

# Brazilian Global Atmospheric Model (BAM)

Silvio Nilo Figueroa

Divisão de Modelagem e Desenvolvimento (DMD)  
Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC)



Coordenador do CPTEC: Dr. Antonio Manzi

1º Workshop de Inovação do INPE (1º WIN)  
São José dos Campos, 24-25 agosto de 2016

[WWW.CPTEC.INPE.BR](http://WWW.CPTEC.INPE.BR)

# Grupos da Divisão de Modelagem e Desenvolvimento (DMD) que participam no desenvolvimento do BAM

## Dinâmica

Paulo Bonatti

## Física e acoplamentos

Paulo Y.Kubota

## Radiação

Julio Chagas

## Microfísica-Convecção

Enver Ramirez

## Superfície

Gustavo Gonçalves

## Ensemble

Carlos Bastarz

## Assimilação de Dados

Luis Sapucci

João Gerd

Eder Vedrasco

Jose Aravequia

## Aerossóis-química

Jayant Pendharkar

Dirceu Herdies

## HPC/Geral

Daniel Lamoça

Eduardo Khamis

## Acoplamento atmosfera/oceano

Julio P. Fernandez

## EXTERNOS FORA DO BRASIL

NOAA, NCAR, GFDL, NASA, NCEP, ECMWF

## EXTERNOS BRASIL

USP, UFSM, ITA, UECE UFCG, etc.

# TOPICOS

- 1- Introdução, o porquê foi necessário desenvolver o BAM?
- 2- No sistema de previsão de tempo/clima/cenários climáticos, onde fica o BAM?
- 3- Processo de desenvolvimento, validação e operacionalização do BAM
- 4- Proximos desafios
- 5-BAM no contexto do futuro da modelagem no INPE.
- 6-Exemplo de previsão de nuvens e chuva com 7 dias de antecedência
- 7-Resumo

# O porquê desenvolver um modelo global próprio no CPTEC/INPE

- 1) Existe a necessidade urgente de responder à sociedade sobre eventos extremos como as secas, inundações, El Niño, etc. Portanto, precisa-se ter um modelo próprio desenvolvido para as características topográficas (exemplo os Andes), uso da terra e vegetação da América do Sul.
- 2) CPTEC Fornece informações de tempo e clima a nível internacional. Existe a necessidade que o modelo global do CPTEC seja competitivo na previsão de tempo e clima sazonal.
- 3) Existe a necessidade de modernizar a componente atmosférica do Modelo Brasileiro de Sistema Terrestre (BESM) para uso em Mudanças climáticas

# IMPORTANCIA DE TER UM SISTEMA DE MODELAGEM GLOBAL QUE SEJA UTIL EM TODAS AS ESCALAS DE TEMPO E ESPAÇO



Agricultura: Ex. Usuarios Agricultores  
**Previsão climática sazonal (2-5 meses)**



Água Potável/inundações  
**Previsão horas-dias-semanas-meses**



Eletricidade. Ex. de Usuarios ONS\*)  
**Previsão horas-dias-semanas-meses**

\* Operador Nacional do Sistema Eléctrico

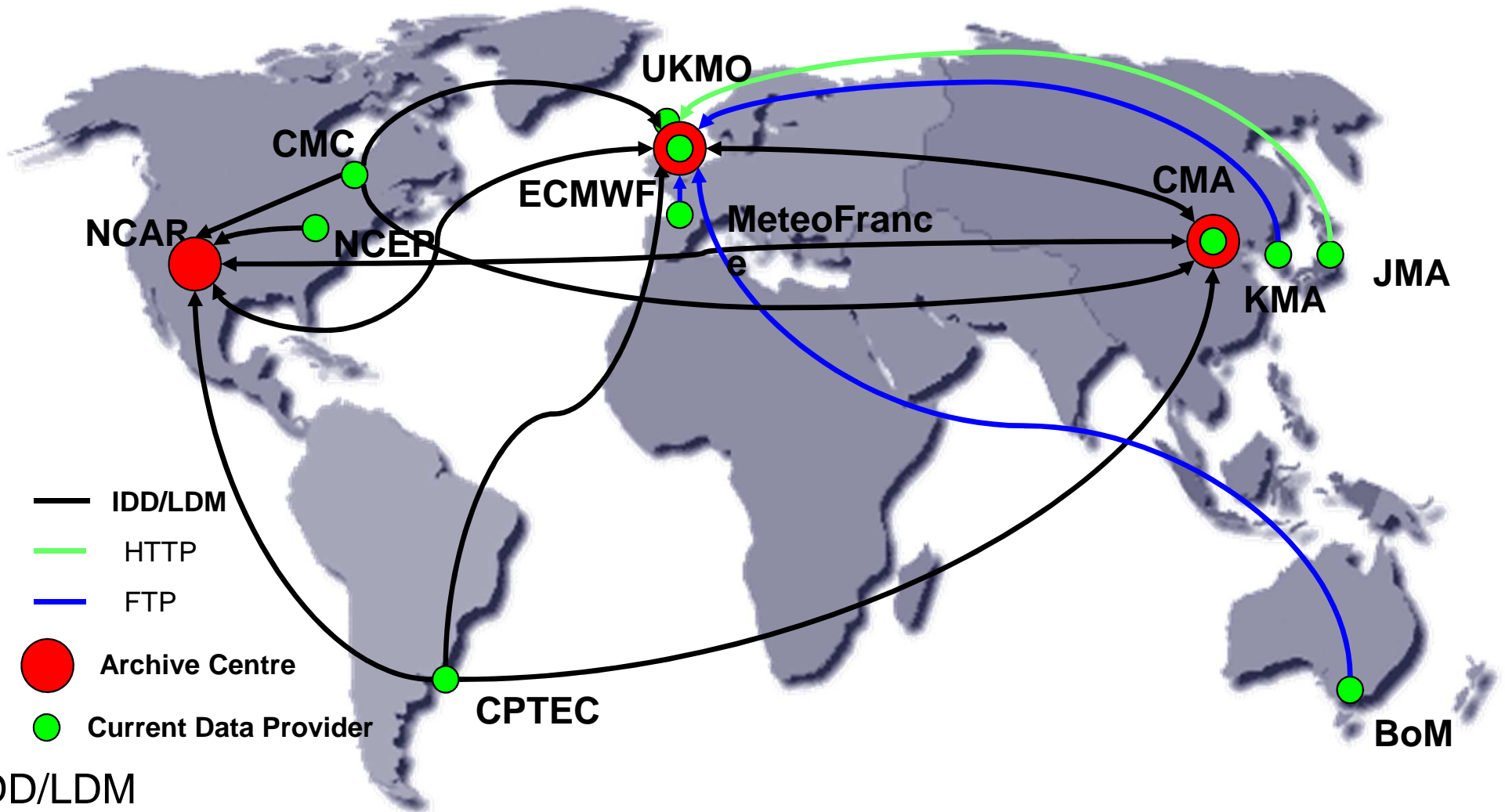


Mudanças Climáticas (ex. Amazônia)  
Escenários futuros de mudanças climáticas  
Décadas, centenas de anos.

O CPTEC/INPE com seu modelo global é parte do Global Producing Centres for Long Range Forecasts (GPCs) da OMM



# O CPTEC/INPE com seu modelo global participa no TIGGE Archive Centers and Data Providers



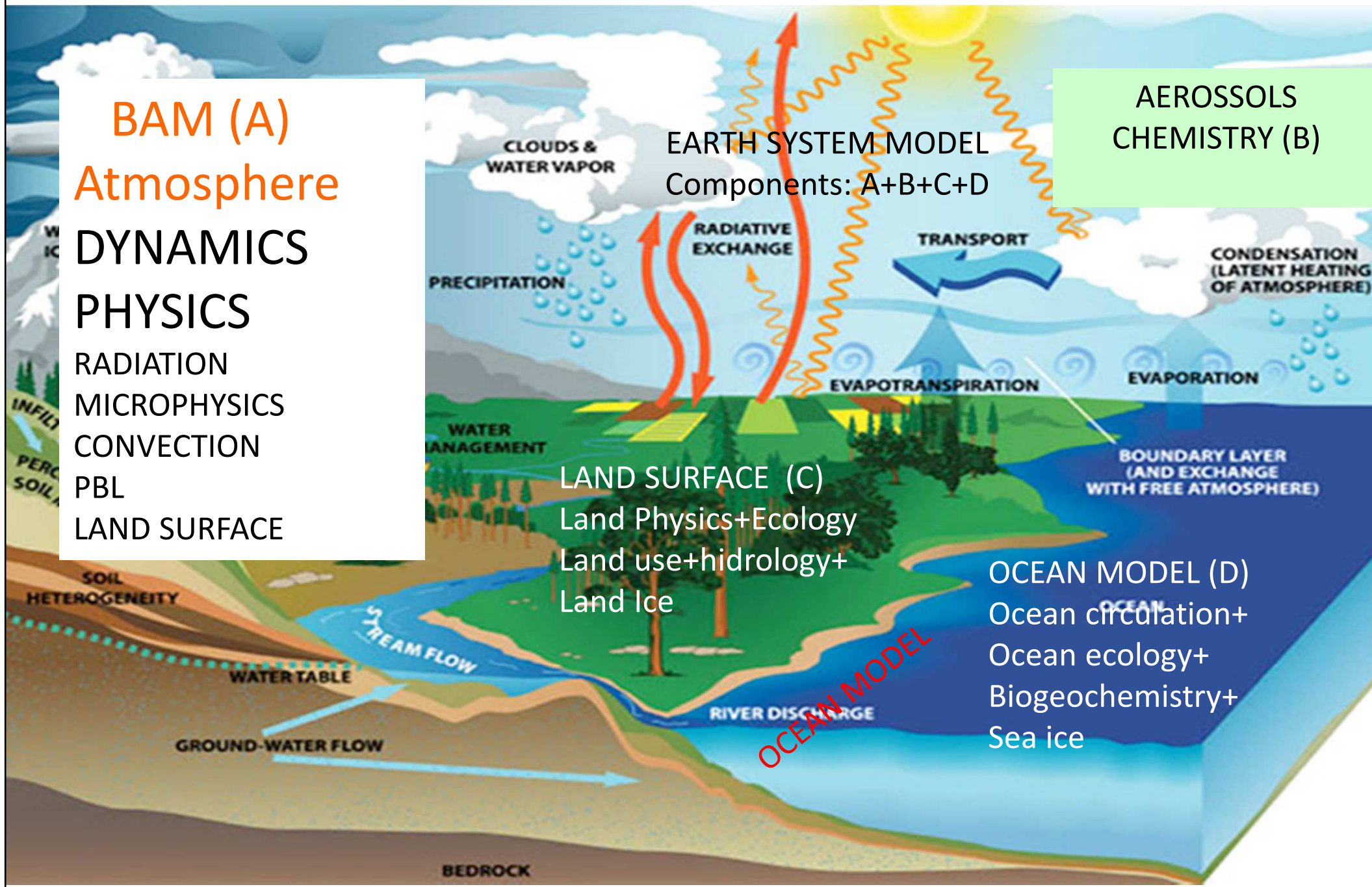
- IDD/LDM
- HTTP
- FTP
- Archive Centre
- Current Data Provider

IDD/LDM

Internet Data Distribution / Local Data Manager

Commodity internet application to send and receive data

# Modelo de Sistema Terrestre (PLANO DIRETOR 2016-2019)

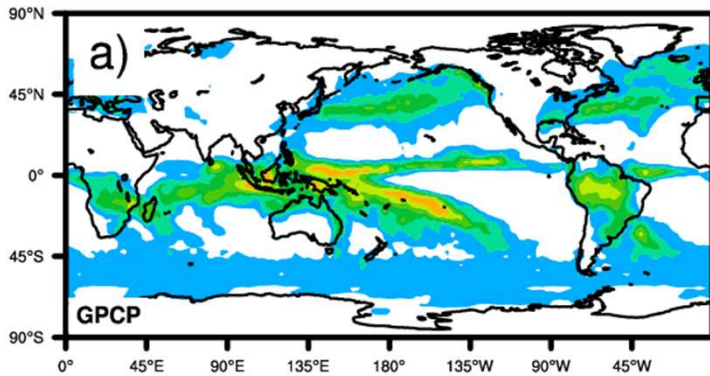




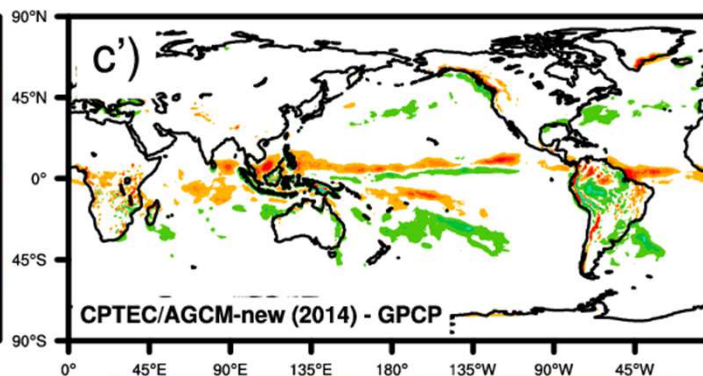
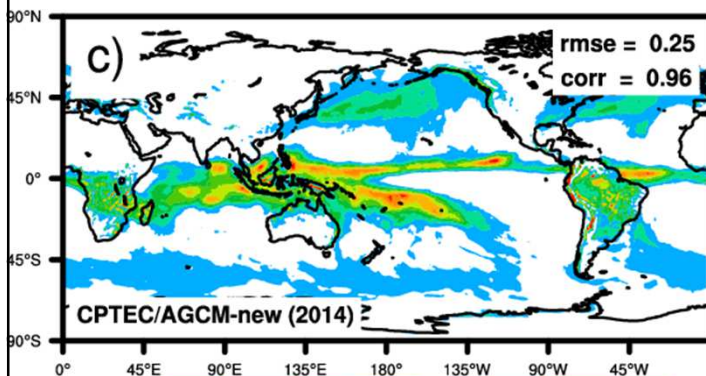
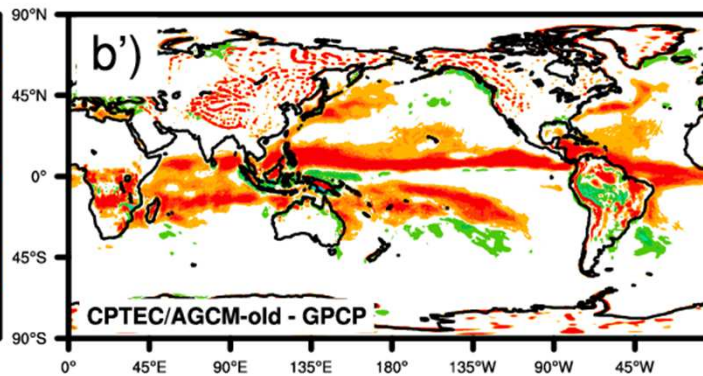
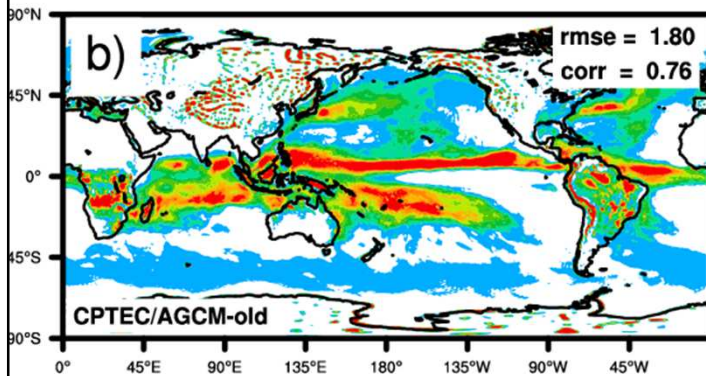
# PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO E VALIDAÇÃO DO BAM

CHUVA  
OBSERVADA  
(GPCP)

Precipitation (mm/day) DJF - 2012/2013



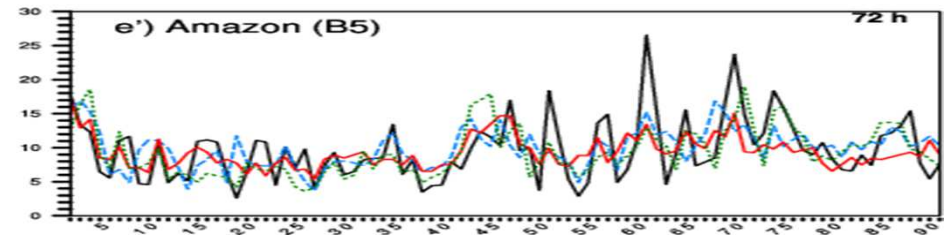
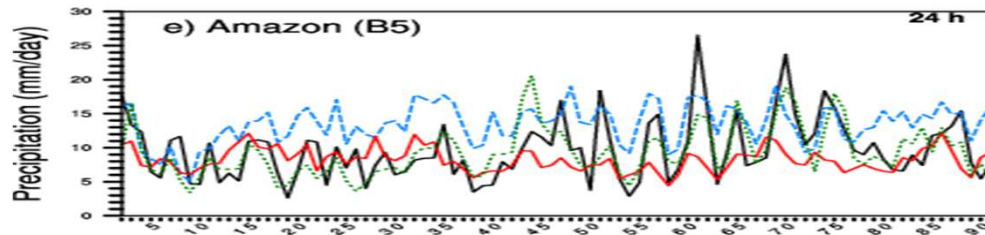
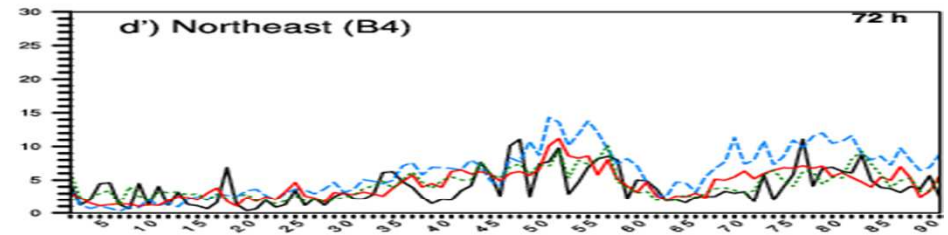
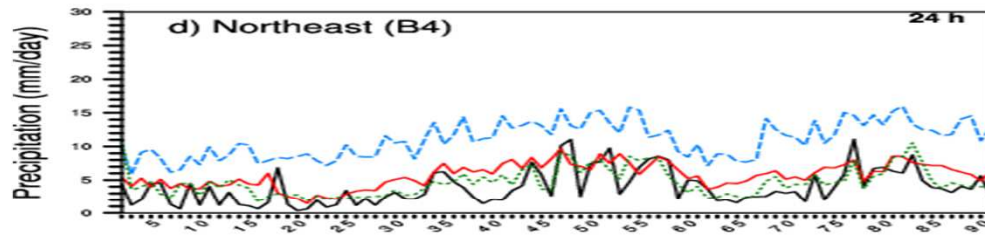
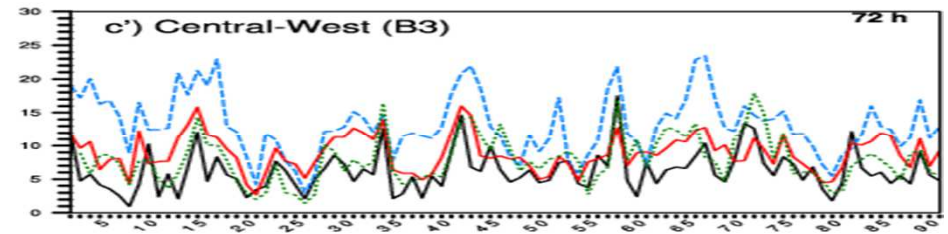
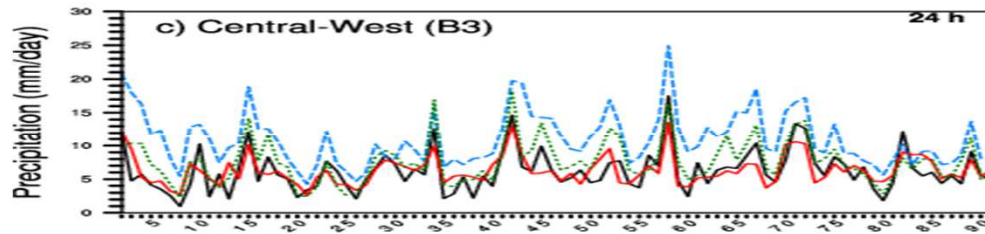
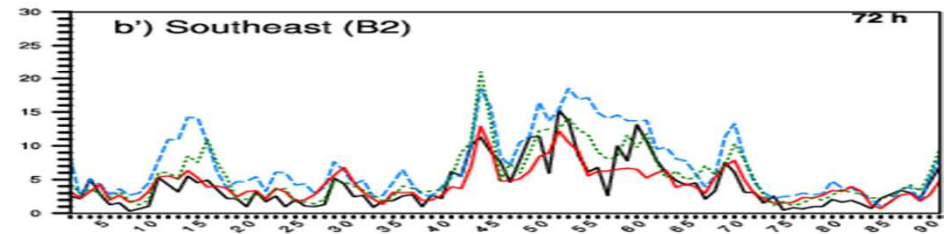
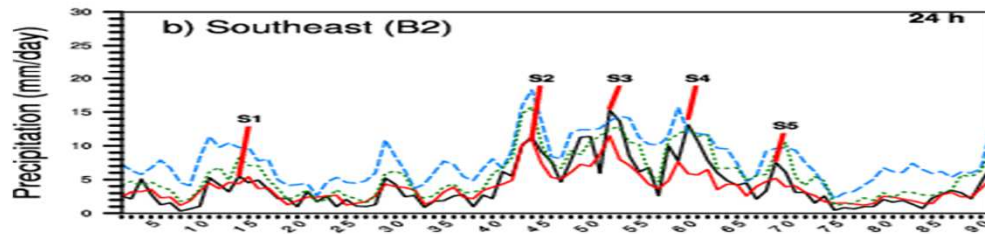
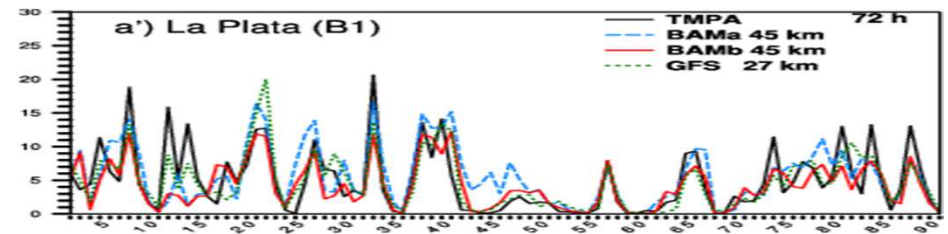
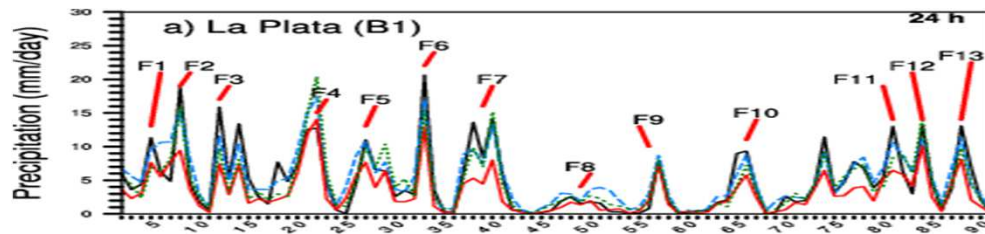
2011-2014-Desenvolvimento  
2015-Validação/Preoperação  
2016-Operacionalização - PNT  
2017-Operacionalização -Clima



**MODELO ANTIGO -45 km**  
Teve sua origem em COLA-  
USA, operacional:1994-2015  
Para Clima-ainda continua

**NOVO MODELO (BAM)- 45km**  
Nova Dinamica e  
Novos processos físicos  
Atual modelo operacional  
20km para PNT.1-7 dias

# Previsão da chuva usando BAM sobre o Brasil (Figueroa et al. 2016)



Days (from December 1st 2012)

Days (from December 1st 2012)

## Previsão da chuva usando BAM com 7 dias de antecedência sobre o Sudeste do Brasil

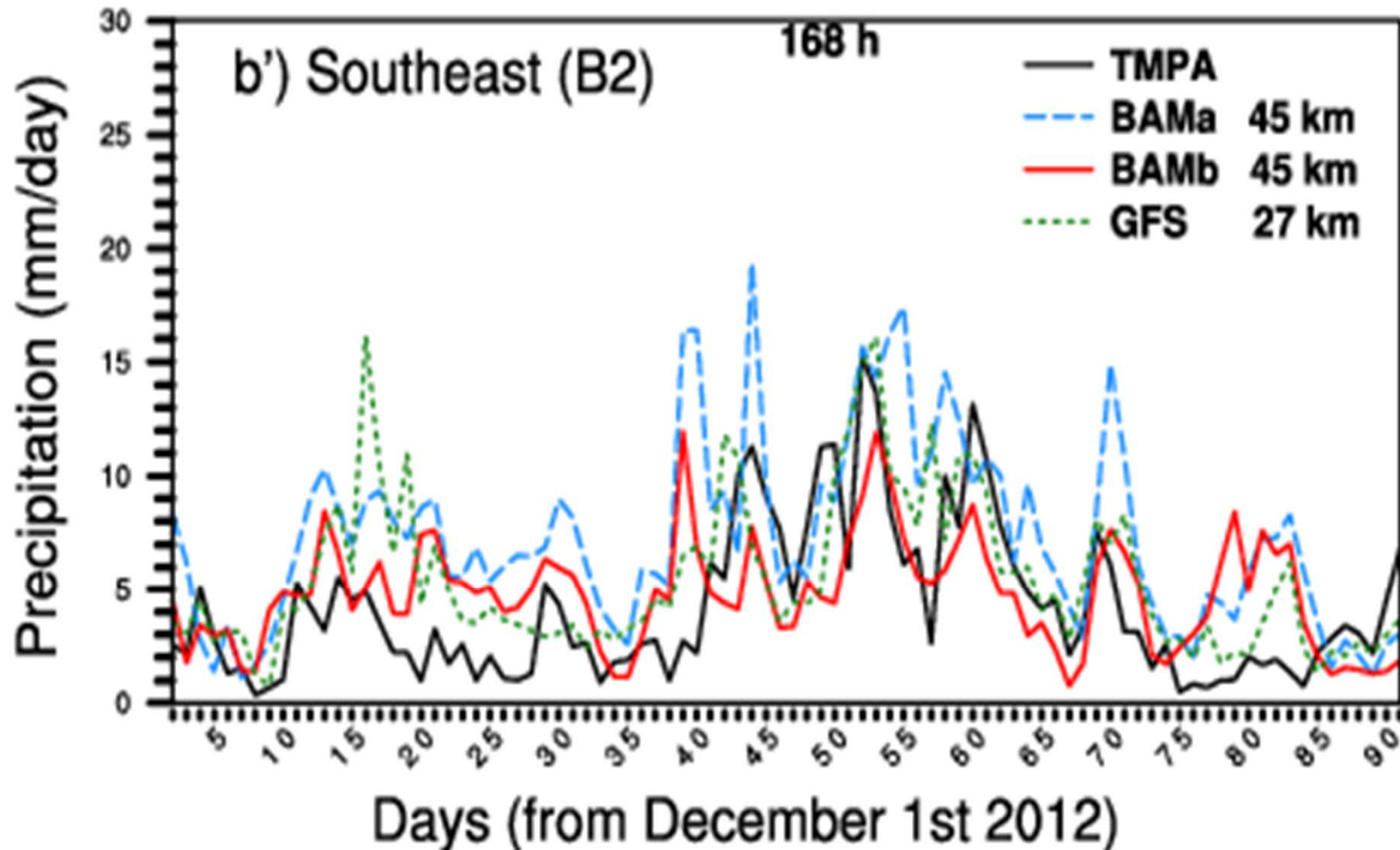
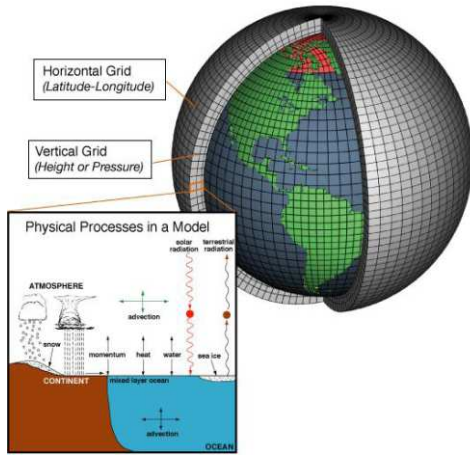


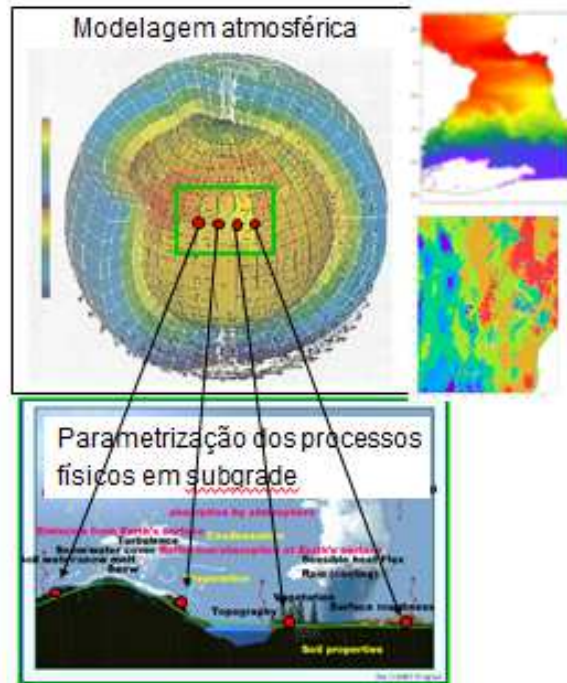
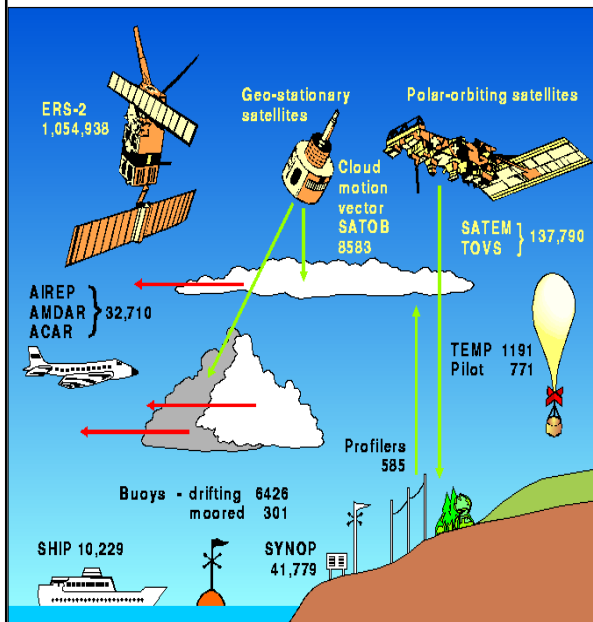
Fig. Daily mean precipitation for the period 01 December 2012 to 28 February 2013 from 168 hours (7 days) forecasts over the Southeast from TMPA and three NWP models indicated in the panel.

# Assimilação no modelo BAM

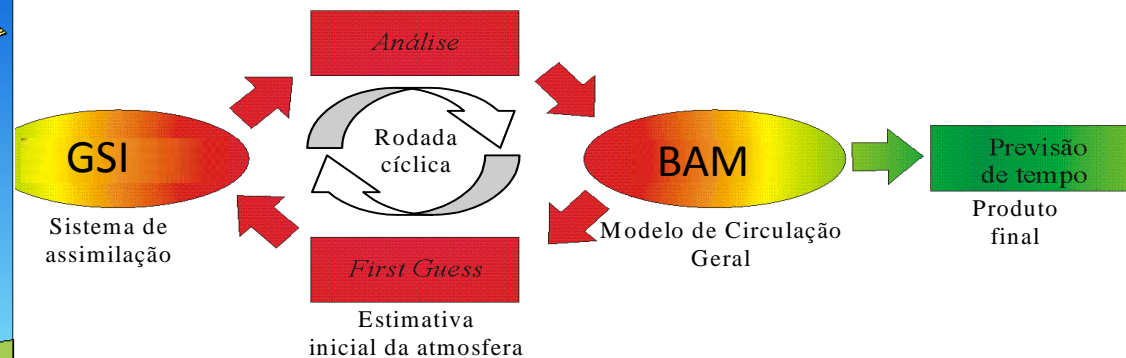
## Condição inicial



24 hour summary of global data volumes for all observation types received at ECMWF - 28 April 1996



## Modelagem cíclica



Necessidade de recursos computacionais



al de implementação o GSI no BAM formando um único sistema, no particularidades serão consideradas na geração da condição inicial. O objetivo é permitir que o BAM absorva o melhor das observações, impactando positivamente na qualidade das previsões.

**Feedback  
De qualidade**

Dados de estações  
(Equipes na DOP)

PrepBufr

Dados de Satélites  
(equipes na DAS)

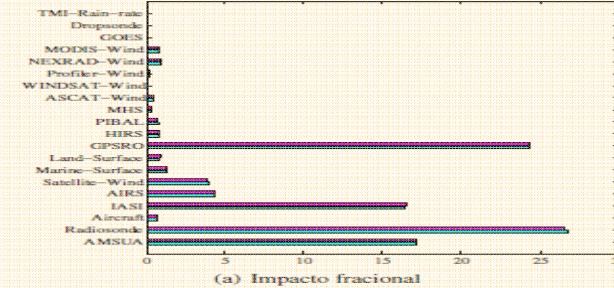
Radiância

SatWind

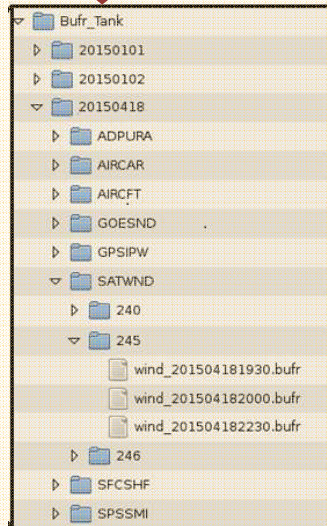
RO-GPS

Radar

Ferramenta de diagnóstico do impacto



**Fase 3: avaliação do impacto**



Bufr tanque  
(formato WMO)

Sistema  
de controle  
de qualidade

**GCQD**

**Modelagem cíclica**

Análise

GSI

BAM  
Modelo  
Unificado

Background

Arquivo Bufr  
(formato NCEP)

**Fase 1: Geração dos dados**

**Fase 2: assimilação de dados**

Gestão eficiente dos dados

para a Assimilação global BAM

- integração de todas as divisões;
- Equipes responsáveis pelos dados;
- Fluxo eficiente, contínuo e o melhor sobre a América do Sul

**MARS**

**Banco de Dados**

**Fase 4: Armazenamento dos dados**

# Sucesso (O CPTEC no topo) envolvendo modelagem global de tempo e clima e dados é um iceberg



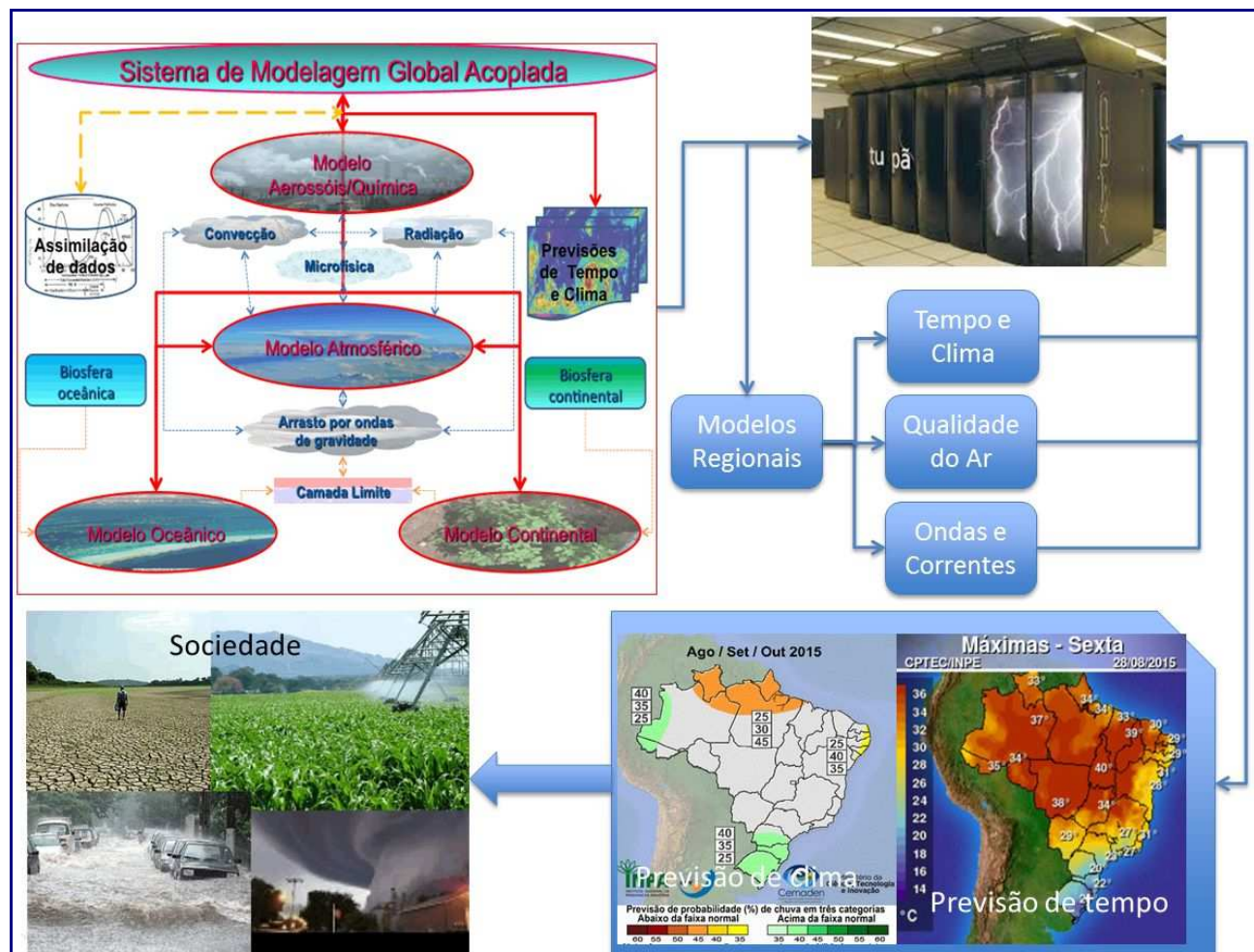
Essa parte a sociedade vê

- Riscos
- Foco
- Objetivos
- Falhas
- Sacrifícios
- Mudanças de hábitos
- Muito trabalho pesado

Isso é o que realmente acontece mas não é visto

# FUTURO 2016-2019

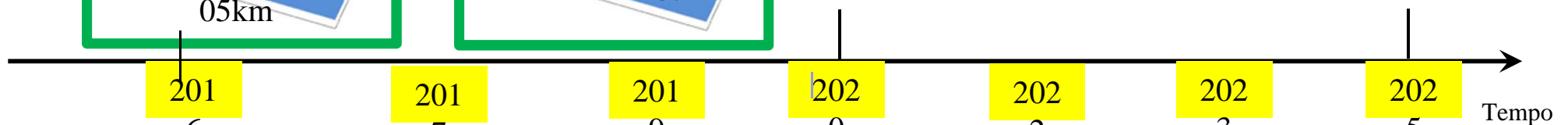
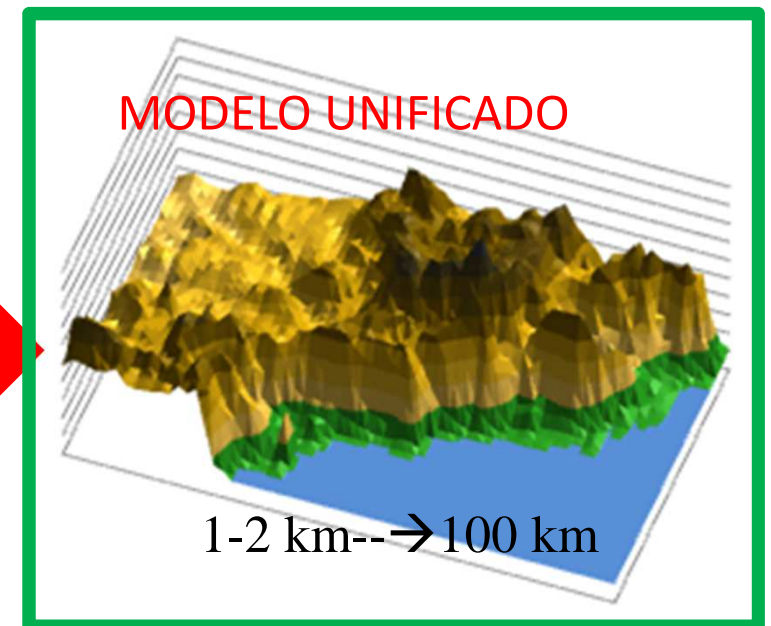
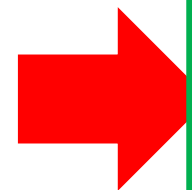
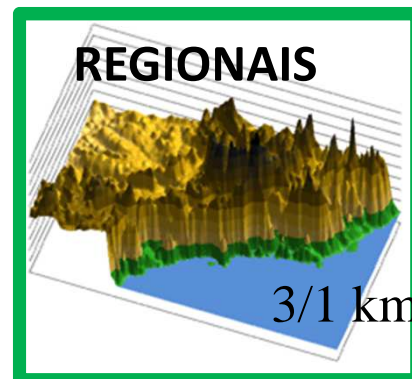
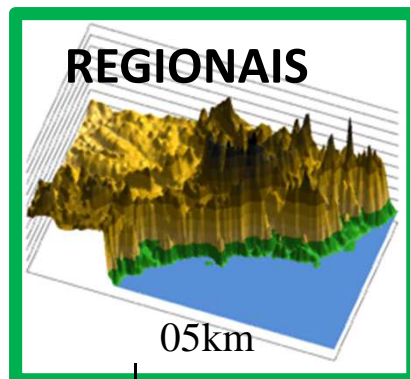
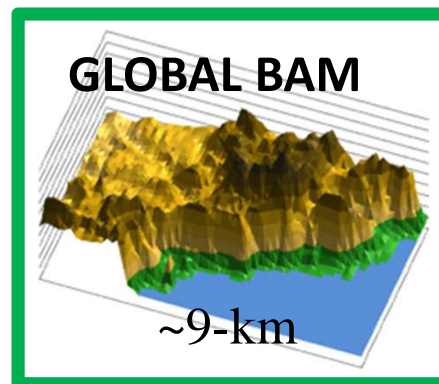
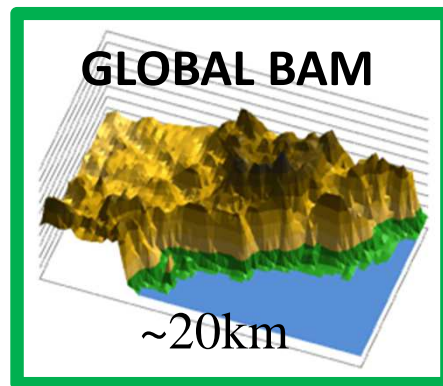
Plano Diretor 2016-2019: Desenvolver o modelo de Sistema Terrestre e continuar com o aperfeiçoamento dos modelos regionais. Ao mesmo tempo preparando o futuro modelo unificado para ser usado após 2020.



# FUTURO: 2020-2025 MODELO UNIFICADO

Atualmente no CPTEC existem vários modelos atmosféricos. A tendência dos grandes centros mundiais operacionais de meteorologia é usar um único modelo.

No futuro, não se vai ter mais vários modelos atmosféricos no CPTEC. Somente um único modelo que será usado para tempo, clima e mudanças climáticas e diferentes resoluções



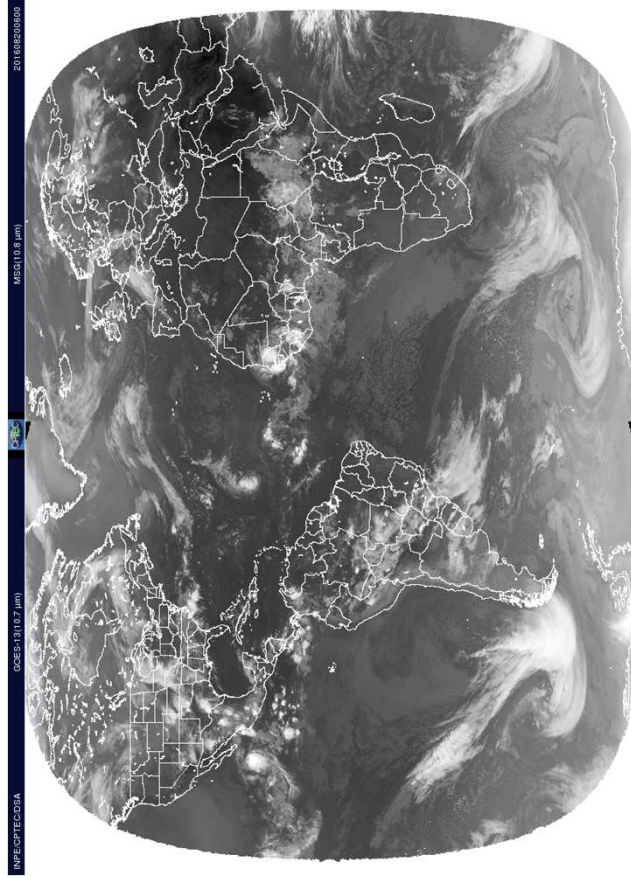
2022 -2025 se usará um unico modelo para tempo e clima e mudanças climáticas



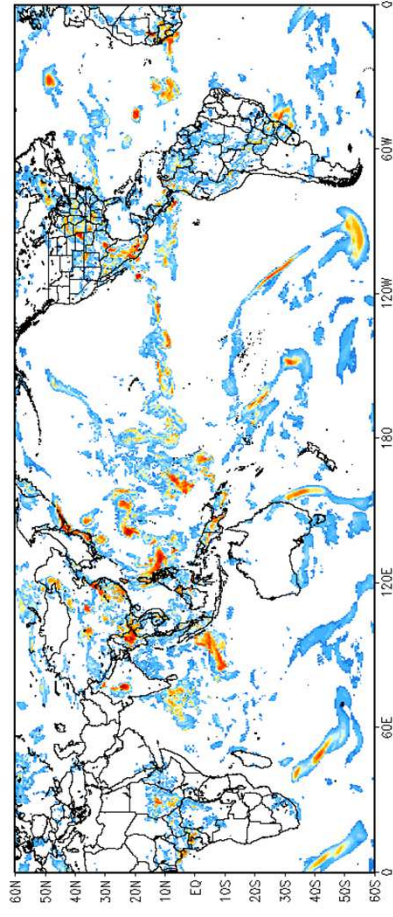
## RESUMO

- O modelo global **BAM** é o primeiro modelo global atmosférico desenvolvido no Brasil, em operação no CPTEC desde 1 janeiro de 2016 (20 km). Com a atualização do TUPA (para TUPA+) se poderá rodar com 9 km de resolução espacial, similar aos modelos de ECMWF (9km) e NCEP (13km). Para Clima e mudanças climáticas ainda precisa ajustar, validar e acoplar ao modelo oceânico. Esperamos este disponível para início de 2017.
- A continuação mostra-se a previsão de nuvens e precipitação global de tempo para 7 dias comparado com a dados de satélite.

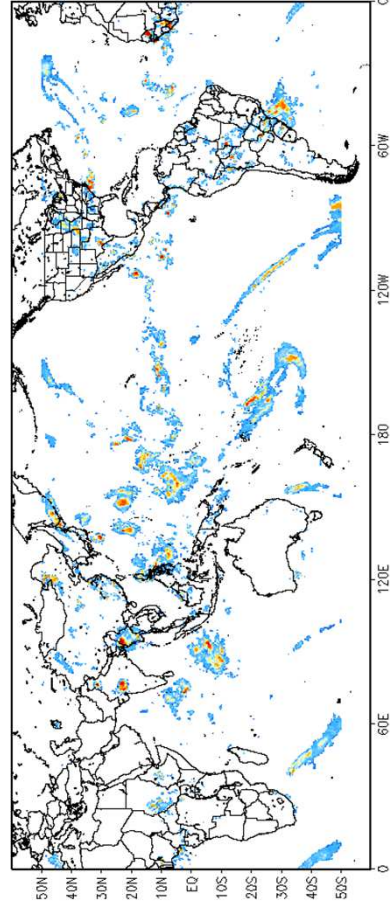
Media Vertical do Campo de Nuvens do Modelo BAM  
06Z20AUG2016



Precipitacao do Modelo BAM  
06Z20AUG2016



Precipitacao do Modelo TRMM  
06Z20AUG2016





**CPTEC**

Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos



MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
**INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS**



**OBRIGADO**

[WWW.CPTEC.INPE.BR](http://WWW.CPTEC.INPE.BR)