueiro Romero, Sandra Aparecida Sandri and Haroldo de Campos Velho

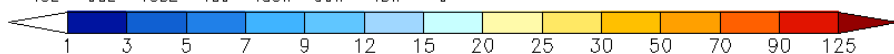
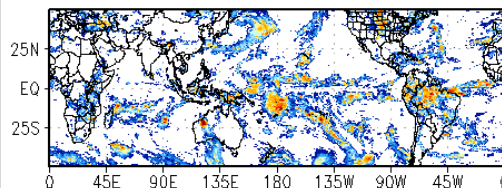
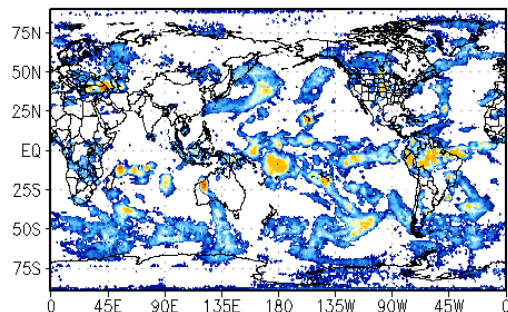
TQ1499L064\_1dayXC50

TQ1499L64\_ACCEPT



GPCP

TRMM3B42



## Analysis of the Breeding Technique applied to the CPTEC-AGCM Model

Luis F. Salgueiro Romero<sup>1</sup>, Sandra A. Sandri and Haroldo F. de Campos Velho  
National Institute for Space Research, São José dos Campos, SP, Brazil

## 1.Consolidação das versões:

- **BAM\_V1.1.0:**  
**código operacional em 2017**

PCI

*Jayant Pendharkar*

Implement aerosol-chemistry interaction in the Brazilian global Atmospheric Model (BAM) that is currently operational in CPTEC (Figueroa et al., 2017) and also forms an atmospheric component of the coupled Brazilian Earth System Model (BESM).

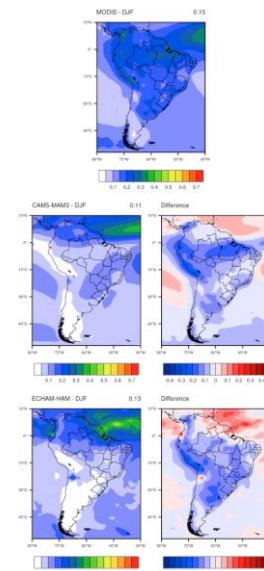


**XX CBMET**  
Congresso Brasileiro de Meteorologia  
DESAFIOS DO MONITORAMENTO METEOROLÓGICO  
27 a 30 de Novembro de 2018, Maceió, Alagoas, Brasil

**IMPLEMENTATION OF THE AEROSOL PARAMETERIZATION  
IN THE BRAZILIAN GLOBAL MODEL  
- STRATEGY & ONGOING EFFORTS**

 **Jayant Pendharkar, Paulo Yoshio Kubota, Dirceu Luis Herdies**  
Center for Weather Forecasting and Climate Studies (CPTEC/INPE)







# Modelagem Global da Atmosfera do CPTEC

## 1.Consolidação das versões:

### •BAM\_V1.2.0:

código usado em Souza et al. (2019),  
operacional em 2018;

## Calibração dos parâmetros das parametrizações físicas (ARA,PBL, etc) .

As modificações e calibrações realizadas no modelo BAM na parte convectiva foram:

- (1) no cálculo do impacto no momentum devido ao gradiente de pressão gerado por células convectivas;
- (2) modificação dos parâmetros relacionados ao cálculo do entranhamento e Detranhamento;
- (3) uma nova metodologia do cálculo de fração de nuvens baseada nas funções Probability Distribution Function (PDFs) ;
- (4) os cálculos das propriedades óticas passaram a ser baseados nas variáveis prognósticas de água líquida e gelo.

Na parte dos processos turbulentos da PBL-ÚMIDA (BRETHERTON; PARK, 2009) foram modificados:

- (1) o cálculo da interação da nebulosidade estratiforme com o coeficiente de difusão vertical;
- (2) foi implementada uma nova equação para o cálculo da pressão de vapor de saturação.

## CAPÍTULO 19

IMPACTO DA RESOLUÇÃO HORIZONTAL NA  
SIMULAÇÃO DOS JATOS DE BAIXOS NÍVEIS NA  
AMÉRICA DO SUL USANDO O MODELO GLOBAL DO  
CPTEC

**Dayana Castilho de Souza**  
Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, Centro  
de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos.  
Cachoeira Paulista – São Paulo

a leste da Cordilheira dos Andes, são o  
principal mecanismo atmosférico responsável  
pelo transporte meridional de umidade da  
Bacia Amazônica para a região subtropical da



RELATIONSHIP BETWEEN CLOUD PARAMETERIZATION AND  
PRECIPITATION SIMULATED WITH MODEL BAM, ON SOUTH  
AMERICA.

P.Y. Kubota <sup>(1)</sup>, D. C. Souza <sup>(1)</sup>, S. N. F. Rivero <sup>(1)</sup>



**SENSIBILIDADE DO MODELO BAM À INCLUSÃO DA  
PARAMETRIZAÇÃO DE UM MODELO DE PLUMAS TÉRMICAS NA  
CAMADA LIMITE CONVECTIVA¶**

Edilane Rosária Bezerra Negrão<sup>1</sup>; Dayana Castilho de Souza<sup>2</sup>; Paulo Yoshio Kubota<sup>2</sup>;  
Ludmila Monteiro da Silva<sup>1</sup>; Silvio Nilo Figueroa<sup>2</sup>¶

Autor para correspondência: edilane.negrão@hotmail.com¶

<sup>1</sup>Universidade Federal do Pará; <sup>2</sup>Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais¶

**Crédito: Dayana Castilho de Souza**



# Modelagem Global da Atmosfera do CPTEC

## 1.Consolidação das versões:

### •**BAM\_V1.2.0:**

código usado em Souza et al. (2019),  
operacional em 2018;

## CAPÍTULO 19

IMPACTO DA RESOLUÇÃO HORIZONTAL NA  
SIMULAÇÃO DOS JATOS DE BAIXOS NÍVEIS NA  
AMÉRICA DO SUL USANDO O MODELO GLOBAL DO  
CPTEC

**Dayana Castilho de Souza**

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, Centro  
de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos.  
Cachoeira Paulista – São Paulo

a leste da Cordilheira dos Andes, são o  
principal mecanismo atmosférico responsável  
pelo transporte meridional de umidade da  
Bacia Amazônica para a região subtropical da

As melhorias realizadas nas parametrizações físicas de processos convectivos e turbulentos proporcionaram ao modelo BAM uma representação mais realista dos sistemas atmosféricos atuantes direta e indiretamente sobre AS.

A simulação da precipitação sobre a América do Sul depende da resolução espacial e o transporte de umidade depende da intensidade de precipitação que ocorre na região Amazônica.

O impacto da resolução horizontal e vertical na precipitação na região do nordeste da Argentina, Uruguai e sul do Brasil pode estar sendo enfraquecido pela deficiência do modelo em simular outros sistemas, como por exemplo, a intensidade das frentes frias que atuam no sul da AS.

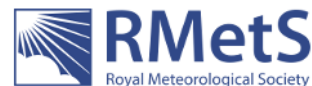


# Modelagem Global da Atmosfera do CPTEC

## 1.Consolidação das versões:

### •BAM\_V1.2.0:

O Initial Condition Ensemble melhorou o desempenho das previsões de precipitação e T2M no leste da América do Sul na semana 3 e no norte da América do Sul na semana 4. Também foram observadas melhorias nas previsões da MJO.




Quarterly Journal of the  
Royal Meteorological Society




RESEARCH ARTICLE

### Configuration and hindcast quality assessment of a brazilian global sub-seasonal prediction system

Bruno S. Guimarães , Caio A. S. Coelho, Steve J. Woolnough, Paulo Y. Kubota, Carlos F. Bastarz, Silvio N. Figueroa, José P. Bonatti, Dayana C. de Souza

First published: 10 December 2019 | <https://doi.org/10.1002/qj.3725>

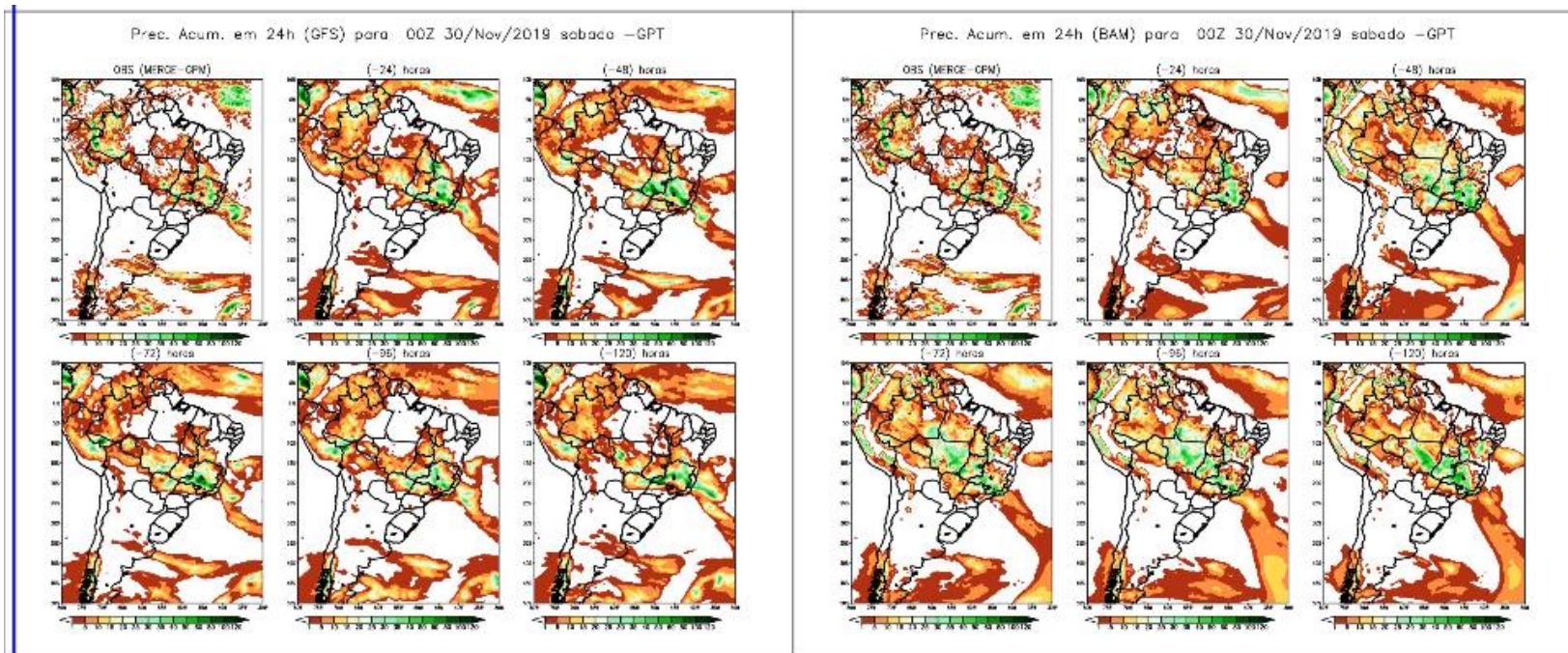
This article has been accepted for publication and undergone full peer review but has not been through the copyediting, typesetting, pagination and proofreading process, which may lead to differences between this version and the Version of Record. Please cite this article as doi: 10.1002/qj.3725.

 PDF  TOOLS  SHARE



## 1.Consolidação das versões :

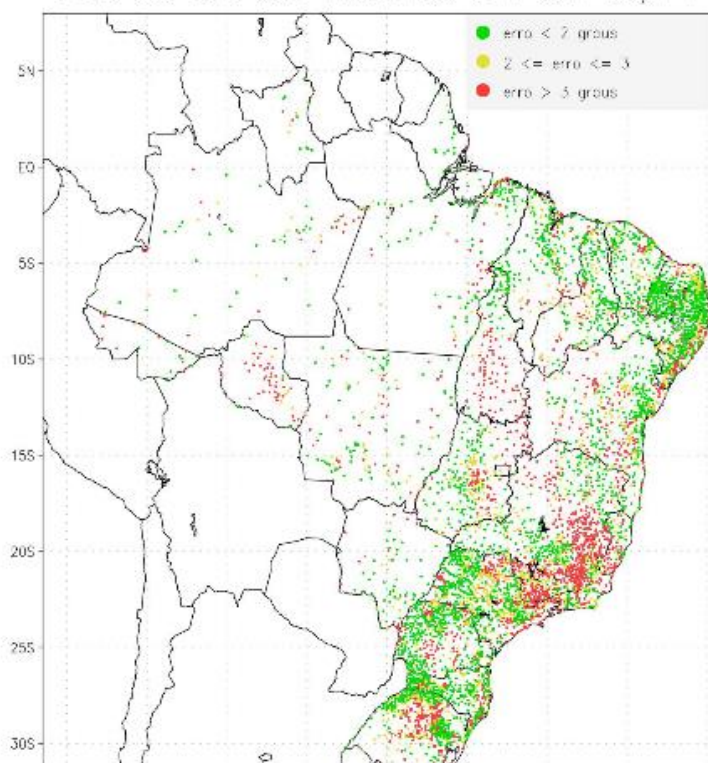
- **BAM\_V1.2.0: código operacional (2019);**



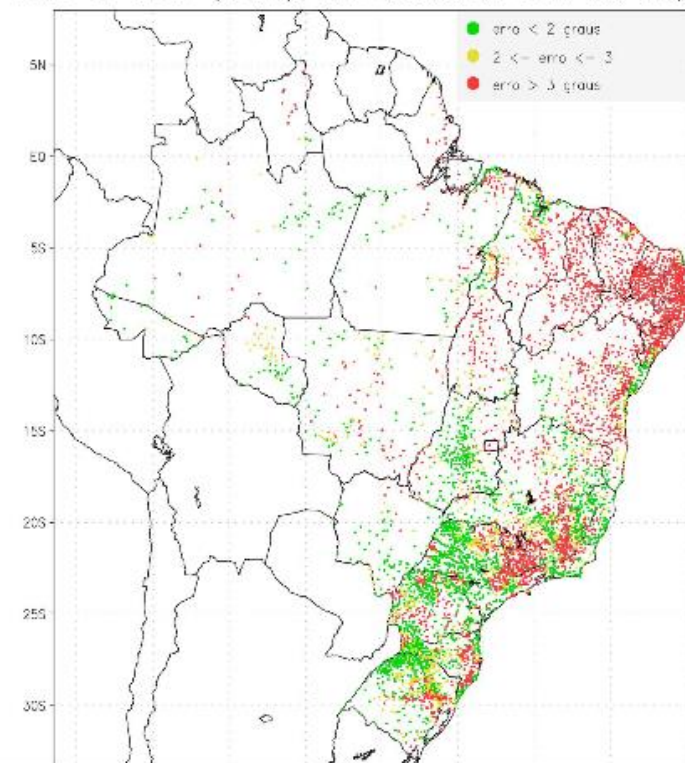
## 1.Consolidação das versões:

- **BAM\_V1.2.0: código operacional(2019);**

Erro do GFS das máximas 24h em 29/11



Erro do BAM (t2mt) das máximas 24h em 29/11







## 1.Consolidação das versões:

### •BAM\_V1.2.0:

#### **Simulações AMIP (4 membros) com a versão BAM\_V1.2.0 :**

- **Ajuste do BAM-Espectral para a simulação AMIP.**
- **Simulação AMIP (TQ0062L042 e TQ0126L042).**
- **Padronização da Saída da simulação AMIP no padrão CMIP5.**
- **Artigo em submissão.**

#### CPTEC/INPE (Global)

José Paulo Bonatti  
Silvio Nilo Figueroa  
Paulo Yoshio Kubota  
Iracema cavalcanti  
Caio Augusto dos Santos Coelho  
Simone M. Sievert da Costa Coelho

#### PGMET (pos-doc)

Dayana Castilho de Souza

#### PGMET (doc)

Bruno dos Santos Guimarães  
Layrson de Jesus Menezes Gonçalves

# 1.Consolidação das versões:

## •BAM\_V1.2.0:

### **Evaluation of climate simulations produced with the Brazilian Global Atmospheric Model version 1.2**

Caio. A. S. Coelho, Dayana C. de Souza, Paulo Y. Kubota, Simone M. S. C. Coelho,  
Layrson Menezes, Bruno S. Guimarães, Silvio N. Figueroa, José P. Bonatti,  
Iracema F. A. Cavalcanti, Gilvan Sampaio

*Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC), Instituto Nacional de Pesquisas  
Espaciais (INPE), Rodovia Presidente Dutra, Km 40, SP-RJ, Cachoeira Paulista, SP 12630-000,  
Brazil*

Nicholas P. Klingaman

*National Centre for Atmospheric Science—Climate and Department of Meteorology,  
University of Reading, Earley Gate, P.O. Box 243, Reading, Berkshire RG6 6BB, UK*

Jessica C. A. Baker

*School of Earth and Environment, Institute for Climate and Atmospheric Science,  
University of Leeds, Leeds, UK*



# Modelagem Global da Atmosfera do CPTEC

---

## 1.Consolidação das versões:

### •BAM\_V1.2.:

- **Simulação HindCast (30 anos) (membro controle) (TQ0126L042) e avaliação.**

#### CPTEC/INPE (Global)

José Paulo Bonatti  
Silvio Nilo Figueroa  
Paulo Yoshio Kubota  
Iracema cavalcanti  
Caio Augusto dos Santos Coelho  
Simone M. Sievert da Costa Coelho

#### PGMET (pos-doc)

Dayana Castilho de Souza

Em desenvolvimento:

- **BAM\_V1.2-KPP: planejamento(outras revisões/versões)?**

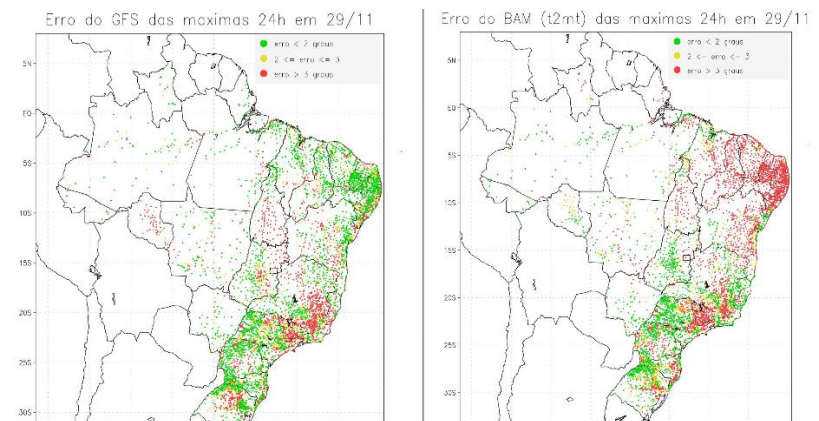
- a) Inclusão de um modelo de mistura oceânico simplificado que está sendo desenvolvido na versão consolidada **BAM\_V1.2.0**.

**BAM\_V1.3.0**

**versão em desenvolvimento**

(disponibilizada: final do 2º semestre de 2019)

• **BAM\_V1.3.0:**  
desenvolvimento(2019);



**Objetivo: melhorar os bias de temperatura a 2 metros, porém precisa ajustes ex. precipitação etc...**

**Foram realizadas alguns ajustes na parametrizações físicas:**

- Propriedades óticas
- Profundidade óticas de nuvens
- Radiação Onda Curta e Longa
- Plumas térmicas
- Camada Limites Úmida
- Ozônio
- Parametrização de Superfície
- Inclusão de novos arquivo de inicialização do modelo BAM



### •**BAM\_V1.3.1: revisão, desenvolvimento(2019);**

- a) **Modificação para compilação no supercomputador da CRAY com compilador PGI.**
- b) **Ainda Faltava realizar todos os procedimentos de validação para tempo e clima.**
- c) **Não há nenhuma publicação feita com esta versão BAM\_V1.3.0 e BAM\_V1.3.1.**



**•BAM\_V1.4.0: desenvolvimento(2019/2020)-qual é o planejamento desta versão?**

- a) Inclusão de novo pré-processamento?
- b) Validação do modelo para previsão de tempo e Clima?
- c) Inclusão de assimilação de dados?
- d) Colocar em operação em 2020?



# **BAM\_V2.0.0 Híbrido**

## **versão em desenvolvimento**

(disponibilizada: final do 2º semestre de 2019)



- **BAM\_V2.0.0: versão em coordenada híbrida (2019).**

- a) Possui problema na difusão espectral horizontal.
- b) Mesma física da versão **BAM\_V1.2.0** em coordenada sigma.
- c) Não é aconselhado utilizar esta versão para truncamento maior que TQ0126.



### • **BAM\_V2.1.0: versão em coordenada híbrida (2019)**

- a) O problema na difusão espectral horizontal foi corrigido.
- b) Mesma física da versão **BAM\_V1.2.0** em coordenada sigma.
- a) Falta validação para previsão de tempo e clima.

## Instalação e Simulações (1979-1996) AM4-FV3 to BAM-FV3 :

### PCI

Cristiano Eichholz  
Nicolas Cruz  
Marilia Harumi Shimizu

Entender a física e a dinâmica AM4-FV3 e  
Eliminar os bias na precipitação

