



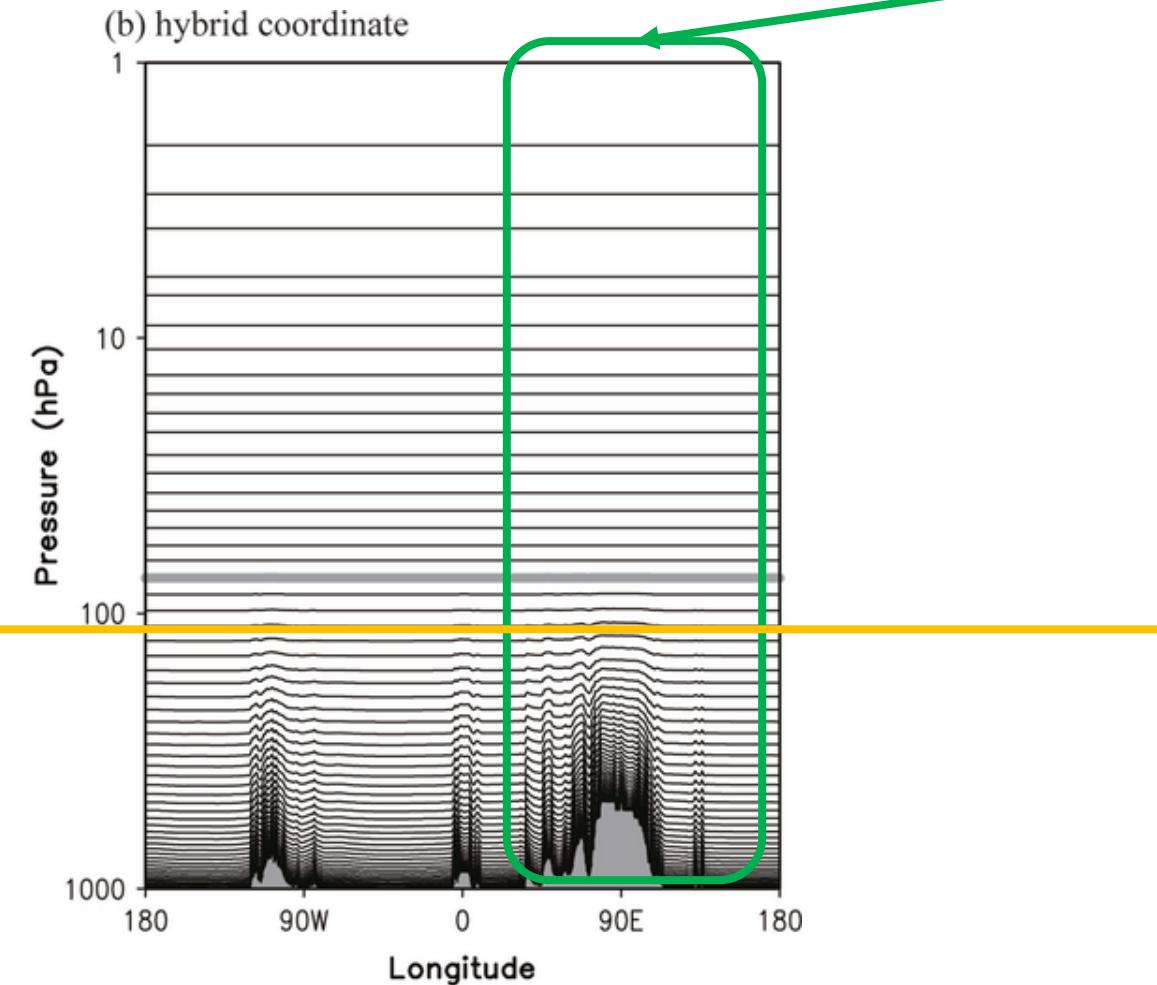
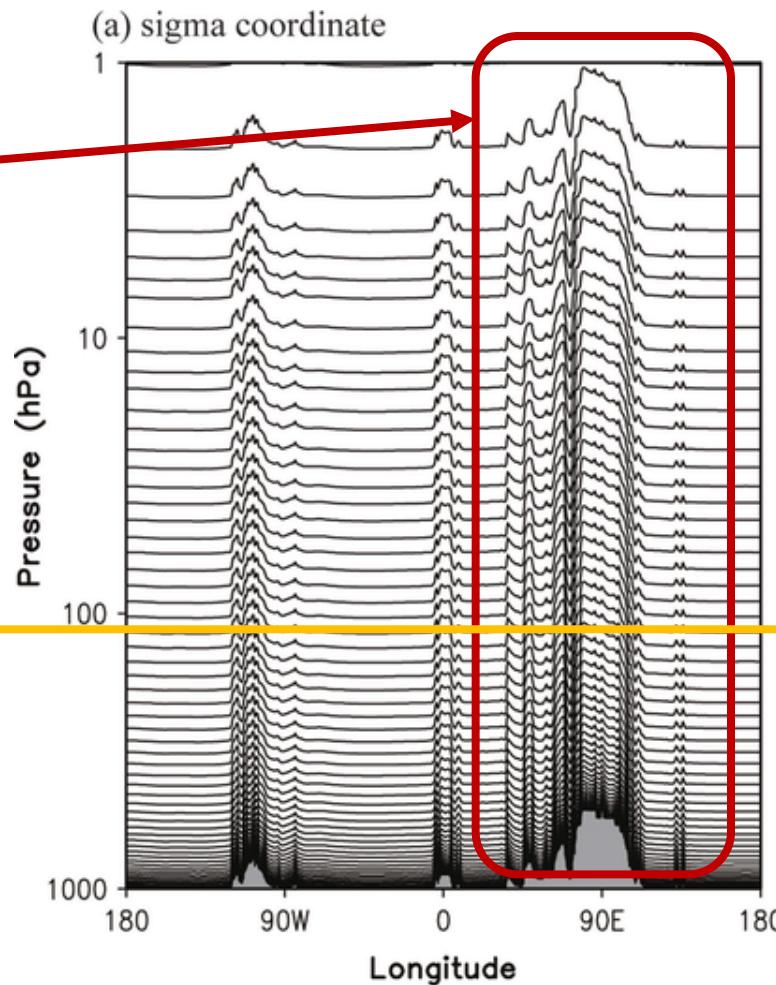
Status do BAM-Hybrid



Cachoeira Paulista, 22 julho de 2021
Paulo Yoshio Kubota

Reunião Grupo Acoplado X BAM

Os Desenvolvimentos do modelo BAM em Coordenada Híbrida



Perfil vertical das superfícies das coordenadas versus pressão em 34.58N para as coordenadas verticais (a) sigma e (b) híbridas em T254L64

Modificação na equação da Tendência Momentum Zonal

Advecção Vertical

$$\dot{\sigma} \Leftrightarrow \dot{\eta}$$

Velocidade Vertical são diferentes

Sigma

$$\sigma = \frac{P}{P_s}$$

$$\dot{\sigma} = \frac{d\sigma}{dt}$$

$$\frac{\partial U}{\partial t} + \frac{1}{a \cos^2 \varphi} \left(U \frac{\partial U}{\partial \lambda} + V \cos \varphi \frac{\partial U}{\partial \varphi} \right) - \dot{\sigma} \frac{\partial U}{\partial \sigma} - fV + \frac{1}{a} \left(\frac{\partial \Phi}{\partial \lambda} + RT \frac{\partial \ln p_s}{\partial \lambda} \right) = F_u \quad (3)$$

Hibrida

$$\eta = A + BP_s$$

$$\dot{\eta} = \frac{d\eta}{dt}$$

$$\frac{\partial U}{\partial t} + \frac{1}{a \cos^2 \theta} \left(U \frac{\partial U}{\partial \lambda} + V \cos \theta \frac{\partial U}{\partial \theta} \right) + \dot{\eta} \frac{\partial U}{\partial \eta} - fV + \frac{1}{a} \left(\frac{\partial \Phi}{\partial \lambda} + R_d T_v \frac{\partial \ln p}{\partial \lambda} \right) = F_u \quad (1)$$

Modificação na equação da Tendência Momentum Meridional

Advecção Vertical

$$\dot{\sigma} \Leftrightarrow \dot{\eta}$$

Velocidade Vertical são diferentes

Sigma	$\frac{\partial V}{\partial t} + \frac{1}{a \cos^2 \varphi} (U \frac{\partial V}{\partial \lambda} + V \cos \varphi \frac{\partial V}{\partial \varphi}) - \dot{\sigma} \frac{\partial V}{\partial \sigma} + fU + \frac{\cos \varphi}{a} (\frac{\partial \Phi}{\partial \varphi} + RT \frac{\partial \ln p_s}{\partial \varphi}) + \frac{\sin \varphi}{a \cos^2 \varphi} (U^2 + V^2) = F_v \quad (4)$
$\sigma = \frac{P}{P_s}$ $\dot{\sigma} = \frac{d\sigma}{dt}$	 $\frac{\partial V}{\partial t} + \frac{1}{a \cos^2 \theta} (U \frac{\partial V}{\partial \lambda} + V \cos \theta \frac{\partial V}{\partial \theta}) - \dot{\eta} \frac{\partial V}{\partial \eta} + fU + \frac{\cos \theta}{a} (\frac{\partial \Phi}{\partial \theta} + R_d T_v \frac{\partial \ln p}{\partial \theta}) + \frac{\sin \theta}{a \cos^2 \theta} (U^2 + V^2) = F_v \quad (2)$

Modificação na equação da Tendência Temperatura

Advecção Vertical

$$\dot{\sigma} \Leftrightarrow \dot{\eta}$$

Velocidade Vertical são diferentes

Tendência de $\ln(ps)$

Conservação de energia

Sigma	$\frac{\partial T}{\partial t} + \frac{1}{a \cos^2 \varphi} (U \frac{\partial T}{\partial \lambda} + V \cos \varphi \frac{\partial T}{\partial \varphi}) - \dot{\sigma} \frac{\partial T}{\partial \sigma} - \theta \dot{\sigma} \frac{\partial \Pi}{\partial \sigma} = \left(T \left(\frac{\partial}{\partial t} + \vec{V} \cdot \nabla \right) \ln p \right)_T + F_T \quad (5)$
Hibrida	$\frac{\partial T}{\partial t} + \frac{1}{a \cos^2 \theta} (U \frac{\partial T}{\partial \lambda} + V \cos \theta \frac{\partial T}{\partial \theta}) - \dot{\eta} \frac{\partial T}{\partial \eta} - \frac{\kappa T_v \omega}{(1 + (\delta - 1)q)p} = F_T \quad (3)$

Modificação na equação da Tendência de umidade e (traçadores)

Advecção Vertical

$$\dot{\sigma} \Leftrightarrow \dot{\eta}$$

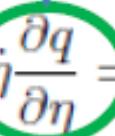
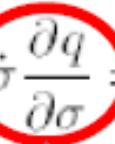
Velocidade Vertical são diferentes

Sigma

$$\sigma = \frac{P}{P_s}$$

$$\dot{\sigma} = \frac{d\sigma}{dt}$$

$$\frac{\partial q}{\partial t} + \frac{1}{a \cos^2 \varphi} (U \frac{\partial q}{\partial \lambda} + V \cos \varphi \frac{\partial q}{\partial \varphi}) + \dot{\sigma} \frac{\partial q}{\partial \sigma} = F_q \quad (6)$$



Hibrida

$$\eta = A + B P_s$$

$$\dot{\eta} = \frac{d\eta}{dt}$$

$$\frac{\partial q}{\partial t} + \frac{1}{a \cos^2 \theta} (U \frac{\partial q}{\partial \lambda} + V \cos \theta \frac{\partial q}{\partial \theta}) + \dot{\eta} \frac{\partial q}{\partial \eta} = F_q$$

Modificação na equação da Equação hidrostática

$$\frac{dP}{dz} = -\rho g \leftrightarrow \frac{dgz}{dP} = -\frac{1}{\rho} \leftrightarrow \frac{d\phi}{dP} = -\frac{1}{\rho}$$

termo= $1/\rho$

Lei dos gases ideais

$$P = \rho RT$$

$$\rho = \frac{P}{RT}$$

$$\frac{1}{\rho} = \frac{RT}{P}$$

Sigma	
$\sigma = \frac{P}{P_s}$	
$\dot{\sigma} = \frac{d\sigma}{dt}$	

$$\frac{\partial \phi}{\partial \sigma} + \frac{RT}{\sigma} = 0$$

Híbrida	
$\eta = A + BP_s$	
$\dot{\eta} = \frac{d\eta}{dt}$	

$$\frac{\partial \phi}{\partial \eta} + \frac{R_d T_v}{p} \frac{\partial p}{\partial \eta} = 0$$

Modificação na equação da Tendência de pressão

Integral da Advecção Pressão, Divergência

Sigma	$\frac{\partial \ln ps}{\partial t} + \int_0^1 (\vec{V} \cdot \nabla \ln ps) d\sigma + \int_0^1 D d\sigma = 0$
$\sigma = \frac{P}{P_s}$ $\dot{\sigma} = \frac{d\sigma}{dt}$	$\eta = A + BP_s$ $\dot{\eta} = \frac{d\eta}{dt}$

Modificação na equação da Velocidade Vertical

Sigma $\sigma = \frac{P}{P_s}$ $\dot{\sigma} = \frac{d\sigma}{dt}$	$\sigma \frac{\partial ps}{\partial t} + \int_0^\sigma \nabla \cdot (ps \vec{V}) d\sigma = -ps \dot{\sigma}$
Híbrida $\eta = A + BP_s$ $\dot{\eta} = \frac{d\eta}{dt}$	$\dot{\eta} \frac{\partial p}{\partial \eta} + \frac{\partial p}{\partial t} + \int_0^\eta \nabla \cdot (\mathbf{v}_H \frac{\partial p}{\partial \eta}) d\eta = 0$ $\omega = - \int_0^\eta \nabla \cdot (\mathbf{v}_H \frac{\partial p}{\partial \eta}) d\eta + \mathbf{v}_H \cdot \nabla p$

Os Desenvolvimentos do modelo BAM em Coordenada Híbrida

Pré-processamento do Modelo BAM em coordenada Híbrida

Pré-processamento do Modelo BAM em coordenada Híbrida

bam		Modulo Globais		
		Pré- processamento	modelo	Pós- processamento
Sigma				
Hibrida				

- Completamente implementado e testado**
- Completamente implementado e não testado**
- Não implementado e não testado**

Pré-processamento do Modelo BAM em coordenada Híbrida

HIBRIDA-64 é a analise do NCEP em coordenada hibrida sem a interpolação horizontal e vertical

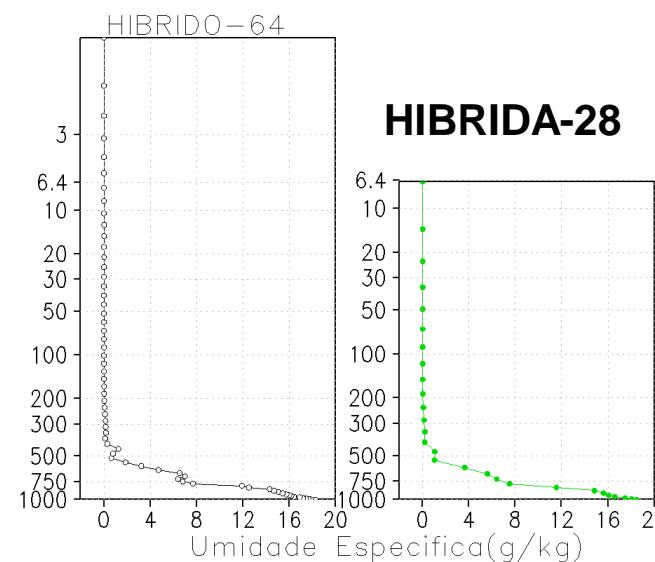
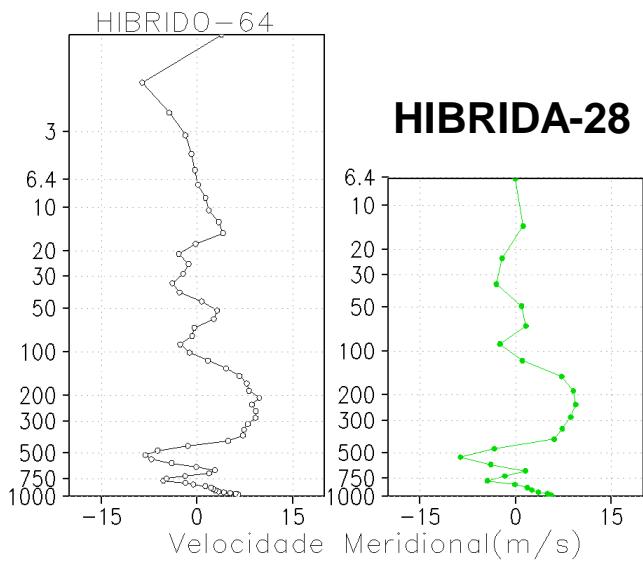
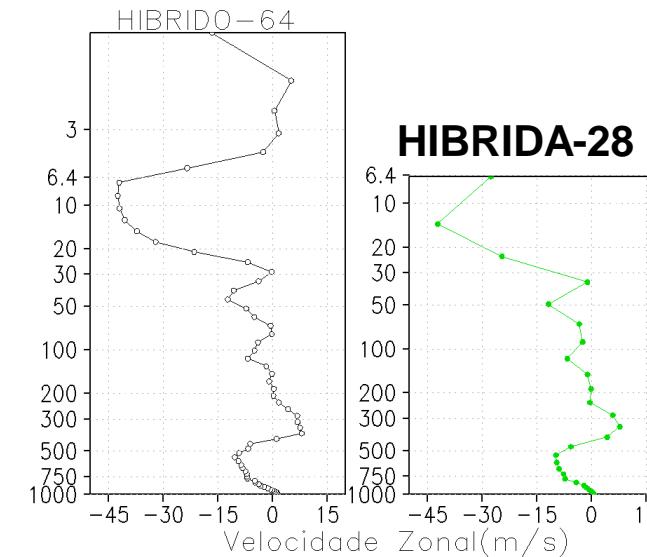
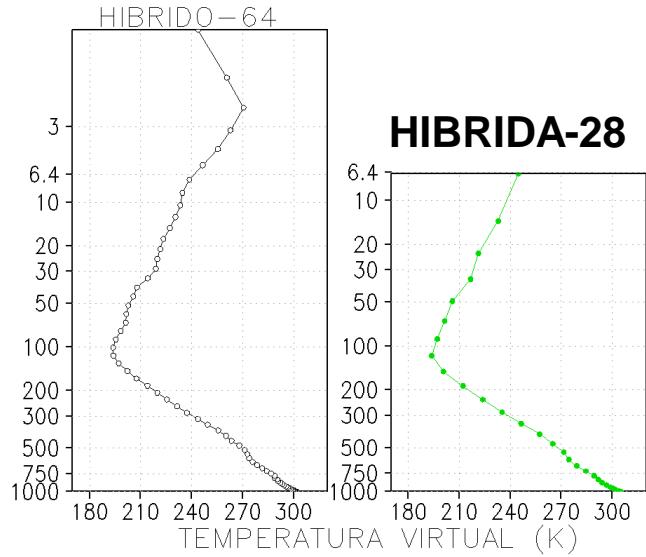
Subroutine VerticalInterpolation ()

1) Ajuste na interpolação vertical para o último nível do modelo

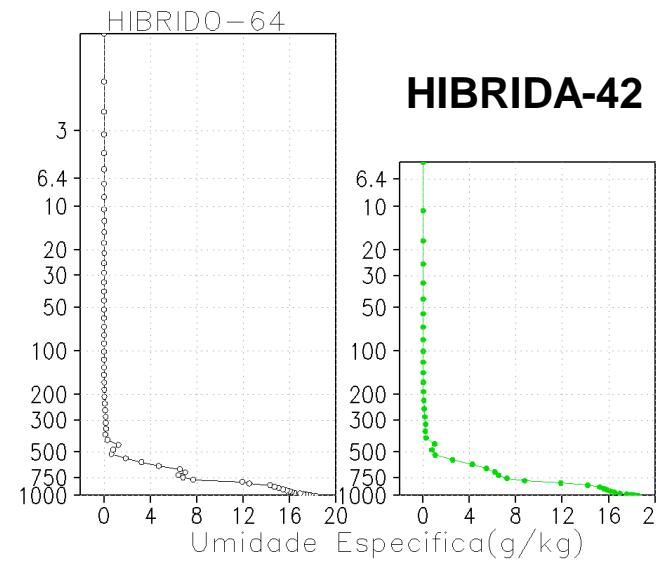
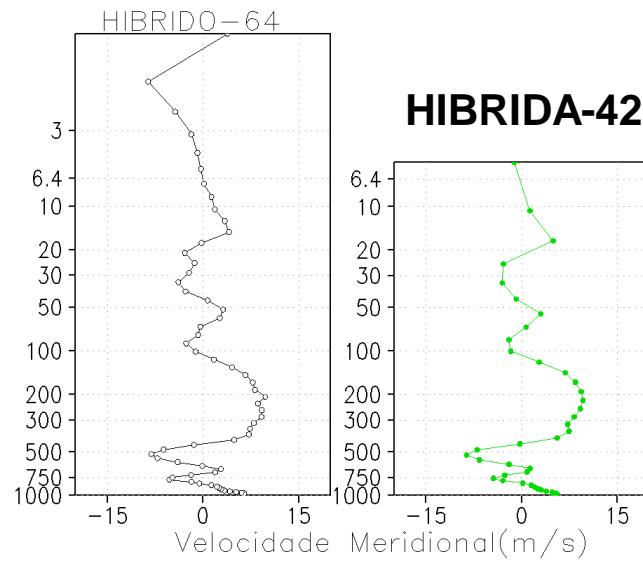
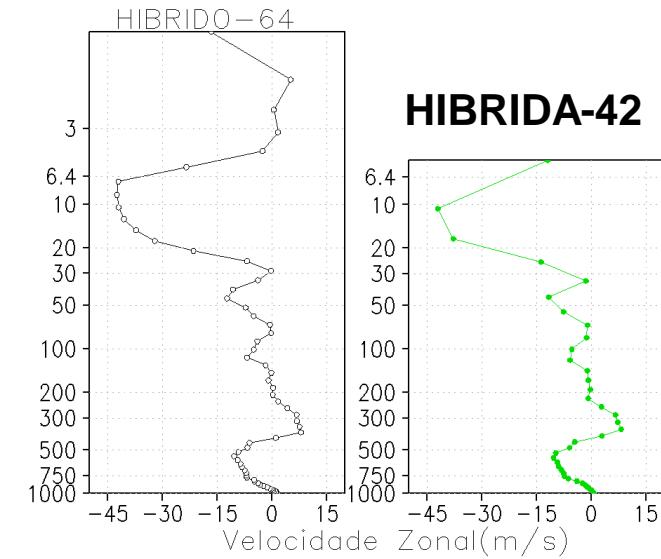
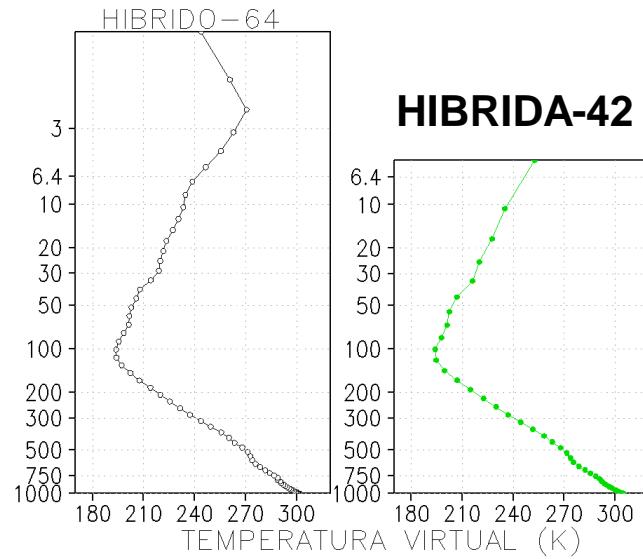
End Subroutine VerticalInterpolation

HIBRIDA-XX é a analise do NCEP em coordenada hibrida interpolada para a coordenada vertical hibrida do modelo BAM

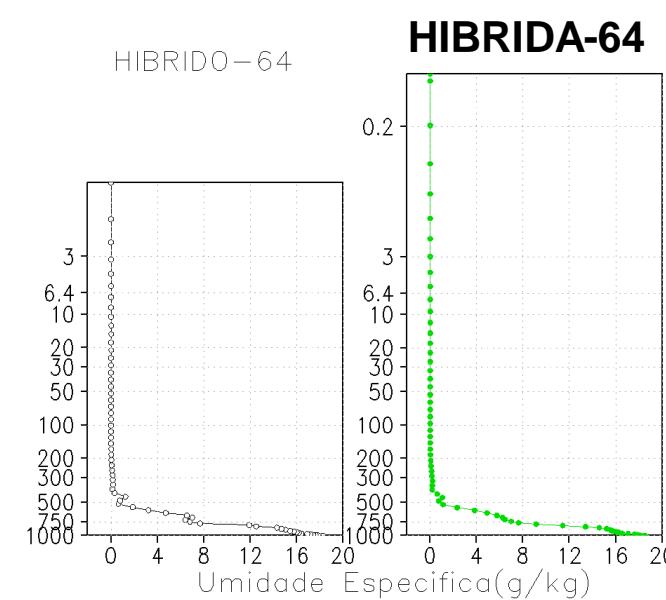
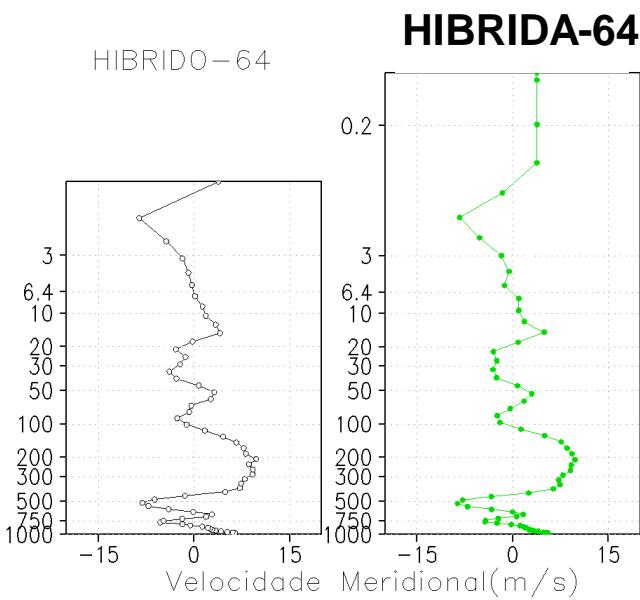
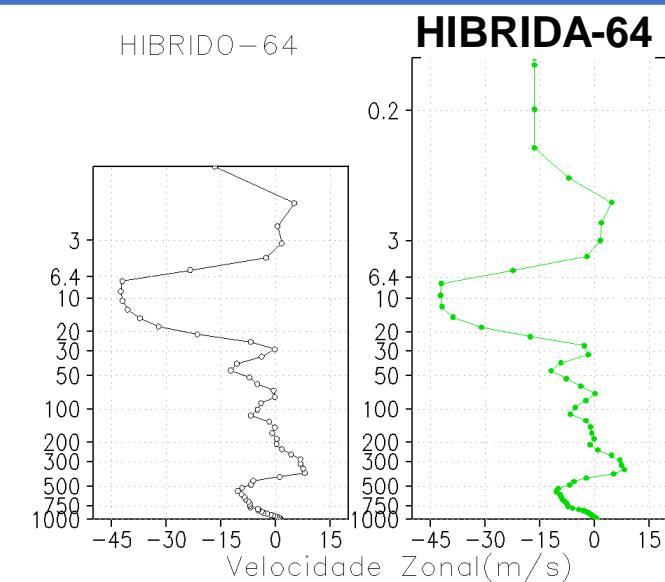
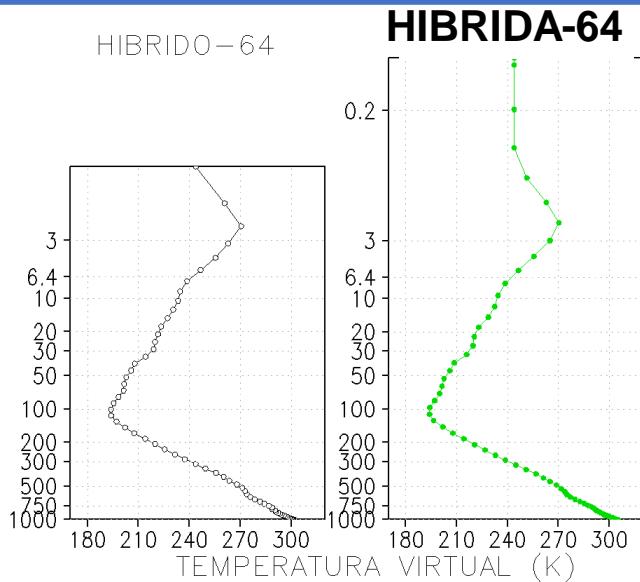
Dados em Coordenada Vertical Híbrida Sigma-Pressão e Sigma (L64->L28)



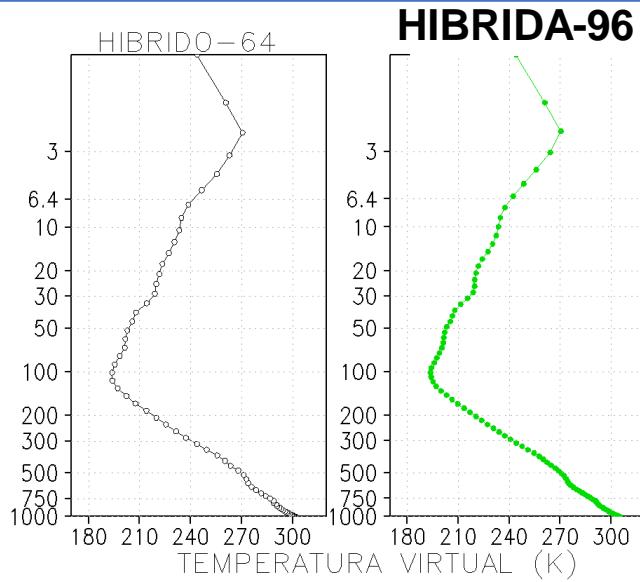
Dados em Coordenada Vertical Híbrida Sigma-Pressão e Sigma (L64->L42)



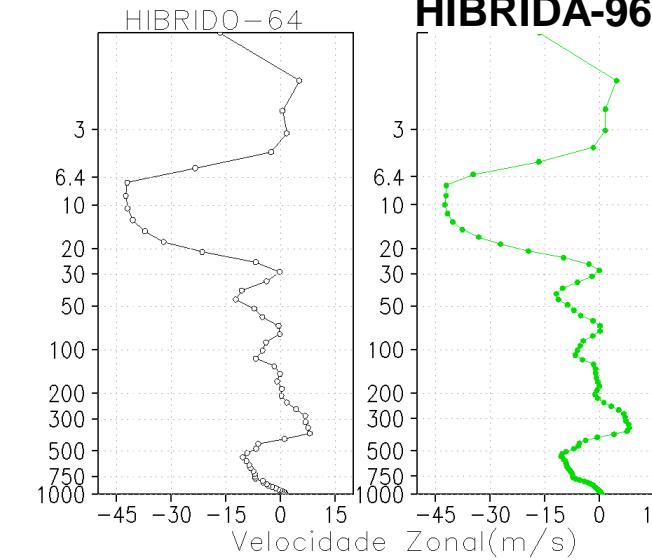
Dados em Coordenada Vertical Híbrida Sigma-Pressão e Sigma (L64->L64)



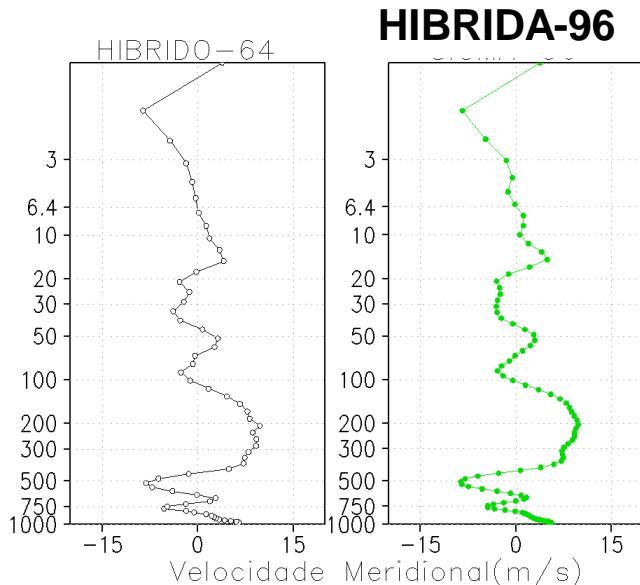
Dados em Coordenada Vertical Híbrida Sigma-Pressão e Sigma (L64->L96)



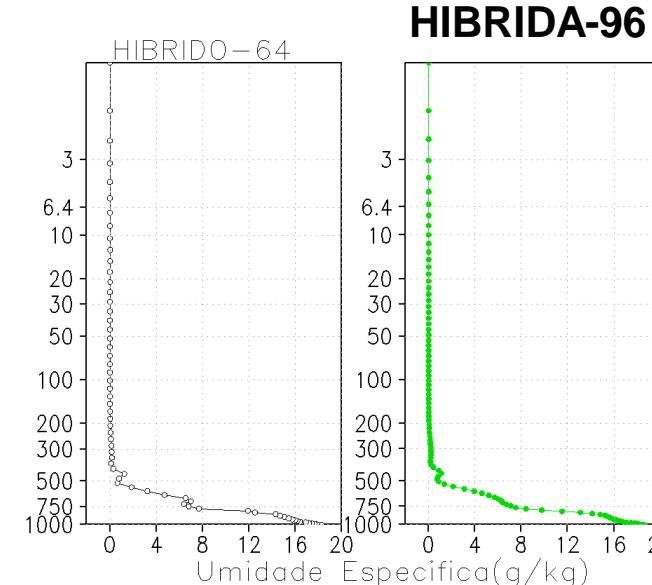
HIBRIDA-96



HIBRIDA-96



HIBRIDA-96



HIBRIDA-96

Pré-processamento do Modelo BAM em coordenada Híbrida

bam		Modulo Globais		
		Pré- processamento	modelo	Pós- processamento
Sigma				
<i>Hibrida</i>				

-  **Completamente implementado e testado**
-  **Completamente implementado e não testado**
-  **Não implementado e não testado**

Os Desenvolvimentos do modelo BAM em Coordenada Híbrida

Modelo BAM em Coordenada Híbrida

Os Desenvolvimentos do modelo BAM em Coordenada Hibrida

bam		Modulo Globais		
		Pré- processamento	modelo	Pós- processamento
Sigma				
<i>Hibrida</i>				

- Completamente implementado e testado**
- Completamente implementado e não testado**
- Não implementado e não testado**

Difusão espectral

bam		Module da Dinâmica					
		Difusão espectral	Difusão Malha	Física Unif.	Traç. Ozone	Traç. CO ₂	Aero.
Sigma							
<i>Hibrida</i>							

1. Difusão era aplicado somente da vorticidade e divergência

2. Não é aplicado a difusão na temperatura e umidade

- **Adaptação do método de difusão espectral aplicado utilizado na no BAM em coordenada sigma ,na variável de temperatura do modelo BAM em coordenada hibrida**

Difusão na Malha

bam		Module da Dinâmica					
		Difusão espectral	Difusão Malha	Física Unif.	Traç. Ozone	Traç. CO_2	Aero.
Sigma							
<i>Híbrida</i>							

Implementado o método de difusão em ponto de grade usado por:

**(Saulo Barros. 2019) (Taylor et al. 2007)(Majewski et al. 2002)
(Tomita and Satoh 2004)**

Física Seca e Úmida Unificada

bam		Module da Dinâmica					
		Difusão espectral	Difusão Malha	Física Unif.	Traç. Ozone	Traç. CO_2	Aero.
Sigma							
Hibrida							

Unificando a chamada das parametrizações física sequencialmente

Finalidade: eliminar o numero de transformada espectral

Advecção dinâmica do Traç. Ozônio

bam		Module da Dinâmica					
		Difusão espectral	Difusão Malha	Física Unif.	Traç. Ozone	Traç. CO ₂	Aero.
Sigma							
Hibrida							

Opções de rodadas com diferentes concentrações de ozônio.

- **CI + advecção a cada time step**
- **CI = não atualiza o campo cte**
- **CI + update com variação mensal**
- **CI + update com variação diária**
- **Interação com a radiação**

Finalidade: eliminar o numero de transformada espectral

Advecção dinâmica do Traç. CO₂

bam		Module da Dinâmica					
		Difusão espectral	Difusão Malha	Física Unif.	Traç. Ozone	Traç. CO ₂	Aero.
Sigma							
<i>Hibrida</i>							

Opções de rodadas com diferentes concentrações de ozônio.

- **Emissão e absorção de CO₂ na superfície**
- **Transporte**
- **Interação com a radiação**

Finalidade: eliminar o numero de transformada espectral

Advecção dinâmica do Traç. Aerossois

bam		Module da Dinâmica					
		Difusão espectral	Difusão Malha	Física Unif.	Traç. Ozone	Traç. CO_2	Aero.
Sigma							
Hibrida							

Opções de rodadas com diferentes concentrações de aerossóis.

- **Update Climatológico**
- **Dinâmico (em desenvolvimento para sigma e híbrido)**

Desenvolvimento do BAM em Coordenada Híbrida

Resumo do Modelo BAM em Coordenada Híbrida

O status dos resultados da dinâmica do modelo em coordenada hibrida

bam	Module da Dinâmica					
	Difusão espectral	Difusão Malha	Física Unif.	Traç. Ozone	Traç. CO_2	Aero.
Sigma						
Hibrida						

- Completamente implementado e testado**
- Completamente implementado e não testado**
- Não implementado e não testado**

O status dos resultados dessa coordenada no modelo

bam		Módulos de Parametrizações físicas							
		Radiação	Superfície	PBL	Gwdd	Depp C	Shall C	Microp	Cloud
Sigma									
<i>Hibrida</i>									



Completamente implementado e testado



Completamente implementado e não testado



Não implementado e não testado

Desenvolvimento do Pós-processamento do BAM em Coordenada Híbrida

**Pós-processamento do
Modelo BAM em
Coordenada Híbrida**

Pós-processamento do Modelo BAM em coordenada Híbrida

bam	Modulo Globais		
	Pré- processamento	modelo	Pós- processamento
Sigma			
Hibrida			

**O calculo de Diagnóstico de Ômega precisa ser revisado no
Pós-processamento**



Difusão Horizontal do modelo Coordenada híbrida

**Paulo Yoshio Kubota
Cachoeira Paulista , 03 de dezembro de 2020
INPE - SP**

Difusão Horizontal do modelo Coordenada hibrida

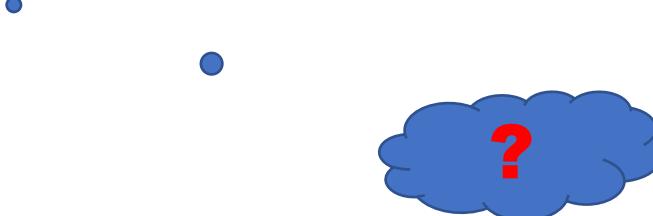
Equação básica de difusão horizontal



Representação espectral usada no modelo BAM

$$\frac{\partial F}{\partial t} = T_F - \color{red}{K}(-1)^p \nabla^{2p} F$$

T_F tendencia da variável F



Difusão Horizontal do modelo Coordenada hibrida

Coeficiente de Difusão Horizontal Espectral

$$K_{2q} = \frac{1}{\tau} \left(\frac{a^2}{n_0(n_0 + 1)} \right)^q$$

Difusão Horizontal do modelo Coordenada hibrida

$$K_{2q} = \frac{1}{\tau} \left(\frac{a^2}{n_0(n_0 + 1)} \right)^q$$

2q é a ordem da difusão , onde q deve ser inteiro e positivo

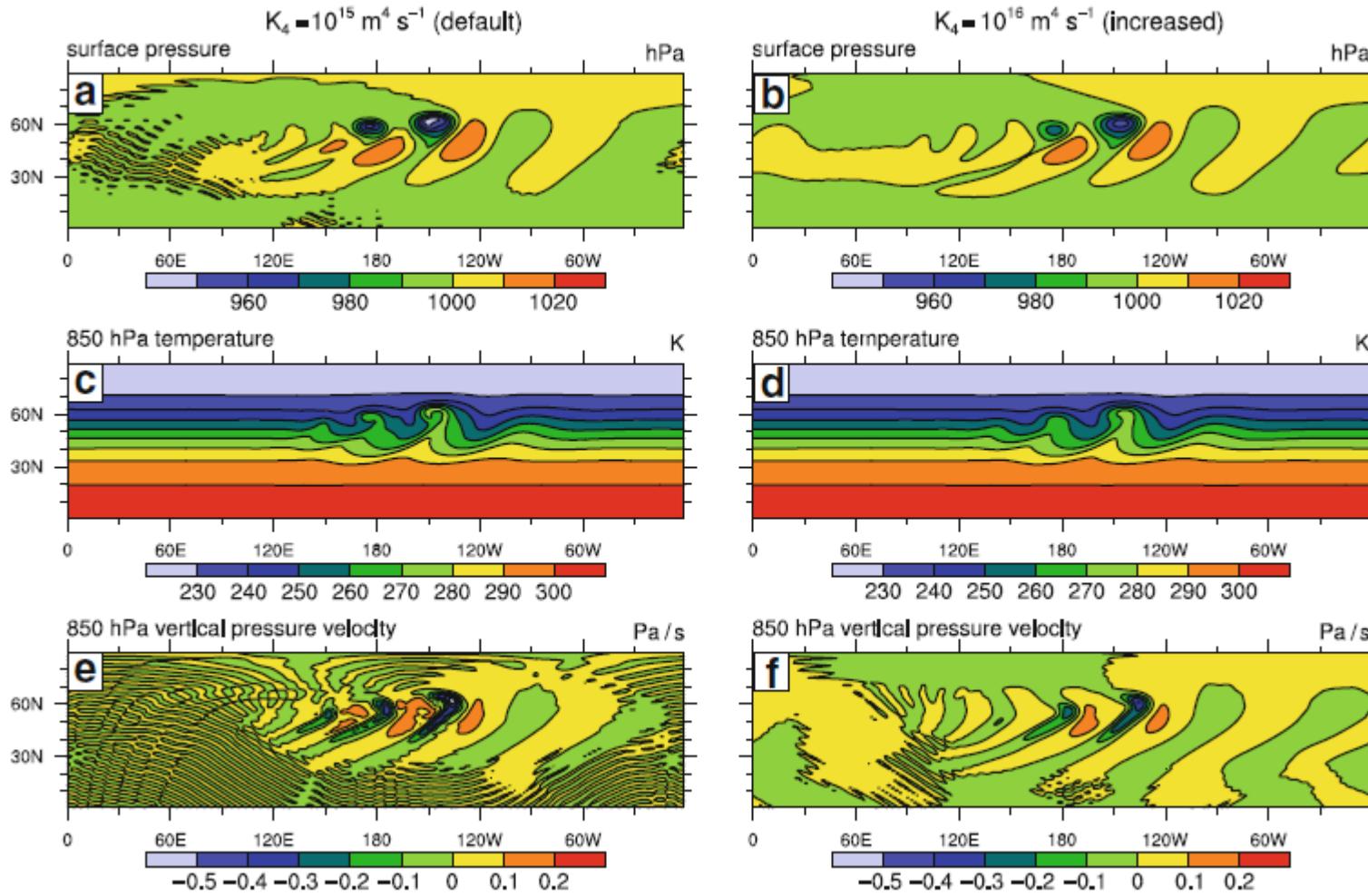
τ é a escala de e-folding time para a difusão no menor numero de onda,
 a é o raio da Terra

n_0 simboliza o numero de onda máximo correspondendo ao menor numero de onda

$$T_n^m = \tilde{T}_n^m - 2\Delta t K_{2q} \left(\frac{n(n+1)}{a^2} \right)^q T_n^m$$

O numero de onda, especificado para um limite de truncamento triangular T85
com $n_0 = 85$

Difusão Horizontal do modelo Coordenada hibrida



Difusão Horizontal do modelo Coordenada hibrida

Difusão Horizontal Grid

$$K_{2q} = \frac{1}{2\tau} \left(\frac{\Delta x}{2} \right)^{2q}$$

Difusão Horizontal do modelo Coordenada hibrida

$$K_{2q} = \frac{1}{2\tau} \left(\frac{\overline{\Delta x}}{2} \right)^{2q}$$

Onde $\overline{\Delta x}$ simboliza o espaçamento médio dos pontos de grade

$$\overline{\Delta x} = \sqrt{\frac{4\pi a^2}{N}}$$

N é o total do numero de pontos por nível do modelo
 τ damping time scale

$$\tau = \frac{\Delta t}{(2^{2q+1}) \gamma}$$

Onde γ é um fator empírico adimensional

$$T_n^m = \tilde{T}_n^m - 2\Delta t K_{2q} \left(\frac{n(n+1)}{a^2} \right)^q T_n^m$$

O numero de onda, especificado para um limite de truncamento triangular T85 com $n_0 = 85$



Difusão Horizontal do modelo Coordenada hibrida

Implementação do método de difusão
horizontal no modelo BAM

Difusão Horizontal do modelo Coordenada hibrida

$$\frac{\partial F}{\partial t} = T_F - K_{2q}(-1)^p \nabla^{2p} F$$

T_F tendencia da variável F

$$\frac{\tilde{F}_n^m(t + \Delta t) - \tilde{F}_n^m(t - \Delta t)}{2\Delta t} = T_F - K_{2q} \left(\frac{n(n+1)}{a^2} \right)^p \tilde{F}_n^m(t - \Delta t)$$

O termo $-K_{2q} \left(\frac{n(n+1)}{a^2} \right)^p \tilde{F}_n^m(t - \Delta t)$ é adicionado a equação da tendência da equação prognóstica da variável F



Difusão Horizontal do modelo Coordenada hibrida

Implementação do método Explícito de difusão horizontal no modelo BAM

Difusão Horizontal do modelo Coordenada hibrida

$$\frac{\tilde{F}_n^m(t + \Delta t) - \tilde{F}_n^m(t - \Delta t)}{2\Delta t} = T_F - K_{2q} \left(\frac{n(n+1)}{a^2} \right)^p \tilde{F}_n^m(t - \Delta t)$$

Para a temperatura é adicionado o termo: $-K_{2q} \left(\frac{n(n+1)}{a^2} \right)^p \left(\tilde{F}_n^m(t - \Delta t) - \tilde{C}_T \ln(ps_n^m(t - \Delta t)) \right)$

$$\frac{\tilde{F}_n^m(t + \Delta t) - \tilde{F}_n^m(t - \Delta t)}{2\Delta t} = T_F - K_{2q} \left(\frac{n(n+1)}{a^2} \right)^p \left(\tilde{F}_n^m(t - \Delta t) - \tilde{C}_T \ln(ps_n^m(t - \Delta t)) \right)$$

Com $\tilde{C}_T = \left(\sigma_1 \left(\frac{\partial T}{\partial \sigma} \right) \right)_1, \dots, \left(\sigma_k \left(\frac{\partial T}{\partial \sigma} \right) \right)_k$

O coeficiente de difusão K_{2q} pode variar para cada variável, atualmente é empregado um coeficiente forte para a divergência e um para outras variáveis prognosticas.

A escolha de $p=2$ é normalmente feitos para a previsão operacional



Difusão Horizontal do modelo Coordenada hibrida

Implementação do método Implícito de difusão horizontal no modelo BAM

Difusão Horizontal do modelo Coordenada hibrida

Difusão implícita. No BAm o método foi mudado para a difusão implícita . Neste caso a equação é discretizado espectralmente pelo método de time step fracional

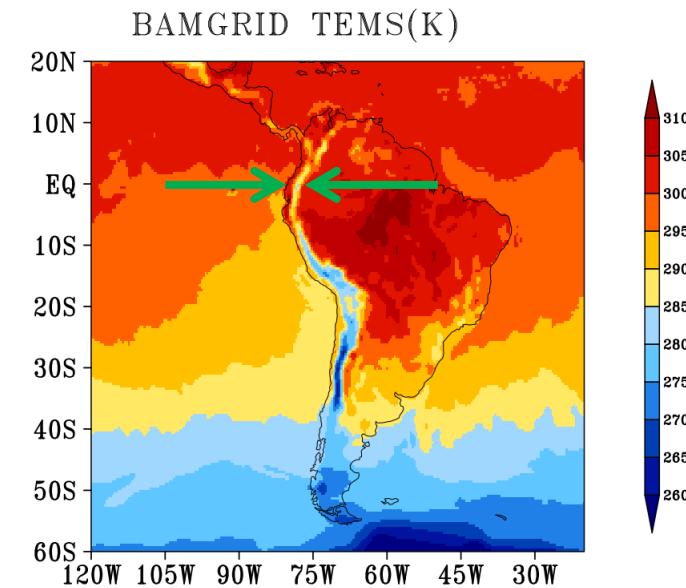
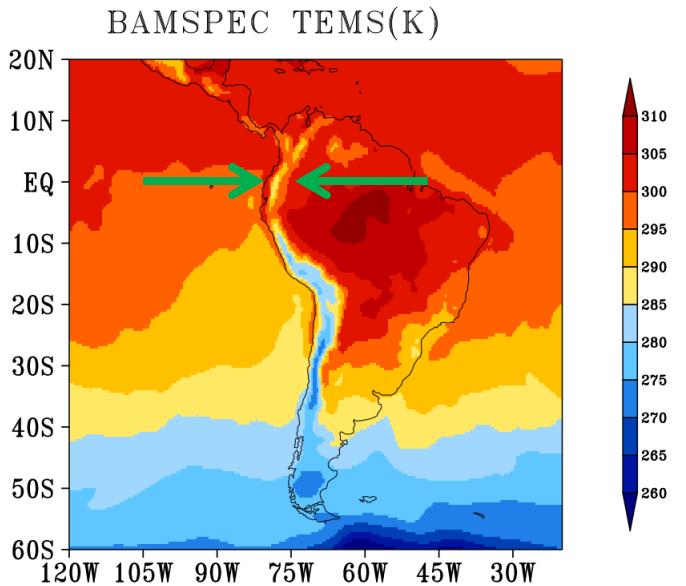
$$\tilde{F}_n^m(t + \Delta t) = \bar{F}_n^m(t + \Delta t) - 2K_{2q}\Delta t \left(\frac{n(n+1)}{a^2} \right)^p \left(\tilde{F}_n^m(t + \Delta t) \right)$$

$$\tilde{F}_n^m(t + \Delta t) = \left(1 + 2K_{2q}\Delta t \left(\frac{n(n+1)}{a^2} \right)^p \right)^{-1} \left(\bar{F}_n^m(t + \Delta t) - 2K_{2q}\Delta t \left(\frac{n(n+1)}{a^2} \right)^p \tilde{C}_T \ln(ps_n^m(t + \Delta t)) \right)$$

Onde \bar{F}_n^m é um valor temporário de \tilde{F}_n^m em um novo timestep , obtido depois da computação semi-implicita (a difusão implícita horizontal será aplicada no final do timestep)

Difusão Horizontal do modelo Coordenada hibrida

Temperatura no primeiro nível sigma do modelo 24 horas de integração



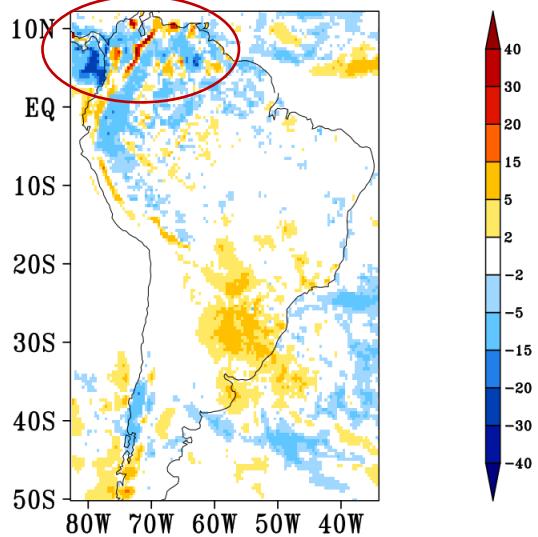
Difusão espectral
Filtrar muitas ondas que podem estar relacionados com processos físicos importante

Difusão grid
Mesma eficácia da difusão espectral . Mas não filtra processos físicos importantes

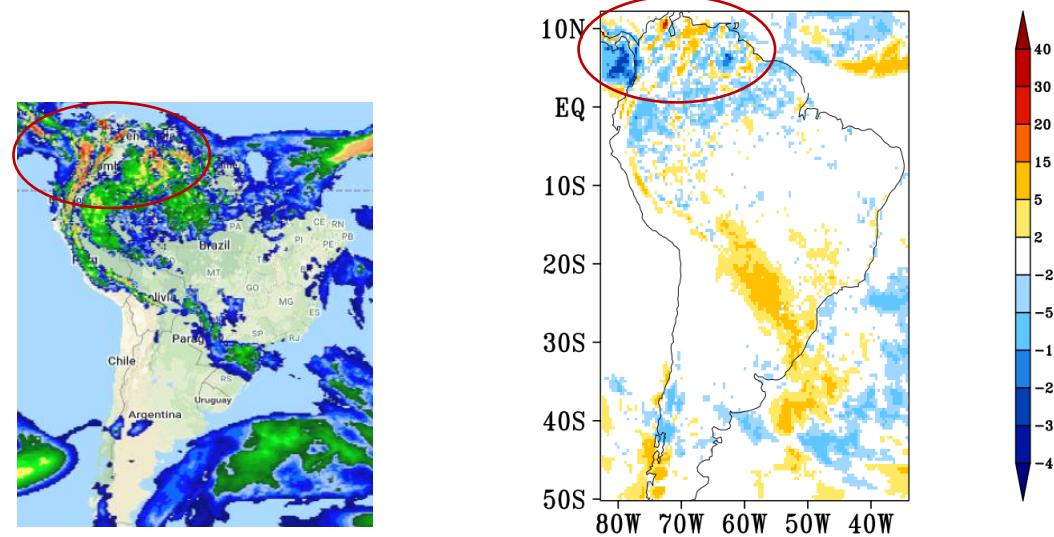
Difusão Horizontal do modelo Coordenada hibrida

**Precipitação do modelo BAM para 10 dias de integração menos o
dados de precipitação do MERGE**

BAMSPEC-MERGE (mm/day)

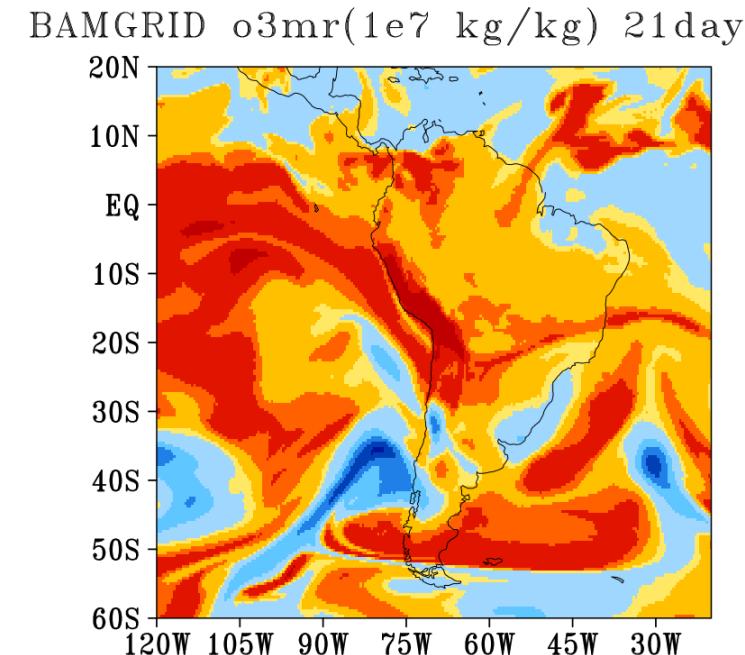
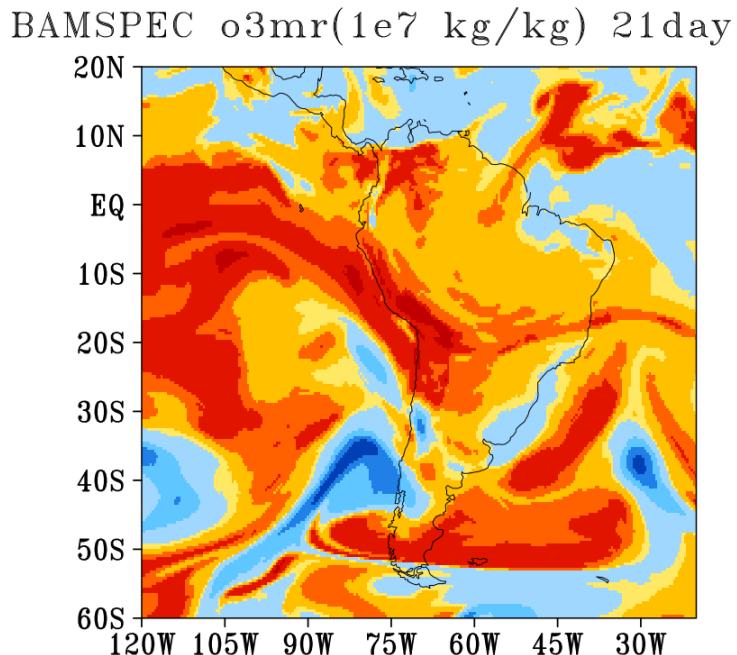


BAMGRID-MERGE (mm/day)



Difusão Horizontal do modelo Coordenada hibrida

Advecção do Ozônio do modelo BAM para 10 dias de integração



O Status do Trabalho Atual

Trabalho Atual



Teste de reproduzibilidade binária X Resoluções



Teste de reproduzibilidade binária X Rodadas Longas



Teste de Desempenho (MPI + OpenMP)



Teste de escalabilidade (MPI + OpenMP)



**Módulo de Aerossol não implementado e não testado
(jayant)**



AVALIAÇÃO PRELIMINARES

DA SIMULAÇÃO DO BAM

T666L64

SIGMA X HIBRIDO



AVALIAÇÃO DA **DISTRIBUIÇÃO VERTICAL DA ENERGIA MODAL TOTAL PARA OS MODOS VERTICAIS**

da Simulação do BAM T666L64 Sigma e hibrido

Junho 2021

José Paulo Bonatti

Colaboradores: Paulo kubota, Enver Ramirez e Julio Pablo

Avaliação da Distribuição Vertical da Energia Modal Total para os Modos Verticais

Por que analisar a energética modal dos modelos?

A energética da atmosfera é um dos componentes mais importantes de ser representado nos modelos numéricos.

A partição de energia entre os modos normais de oscilação e na condição inicial é fator determinante na evolução dos campos com o tempo, incluindo as trocas de energia entre modos, principalmente nas escalas de previsão de tempo. Na **escala climática**, as forçantes excitam ondas livres já presentes que ganham mais energia e passam a participar do processo de partição de energia.

Então, é importante avaliar o quanto os modelos representam esses processos adequadamente, ou seja, fazer uma análise da energética modal das previsões do modelo e comparar com a energética modal de suas correspondentes análises, as quais são usadas como condições iniciais.

Além disso, informações da distribuição espectral de energia da atmosfera são importantes para selecionar adequadamente as resoluções computacionais para resolver as equações prognosticas de previsão numérica de tempo ou clima. Estas informações são também úteis para fins de parametrizar os mecanismos de dissipação de energia em escala subgrade nas equações de previsão tanto em diferenças finitas quanto em forma espectral.

Avaliação da Distribuição Vertical da Energia Modal Total para os Modos Verticais

Como foi feita a análise da energética modal?

O ideal seria analisar a energética com os campos na saída dos modelos, na grade 3D do modelo, utilizando os modos verticais correspondente à grade vertical do modelo. Porém, isso demandaria uma enorme quantidade adicional de armazenamento junto com as saídas do pós-processamento, o que no momento é inviável.

Portanto, foi desenvolvido um procedimento para analisar a decomposição vertical diretamente em coordenadas de pressão, pois a análise modal horizontal é independente de qual é a coordenada vertical, o que permite fazer a análise da energética modal diretamente nos campos pós-processados e em análises ou reanálises, que normalmente tem grades horizontais em longitude e latitude e na vertical são níveis de pressão.

Esse procedimento adicionalmente permite avaliar a eficácia da inicialização por modos normais diabática do modelo, ou seja, se foi filtrado da condição inicial o que era esperado.

Avaliação da Distribuição Vertical da Energia Modal Total para os Modos Verticais

Os modos verticais podem ser agrupados em classes de acordo com sua estrutura vertical e a distribuição horizontal de porcentagem de energia em modos verticais. Tal classificação é em termos do valor da altura equivalente H_n , onde n é a ordem do modo vertical tal que $n=0, 1, 2, \dots$, e é dada por:

- Classe 0: modos com H_n maior que 600 m;
- Classe 1: modos com H_n entre 100 e 600 m;
- Classe 2: modos com H_n entre 100 e 10 m;
- Classe 3: modos com H_n menor que 10 m.

A **Classe 0** inclui o modo externo ou barotrópico, dado que sua estrutura vertical não apresenta zeros, sendo importantes na energética do cinturão de altas de latitudes médias. A estrutura vertical dos demais modos desta classe tem zeros na estratosfera acima de 100 hPa, podendo ser considerados barotrópicos na troposfera.

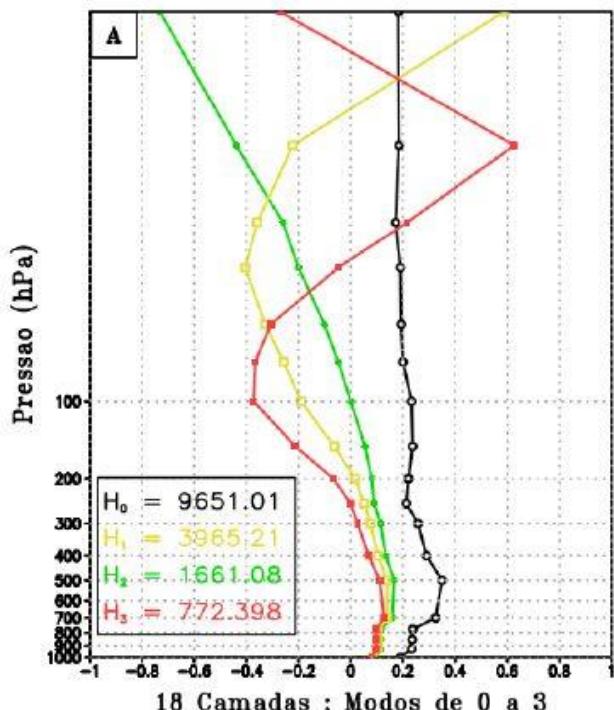
As **demais classes possuem modos baroclínicos**, sendo que a Classe 1 tem modos cuja estrutura vertical tem máximos na alta (em torno de 250 hPa) e baixa (em torno de 850 hPa) troposfera com sinais trocados e possuindo valor nulo em níveis intermediários (em torno de 500 hPa). A Classe 1 é importante nas regiões tropicais principalmente onde há convecção em grande escala.

A Classe 2 são modos importantes para processos de níveis mais baixos, incluindo a camada limite.

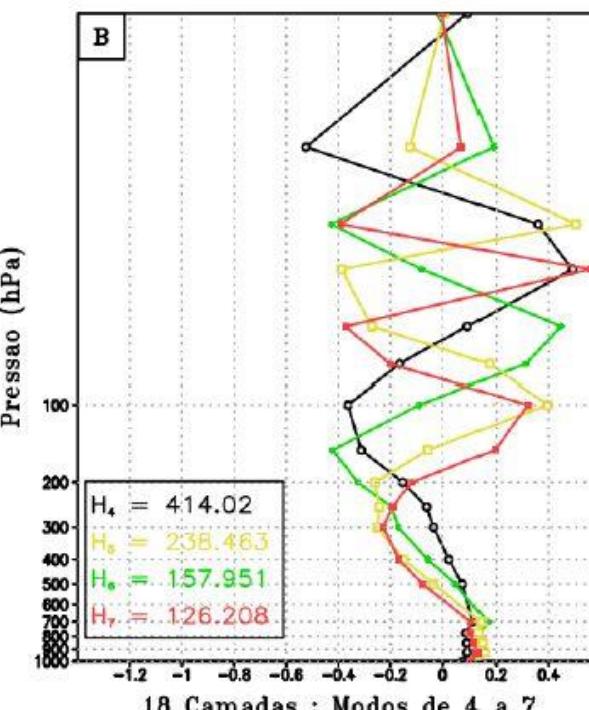
A Classe 3 tem também importância em baixos níveis, porém tem maior energia onde há topografia acentuada.

Comparação dos Modos Verticais Classes 0 e 1 para o Pós do BAM Híbrido e do BAM Sigma

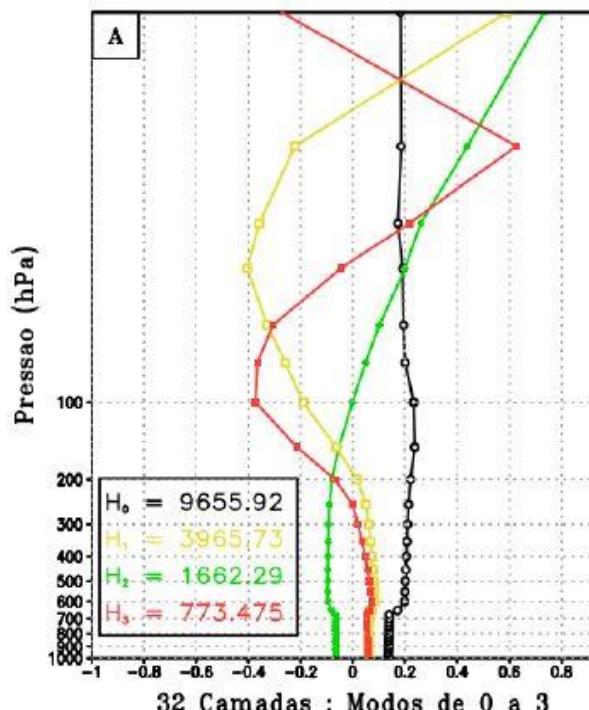
Estrutura Vertical



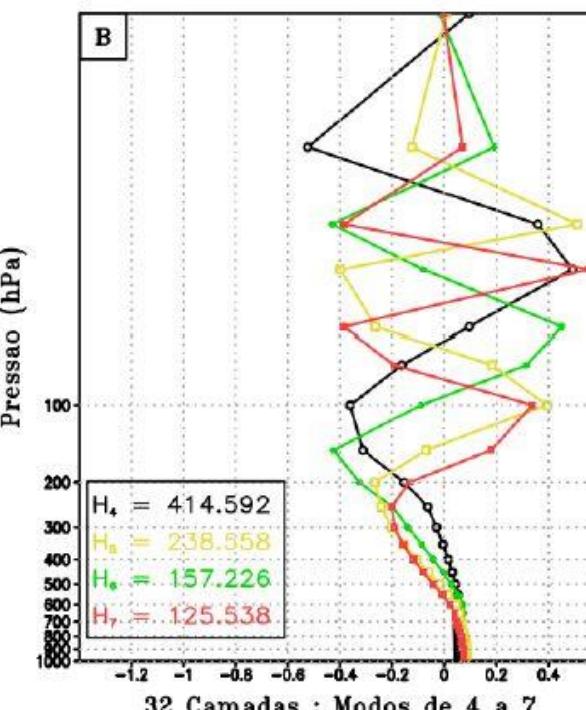
Estrutura Vertical



Estrutura Vertical



Estrutura Vertical



Modos Verticais Pós BAM Híbrido: A) Classe 0 e B) Classe 1

Modos Verticais Pós BAM Sigma: A) Classe 0 e B) Classe 1

Níveis Verticais do Pós dos Modelos (hPa)

BAM Hibrido (18): 1000 925 850 775 700 500 400 300 250 200 150 100 70 50 30 20 10 3

BAM Sigma (32): 1000 975 950 925 900 875 850 825 800 775 750 725 700 675 650 600

550 500 450 400 350 300 250 200 150 100 70 50 30 20 10 3

Os modos verticais são autovetores e podem ser multiplicados por qualquer número, ao se multiplicar um dos terceiros modos (verde) da Classe 0 por -1, ambos (híbrido e sigma) ficam muito semelhantes.

Alturas Equivalentes (m) do Pós do BAM Híbrido e do BAM Sigma

BAM Híbrido (18 Níveis):

Classe 0 (4 Modos): 9651,0 3965,2 1661,1 772,40

Classe 1 (4 Modos): 414,02 238,46 157,95 126,21

Classe 2 (6 Modos): 92,094 67,690 50,048 30,617 16,986 13,582

Classe 3 (4 Modos): 9,3610 4,6020 2,2900 1,4854

BAM Sigma (32 Níveis):

Classe 0 (4 Modos): 9655,9 3965,7 1662,3 773,48

Classe 1 (4 Modos): 414,59 238,56 157,23 125,54

Classe 2 (6 Modos): 91,031 67,503 47,818 29,255 16,709 10,399

Classe 3 (18 Modos): 7,1295 5,2307 4,0123 3,1452 2,4478 1,9092 1,5410 1,0843 0,7452
0,5439 0,4204 0,3411 0,2885 0,2520 0,2234 0,1977 0,1732 0,1487

As alturas equivalentes das Classes 0, 1 e 2 são muito semelhantes e as estruturas verticais também (figuras das Classes 0 e 1 no slide anterior), apesar da diferença no número de níveis (18 e 32). As diferenças principais aparecem na Classe 3, que, em geral, é energeticamente menos importante. Portanto, o aumento do número de níveis afeta mais os modos mais internos.

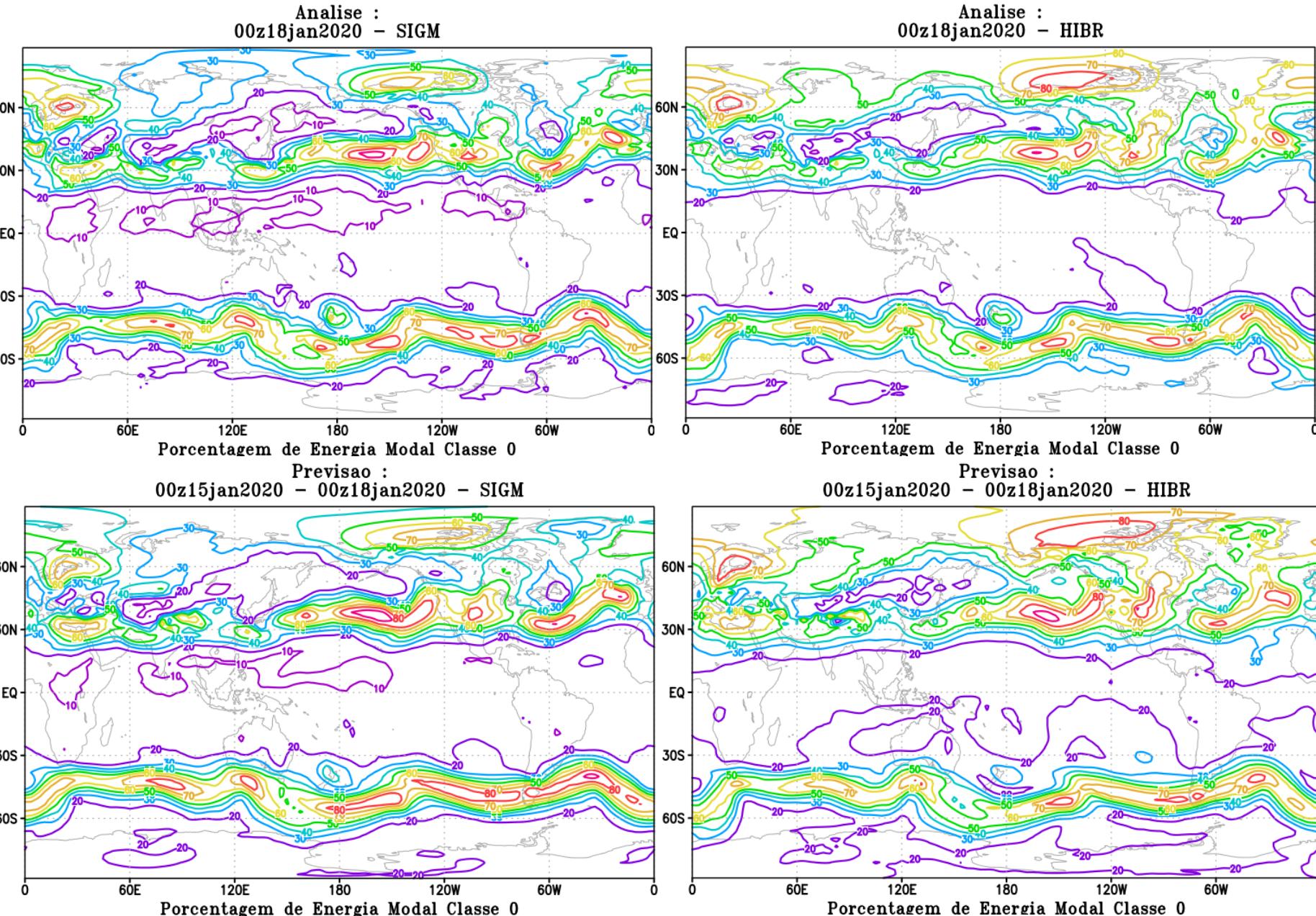
Porcentagem de Energia Modal Total para os Modos Verticais de Classe 0

Análise e Previsão de 3 Dias

A Classe 0 apresenta a maior porcentagem de energia modal total *ao longo do cinturão de altas de latitudes médias*.

Ambos os modelos apresentam essas características e compararam bem com as próprias análises.

Também as configurações são muito semelhantes entre os modelos.



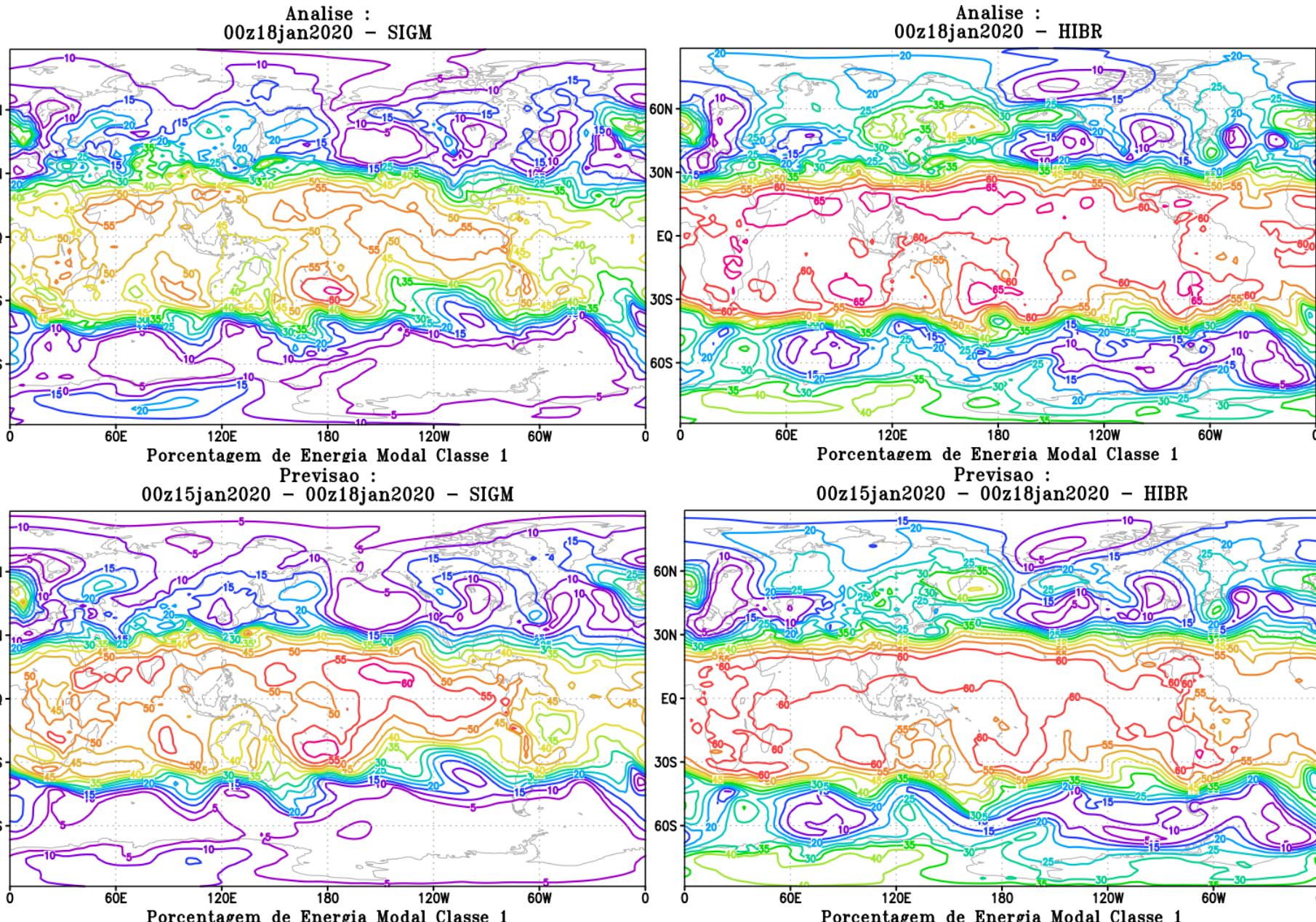
Porcentagem de Energia Modal Total para os Modos Verticais de Classe 1

Análise e Previsão de 3 Dias

A Classe 1 apresenta a maior porcentagem de energia modal total nas regiões tropicais, principalmente onde há convecção em grande escala.

Ambos os modelos apresentam essas características e comparam bem com as próprias análises.

Também as configurações são muito semelhantes entre os modelos.

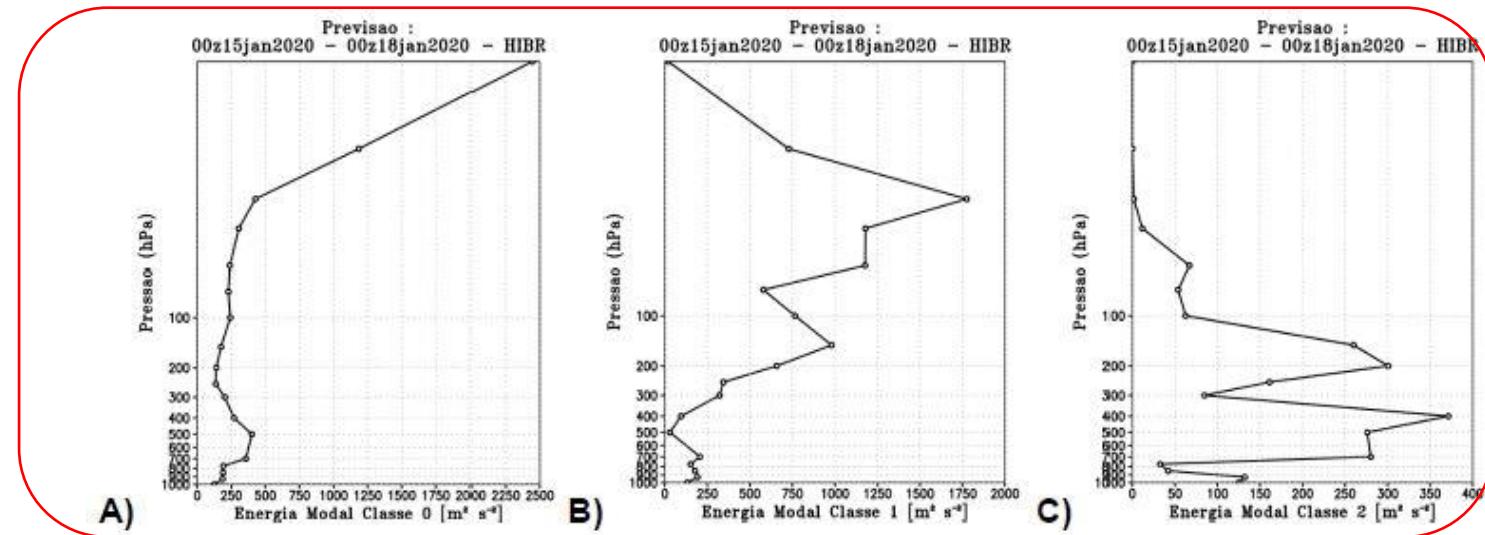


Para analisar a distribuição dos modos verticais em classes, será apresentada a média global da energia modal total em cada uma das classes (com exceção de Classe 3, onde a porcentagem de energia em geral é pequena) para um caso de previsão do BAM Híbrido e BAM Sigma. A previsão é a de 3 dias para ambos os modelos a partir do dia 15/01/2020, 00 UTC, partindo de condições iniciais dadas por análises do NCEP.

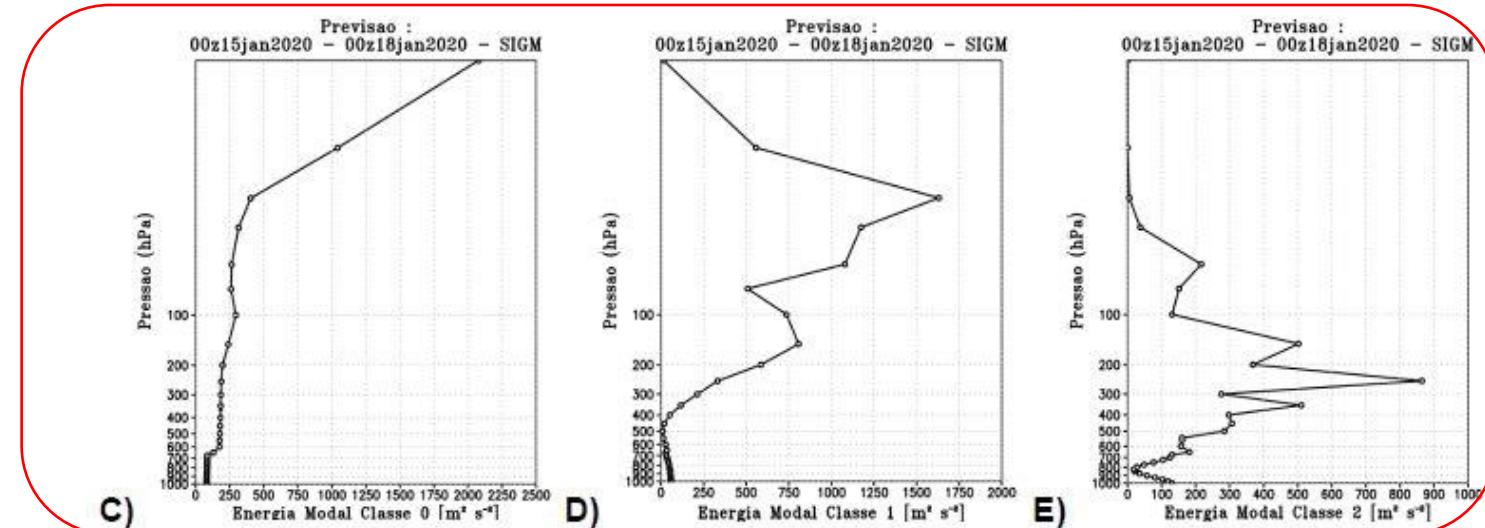
Distribuição vertical da média global da energia modal total para a previsão de 3 dias a partir do dia 15/01/2020, 00 UTC, para o BAM-Híbrido

[A) Classe 0, B) Classe 1 e C) Classe 2]
e para o BAM-Sigma

[C) Classe 0, D) Classe 1 e E) Classe 2]



Em geral, as distribuições verticais de energia modal total tem estruturas semelhantes, com maiores diferenças na classe 2, porém apresentam característica semelhantes com máximos em níveis médios.



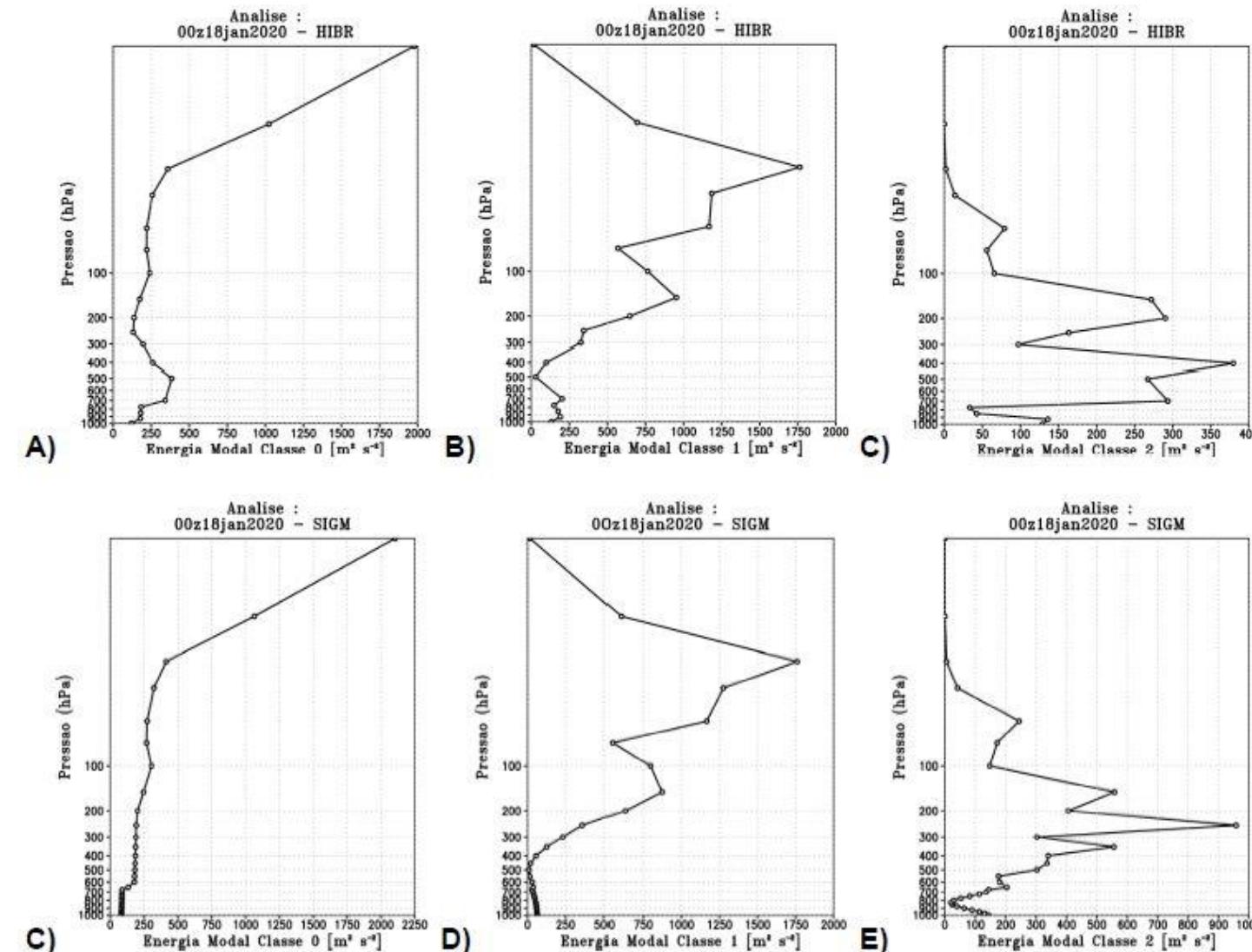
Para analisar a performance dos modelos, mostra-se a seguir as figuras da análise do NCEP correspondentes às previsões cuja energética foi calculada para as análises pós-processadas da mesma forma que as previsões.

Distribuição vertical da média global da energia modal total para a análise do dia 18/01/2020, 00 UTC, para o BAM-Híbrido

[A) Classe 0, B) Classe 1 e C) Classe 2]

e para o BAM-Sigma

[C) Classe 0, D) Classe 1 e E) Classe 2]



A concordância é muito boa entre a distribuição vertical da energia modal total das previsões e das análises para cada classe mostrada. Os modelos com 3 dias de previsão conseguem, portanto, reproduzir essa distribuição.

A energia na Classe 0 é maior no BAM-Híbrido, pois a estrutura vertical do modo barotrópico tem amplitude maior.

Para validação da implantação do sistema de análise com coordenadas verticais de pressão, mostra-se a seguir a distribuição vertical de energia modal total calculada em 64 níveis sigma para análises do NCEP antigas, as quais eram disponibilizadas nos 64 níveis sigma.

Distribuição vertical da média global da energia modal total para a análise do dia 24/03/2004, 12 UTC,

para o MGCA-Sigma TQ0254L064

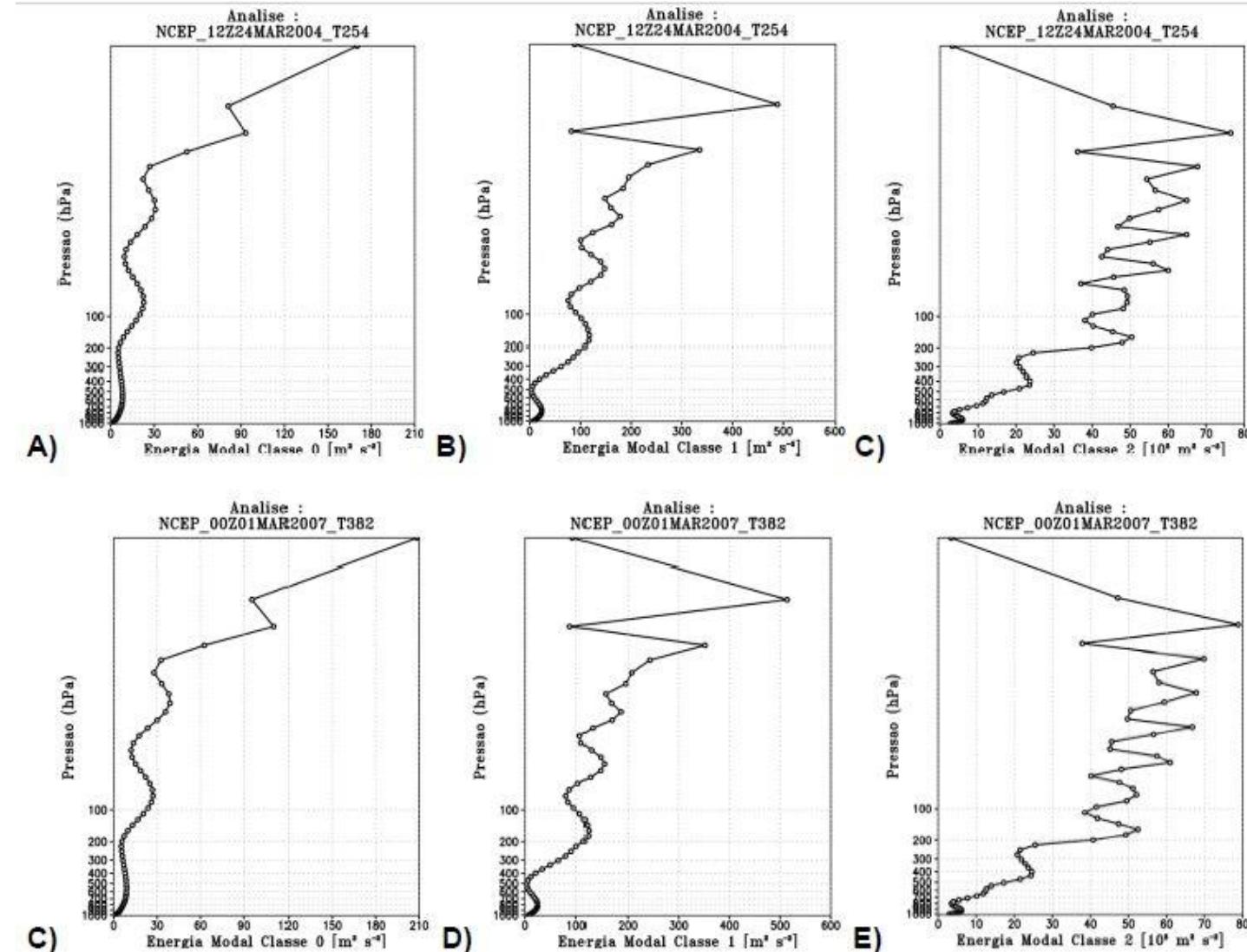
[A) Classe 0, B) Classe 1 e C) Classe 2]

e para o MGCA-Sigma TQ0382L064

[C) Classe 0, D) Classe 1 e E) Classe 2]

Comparando a distribuição vertical de energia modal total para a análise TQ0254L04 com a a análise T382L064 nota-se que são muito semelhantes, mostrando que essa diferença de resolução horizontal não afeta a distribuição vertical de energia modal total. Comparando-se com a distribuição usando análises pós processadas pelo BAM, há boa semelhança nas classes 0 e 1. Na classe 2 há diferenças maiores, porém o aspecto mais importante que é a concentração de energia em níveis médios é semelhante.

Portanto, o uso de coordenadas verticais de pressão e análises pós-processadas pelo BAM, mesmo com 18 camadas, mantém as características da distribuição vertical de energia total modal quando calculadas diretamente nos níveis sigma originais. Então, de certa forma, esses resultados validam a implementação do método de análise da energética modal em coordenadas verticais de pressão.





AVALIAÇÃO DA INICIALIZAÇÃO POR MODOS NORMAIS

da Simulação do BAM T666L64 Sigma e hibrido

Junho 2021

José Paulo Bonatti

Colaboradores: Paulo kubota, Enver Ramirez e Julio Pablo

Efeito da Inicialização na Condição Inicial

A principal análise do efeito da inicialização é a diferença entre o campo inicial e o campo inicializado nos níveis de 850 e 200 hPa. Um campo relevante para essa análise é a altura geopotencial.

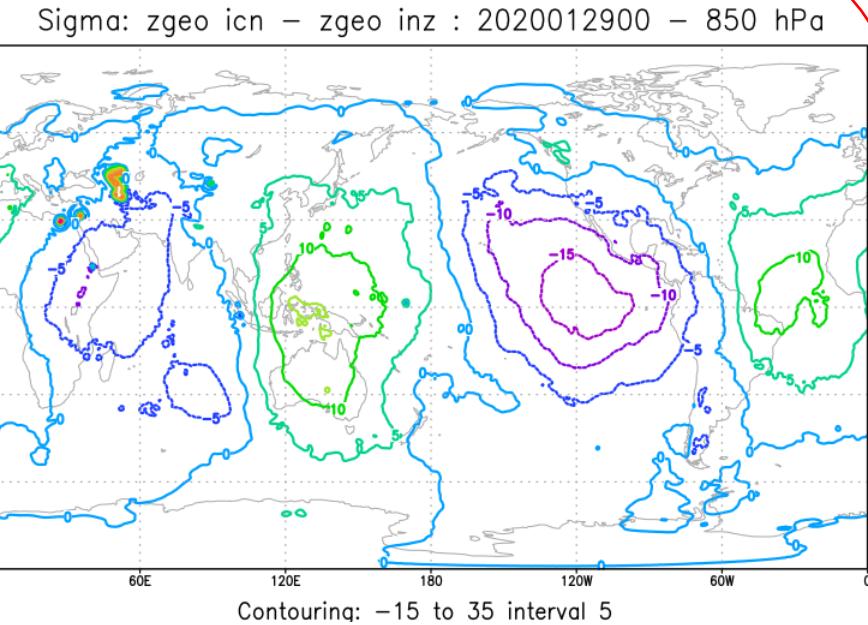
Os modos inicializados são os que tem altura equivalente igual ou acima de 1 km e períodos abaixo de 48 horas. É, então, esperado que a estrutura dessa diferença seja de onda longa e barotrópica equivalente entre os níveis citados (troposfera), representando a filtragem da maré atmosférica em forma de onda de gravidade longas e rápidas, desde que os modos inicializados pertencem à Classe 0.

Para análise foi escolhido a data com rótulo 2020012900, ou seja, dia 29 de janeiro de 2020, 00 UTC. A seguir serão mostradas as figuras da diferença entre a condição inicial e a inicializada para os níveis de 850 e 200 hPa para a altura geopotencial para as rodadas do modelo em versão sigma e híbrida.

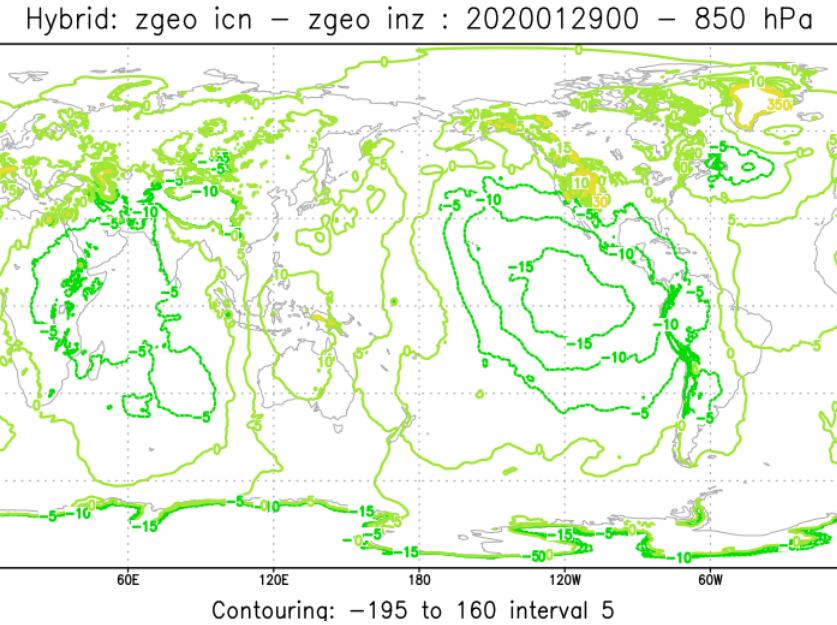
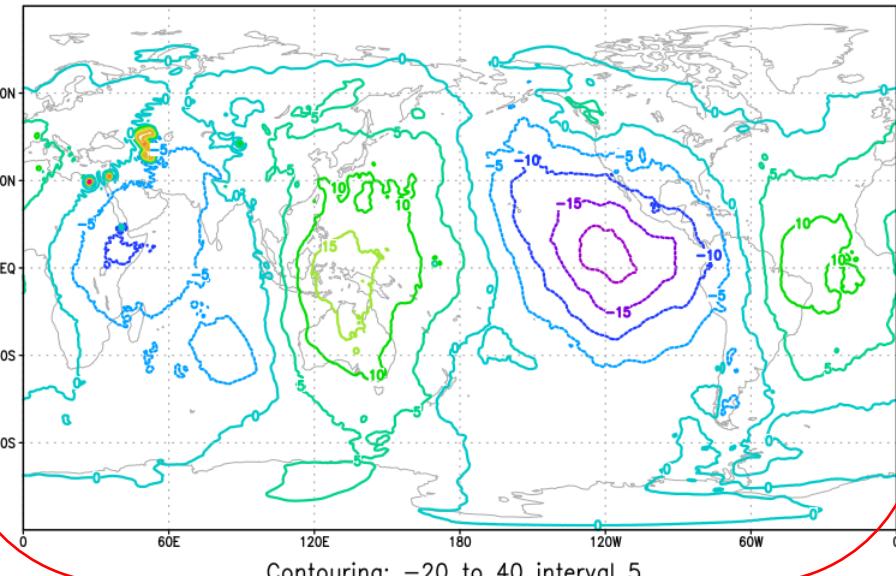
Efeito da Inicialização na Condição Inicial

A diferença da altura geopotencial entre a condição inicial e a condição inicializada mostra estrutura barotrópica entre os níveis de 850 e 200 hPa, tanto para o modelo sigma (a esquerda) quanto para o modelo híbrido (a direita) e são muito semelhantes para ambos os modelos, mostrando que a inicialização diabática por modos normais está implementada corretamente no modelo híbrido.

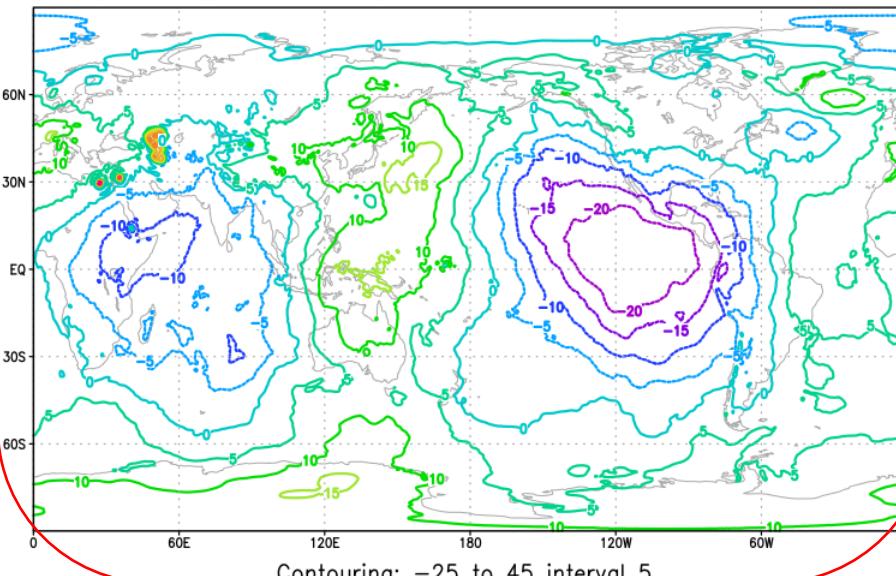
Entretanto, em baixo nível o modelo híbrido tem um efeito maior da inicialização sobre topografia alta que o modelo sigma.



Sigma: zgeo icn - zgeo inz : 2020012900 - 200 hPa



Hybrid: zgeo icn - zgeo inz : 2020012900 - 200 hPa





AVALIAÇÃO ESTATISTICA

da Simulação do BAM T666L64 Sigma e hibrido

Junho 2021

José Paulo Bonatti

Colaboradores: Paulo kubota, Enver Ramirez e Julio Pablo

Avaliação Estatística do BAM Híbrido em Comparaçāo com o BAM Sigma

Período da Análise: Condições Iniciais às 00 UTC dos dias 06/01/2020 até 29/01/2020, com Previsões de 7 dias.

Análise: feita dia a dia sempre às 00 UTC

Climatologia Usada: CSFR/NCEP ($1^\circ \times 1^\circ$, 34 níveis)

Período da Climatologia: médias mensais de janeiro de 1979 a dezembro de 2009; foi realizada a média para cada mês desse período.

O valor da Climatologia Mensal é considerado na data e horário central do mês e interpolado linearmente no tempo para o dia e horário em questão e para a grade horizontal do modelo; os níveis verticais analisados do modelo estão presentes na climatologia.

Estatísticas Calculadas:

Correlação de Anomalias, Erro Quadrático Médio, Viés e Erro Absoluto

Variáveis Avaliadas:

Altura Geopotencial em 500 hPa (zgeo)

Pressão Reduzida ao Nível do Mar (psnm)

Água Precipitável (agpl)

Vento Zonal em 850 hPa (uvel)

Vento Meridional em 850 hPa (vvel)

Temperatura em 850 hPa (temp)

Temperatura a 2 metros (tp2m)

Nessa análise preliminar foram selecionadas variáveis em baixos níveis da troposfera, pois considera-se que são mais difíceis de serem reproduzidas pelos modelos devido a influência da camada limite. Na alta troposfera predomina em geral a dinâmica.

Áreas de Cálculo das Estatísticas

América do Sul: 90°W , 30°W ; 40°S , 10°N

Região Tropical: 0 , 360 ; 20°S , 20°N

Hemisfério Sul: 0 , 360 ; 90°S , 20°S

Hemisfério Norte: 0 , 360 ; 20°N , 90°N

**Valores do BAM Híbrido com Performance Pior
que o BAM Sigma estão sublinhados em Vermelho**

Correlação de Anomalias e Erro Quadrático Médio

América do Sul

Average Correlation - Hybrid Sigma (CIs): 00Z06JAN2020 to 00Z29JAN2020

	Day	1	2	3	4	5	6	7							
zgeo	500	<u>95.4</u>	96.7	95.9	94.9	91.7	90.8	87.3	85.0	79.9	78.2	71.9	74.8	63.4	67.9
psnm	1000	87.4	83.7	85.5	78.3	81.6	73.4	76.5	66.5	72.3	62.8	66.8	58.4	58.9	52.0
agpl	1000	88.7	84.0	79.1	73.2	71.4	64.5	64.6	57.0	57.9	49.7	47.6	42.7	37.9	35.9
uvel	850	77.7	75.2	68.8	67.4	62.7	61.0	57.0	54.3	53.2	49.7	45.0	45.2	38.9	39.0
vvel	850	77.0	73.1	68.6	63.4	60.6	54.1	52.8	47.1	47.4	42.0	41.5	39.2	32.2	31.4
temp	850	78.3	78.2	71.5	71.1	66.2	65.7	61.2	60.9	55.8	53.6	48.6	46.9	40.2	39.4
tp2m	1000	<u>62.9</u>	66.0	<u>56.7</u>	60.0	<u>53.7</u>	58.5	<u>50.7</u>	56.1	<u>48.9</u>	51.9	<u>46.4</u>	48.6	<u>43.4</u>	44.7

Average Root Mean Square Error - Hybrid Sigma (CIs): 00Z06JAN2020 to 00Z29JAN2020

	Day	1	2	3	4	5	6	7							
zgeo	500	<u>10.6</u>	9.1	8.3	10.7	9.9	10.9	12.9	14.4	16.6	17.4	20.0	20.0	21.6	22.5
psnm	1000	1.4	1.4	1.4	1.6	1.6	2.0	1.8	2.2	2.0	2.3	2.2	2.4	2.4	2.6
agpl	1000	3.6	4.4	4.8	5.8	5.7	6.6	6.4	7.2	7.0	7.8	7.9	8.2	8.6	8.7
uvel	850	2.4	2.6	2.9	3.1	3.3	3.4	3.5	3.8	3.6	4.0	3.9	4.1	4.1	4.2
vvel	850	2.4	2.6	2.8	3.0	3.0	3.3	3.3	3.5	3.5	3.7	3.8	3.8	4.1	4.1
temp	850	<u>1.6</u>	1.5	<u>1.9</u>	1.8	<u>2.0</u>	1.9	<u>2.1</u>	2.0	<u>2.2</u>	2.1	2.3	2.3	<u>2.5</u>	2.4
tp2m	1000	2.2	2.3	2.5	2.6	2.6	2.6	<u>2.7</u>	2.6	2.7	2.7	2.8	2.8	2.8	2.9

Viés e Erro Absoluto

América do Sul

Average Bias - Hybrid Sigma (CIs): 00Z06JAN2020 to 00Z29JAN2020														
Day	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
zgeo 500	-6.4	-5.5	-3.1	-6.6	0.3	-0.8	0.1	-2.2	-0.4	-1.2	2.7	-4.0	0.0	-5.5
psnm 1000	-0.3	-0.3	0.1	-0.1	0.5	0.7	0.4	0.7	0.2	0.8	0.4	0.4	-0.1	0.2
agpl 1000	-0.3	-0.7	-0.2	-1.2	0.1	-1.4	0.5	-1.5	0.9	-1.4	1.4	-1.3	1.7	-1.2
uvel 850	-0.3	-0.4	-0.4	-0.8	-0.6	-0.9	-0.7	-1.4	-0.8	-1.6	-0.9	-1.6	-0.8	-1.4
vvel 850	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.2	-0.1	0.2	-0.3	0.0	-0.6	-0.1	-0.5	-0.1
temp 850	-0.2	-0.3	-0.1	-0.3	0.0	-0.3	0.1	-0.3	0.1	-0.2	0.2	-0.2	0.2	-0.1
tp2m 1000	0.6	1.4	1.0	1.5	1.1	1.5	1.1	1.5	1.2	1.5	1.2	1.5	1.1	1.5

Average Absolute Error - Hybrid Sigma (CIs): 00Z06JAN2020 to 00Z29JAN2020														
Day	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
zgeo 500	8.2	7.7	6.5	8.9	7.2	7.9	9.2	10.7	11.4	12.3	13.6	14.4	14.7	16.1
psnm 1000	0.9	1.0	1.1	1.2	1.2	1.4	1.4	1.6	1.4	1.7	1.6	1.8	1.7	1.8
agpl 1000	2.6	3.1	3.6	4.1	4.2	4.8	4.7	5.3	5.2	5.8	5.8	6.1	6.3	6.5
uvel 850	1.8	2.0	2.2	2.4	2.5	2.6	2.6	2.9	2.8	3.1	3.0	3.2	3.1	3.3
vvel 850	1.8	2.0	2.1	2.3	2.3	2.6	2.5	2.7	2.7	2.8	2.8	2.9	3.0	3.1
temp 850	1.2	1.1	1.4	1.3	1.5	1.5	1.6	1.5	1.7	1.6	1.8	1.7	1.9	1.8
tp2m 1000	1.3	1.7	1.6	1.8	1.7	1.8	1.7	1.8	1.8	1.9	1.8	1.9	1.9	2.0

Correlação de Anomalias e Erro Quadrático Médio

Região Tropical

Average Correlation - Hybrid Sigma (CIs): 00Z06JAN2020 to 00Z29JAN2020														
Day	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
zgeo 500	89.6	89.7	93.2	91.8	91.9	90.2	86.7	82.0	81.1	75.7	72.2	67.1	68.6	61.2
psnm 1000	84.4	82.3	87.1	83.0	86.2	82.0	82.2	77.3	76.9	70.7	69.5	62.9	66.7	58.1
agpl 1000	90.5	88.4	81.7	78.8	74.2	71.0	67.4	64.4	61.2	58.7	55.5	53.3	50.9	48.2
uvel 850	83.5	79.5	71.6	68.0	63.5	60.8	58.0	54.6	52.3	48.4	46.6	43.4	40.7	38.3
vvel 850	72.8	68.0	58.6	55.3	50.7	47.7	43.0	40.5	38.1	34.3	33.7	30.1	29.7	26.1
temp 850	78.1	78.0	71.1	71.6	68.0	68.1	65.7	64.5	62.8	60.1	59.2	55.2	54.2	49.9
tp2m 1000	70.3	64.9	65.4	57.9	63.2	53.0	61.5	48.5	59.1	43.7	56.1	39.1	53.3	35.9

Average Root Mean Square Error - Hybrid Sigma (CIs): 00Z06JAN2020 to 00Z29JAN2020														
Day	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
zgeo 500	7.8	8.0	7.3	8.7	9.0	10.9	11.1	14.2	12.9	16.2	14.8	18.1	15.7	19.6
psnm 1000	1.2	1.2	1.2	1.3	1.2	1.3	1.3	1.5	1.5	1.7	1.7	1.9	1.8	2.0
agpl 1000	3.3	3.7	4.6	5.0	5.5	6.0	6.3	6.7	6.9	7.3	7.5	7.8	8.0	8.3
uvel 850	2.5	2.9	3.4	3.8	4.0	4.3	4.3	4.7	4.5	5.1	4.8	5.3	5.1	5.5
vvel 850	2.3	2.6	3.0	3.2	3.4	3.6	3.6	3.9	3.8	4.1	3.9	4.2	4.1	4.4
temp 850	1.3	1.3	1.6	1.5	1.7	1.7	1.8	1.8	1.8	1.9	1.9	2.0	2.0	2.1
tp2m 1000	1.8	1.9	2.0	2.1	2.1	2.3	2.1	2.4	2.2	2.5	2.2	2.6	2.3	2.7

Viés e Erro Absoluto

Região Tropical

Average Bias - Hybrid Sigma (CIs): 00Z06JAN2020 to 00Z29JAN2020

	Day	1	2	3	4	5	6	7							
zgeo	500	-0.8	-1.4	-3.5	-5.0	-4.6	-7.0	-5.5	-8.6	-6.1	-10.0	-6.5	-11.1	-6.8	-12.1
psnm	1000	<u>0.6</u>	0.3	<u>0.5</u>	0.2	<u>0.3</u>	0.2	<u>0.2</u>	0.1	0.0	0.0	-0.2	-0.2	<u>-0.4</u>	-0.3
agpl	1000	-0.1	-0.2	0.1	-0.3	<u>0.4</u>	-0.3	<u>0.7</u>	-0.3	<u>1.1</u>	-0.3	<u>1.4</u>	-0.3	<u>1.7</u>	-0.4
uvel	850	0.0	-0.3	-0.4	-0.7	-0.8	-1.1	-0.9	-1.4	-1.0	-1.5	-1.1	-1.5	-1.1	-1.5
vvel	850	0.1	0.1	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	-0.1	0.1	-0.1	0.1
temp	850	<u>-0.7</u>	-0.6	<u>-0.9</u>	-0.8	-0.9	-0.9	-0.9	-1.0	-0.9	-1.0	-0.9	-0.9	<u>-0.8</u>	-0.9
tp2m	1000	-0.2	0.5	0.1	0.4	0.1	0.3	0.1	0.3	0.1	0.2	0.1	0.2	0.1	0.2

Average Absolute Error - Hybrid Sigma (CIs): 00Z06JAN2020 to 00Z29JAN2020

	Day	1	2	3	4	5	6	7							
zgeo	500	6.1	6.6	6.0	7.2	7.2	8.8	8.6	11.5	10.1	13.0	11.6	14.4	12.3	15.6
psnm	1000	1.0	1.0	0.9	1.0	1.0	1.0	1.0	1.2	1.1	1.3	1.3	1.5	1.4	1.5
agpl	1000	2.5	2.7	3.5	3.8	4.2	4.5	4.7	5.0	5.2	5.5	5.6	5.9	6.0	6.3
uvel	850	1.8	2.1	2.5	2.8	2.9	3.2	3.2	3.5	3.4	3.8	3.6	4.0	3.8	4.2
vvel	850	1.7	2.0	2.3	2.5	2.5	2.7	2.7	2.9	2.8	3.1	2.9	3.2	3.0	3.3
temp	850	<u>1.1</u>	1.0	<u>1.3</u>	1.2	<u>1.4</u>	1.3	1.4	1.4	1.4	1.5	1.5	1.6	1.5	1.6
tp2m	1000	0.9	1.3	1.2	1.3	1.2	1.4	1.2	1.4	1.3	1.5	1.3	1.5	1.3	1.5

Correlação de Anomalias e Erro Quadrático Médio

Hemisfério Sul

	Average Correlation - Hybrid Sigma (CIs): 00Z06JAN2020 to 00Z29JAN2020													
Day	1	2	3	4	5	6	7							
zgeo 500	<u>99.2</u>	99.2	97.6	97.2	94.8	93.7	89.5	87.5	81.4	78.8	71.5	69.2	60.8	58.9
psnm 1000	97.1	97.1	93.9	93.1	89.0	87.4	81.8	79.0	72.8	69.4	62.8	59.8	52.7	50.4
agpl 1000	94.2	93.5	86.6	85.1	78.2	75.6	68.4	65.1	57.4	54.2	46.6	44.9	36.7	36.2
uvel 850	92.4	91.2	86.9	85.0	80.3	77.7	72.4	68.9	62.5	58.5	52.2	49.0	42.3	41.3
vvel 850	93.1	91.9	87.9	86.0	81.5	78.8	73.2	69.9	62.7	59.1	51.7	49.0	40.7	38.7
temp 850	92.7	91.8	88.2	86.9	82.8	80.9	76.5	73.9	68.1	65.2	59.3	56.2	49.5	46.9
tp2m 1000	<u>35.0</u>	35.7	<u>28.6</u>	30.7	<u>24.0</u>	26.9	<u>20.8</u>	24.5	<u>18.0</u>	22.9	<u>15.3</u>	20.8	<u>12.2</u>	18.2

	Average Root Mean Square Error - Hybrid Sigma (CIs): 00Z06JAN2020 to 00Z29JAN2020													
Day	1	2	3	4	5	6	7							
zgeo 500	<u>12.4</u>	11.1	19.5	20.5	28.3	30.6	39.3	42.4	51.8	54.8	63.5	66.0	74.4	76.1
psnm 1000	1.7	1.8	2.5	2.7	3.4	3.6	4.4	4.7	5.4	5.7	6.3	6.5	7.1	7.2
agpl 1000	2.5	2.7	3.9	4.1	5.0	5.3	6.0	6.2	6.9	7.1	7.8	7.7	8.5	8.3
uvel 850	2.3	2.5	3.0	3.2	3.7	3.9	4.4	4.7	5.1	5.4	5.8	5.9	6.3	6.3
vvel 850	2.3	2.5	3.0	3.2	3.7	3.9	4.4	4.6	5.1	5.3	5.8	5.8	6.3	6.3
temp 850	1.5	1.5	<u>2.0</u>	1.9	2.4	2.4	2.8	2.8	3.2	3.2	3.6	3.6	<u>4.1</u>	4.0
tp2m 1000	3.4	3.5	3.7	3.8	3.9	4.0	4.0	4.1	4.1	4.2	4.2	4.4	4.4	4.5

Viés e Erro Absoluto

Hemisfério Sul

Average Bias - Hybrid Sigma (CIs): 00Z06JAN2020 to 00Z29JAN2020

	Day	1	2	3	4	5	6	7							
zgeo	500	-5.3	-1.8	-6.1	-4.0	-6.9	-5.4	-8.0	-6.7	-8.1	-8.0	-7.4	-9.5	-7.5	-11.3
psnm	1000	0.0	0.2	0.2	0.4	0.3	0.5	0.4	0.7	0.5	0.8	0.7	0.9	0.8	0.9
agpl	1000	0.2	0.2	0.4	0.2	0.6	0.2	0.8	0.3	1.1	0.4	1.3	0.4	1.4	0.5
uvel	850	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.1	0.0	-0.1	0.0	-0.2	-0.1	-0.2	-0.1	-0.2
vvel	850	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
temp	850	-0.5	-0.4	-0.8	-0.6	-1.0	-0.8	-1.1	-0.9	-1.2	-1.0	-1.2	-1.1	-1.3	-1.2
tp2m	1000	0.3	0.9	0.6	0.9	0.6	0.9	0.5	1.0	0.5	1.0	0.5	1.0	0.5	1.0

Average Absolute Error - Hybrid Sigma (CIs): 00Z06JAN2020 to 00Z29JAN2020

	Day	1	2	3	4	5	6	7							
zgeo	500	9.1	8.2	13.8	14.7	20.1	21.9	27.9	30.2	36.3	38.7	44.5	46.3	52.2	53.4
psnm	1000	1.2	1.2	1.8	2.0	2.4	2.6	3.1	3.3	3.8	4.0	4.5	4.7	5.1	5.2
agpl	1000	1.6	1.7	2.5	2.6	3.3	3.4	3.9	4.1	4.6	4.7	5.2	5.2	5.8	5.7
uvel	850	1.7	1.8	2.2	2.4	2.7	2.9	3.2	3.4	3.8	4.0	4.3	4.4	4.7	4.8
vvel	850	1.6	1.8	2.2	2.3	2.7	2.9	3.2	3.4	3.7	3.9	4.2	4.3	4.7	4.7
temp	850	1.1	1.1	1.5	1.5	1.9	1.8	2.2	2.2	2.5	2.5	2.8	2.8	3.1	3.1
tp2m	1000	1.4	1.6	1.7	1.7	1.8	1.8	1.8	1.9	1.9	2.0	2.1	2.1	2.2	2.1

Correlação de Anomalias e Erro Quadrático Médio

Hemisfério Norte

Average Correlation - Hybrid Sigma (CIs): 00Z06JAN2020 to 00Z29JAN2020															
	Day	1	2	3	4	5	6	7							
zgeo	500	98.7	99.1	97.9	97.4	95.3	94.0	91.1	88.6	85.6	81.1	79.2	71.6	70.2	60.4
psnm	1000	94.8	95.7	92.9	92.9	89.1	88.3	84.0	82.0	78.0	73.8	70.7	64.2	61.5	53.5
agpl	1000	94.1	93.1	86.8	84.5	77.8	73.1	68.2	61.5	59.8	50.4	51.8	40.9	42.6	31.3
uvel	850	90.7	89.7	86.6	84.5	80.4	77.0	72.5	67.7	65.1	58.5	56.6	47.6	45.7	35.8
vvel	850	90.8	88.9	85.8	83.1	78.8	75.1	70.7	64.9	60.5	52.3	51.2	40.3	41.0	29.4
temp	850	89.6	89.5	83.2	82.5	76.9	75.0	70.3	66.4	63.6	57.7	57.3	49.4	49.4	39.8
tp2m	1000	54.9	55.8	48.2	48.9	44.5	44.8	41.1	41.2	38.3	38.1	34.8	34.2	31.0	29.8

Average Root Mean Square Error - Hybrid Sigma (CIs): 00Z06JAN2020 to 00Z29JAN2020															
	Day	1	2	3	4	5	6	7							
zgeo	500	19.1	16.1	23.8	26.3	34.2	38.9	45.9	53.3	57.9	68.3	69.2	83.6	82.1	98.7
psnm	1000	3.3	3.0	3.9	4.0	4.8	5.1	5.7	6.3	6.7	7.6	7.7	8.9	8.8	10.3
agpl	1000	1.8	1.9	2.6	2.9	3.5	3.8	4.2	4.6	4.8	5.3	5.3	5.8	5.8	6.3
uvel	850	3.1	3.3	3.7	4.0	4.4	4.9	5.2	5.7	5.8	6.5	6.5	7.3	7.1	7.9
vvel	850	2.9	3.2	3.6	4.0	4.4	4.8	5.1	5.7	5.8	6.6	6.5	7.3	7.1	7.9
temp	850	2.2	2.1	2.8	2.7	3.2	3.3	3.7	3.8	4.0	4.3	4.4	4.7	4.7	5.2
tp2m	1000	6.1	5.8	6.8	6.6	7.1	7.0	7.4	7.3	7.6	7.5	7.8	7.7	7.9	7.9

Viés e Erro Absoluto

Hemisfério Norte

Average Bias - Hybrid Sigma (CIs): 00Z06JAN2020 to 00Z29JAN2020														
Day	1	2	3	4	5	6	7							
zgeo 500	-6.0	-4.3	-5.7	-5.2	-4.8	-5.8	-2.9	-5.8	-2.0	-5.4	-1.6	-4.8	0.0	-4.4
psnm 1000	-0.3	-0.2	-0.3	-0.4	-0.3	-0.4	-0.2	-0.5	-0.1	-0.4	-0.1	-0.3	0.0	-0.2
agpl 1000	0.2	0.2	0.4	0.3	0.6	0.5	0.8	0.6	0.9	0.7	1.0	0.8	1.1	0.9
uvel 850	0.3	0.1	0.3	0.2	0.3	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2	0.3	0.2	0.3
vvel 850	-0.1	0.1	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0	0.1
temp 850	-0.4	-0.2	-0.4	-0.1	-0.3	0.0	-0.3	0.0	-0.3	0.0	-0.3	0.0	-0.3	0.0
tp2m 1000	0.0	0.8	0.3	1.1	0.4	1.2	0.4	1.3	0.5	1.3	0.5	1.3	0.5	1.3

Average Absolute Error - Hybrid Sigma (CIs): 00Z06JAN2020 to 00Z29JAN2020														
Day	1	2	3	4	5	6	7							
zgeo 500	13.6	12.2	17.6	19.8	25.1	29.1	33.2	39.6	41.9	50.2	50.2	61.5	59.4	72.5
psnm 1000	1.9	2.0	2.5	2.8	3.2	3.7	4.0	4.6	4.7	5.5	5.4	6.5	6.3	7.6
agpl 1000	1.1	1.2	1.7	1.8	2.2	2.4	2.7	2.9	3.1	3.4	3.4	3.8	3.8	4.1
uvel 850	2.2	2.4	2.7	3.0	3.3	3.6	3.8	4.3	4.3	4.8	4.7	5.4	5.2	6.0
vvel 850	2.1	2.3	2.6	2.9	3.2	3.5	3.7	4.2	4.3	4.9	4.7	5.4	5.2	5.9
temp 850	1.5	1.5	2.0	2.0	2.3	2.4	2.7	2.8	3.0	3.2	3.2	3.6	3.5	4.0
tp2m 1000	3.6	3.5	4.1	4.0	4.3	4.3	4.5	4.6	4.7	4.8	4.8	5.0	5.0	5.2

Análise Preliminar dos Resultados 1

Em geral a performance do BAM Híbrido é melhor que o BAM Sigma, destacando-se a água precipitável (**há muito menos valores sublinhados**).

Destacam-se os casos de performance inferior:

1 – O primeiro dia de previsão da altura geopotencial em 500 hPa tem performance pior, depois fica melhor. Talvez indique algum problema de inicialização, porém a pressão reduzida ao nível do mar não mostra esse problema; ou impacto da análise de outro modelo maior. A analisar mais profundamente.

2 – A temperatura em 850 hPa tem viés e erro absolutos ligeiramente inferiores, não sendo uma diferença significativa.

3 – A temperatura a 2 metros tem correlação de anomalias inferior, porém as demais estatísticas são superiores. Aparentemente há um problema de fase nesse variável.

Análise Preliminar dos Resultados 2

A América do Sul apresenta os melhores resultados de viés para o BAM Híbrido.

A Região Tropical apresentam os melhores resultados de correlação de anomalias e rms para o BAM Híbrido, porém tem alguns problemas de viés.

O Hemisfério Sul tem resultados de viés ruins para o BAM Híbrido, porém tem bons resultados de rms e erro absoluto.

O Hemisfério Norte tem os piores resultados de viés para o BAM híbrido, porém tem os melhores resultados de erro absoluto.



AVALIAÇÃO PRELIMINAR

da Simulação do BAM T666L64 Sigma e hibrido

Junho 2021

José Paulo Bonatti

Colaboradores: Paulo kubota, Enver Ramirez e Julio Pablo

Estatísticas Calculadas:

Correlação de Anomalias, Erro Quadrático Médio (RMS) e Viés

Variáveis Avaliadas:

Água Precipitável (agpl)

Pressão Reduzida ao Nível do Mar (psnm)

Vento Zonal em 200 e 850 hPa (uvel)

Vento Meridional em 200 e 850 hPa (vvel)

Temperatura em 200 e 850 hPa (temp)

Altura Geopotencial em 200, 500 e 850 hPa (zgeo)

Temperatura a 2 metros (tp2m)

Velocidade Vertical em Pressão em 500 hPa (omeg)

Áreas de Cálculo das Estatísticas

América do Sul: Longitudes: 90°W a 30°W
Latitudes: 40°S a 10°N

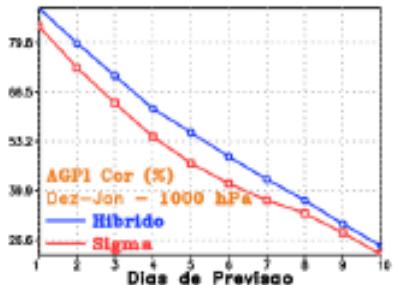
Região Tropical: Longitudes: 0 a 360
Latitudes: 20°S a 20°N

Hemisfério Sul: Longitudes: 0 a 360
Latitudes: 90°S a 20°S

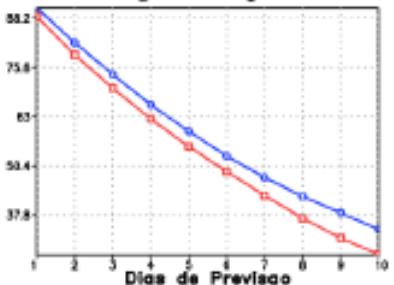
Hemisfério Norte: Longitudes: 0 a 360
Latitudes: 20°N a 90°N

Correlação de Anomalias, Erro Quadrático Médio e Viés (agpl e psnm)

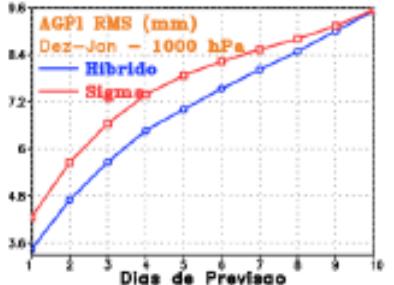
America do Sul



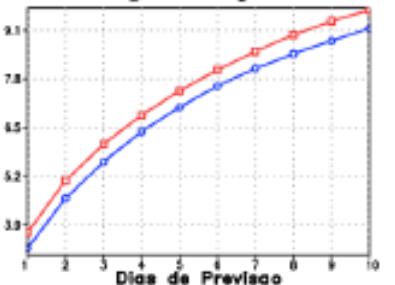
Regiao Tropical



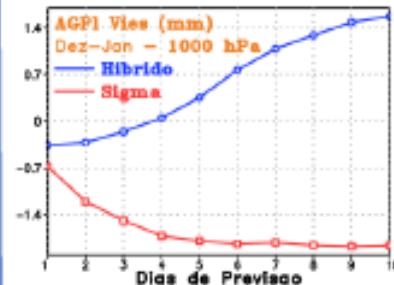
America do Sul



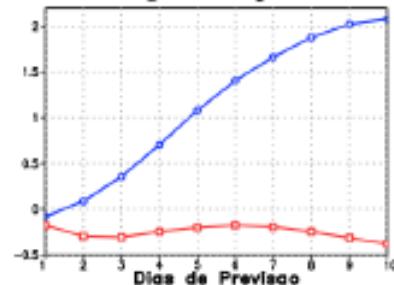
Regiao Tropical



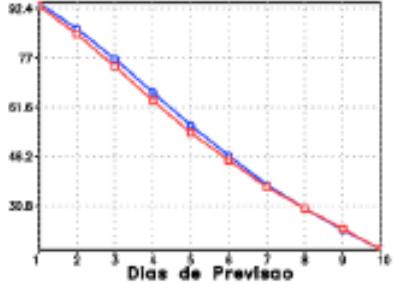
America do Sul



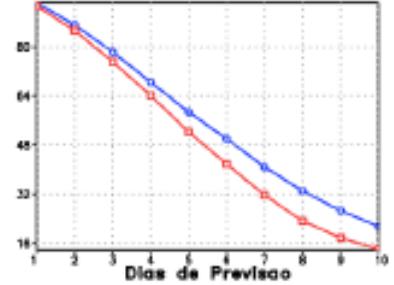
Regiao Tropical



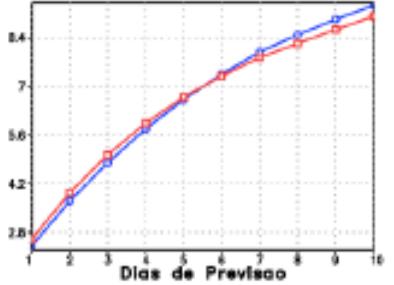
Hemisferio Sul



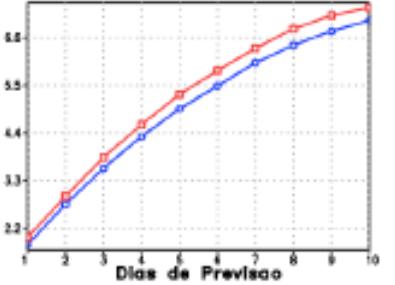
Hemisferio Norte



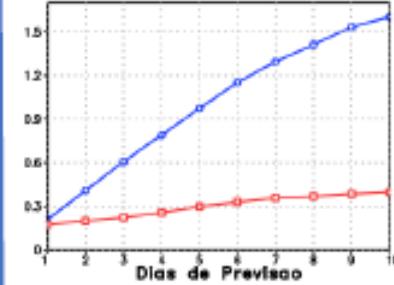
Hemisferio Sul



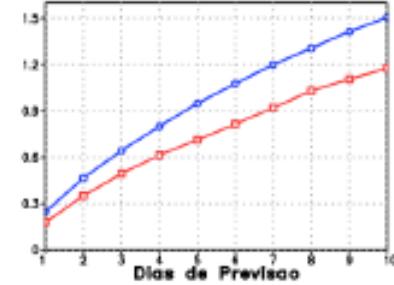
Hemisferio Norte



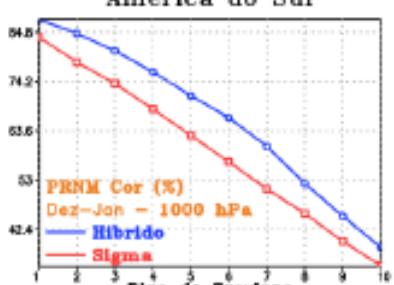
Hemisferio Sul



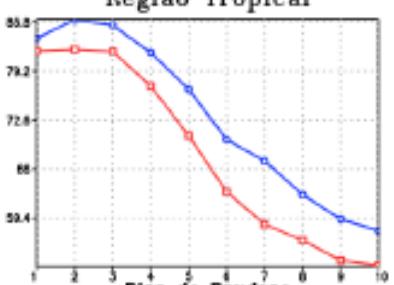
Hemisferio Norte



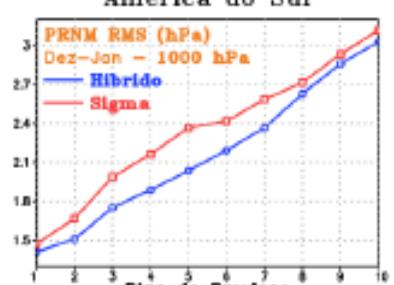
Hemisferio Sul



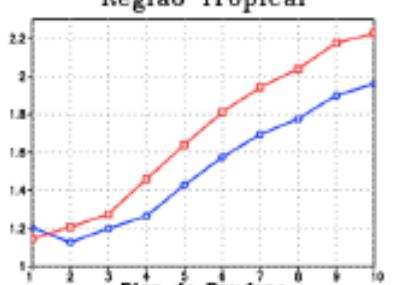
Hemisferio Norte



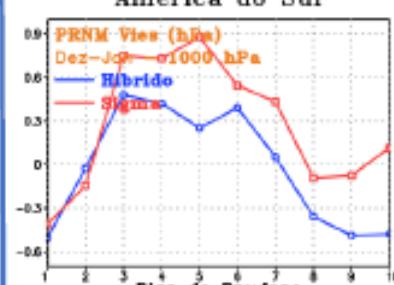
Hemisferio Sul



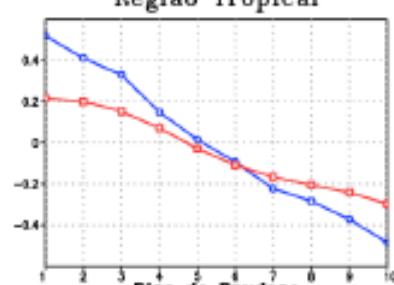
Hemisferio Norte



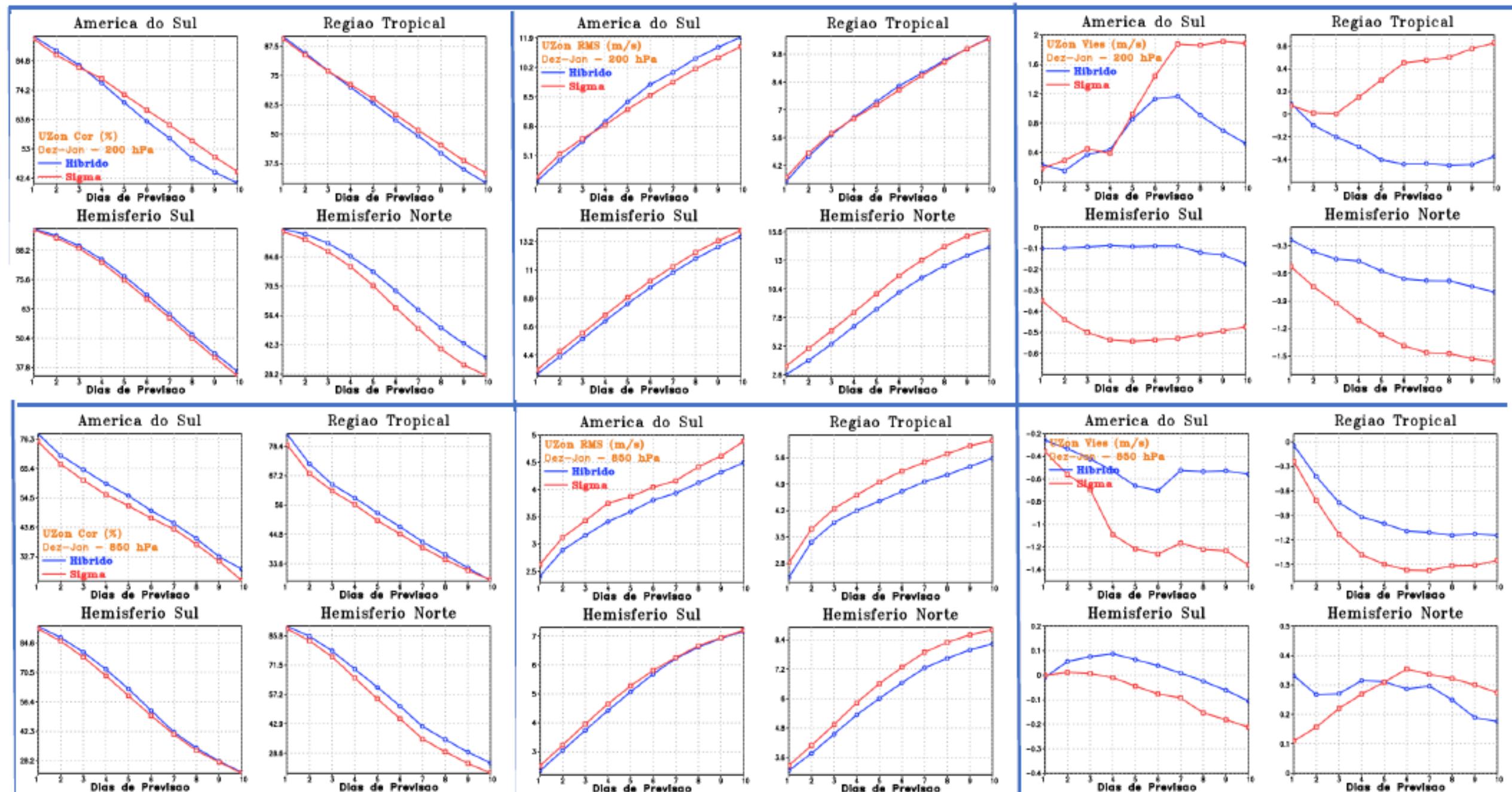
Hemisferio Sul



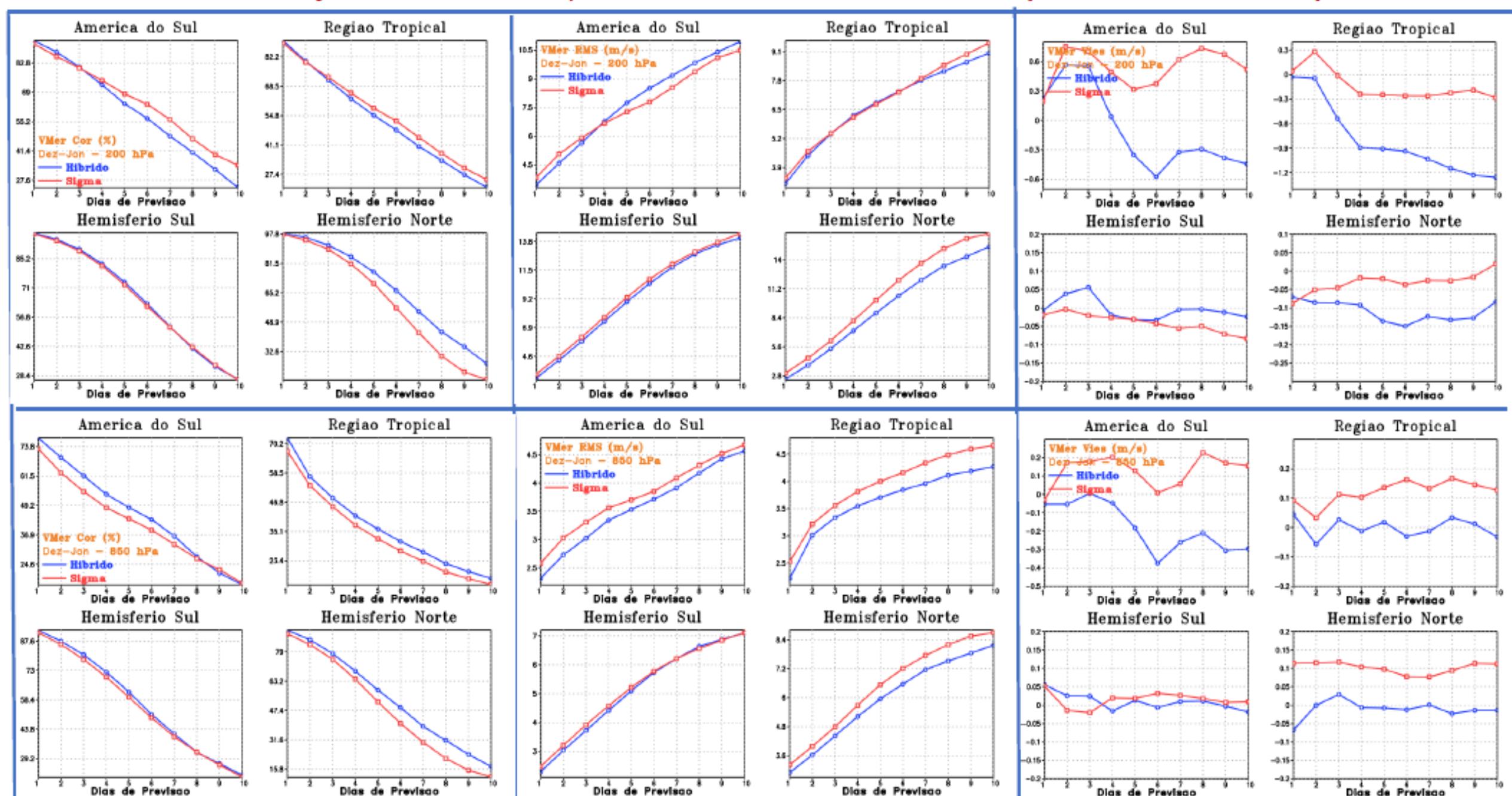
Hemisferio Norte



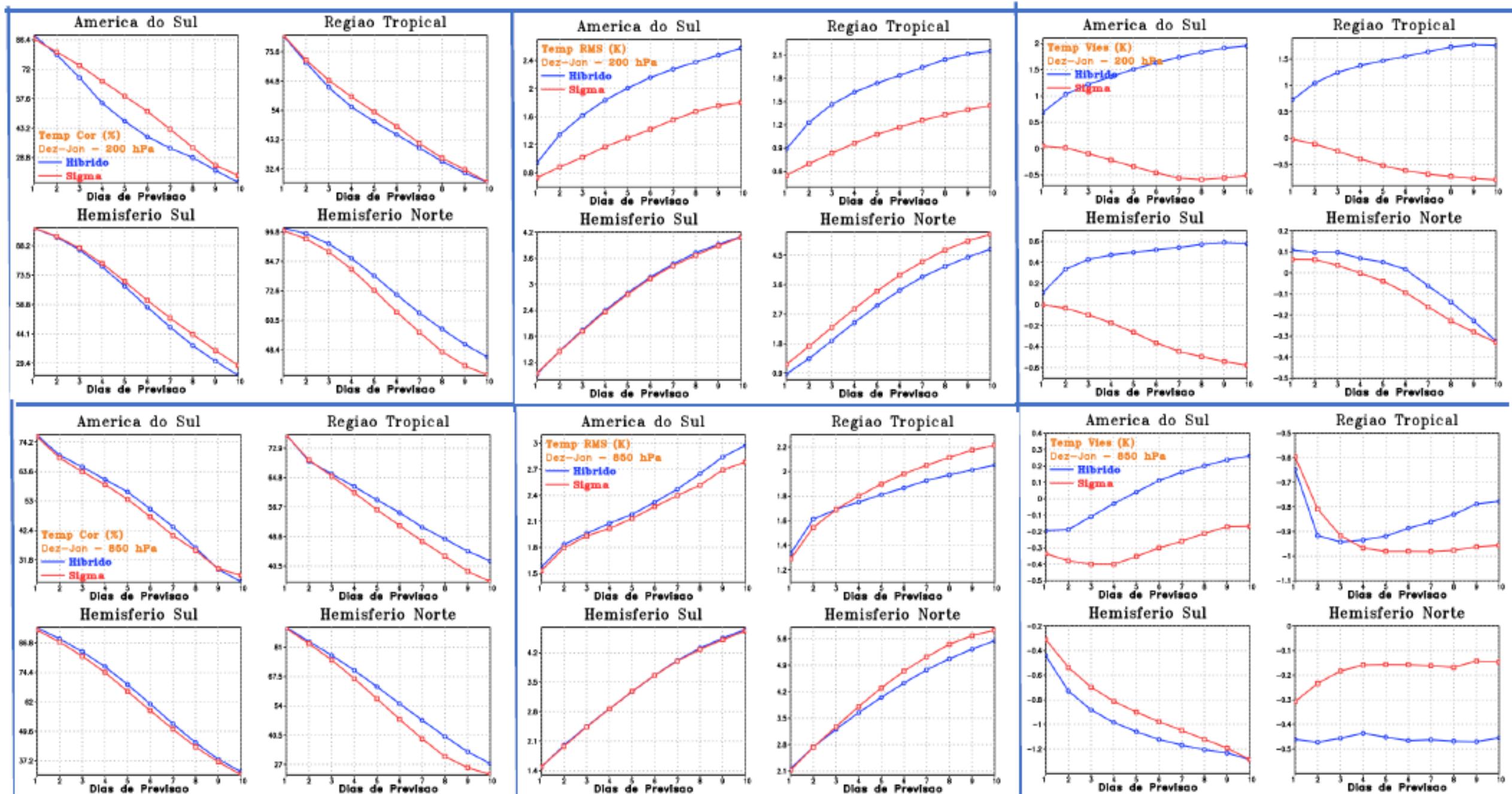
Correlação de Anomalias, Erro Quadrático Médio e Viés (uvel: 200 e 850 hPa)



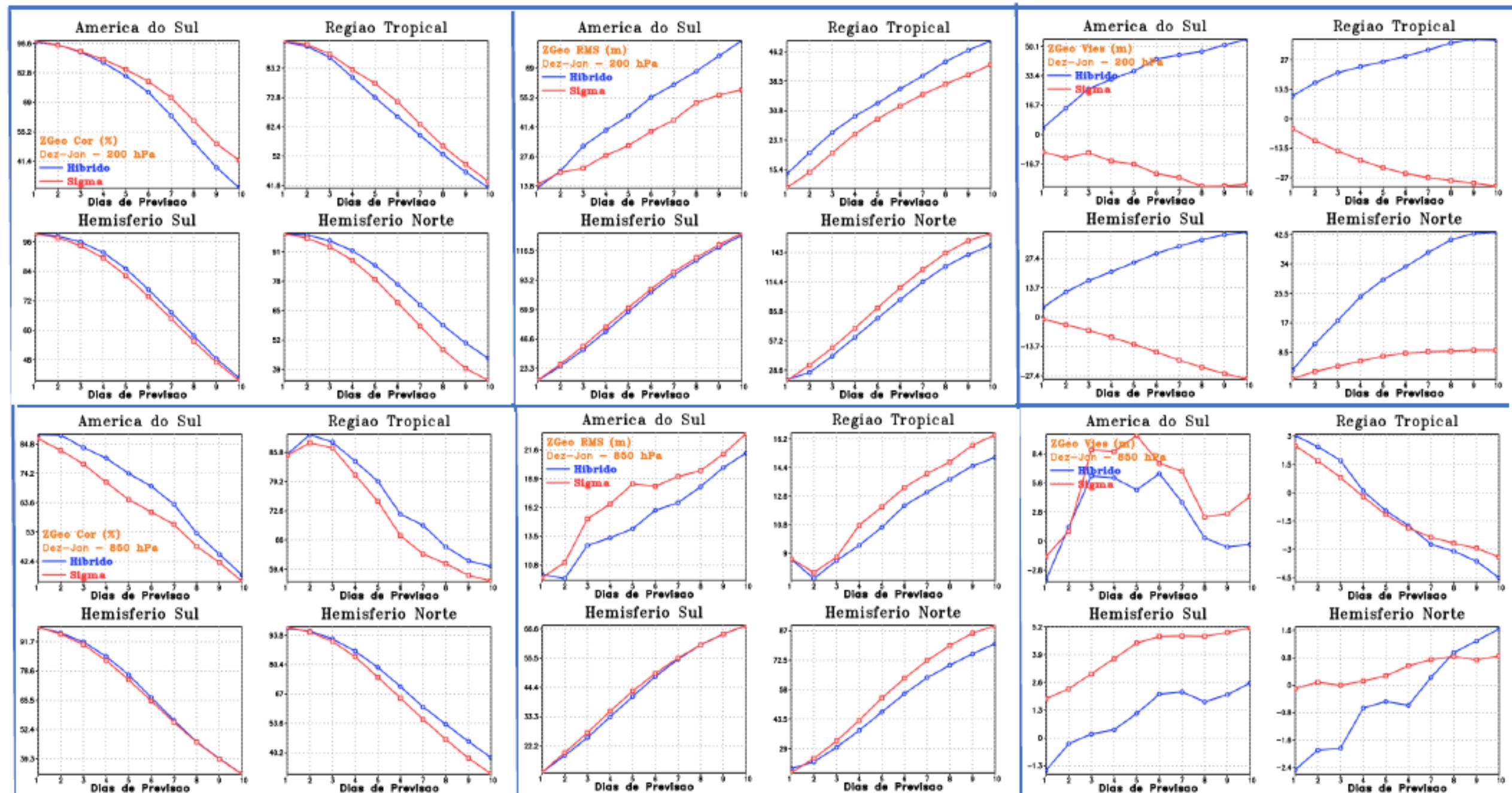
Correlação de Anomalias, Erro Quadrático Médio e Viés (vvel: 200 e 850 hPa)



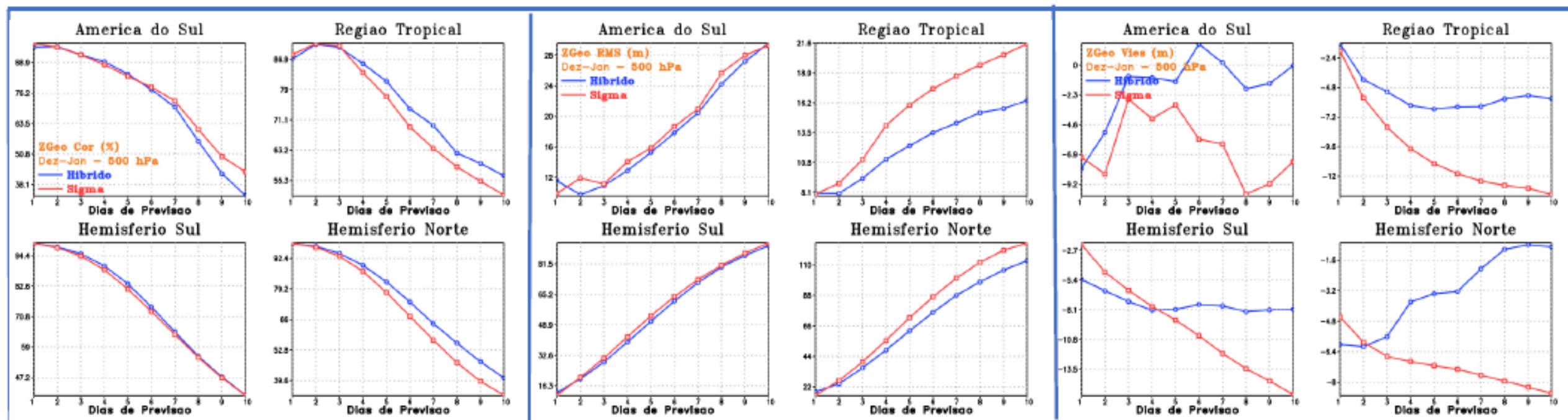
Correlação de Anomalias, Erro Quadrático Médio e Viés (temp: 200 e 850 hPa)



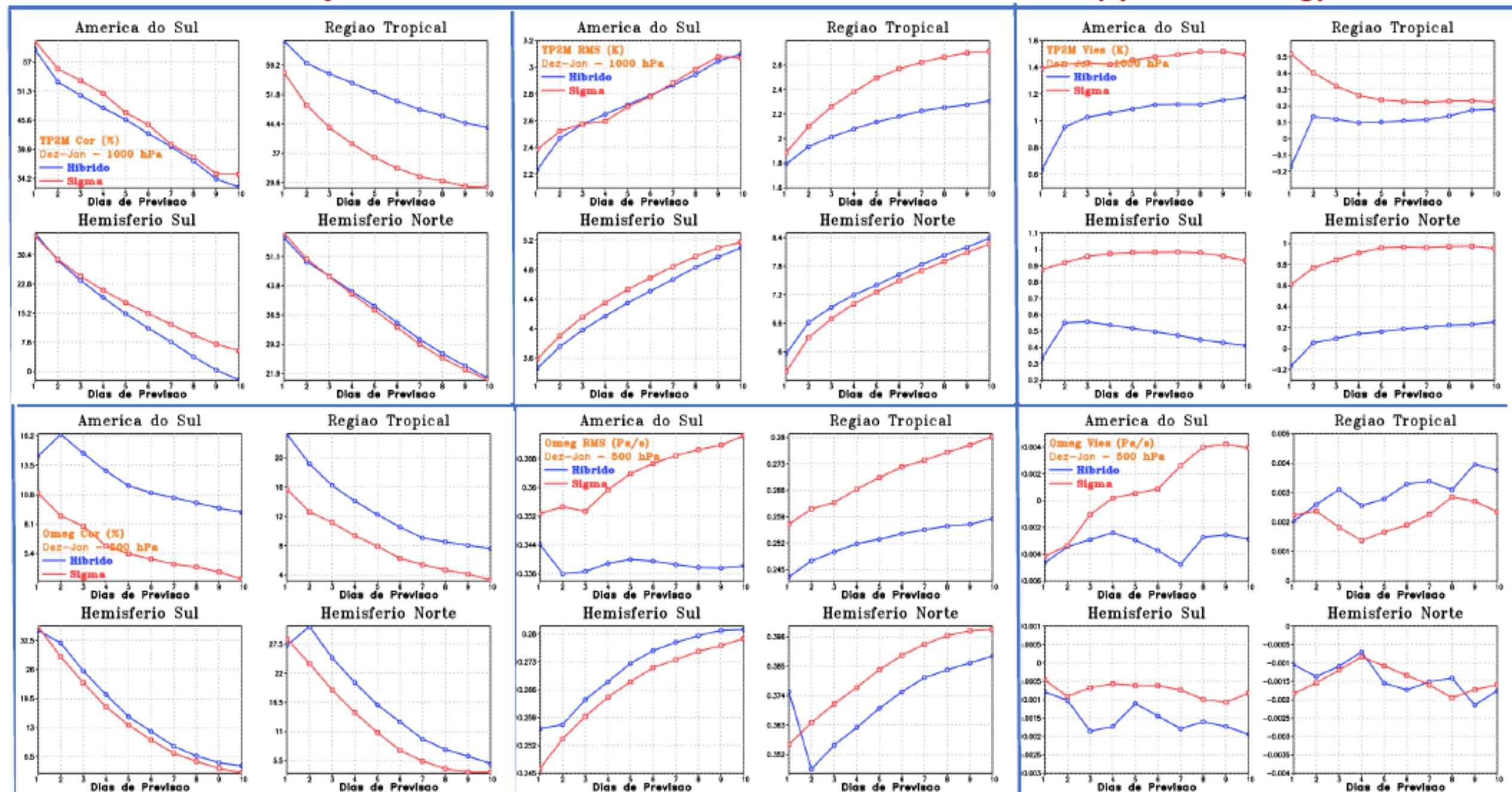
Correlação de Anomalias, Erro Quadrático Médio e Viés (zgeo: 200 e 850 hPa)



Correlação de Anomalias, Erro Quadrático Médio e Viés (zgeo: 500 hPa)



Correlação de Anomalias, Erro Quadrático Médio e Viés (tp2m e omeg)



Análise Final:

Em geral, o BAM Híbrido tem melhor desempenho dado ao número de vezes que apresenta estatísticas melhores que as do BAM Sigma.

A performance do BAM Híbrido para Correlação de Anomalias e Erro Quadrático Médio (RMS) apresentam maior número de resultados melhores que a do BAM Sigma do que no caso do Viés.

Conclusão:

A performance do BAM Híbrido nas estatísticas calculadas superam de uma forma contundente a do BAM Sigma, sendo, portanto, uma versão mais adequada para ser considerada para entrar em operação.

Análise Final:

Em geral, o BAM Híbrido tem melhor desempenho dado ao número de vezes que apresenta estatísticas melhores que as do BAM Sigma.

A performance do BAM Híbrido para Correlação de Anomalias e Erro Quadrático Médio (RMS) apresentam maior número de resultados melhores que a do BAM Sigma do que no caso do Viés.

Conclusão:

A performance do BAM Híbrido nas estatísticas calculadas superam de uma forma contundente a do BAM Sigma, sendo, portanto, uma versão mais adequada para ser considerada para entrar em operação.



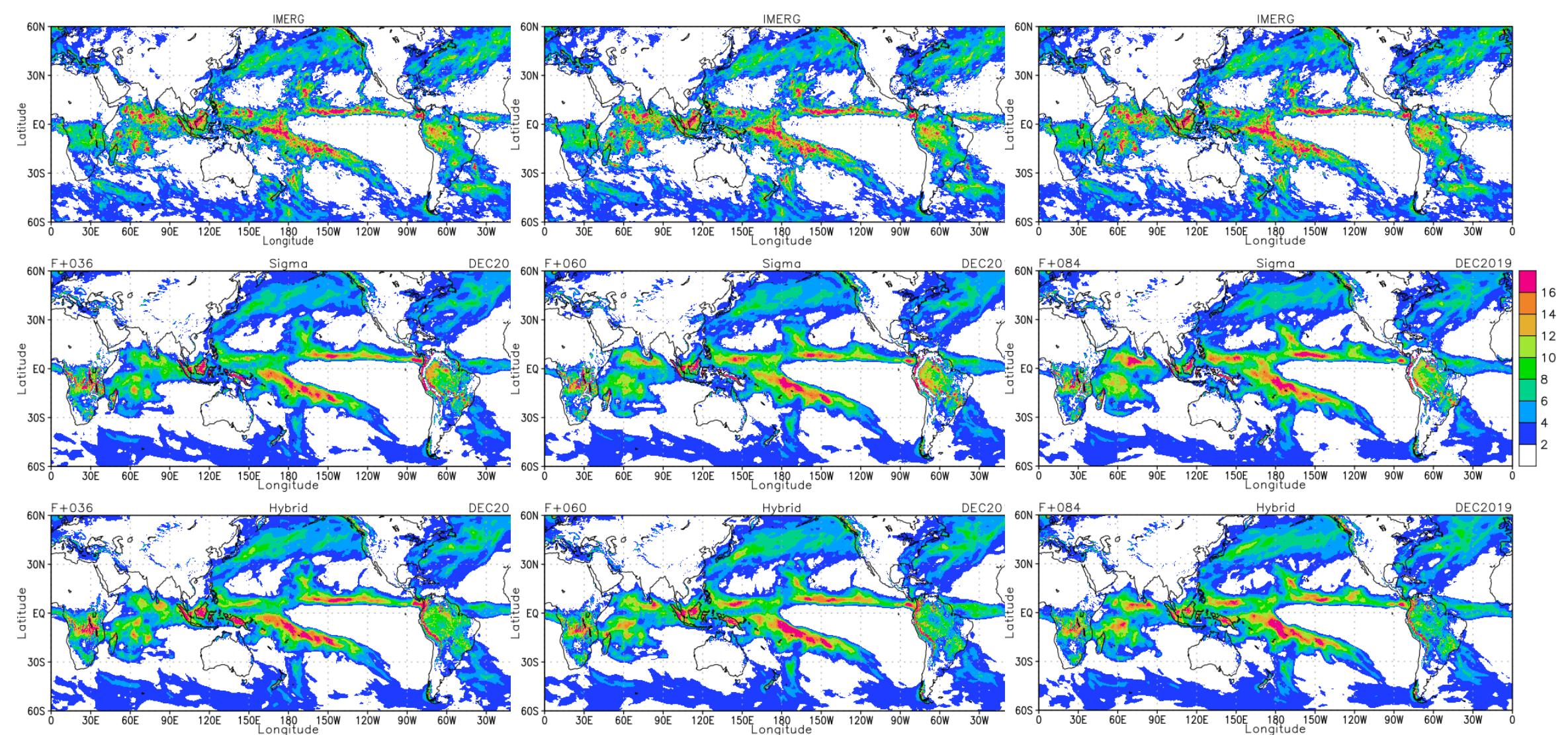
AVALIAÇÃO PRELIMINAR DA PRECIPITAÇÃO

da Simulação do BAM T666L64 Sigma e hibrido

Dezembro 2019

Silvio Nilo Figueroa

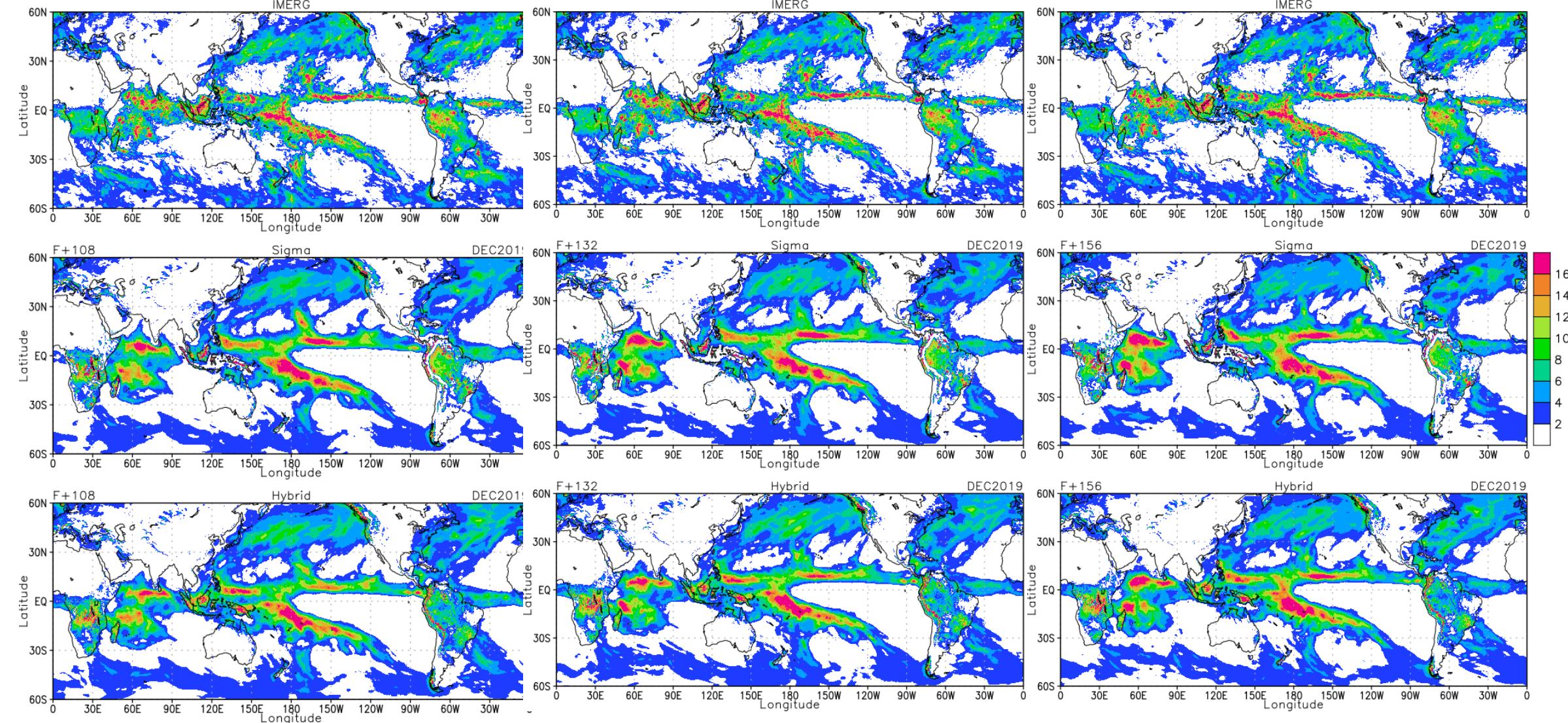
Colaboradores: Paulo kubota, Enver Ramirez e Julio Pablo



1 day

2 days

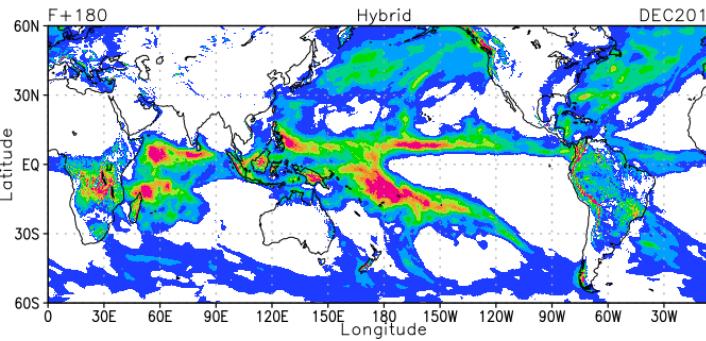
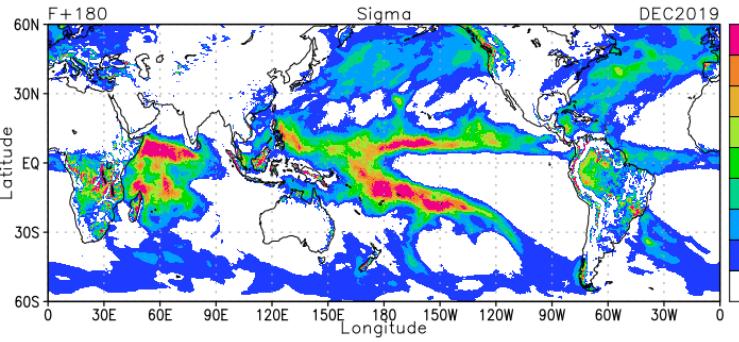
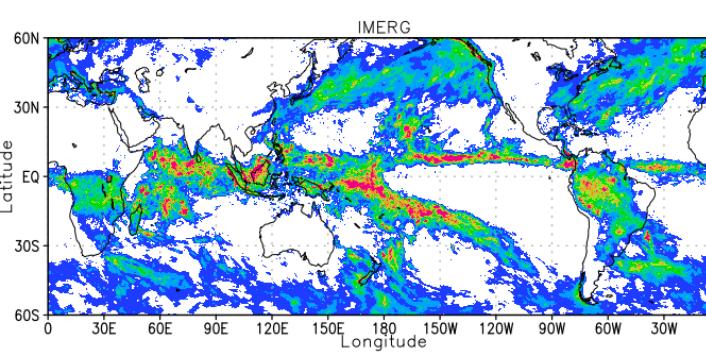
3 days



4 days

5 days

6 days



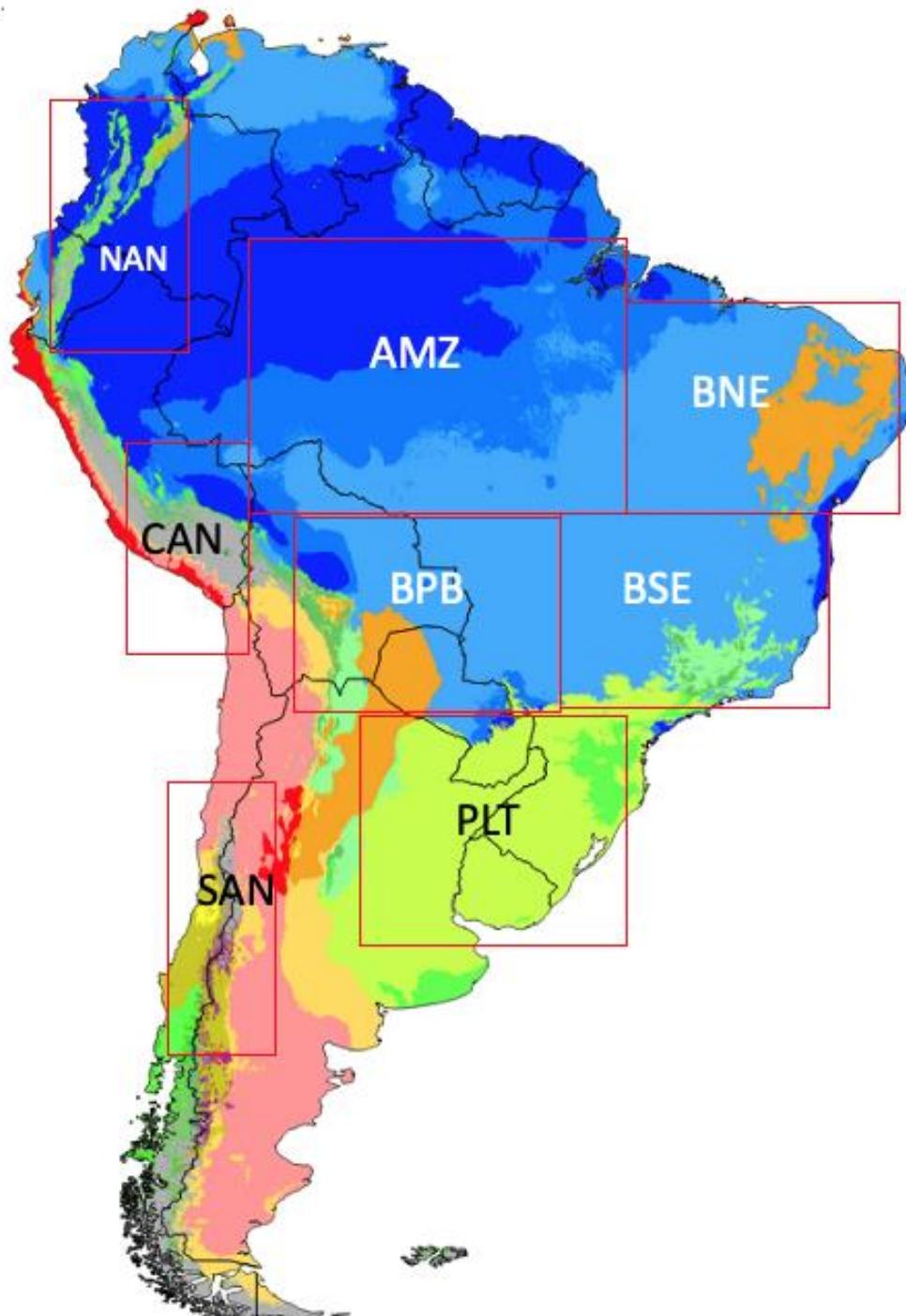
7 days

CONCLUSAO PRECIPITAÇÃO GRANDE ESCALA

Hibrido comparado com sigma

- 1) Oceano indico—similar
- 2) ITCZ do Pacifico--similar
- 3) ITCZ do Atlantico--similar
- 4) SPCZ –hybrido-- similar
- 5) Storm tracks HN--- similar
- 6) Storm tracks HS- similar
- 7) USA-CANADA- similar
- 8) EUROPE-- similar
- 9) AFRICA- Hibrido melhor
- 10)SOUTH AMERICA- Hibrido melhor

SOUTH AMERICA



AMZ-Amazon (70W-50W,12.5S-0S)

BNE-Brazil Northeast (50W-35W, 12.5S-0S)

BSE-Brazil Southeast (52.5W-40W, 25S-12.5S)

BPB-Border_Bol-Par-Br (65W-52.5W,25S-12.5S)

PLT-La Plata (65W-50W, 37.5S-25S)

NAN-North Andes (80W-70W,5S-7.5N)

CAN-Central Andes(75W-65W,20S-10S)

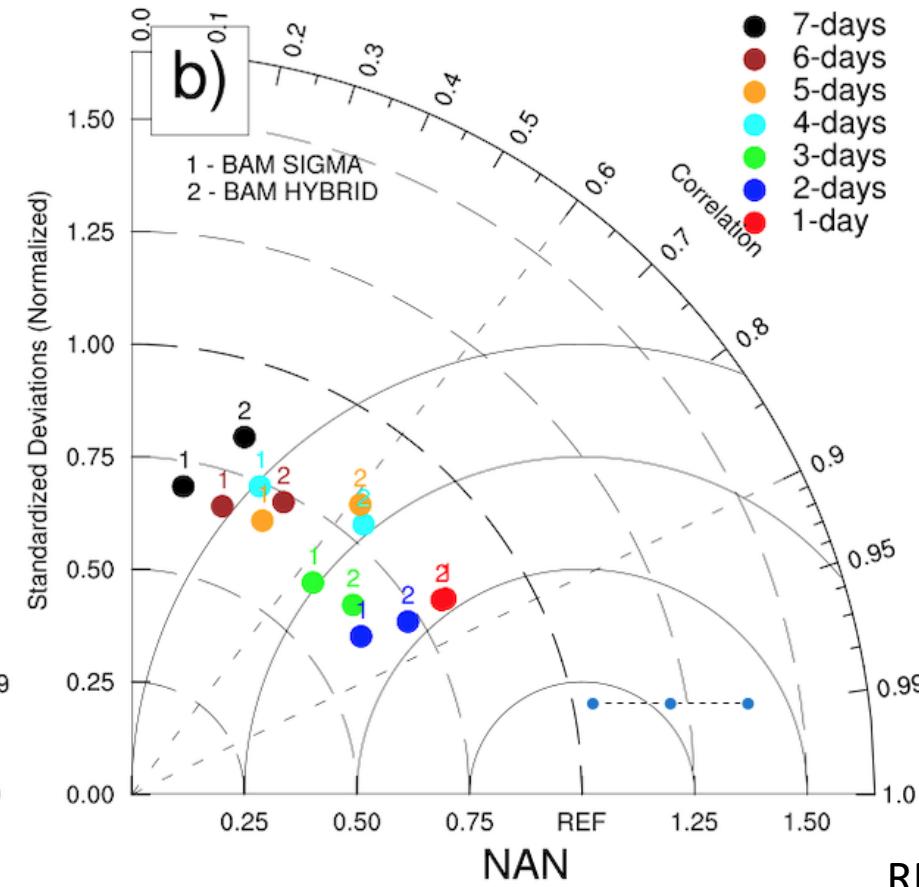
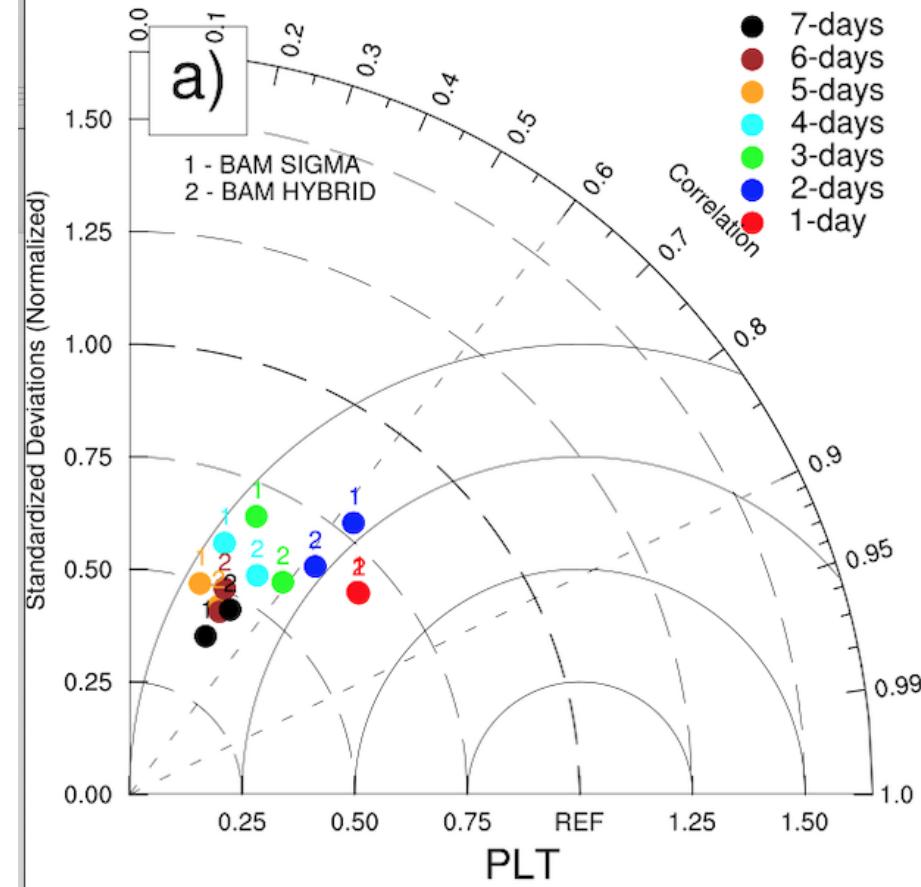
SAN-South Andes

AMZ

BNE

AMZ-Amazon

BNE-Brazil Northeast



RESUMO

RMSE - similar a melhor

Dia1-Similar

Dia2-H melhora

Dia3-4-H Melhora

Dias5-6-7 Proximo Similar

CORR-Similar a melhor

VAR-dia1 similar, dia2-3 pior, dia7-melhor

RMSE - similar a melhor

Dia1-Similar

Dia2-H melhora

Dia3-4-H Melhora

Dias5-6-7 Melhora

CORR-similar a melhor

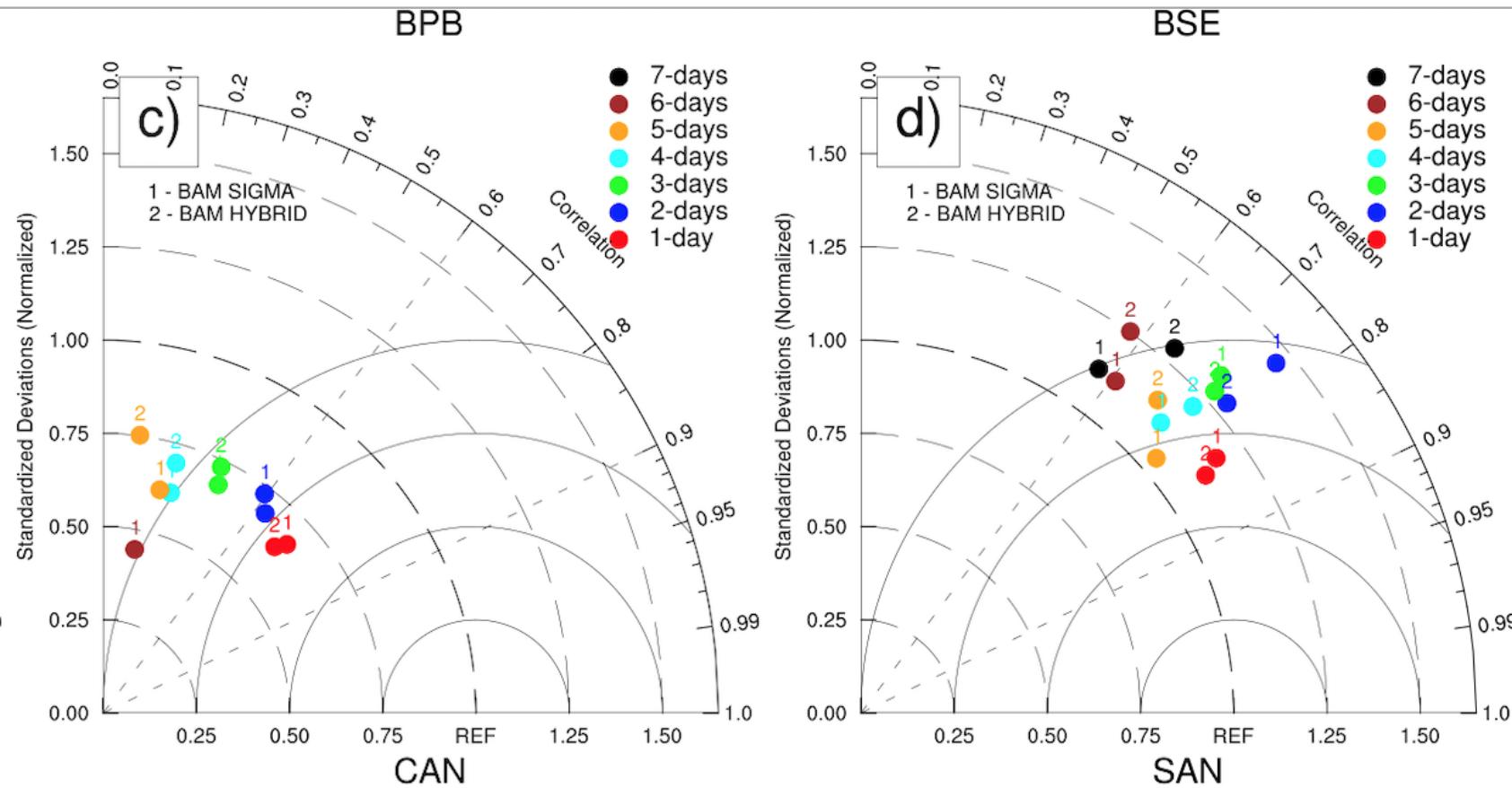
VAR- similar a melhor

NO NORDESTE BRASIL

MELHOR HIBRIDO

AMAZONIA

MIXTO



RMSE – similar e pior

Dia1-Similar

Dia2-Similar

Dia3-4-Similar

Dias5-6-7 Pior

CORR-similar a pior

VAR- similar a melhor

RMSE – melhor e similar

Dia1-Melhora

Dia2-H Melhora

Dia3-4-H Melhora

Dias5-6- Piora, Dia7-similar

CORR-similar a melhor

VAR- similar a melhor

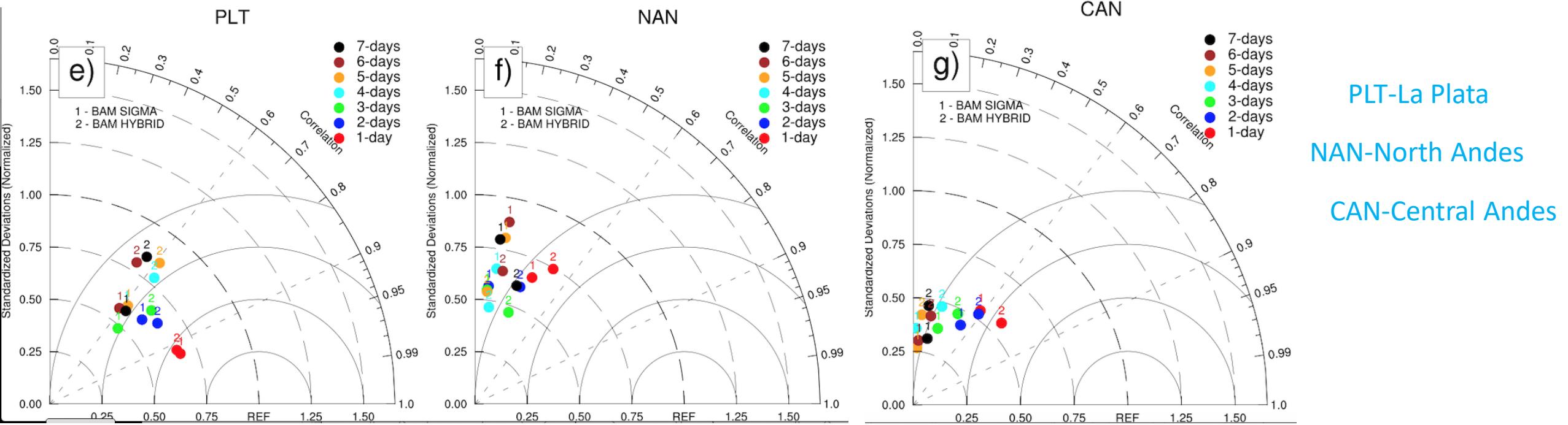
BPB-Border_Bol-Par-Br

BSE-Brazil Southeast

RESUMO

**NO SUDESTE BRASIL
MELHOR HIBRIDO**

**BOLIVIA_PARA_BRA_OESTE.
MIXTO.**



RMSE – similar e melhor

Dia1-Similar
Dia2-melhora
Dia3-4-melhora
Dias5-6-7 similar
CORR-similar e melhor
VAR- similar a melhor

RESUMO-Similar a Melhor Hibrido

RMSE – Melhor

Dia1-Melhor
Dia2-Melhor
Dia3-4-Melhor
Dias5-6-7 Melhor
CORR-melhor
VAR- melhor

RESUMO-Melhor Hibrido

RMSE – similar e pior

Dia1-melhor
Dia2-melhor
Dia3-4-melhor
Dias5-6-7 Similar
CORR-melhor
VAR- melhor

RESUMO-Melhor Hibrido

PLT-La Plata
NAN-North Andes
CAN-Central Andes

FINAL
NA MAIOR PARTE DA
AMERICA DO SUL
HIBRIDO MELHOR



Visão geral · BAM - Brazilian global Atmospheric Model · +

https://projetos.cptec.inpe.br/projects/bam

Não sincronizando

Página inicial Minha página Projetos Ajuda

SMNA - Sistema de Modelagem Numérica e Assimilação » BAM - Brazilian global Atmospheric Model

Busca: » BAM - Brazilian global Atmospheric Model

+ Visão geral Atividade Planejamento Tarefas Gantt Calendário Notícias Documentos Wiki Fóruns Arquivos Repositório Configurações

Visão geral

O Modelo Atmosférico Global Brasileiro (BAM, do inglês Brazilian Global Atmospheric Model) é o novo modelo de circulação geral atmosférica do Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC) do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), o qual inclui o estado da arte em esquemas de parametrizações.

- Página do projeto: <https://projetos.cptec.inpe.br/projects/bam/wiki>

Tarefas

	Abertas	Fechadas	Total
Bug	3	6	9
Feature	1	4	5
Task	20	47	67
Improvement	3	2	5
User Story	1	0	1

[Ver todas as tarefas](#) | [Calendário](#) | [Gantt](#)

Membros

Manager: Bastarz, Carlos Frederico, Kubota, Paulo

Developer: Acosta, Ricardo, Bastarz, Carlos Frederico, Bonatti, Paulo, Coelho, Caio, Eiras, Denis, Fernandes, Alex de Almeida, Fernandez, Julio Pablo Reyes, Fernando Sapucci, Luiz, Figueiroa, Nilo, Flávio, Luiz, Frassoni, Ariane, Guimarães, Bruno, Henrique Soares Ferreira, Sergio, Khamis, Eduardo, Kubota, Paulo, Magno, Cesar, Manzi, Antonio, Ramirez, Enver, Santos, Wanderson, Sin Chan, Chou, Yamada, Barbara, Zell de Mattos, João Gerd

Reporter: Acosta, Ricardo, Aravéquia, José, Azevedo, Helena, Bottino, Marcus, Cruz, Nicolas, Eichholz, Cristiano, Garcia, Roberto, Giarolla, Emanuel, Gonçalves de Gonçalves, Luis Gustavo, Herdies, Dirceu, Junior, Manoel Baptista da Silva, Lanfer, André, Nobre, Paulo, Sin Chan, Chou, Soares, Helena

Últimas notícias

Corrupção de Dados do ERA5
Adicionado por Bastarz, Carlos Frederico 3 meses atrás

Novo caminho para os dados de Testcase do BAM
Adicionado por Bastarz, Carlos Frederico 4 meses atrás

Alterações na suíte de previsões numérica do NCEP
Alterações na suíte de previsões numérica do NCEP com potencial impacto para as simulações do modelo BAM.
Adicionado por Bastarz, Carlos Frederico 4 meses atrás

Digitando aqui para pesquisar

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 X

11:01 POR PTB2 22/07/2021

https://svn.cptec.inpe.br/bam/branch/BAM_V2.2.1