

A map of South America is shown in the top left corner, with a color gradient from green to yellow to red, indicating different levels of precipitation or temperature. A small blue arrow points to a specific location in the southern part of the continent.

III Workshop Latino-Americano
em Modelagem de Tempo e Clima Utilizando o Modelo ETA
Aspectos Físicos e Numéricos

**ESTUDO NUMÉRICO DA PRODUÇÃO DE CHUVAS INTENSAS
NA REGIÃO DA SERRA DO MAR PAULISTA**

MSc. Caroline Mourão

Caroline.mourao@cptec.inpe.br

Cachoeira Paulista
2010

Introdução:

Fonte: www.guiageografico.com



Fonte: images.google.com.br

Introdução:

Fonte: www.guiageografico.com



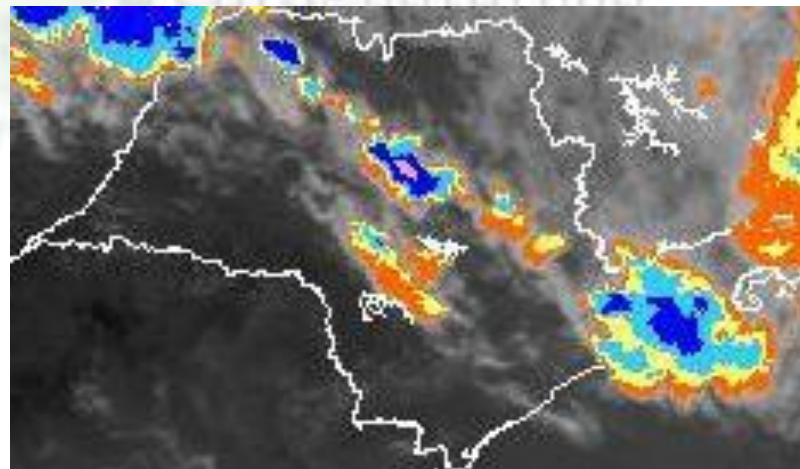
Fonte: images.google.com.br

Temporal provoca 20 pontos de alagamento em SP



Fonte: estação.com.br

26/10/2010



Introdução:



Objetivos:

- Investigar os processos físicos que contribuem para a formação de sistemas convectivos organizados na Serra do Mar Paulista e caracterizar a circulação atmosférica associada a eventos de chuvas intensas.
- Objetivos específicos:
 - Investigar as alterações na circulação local, em particular a brisa de acordo com alterações na cobertura da superfície;
 - Investigar o papel da instabilidade convectiva local a partir de testes com o esquema de parametrização de convecção KF.

Metodologia:

Modelo Eta (Mesinger et al., 1988; Black, 1994):

- Grade horizontal E de Arakawa;
- Coordenada vertical η (Mesinger, 1984);
- Variáveis prognósticas: T, q, u, v, ps, TKE e hidrometeoros das nuvens;
- Turbulência: Mellor-Yamada (1982) nível 2.5 e funções de Paulson (1970).
- Radiação: calculadas a cada hora. radiação de onda curta (Lacis e Hansen, 1974) e radiação de onda longa (Fels e Schwarzkopf, 1975).
- Microfísica de nuvens: Ferrier et al. (2002);
- Opção de modo não-hidrostático;
- Esquema de superfície: Noah (Chen et al., 1997);
- Esquema de convecção: Kain-Fritsch (Kain, 2004).

Metodologia:

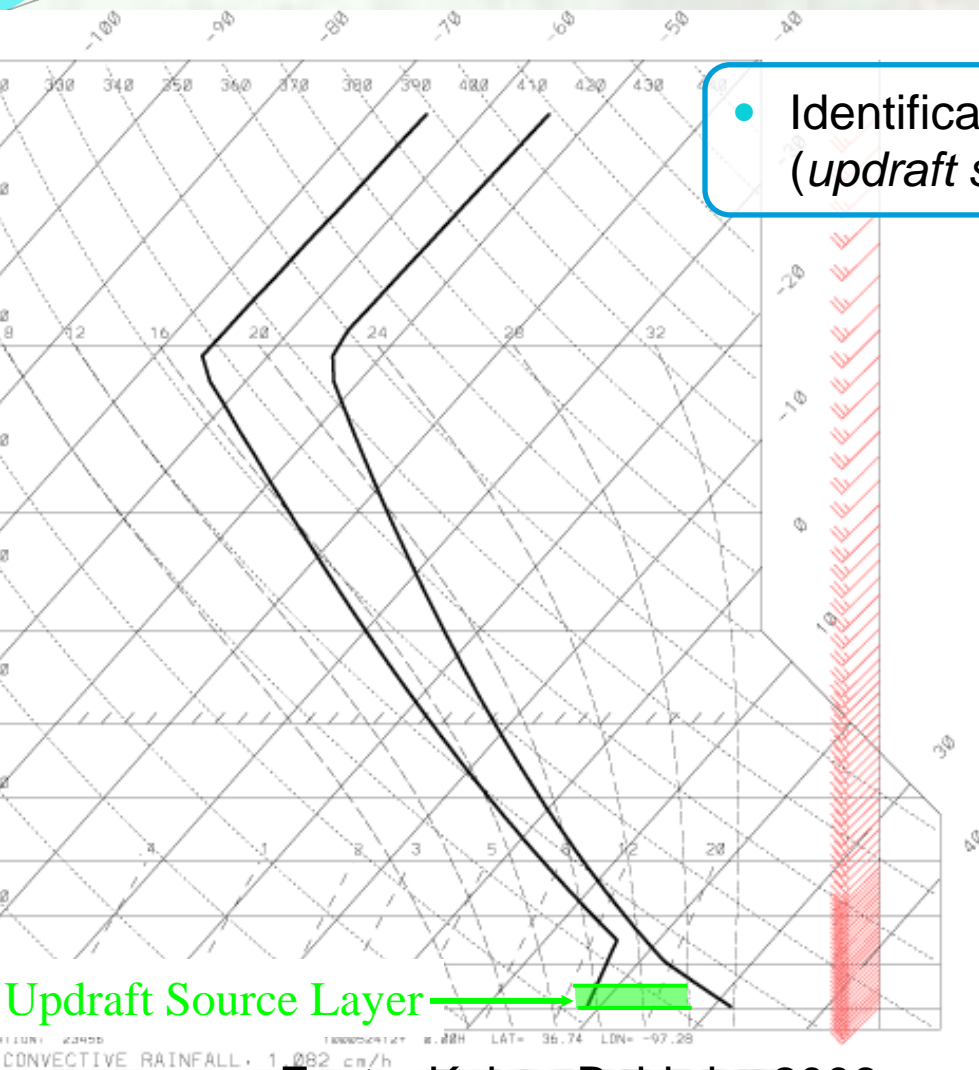
Esquema de parametrização convectiva Kain-Fritsch:

- O esquema de parametrização convectiva KF é do tipo fluxo de massa derivado do esquema de parametrização convectiva de Fritsch e Chappell (1980);
- É unidimensional com entranhamento e detranhamento;
- O KF pode ser dividido em três partes: 1) a função de disparo convectiva, 2) a formulação do fluxo de massa e 3) as suposições do fechamento.

Metodologia:

Kain-Fritsch:

- Identifica camadas fonte de corrente ascendente (*updraft source layers* – USLs) – 50 hPa;

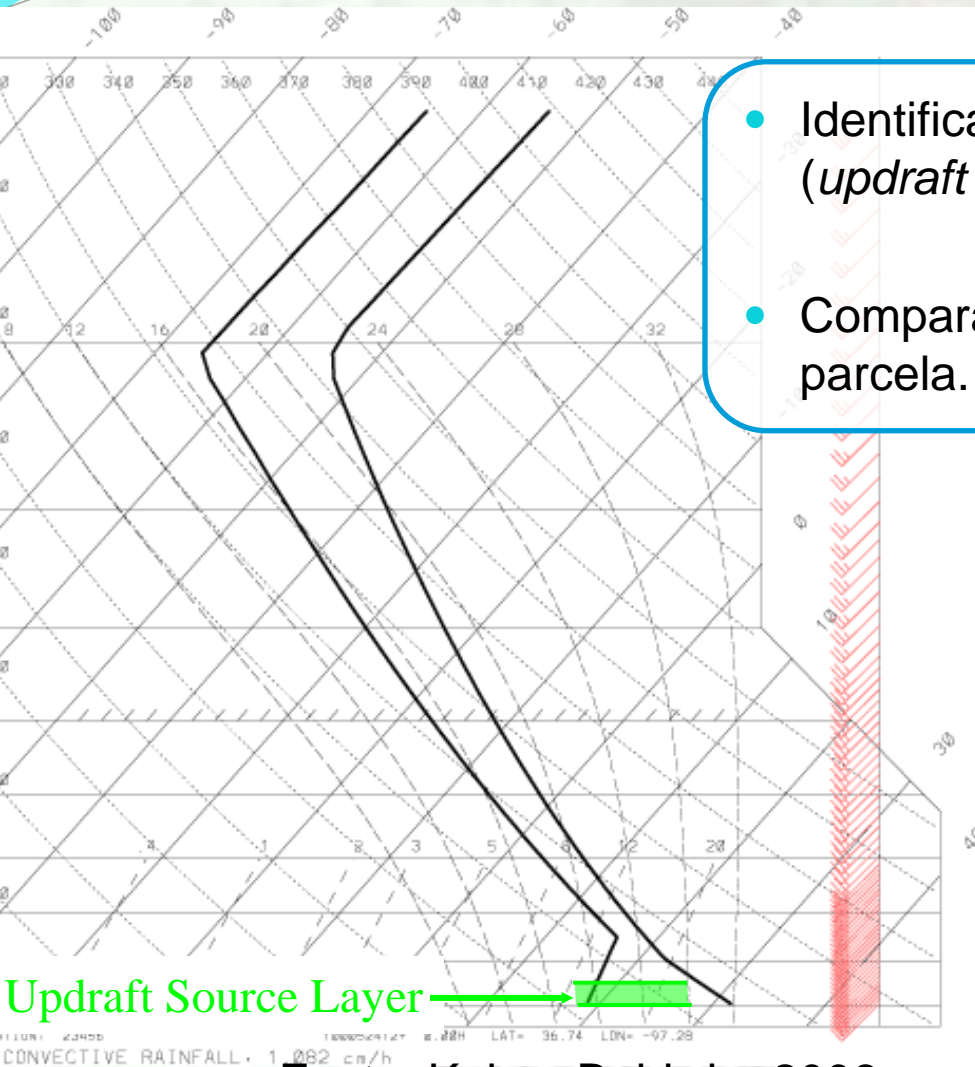


Fonte: Kain e Baldwin, 2006.

Metodologia:

Kain-Fritsch:

- Identifica camadas fonte de corrente ascendente (*updraft source layers* – USLs) – 50 hPa;
- Compara a $(T_{LCL} + \delta T_{wv})$ com a T_{ENV} no LCL da parcela.

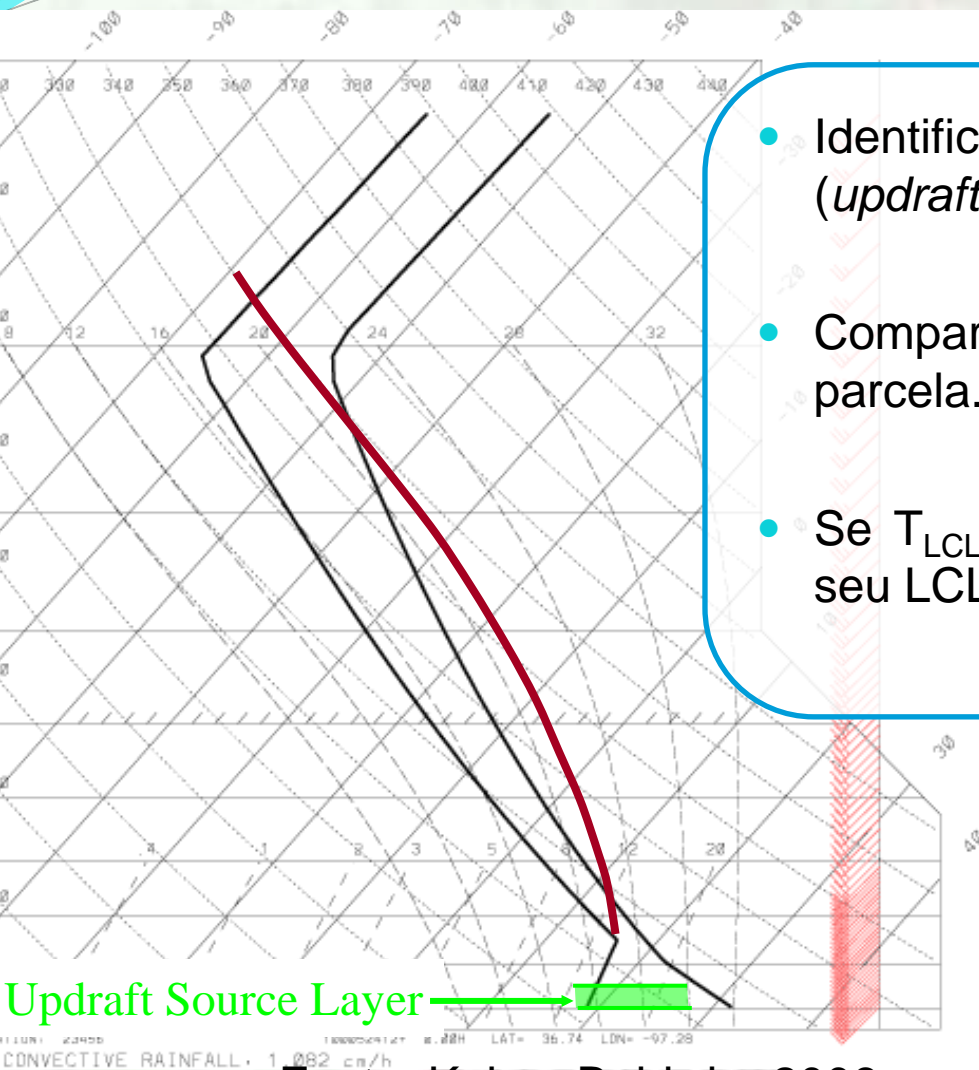


Fonte: Kain e Baldwin, 2006.

Metodologia:

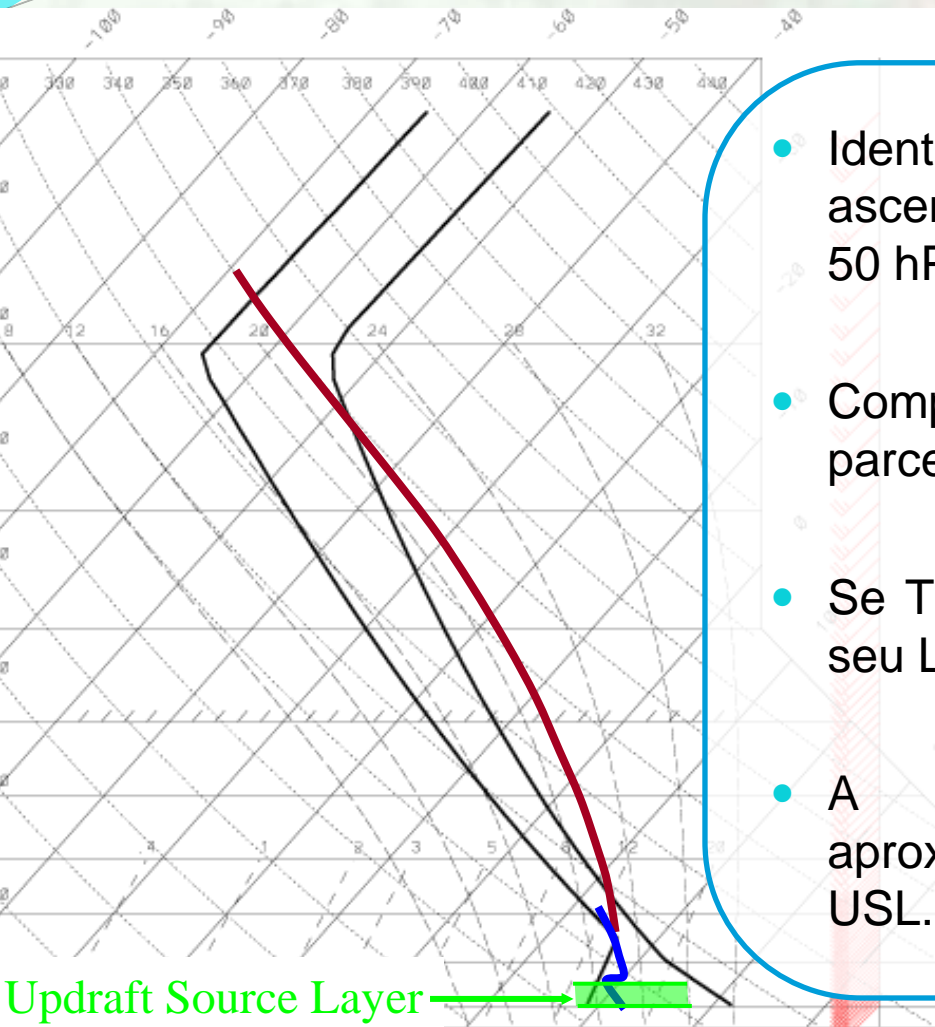
Kain-Fritsch:

- Identifica camadas fonte de corrente ascendente (*updraft source layers* – USLs) – 50 hPa;
- Compara a $(T_{LCL} + \delta T_w)$ com a T_{ENV} no LCL da parcela.
- Se $T_{LCL} + \delta T_w > T_{ENV}$ a parcela é liberada em seu LCL com sua temperatura original;



Fonte: Kain e Baldwin, 2006.

Metodologia:



Kain-Fritsch:

- Identifica camadas fonte de corrente ascendente (*updraft source layers* – USLs) – 50 hPa;
- Compara a $(T_{LCL} + \delta T_{vw})$ com a T_{ENV} no LCL da parcela.
- Se $T_{LCL} + \delta T_{vw} > T_{ENV}$ a parcela é liberada em seu LCL com sua temperatura original;
- A corrente descendente inicia em aproximadamente 150 a 200 hPa acima da USL.

Updraft Source Layer →

Fonte: Kain e Baldwin, 2006.

ATMOSPHERIC FORCING (near surface)

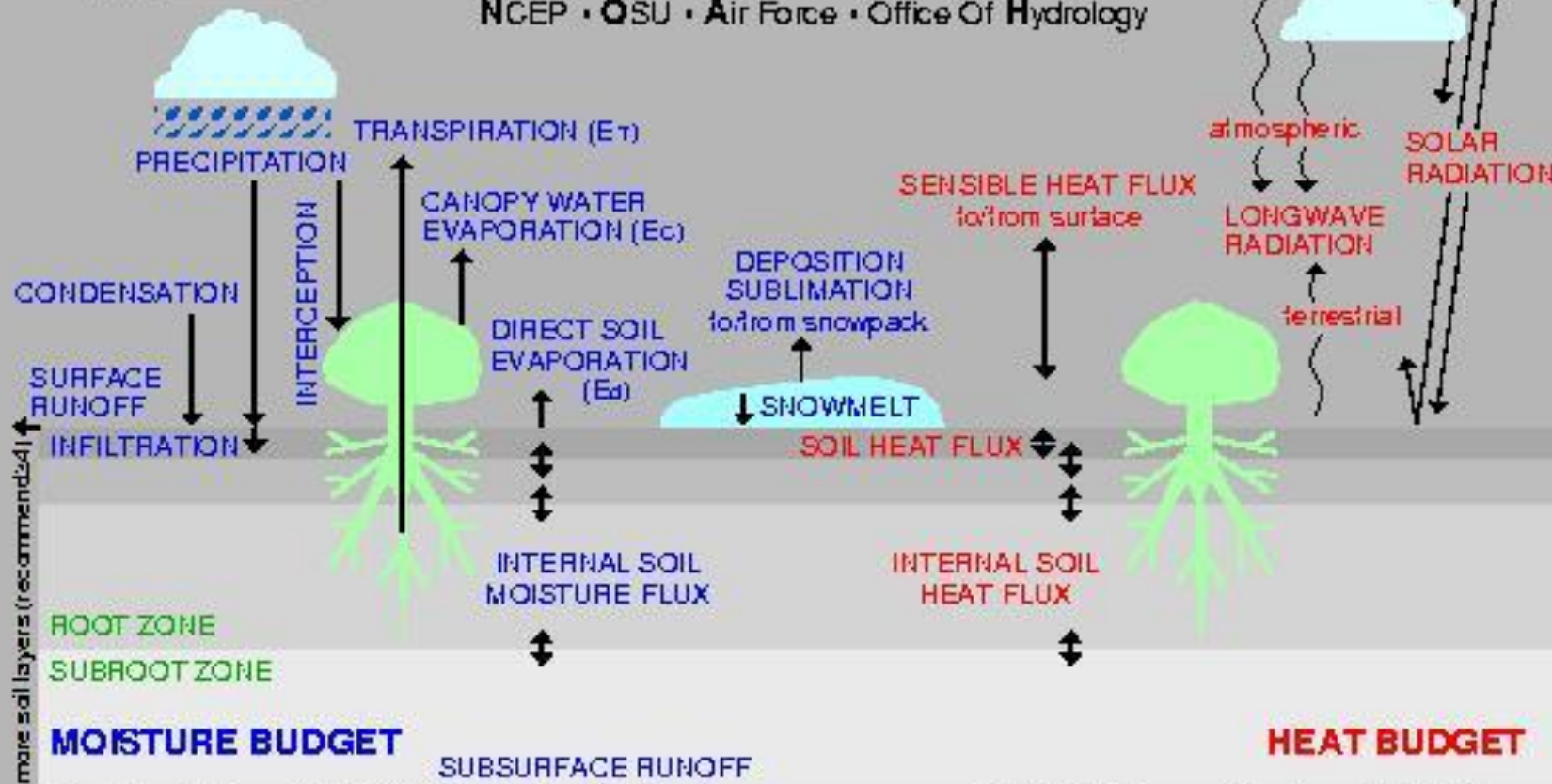
- PRECIPITATION
- TEMPERATURE
- HUMIDITY
- SURFACE PRESSURE
- WIND

NOAH LAND-SURFACE MODEL

NCEP • OSU • Air Force • Office Of Hydrology

RADIATION FORCING (at surface)

- DOWNWARD SOLAR
- DOWNWARD LONGWAVE



National Center for Environmental Prediction (NCEP)
Environmental Modeling Center (EMC)

Oregon State University
College of Oceanic and Atmospheric Sciences

National Weather Service
Office of Hydrology

Air Force Research Lab (AFRL)
Air Force Weather Agency (AFWA D1000)

STATE VARIABLES

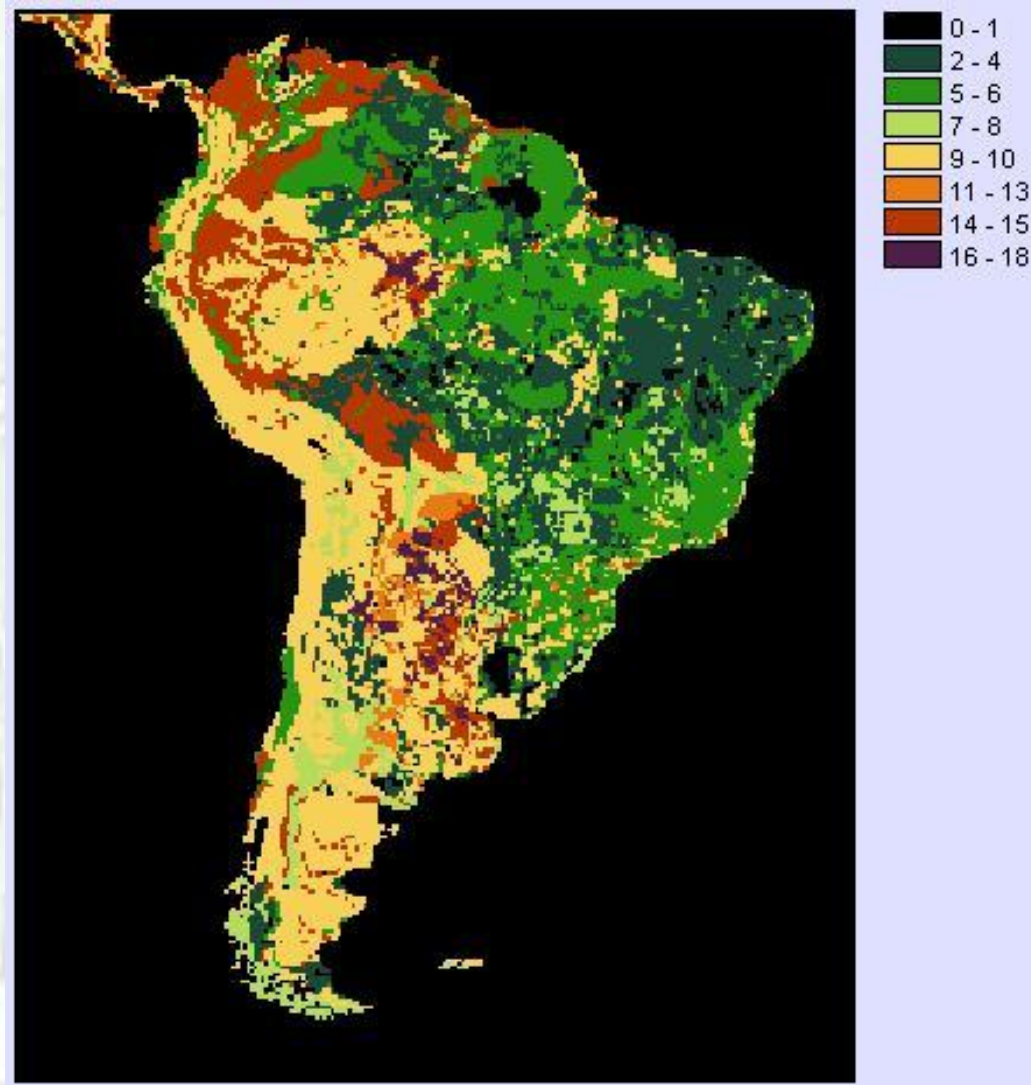
- SKIN TEMPERATURE
- SOIL TEMPERATURE
- SOIL WATER
- SOIL ICE
- CANOPY WATER
- SNOW WATER
- SNOW DENSITY

SURFACE PARAMETERS

- VEGETATION TYPE
- GREEN VEGETATION FRACTION
- SOIL TEXTURE

- ROUGHNESS
- ALBEDO
- SLOPE FACTOR

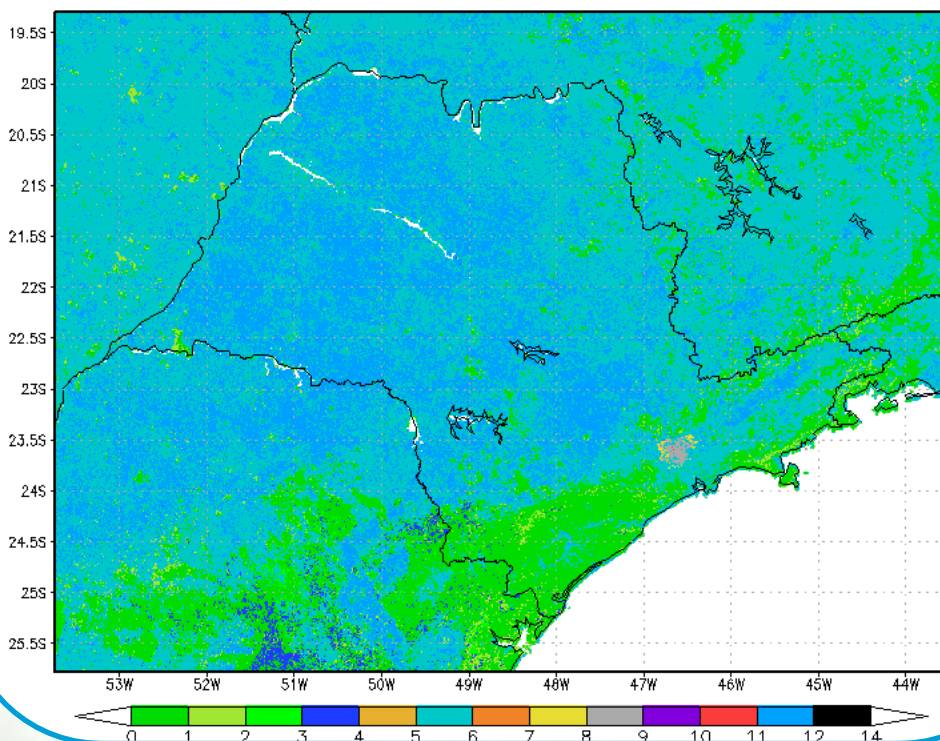
Metodologia:



Novo mapa de solos incorporado no modelo Eta. Fonte: Tomasella e Moira, 2008 (comunicação pessoal).

Metodologia:

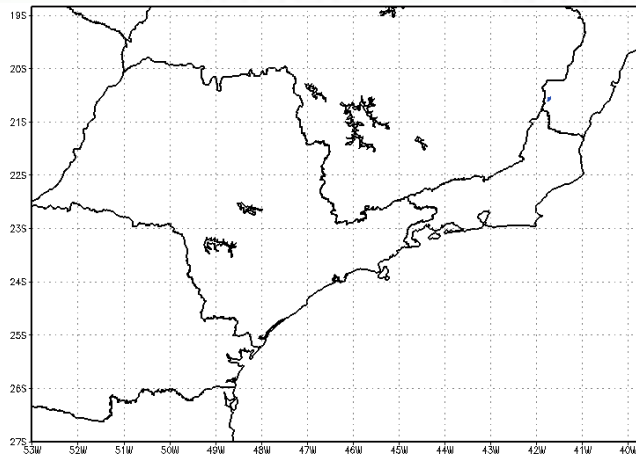
O mapa de vegetação utilizado foi o do projeto PROVEG, que origina de dados do projeto RADAMBRASIL e do IBGE, com os tipos de cobertura mostrados na tabela:



0	Drenagem e oceano
1	árvores latifoliadas perenes (floresta tropical)
2	árvores latifoliadas decíduas
3	árvores latifoliadas/aciculadas (floresta mista)
4	árvores aciculadas perenes
5	árvores aciculadas decíduas
6	árvores latifoliadas com cobertura arbustiva/herbácea (savana)
7	gramíneas e herbáceas (perene)
8	arbustos latifoliados com cobertura herbácea perene
9	arbustos latifoliados com solo exposto
10	árvores anãs e arbustos com cobertura herbácea (tundra)
11	solo exposto
12	cultivos (valores dos parâmetros = tipo 7)

Metodologia:

- **Casos:** 2 casos de precipitação intensa na cidade de São Paulo (**fevereiro de 2008** e março de 2009);
- **Dados:** imagens de satélites, dados de superfície, precipitação estimada pelo TRMM (3B42RT), análises do ERA Interim, com resolução espacial de $1,5^\circ$ e simulações utilizando o modelo Eta;
- **Modelo:** Domínio é representado pela figura com grade centrada em 45.5° W e 23.0° S e resolução horizontal de 5 km com 50 níveis na vertical (opção não-hidrostático) . A condição inicial e de contorno será do Era Interim.



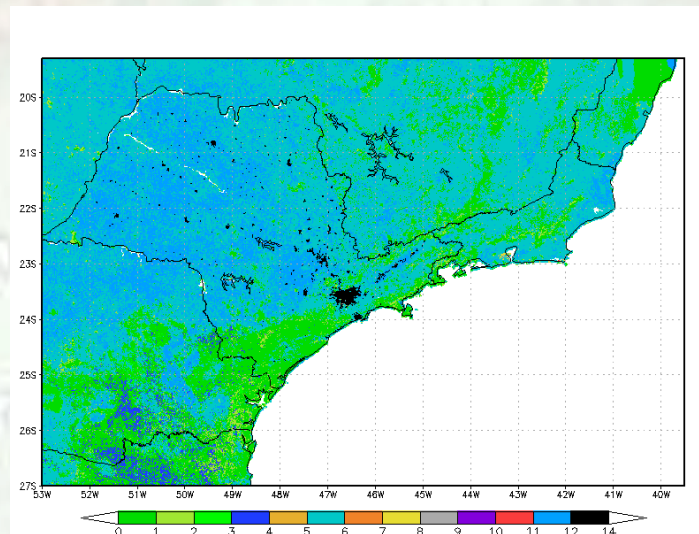
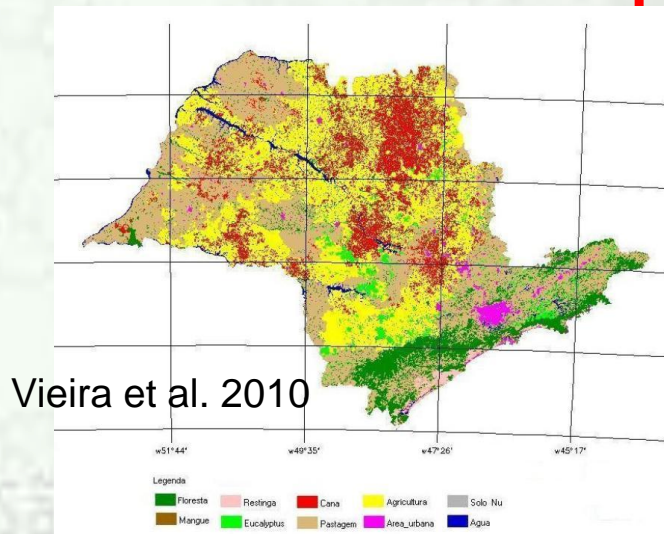
Metodologia:

Experimentos

Nome	Descrição
Simulação Controle	Utilizando o mapa do PROVEG, sem vegetação urbana
Experimento 1	inclusão da vegetação urbana
Experimento 2	testes de sensibilidade nos parâmetros de disparo do esquema de parametrização de convecção KF
Experimento 3	Vegetação urbana + modificações no esquema KF

Metodologia:

Experimento 1:



Tipo	Comprimento de rugosidade	Resistência estomatal	Fração de veg. verde	Número de camadas com raízes
Vegetação urbana	1.00	200	0.10	1
Floresta tropical	2.65	150	0.95	4
Cultivos	0.035	40	X	3

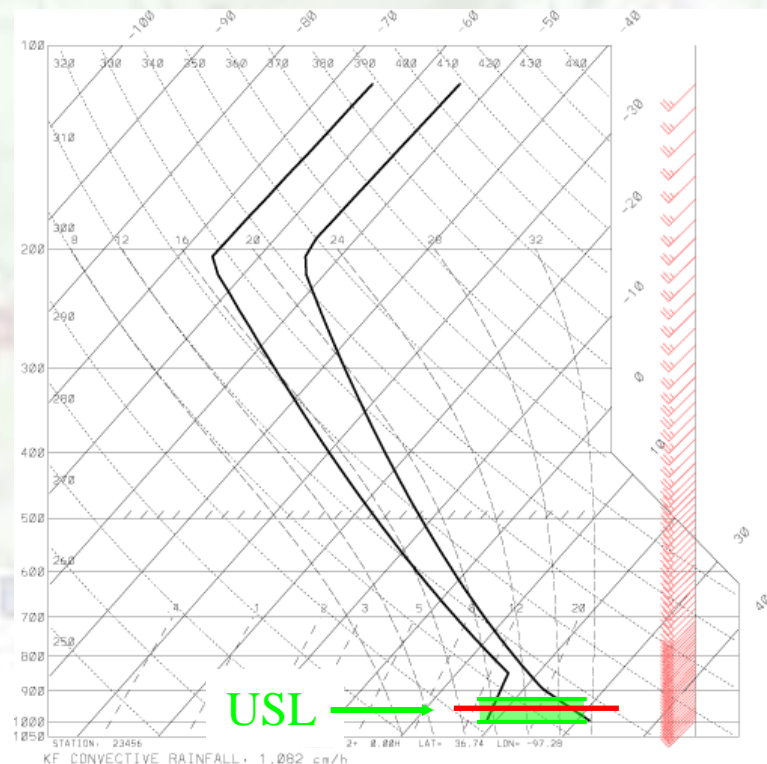
Fonte: U.S. Geological Survey.

- Analisar o efeito dessas diferenças na circulação local e regional;

Metodologia:

Experimento 2:

- Testes de sensibilidade nos parâmetros de disparo do esquema de parametrização de convecção KF:
- Redução da profundidade da USL que é de 50 hPa para 30 hPa. Com isso espera-se que as características da superfície sejam melhor representadas.
- **Dica:** Modificar a variável DPMIN na rotina KFPARA.F, que fica no diretório:
/worketa/eta/src/kain_fritsch



Fonte: Adaptado de Kain e Baldwin, 2006.

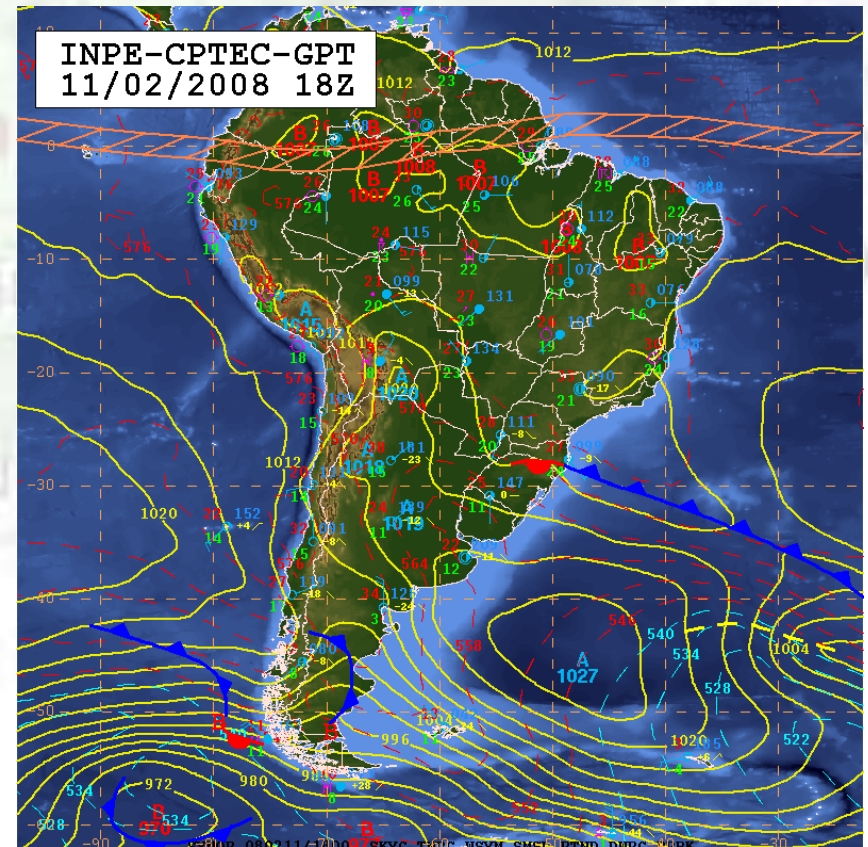
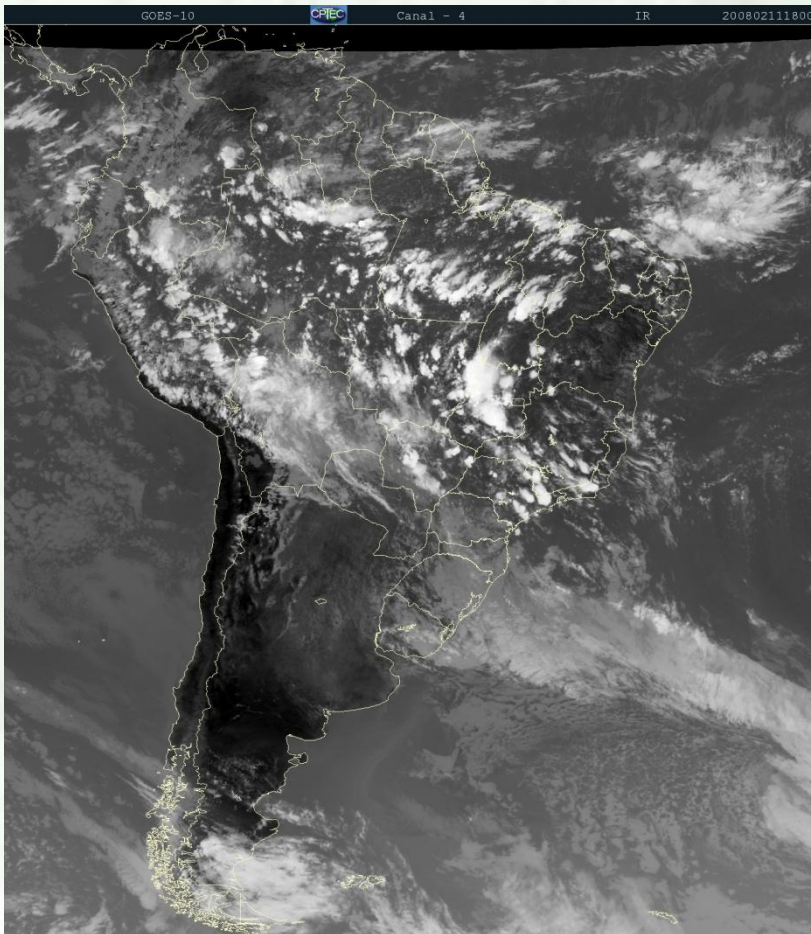
Metodologia:

Experimentos

Nome	Descrição
Simulação Controle	Utilizando o mapa do PROVEG, sem vegetação urbana
Experimento 1	inclusão da vegetação urbana
Experimento 2	testes de sensibilidade nos parâmetros de disparo do esquema de parametrização de convecção KF
Experimento 3	Vegetação urbana + modificações no esquema KF

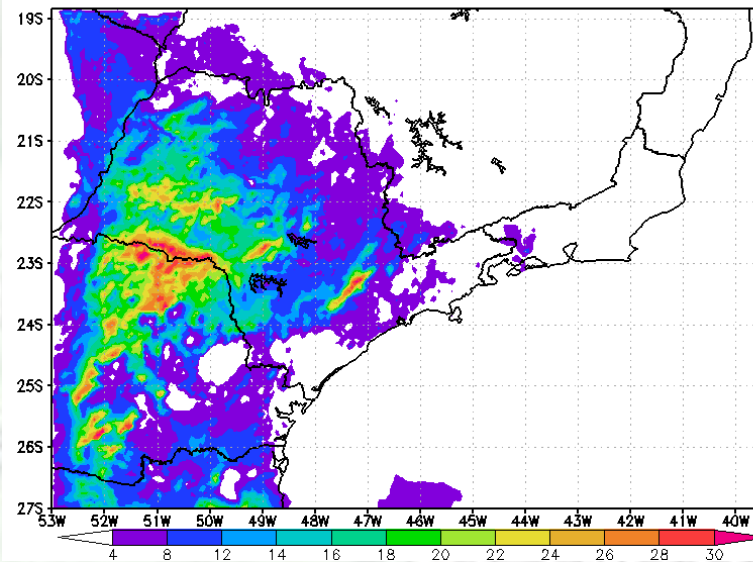
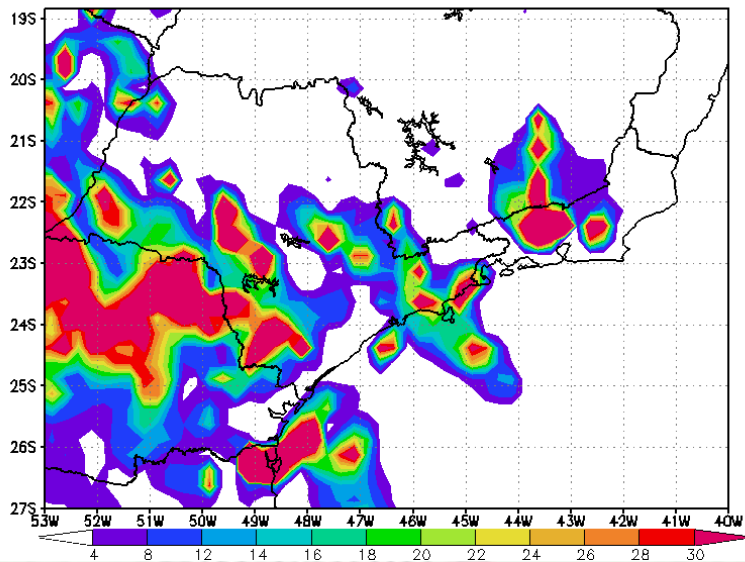
Resultados – Caso Fevereiro de 2008.

Descrição Sinótica (11/02/08 – 18Z):



Resultados – Caso Fevereiro de 2008.

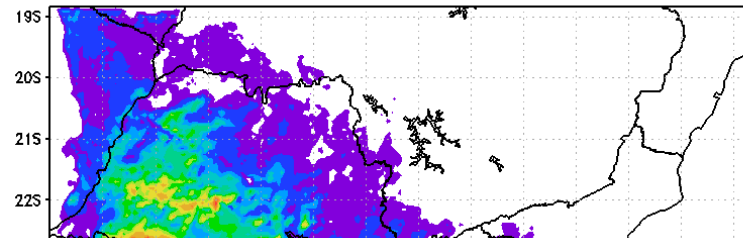
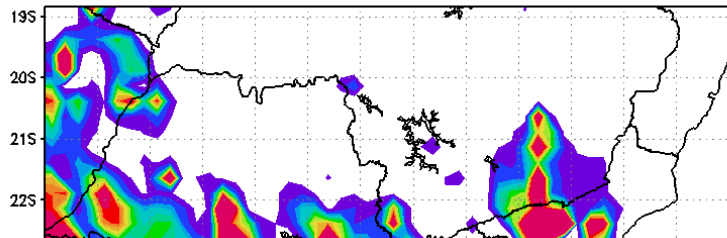
Simulação Controle:



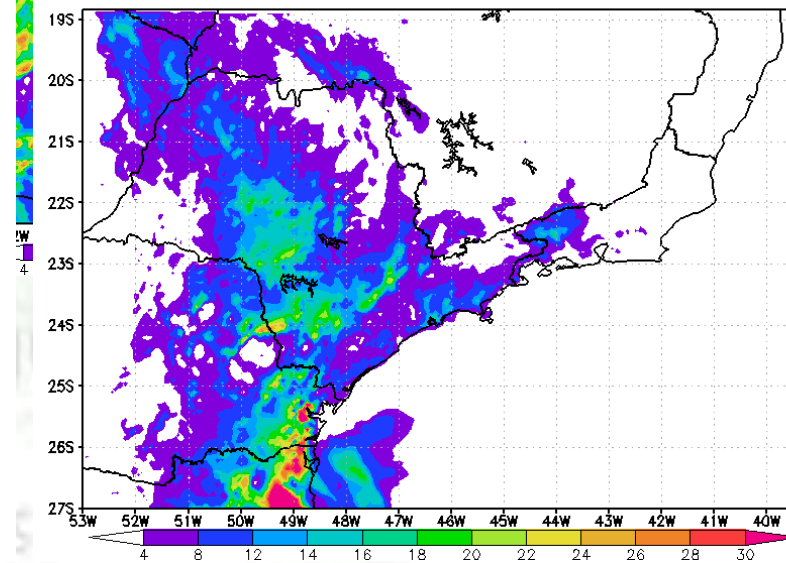
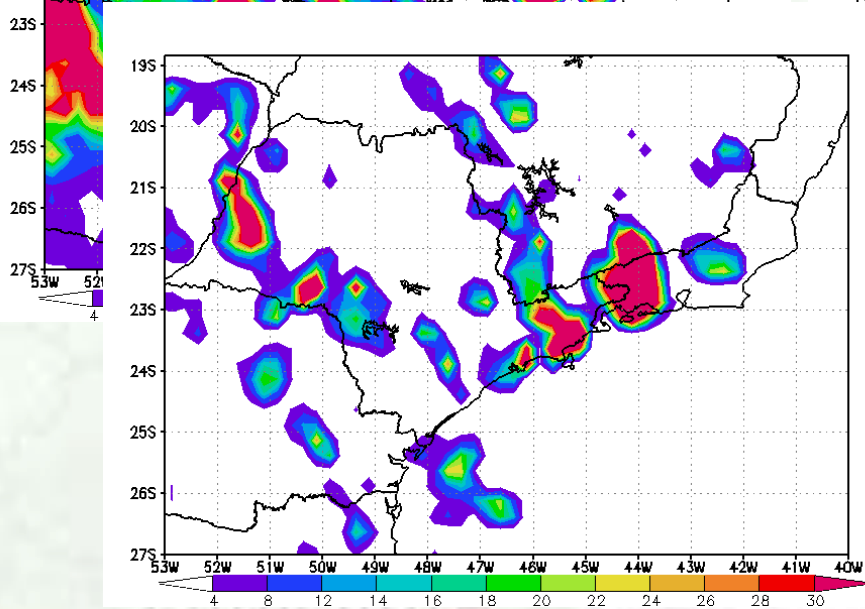
10-11

Resultados – Caso Fevereiro de 2008.

Simulação Controle:



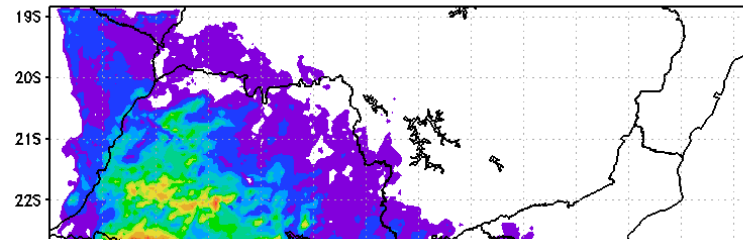
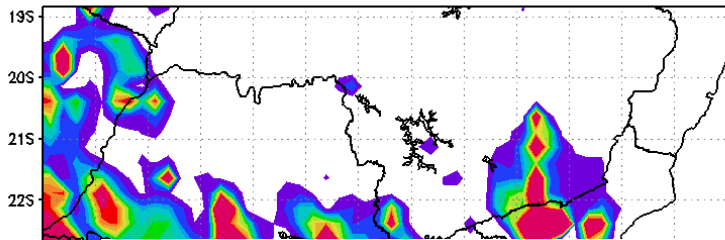
10-11



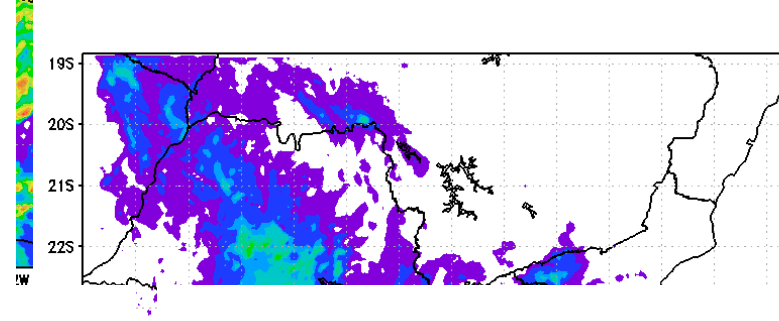
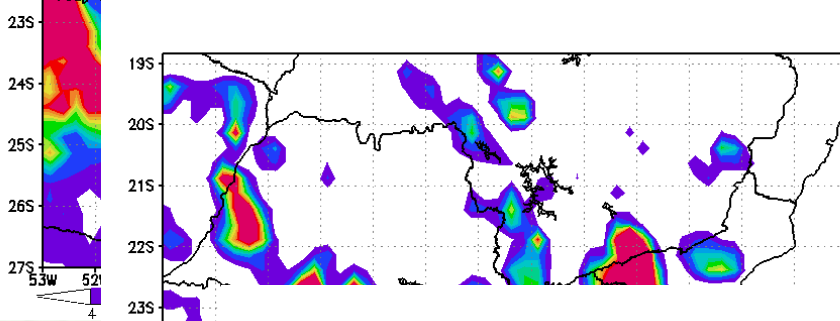
11-12

Resultados – Caso Fevereiro de 2008.

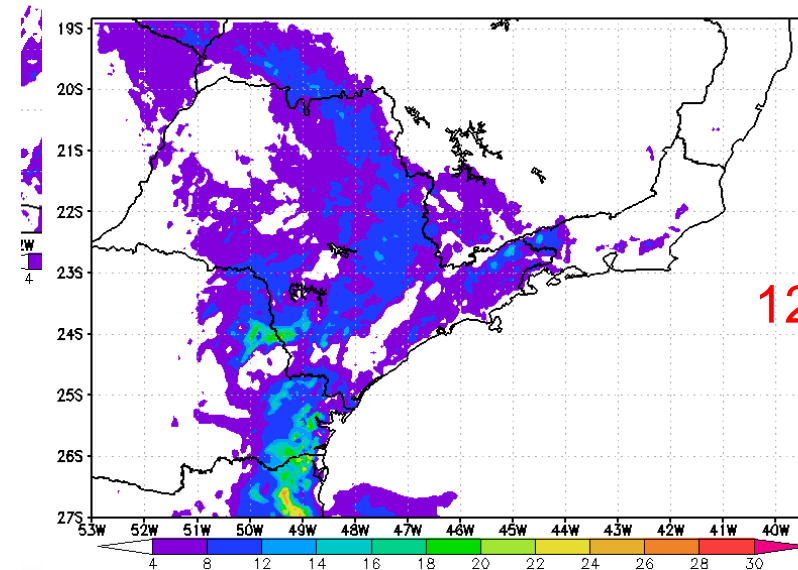
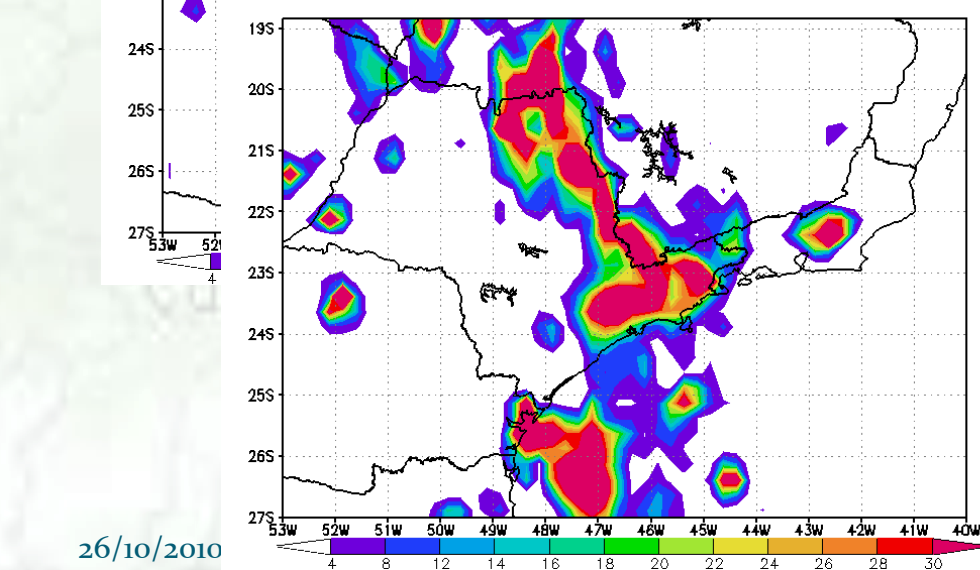
Simulação Controle:



10-11



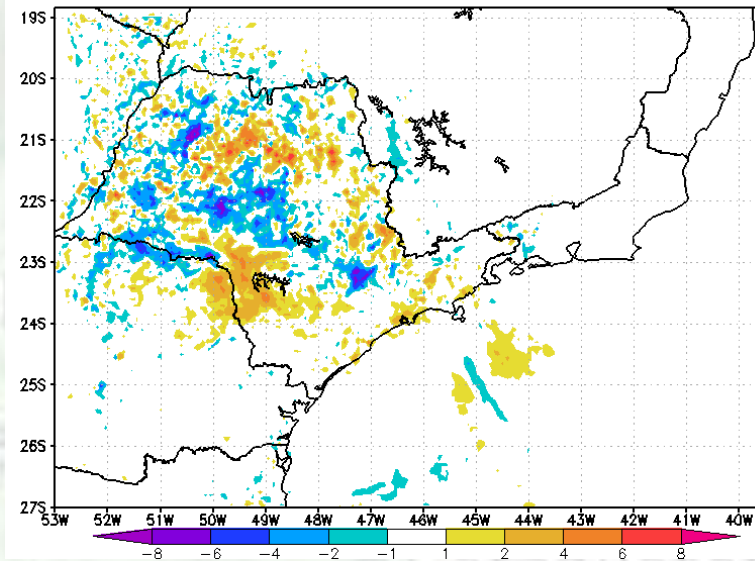
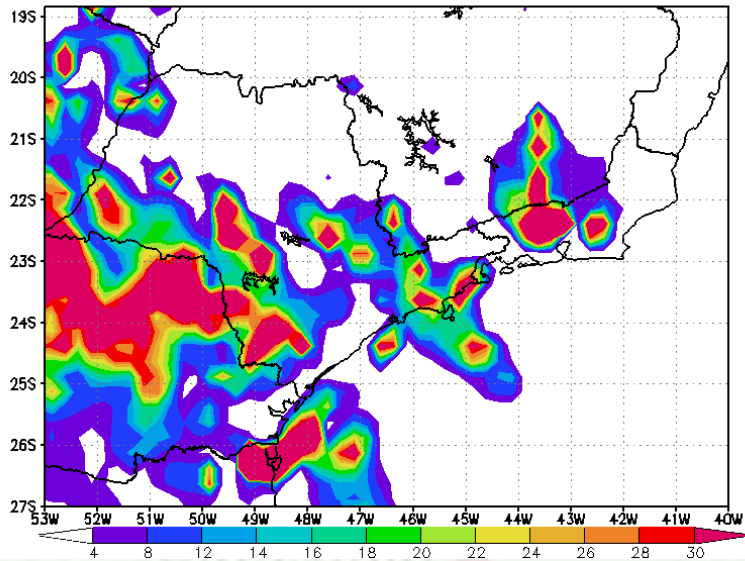
11-12



12-13

Resultados – Caso Fevereiro de 2008.

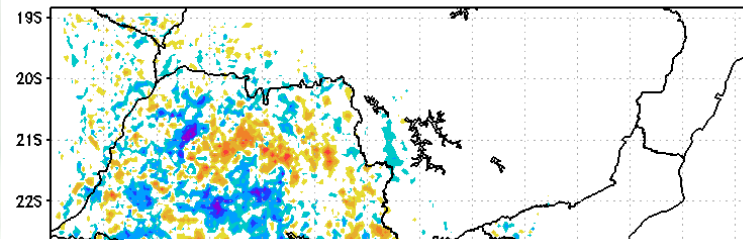
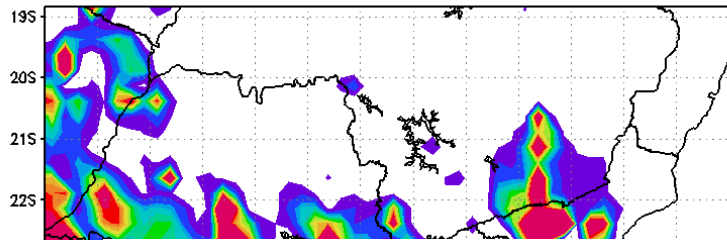
Experimento 1 (inclusão da vegetação urbana):



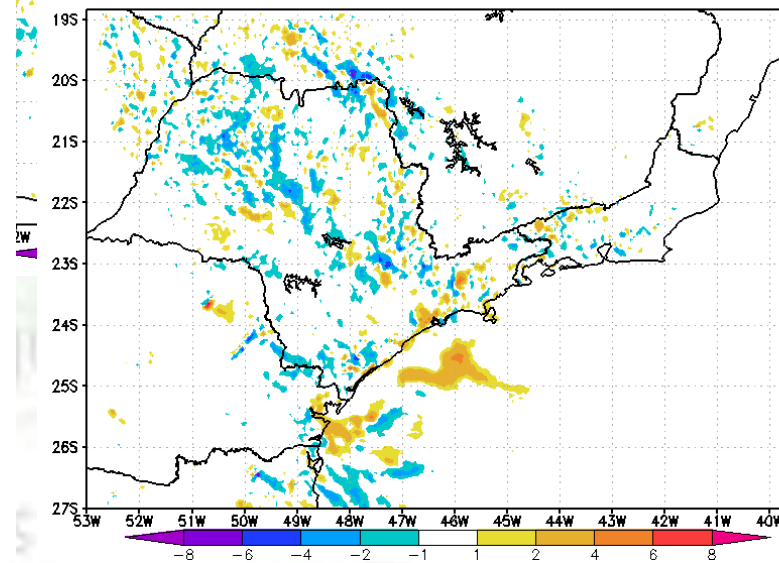
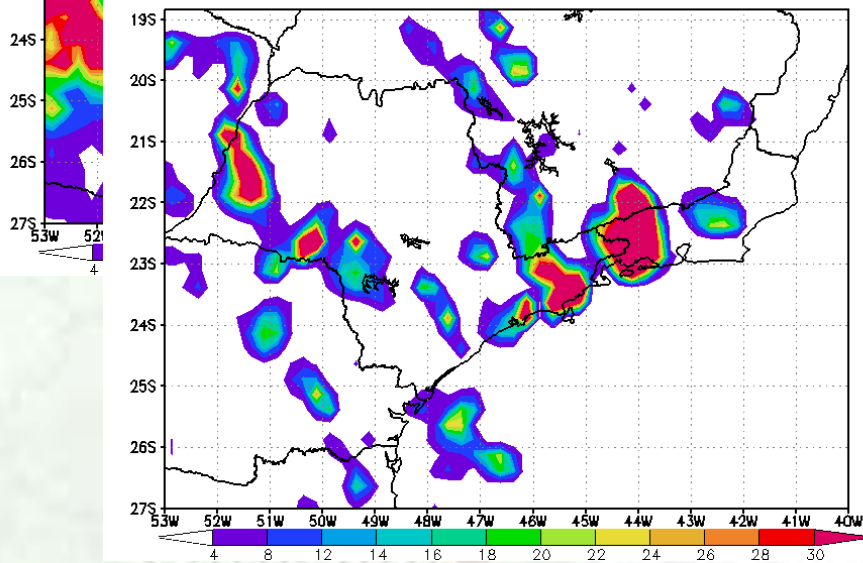
10-11

Resultados – Caso Fevereiro de 2008.

Experimento 1 (inclusão da vegetação urbana):



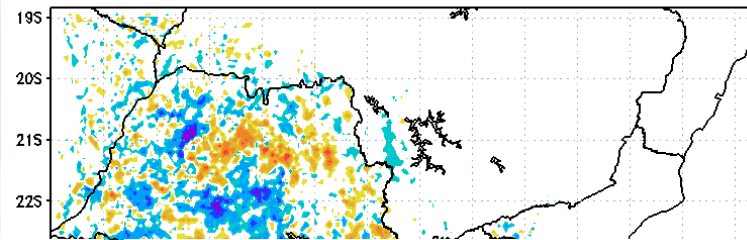
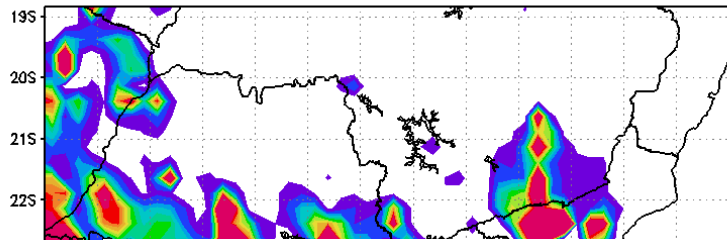
10-11



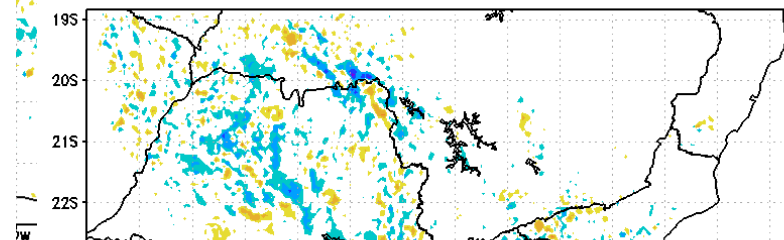
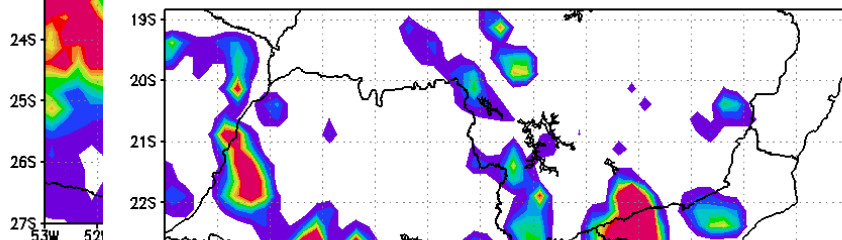
11-12

Resultados – Caso Fevereiro de 2008.

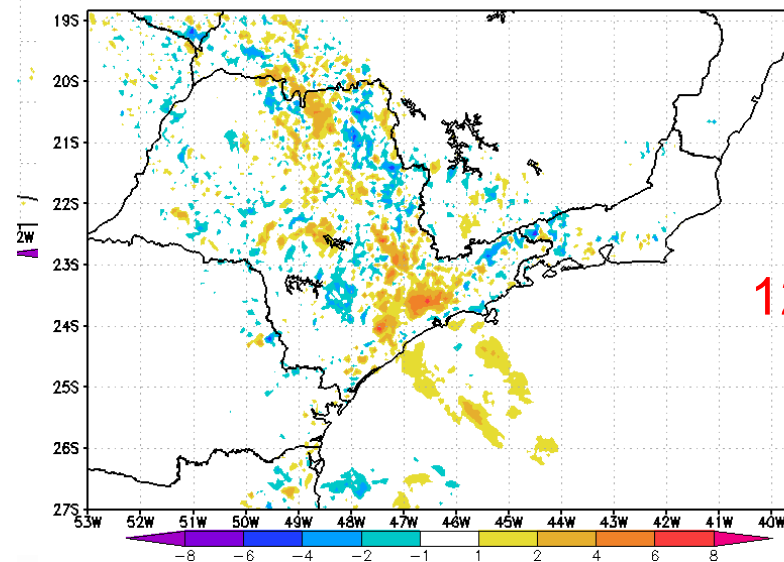
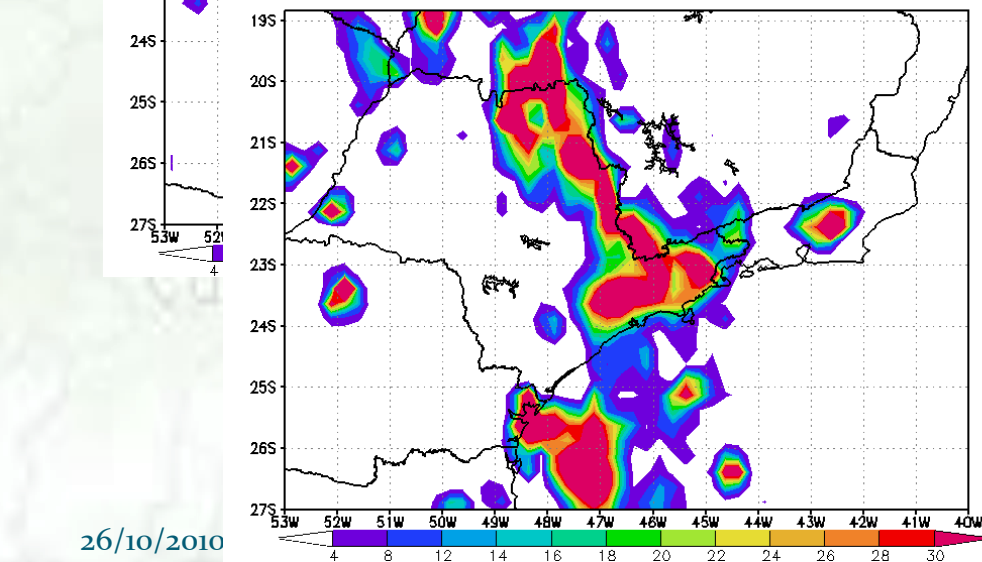
Experimento 1 (inclusão da vegetação urbana):



10-11



11-12

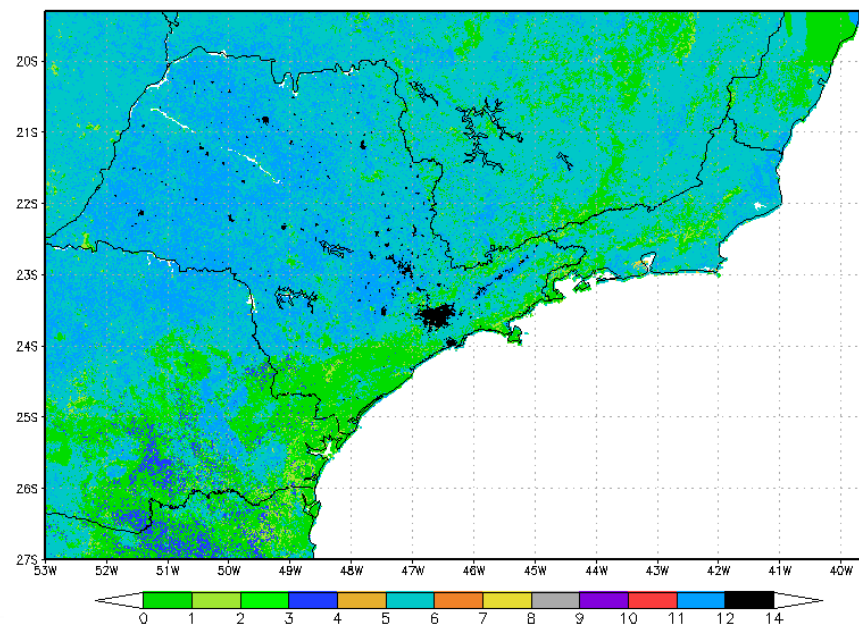
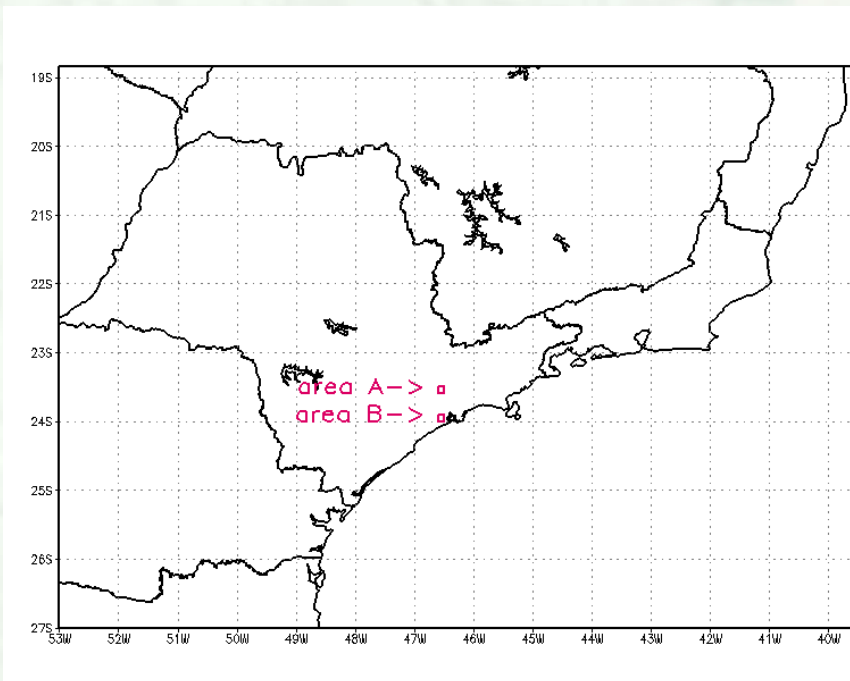


12-13

Resultados – Caso Fevereiro de 2008.

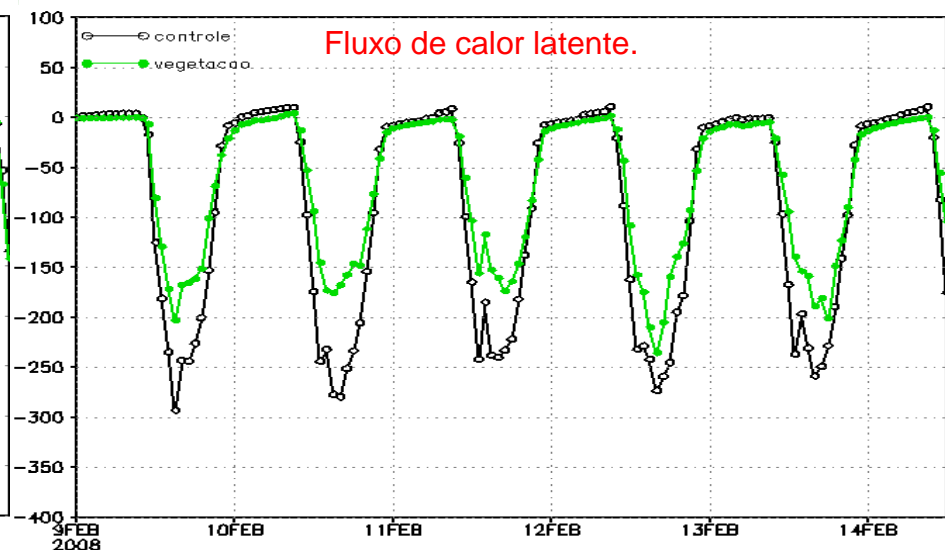
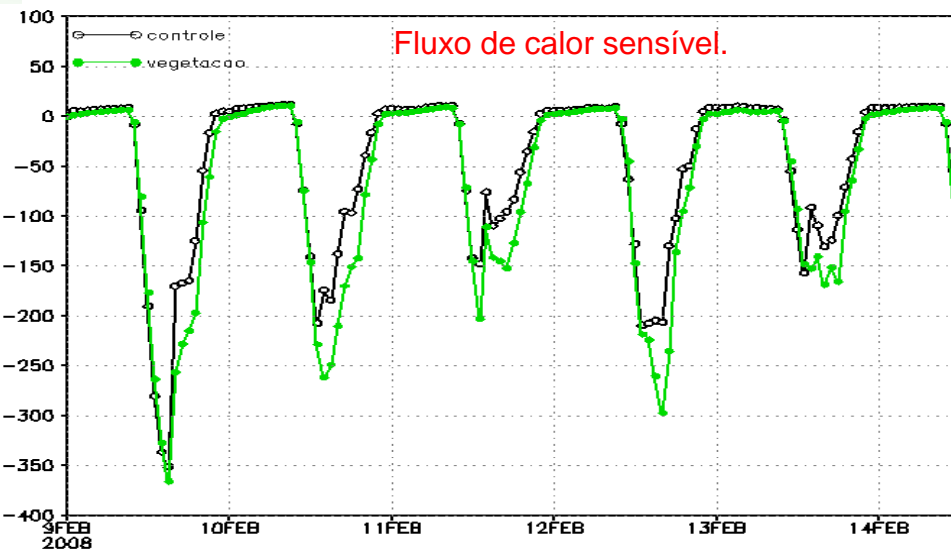
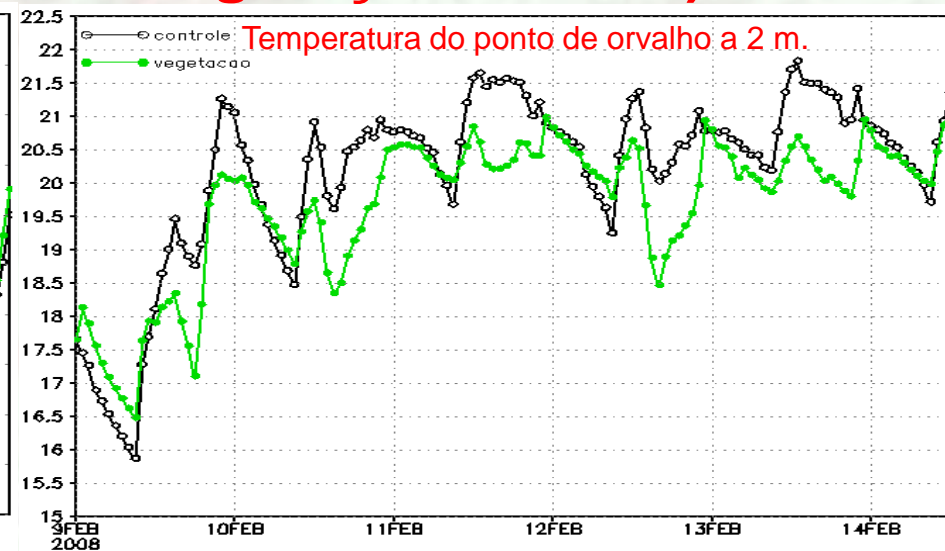
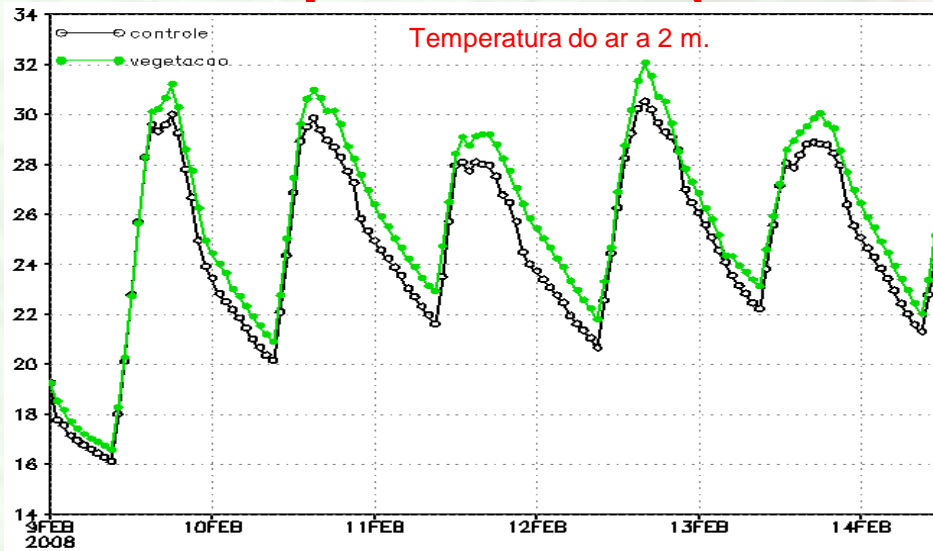
Experimento 1 (inclusão da vegetação urbana):

Áreas escolhidas para fazer a evolução temporal média



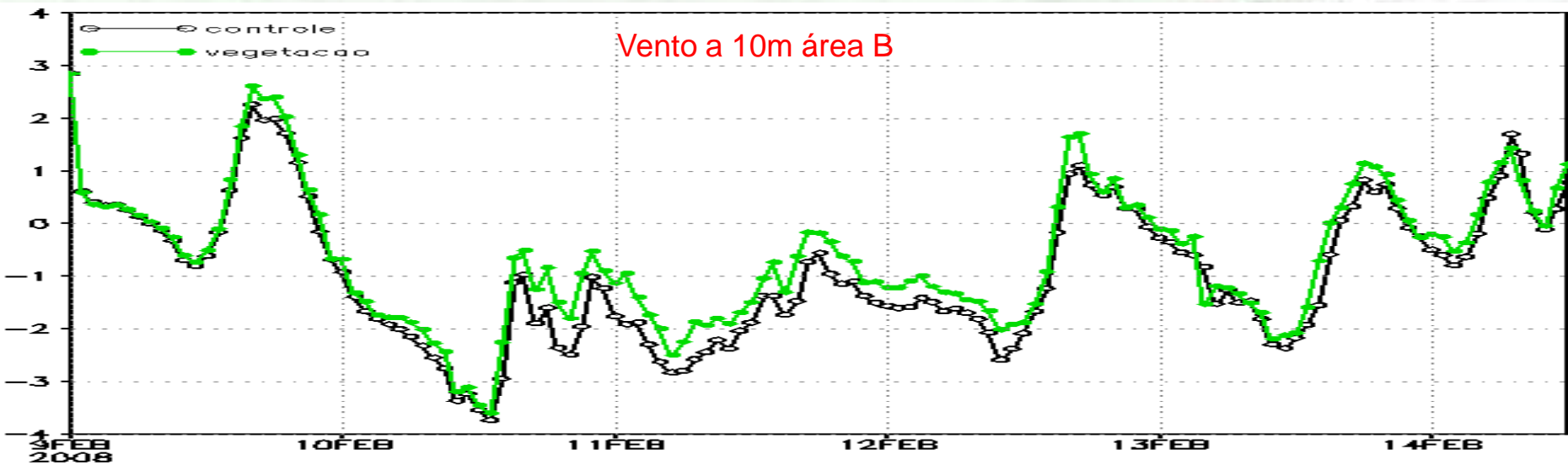
Resultados – Caso Fevereiro de 2008.

Experimento 1 (inclusão da vegetação urbana): Área A



Resultados – Caso Fevereiro de 2008.

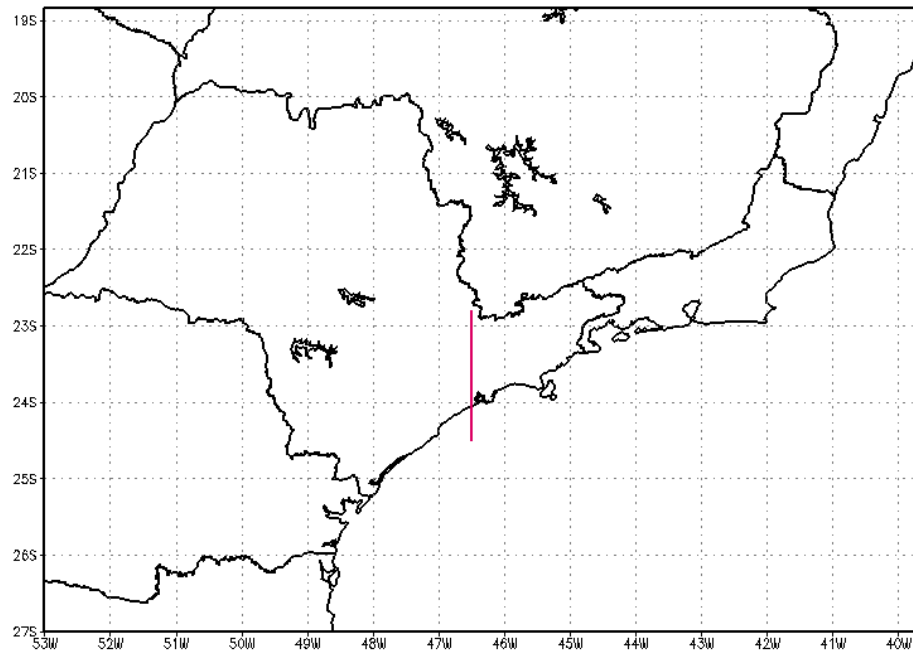
Experimento 1 (inclusão da vegetação urbana):



Resultados – Caso Fevereiro de 2008.

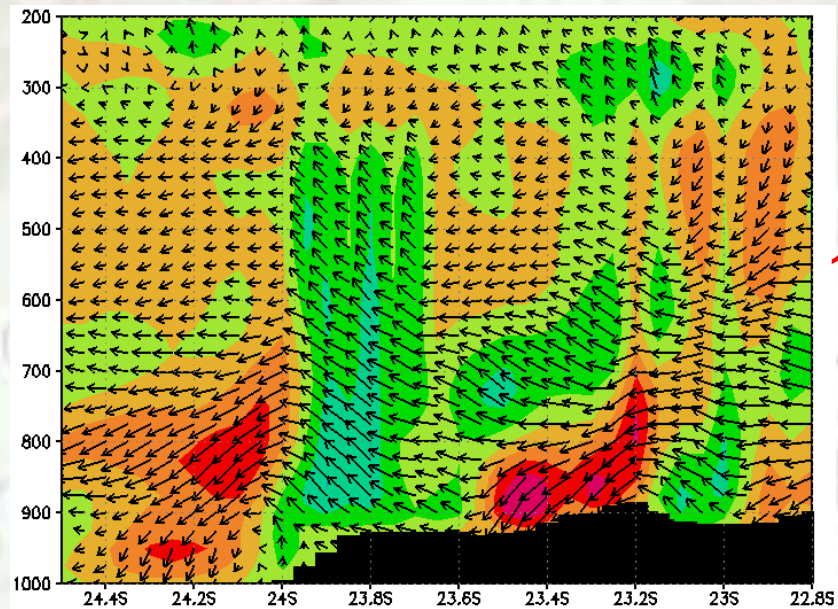
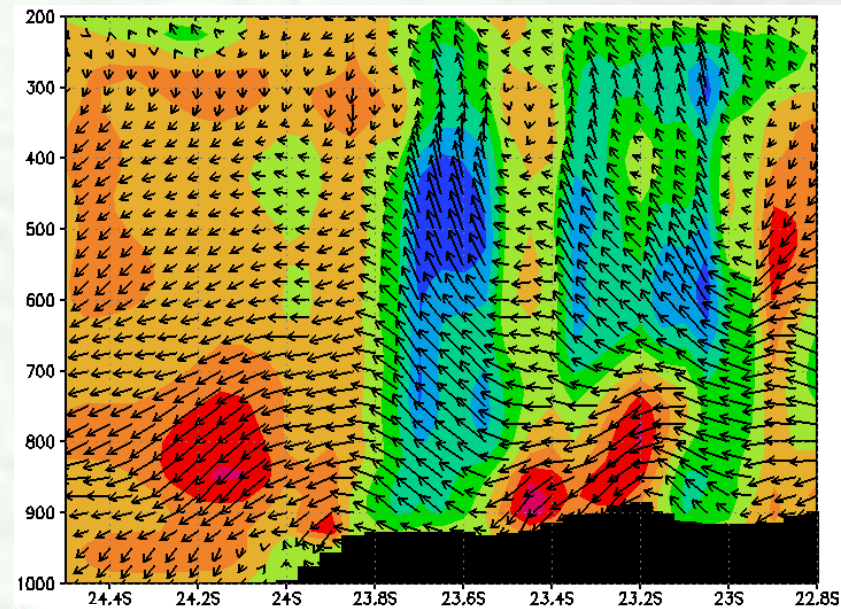
Experimento 1 (inclusão da vegetação urbana):

Corte Transversal (lon: 46,5°W entre as lat: 24,5°S e 22,8°S)

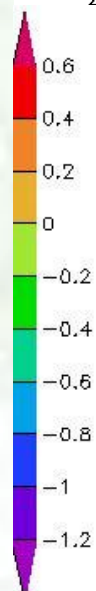


Resultados – Caso Fevereiro de 2008.

Experimento 1 (inclusão da vegetação urbana):

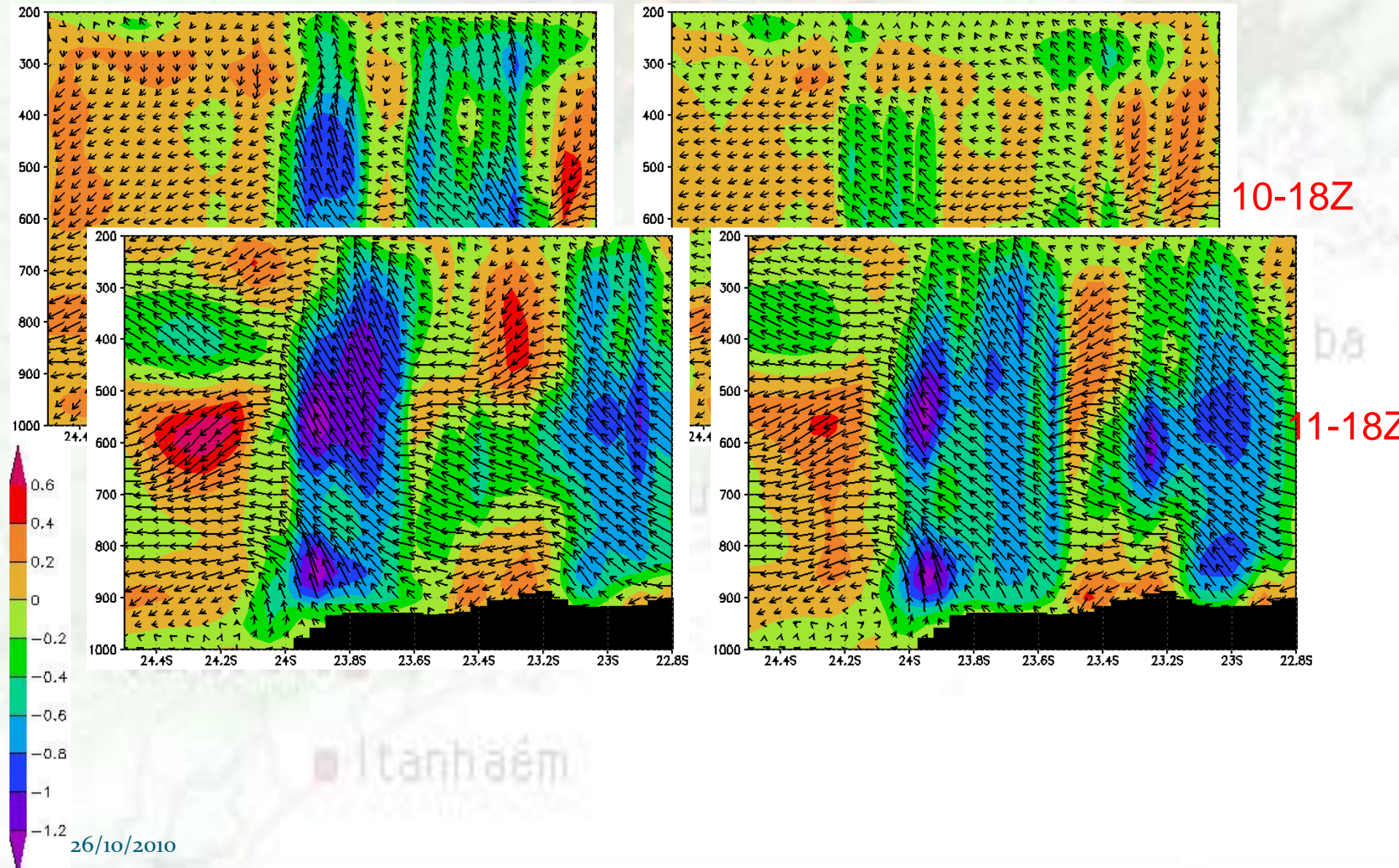


10-18Z



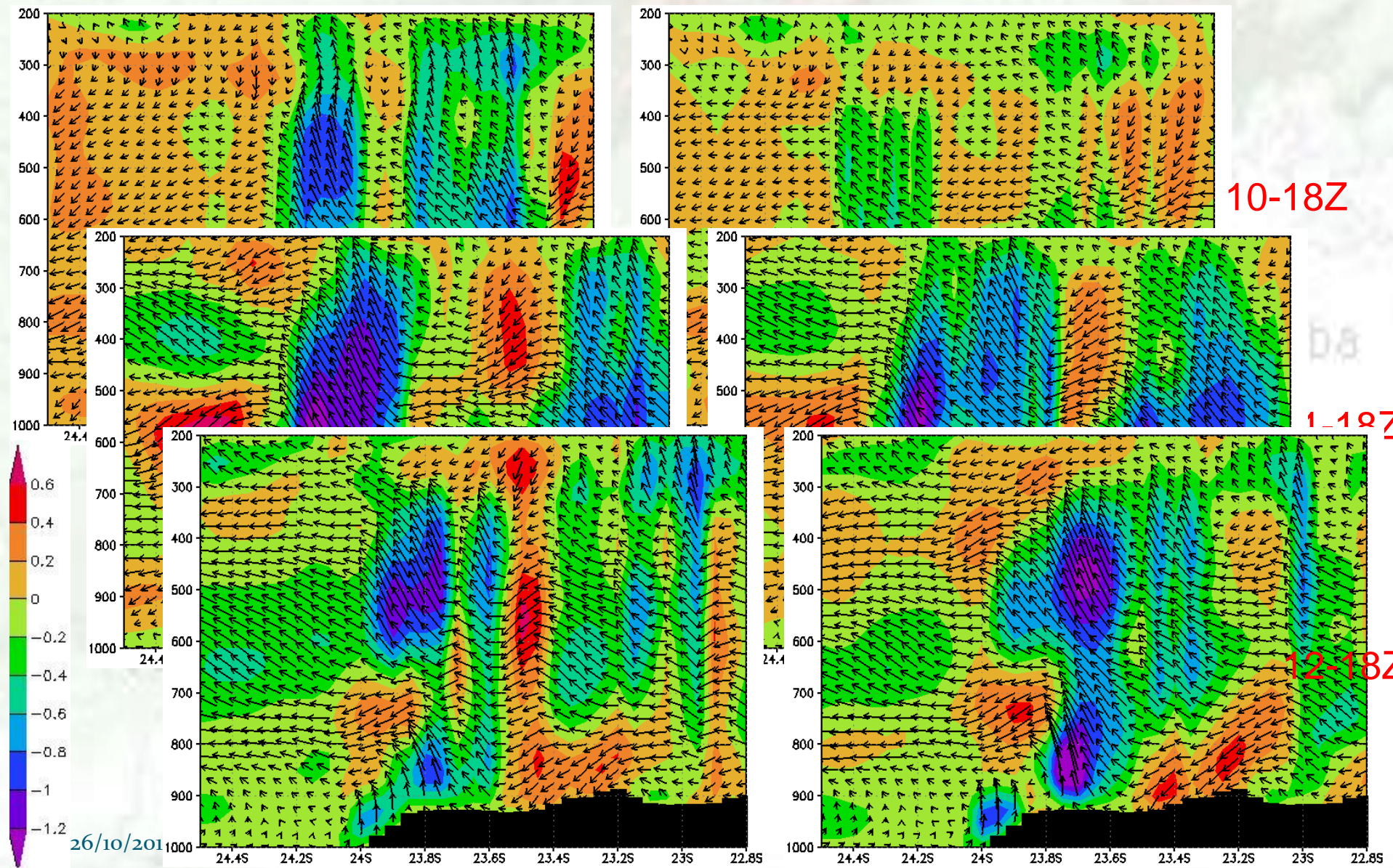
Resultados – Caso Fevereiro de 2008.

Experimento 1 (inclusão da vegetação urbana):



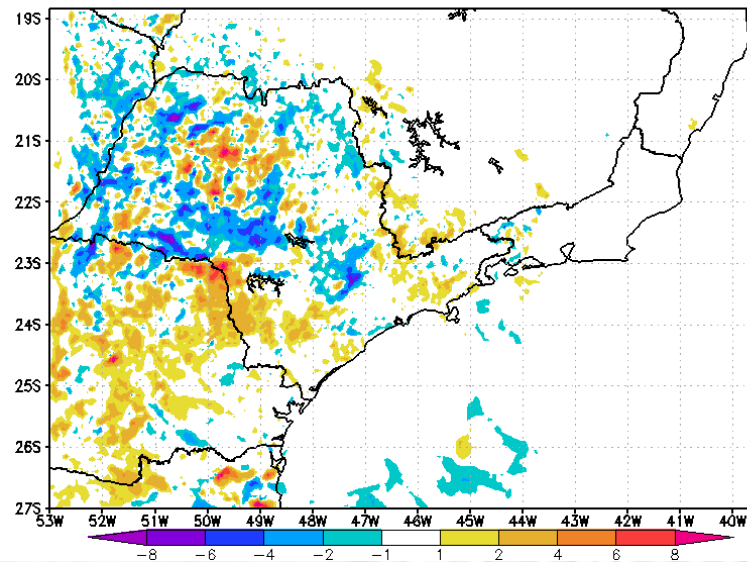
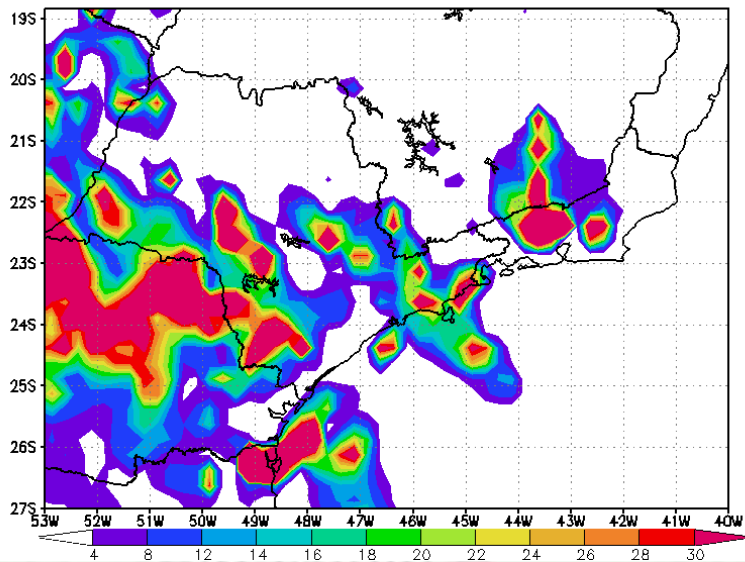
Resultados – Caso Fevereiro de 2008.

Experimento 1 (inclusão da vegetação urbana):



Resultados – Caso Fevereiro de 2008.

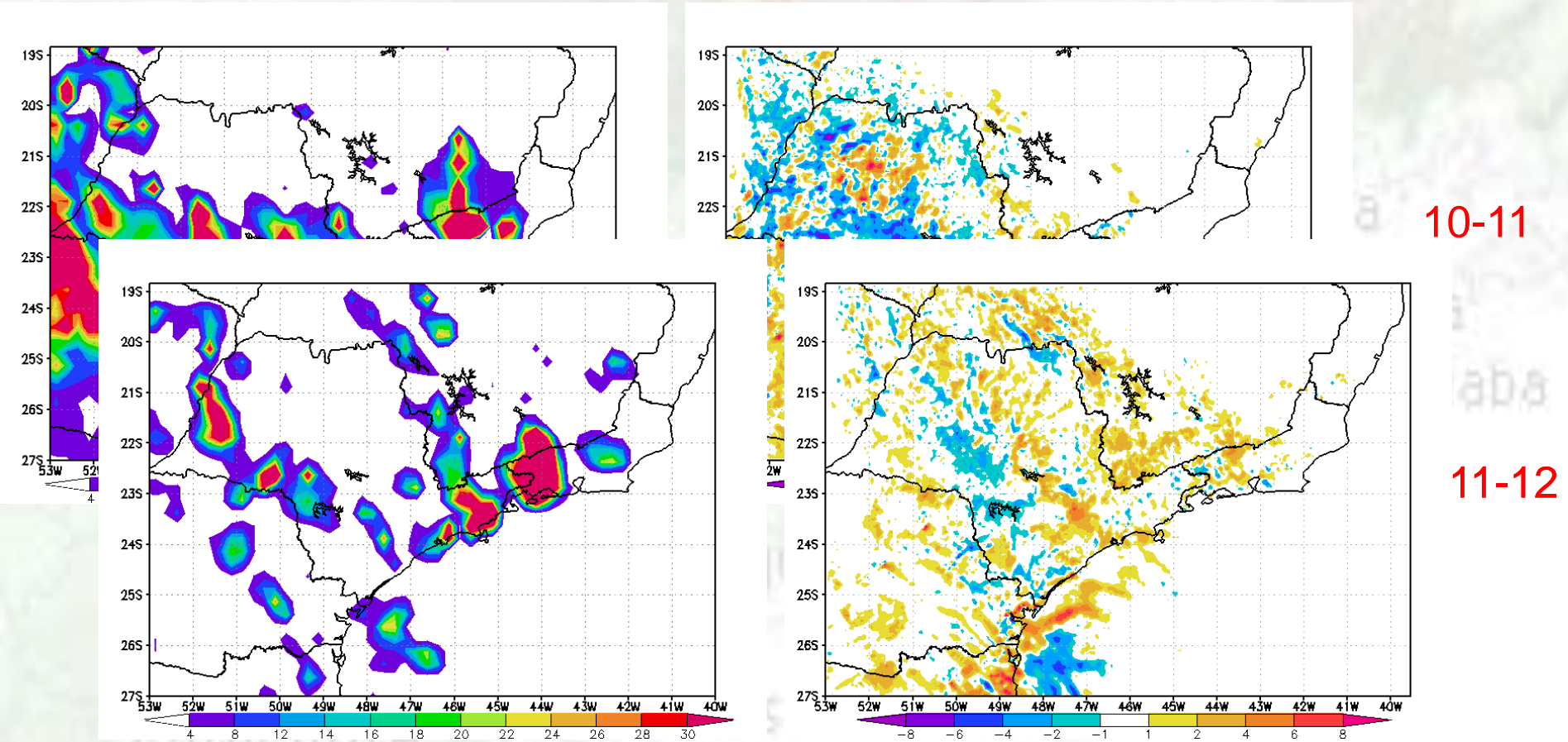
Experimento 2 (Redução da USL de 50 para 30 hPa):



10-11

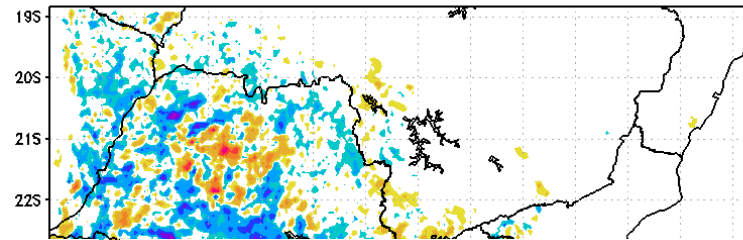
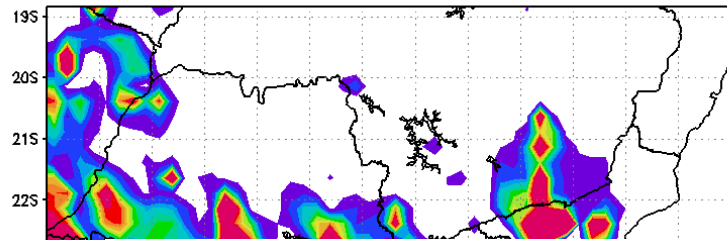
Resultados – Caso Fevereiro de 2008.

Experimento 2 (Redução da USL de 50 para 30 hPa):

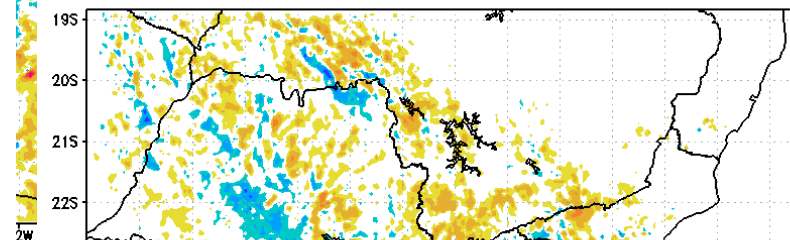
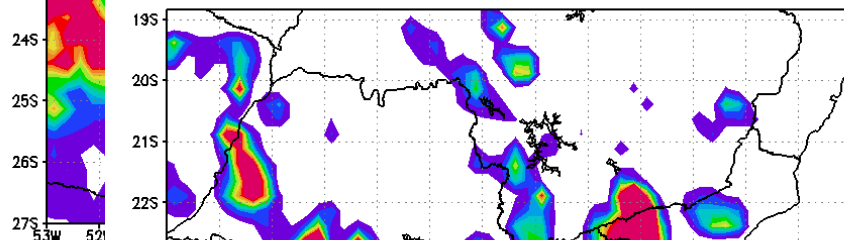


Resultados – Caso Fevereiro de 2008.

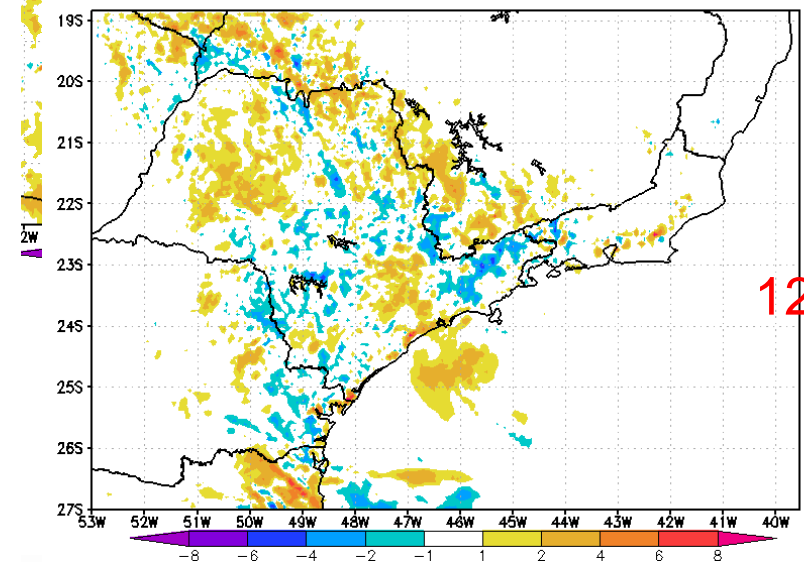
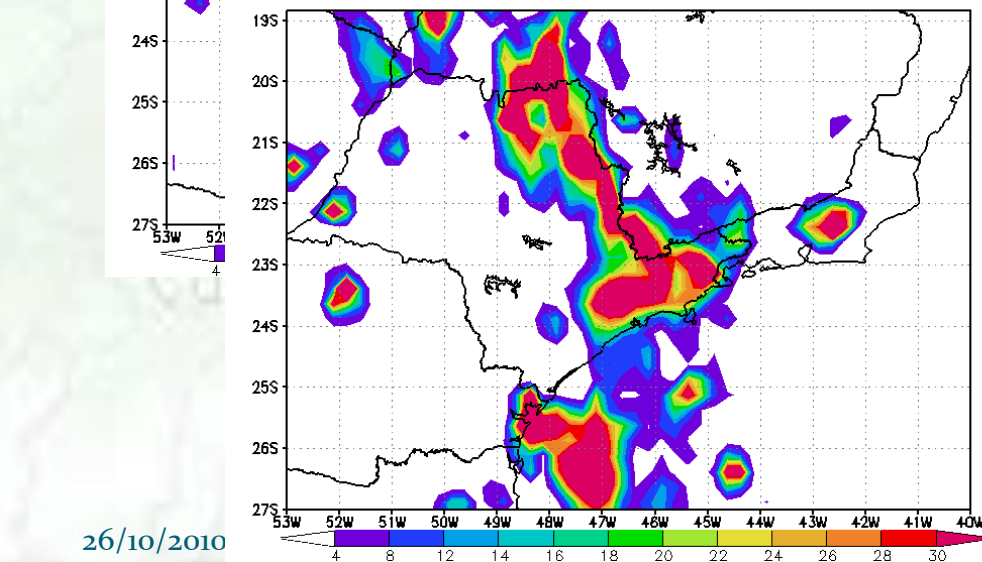
Experimento 2 (Redução da USL de 50 para 30 hPa):



10-11



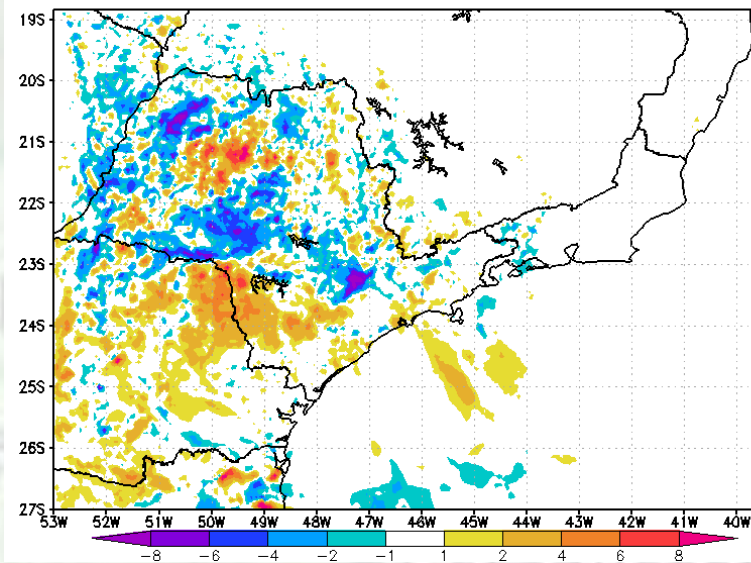
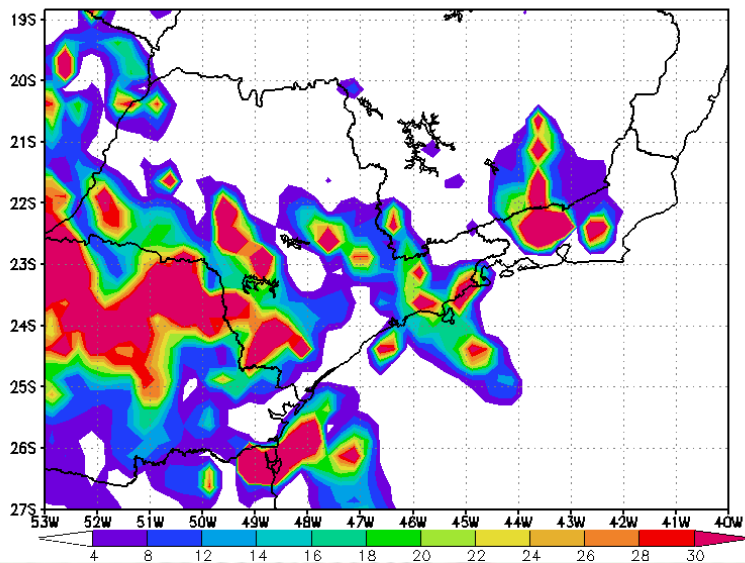
11-12



12-13

Resultados – Caso Fevereiro de 2008.

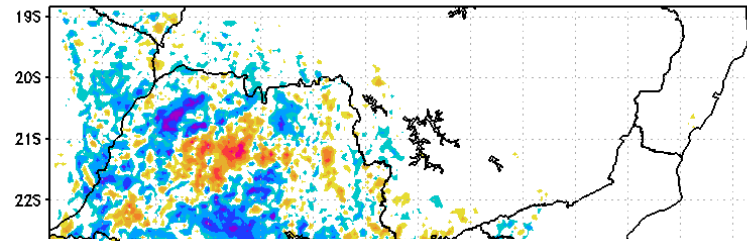
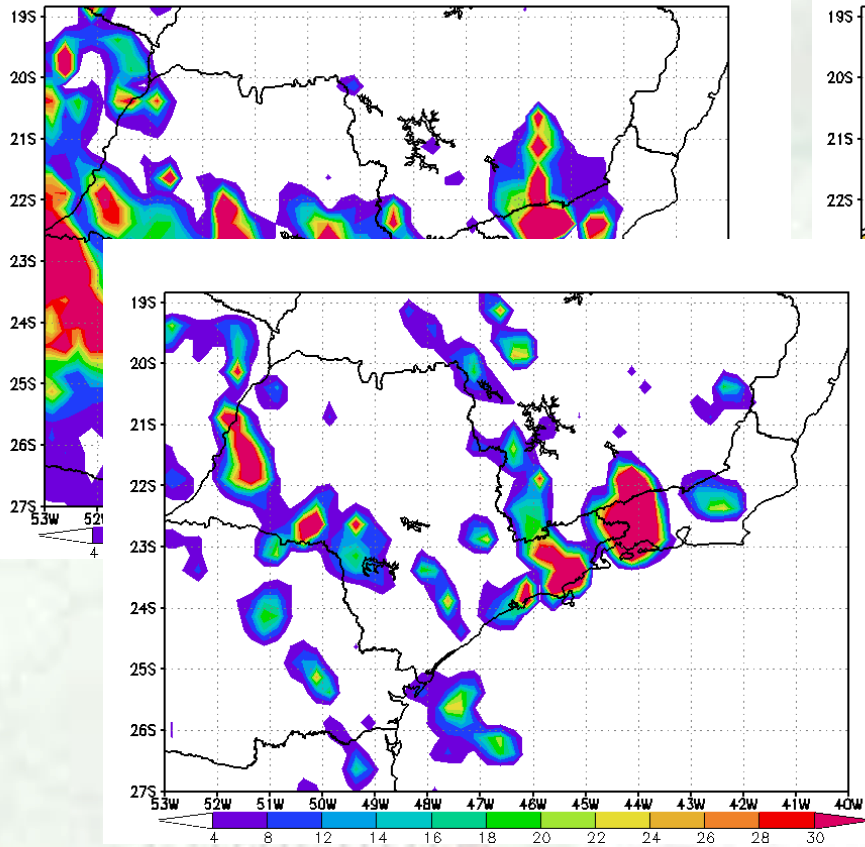
Experimento 3 (Redução da USL p/ 30 hPa e inclusão do tipo urbano):



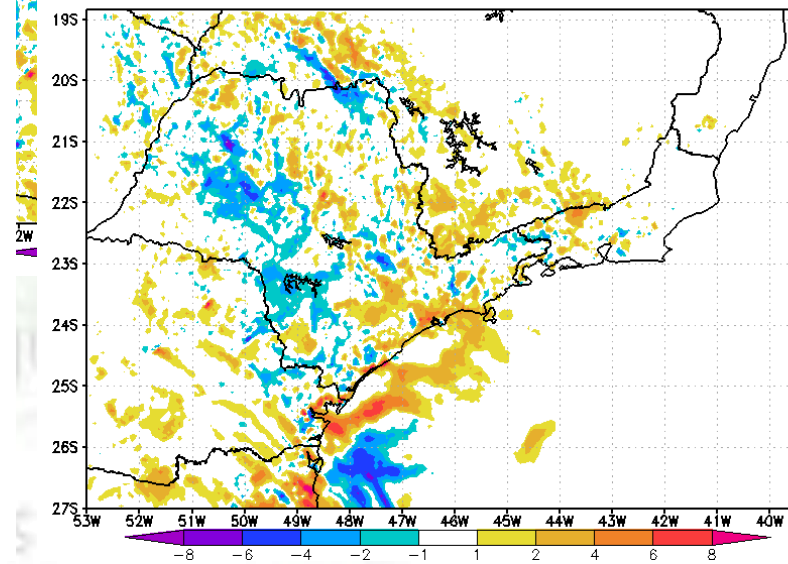
10-11

Resultados – Caso Fevereiro de 2008.

Experimento 3 (Redução da USL p/ 30 hPa e inclusão do tipo urbano):



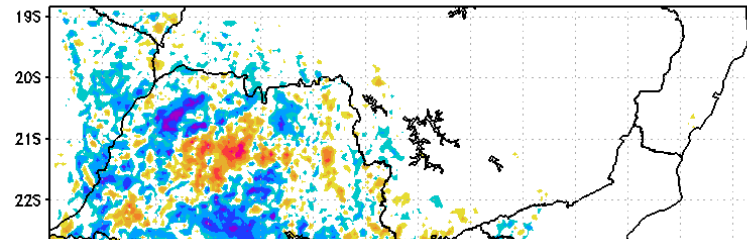
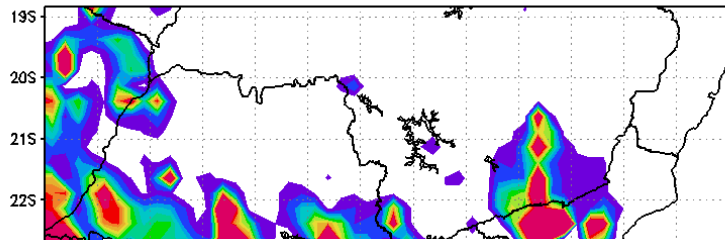
10-11



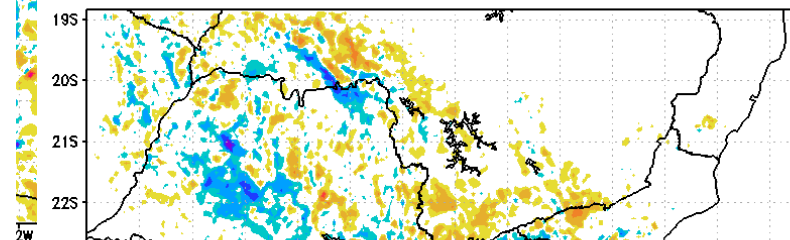
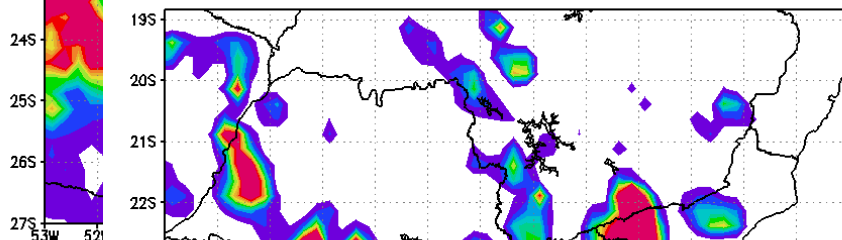
11-12

Resultados – Caso Fevereiro de 2008.

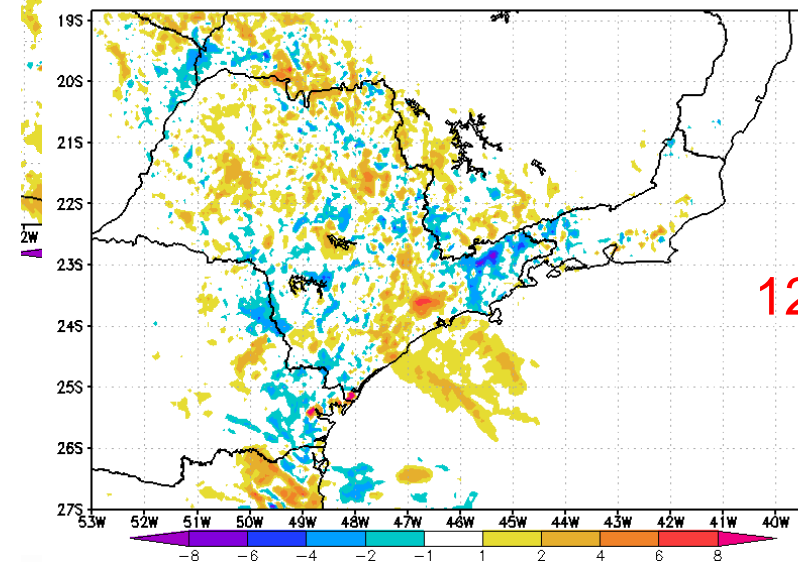
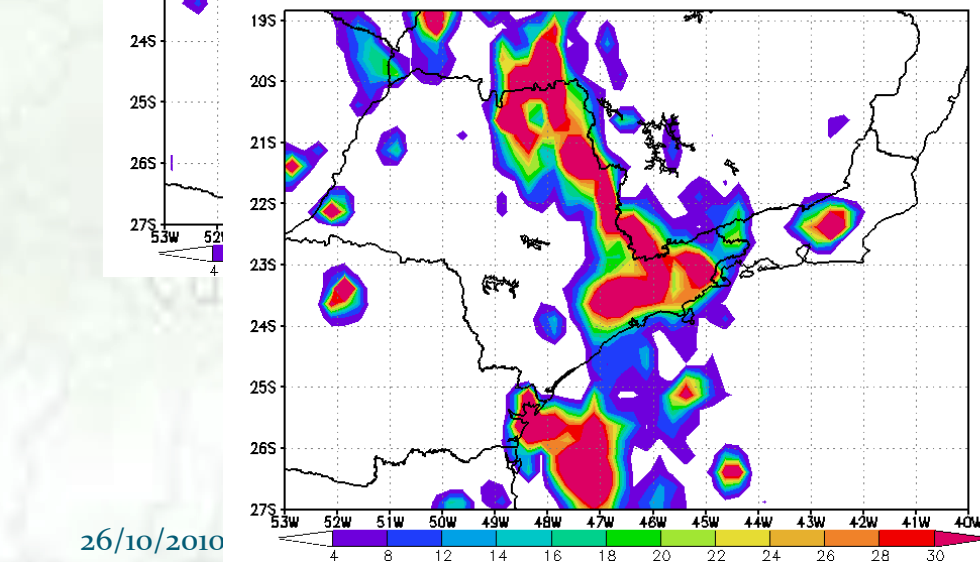
Experimento 3 (Redução da USL p/ 30 hPa e inclusão do tipo urbano):



10-11



11-12



12-13

Inclusão do tipo urbano no mapa de vegetação:

- resultou em aumento da precipitação convectiva, principalmente nos locais com a maior concentração deste tipo de cobertura de superfície;
- na Região Metropolitana de São Paulo houve um aumento da temperatura próximo à superfície e redução da temperatura do ponto de orvalho;
- o fluxo de calor latente diminuiu e o fluxo de calor sensível aumentou devido ao aumento da temperatura;
- a componente meridional do vento à 10m em uma área entre a RMSP e o litoral mostrou uma intensificação do vento de sul no período da tarde, caracterizando a intensificação da brisa marítima;
 - a intensificação da brisa provocou um aumento do movimento vertical próximo a Serra que favorece a formação convectiva;

Redução da USL para 30 hPa :

- Com a redução da USL para 30 hPa houve um disparo maior da precipitação convectiva;

Redução da USL para 30 hPa e inclusão da vegetação urbana:

- Este experimento produziu melhores resultados em relação aos outros experimentos, tanto na análise subjetiva como na objetiva da temperatura em 850 hPa e da precipitação;
- Esse resultado mostra que uma boa representação da superfície associada a um esquema que considera melhor os processos mais próximos a superfície é mais eficiente para a região de estudo;

Obrigada!

caroline.mourao@cptec.inpe.br

