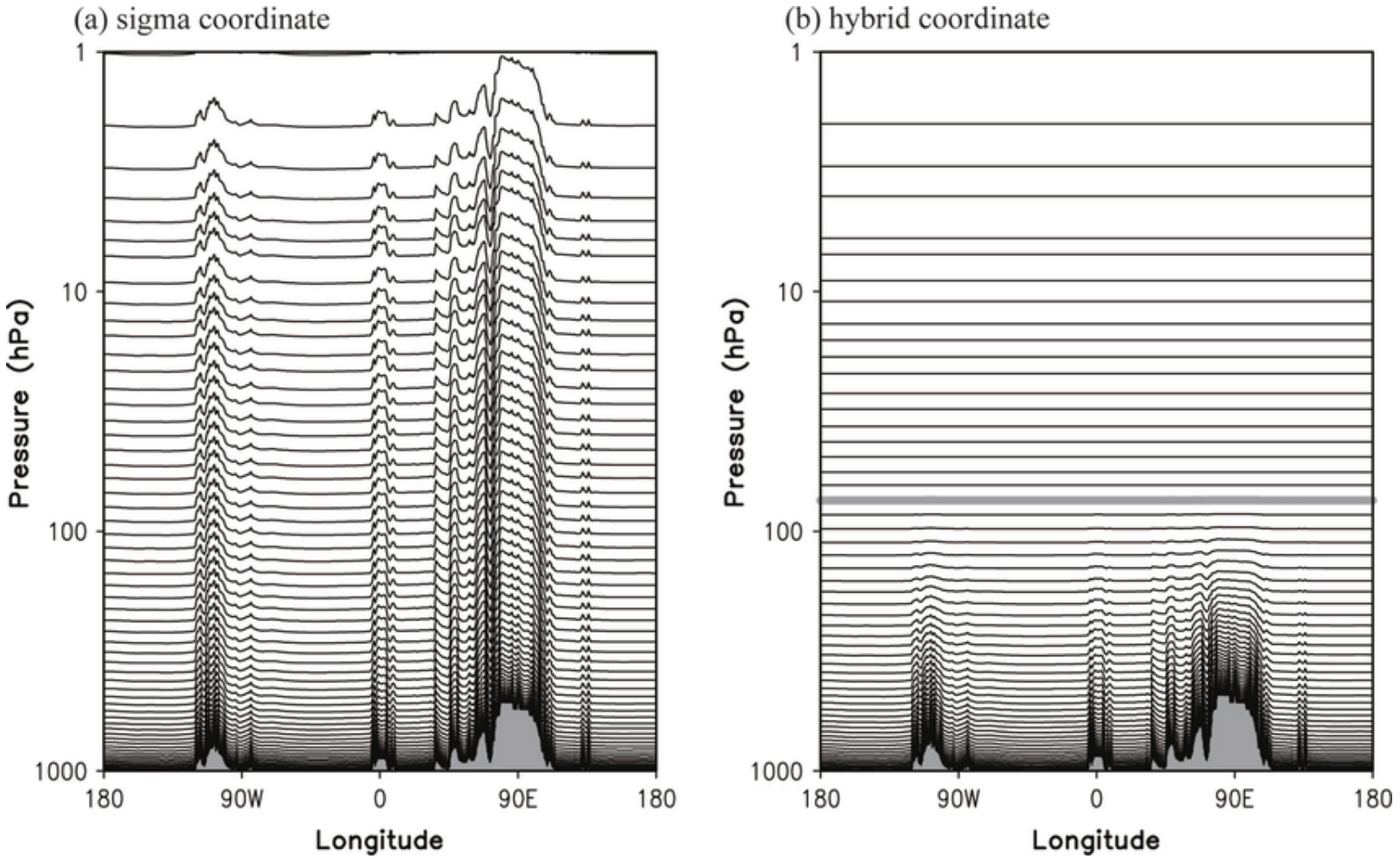
Núcleo Dinâmico com Coordenada Vertical Sigma & Hibrida (Sigma-Pressão)

Paulo Yoshio Kubota
Cachoeira Paulista , 17 de abril de 2020
INPE - SP

As Vantagens da Coordenada Vertical Hibrida Sigma-Pressão em relação a Sigma Pura



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 $\sigma = \frac{P}{P_s}$ $\dot{\sigma} = \frac{d\sigma}{dt}$	$$\frac{\partial U}{\partial t} + \frac{1}{a\cos^2\varphi}\left(U\frac{\partial U}{\partial \lambda} + V\cos\varphi\frac{\partial U}{\partial \varphi}\right) + \dot{\sigma}\frac{\partial U}{\partial \sigma} - fV + \frac{1}{a}\left(\frac{\partial \Phi}{\partial \lambda} + RT\frac{\partial \ln ps}{\partial \lambda}\right) = F_u \quad (3)$$
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 $\sigma = \frac{P}{P_s}$ $\dot{\sigma} = \frac{d\sigma}{dt}$	$$\frac{\partial V}{\partial t} + \frac{1}{a\cos^2\varphi}(U\frac{\partial V}{\partial \lambda} + V\cos\varphi\frac{\partial V}{\partial \varphi}) + \dot{\sigma}\frac{\partial V}{\partial \sigma} + fU + \frac{\cos\varphi}{a}(\frac{\partial \Phi}{\partial \varphi} + RT\frac{\partial \ln ps}{\partial \varphi}) + \frac{\sin\varphi}{a\cos^2\varphi}(U^2 + V^2) = F_v \quad (4)$$
Hibrida $\eta = A + BP_s$ $\dot{\eta} = \frac{d\eta}{dt}$	$$\frac{\partial V}{\partial t} + \frac{1}{a\cos^2\theta}(U\frac{\partial V}{\partial \lambda} + V\cos\theta\frac{\partial V}{\partial \theta}) + \dot{\eta}\frac{\partial V}{\partial \eta} + fU + \frac{\cos\theta}{a}(\frac{\partial \Phi}{\partial \theta} + R_d T_v\frac{\partial \ln p}{\partial \theta}) + \frac{\sin\theta}{a\cos^2\theta}(U^2 + V^2) = F_v \quad (2)$$

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 $\sigma = \frac{P}{P_s}$ $\dot{\sigma} = \frac{d\sigma}{dt}$	$\frac{\partial T}{\partial t} + \frac{1}{a\cos^2\varphi}(U\frac{\partial T}{\partial \lambda} + V\cos\varphi\frac{\partial T}{\partial \varphi}) + \dot{\sigma}\frac{\partial T}{\partial \sigma} - \theta\dot{\sigma}\frac{\partial \Pi}{\partial \sigma} = \kappa T(\frac{\partial}{\partial t} + \vec{V}.\nabla)\ln p_s + F_T$ (5)
Hibrida $\eta = A + BP_s$ $\dot{\eta} = \frac{d\eta}{dt}$	$\frac{\partial T}{\partial t} + \frac{1}{a\cos^2\theta}(U\frac{\partial T}{\partial \lambda} + V\cos\theta\frac{\partial T}{\partial \theta}) + \dot{\eta}\frac{\partial T}{\partial \eta} + \frac{\kappa T_v \omega}{(1+(\delta-1)q)p} = F_T$ (3)

Modificação na equação da Tendência de umidade e (traçadores)

Advecção Vertical

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

Velocidade Vertical são diferentes

Sigma $\sigma = \frac{P}{P_s}$ $\dot{\sigma} = \frac{d\sigma}{dt}$	$\frac{\partial q}{\partial t} + \frac{1}{a\cos^2\varphi}\left(U\frac{\partial q}{\partial \lambda} + V\cos\varphi\frac{\partial q}{\partial \varphi}\right) + \dot{\sigma}\frac{\partial q}{\partial \sigma} = F_q \quad (6)$
Hibrida $\eta = A + BP_s$ $\dot{\eta} = \frac{d\eta}{dt}$	$\frac{\partial q}{\partial t} + \frac{1}{a\cos^2\theta}\left(U\frac{\partial q}{\partial \lambda} + V\cos\theta\frac{\partial q}{\partial \theta}\right) + \dot{\eta}\frac{\partial q}{\partial \eta} = F_q$

Modificação na equação da Equação hidrostática

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

termo=$1/\rho$

Lei dos gases ideais

$$P = \rho RT$$

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

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

Sigma $\sigma = \frac{P}{P_s}$ $\dot{\sigma} = \frac{d\sigma}{dt}$	$\frac{\partial \phi}{\partial \sigma} + \frac{RT}{\sigma} = 0$
Hibrida $\eta = A + BP_s$ $\dot{\eta} = \frac{d\eta}{dt}$	$\frac{\partial \phi}{\partial \eta} + \frac{R_d T_v}{p}\frac{\partial p}{\partial \eta} = 0$

Modificação na equação da Tendência de pressão

Integral da Advecção Pressão, Divergência

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

Modificação na equação da Velocidade Vertical

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

O status dos resultados dessa coordenada no modelo

bam	Modulo Globais		
	Pré-processamento	modelo	Pós-processamento
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								
Hibrida								

 **Completamente implementado e testado**

 **Completamente implementado e não testado**

 **Não implementado e não testado**

O status dos resultados dessa coordenada no modelo

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**

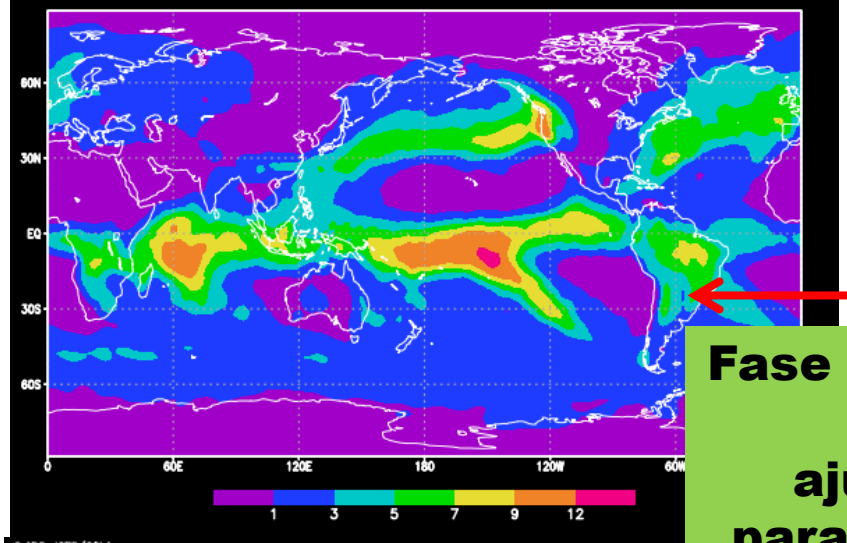
O Status do Trabalho Atual

Trabalho Atual

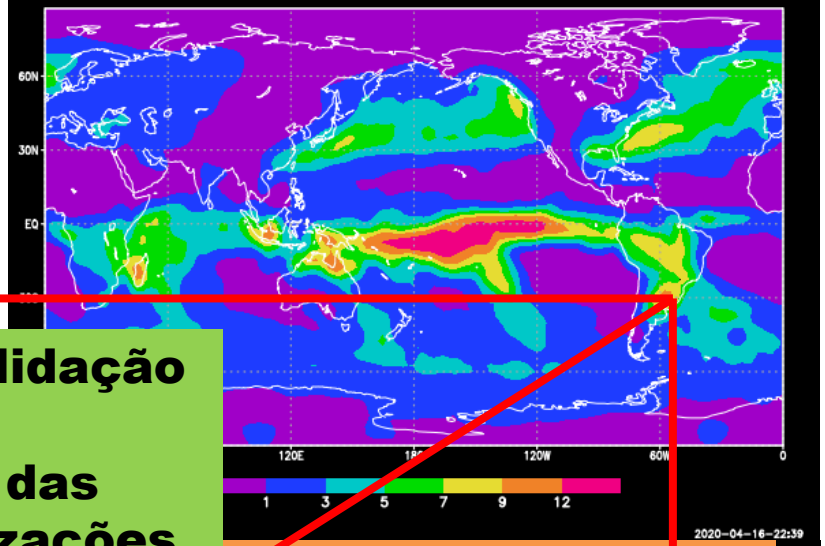
- Ajustar as parametrizações físicas
- Ajustar a difusão horizontal espectral
- Ajustar a difusão horizontal na Malha
- Módulo de Aerossol não implementado e não testado (jayant)

Exemplo de validação de precipitação TQ0062L64
Ajuste na convecção profunda

BAMsig el-nino-97/98



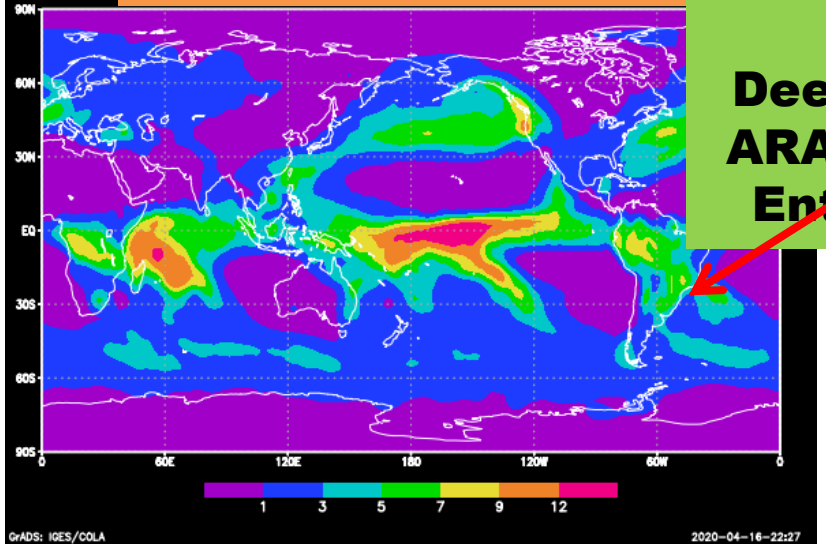
GPCP el-nino-97/98



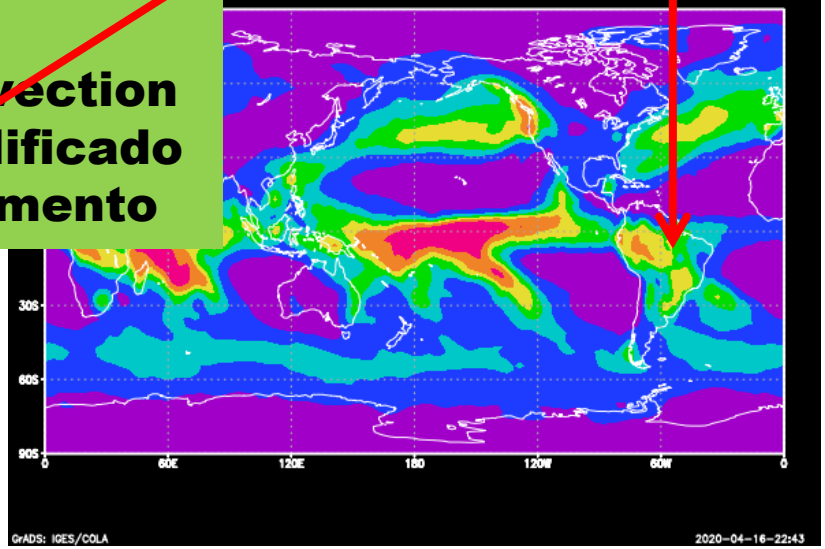
Fase de validação dos ajustes das parametrizações Simulação 5-anos

Deep Convection ARA Simplificado Entrenhamento

BAMhibexp1 el-nino-97/98



BAMhibexp2 el-nino-97/98



Trabalho Futuro

Perspectiva de Trabalhos futuros

- **Acoplamento com o modelo BAM-Hibrido com o modelo oceânico MOM6 (Paulo Nobre)**
- **Elaboração de um paper focado na previsão curto prazo (Silvio, Wanderson et al.)**
- **Elaboração de um paper focado na previsão sub-sazonal e sazonal (Caio, Dayana, Bruno et al.)**