

INCLUSÃO DO EFEITO RADIATIVO DE NUVENS CONVECTIVAS PROFUNDAS EM SIMULAÇÕES DO MODELO ETA

Diêgo de Andrade Campos

Chou Sin Chan

10 de novembro 2021

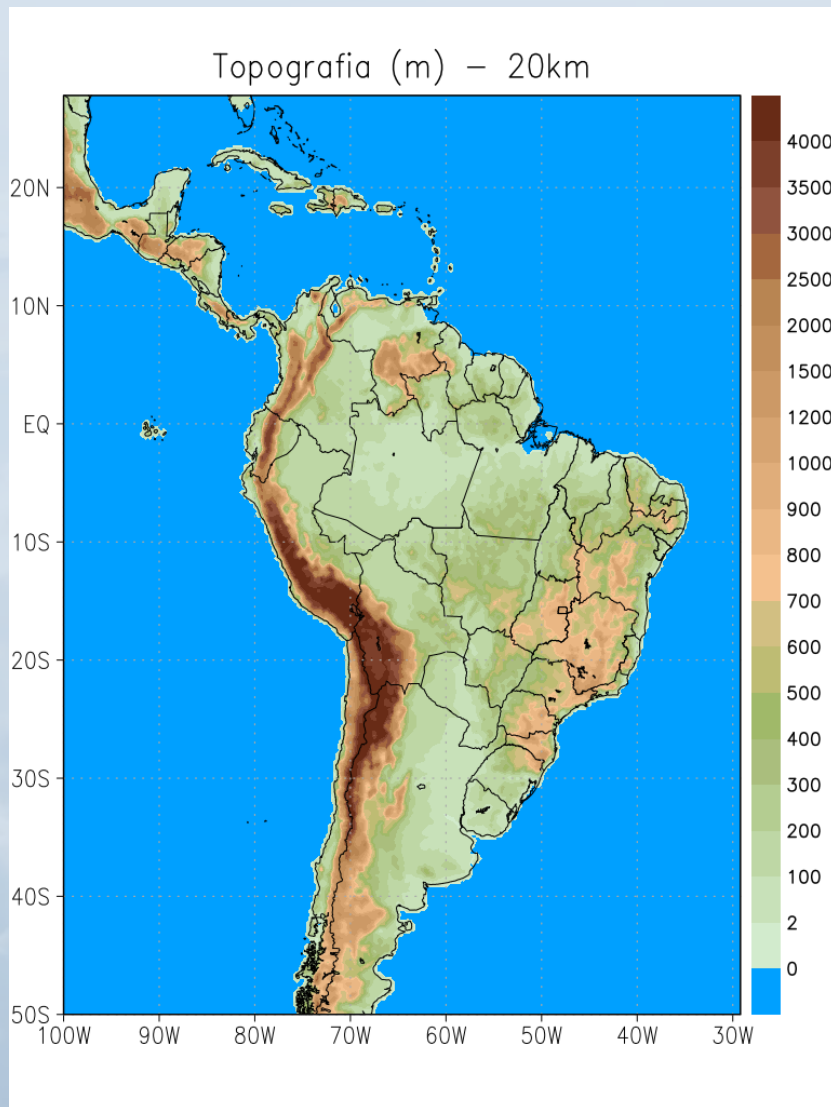
Objetivos

- ✓ Entender a interação da radiação atmosférica com as nuvens convectivas profundas em modelos numéricos;
- ✓ Compreender como o esquema de radiação trata a nuvem de origem convectiva e qual o impacto da inclusão do efeito radiativo de nuvens convectivas profundas na distribuição dos fluxos radiativos em diferentes escalas de tempo.

Específico:

Avaliar o modelo Eta utilizando o esquema de radiação RRTMG em condições de céu encoberto por nuvens;

Metodologia – O modelo Eta



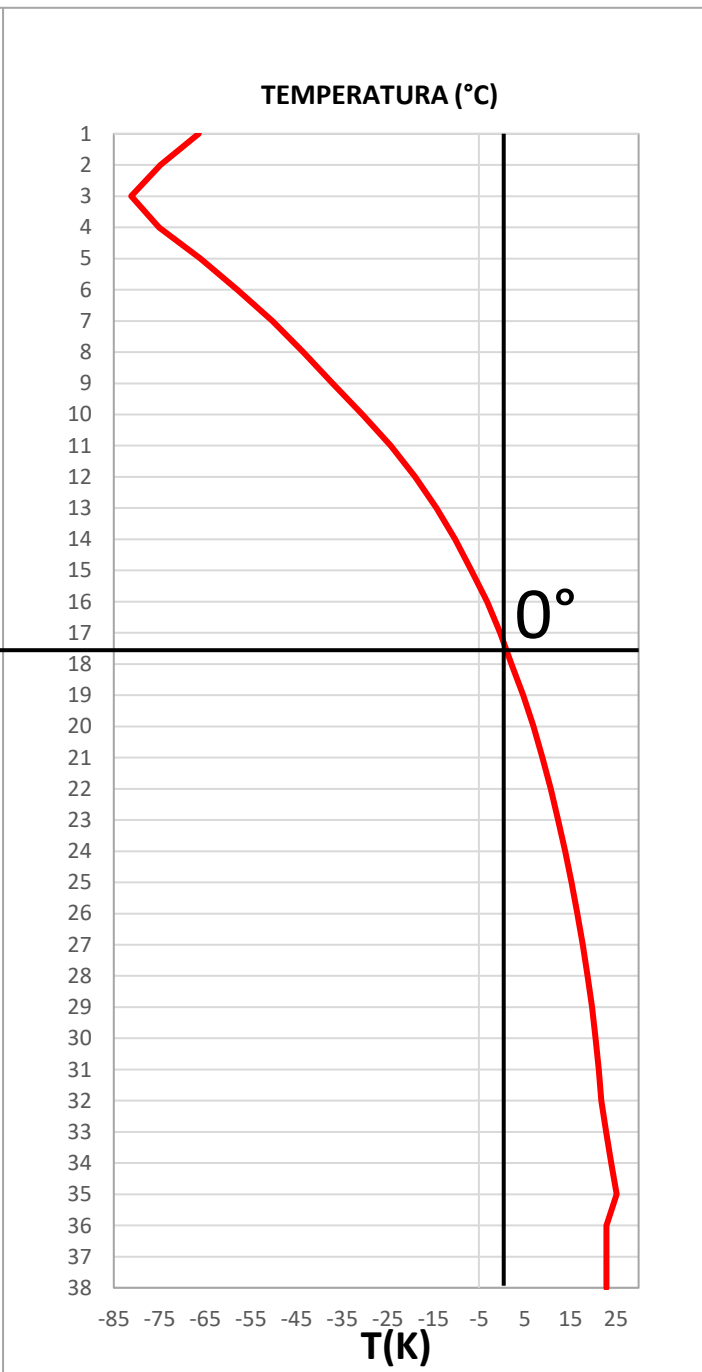
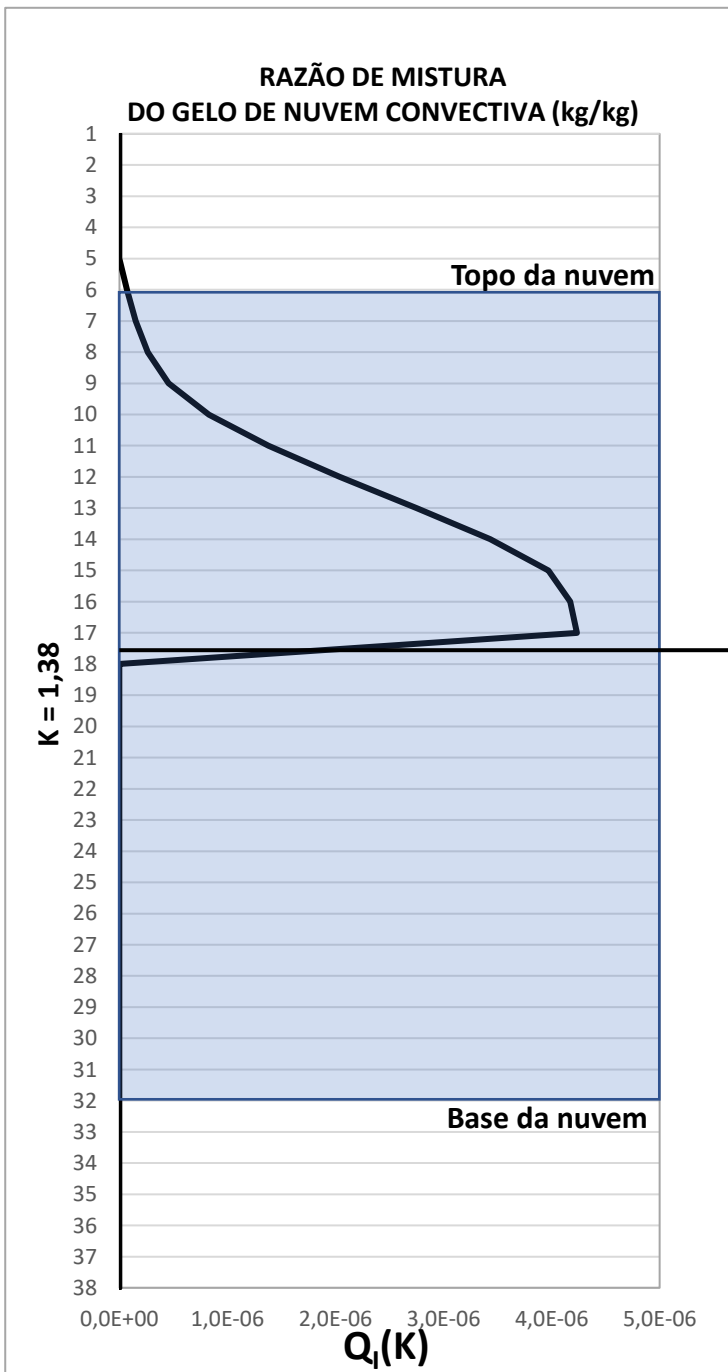
CARACTERÍSTICAS	DESCRIÇÃO
Coordenada vertical	Coordenada eta com refinamento de “Cut-Cell” (Mesinger et al. 2012)
Grade horizontal	Grade-E (Arakawa). Com 20 km de resolução espacial.
Grade vertical	Grade-Lorenz, primeiro nível em cerca de 20m. Com 38 níveis verticais e topo do modelo em 25 hPa.
Esquema de superfície	4-Layer NOAH Land Surface Model (Ek et. al, 2003).
Mapa de solo	15 tipos
Mapa de vegetação	13 tipos
Topografia original	USGS 90m
Turbulência	Mellor-Yamada (1982) nível 2.5
Camada limite superficial	Monin-Obukov, utilizando funções de estabilidade de Paulson (1970)
Microfísica de nuvens	Ferrier et. al, 2002
Convecção cumulus	Betts-Miller (1986) e Janjic (1994) + “KF” (Koh e Fonseca, 2016)
Variáveis Prognósticas	T, q, u, v, ps, TKE, e hidrometeoros das nuvens
Radiação atmosférica	<u>RRTMG - SW e LW calculados a cada hora (Mlawer et al., 2012; Campos et al., 2017)</u>
Condições de contorno	Era-Interim (Berrisford et al, 2011)

Metodologia – Esquema “KF”

Esquema de condensados convectivos – Koh e Fonseca (2016)

- ✓ Estima os condensados de nuvens a partir de esquemas de ajuste convectivo como o BMJ;
- ✓ Esquema diagnóstico que basicamente usa o topo e a base da nuvem convectiva e a precipitação convectiva que atinge a superfície;
- ✓ Premissas: a fração da nuvem convectiva do modelo é parametrizada em função da precipitação gerada pelo esquema de convecção. O perfil vertical da fração da nuvem convectiva é dado por uma distribuição Poisson com maior peso no topo da distribuição.

K	PRESS (hPa)
1	38
2	66
3	96
4	126
5	156
6	185
7	212
8	239
9	267
10	299
11	332
12	367
13	403
14	439
15	476
16	511
17	547
18	582
19	617
20	651
21	683
22	715
23	746
24	776
25	804
26	831
27	857
28	880
29	902
30	923
31	941
32	957
33	971
34	983
35	992
36	1000
37	1005
38	1009



Simulações numéricas

Etapa 1 - Desenvolvimento do modelo.

Simulações curtas para o mês de intensa atividade convectiva de janeiro de 2008.

EtaR

Versão controle com
esquema de radiação
RRTMG.

EtaR-C

Sensibilidade à
atividade convectiva.

EtaR-CM

Sensibilidade aos
parâmetros de
microfísica

EtaR-CMX

Inclusão do efeito
radiativo de nuvens
convectivas profundas.

Etapa 2 - Simulação contínua de 10 anos.

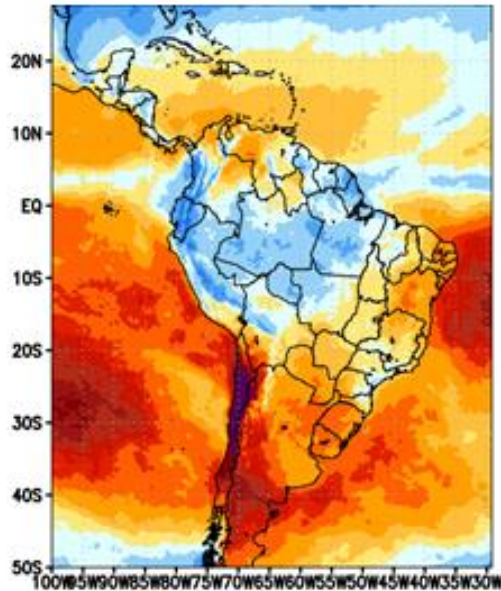
Verificar o desempenho da simulação do EtaR-CMX em reproduzir a variabilidade sazonal entre as estações do ano e avaliar o impacto da inclusão do efeito radiativo de nuvens convectivas profundas nas variáveis meteorológicas em longo prazo.

Simulação do período presente
de 1980-1989
(EtaR-CMX)

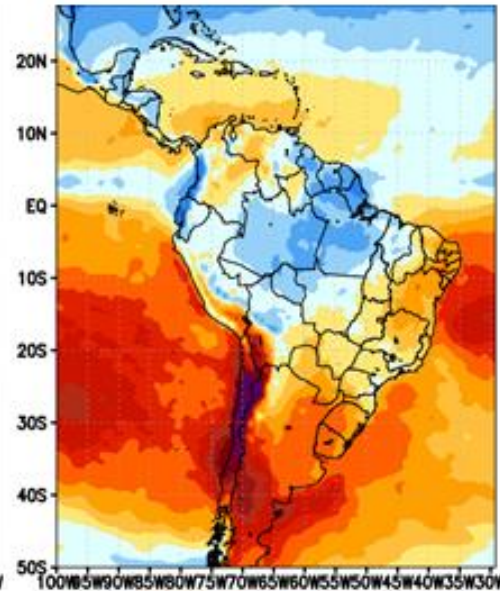
Fluxo de radiação
de onda curta incidente
à superfície (W/m^2)

Janeiro de 2008

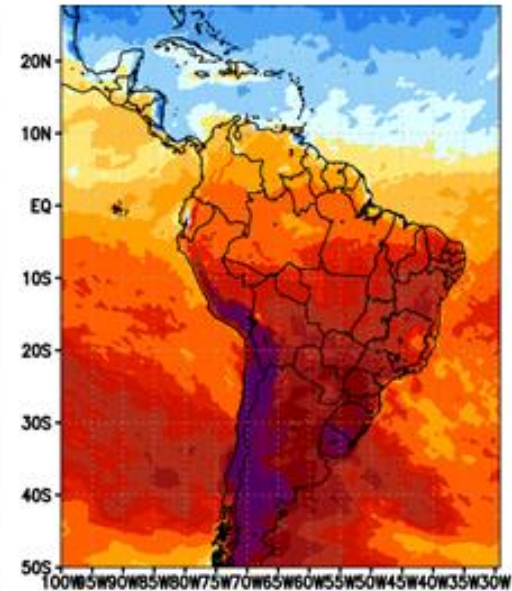
CMSAF a)



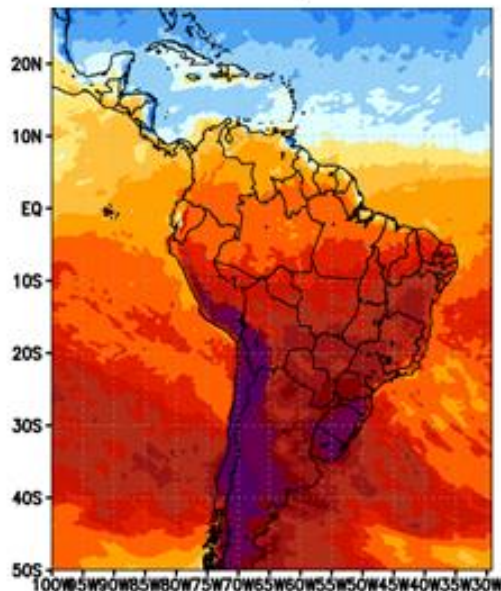
ERA5 b)



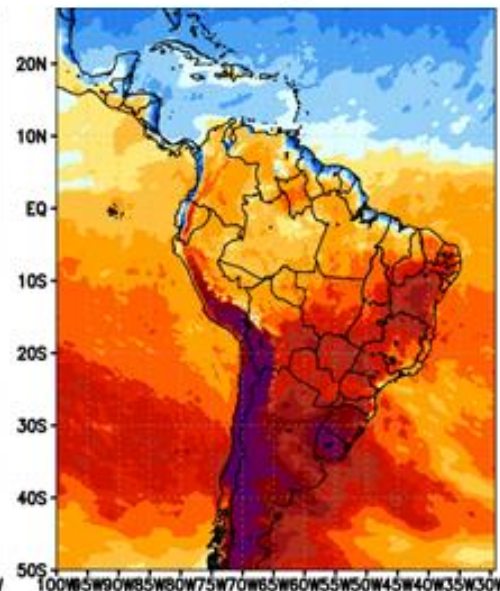
EtaR c)



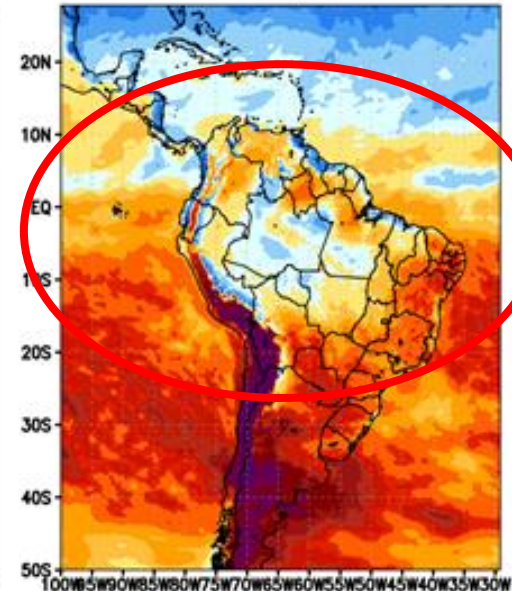
EtaR-C d)



EtaR-CM e)



EtaR-CMX f)

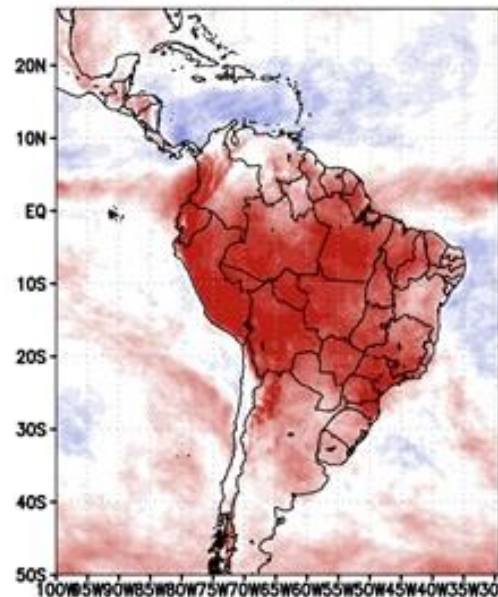


Bias do fluxo de radiação
de onda curta incidente
à superfície (W/m^2)

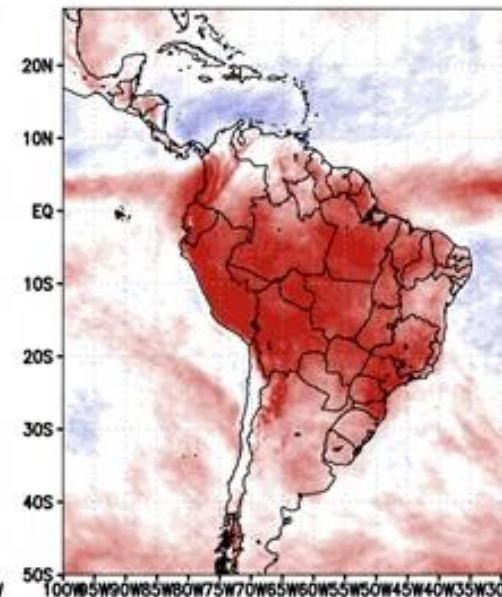
Janeiro de 2008

(Eta - CMSAF)

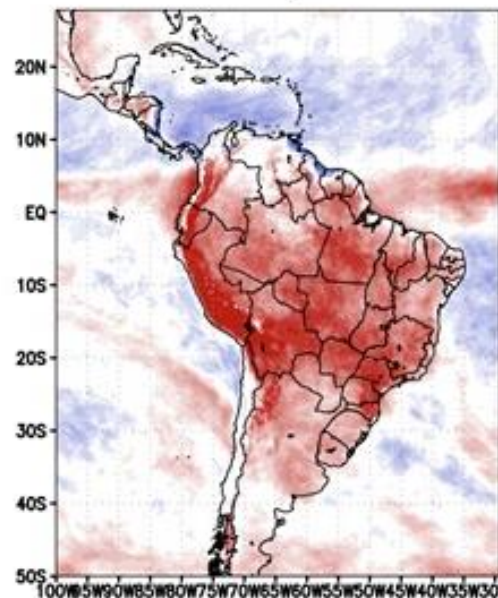
EtaR a)



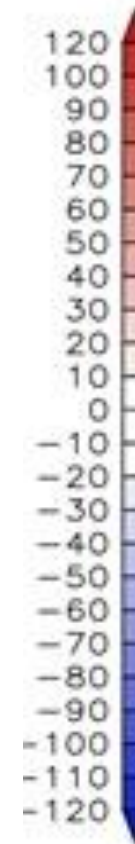
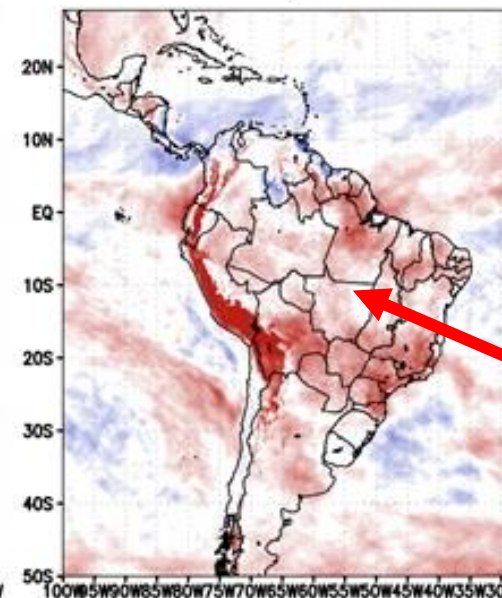
EtaR-C b)



EtaR-CM c)



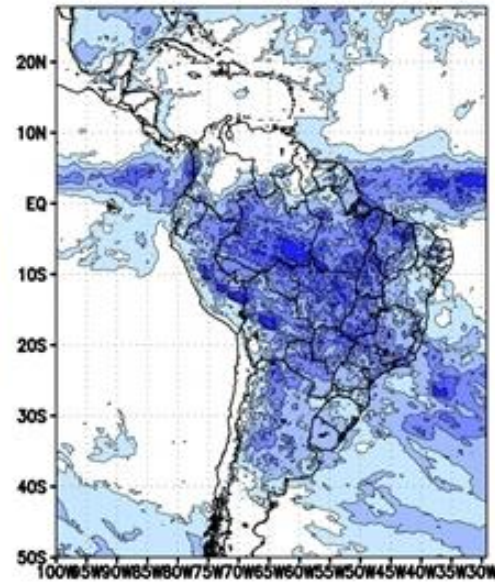
EtaR-CMX d)



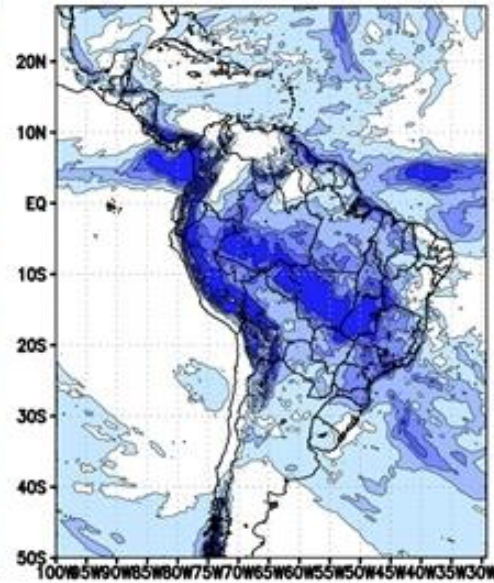
Precipitação total
(mm/dia)

Janeiro de 2008

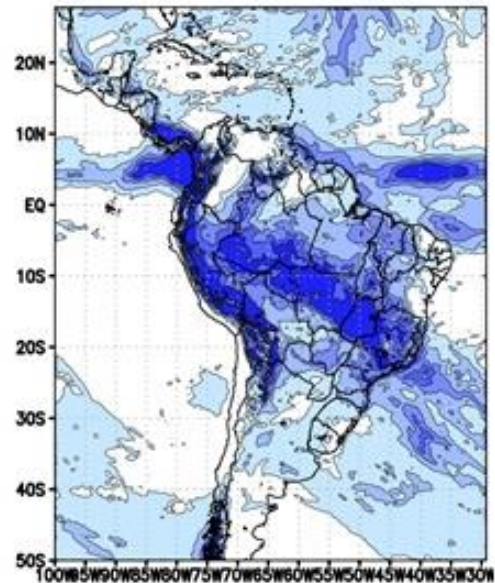
CMORPH a)



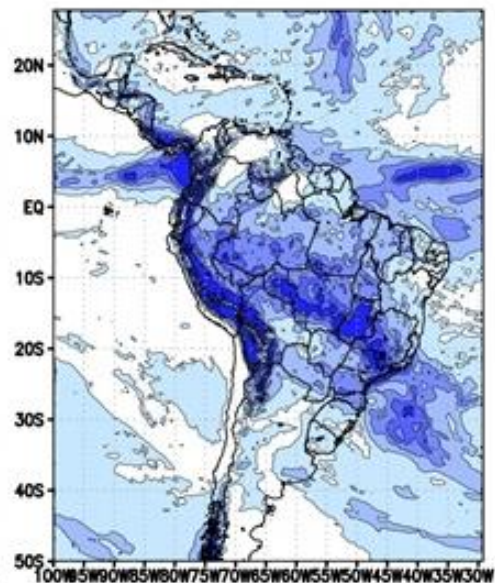
EtaR b)



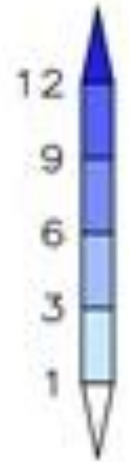
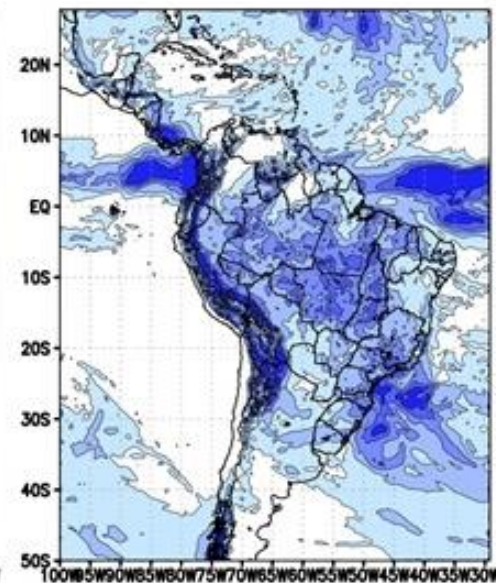
EtaR-C c)



EtaR-CM d)



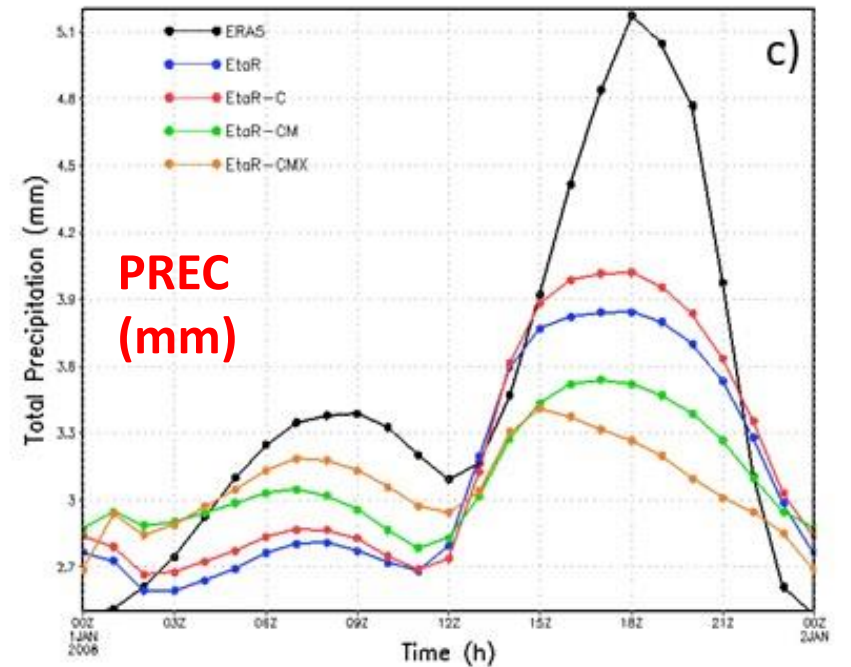
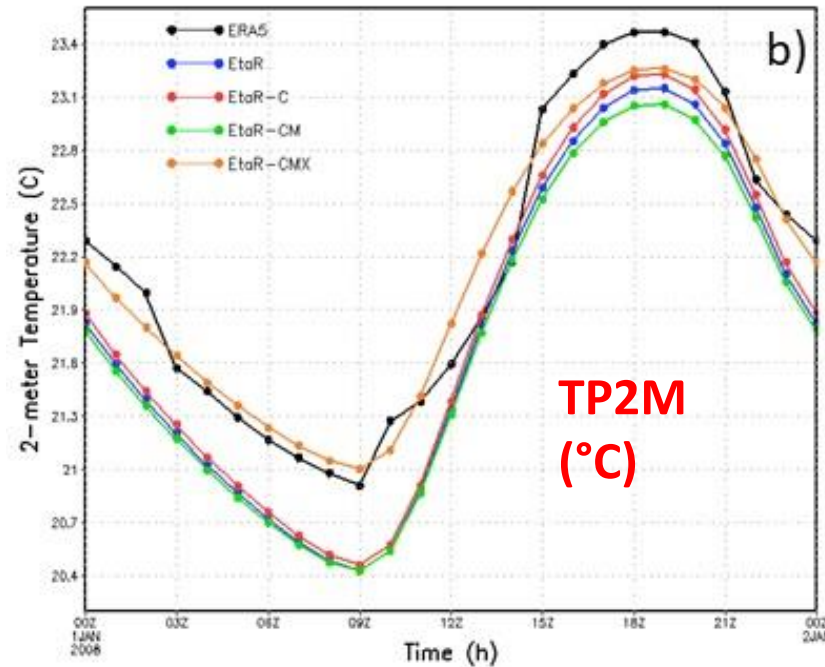
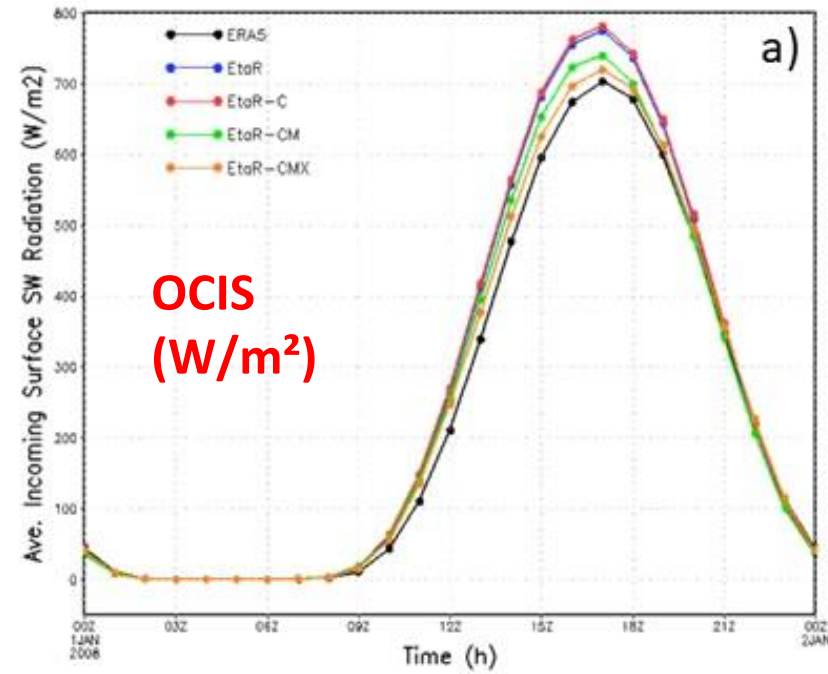
EtaR-CMX e)



Ciclo diurno médio
para todo o domínio

Janeiro de 2008

- ERA5
- EtaR
- EtaR-C
- EtaR-CM
- EtaR-CMX



Erros estatísticos

Média mensal
No domínio
(Janeiro de 2008)

* correlação espacial

** correlação de tempo

Radiação de onda curta incidente à superfície (W/m²)

	EtaR	EtaR-C	EtaR-CM	EtaR-CMX
BIAS	26,35	29,09	14,34	11,07
MAE	65,47	65,65	65,72	65,29
RMSE	97,84	98,08	97,46	98,83
SCORR*	0,720	0,719	0,715	0,749
TCORR**	0,996	0,996	0,995	0,998

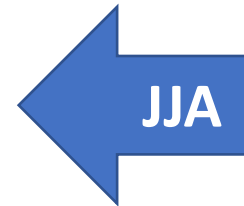
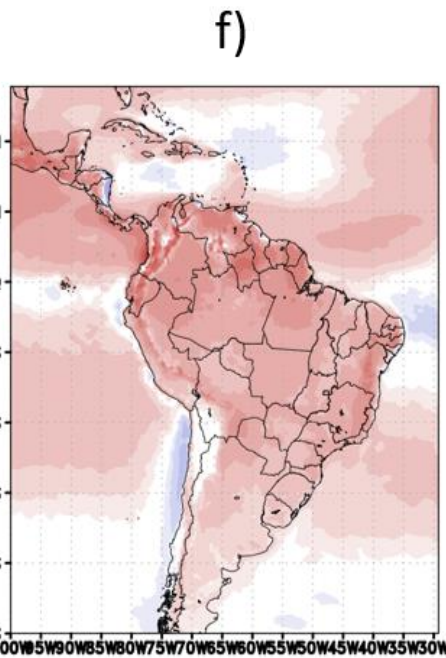
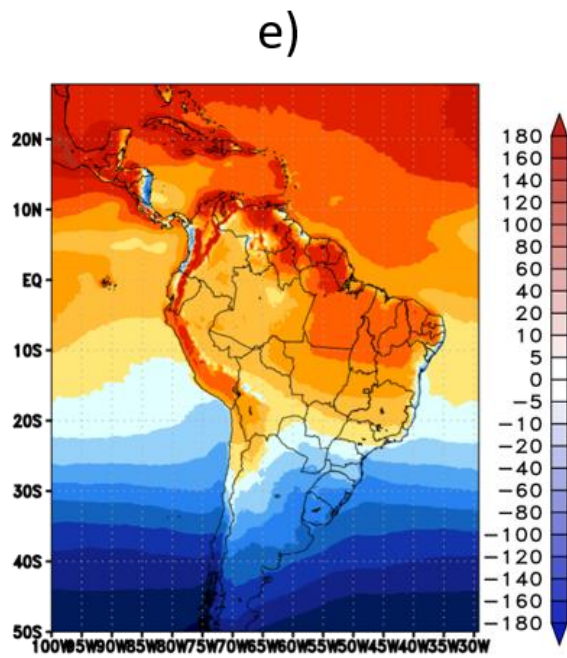
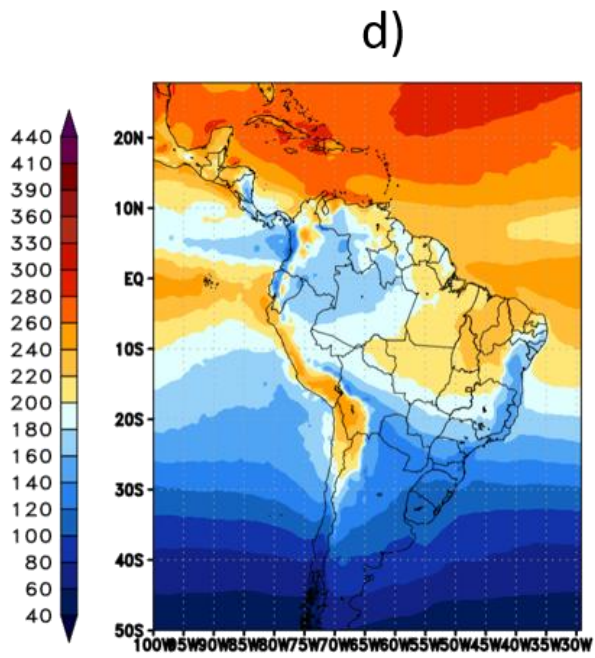
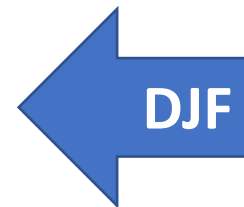
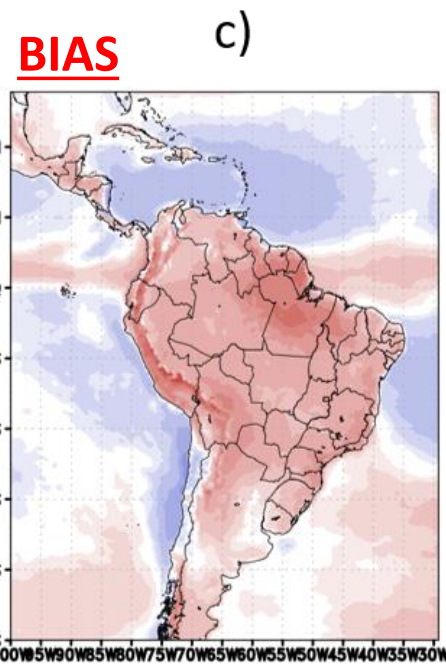
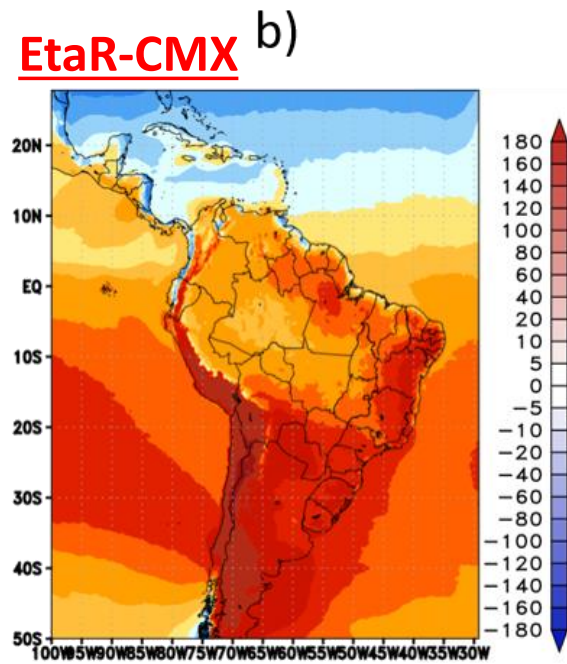
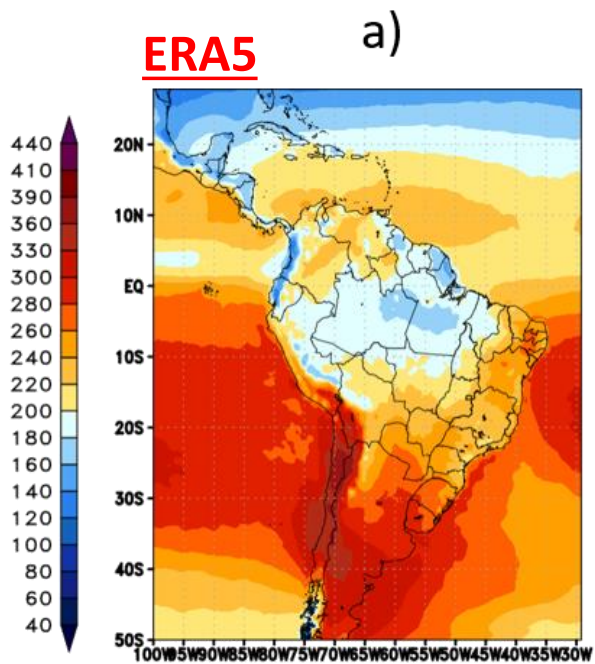
Precipitação total (mm/dia)

	EtaR	EtaR-C	EtaR-CM	EtaR-CMX
BIAS	-0,37	-0.30	-0,38	-0,41
MAE	4,93	5,09	5,00	5,10
RMSE	14,74	15,21	14,79	15,30
SCORR*	0,186	0,170	0,165	0,163
TCORR**	0,663	0,658	0,547	0,309

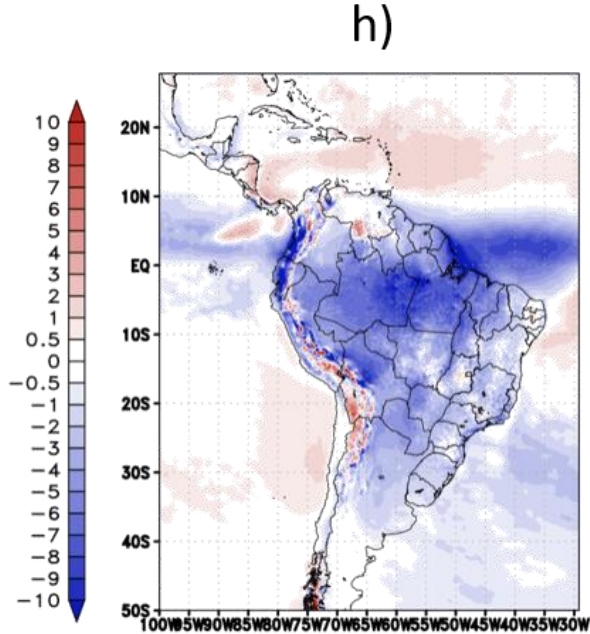
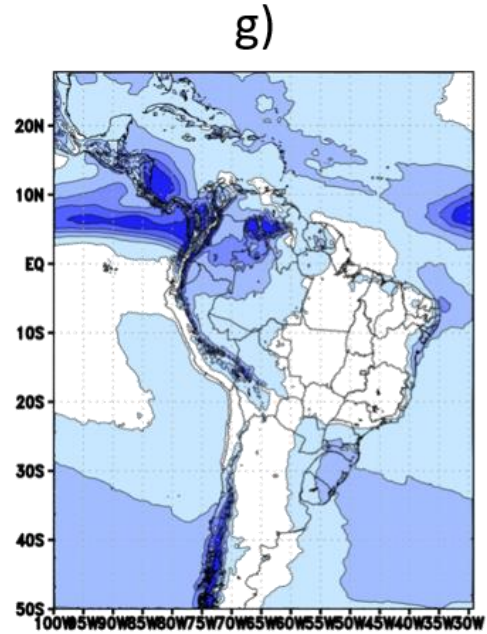
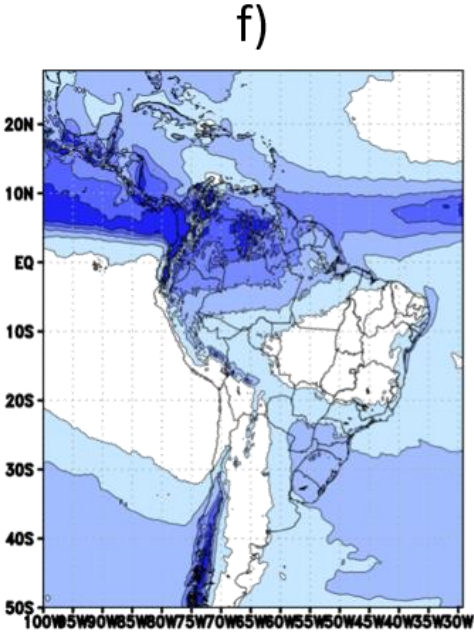
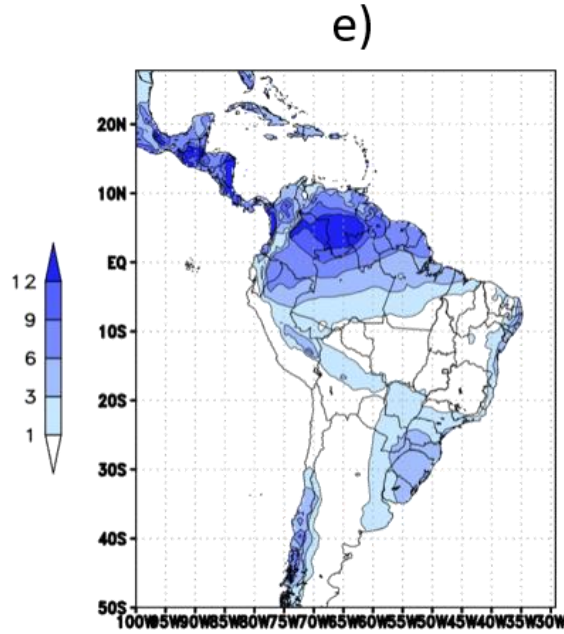
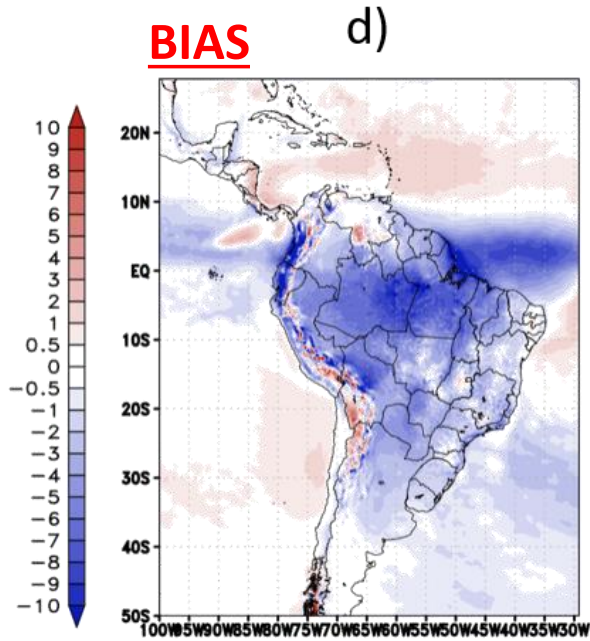
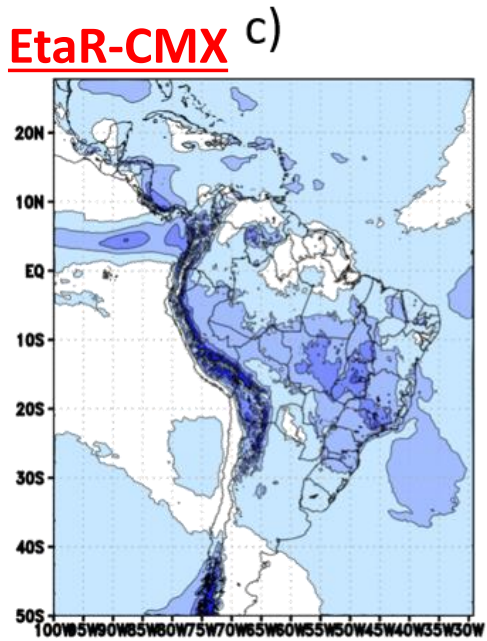
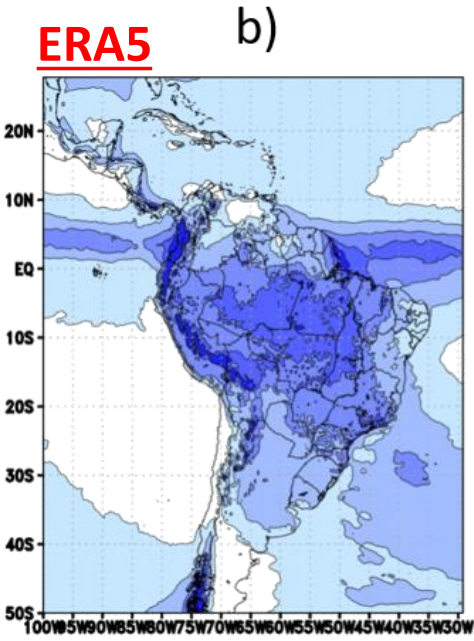
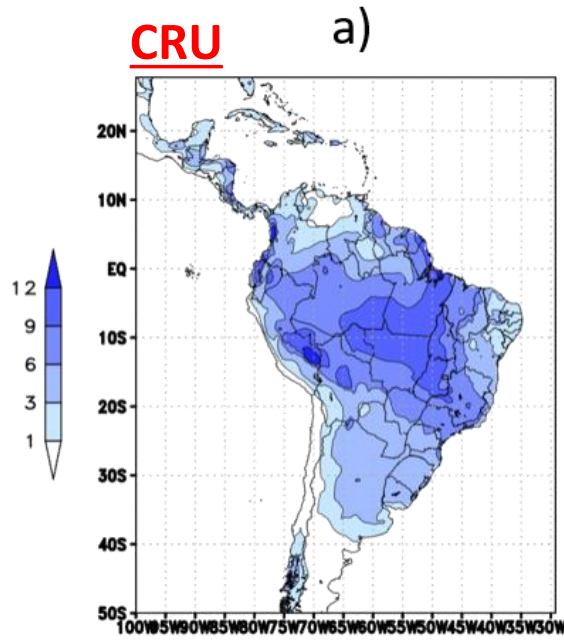
Temperatura à 2 metros (°C)

	EtaR	EtaR-C	EtaR-CM	EtaR-CMX
BIAS	-0,380	-0,325	-0,424	-0,017
MAE	1.323	1.354	1.297	1,118
RMSE	1.818	1.868	1,777	1,704
SCORR*	0,937	0,936	0,940	0,941
TCORR**	0,974	0,974	0,975	0,970

Fluxo de radiação de onda curta incidente à superfície (W/m^2) - Média Sazonal (1980-1989)



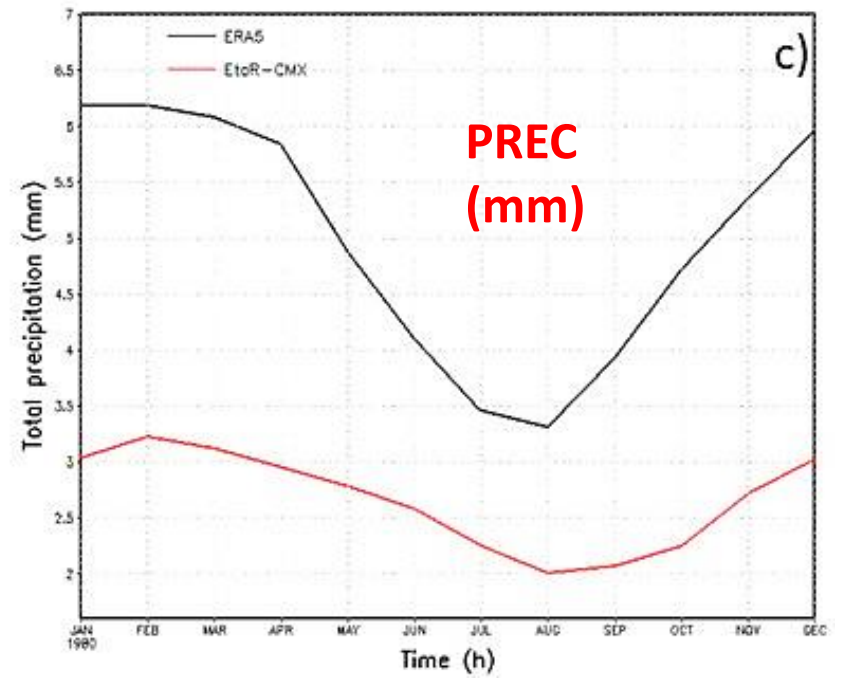
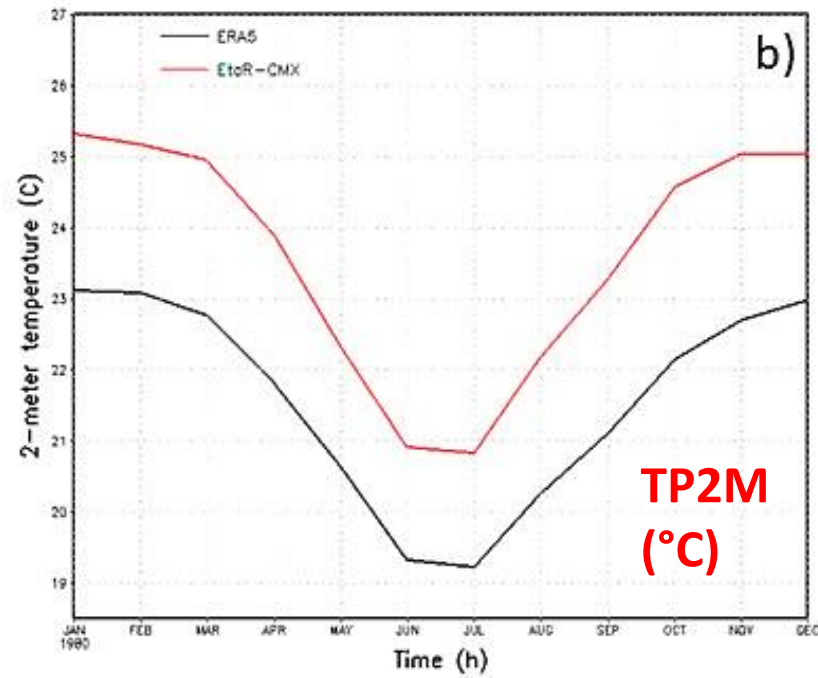
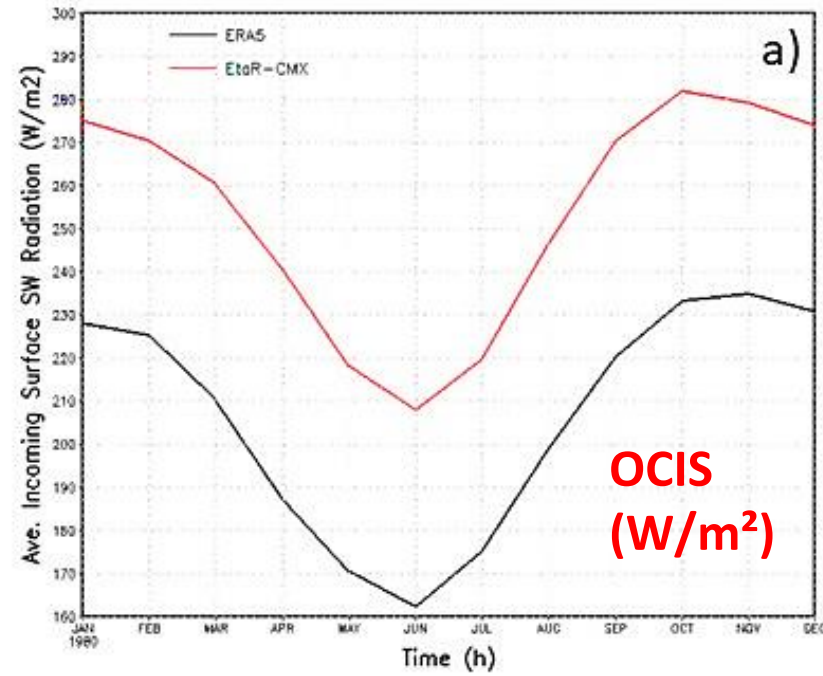
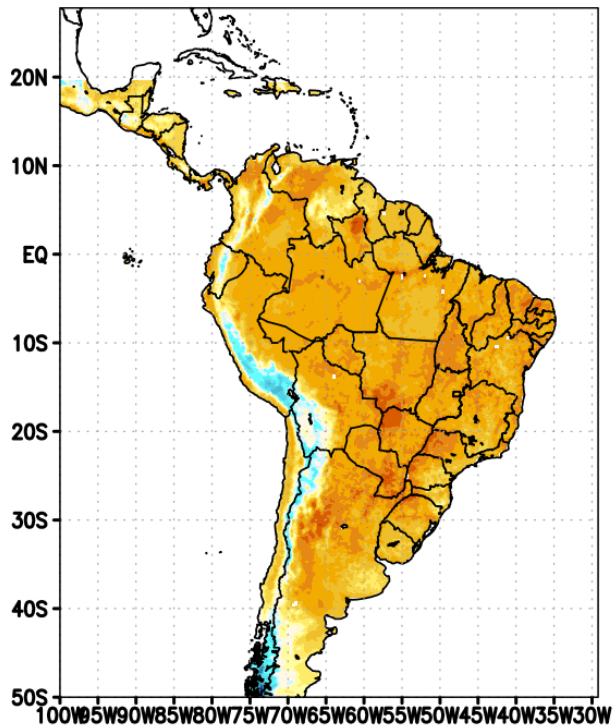
Precipitação total (mm/dia) - Média Sazonal (1980-1989)



Ciclo médio anual sobre o continente

(1980-1989)

- ERA5
- EtaR-CMX



Conclusões

✓ Etapa 1 – Janeiro 2008

- EtaR-CMX reduziu os erros do fluxo de radiação de onda curta incidente à superfície, do saldo de radiação à superfície e da temperatura a 2 metros, quando comparado com os dados observados.
- Mais ajustes são necessários na interação entre os esquemas de convecção e microfísica em conjunto com a inclusão do efeito radiativo de nuvens cumulus profunda, para corrigir a subestimativa de precipitação, principalmente sobre o continente.

✓ Etapa 2 – 1980-1989

- EtaR-CMX, em geral, conseguiu reproduzir a variabilidade intrasazonal das variáveis meteorológicas no verão e inverno em comparação com a reanálise.
- Observa-se um aumento do bias no fluxo de radiação de onda curta, principalmente sobre o continente, entretanto, sem a inclusão do efeito radiativo de nuvens convectivas profundas esses erros poderiam ser amplificados.

Em geral, o trabalho mostra a importância da interação do esquema de radiação com a parametrização de convecção e microfísica, para uma representação mais realística dos processos radiativos em modelos numéricos.

Próximas Etapas

Diferentes esquemas de parametrização de convecção
(Kain-Fritsch)

Efeito radiativo dos aerossóis

Projeções utilizando cenários de mudanças climáticas



OBRIGADO!!

diego.campos@inpe.br