Ministério da
Ciência, Tecnologia
e Inovação

GOVERNO FEDERAL
BRASIL
PÁTRIA EDUCADORA

ANÁLISE DO ACOPLAMENTO SUPERFÍCIE-ATMOSFERA NA PRODUÇÃO DE PRECIPITAÇÃO

Resultados preliminares

Daniela Carneiro Rodrigues

São José dos Campos - SP
06 de Abril de 2015

Introdução

- **Interações Superfície-Atmosfera:**

  ↳ **processo pouco compreendido** e uma grande **fonte de incertezas em modelos numéricos** (Betts, 2004; Koster et al., 2006; Seneviratne et al., 2010).

- Diante da falta de dados observacionais na escala dos processos de interação spf-atm, os **modelos numéricos em alta resolução espacial** se tornam uma ferramenta para estudo desses processos, o que também pode potencialmente melhorar as previsões de tempo e clima.

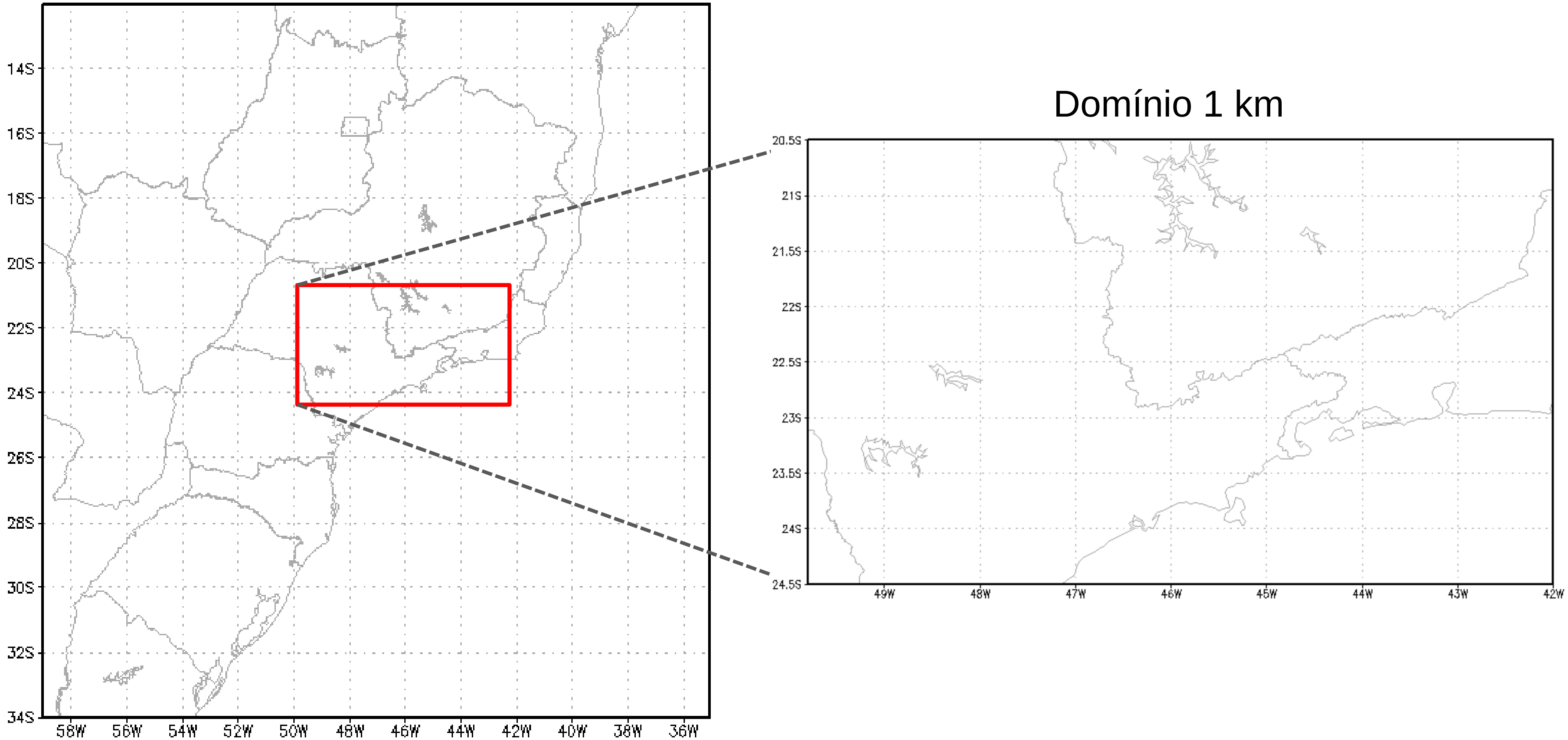
O **principal objetivo** deste estudo é analisar o efeito da força de acoplamento superfície-atmosfera no ciclo diurno dos fluxos de superfície e na produção de nuvens e precipitação, utilizando o modelo Eta em altíssima resolução.

Metodologia

Área de estudo

Domínio 5 km
Modelo Eta - CFSR

Domínio 1 km

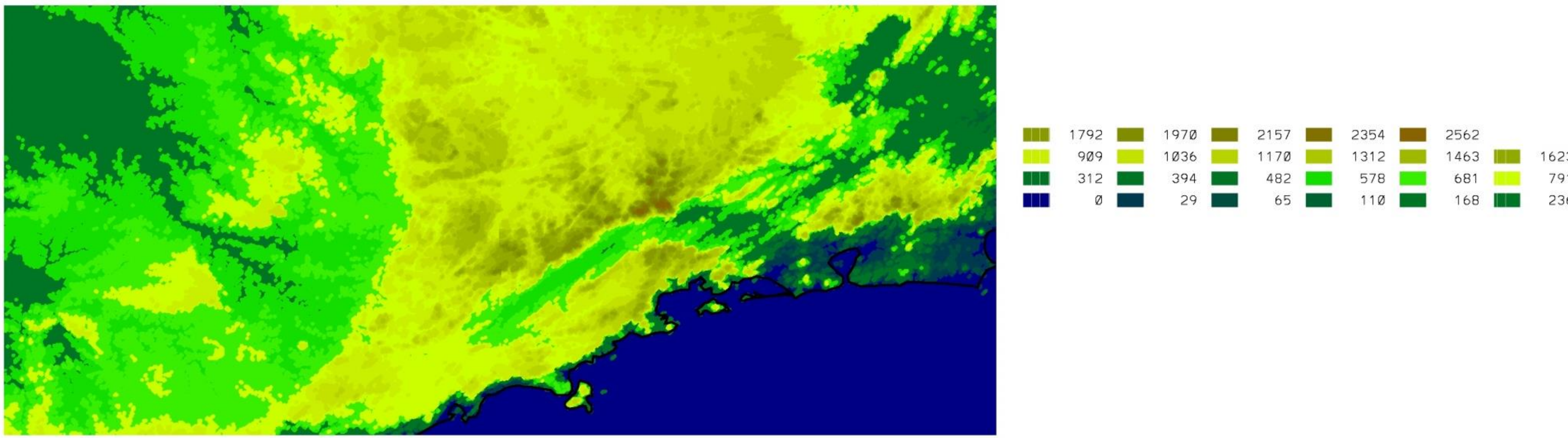


Características gerais do modelo Eta

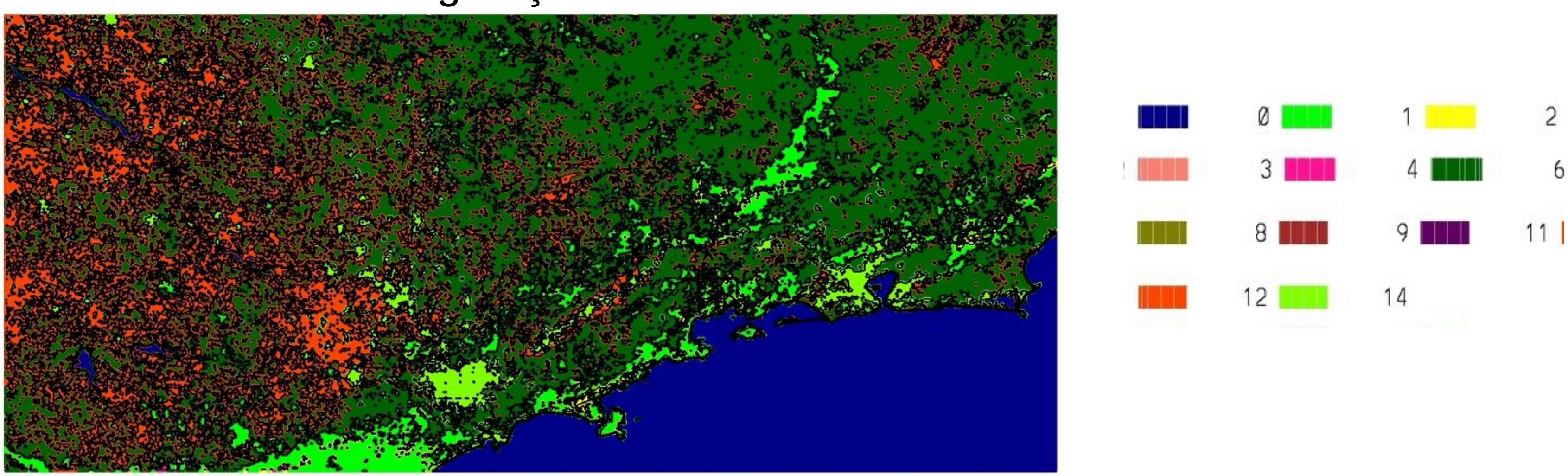
Característica	Descrição
Coordenada vertical	Coordenada Eta com refinamento do sloping steps (Mesinger et al. 2012)
Tipo de grade horizontal	Grade-E (Arakawa)
Tipo de grade vertical	Grade-Lorenz, primeiro nível em cerca de 20m.
Topografia original	USGS 90m
Ozônio	Média zonal climatológica
Turbulência	Mellor-Yamada (1982) nível 2.5 utilizando funções de estabilidade de Paulson (1970) na camada limite superficial
Radiação (curta/longa)	Calculada a cada hora. ROC (Lacis e Hansen, 1974) e ROL (Fels e Schwarzkopf, 1975)
Microfísica de nuvens	Ferrier et al. (2002)
Convecção ausente	
Esquema de superfície	NOAH (Ek et al. 2003)
Variáveis Prognósticas	T, q, u, v, ps, TKE e hidrometeoros das nuvens

Mapas de topografia e vegetação da região:

Topografia



Vegetação



Metodologia

Esquema de superfície NOAH

- Os fluxos de superfície de calor sensível (SH) e latente (LE) são calculados como:

$$SH = \rho C_p C_h U | (\theta_s - \theta_a)$$

$$LE = \rho C_p |U| (q_s - q_a)$$

Onde:
ρ = densidade do ar
Cp = calor específico do ar à P constante
Ch = coeficiente de troca de calor e umidade
U = velocidade do vento
θs = temperatura da superfície
θa = temperatura no nível mais baixo de modelo
qs = umidade específica superficial
qa = umidade do ar no nível mais baixo do modelo

- Coeficiente de troca de calor/umidade à superfície utilizado na parametrização da camada limite superficial:

$$C_h = \frac{k^2/R}{\left[ln\left(\frac{z_a}{z_{om}}\right) - \psi_m\left(\frac{z_a}{L}\right) + \psi_m\left(\frac{z_{om}}{L}\right)\right]\left[ln\left(\frac{z_a}{z_{ot}}\right) - \psi_h\left(\frac{z_a}{L}\right) + \psi_h\left(\frac{z_{ot}}{L}\right)\right]}$$

Onde:
Z0m = Comprimento de rugosidade momentum
Z0t = Comprimento de rugosidade do calor (umidade)
k = constante de von Kármán
L = Comprimento de Obukhov
R = Estimado = 1,0. É a razão entre os coef. de transferência de quantidade de movimento e calor no limite neutro
za = altura de referência no interior da camada superficial
ψ_m e ψ_h *= funções de estabilidade*

- Os comprimentos de rugosidade de momento e de calor são utilizados para calcular C_h, com base na teoria da similaridade de Monin-Obukhov e são calculados de acordo com **Zilitinkevich (1995).** O termo $\boldsymbol{C_{zil}}$ controla a razão de z_{ot}/z_{om}.

$$z_{ot} = z_{om}\exp(-kC_{\gamma}\sqrt{R_e})$$

$$R_e = \frac{u_0^* z_{om}}{v}$$

Onde:
Z0t = Comprimento de rugosidade do calor (umidade)
Z0m= Comprimento de rugosidade momentum
Czil = Coef de Zilitinkevich
Re = Número de Reynolds
k = 0,4; constante de von Kármán

Alteração no coeficiente de troca à superfície

- Com o objetivo de investigar a influência do coeficiente de troca de calor e umidade à superfície no disparo da precipitação, o coeficiente (C_{zil}) que, indiretamente, determina a força de troca à superfície, foi alterado:

Simulação controle:

C*zil* = 0.2 (estático)

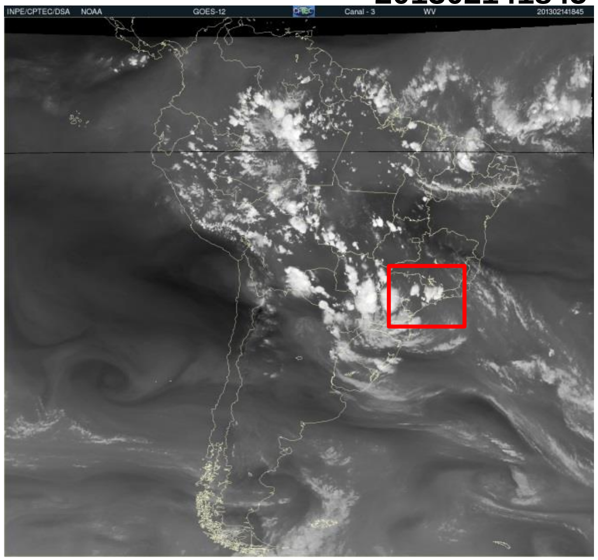
Experimentos:

C*zil* = 0.01; 0.1; 0.3; 0.5; 0.8; 1.0

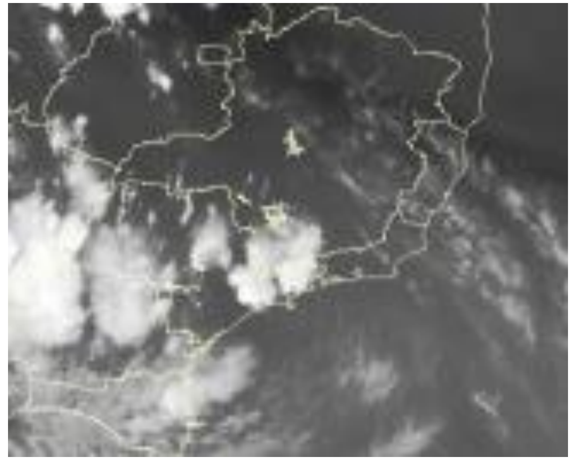
Pretende-se por meio de modificações no coeficiente de troca à superfície, tentar melhorar a simulação dos fluxos de baixos níveis que irá impactar na simulação de nuvens e precipitação.

Caso 14 de fevereiro de 2013 – São Paulo-SP

201302141845



201302141945



201302142000

201302142015

201302142030

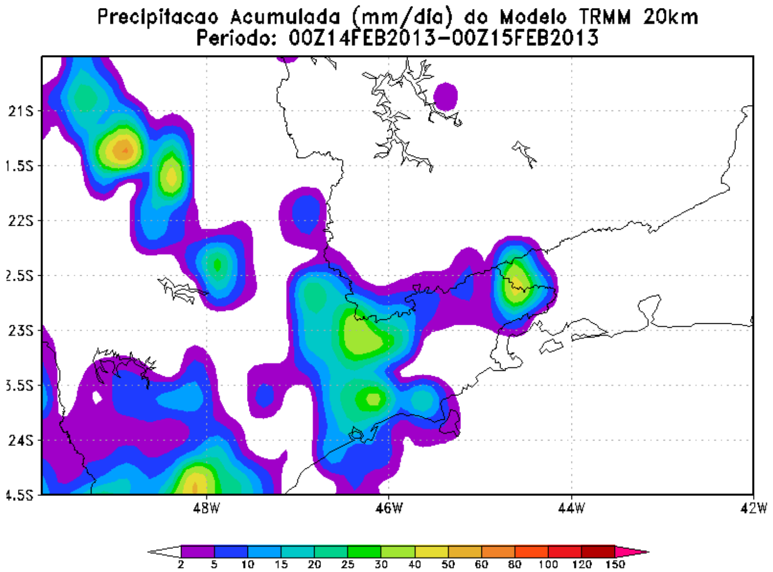
201302142100

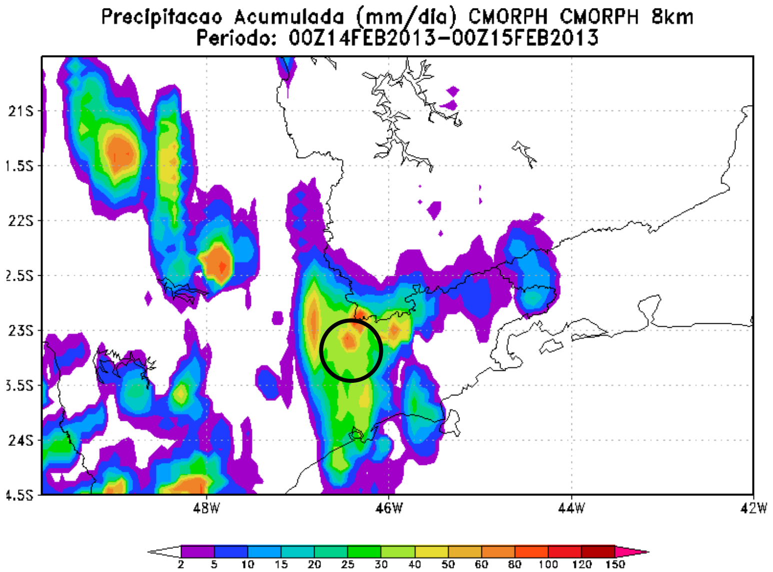
Boletim técnico CPTEC/INPE:

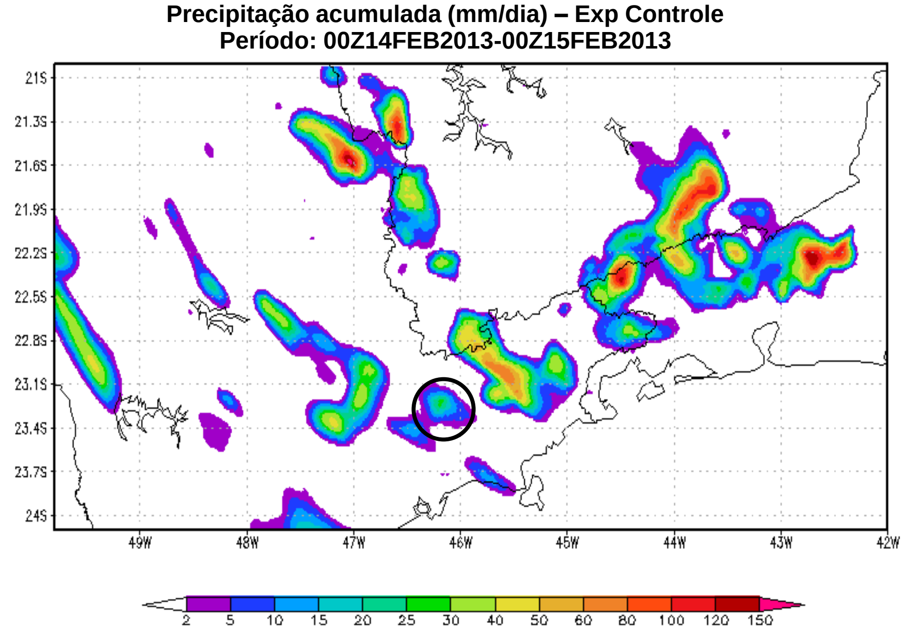
Data	Localização e análise meteorológica
14/02/2013	Tempestade de verão que atingiu SP ocorreu em situação bastante comum, sem a presença de um sistema de grande escala.

Resultados

Campos espaciais - Simulação Controle

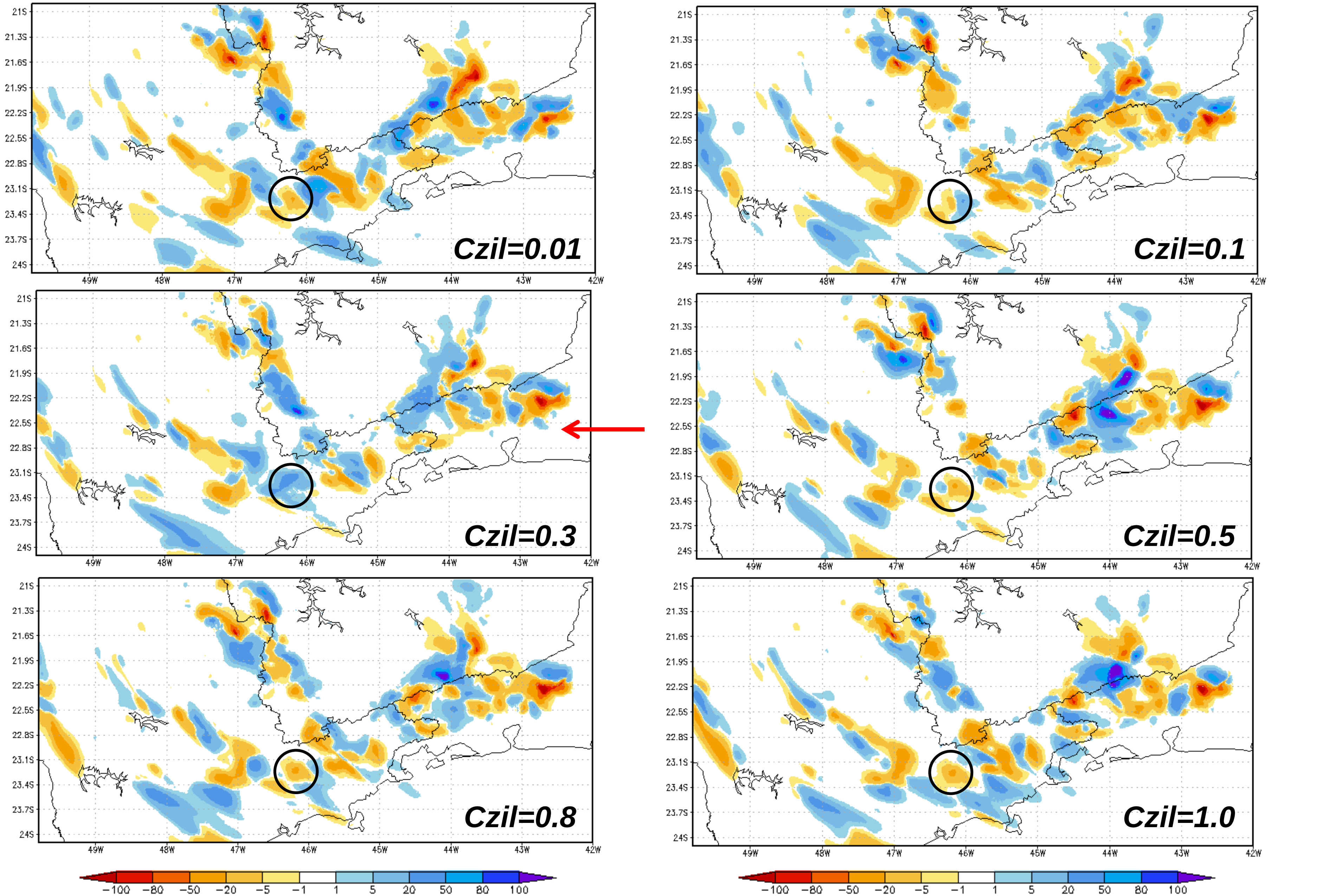






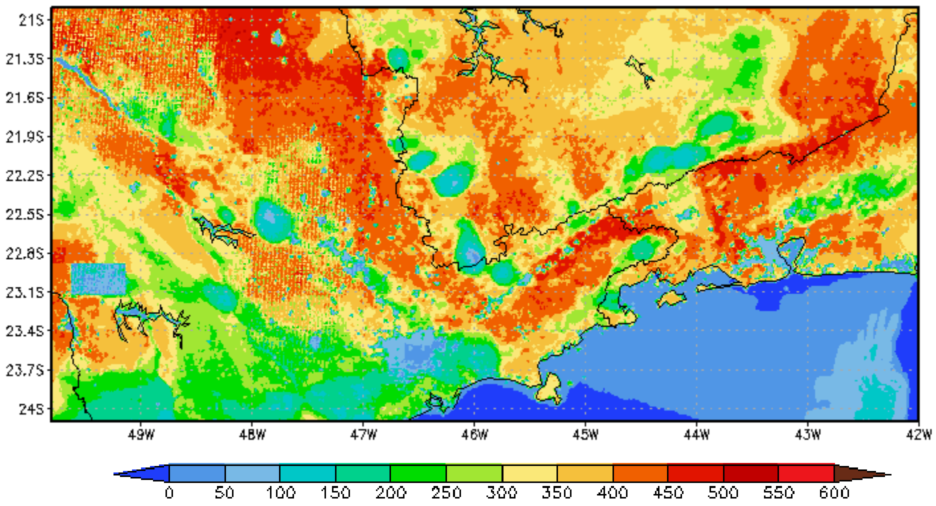
Campos de diferença da precipitação – Cntrl-Exp

Período: 00Z14FEB2013-00Z15FEB2013

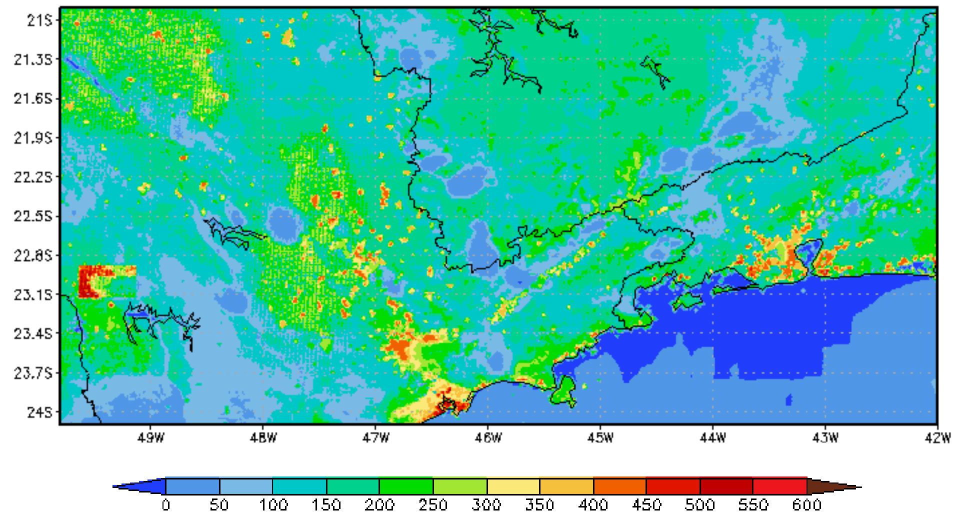


Campos espaciais - Simulação Controle

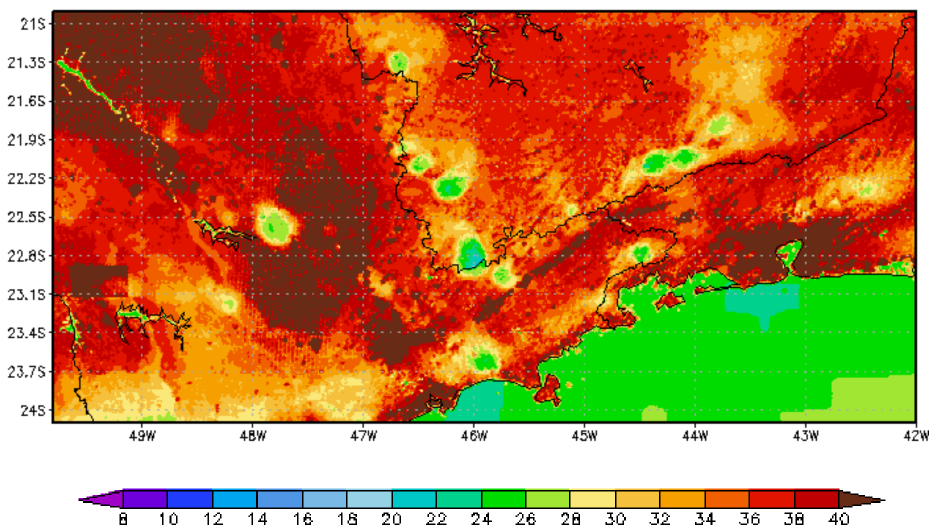
Sfc Latent Heat (w/m2) – 18Z14FEB2013



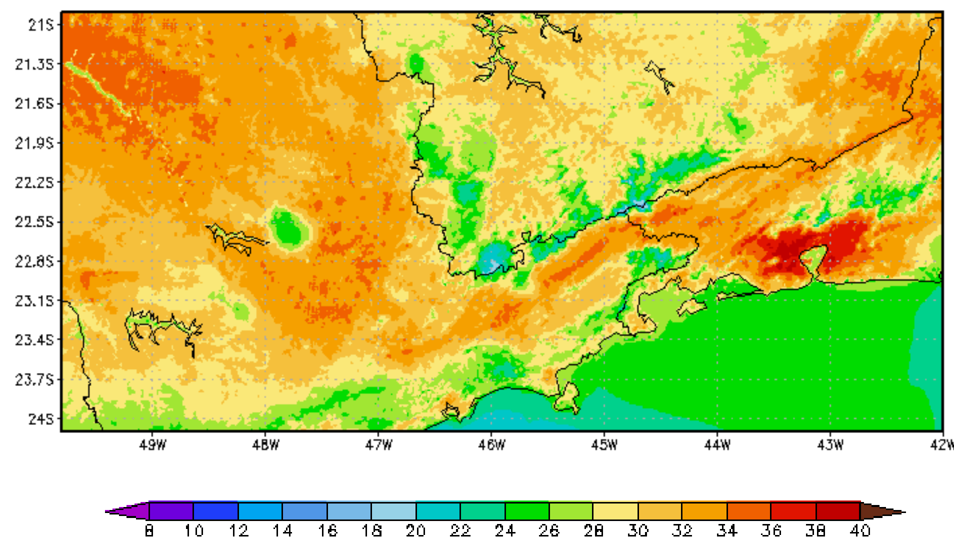
Sfc Sensible Heat (w/m2) – 18Z14FEB2013



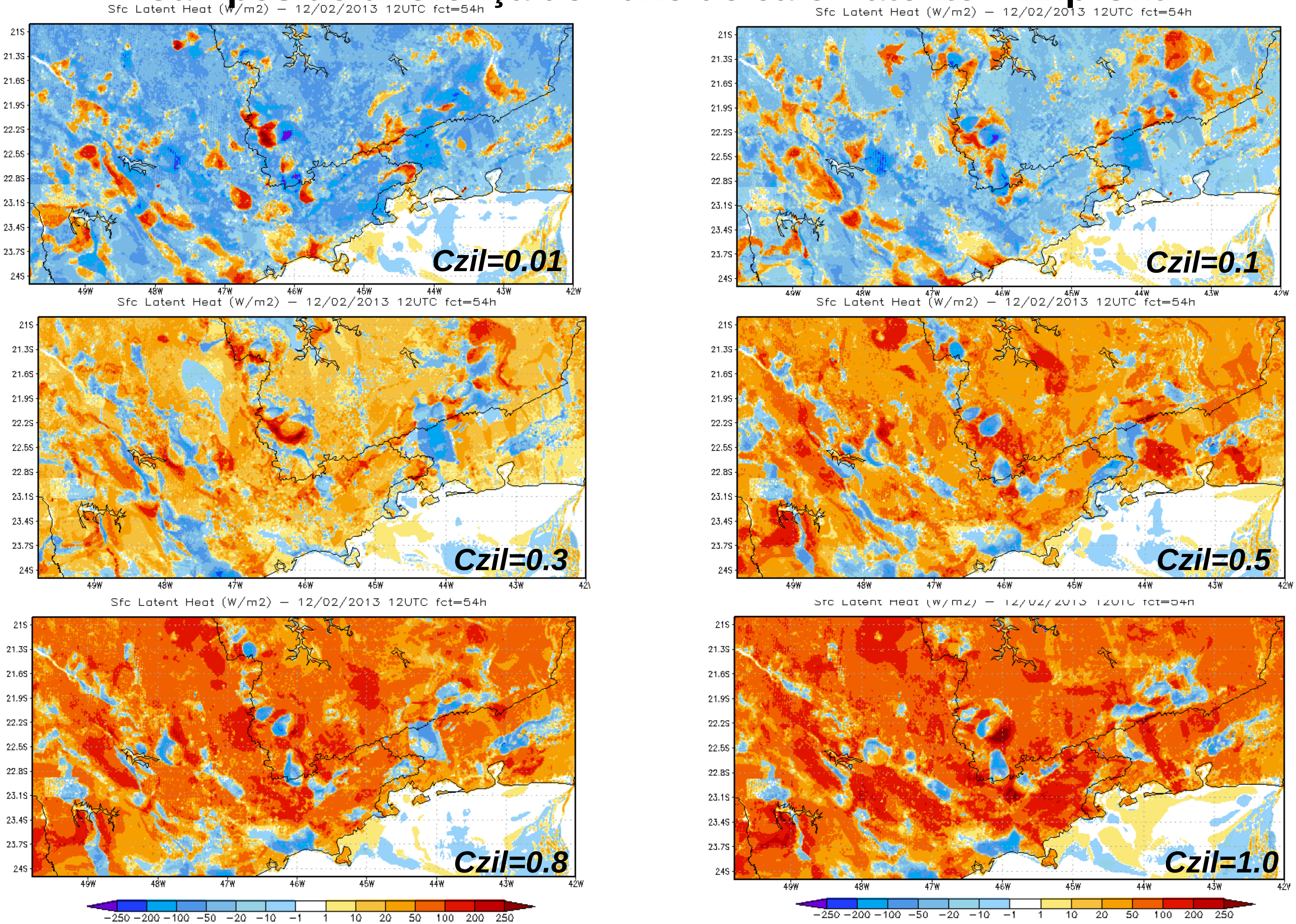
Surface Temperature (C) – 18Z14FEB2013



2 m Temperature (C) – 18Z14FEB2013

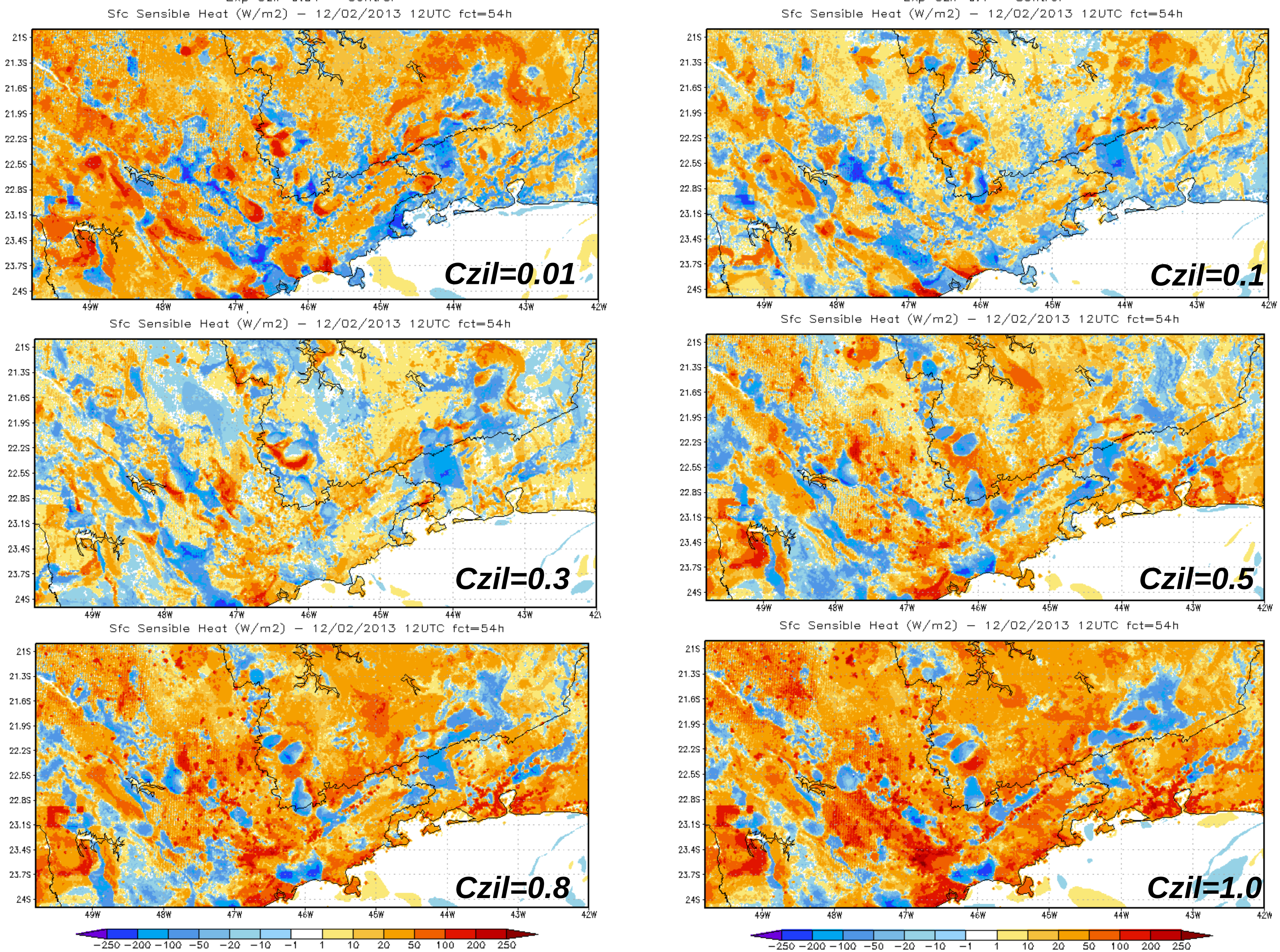


Campos de diferença de fluxo de calor latente – Exp-Cntrl



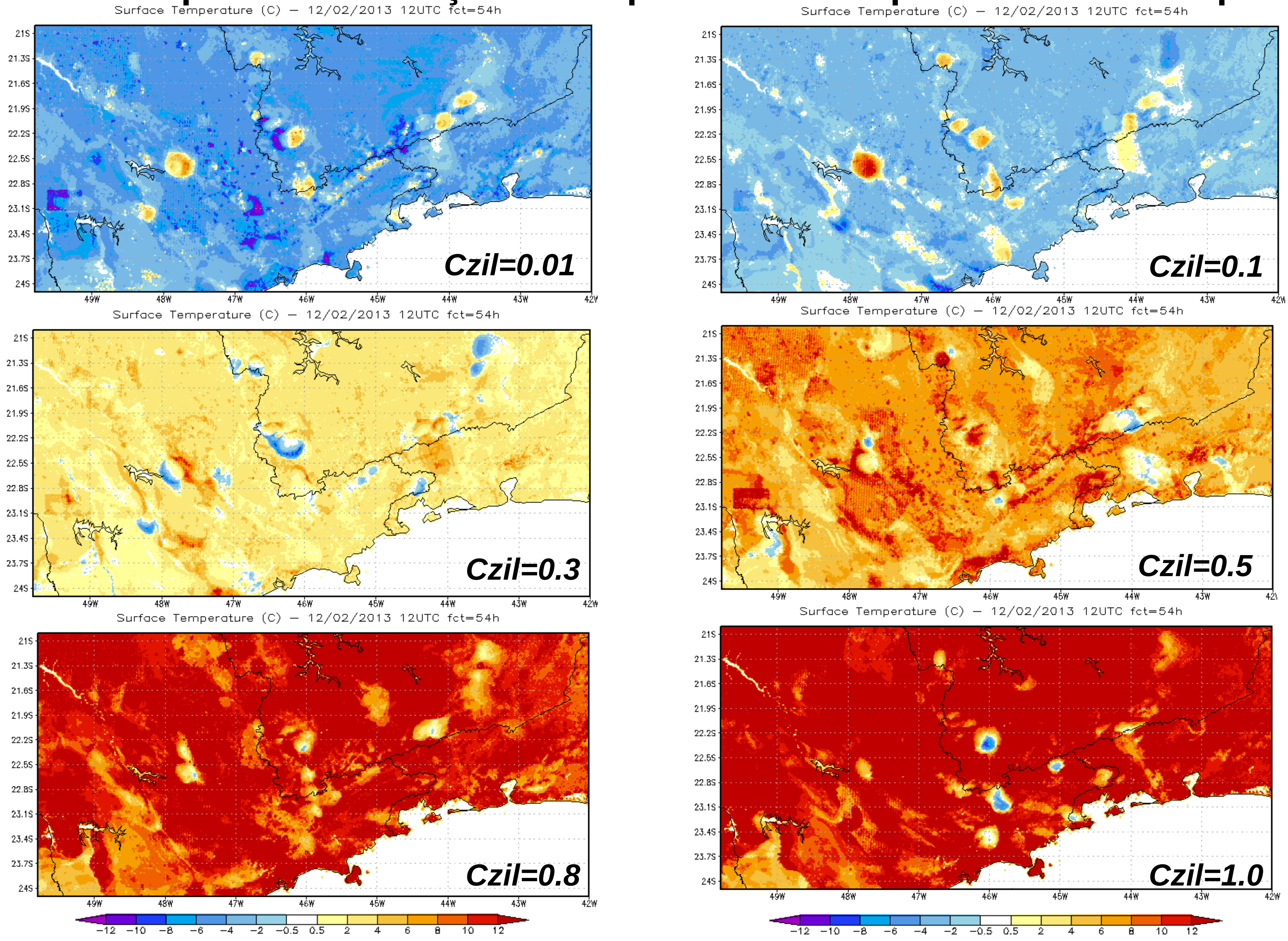
→ Em geral, o aumento do Czil levou a uma diminuição no fluxo de calor latente

Campos de diferença de fluxo de calor sensível – Exp-Cntrl



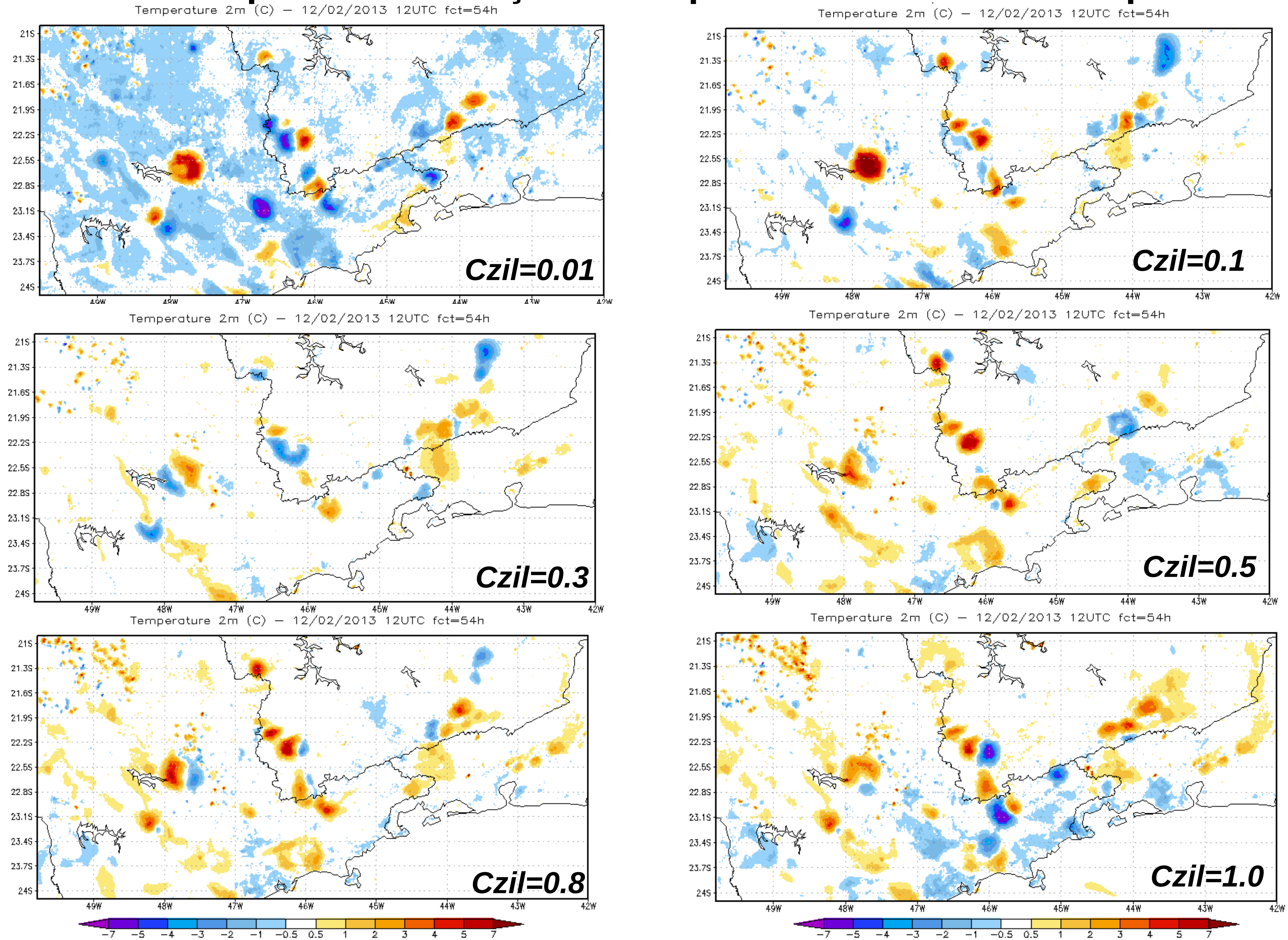
→ Em geral, o aumento do Czil levou a uma diminuição no fluxo de calor sensível

Campos de diferença de Temperatura da superfície – Cntrl-Exp



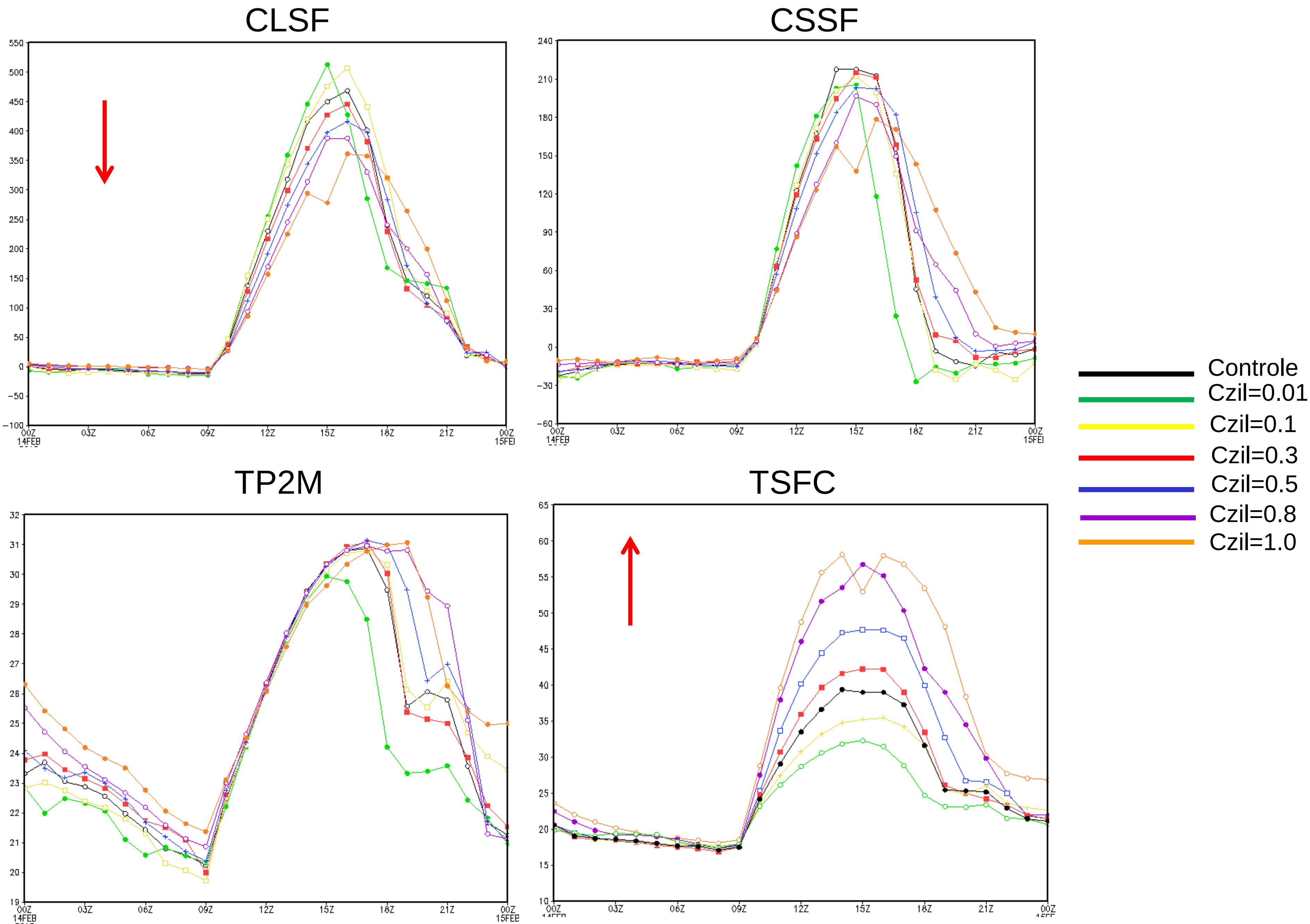
→ Em média, o aumento do Czil levou a uma diminuição na temperatura de sfc.

Campos de diferença de Temperatura a 2m – Cntrl-Exp

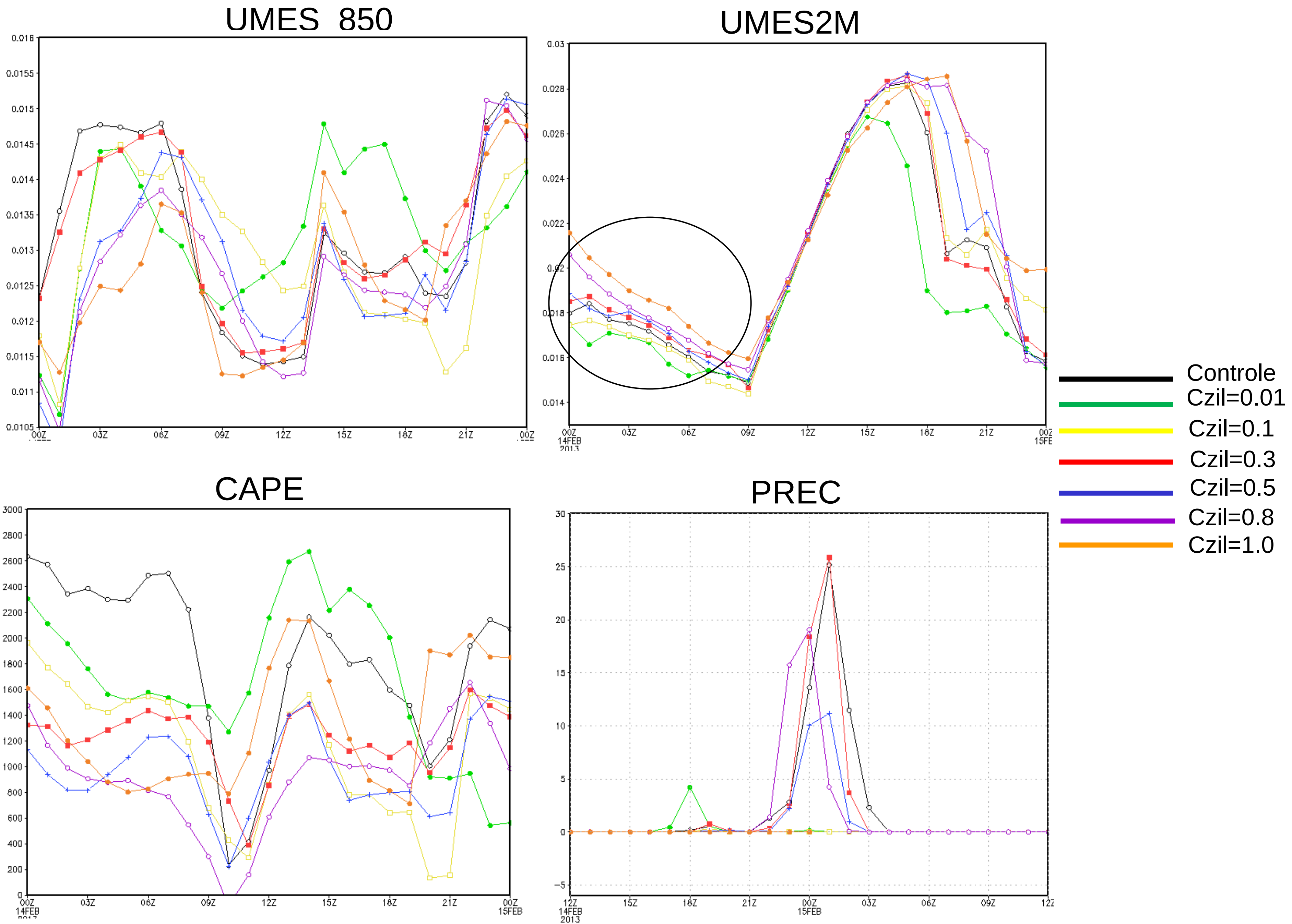


→ O aumento do Czil afetou de forma variada de uma região para outra.

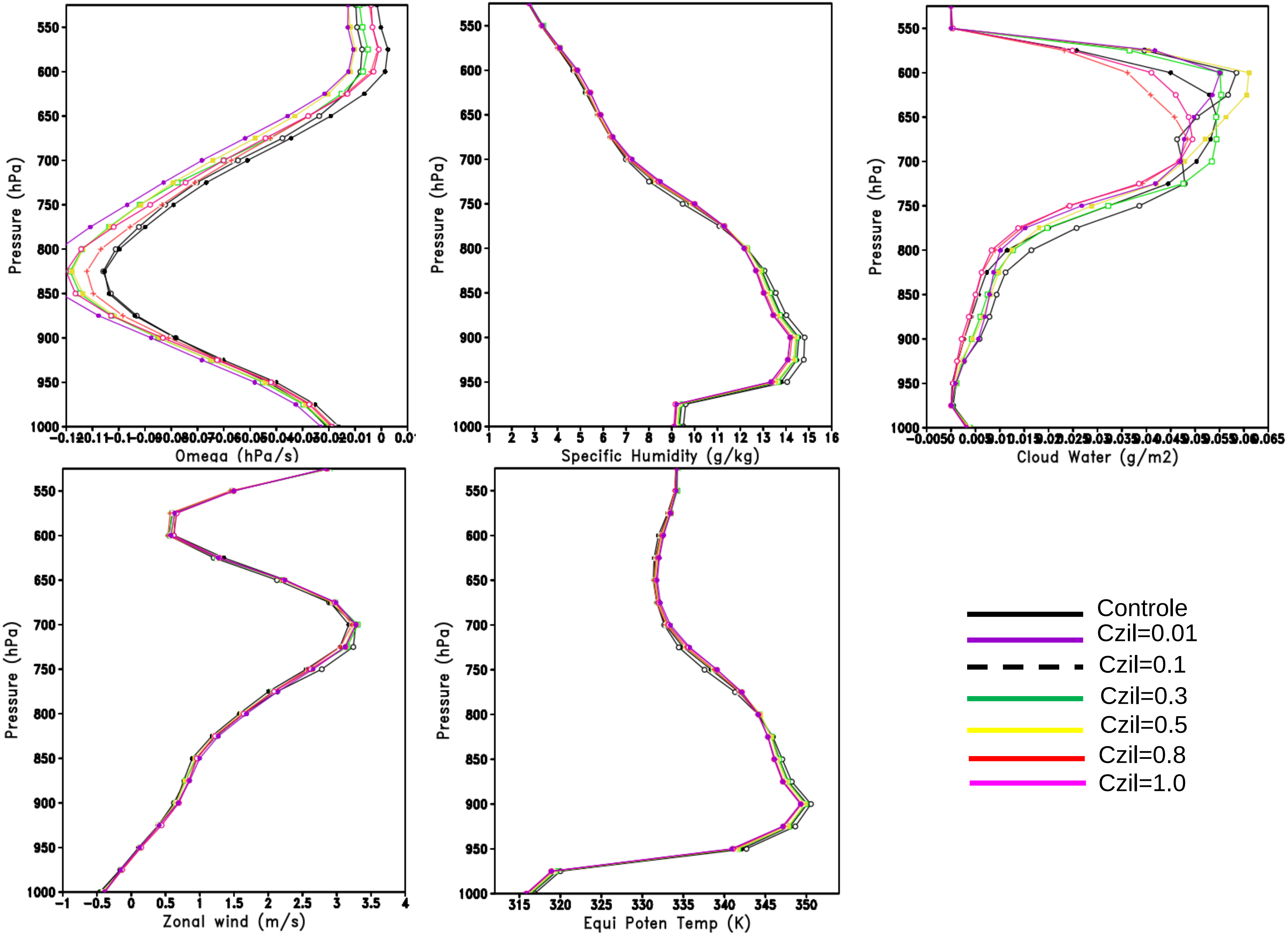
Ciclo Diurno – Lat=-23.1; Lon=-46.8 - 00Z14feb2013



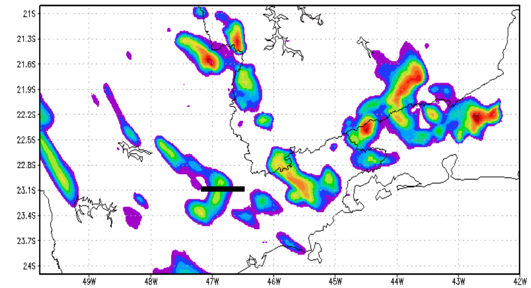
Ciclo Diurno – Lat=-23.1; Lon=-46.8 - 00Z14feb2013



Perfil Vertical – Lat=-23.1; Lon=-46.8 18Z14feb2013

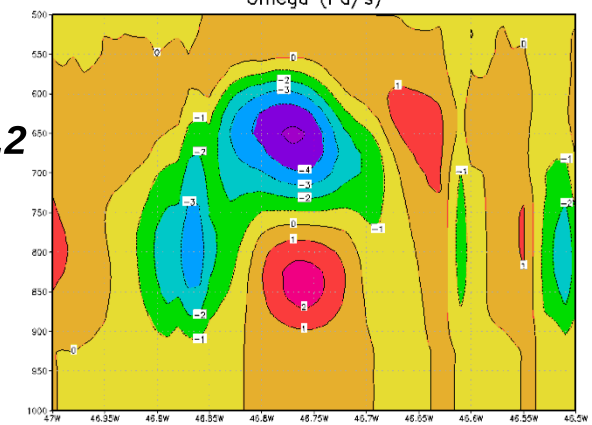


Cortes verticais – Omega (Pa/s)

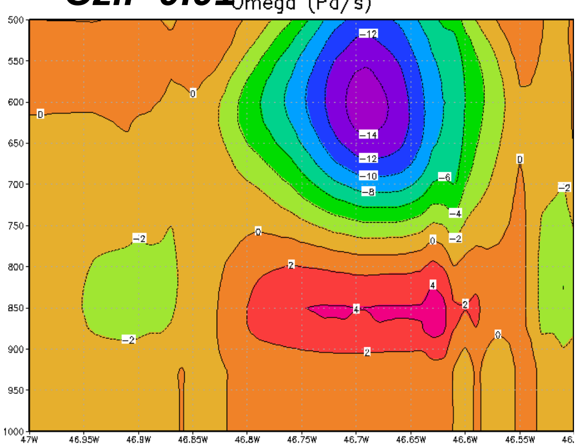


Lat = -23.1
Lon = -47 -46.5

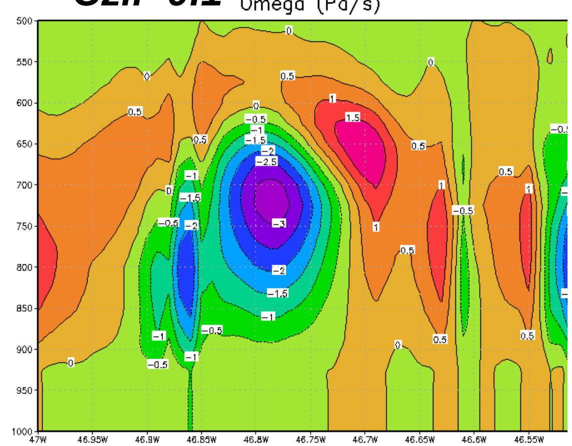
Cntrl
Czil=0.2



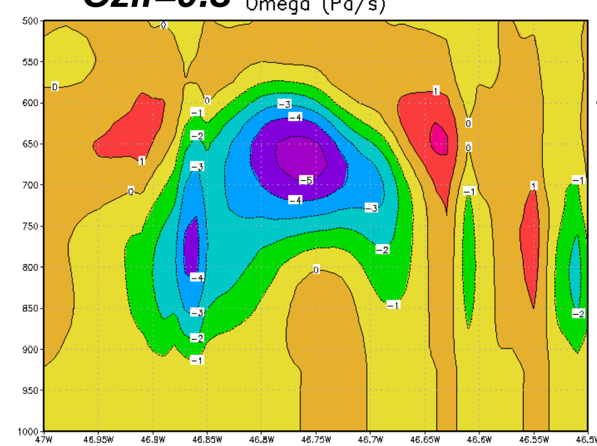
Czil=0.01



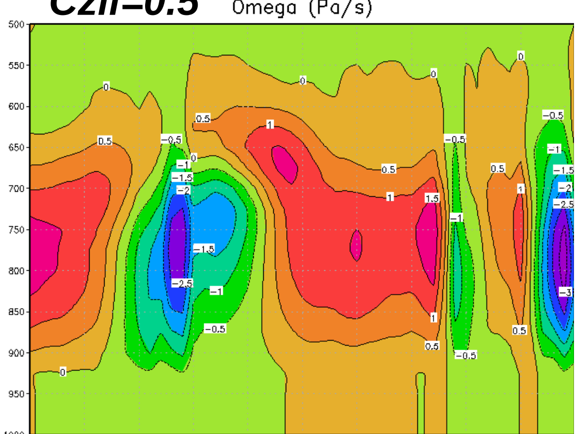
Czil=0.1



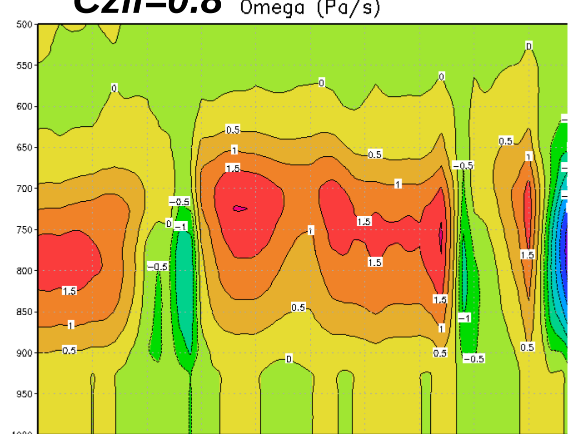
Czil=0.3



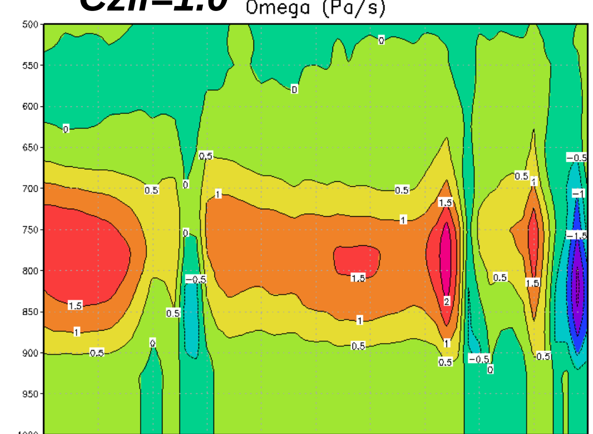
Czil=0.5



Czil=0.8

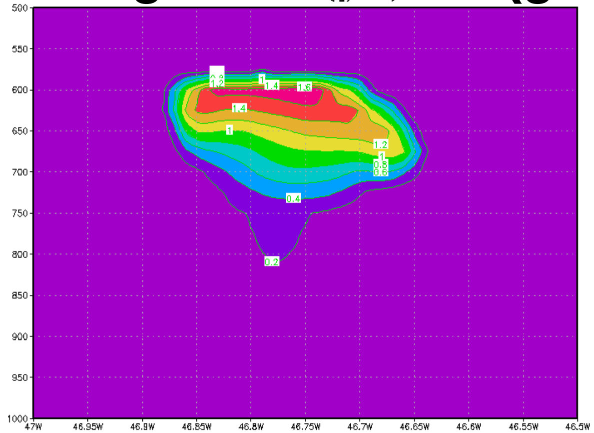


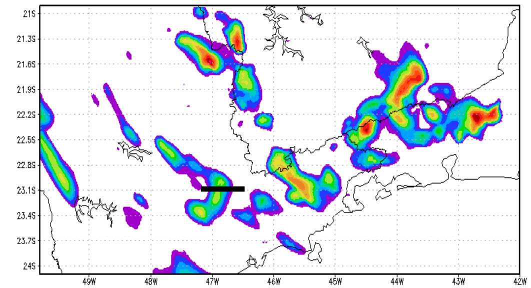
Czil=1.0



Cortes verticais – Água da nuvem (g/m2)

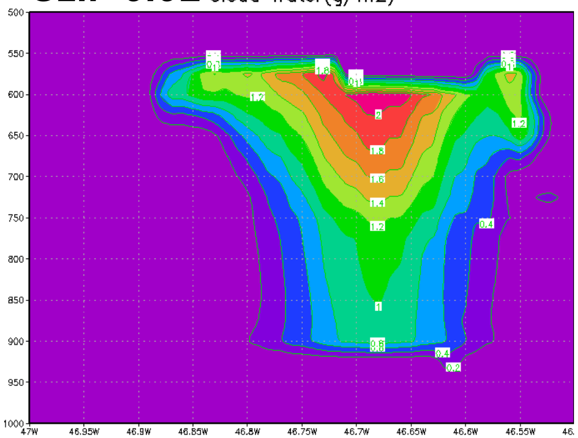
Cntrl
Czil=0.2



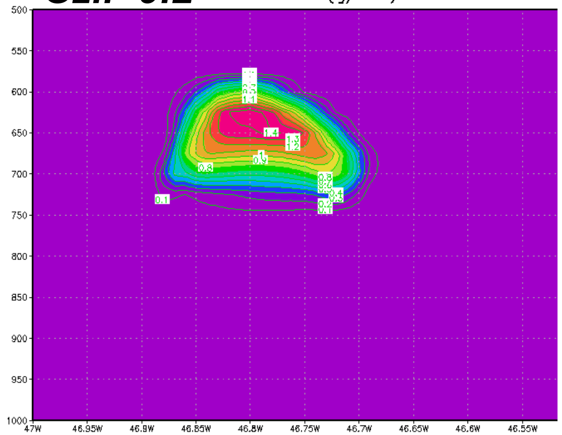


Lat = -23.1
Lon = -47 -46.5

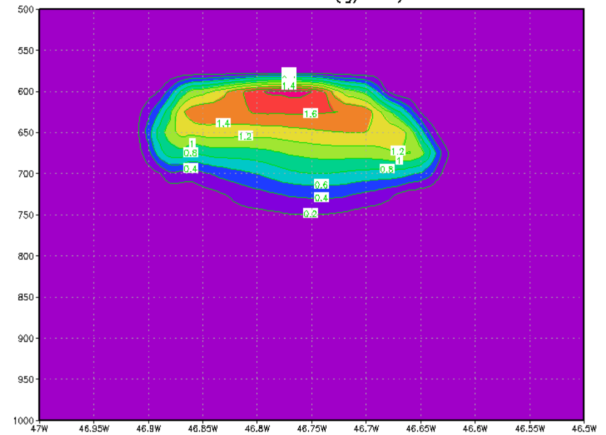
Czil=0.01



Czil=0.1

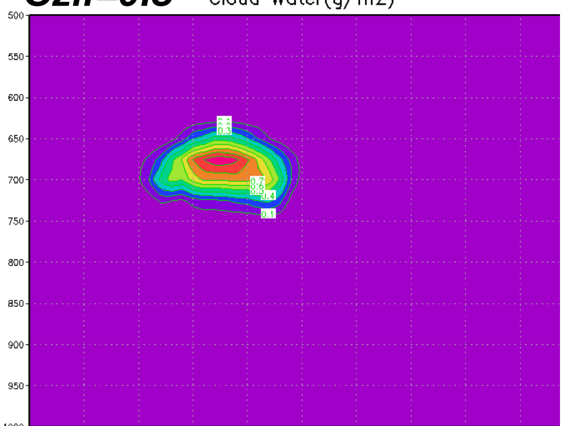


Czil=0.3

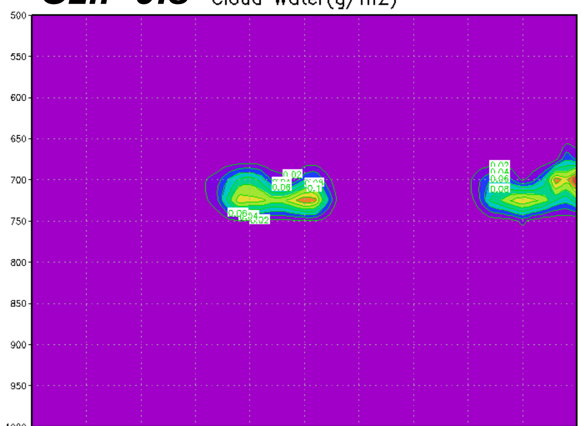


GrADS 2016-04-02-21:22

Czil=0.5



Czil=0.8



Conclusões

- O coeficiente Czil altera indiretamente os fluxos de superfície bem como as condições das camadas atmosféricas próximas a superfície.
- Em geral, o aumento no valor do coeficiente Czil aumenta os fluxos de calor latente, de calor sensível e a temperatura na superfície.
- A diferença nos campos de temperatura a 2m e precipitação teve um comportamento variado com o aumento do coeficiente Czil.
- O aumento do coeficiente altera tanto a quantidade quanto a localização da precipitação produzida.
- Para o caso de chuva que ocorreu em SP, o valor Czil=0.3 apresentou os melhores resultados, considerando que houve um aumento na precipitação produzida.

Análises futuras:

- Testar um Czil dinâmico, variando em função da altura de vegetação.

- Comparação com dados observacionais.

Obrigada!

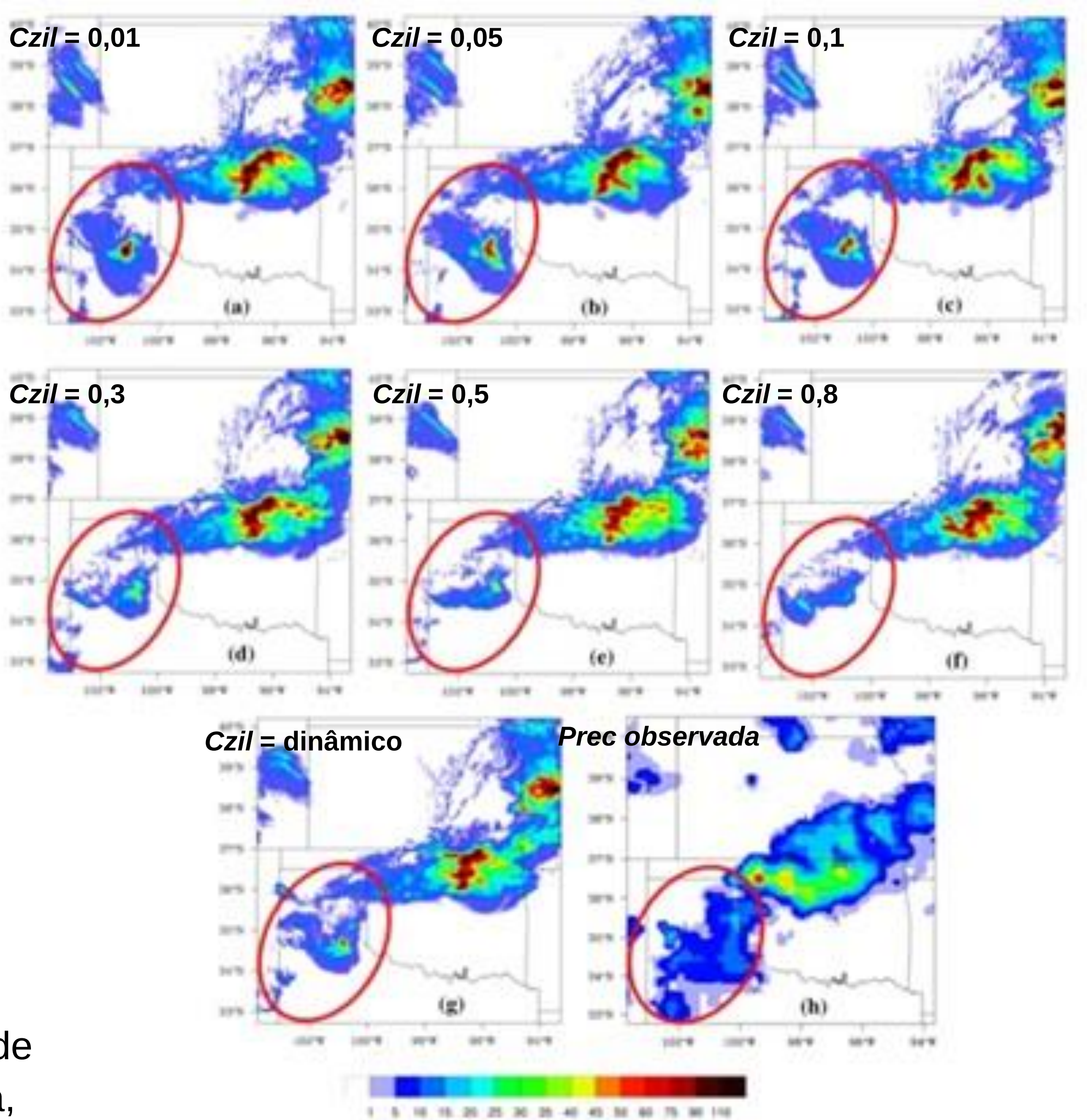
daniela.rodrigues@cptec.inpe.br

Revisão Bibliográfica

Coeficiente de troca

Zheng et al. (2015):

- Investigaram o impacto do acoplamento spf-atm sobre a convecção e precipitação
- Modelo WRF com 3 km
- Resultados destaca que um *Czil* constante não afeta a localização geral, mas apenas a amplitude da precipitação simulada.
- *O Czil* dinâmico melhora tanto o padrão como a localização da precipitação simulada.
- Os resultados com o coeficiente de acoplamento dinâmico mostraram melhorias na simulação dos fluxos de superfície e do estado da atmosfera,



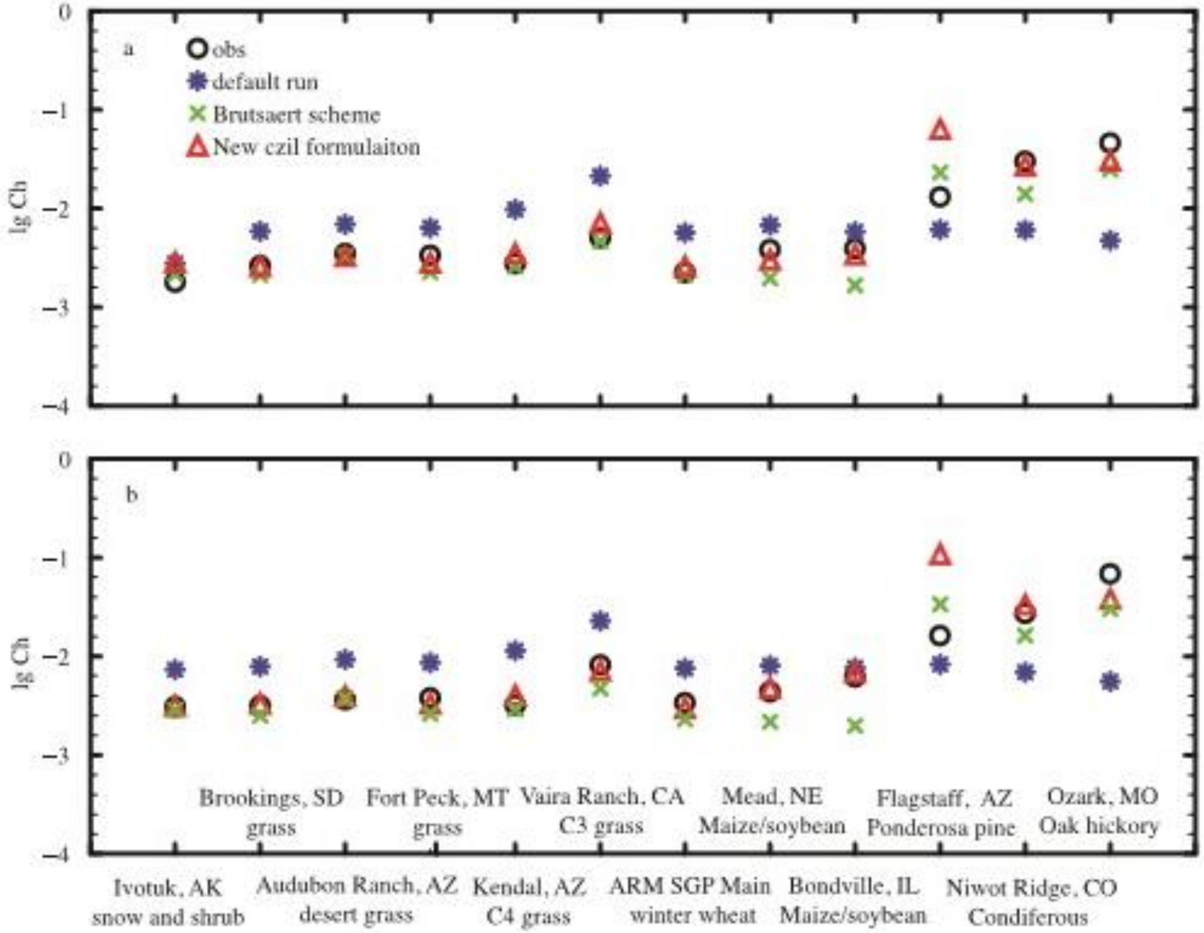
Coeficiente de troca

Chen e Zhang (2009):

Valores médios de Ch:

Primavera

Verão



- Dados observados de longo prazo do ***AmeriFlux***
- Qual a força de acoplamento spf-atm para diferentes coberturas de spf?

Experimento controle Noah: ***Czil* = 0,1**

- **Subestima** Ch para florestas
- **Superestima** Ch para culturas e gramas

Nova formulação Δ:

$$C_{zil} = 10^{(-0.4h)}$$

Este estudo destaca o papel crucial do tratamento correto dos processos de troca à superfície em modelos acoplados de tempo e clima.