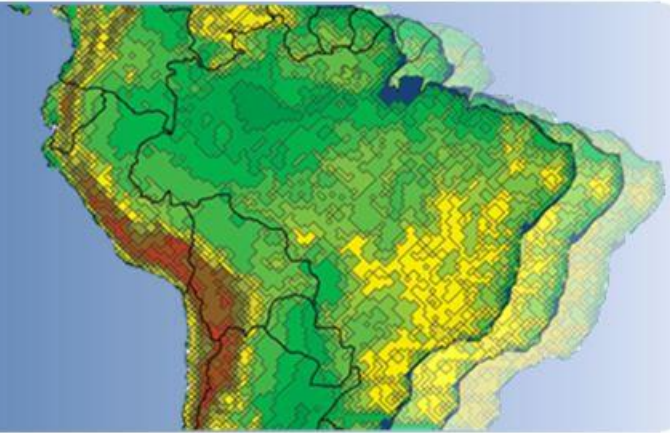


V WorkEta

Workshop em Modelagem
Numérica de Tempo e Clima
em Mesoescala Utilizando o
Modelo Eta: Aspectos
Físicos e Numéricos

De 3 a 8 de Abril de 2016



Previsão de Tempo por Conjunto

Claudine Dereczynski

Renata Calado

Gustavo Sueiro

Sumário

- A Técnica da Previsão por Conjunto
- Principais Produtos da Previsão por Conjunto
- Aplicação: Estudo de Caso de Chuva Extrema na Bacia do Rio Paraíba do Sul ocorrido em Janeiro de 2000
 - Análise Sinótica
 - Avaliação das Previsões por Conjunto com Eta-5km
- Conclusões

A Técnica da Previsão por Conjunto

- Previsibilidade atmosférica é o grau de acurácia com que é possível prever o estado futuro da atmosfera
- Por que a previsibilidade da atmosfera é limitada?
 - Os **modelos** de previsão de tempo **não são perfeitos**: descrição matemática da atmosfera é incompleta;
 - As **condições iniciais não são exatas**;
 - A **atmosfera** é **caótica**: os erros presentes nas condições iniciais crescem ao longo do prazo de integração.



Edward Lorenz
Meteorologista

23/05/1917

16/04/2008

- Sistemas caóticos (Lorenz, 1961): sistemas determinísticos que possuem uma pequena quantidade de aleatoriedade e que são altamente dependentes de modificações interiores nas condições iniciais.
- A sensível dependência às condições iniciais gera uma impossibilidade de se obterem previsões perfeitas, ou mesmo medianas num futuro suficientemente longo.

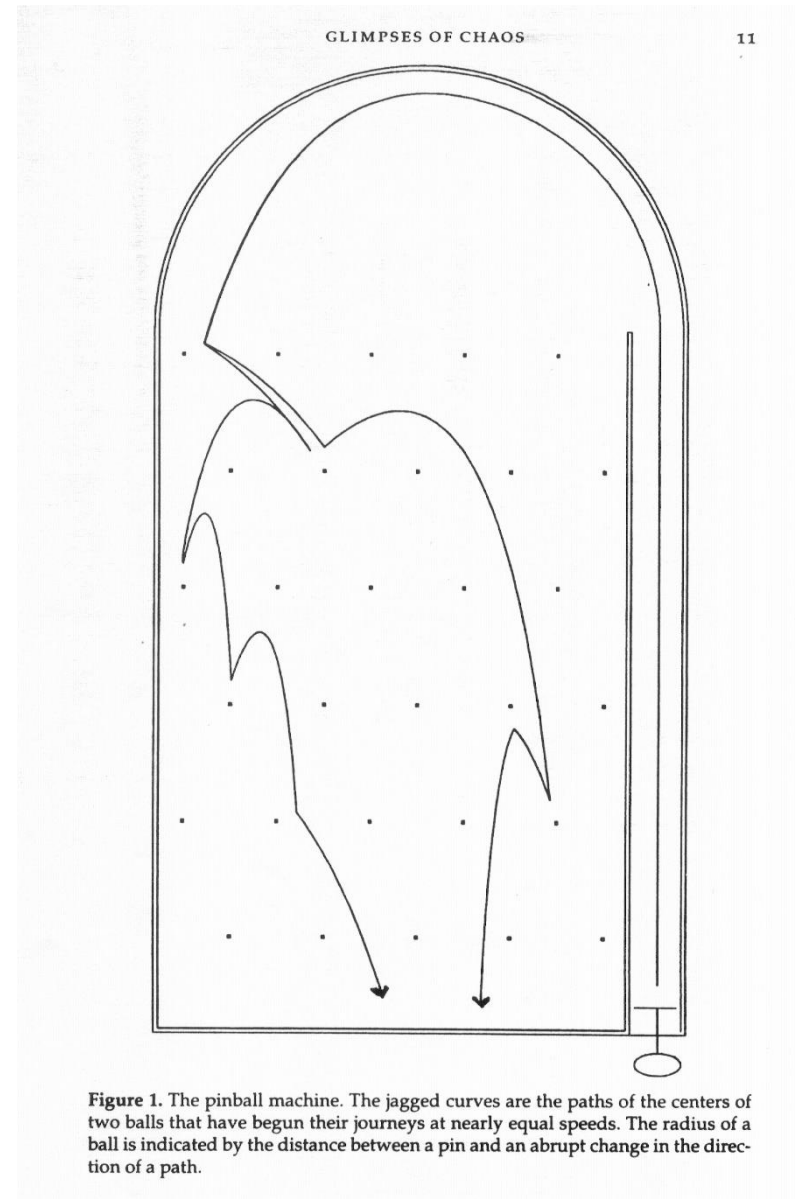
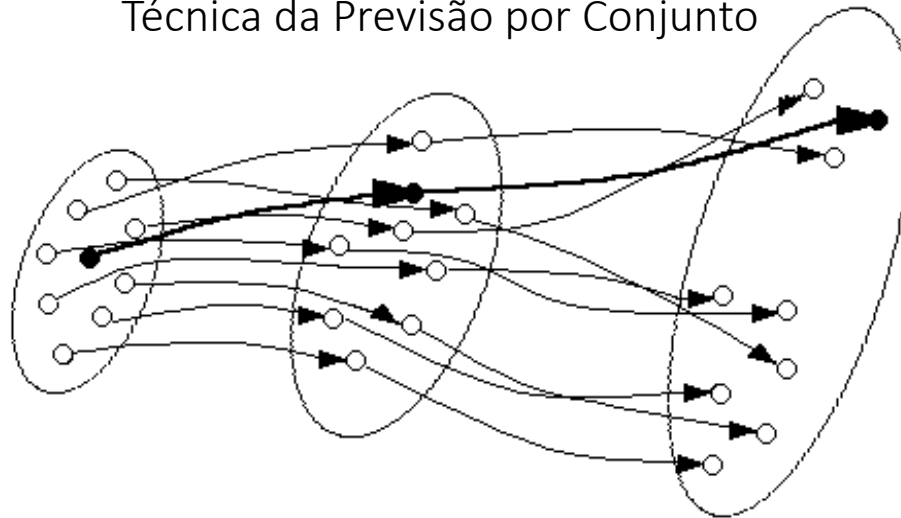


Figure 1. The pinball machine. The jagged curves are the paths of the centers of two balls that have begun their journeys at nearly equal speeds. The radius of a ball is indicated by the distance between a pin and an abrupt change in the direction of a path.

- O limite da previsibilidade dos modelos de PNT é de aproximadamente 2 semanas nas latitudes médias e 1 semana nos trópicos (Moura, 1984).
- O que podemos fazer para minimizar o problema da dependência às condições iniciais e incluir as incertezas em nossas previsões?

Técnica da Previsão por Conjunto



A ideia básica é tomar um conjunto de estados ligeiramente diferentes da análise inicial e gerar uma saída do modelo para cada um dos estados desse conjunto. A partir daí a previsão final poderá ser obtida utilizando métodos estatísticos, como por exemplo a média das várias previsões obtidas.

Diferentes Metodologias para Capturar as Incertezas

- Incertezas da Condição Inicial
- Incerteza dos Modelos (Dinâmica e Física)
- Múltiplos Modelos
- Múltiplas Análises
- Combinação de diferentes metodologias

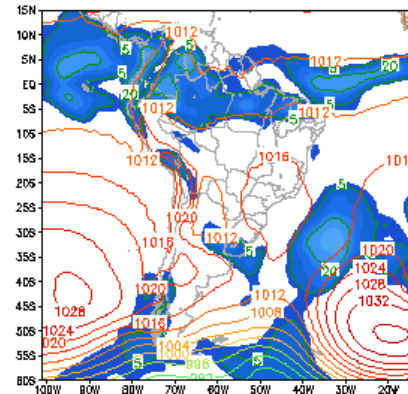
Principais Produtos da Previsão por Conjunto

Clusters

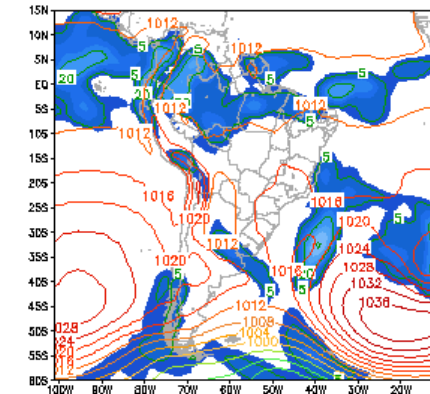
Cluster Medio para Pressão ao Nivel Medio da Mar (hPa) (Contornos)
e Precipitacao Acumulada em 24 horas (mm) (Cores)

Previsão de: 2016040400Z Valido para: 2016040812Z

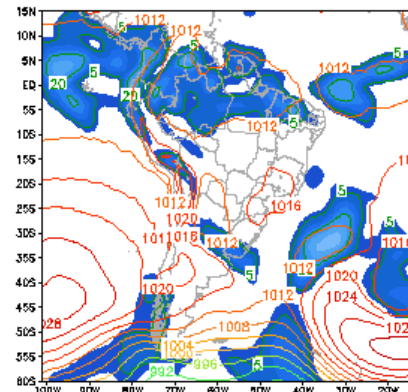
cluster: 1 n.o de membros: 6



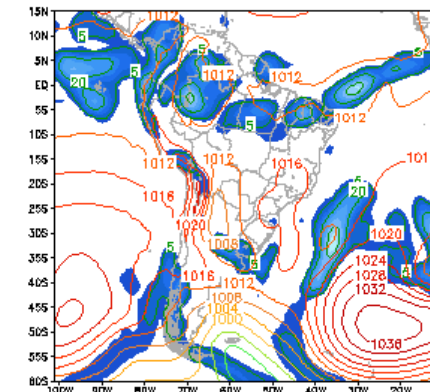
cluster: 2 n.o de membros: 4



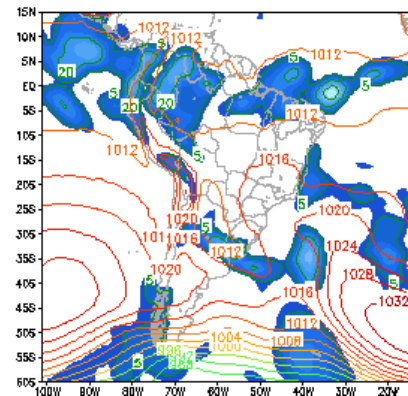
cluster: 3 n.o de membros: 3



cluster: 4 n.o de membros: 1



cluster: 5 n.o de membros: 1

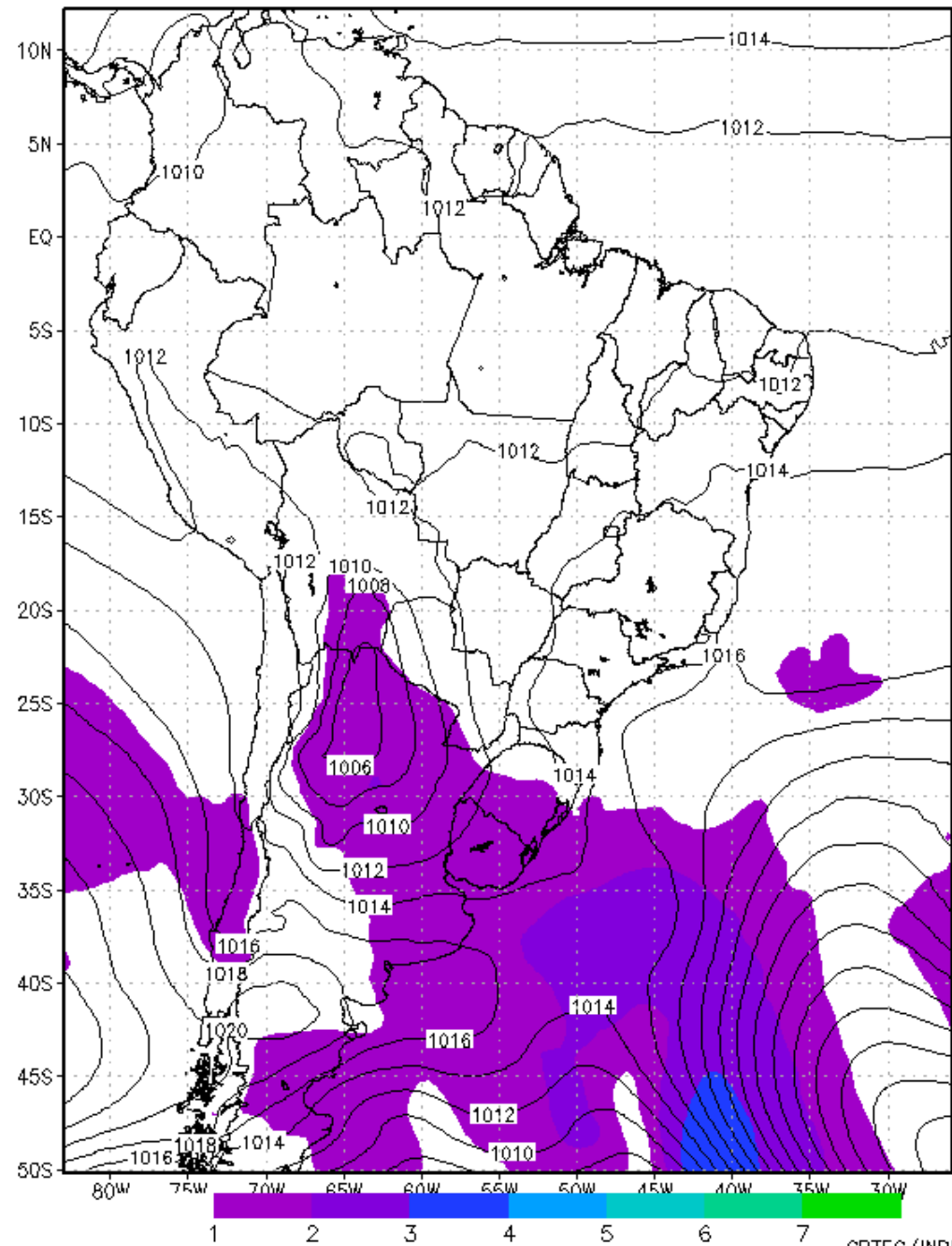


Previsão para 6af
(08/04) - 12 Z

- Neste tipo de gráfico agrupam-se aquelas previsões que são similares
- Deve ser usado para obter a variabilidade
- Fornece uma ideia de quão provável são as soluções alternativas

Ensemble Médio e Espalhamento

- Muito compacto, mas pode filtrar informações úteis!
- Ensemble médio fornece melhores previsões do que o controle
- Espalhamento do ensemble: Medida da incerteza
- O ensemble médio fornece uma boa informação da evolução mais provável da atmosfera em escalas sinóticas
- Também, quanto menor o espalhamento na previsão, é mais provável que aquela previsão seja verificada
- Alta incerteza na previsão indica baixa previsibilidade

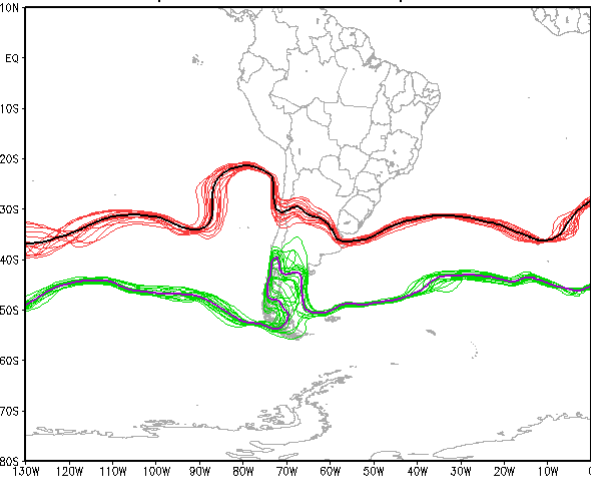


Diagramas Espaguetti

- Plota os contornos de alguns valores para uma variável de interesse
- Apresentam TODOS os membros do ensemble
- Útil para se obter uma ideia da incerteza associada à previsão

Previsão de 24 h
05/04/2016 – 12 Z

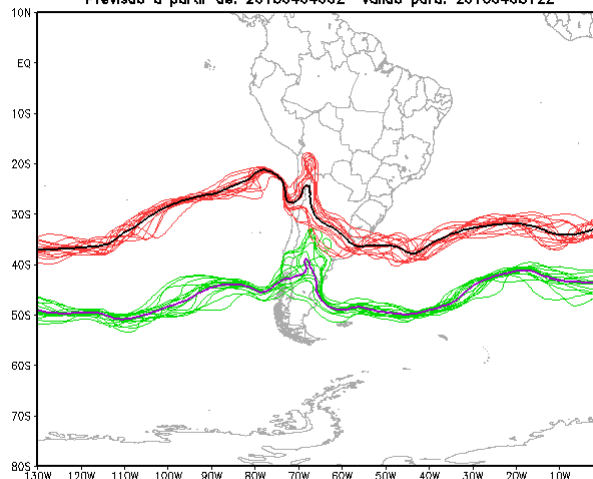
CPTEC/INPE/MCT – PREVISÃO DE TEMPO GLOBAL POR ENSEMBLE – TQ0126L02B
Diagrama "Spaguetti" – Temperatura (C) (1000 hPa)
Previsão a partir de: 2016040400Z Valida para: 2016040512Z



— Membros do Ensemble (20.0 graus) — Ensemble Medio (20.0 graus)
— Membros do Ensemble (10.0 graus) — Ensemble Medio (10.0 graus)

Previsão de 96 h
08/04/2016 – 12 Z

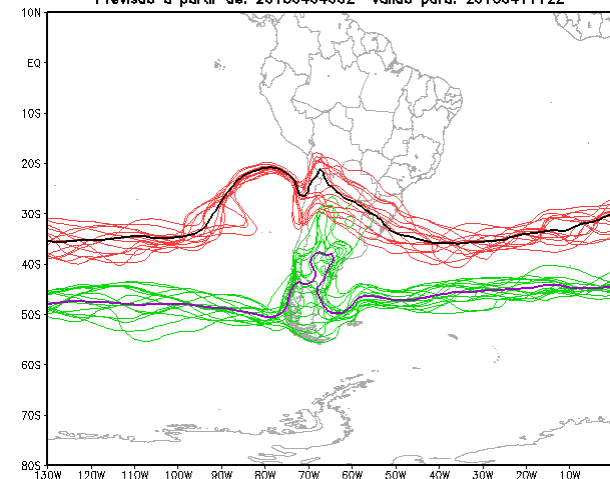
CPTEC/INPE/MCT – PREVISÃO DE TEMPO GLOBAL POR ENSEMBLE – TQ0126L02B
Diagrama "Spaguetti" – Temperatura (C) (1000 hPa)
Previsão a partir de: 2016040400Z Valida para: 2016040812Z



— Membros do Ensemble (20.0 graus) — Ensemble Medio (20.0 graus)
— Membros do Ensemble (10.0 graus) — Ensemble Medio (10.0 graus)

Previsão de 168 h
11/04/2016 – 12 Z

CPTEC/INPE/MCT – PREVISÃO DE TEMPO GLOBAL POR ENSEMBLE – TQ0126L02B
Diagrama "Spaguetti" – Temperatura (C) (1000 hPa)
Previsão a partir de: 2016040400Z Valida para: 2016041112Z



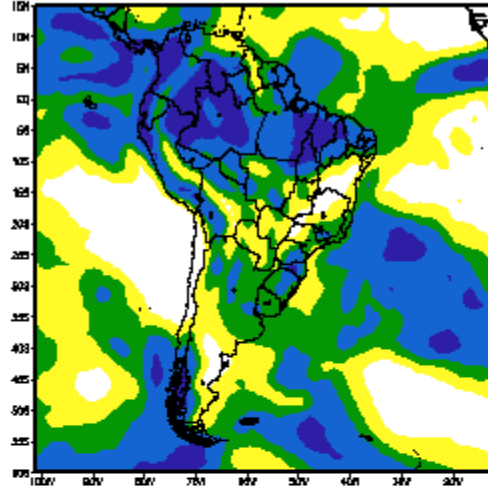
— Membros do Ensemble (20.0 graus) — Ensemble Medio (20.0 graus)
— Membros do Ensemble (10.0 graus) — Ensemble Medio (10.0 graus)

Probabilidades de Exceder um Limiar

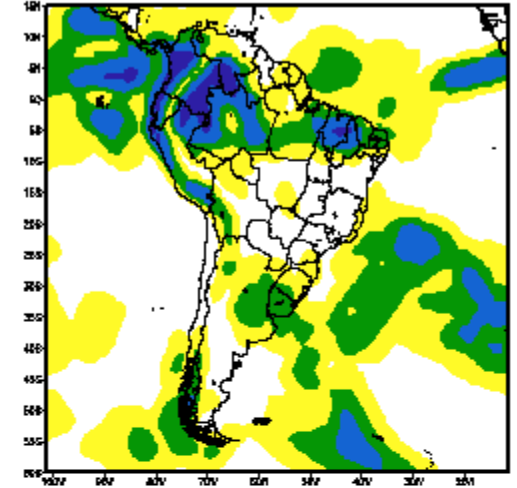
- Muito útil para eventos extremos
- A probabilidade é calculada contando o número de membros do ensemble que excedem um limiar escolhido dividido pelo número total de membros do ensemble

CPTEC/INPE/MCT - PREVISAO DE TEMPO GLOBAL POR ENSEMBLE - TQ0126
Previsao de Probabilidades (%) - A partir de: 2016040412Z Valido para: 2016040812Z

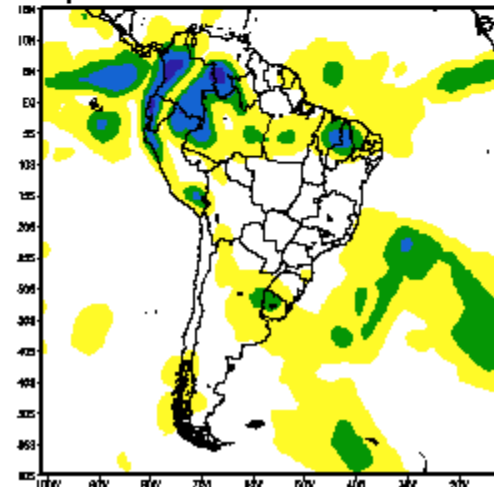
Precipitacao acumulada em 24 hrs > 1.0 mm



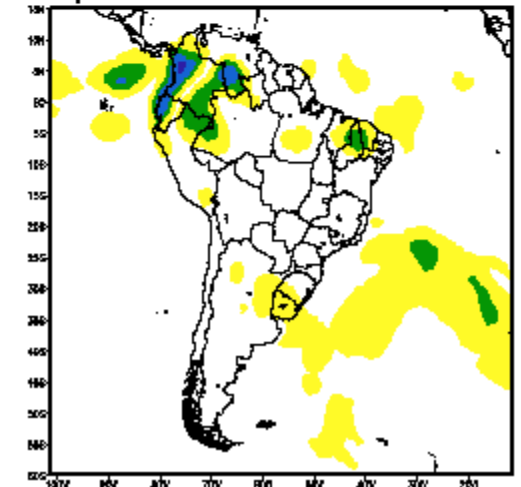
Precipitacao acumulada em 24 hrs > 5.0 mm



Precipitacao acumulada em 24 hrs > 10.0 mm



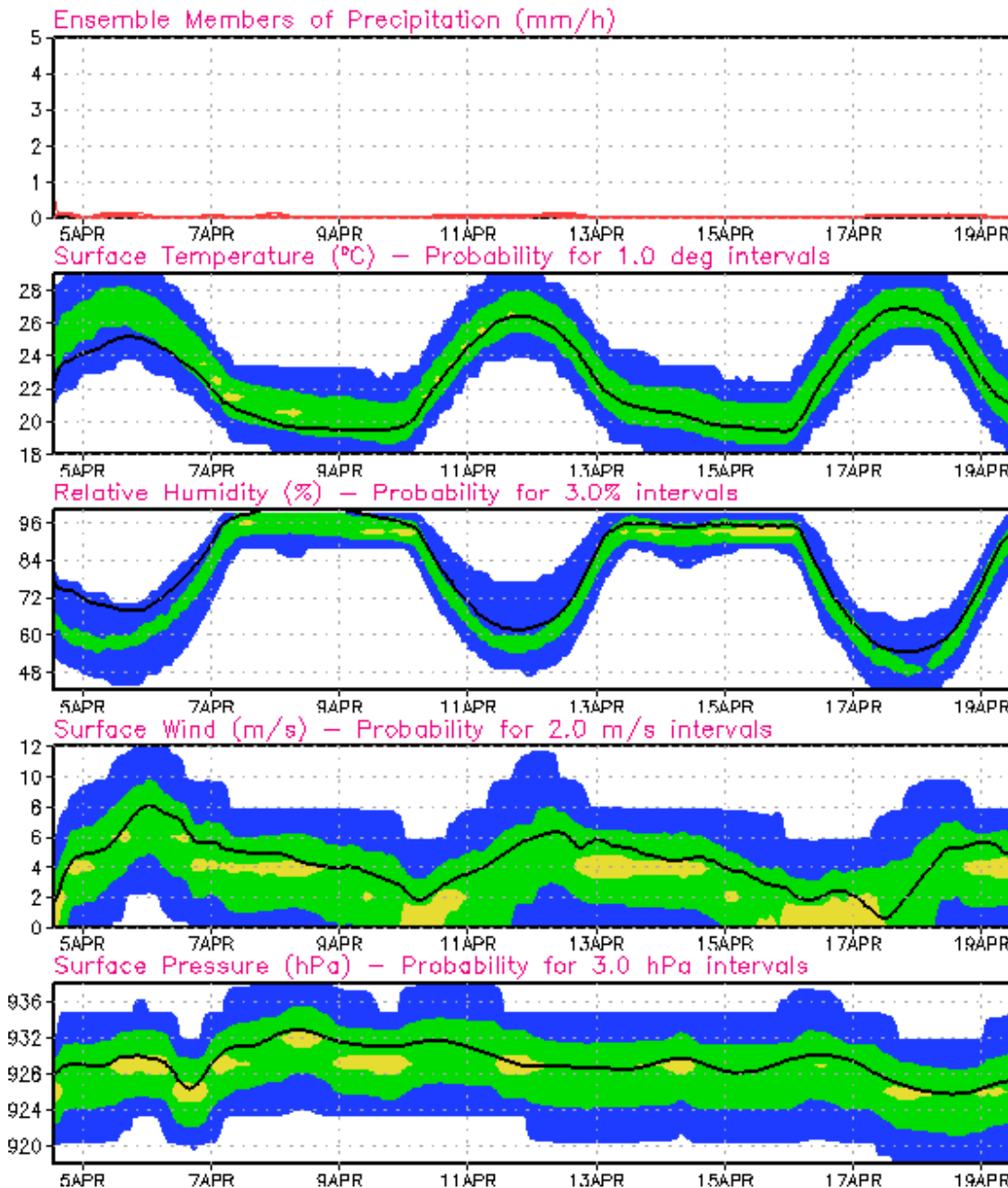
Precipitacao acumulada em 24 hrs > 20.0 mm



Plumas: Evolução temporal para uma localidade específica.

PROBABILITY PLUMES - GLOBAL ENSEMBLE FORECAST - TQ0126L028
CPTEC: 045:56W-22:55S SAO JOSE DOS CAMPOS (SP)
04APR2016 12Z: Greenwich Meridian Time: Vertical Dotted Line: Midnight

1 - 20 % 20 - 40 % 40 - 60 % 60 - 80 % 80 - 100 %
Model Altitude: 792 m Control Forecast



Aplicação da Técnica da Previsão por Conjunto: Estudo de Caso de Chuva Extrema na Bacia do Rio Paraíba do Sul ocorrido em Janeiro de 2000

Projeto CNPq: Desenvolvimento de um sistema de prognóstico por conjunto de chuvas extremas e sua aplicação em ações de prevenção a desastres naturais

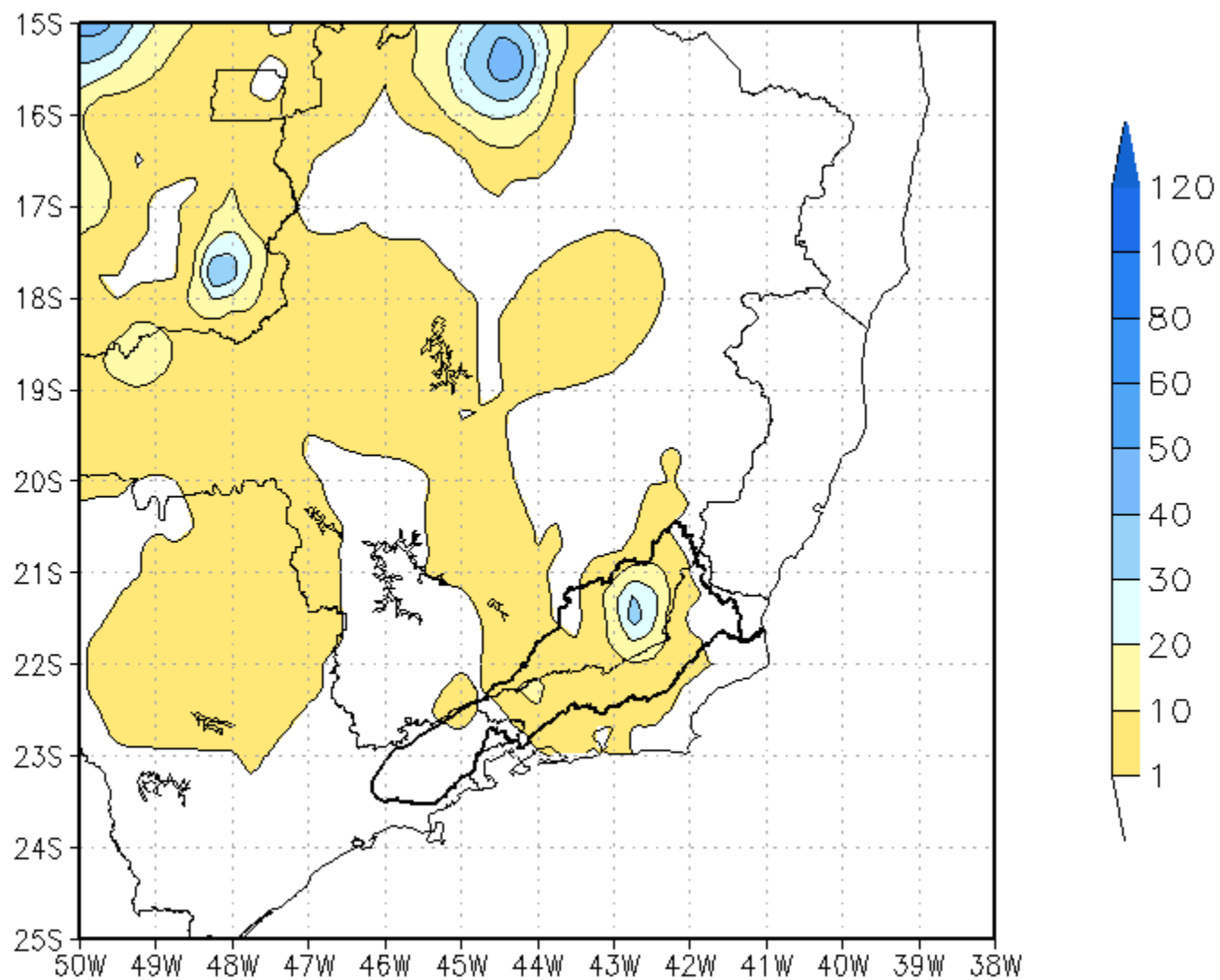
Análise Sinótica

Evento de ZCAS – 01 a 08 de janeiro de 2000

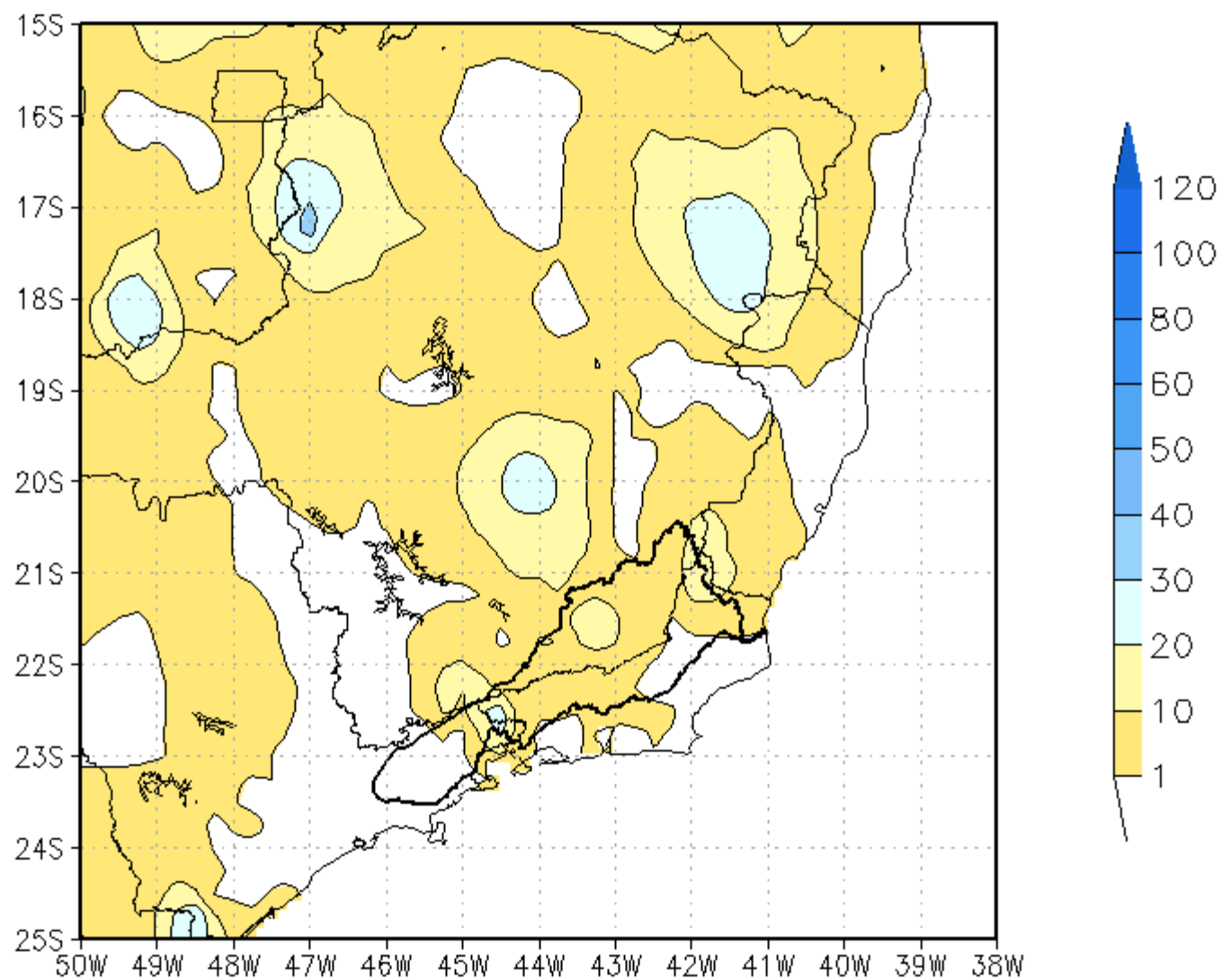
- Deslizamentos e enchentes no sul de MG, SP e RJ
- Total de mortes: 26
- Via Dutra interrompida entre 17 h do dia 02/01 (dom) até a noite do dia 03/01 (2af) devido ao transbordamento do Rio Água Branca (Resende).
- Inundações em Piraí (a cidade ficou ilhada)
- Em Volta Redonda o nível da água subiu 3 metros acima do normal



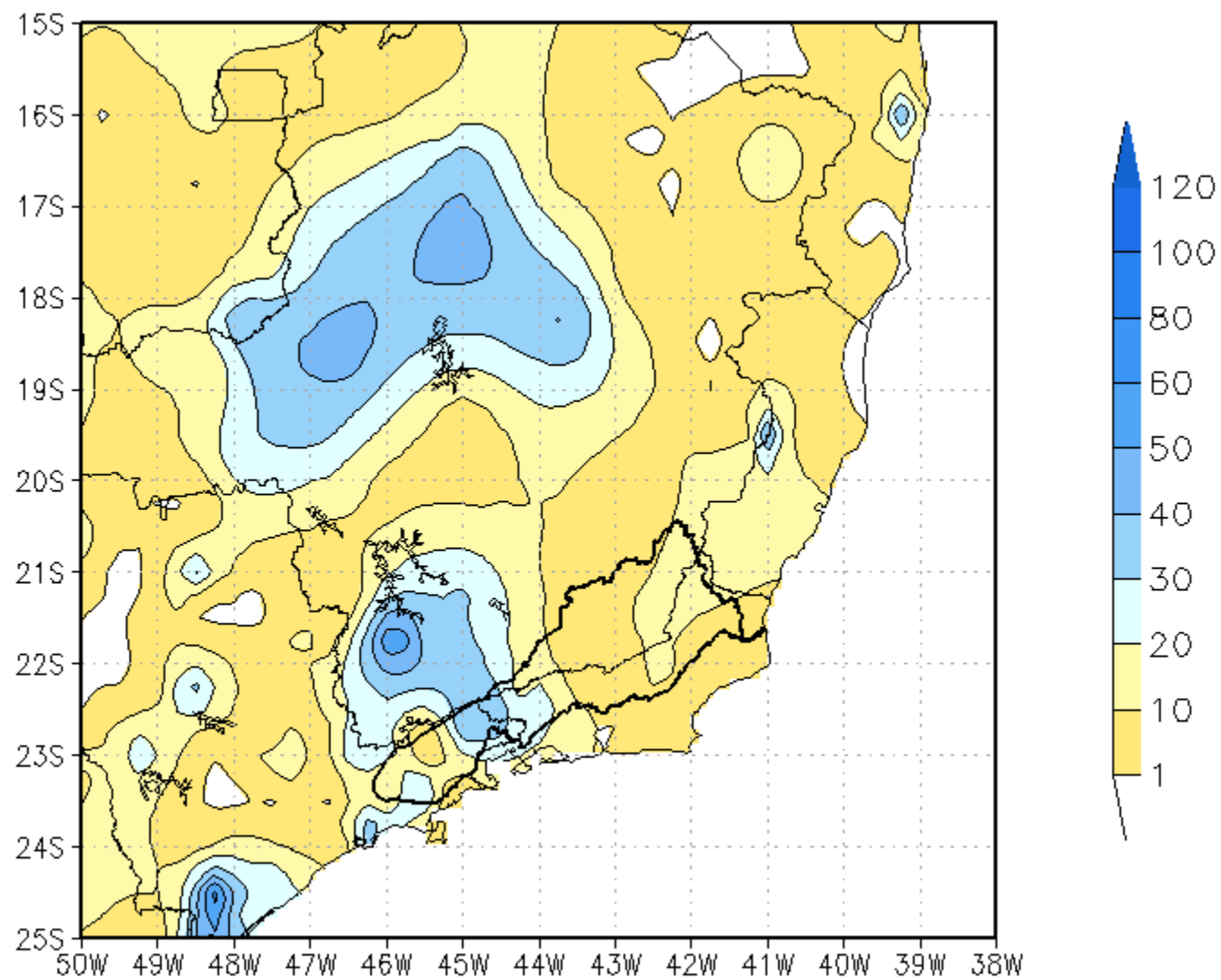
Precipitação (mm) – 30/12/1999 – 12 Z



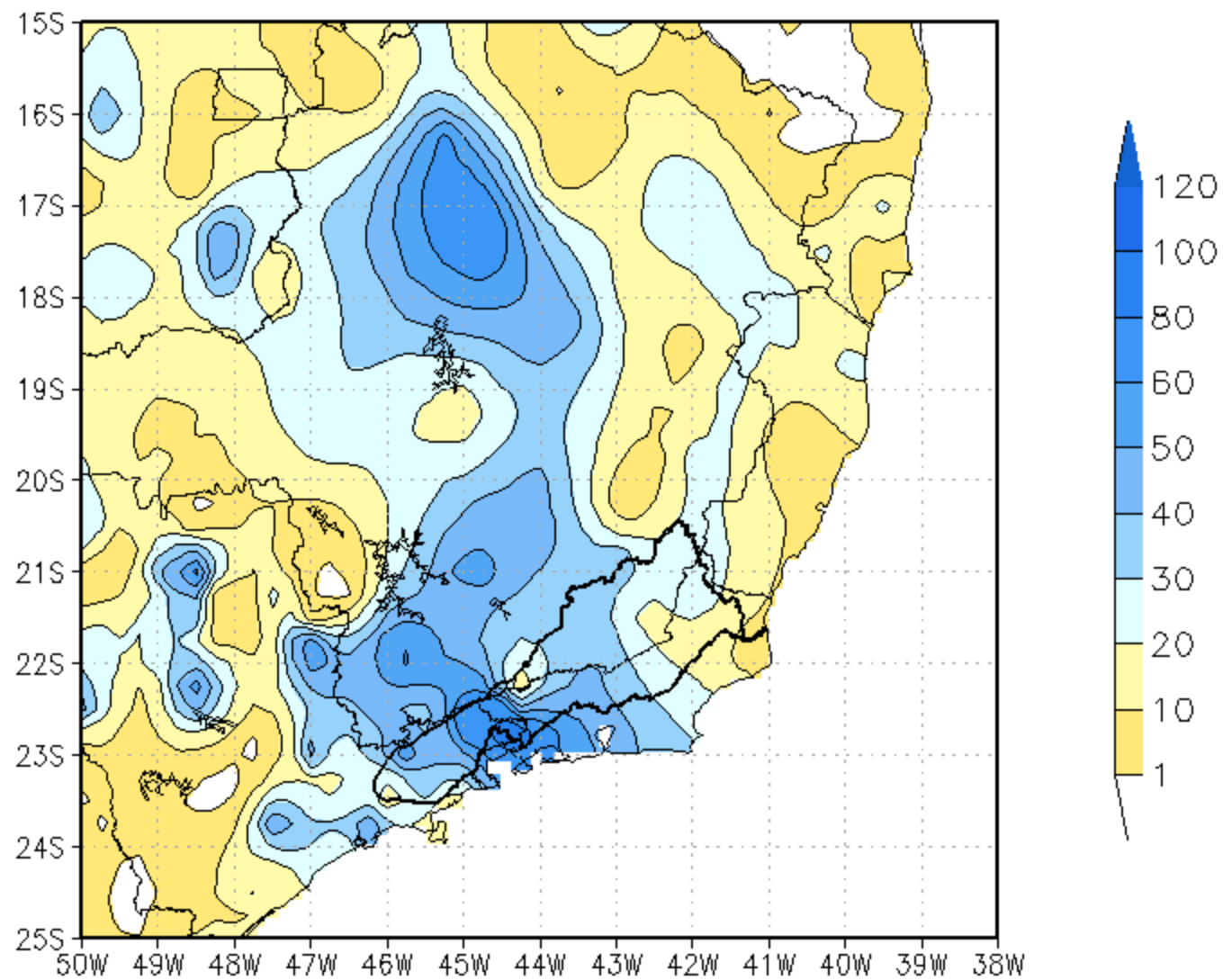
Precipitação (mm) – 31/12/1999 – 12 Z



Precipitação (mm) – 01/01/2000 – 12 Z

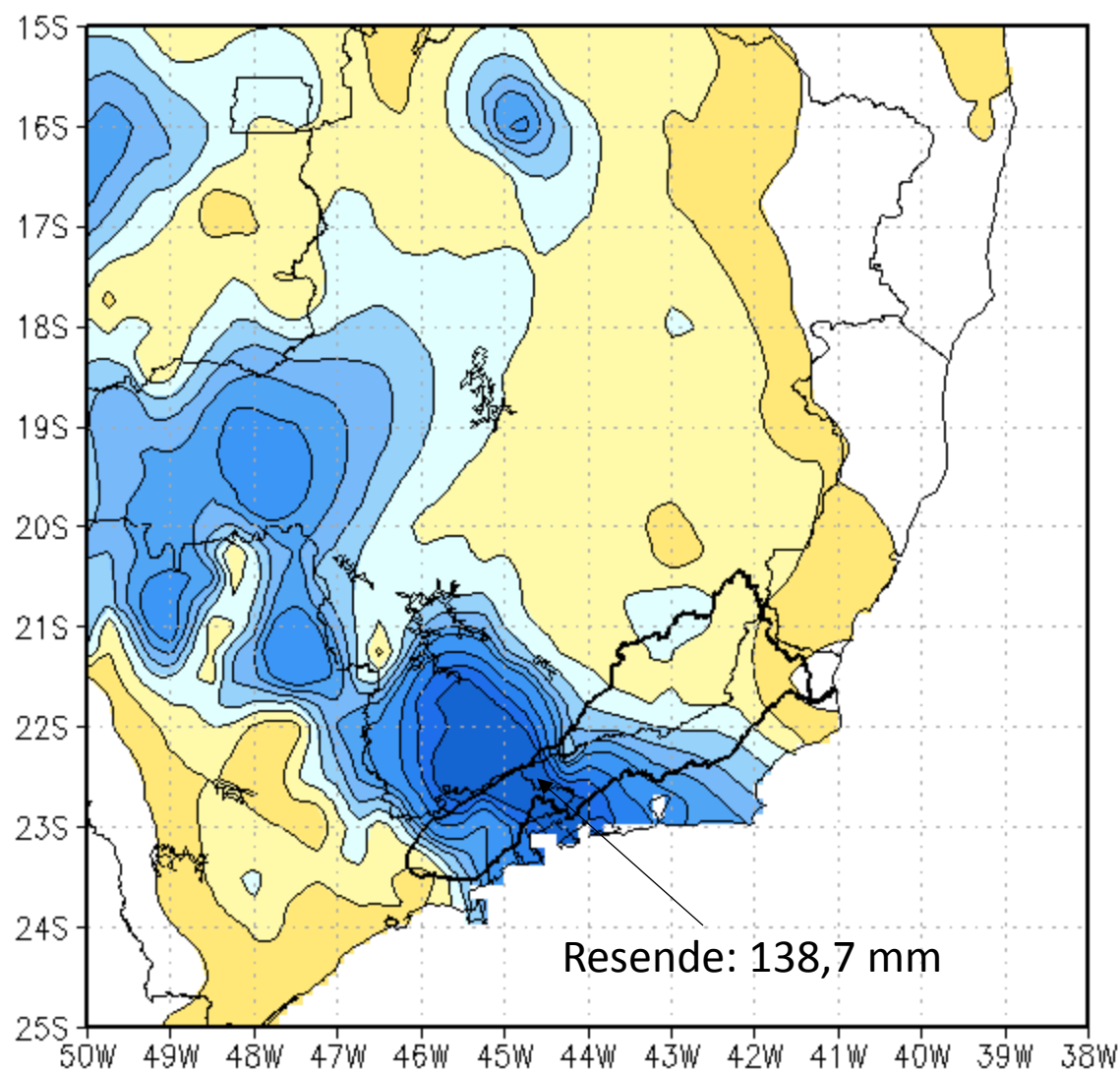


Precipitação (mm) – 02/01/2000 – 12 Z

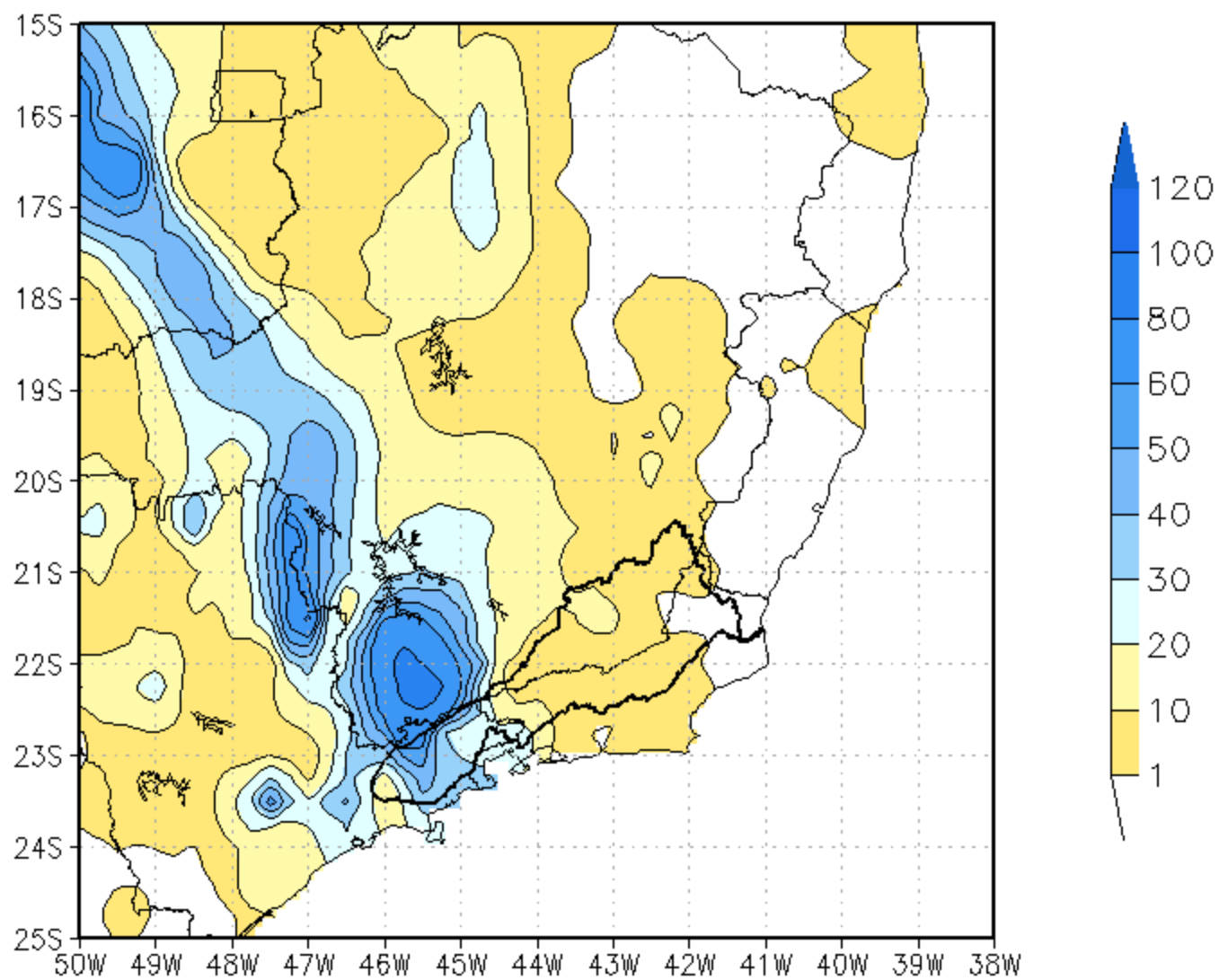


Precipitação (mm) – 03/01/2000 – 12 Z

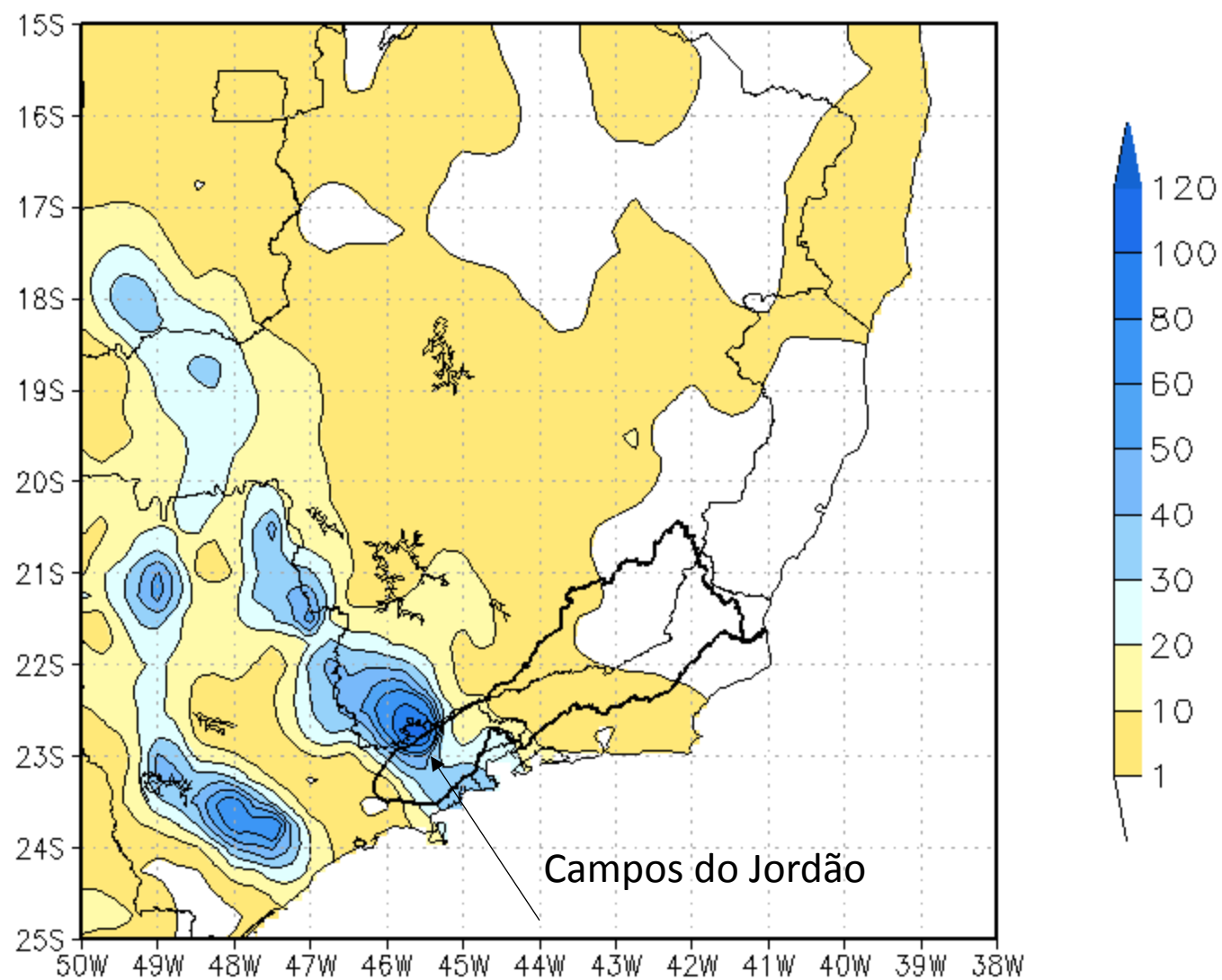
O que ocorreu
entre 02 /12 Z e
03 /12Z?



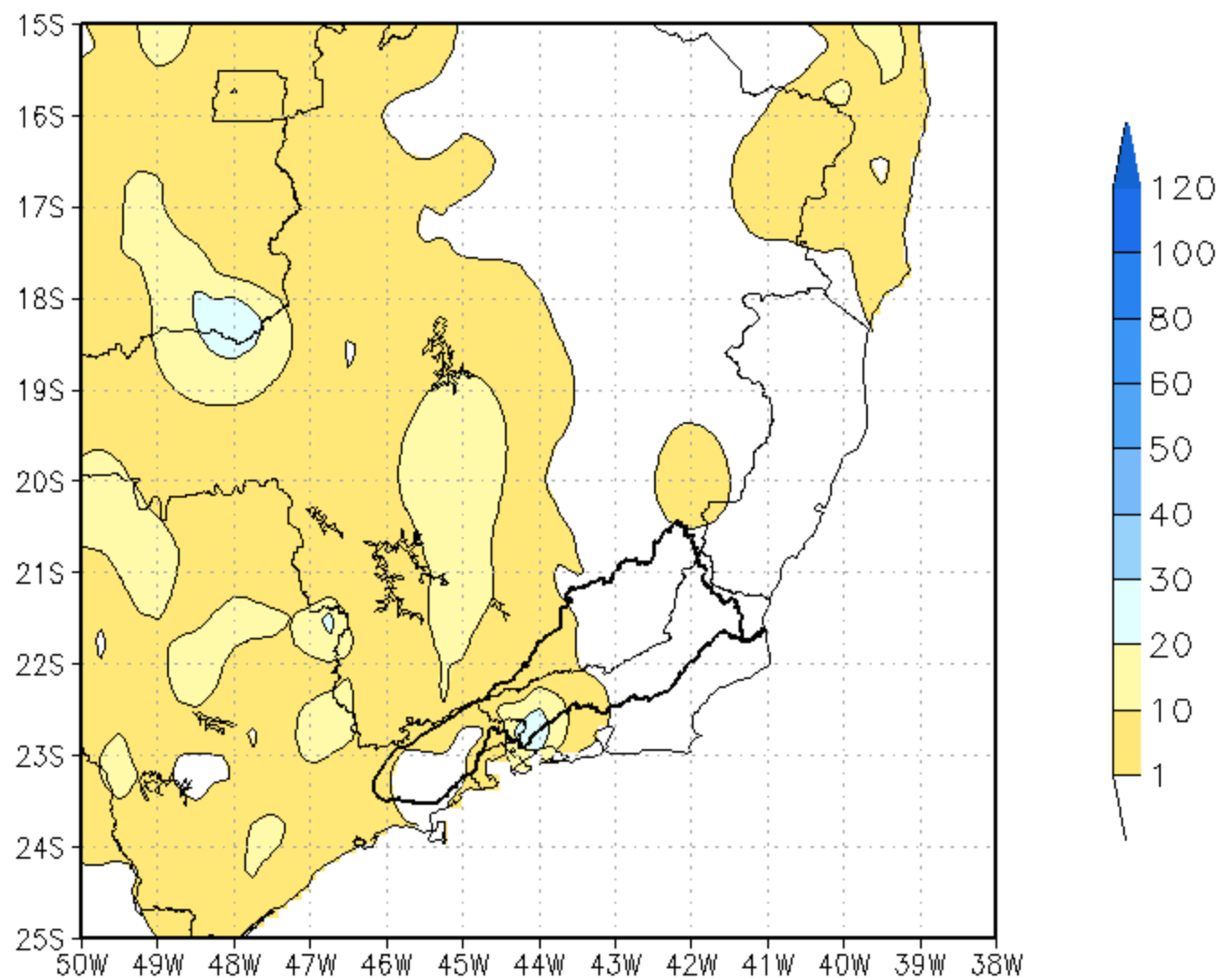
Precipitação (mm) – 04/01/2000 – 12 Z



Precipitação (mm) – 05/01/2000 – 12 Z



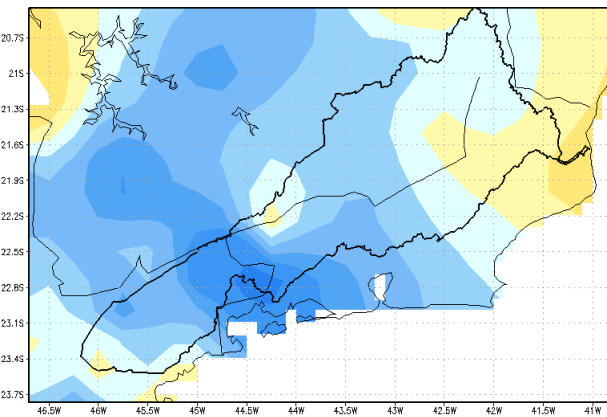
Precipitação (mm) – 06/01/2000 – 12 Z



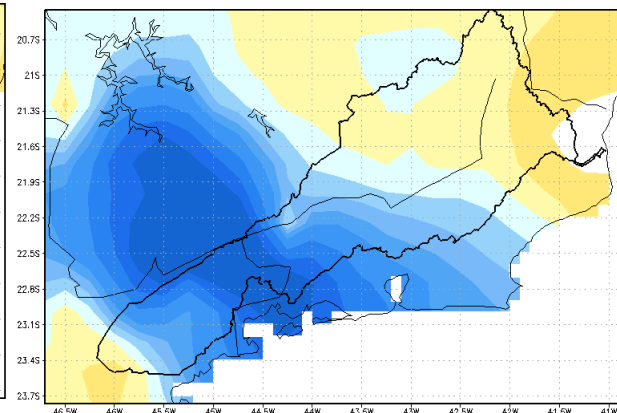
Totais pluviométricos diários (mm). Fonte: BDMEP

Estado	Estação	01/01/00	02/01/00	03/01/00	04/01/00	05/01/00
RJ	Campos	0	7,4	0,1	0	0
	Cordeiro	11,5	20,8	29,8	0	0
	Itaperuna	22,3	26,8	6,6	1	0
	Paty do Alferes	42,0	20,2	32,7	10,7	0
	Resende	58,0	58,9	138,7	18,6	8,1
MG	Cel. Pacheco	0,4	43,2	16,8	18,4	0,6
	Juiz de Fora	1,8	43,2	19,6	6,8	0
SP	Taubaté	27,6	91,0	70,6	55,4	56,2

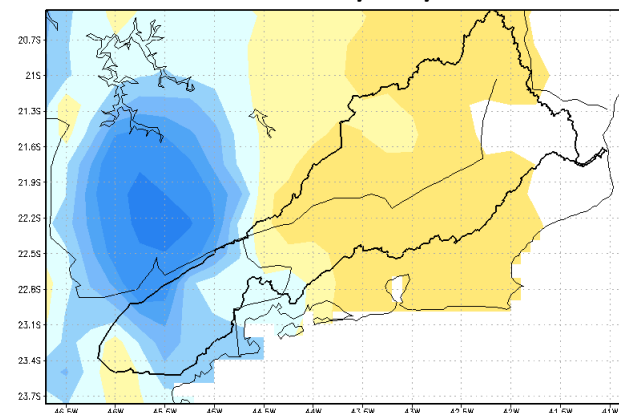
02/01/00

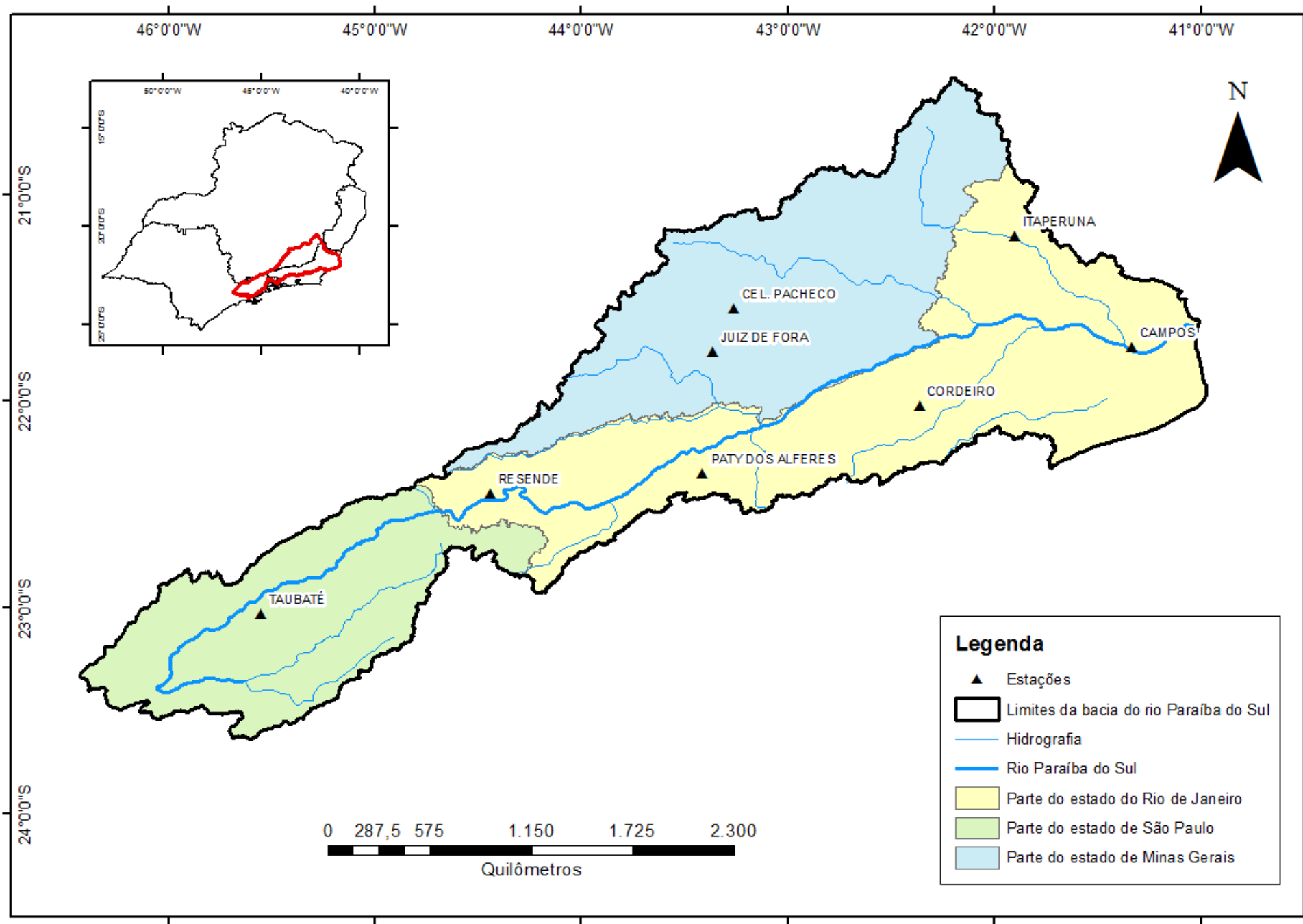


03/01/00

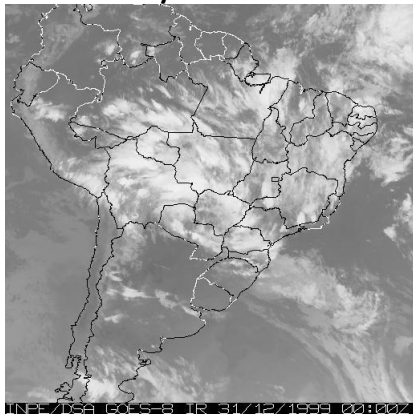


04/01/00

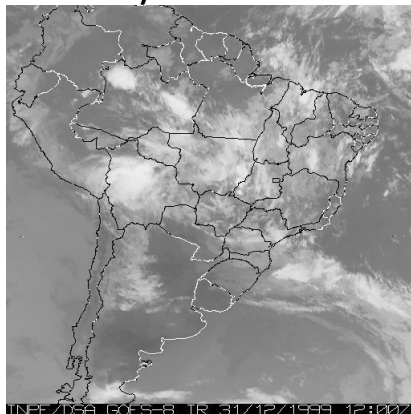




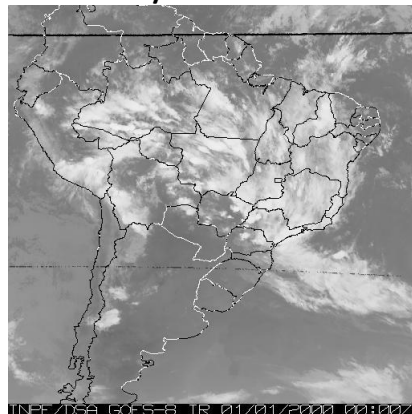
31/12 - 0 Z



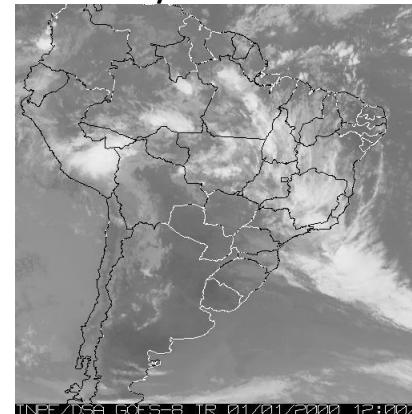
31/12 - 12 Z



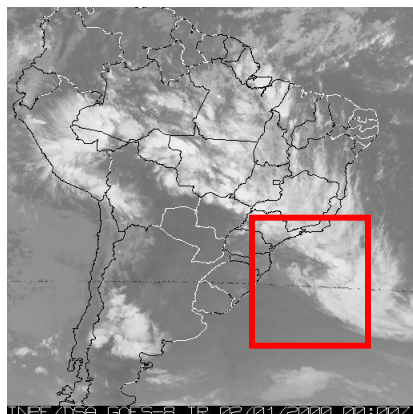
01/01 - 0 Z



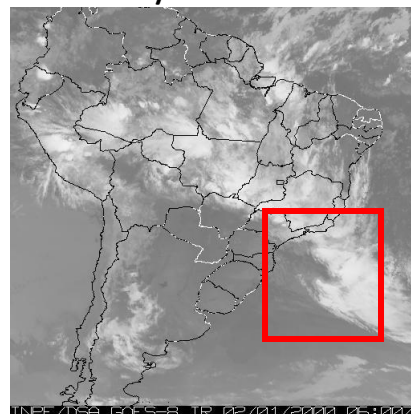
01/01 - 12 Z



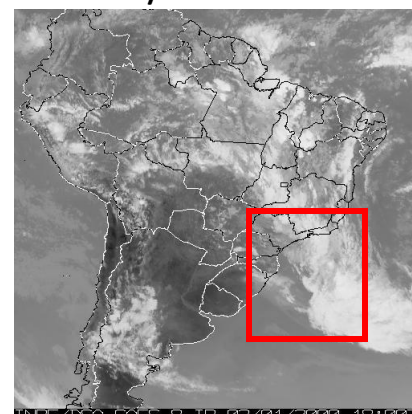
02/01 - 0 Z



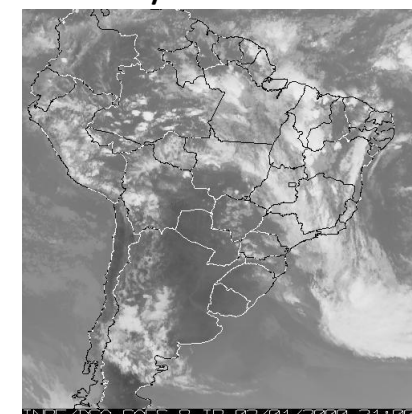
02/01 - 6 Z



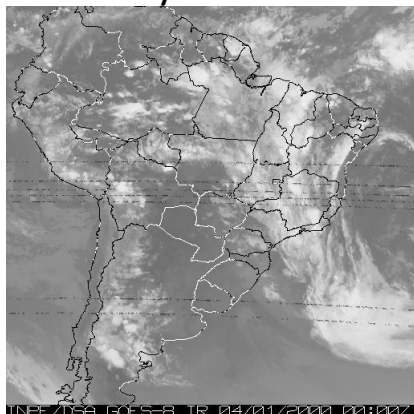
03/01 - 18 Z



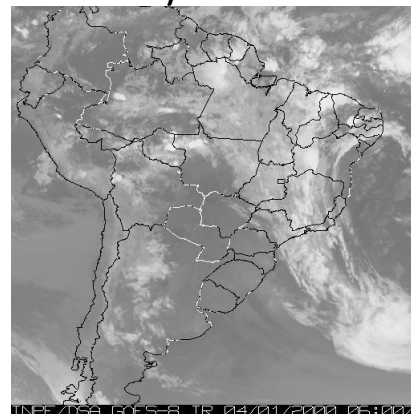
03/01 - 21 Z



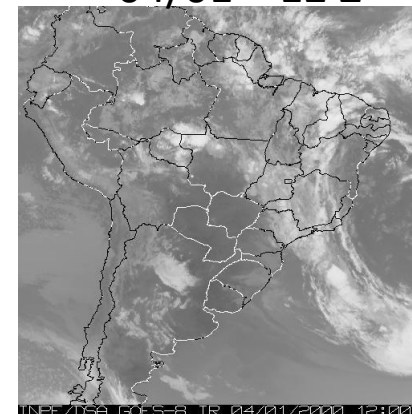
04/01 - 0 Z



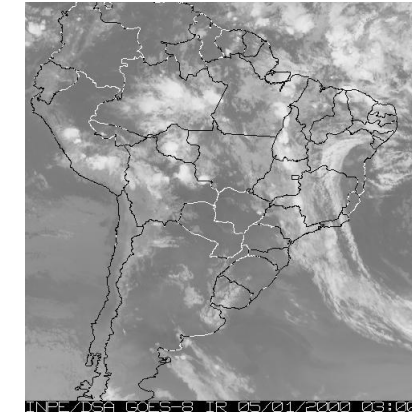
04/01 - 6 Z



04/01 - 12 Z

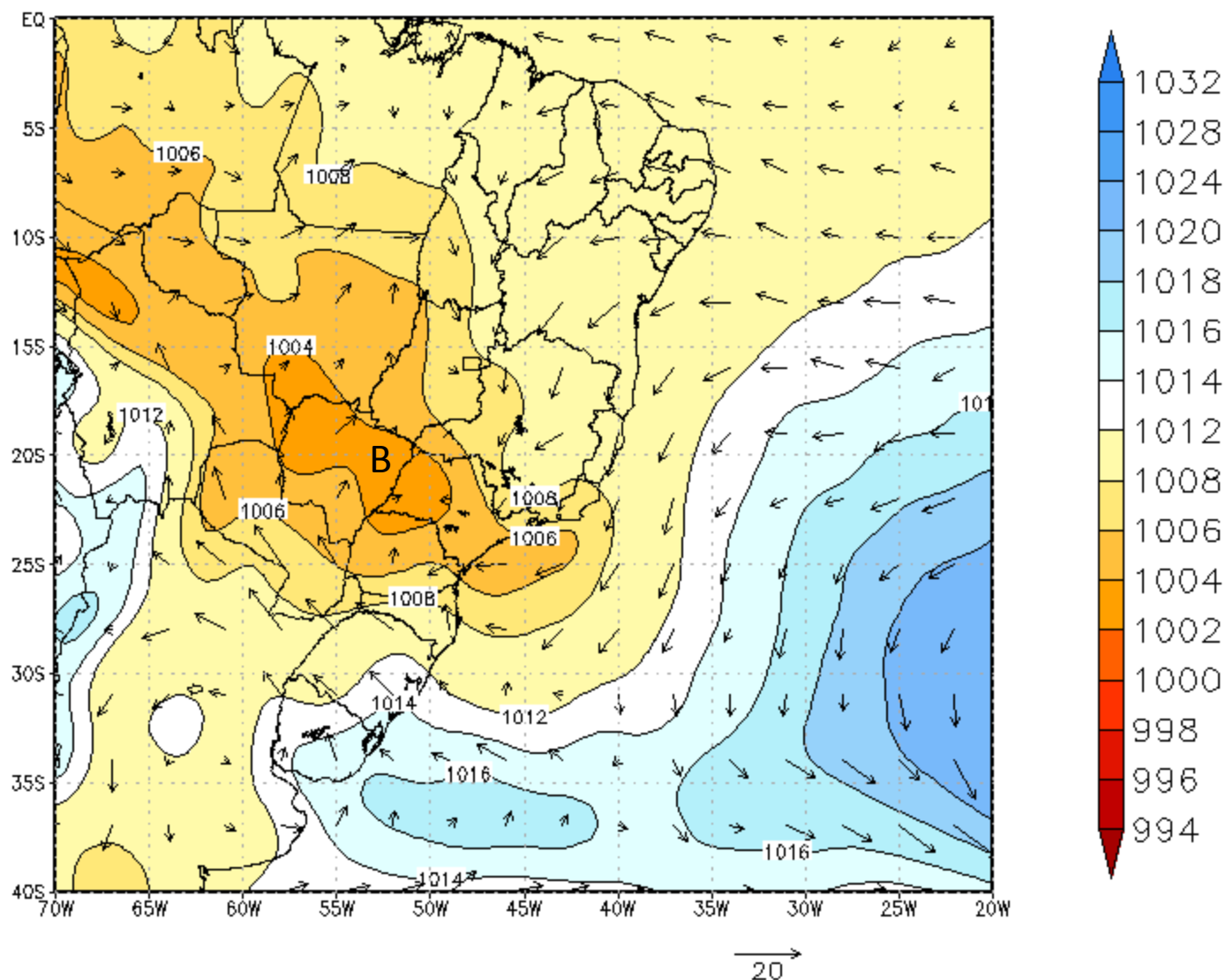


05/01 - 03 Z



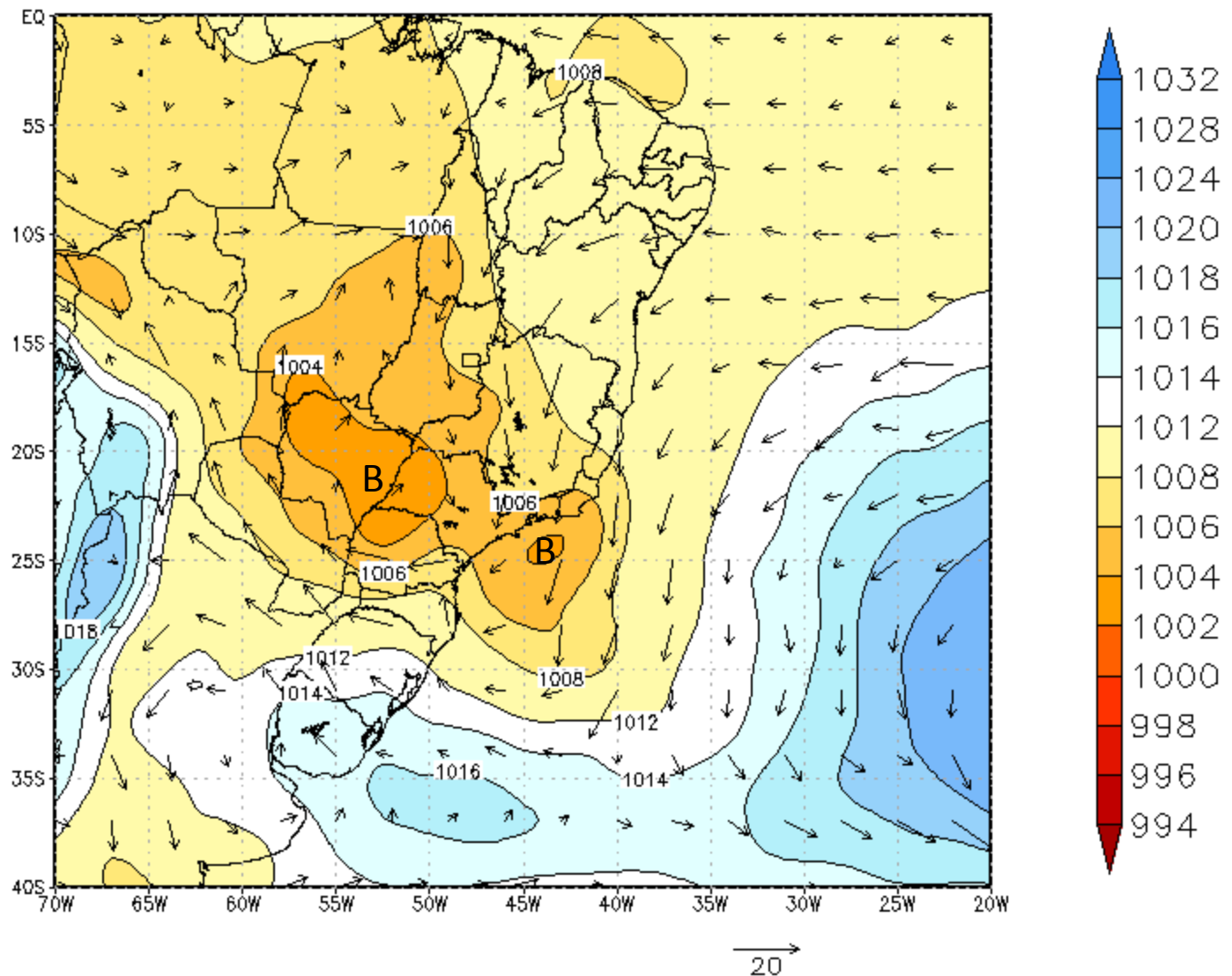
01/01/2000 – 00 Z

Pressão ao nível médio do mar (hPa) e Vento (m/s) em 850 hPa



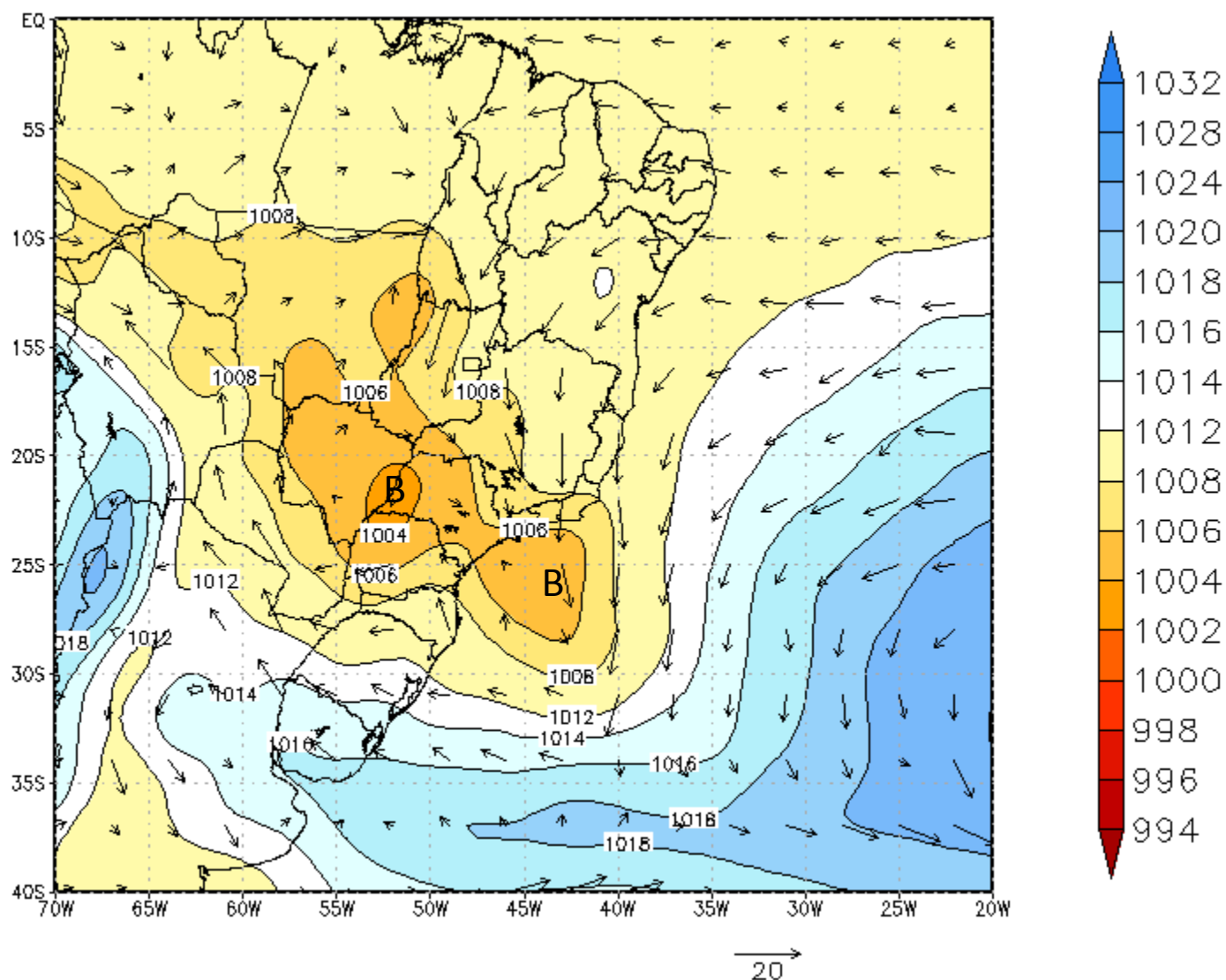
01/01/2000 – 06 Z

Pressão ao nível médio do mar (hPa) e Vento (m/s) em 850 hPa



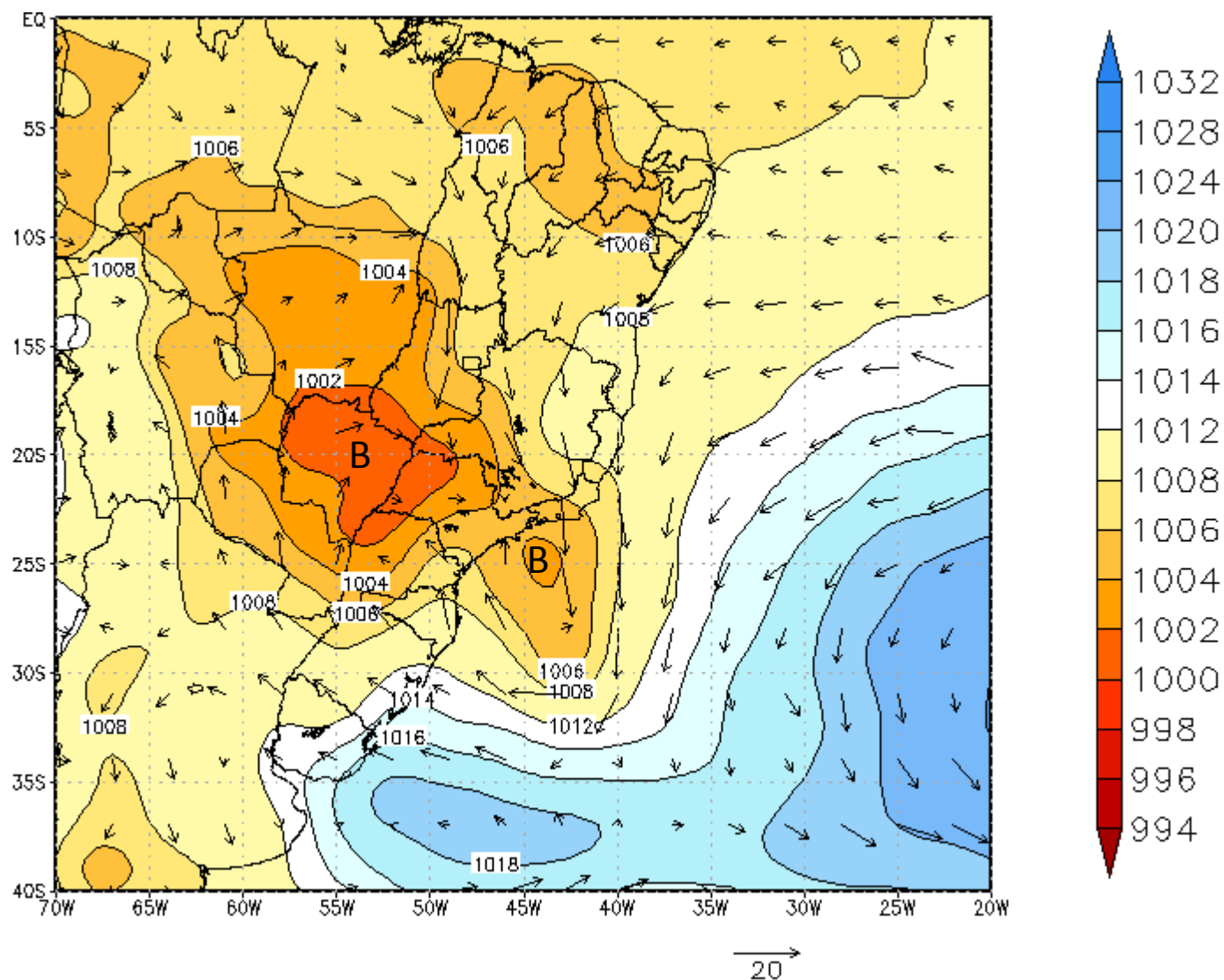
01/01/2000 – 12 Z

Pressão ao nível médio do mar (hPa) e Vento (m/s) em 850 hPa



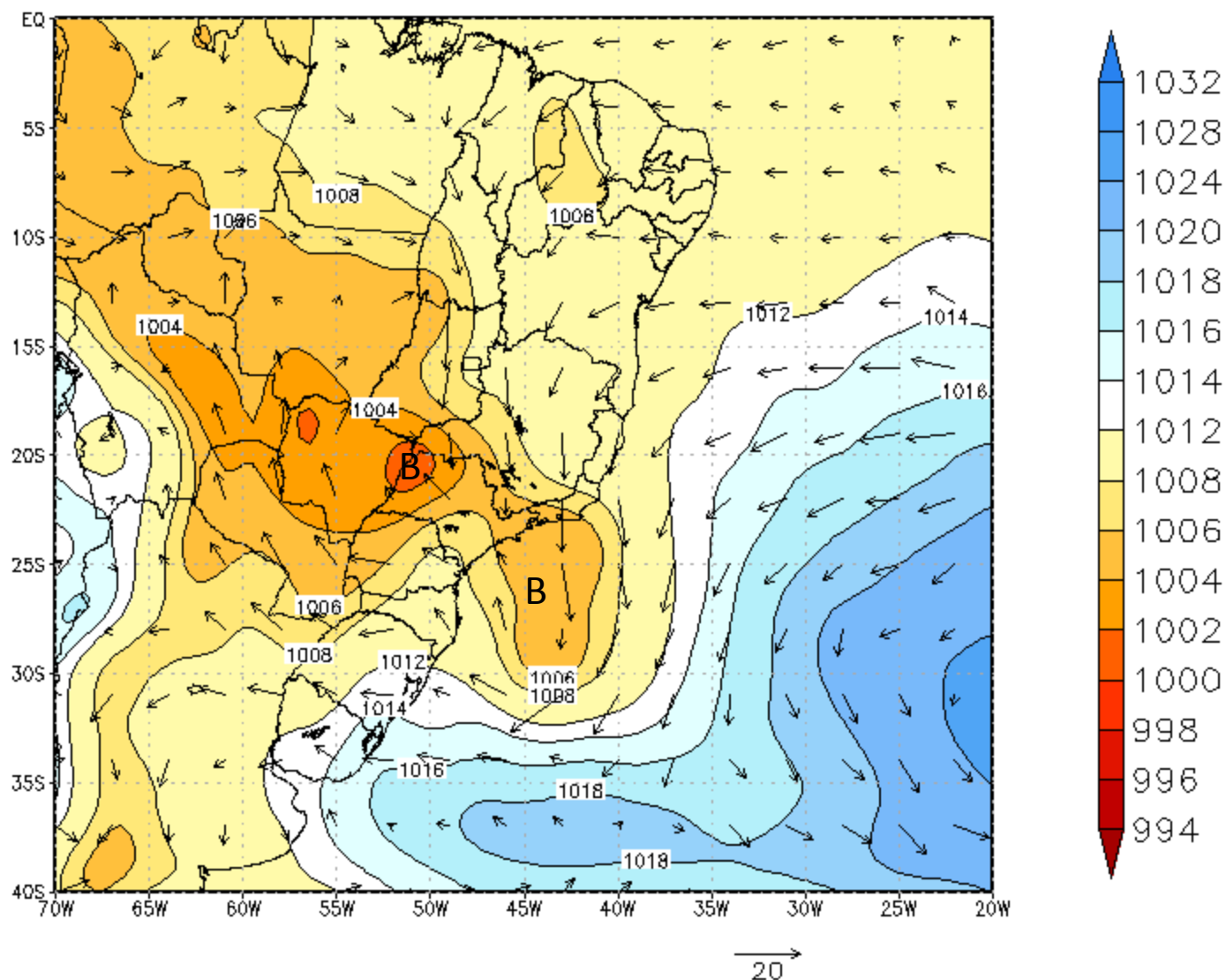
01/01/2000 – 18 Z

Pressão ao nível médio do mar (hPa) e Vento (m/s) em 850 hPa



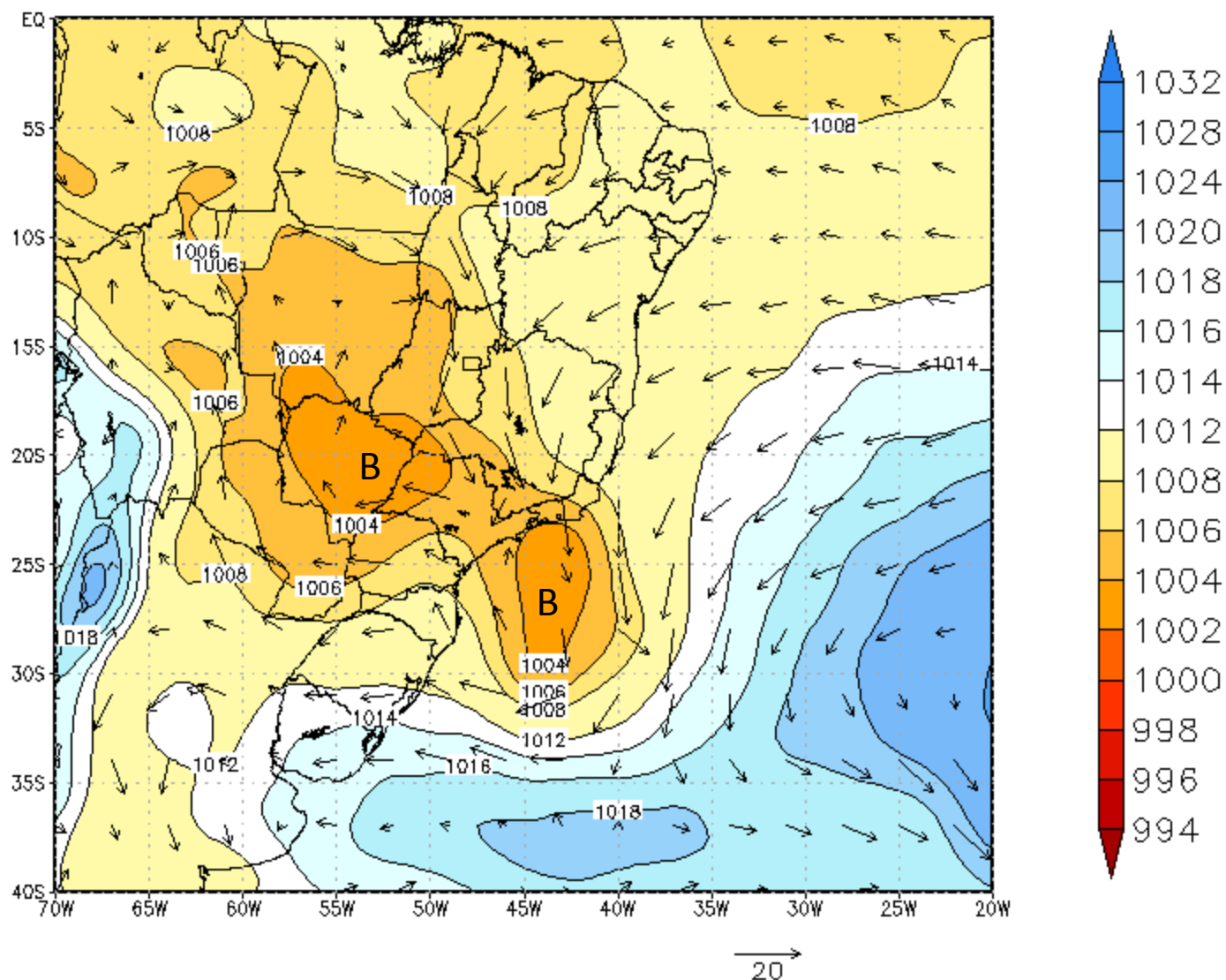
02/01/2000 – 00 Z

Pressão ao nível médio do mar (hPa) e Vento (m/s) em 850 hPa



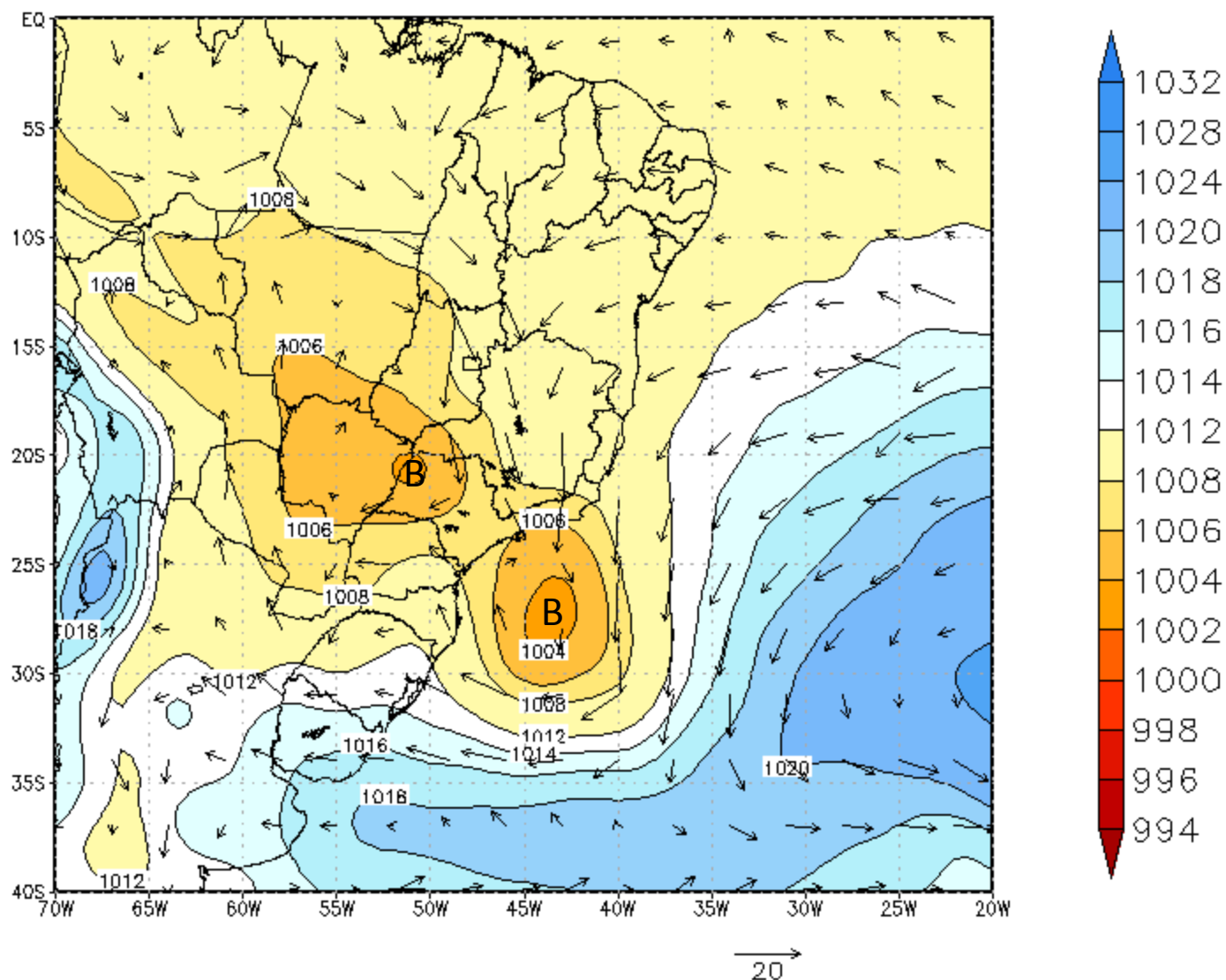
02/01/2000 – 06 Z

Pressão ao nível médio do mar (hPa) e Vento (m/s) em 850 hPa



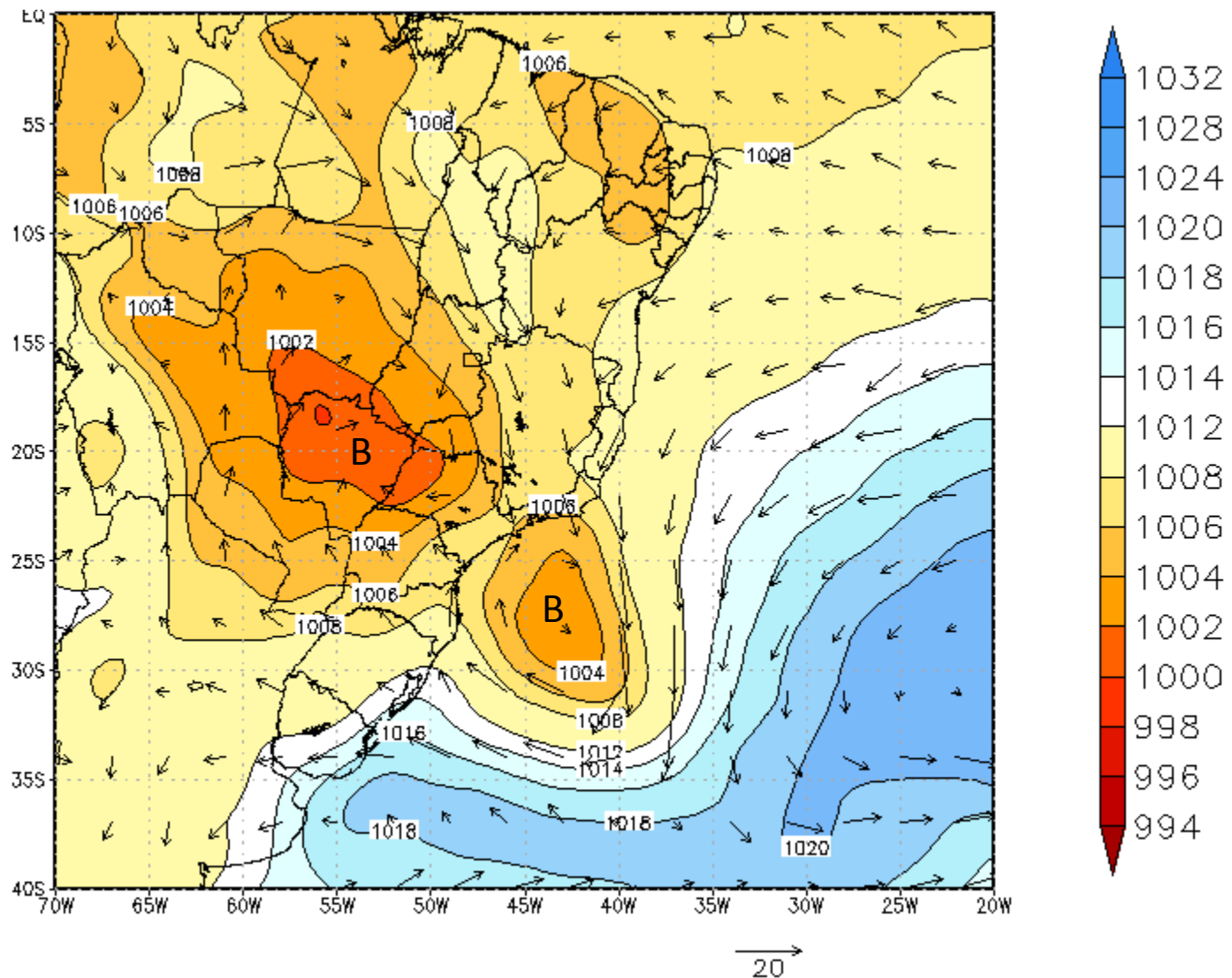
02/01/2000 – 12 Z

Pressão ao nível médio do mar (hPa) e Vento (m/s) em 850 hPa



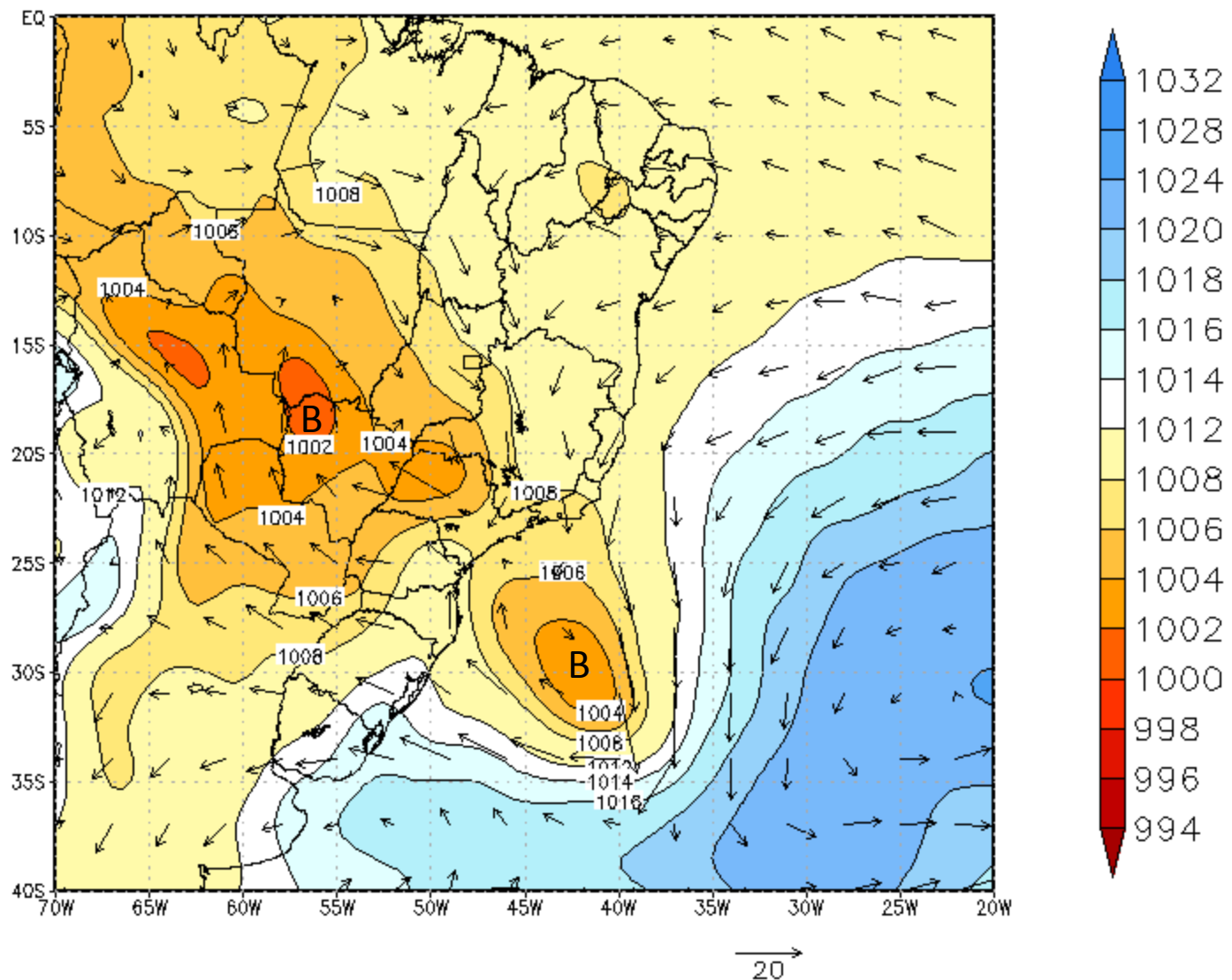
02/01/2000 – 18 Z

Pressão ao nível médio do mar (hPa) e Vento (m/s) em 850 hPa



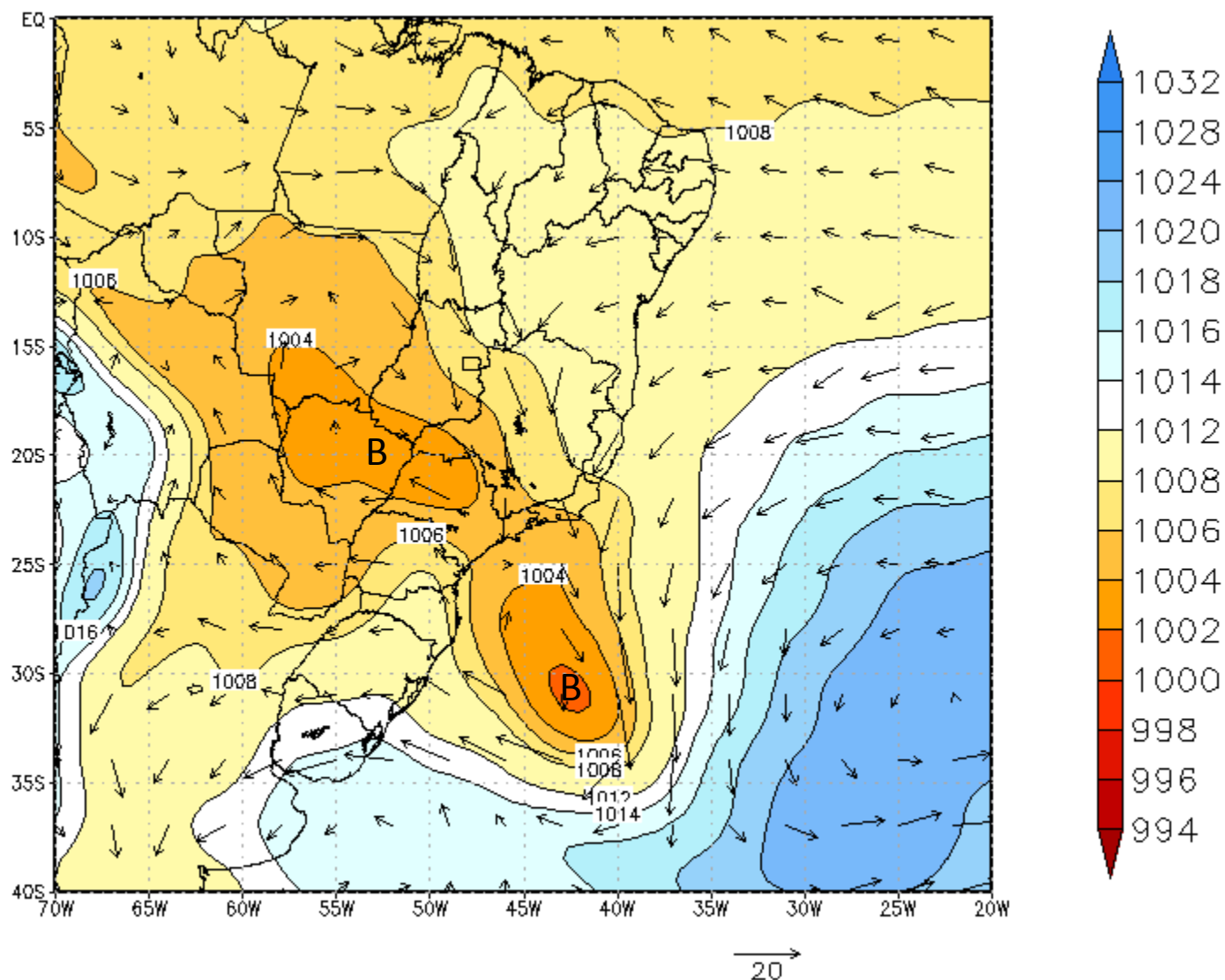
03/01/2000 – 00 Z

Pressão ao nível médio do mar (hPa) e Vento (m/s) em 850 hPa



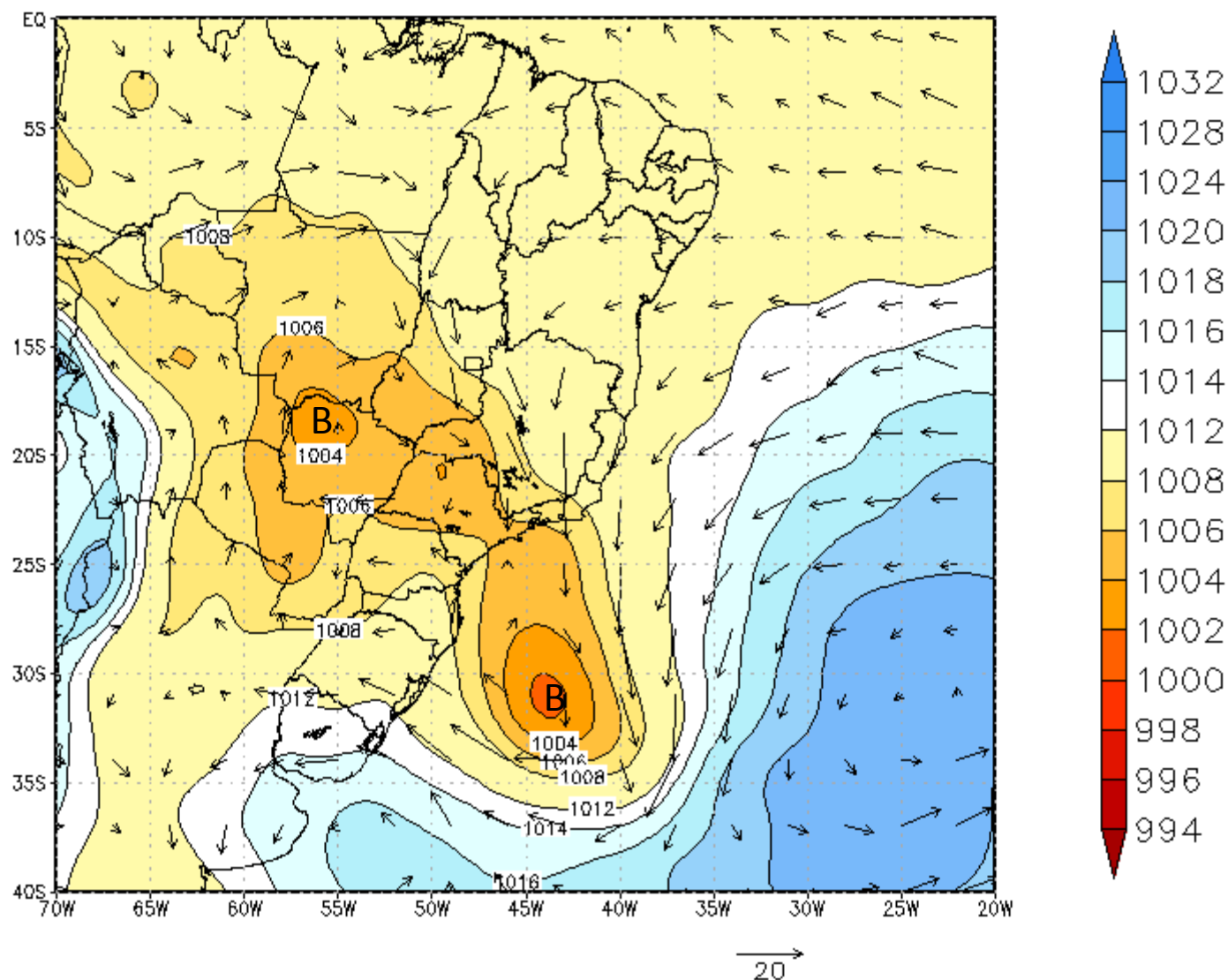
03/01/2000 – 06 Z

Pressão ao nível médio do mar (hPa) e Vento (m/s) em 850 hPa



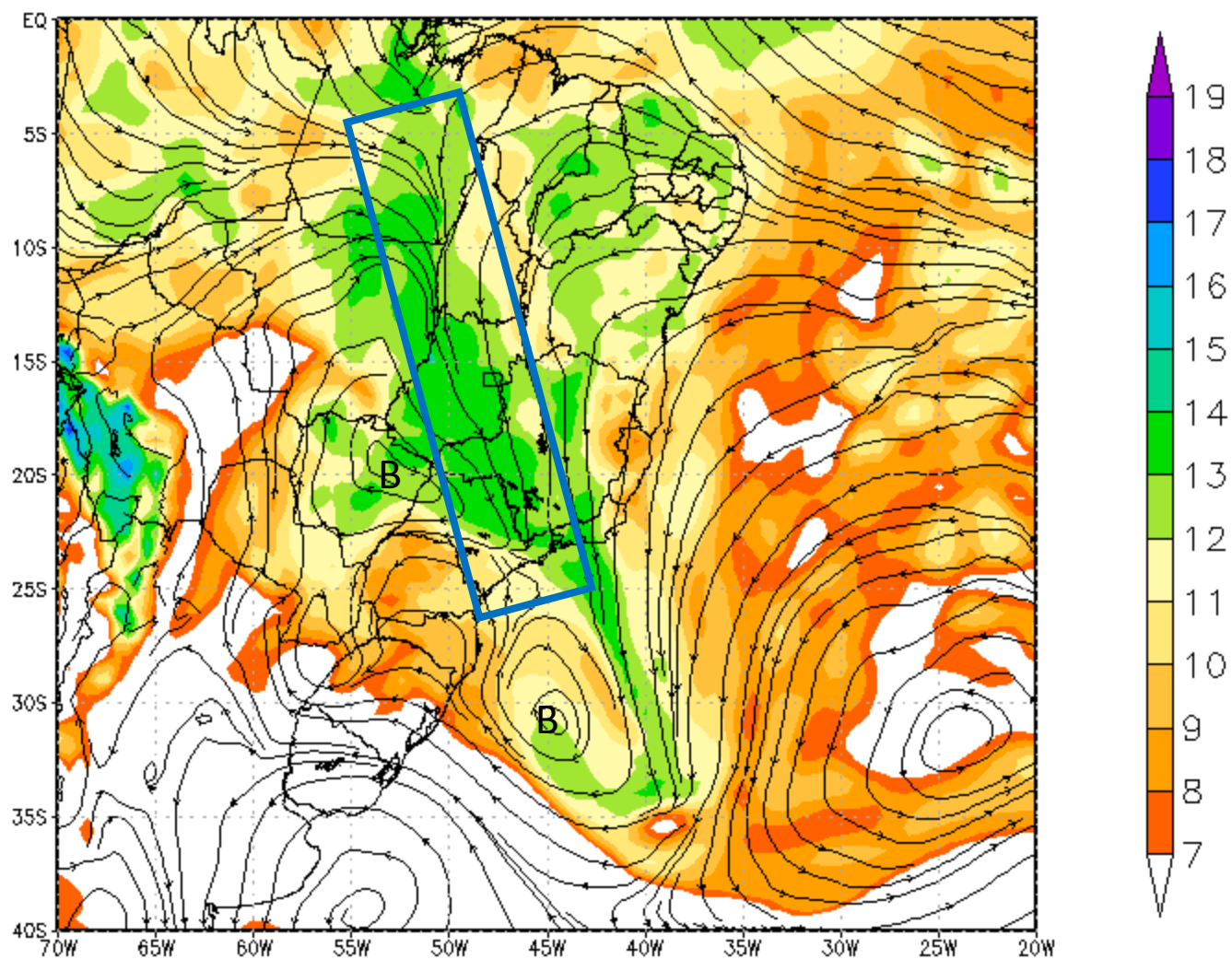
03/01/2000 – 12 Z

Pressão ao nível médio do mar (hPa) e Vento (m/s) em 850 hPa



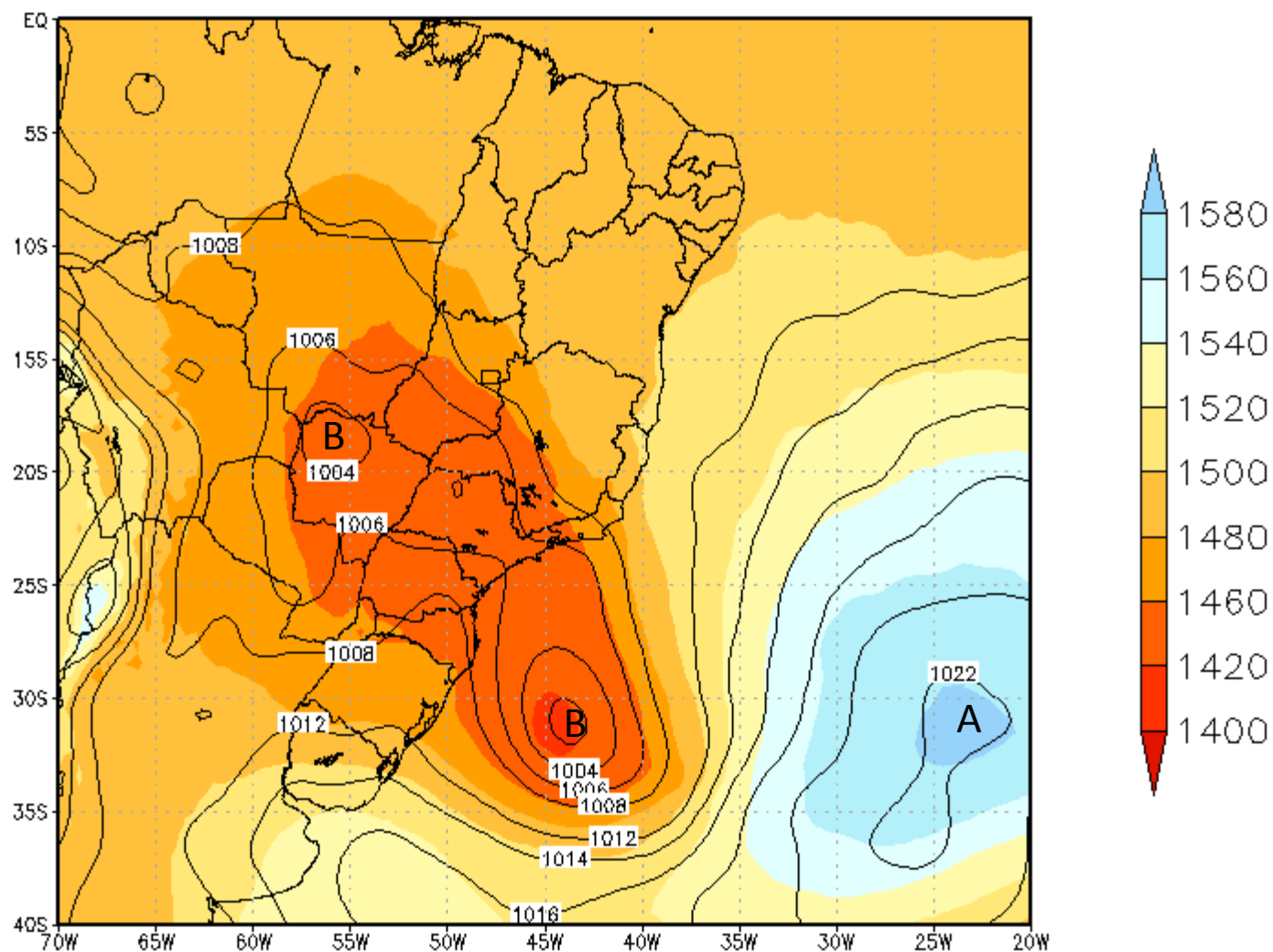
03/01/2000 – 12 Z

Umidade específica (g/kg) e Vento (m/s) em 850 hPa



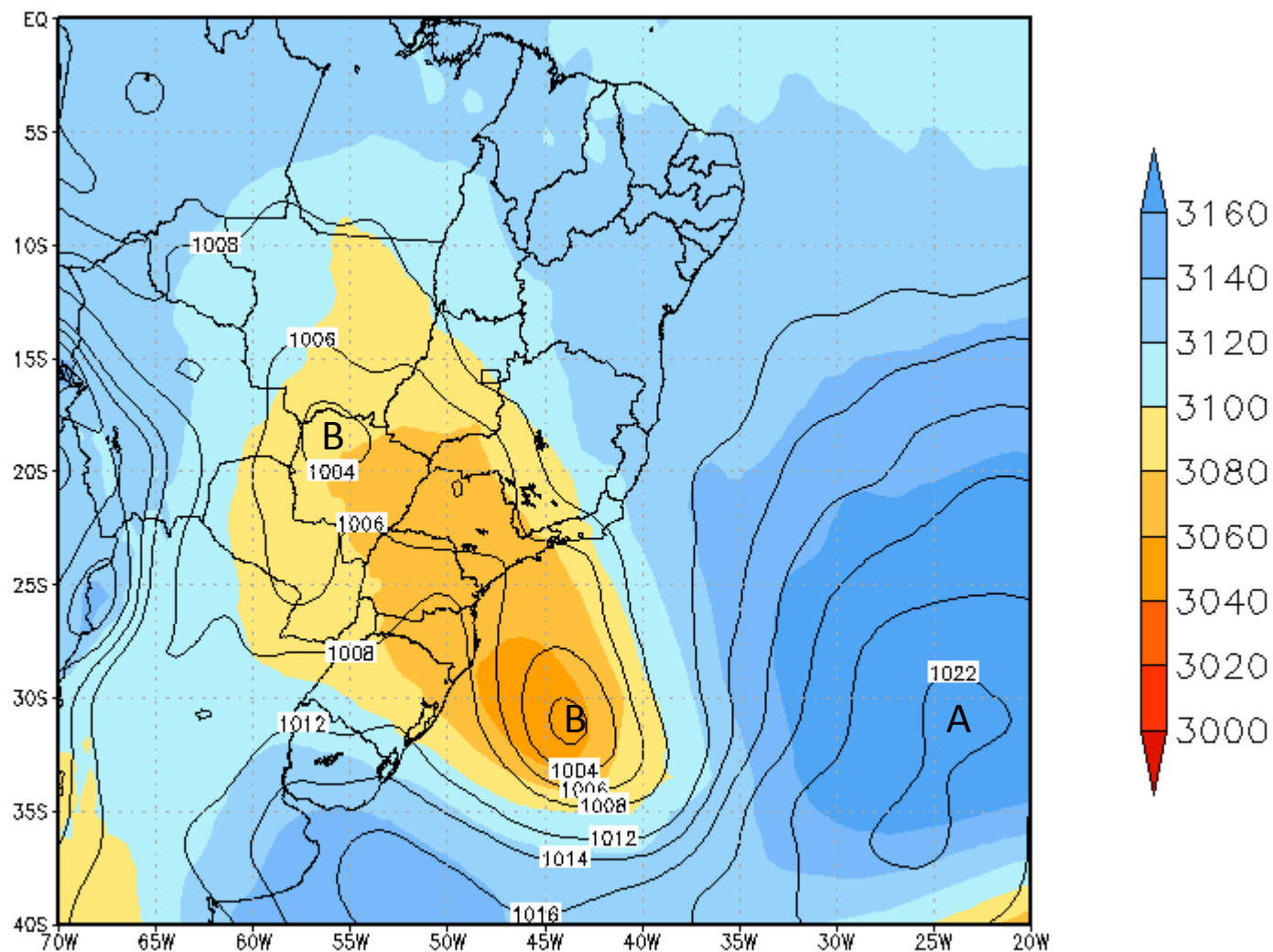
03/01/2000 – 12 Z

Altura geopotencial (mcp) em 850 hPa e Pressão ao nível médio do mar (hPa)



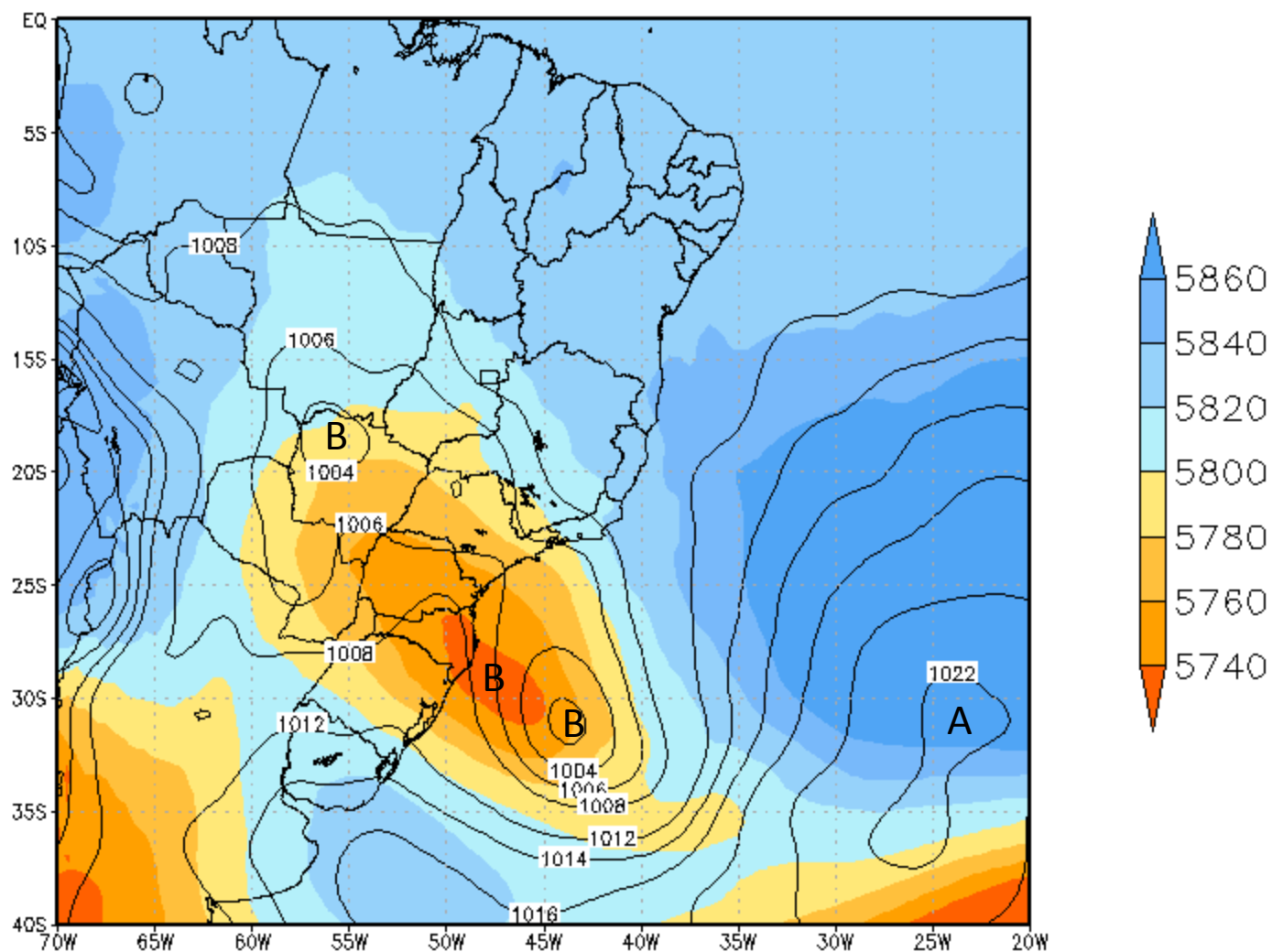
03/01/2000 – 12 Z

Altura geopotencial (mcp) em 700 hPa e Pressão ao nível médio do mar (hPa)



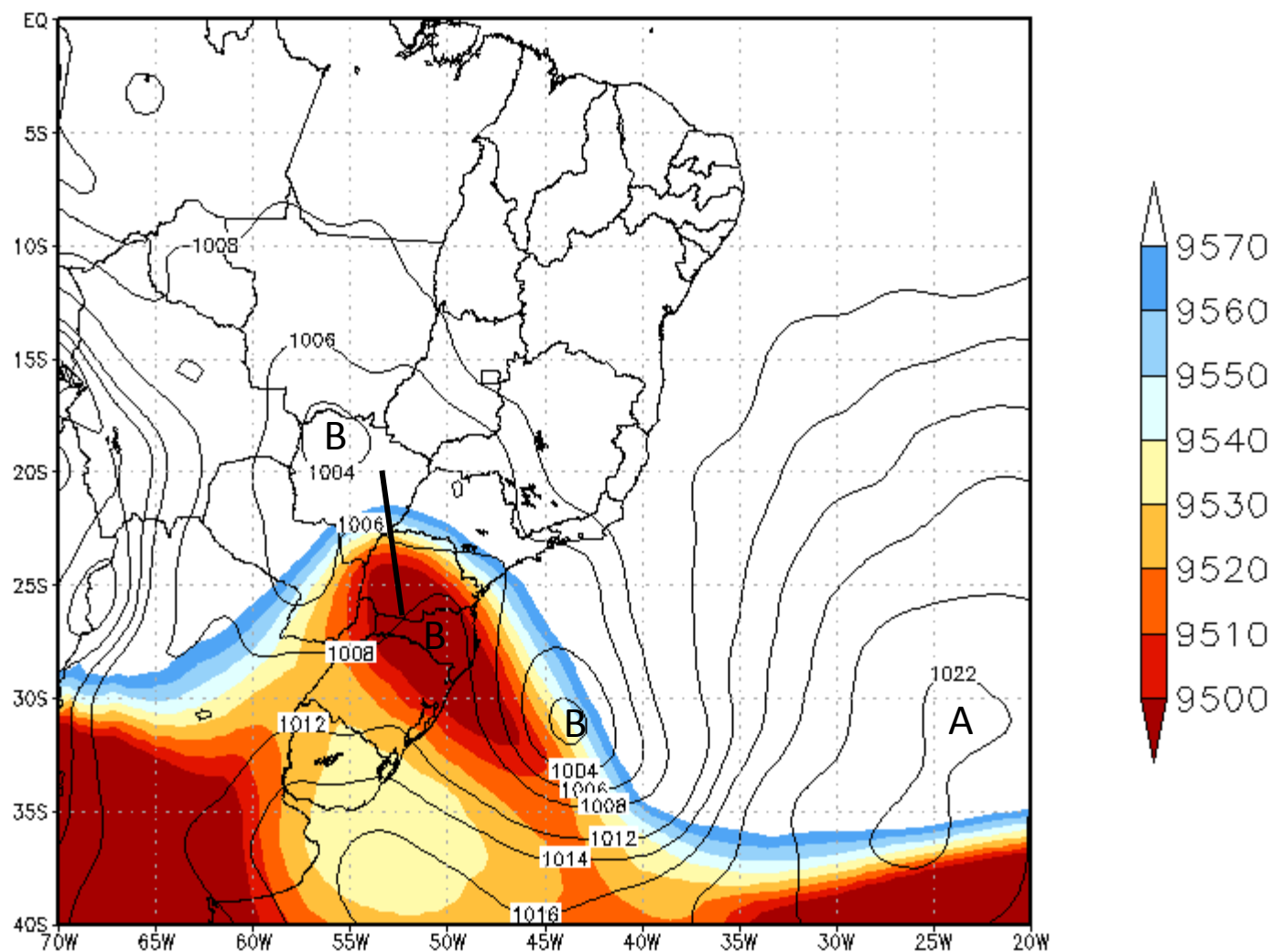
03/01/2000 – 12 Z

Altura geopotencial (mcp) em 500 hPa e Pressão ao nível médio do mar (hPa)



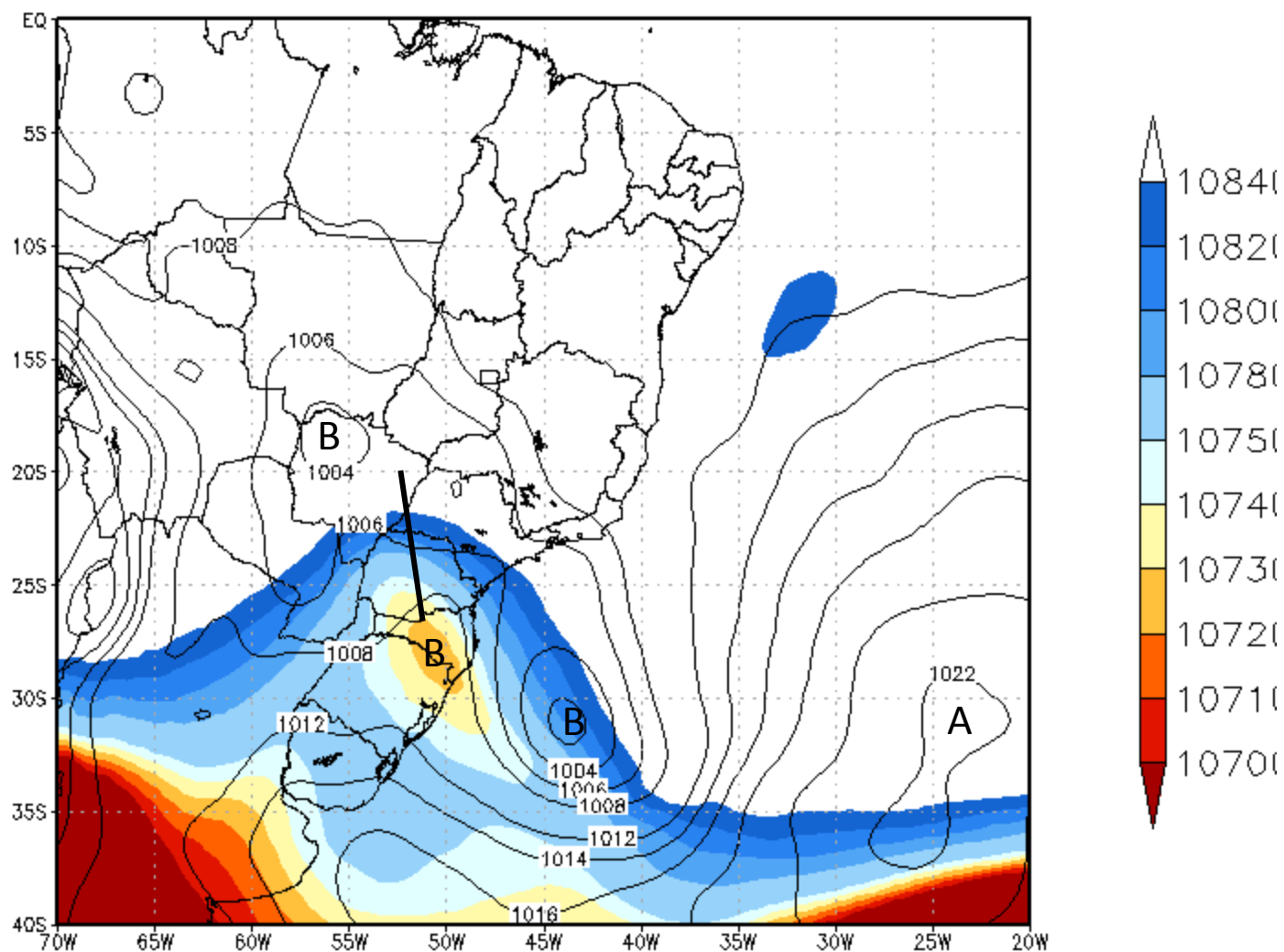
03/01/2000 – 12 Z

Altura geopotencial (mcp) em 300 hPa e Pressão ao nível médio do mar (hPa)



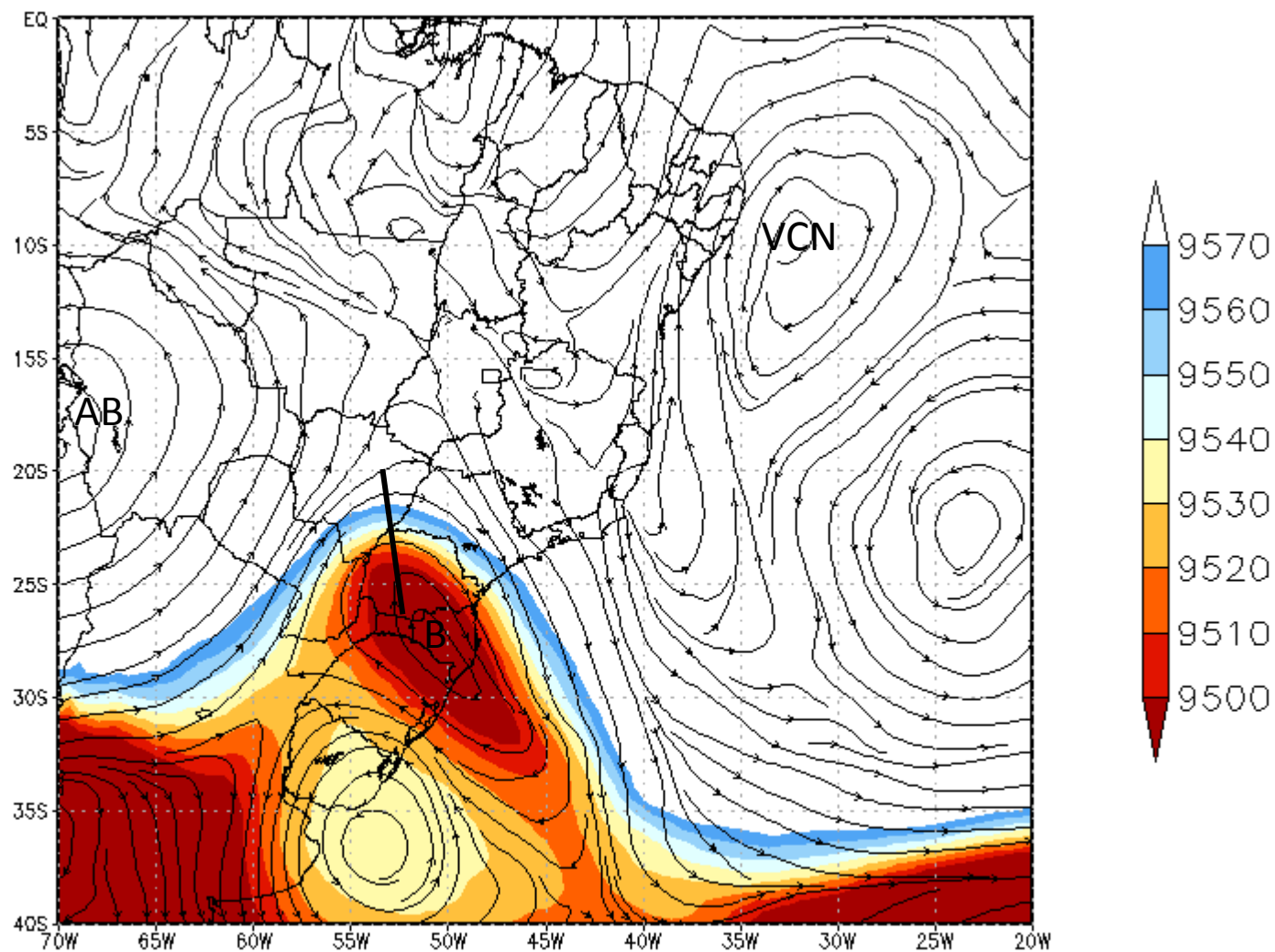
03/01/2000 – 12 Z

Altura geopotencial (mcp) em 250 hPa e Pressão ao nível médio do mar (hPa)



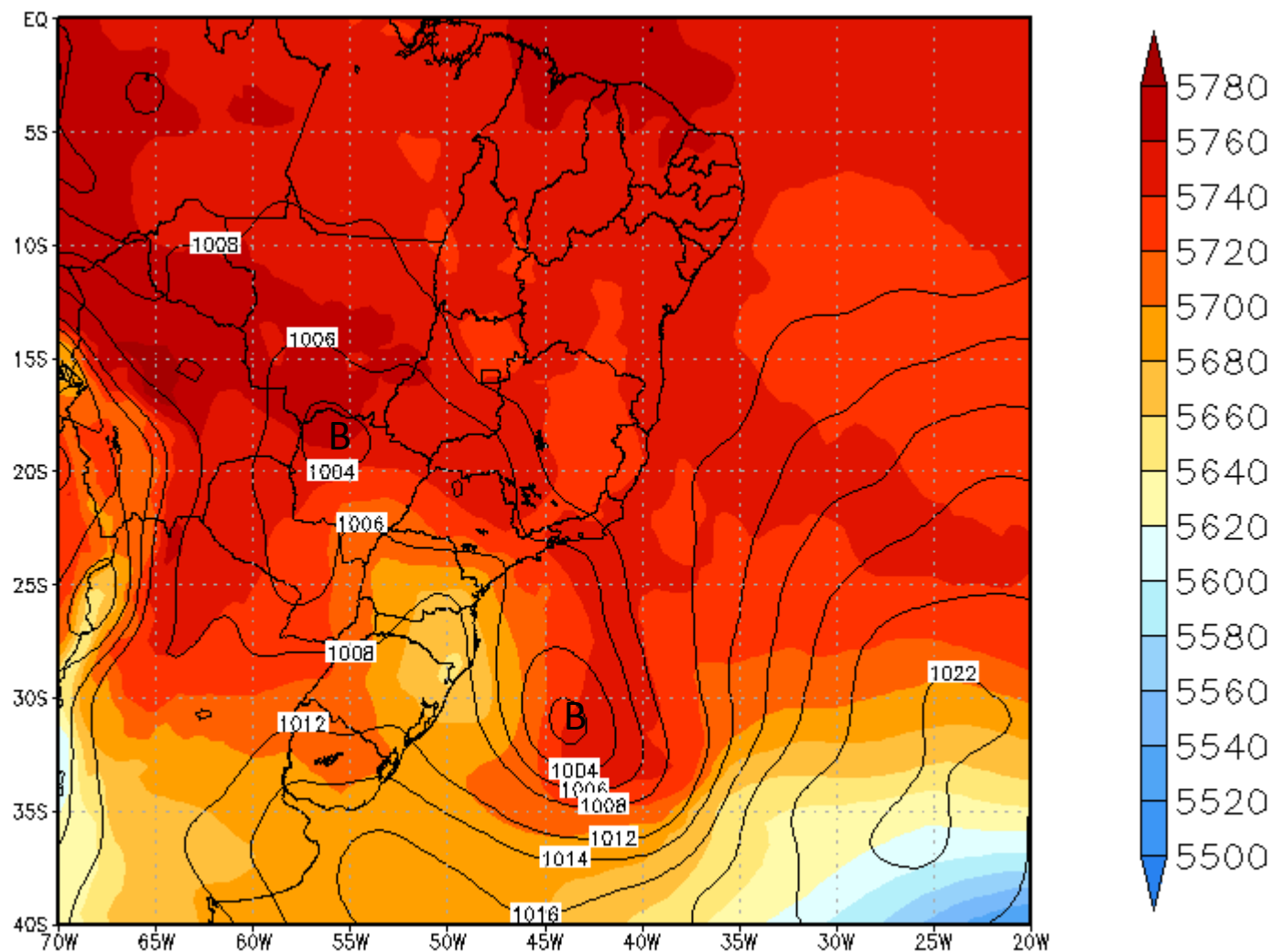
03/01/2000 – 12 Z

Altura geopotencial (mcp) e Vento (linhas de corrente) em 300 hPa



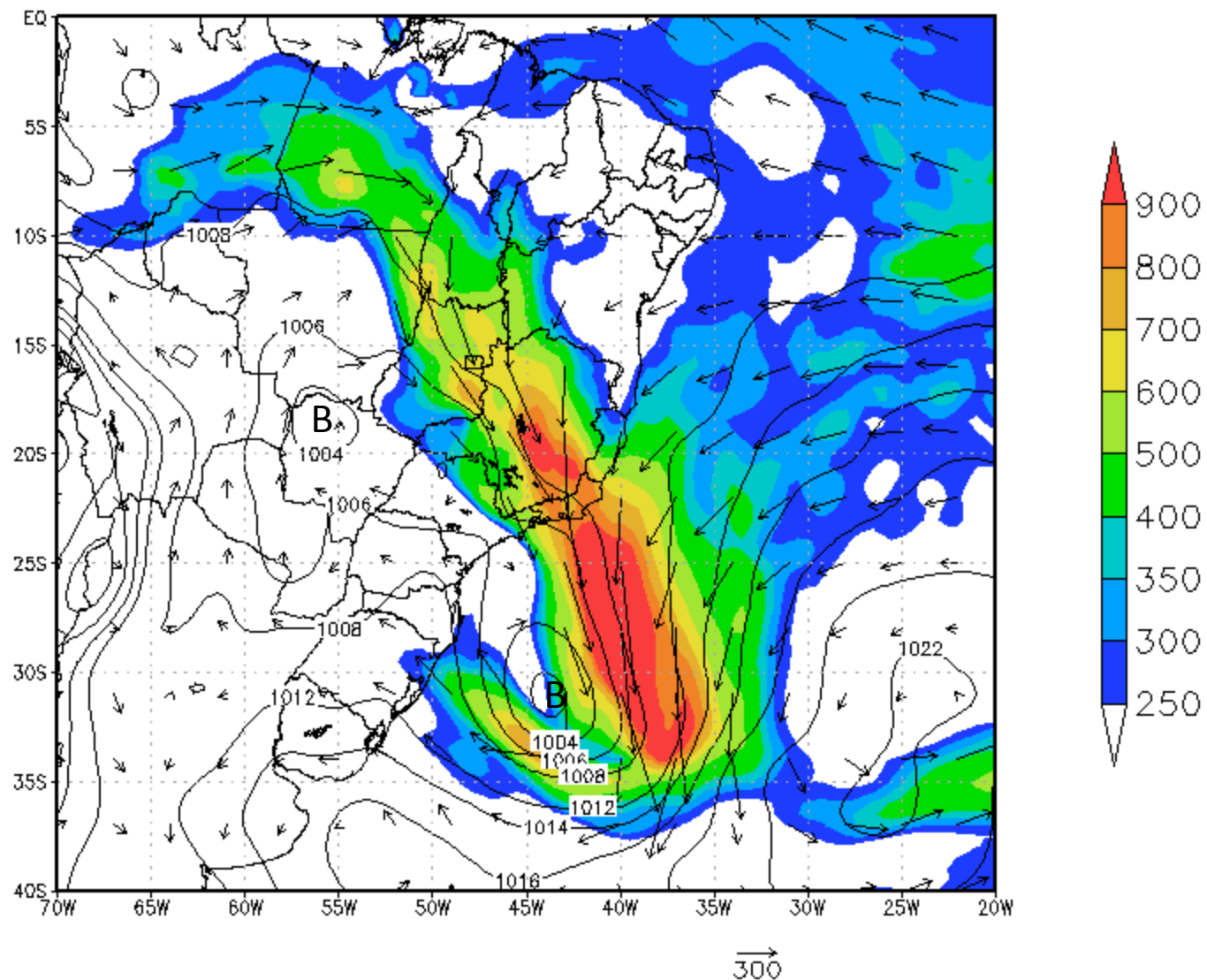
03/01/2000 – 12 Z

Espessura (mgp) entre 1000 e 500 hPa e Pressão ao nível médio do mar (hPa)



03/01/2000 – 12 Z

Fluxo de umidade verticalmente integrado ($\text{Kg.m}^{-1}.\text{s}^{-1}$) entre 1000 e 300 hPa e
Pressão ao nível médio do mar (hPa)



Avaliação das Previsões:

Eta-5km - CNTRL

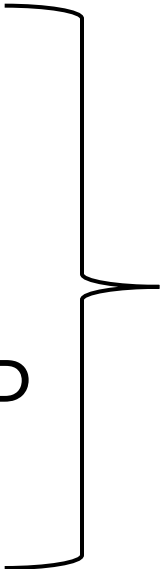
Eta-5km - KF

Eta-5km - KFMX

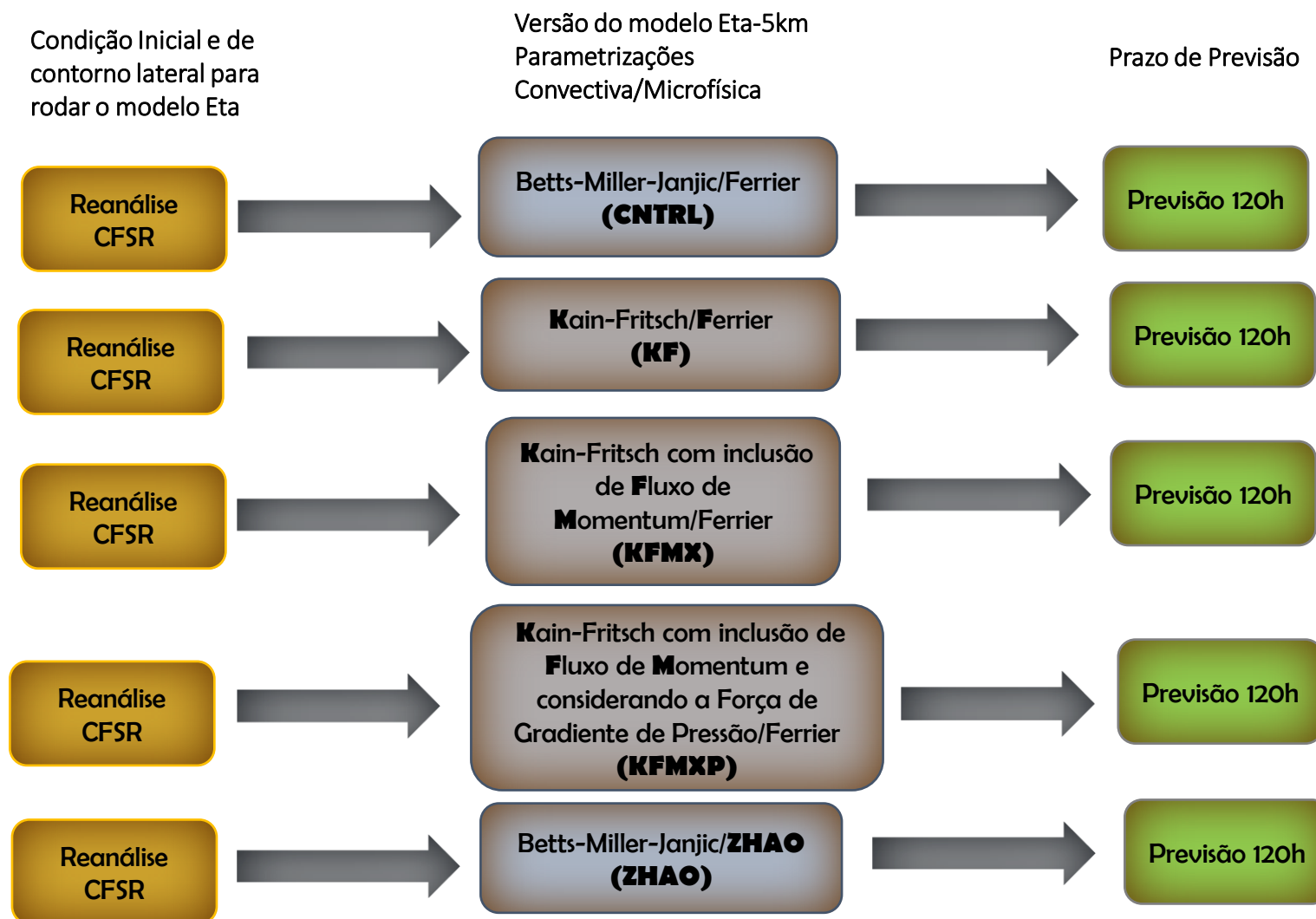
Eta-5km - KFMXP

Eta-5km - ZHAO

Eta-5km - Conjunto



Previsão por conjunto utilizando o Modelo Eta - Projeto CNPq: Desenvolvimento de um sistema de prognóstico por conjunto de chuvas extremas e sua aplicação em ações de prevenção a desastres naturais



02/01/2000

28/12 + 120h

29/12 + 96h

30/12 + 72h

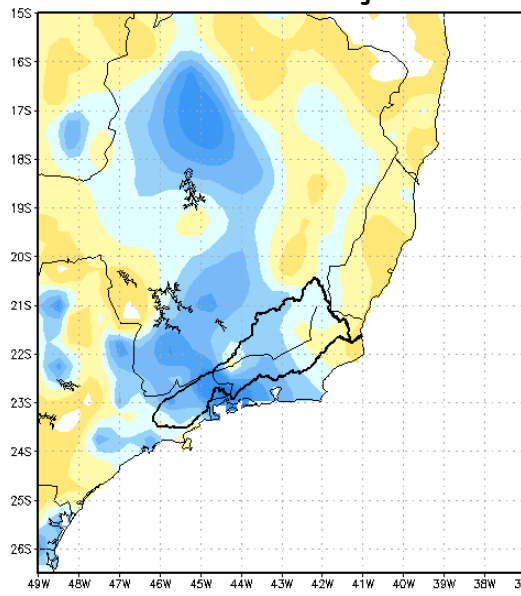
31/01 + 48h

01/01 + 24h

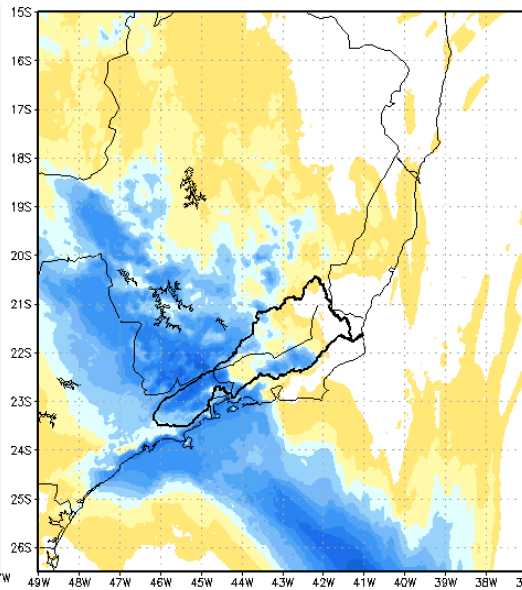
Precipitação – 02/01/2000 – 12 Z

Previsões de 120 h

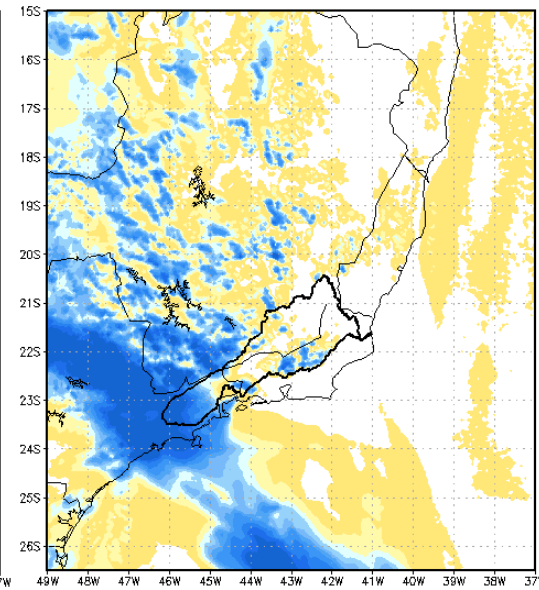
Observação



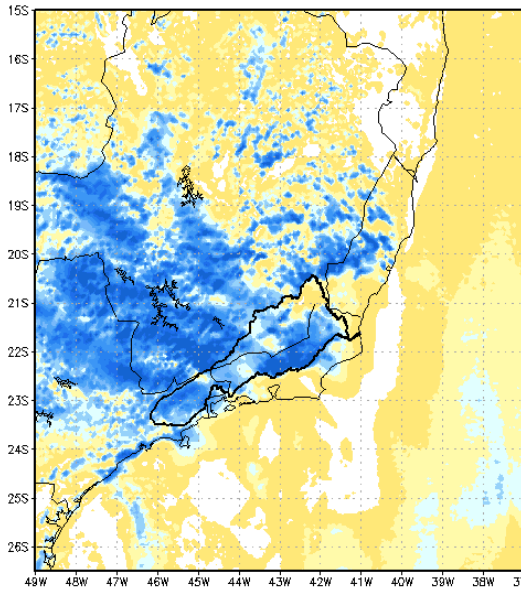
CNTRL



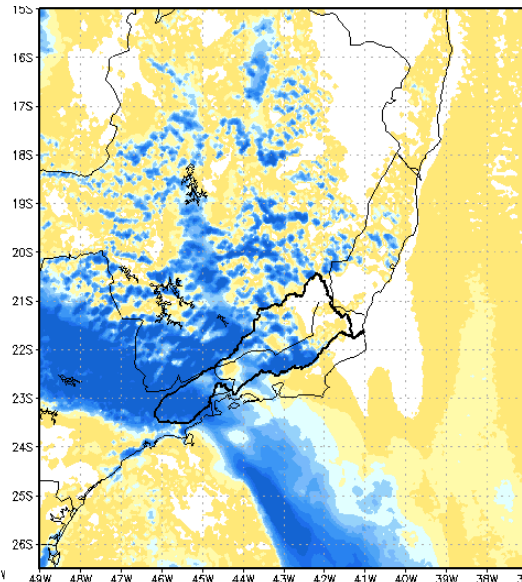
KF



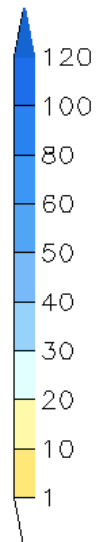
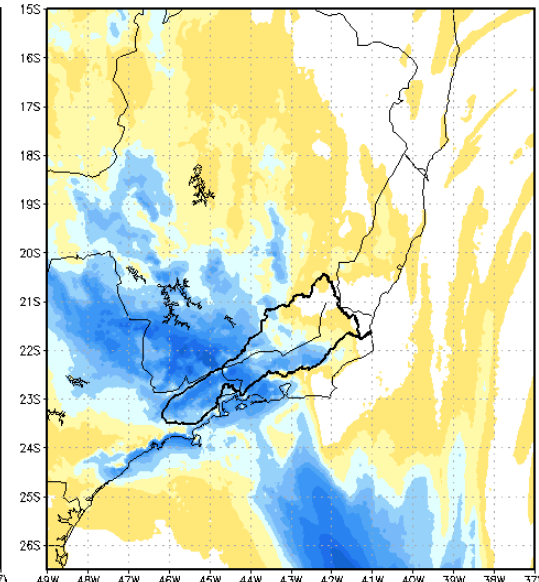
KFMX



KFMXP



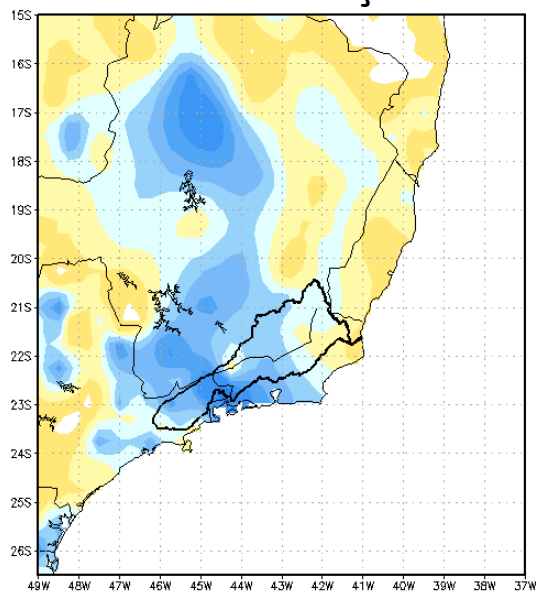
ZHAO



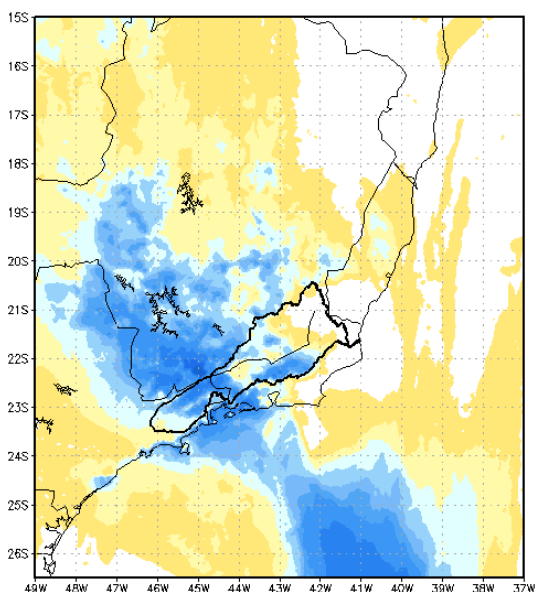
Precipitação – 02/01/2000 – 12 Z

Previsões de 96 h

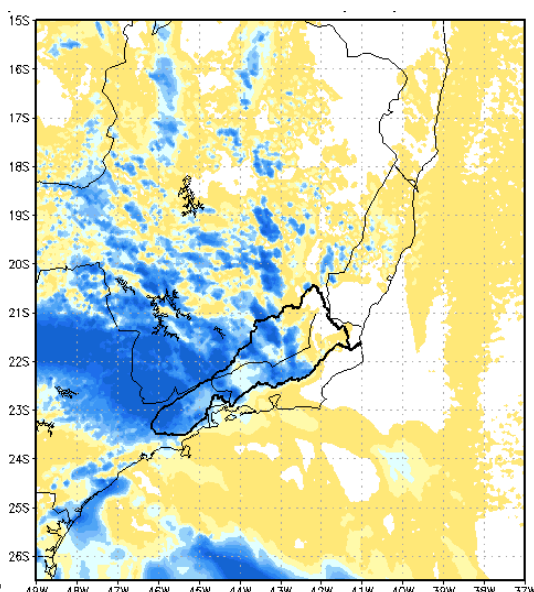
Observação



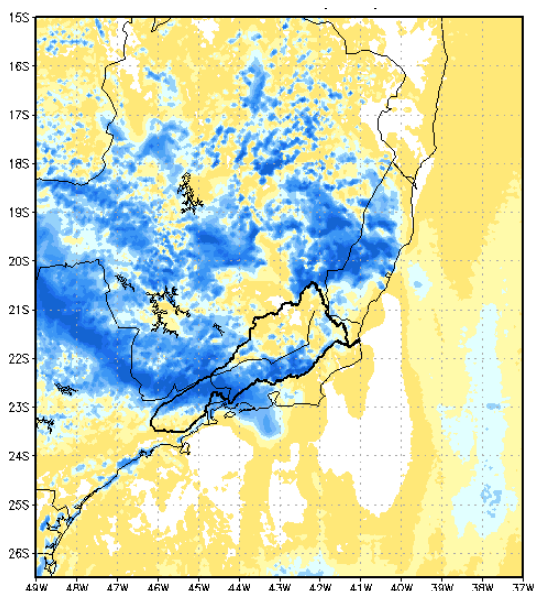
CNTRL



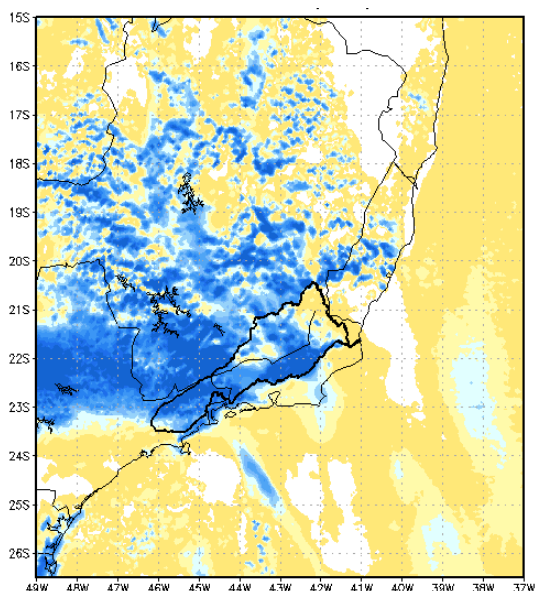
KF



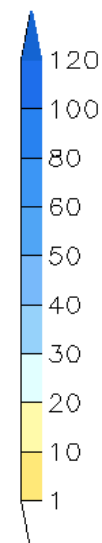
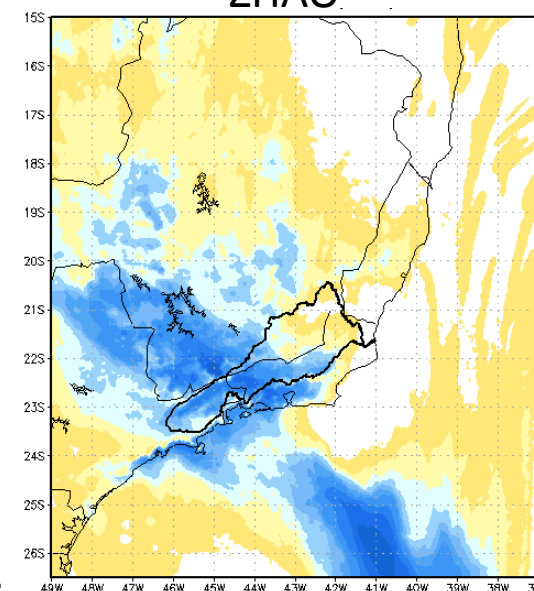
KFMX



KFMXP



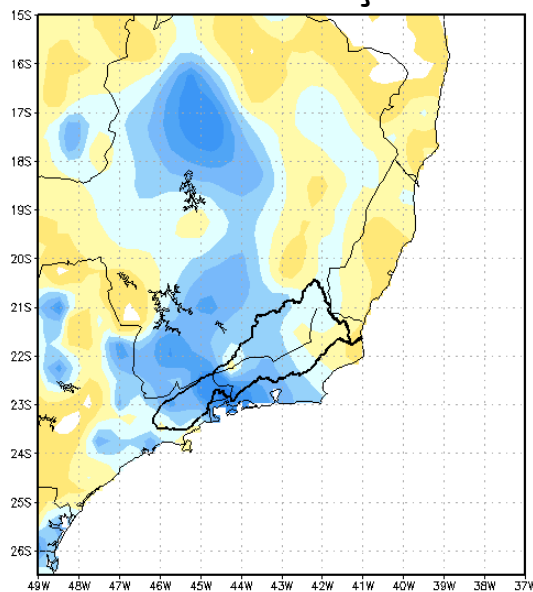
ZHAO



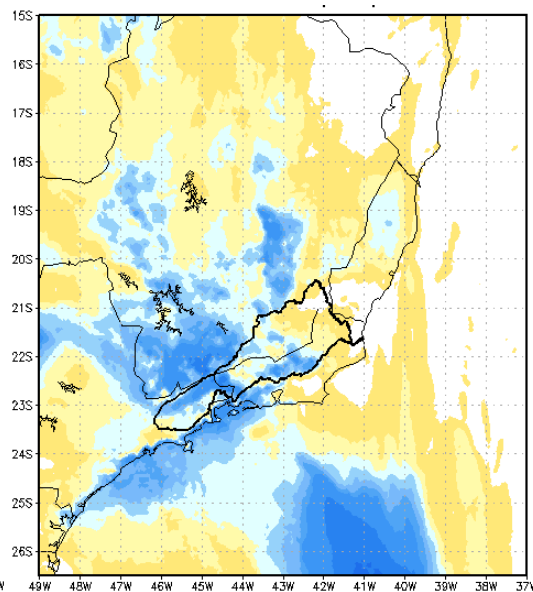
Precipitação – 02/01/2000 – 12 Z

Previsões de 72 h

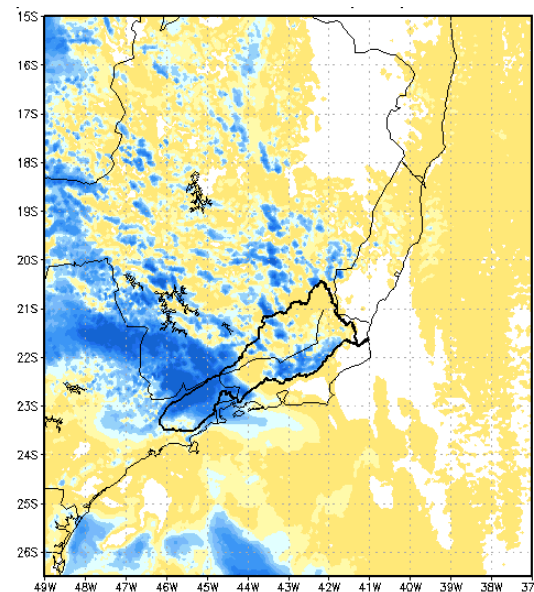
Observação



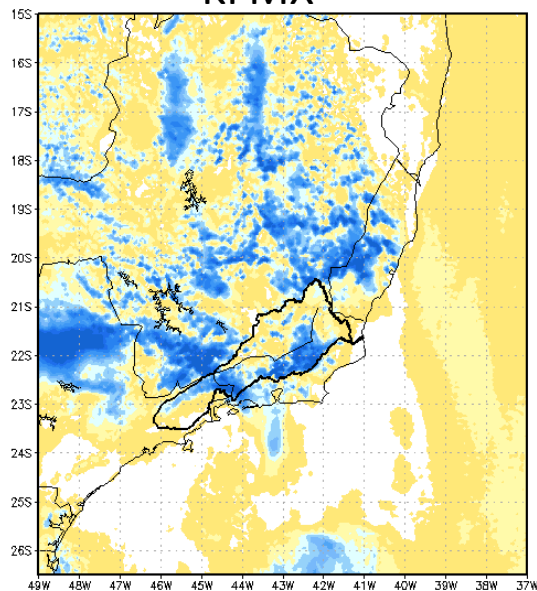
CNTRL



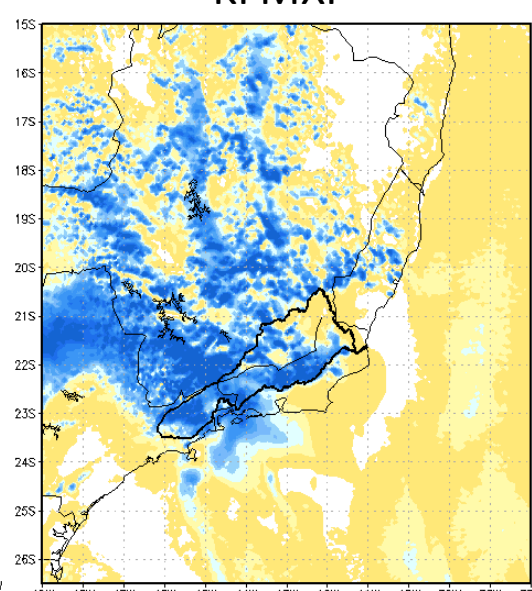
KF



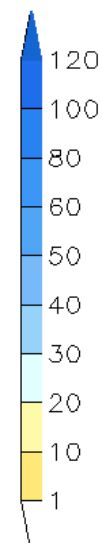
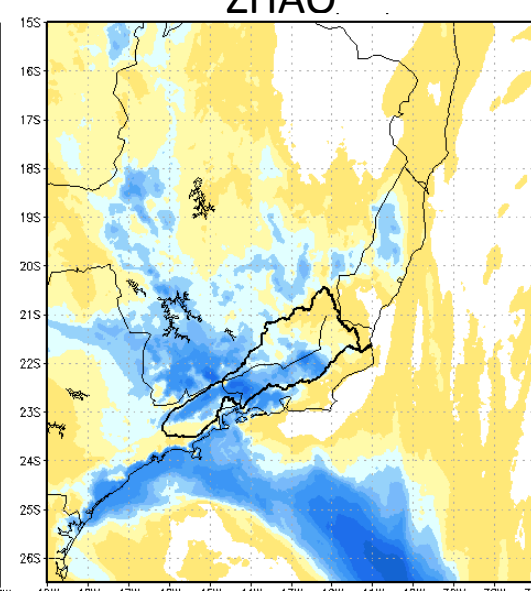
KFMX



KFMXP



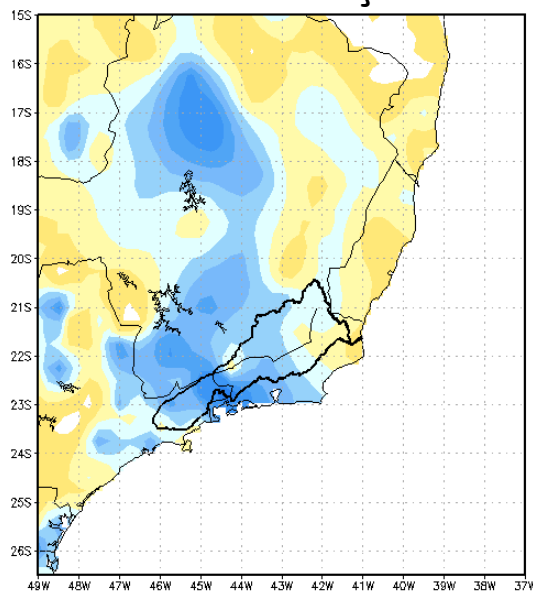
ZHAO



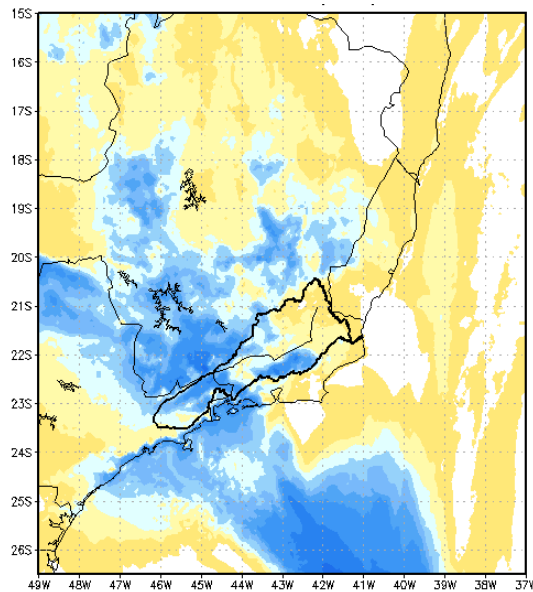
Precipitação – 02/01/2000 – 12 Z

Previsões de 48 h

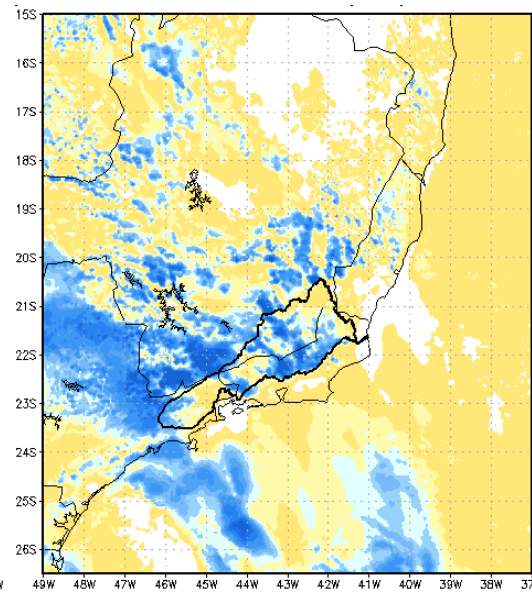
Observação



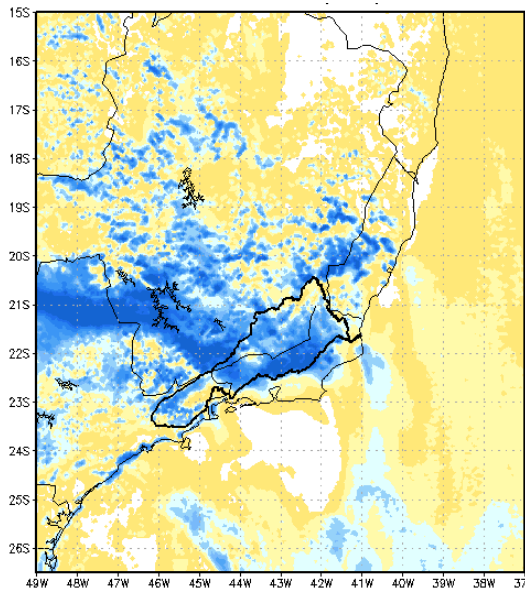
CNTRL



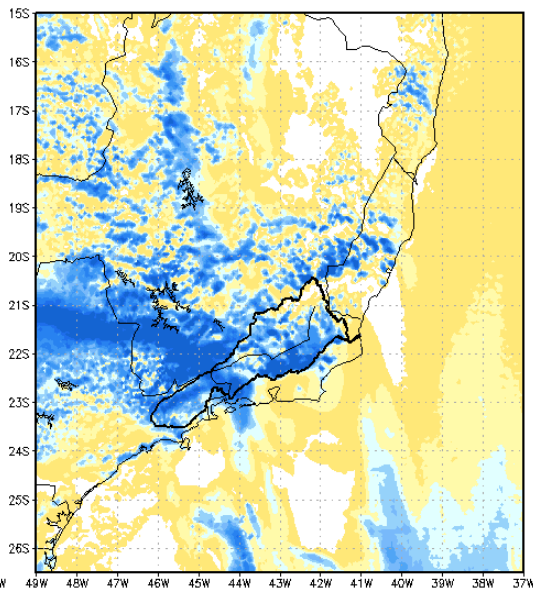
KF



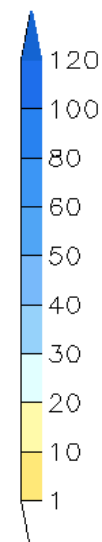
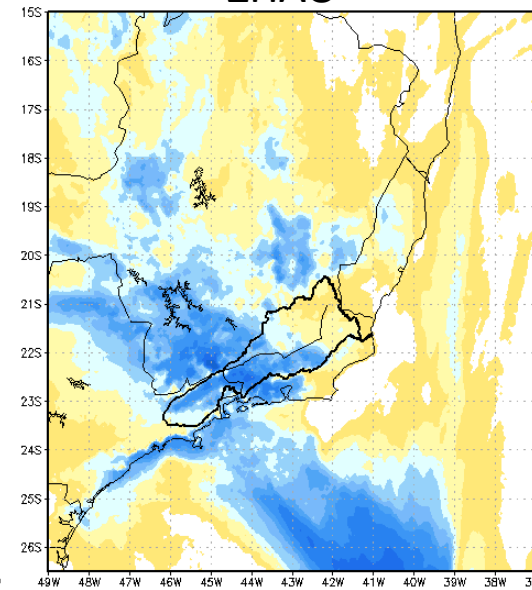
KFMX



KFMXP



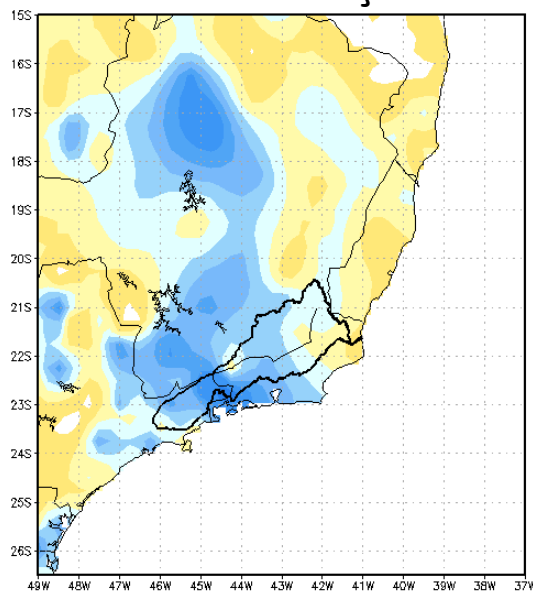
ZHAO



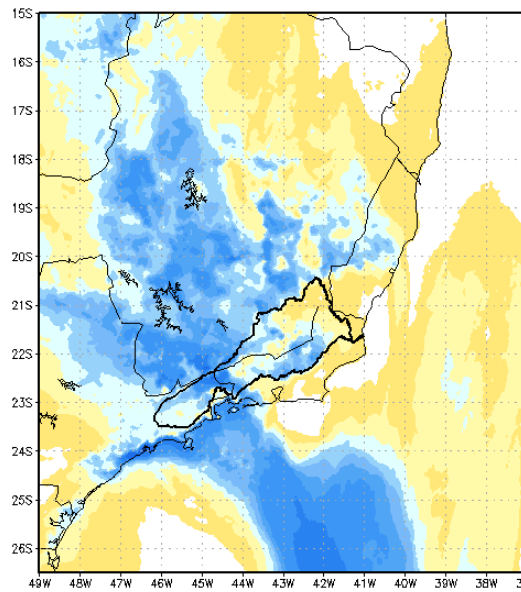
Precipitação – 02/01/2000 – 12 Z

Previsões de 24 h

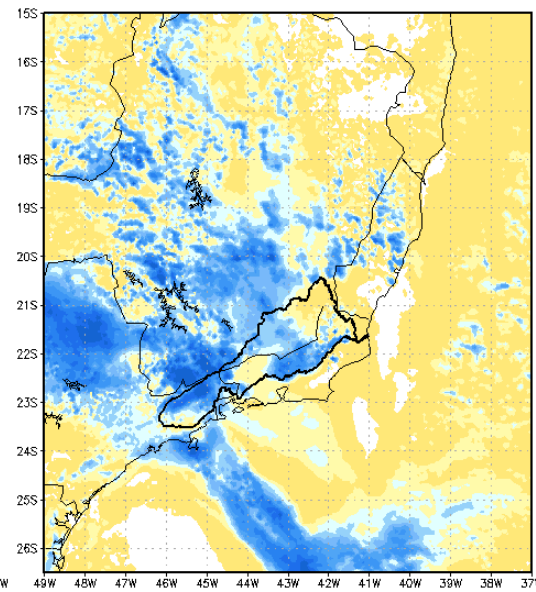
Observação



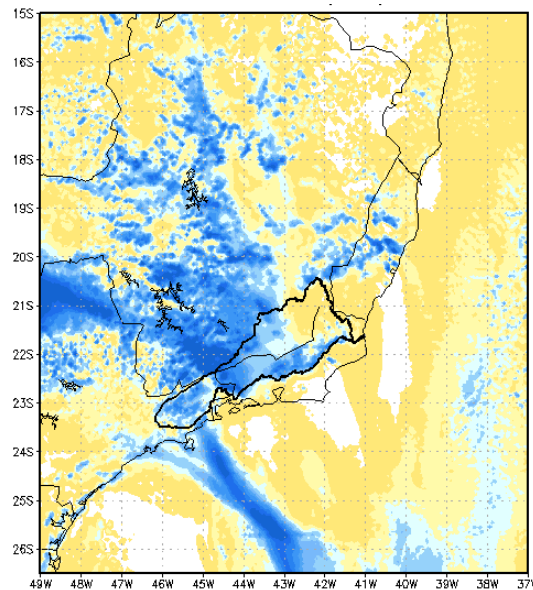
CNTRL



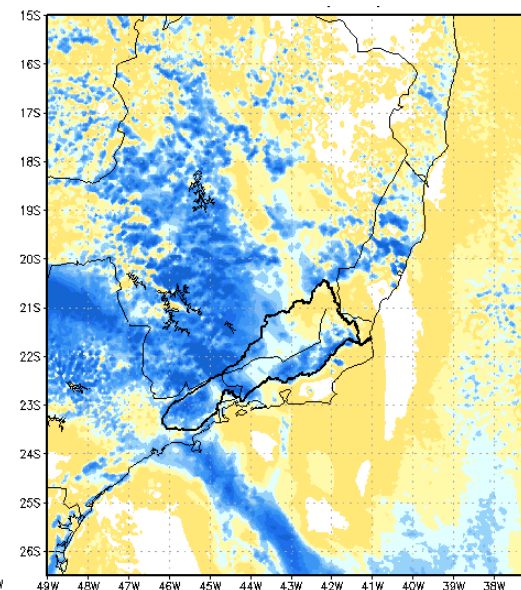
KF



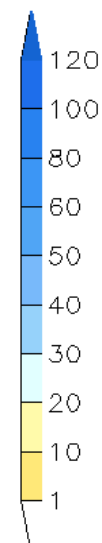
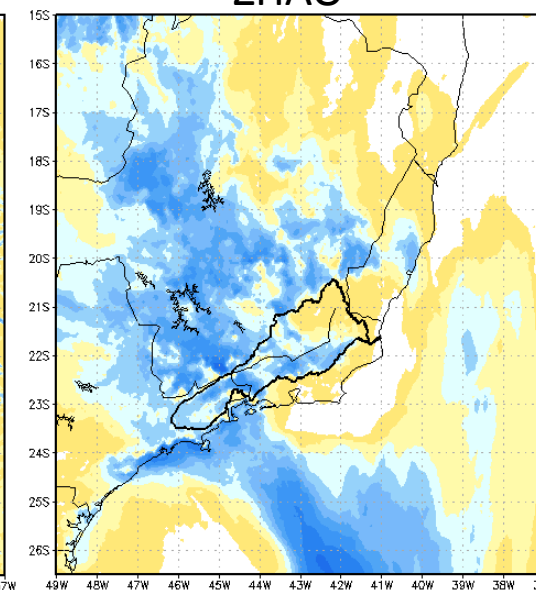
KFMX



KFMXP



ZHAO



03/01/2000

29/12 + 120h

30/12 + 96h

31/12 + 72h

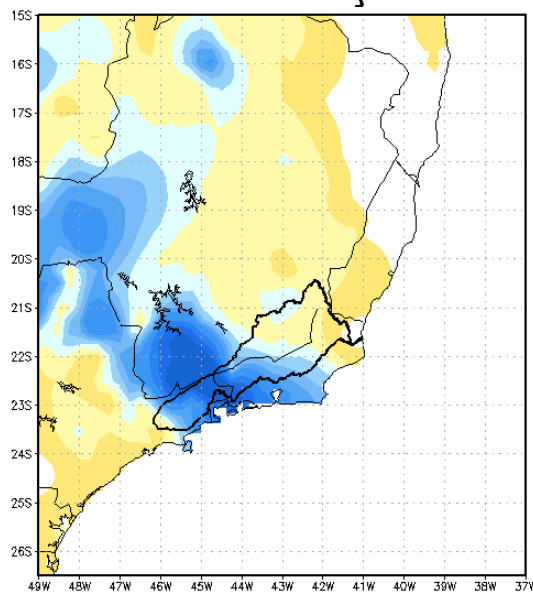
01/01 + 48h

02/01 + 24h

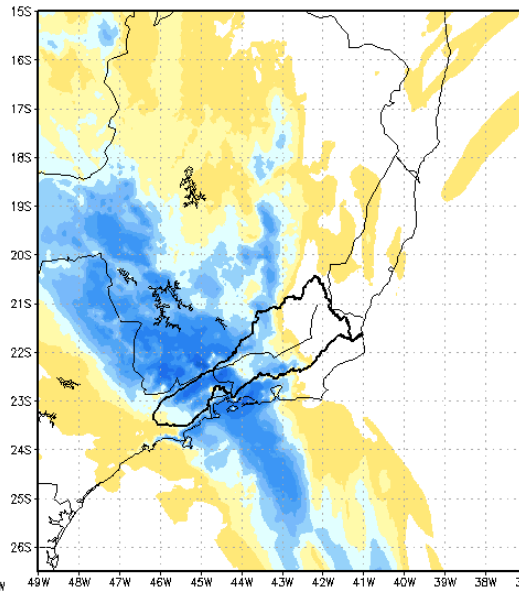
Precipitação – 03/01/2000 – 12 Z

Previsões de 120 h

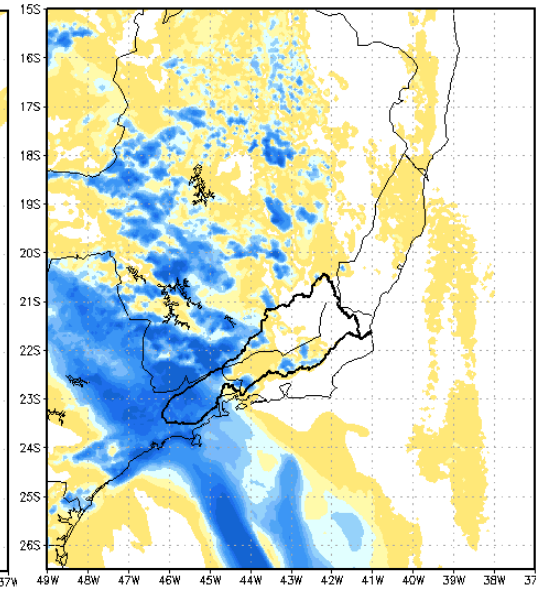
Observação



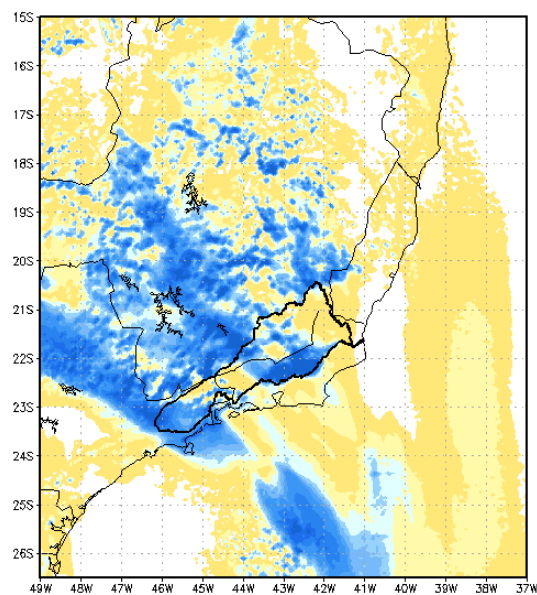
CNTRL



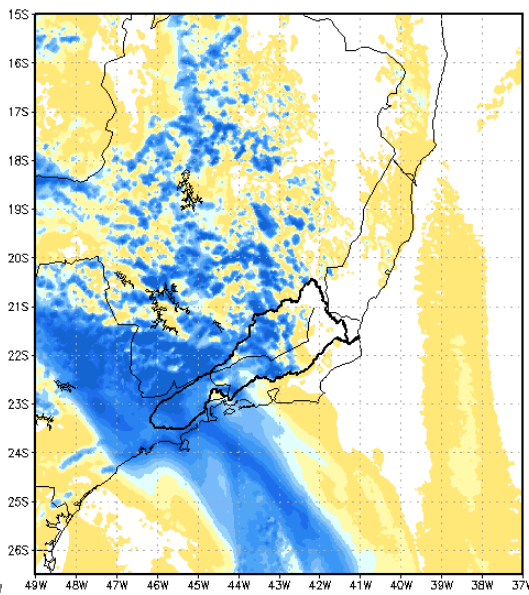
KF



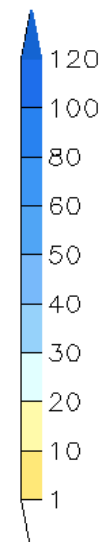
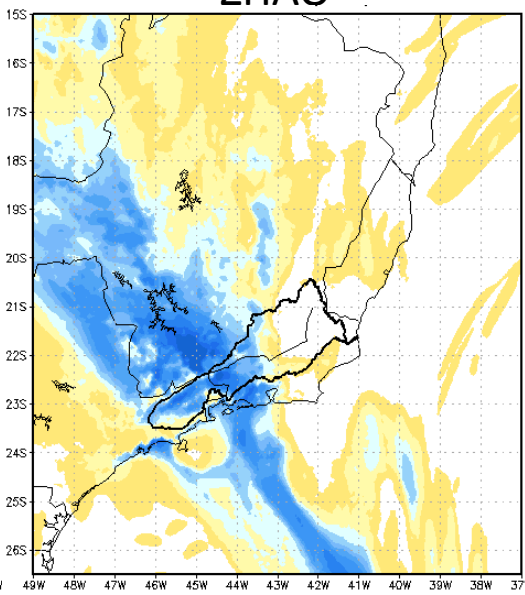
KFMX



KFMXP



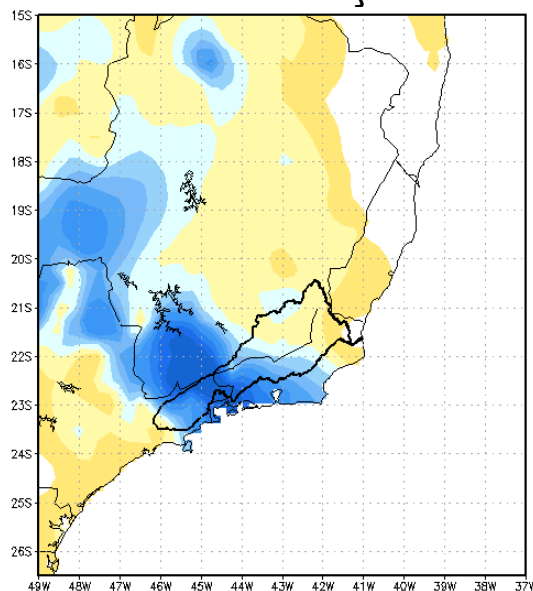
ZHAO



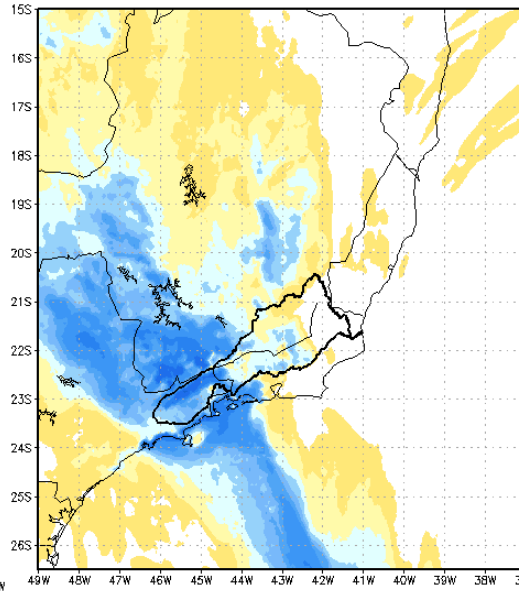
Precipitação – 03/01/2000 – 12 Z

Previsões de 96 h

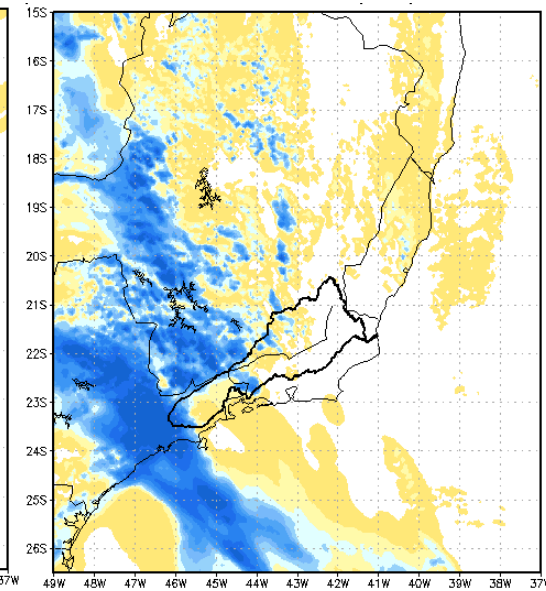
Observação



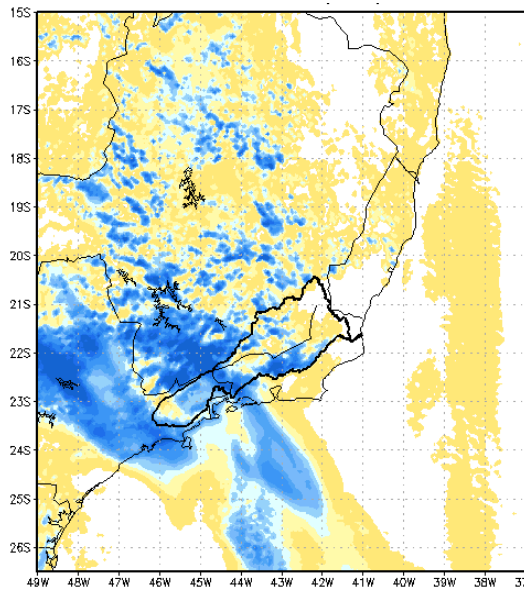
CNTRL



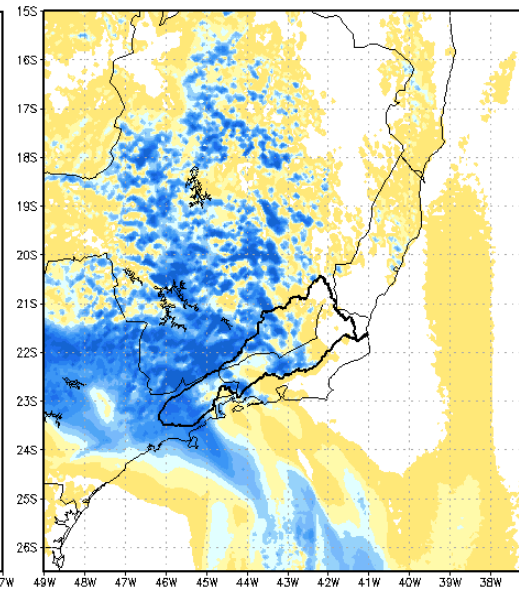
KF



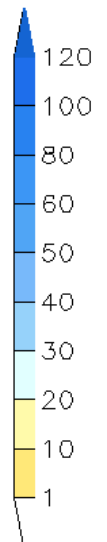
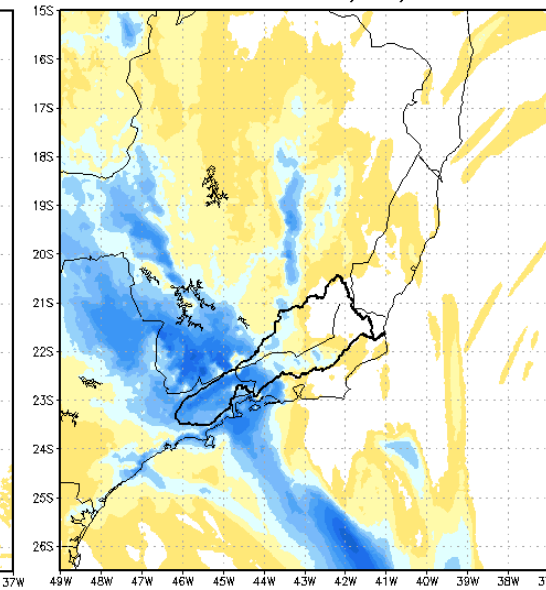
KFMX



KFMXP



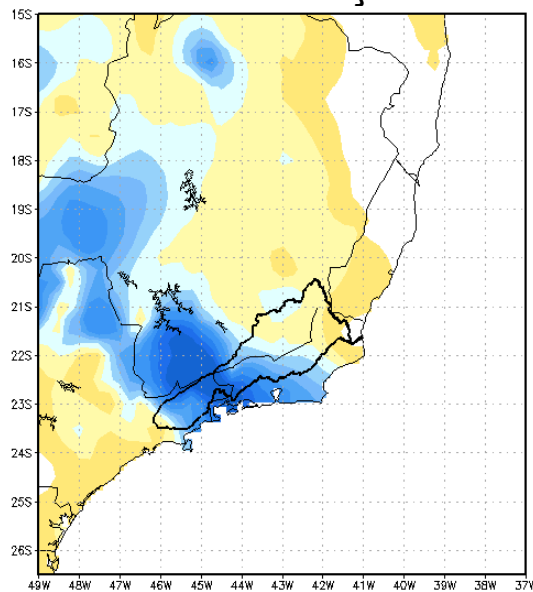
ZHAO



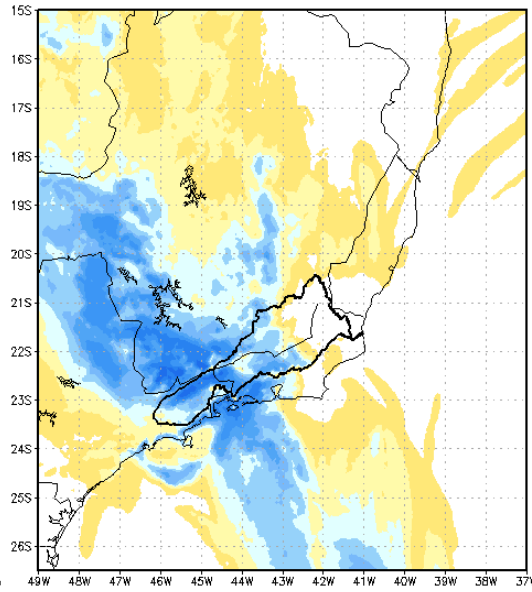
Precipitação – 03/01/2000 – 12 Z

Previsões de 72 h

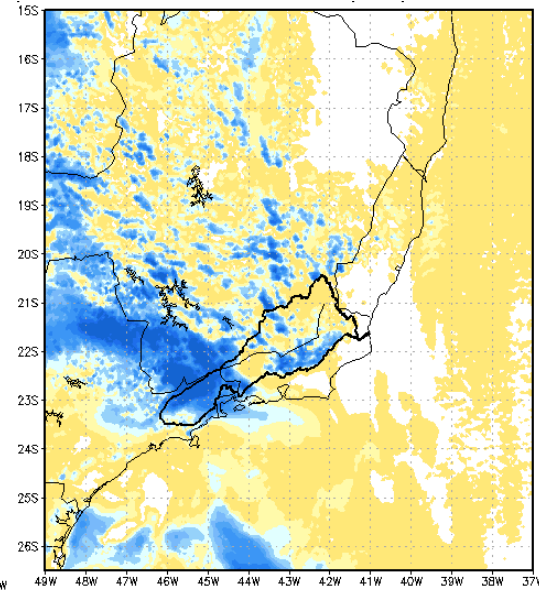
Observação



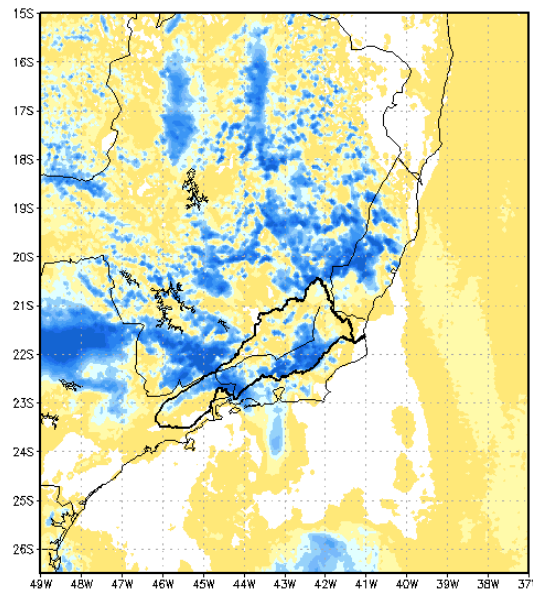
CNTRL



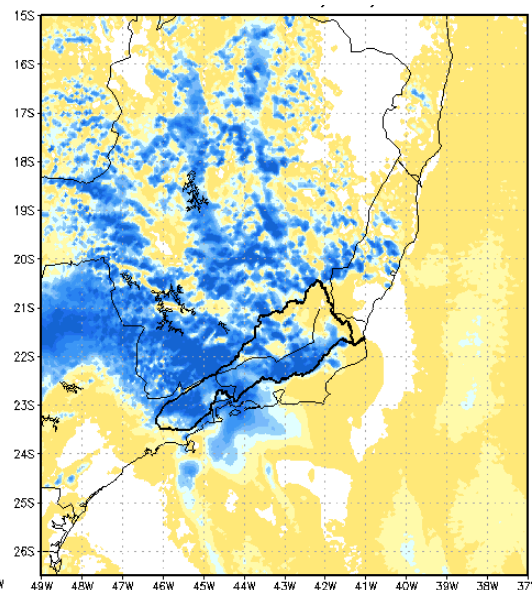
KF



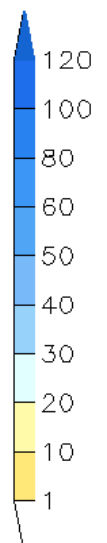
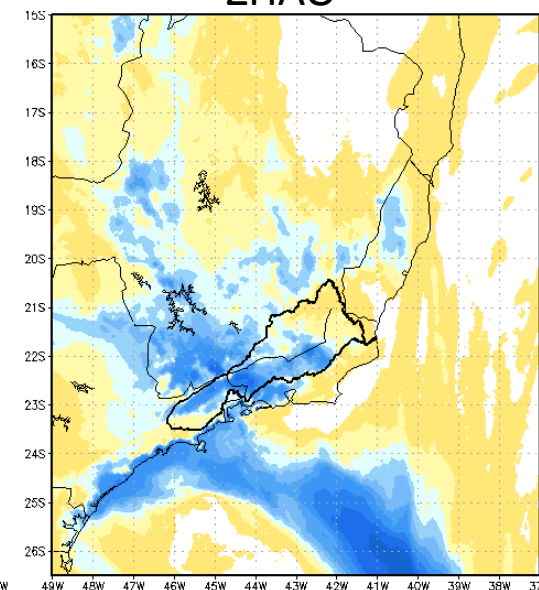
KFMX



KFMXP



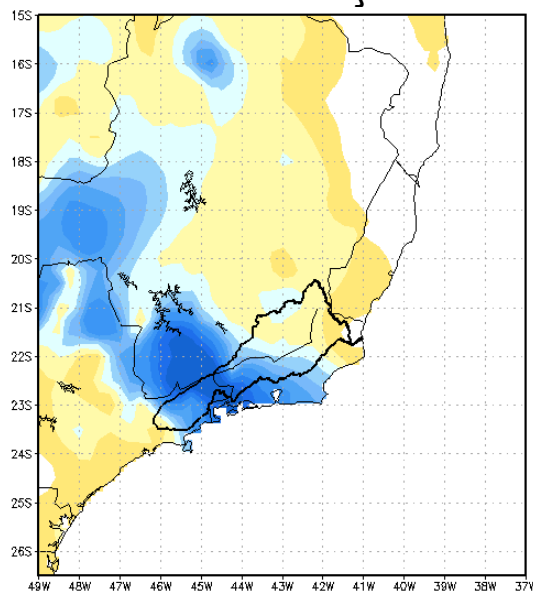
ZHAO



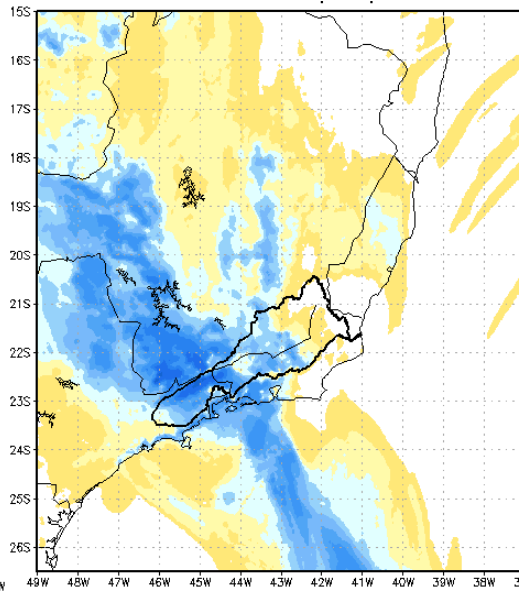
Precipitação – 03/01/2000 – 12 Z

Previsões de 48 h

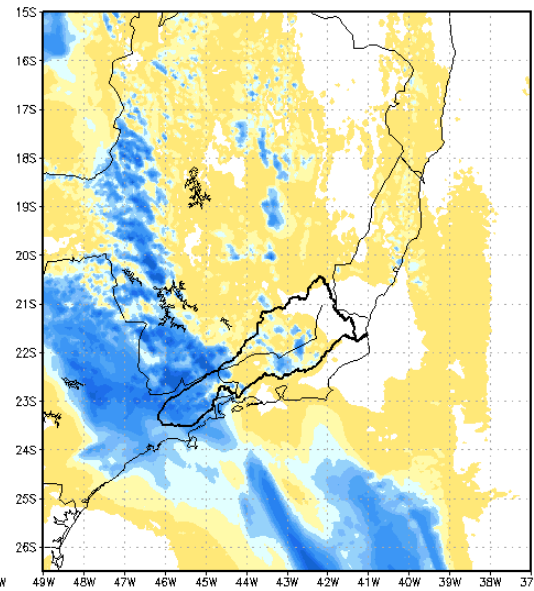
Observação



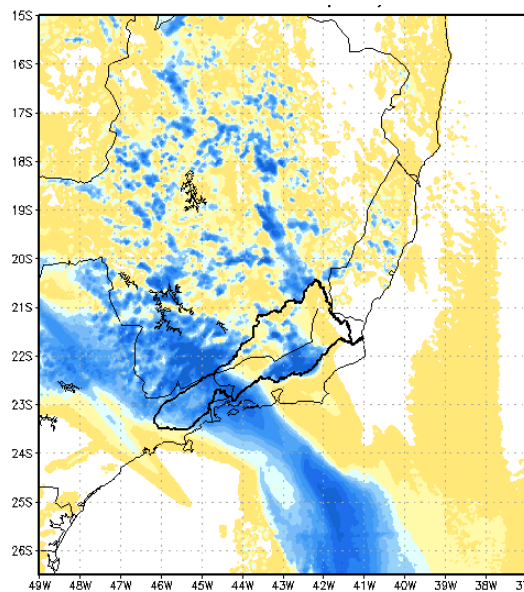
CNTRL



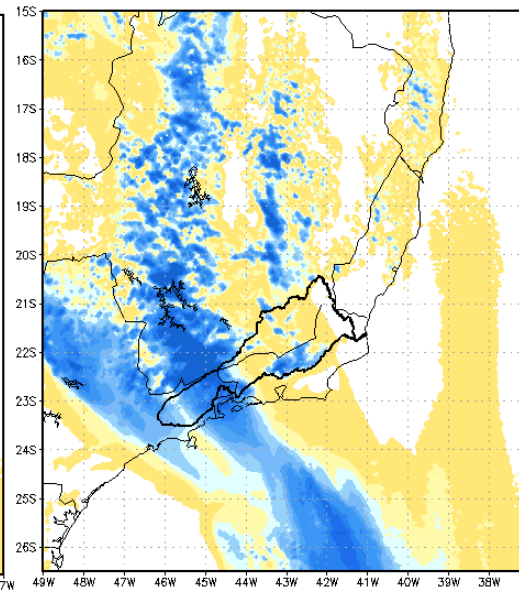
KF



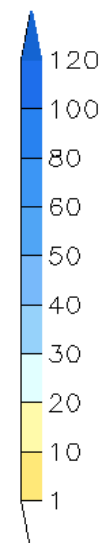
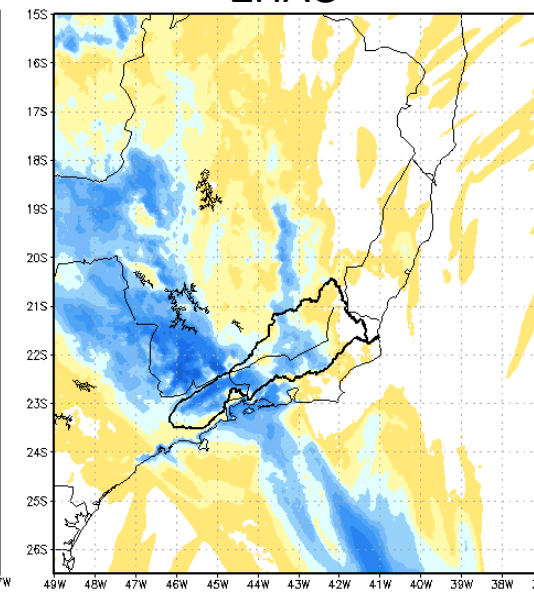
KFMX



KFMXP



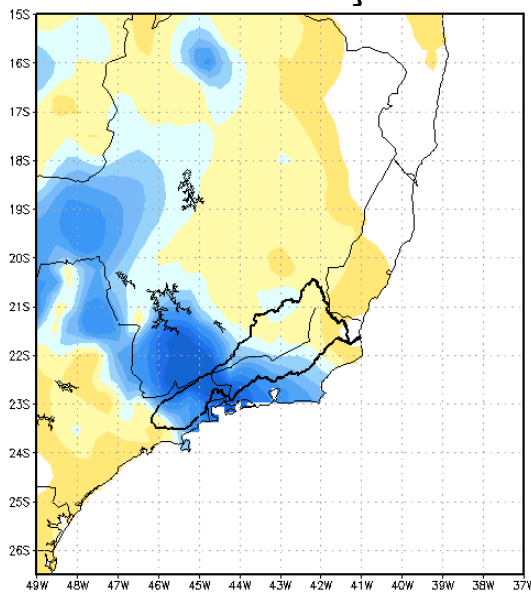
ZHAO



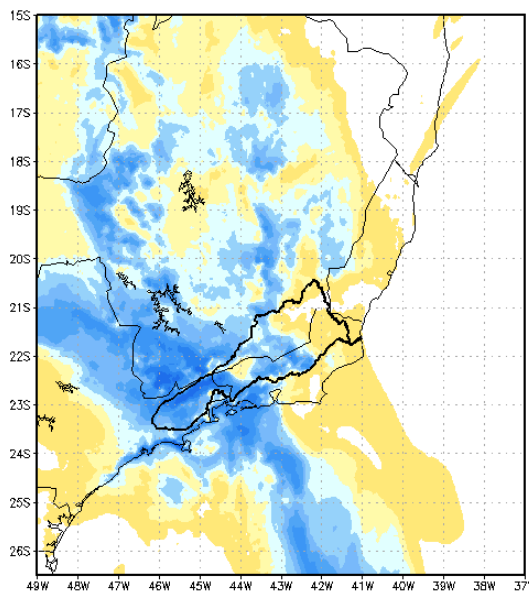
Precipitação – 03/01/2000 – 12 Z

Previsões de 24 h

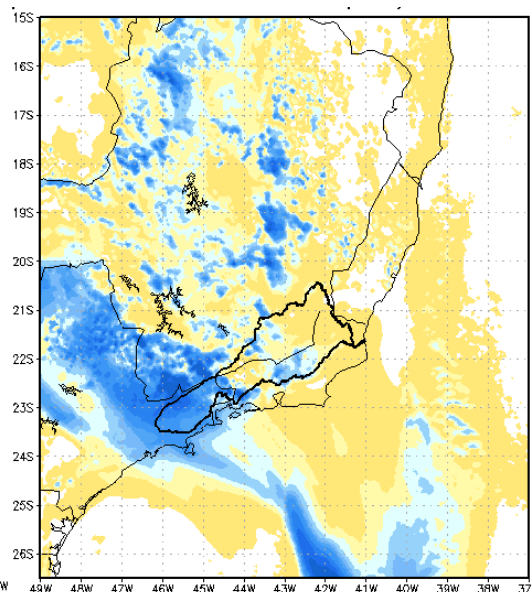
Observação



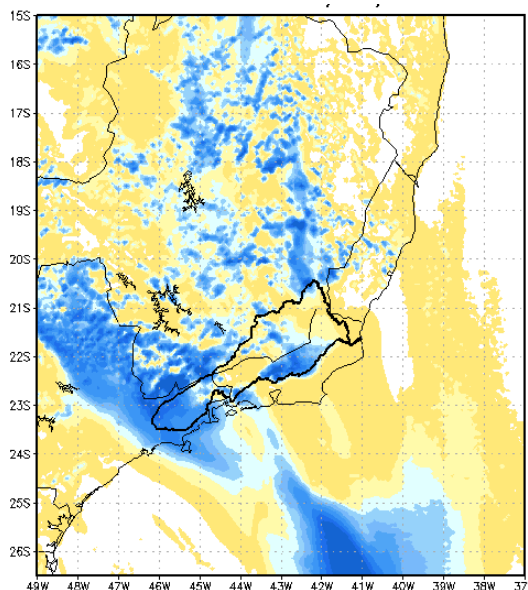
CNTRL



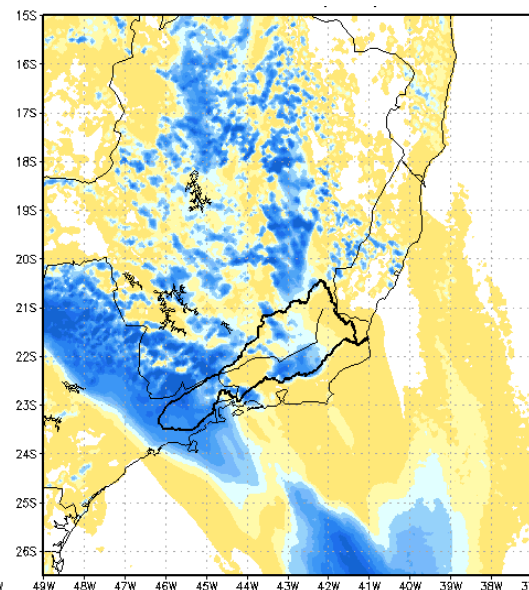
KF



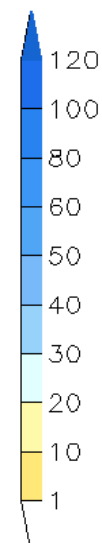
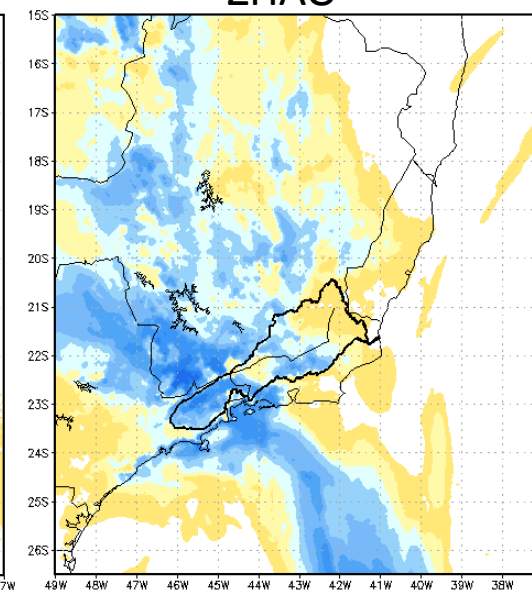
KFMX



KFMXP



ZHAO



04/01/2000

30/12 + 120h

31/12 + 96h

01/12 + 72h

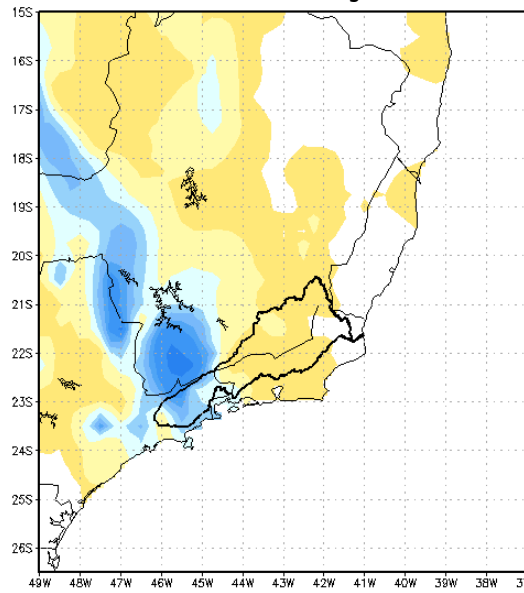
02/01 + 48h

03/01 + 24h

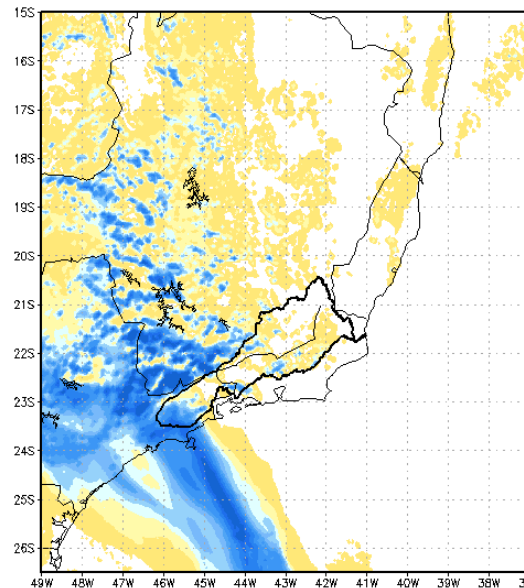
Precipitação – 04/01/2000 – 12 Z

Previsões de 120 h

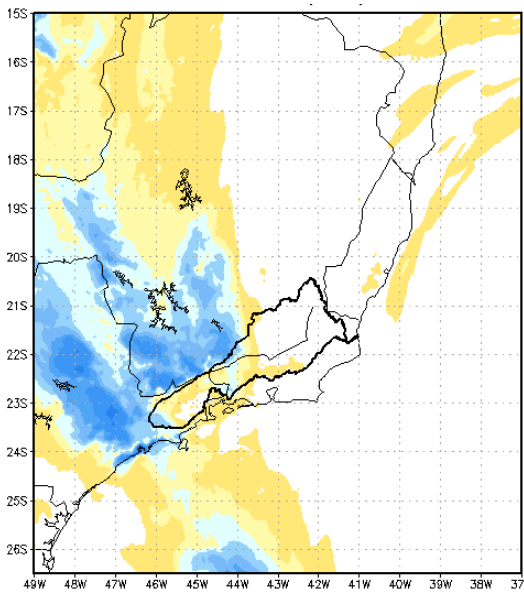
Observação



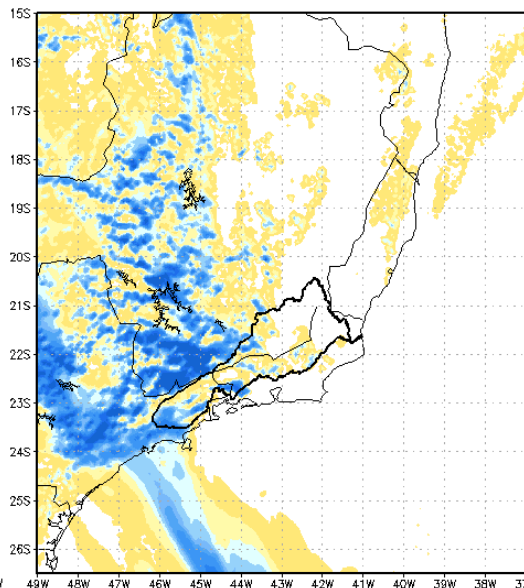
KFMX



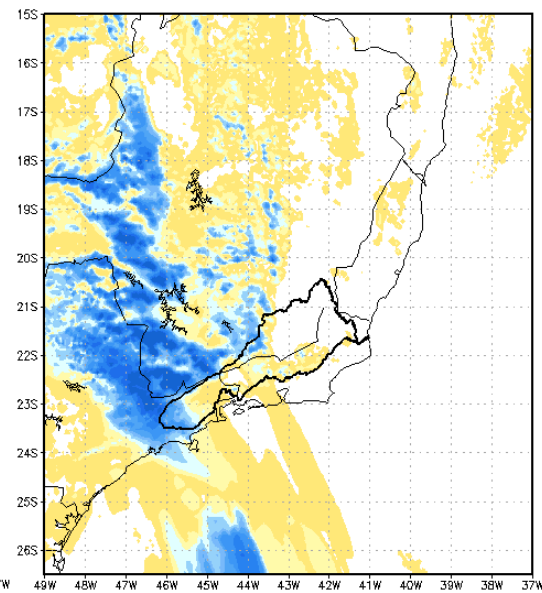
CNTRL



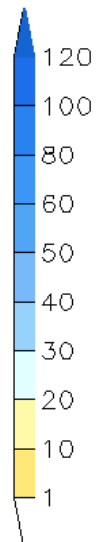
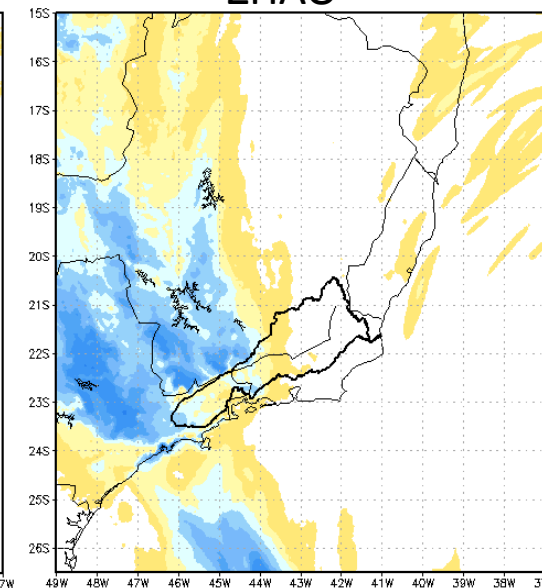
KFMXP



KF



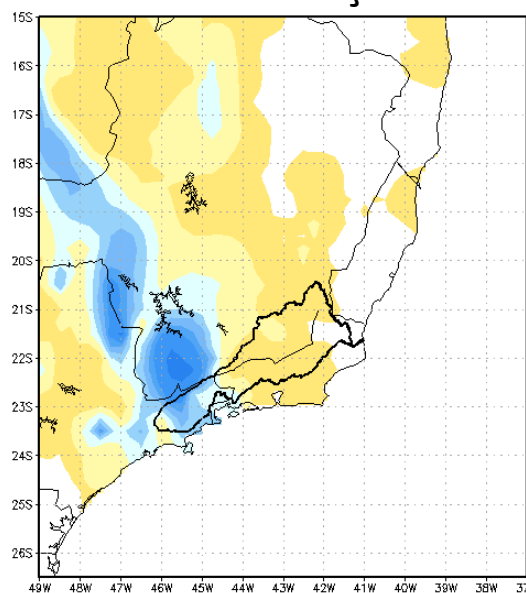
ZHAO



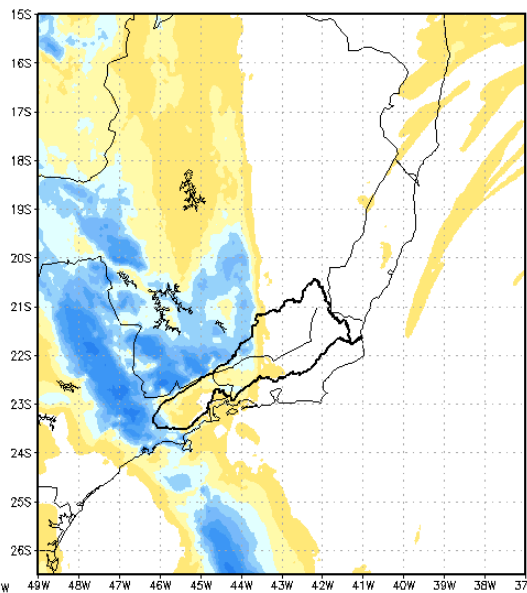
Precipitação – 04/01/2000 – 12 Z

Previsões de 96 h

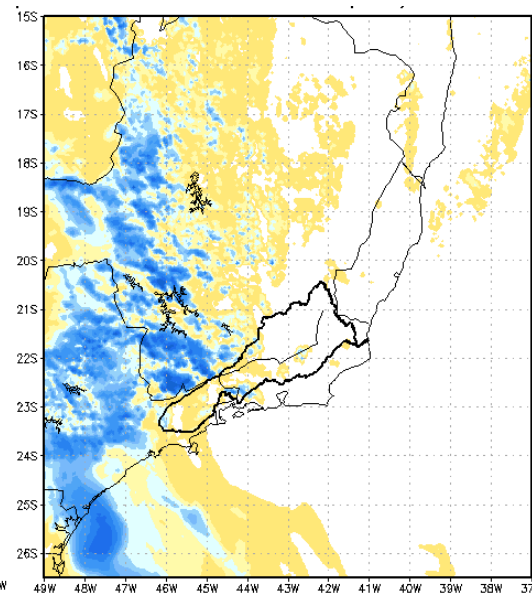
Observação



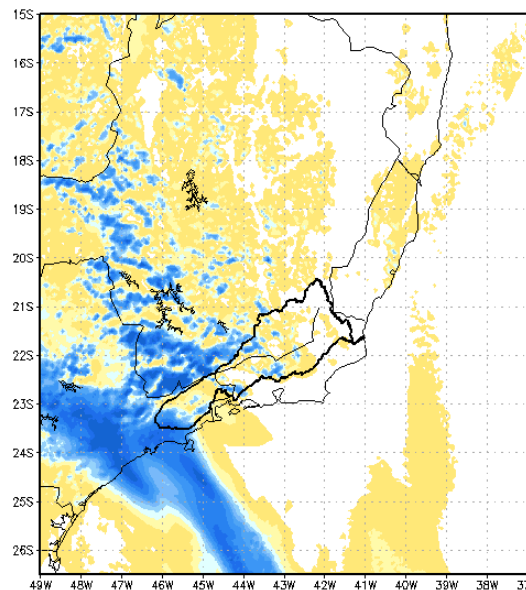
CNTRL



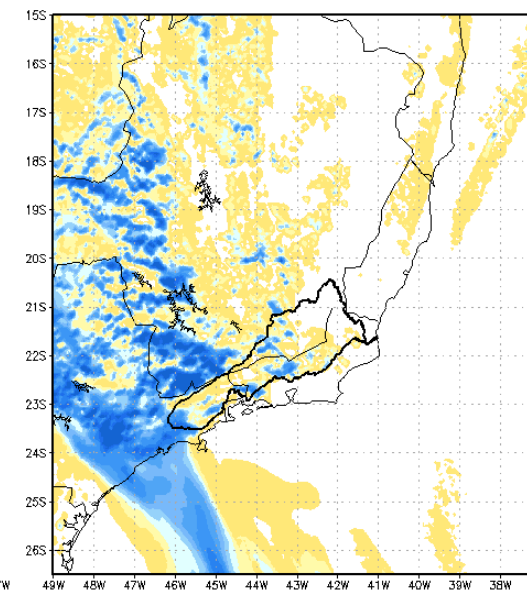
KF



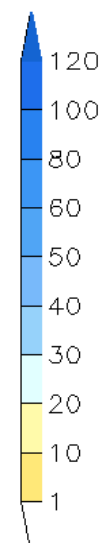
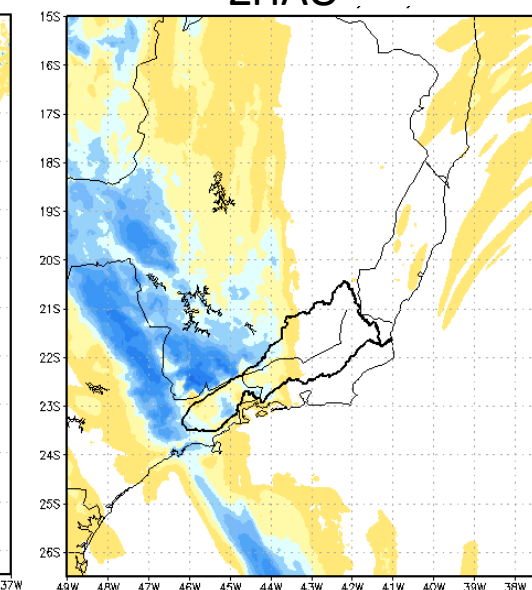
KFMX



KFMXP



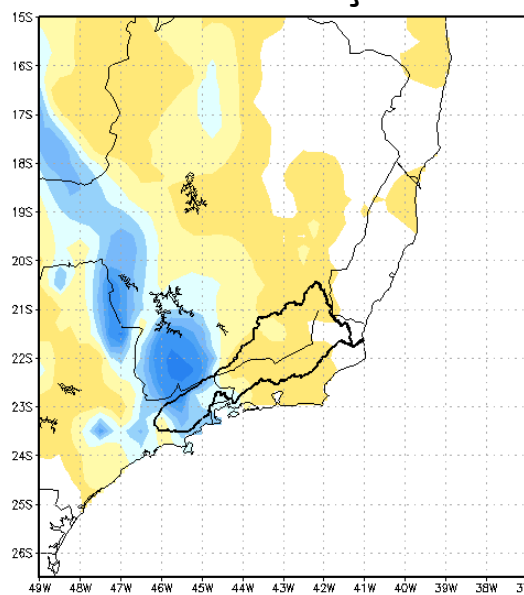
ZHAO



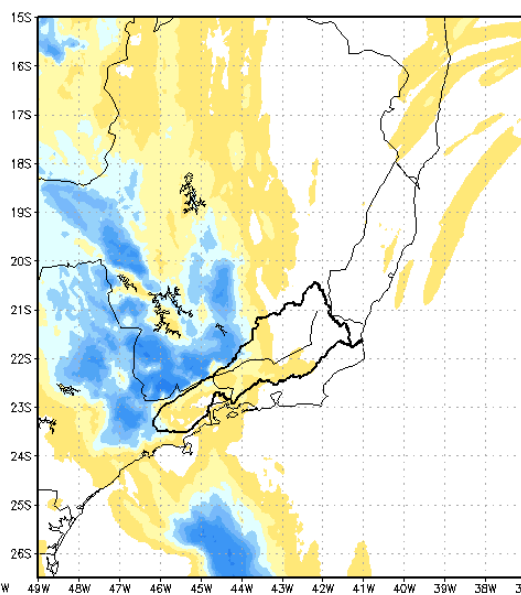
Precipitação – 04/01/2000 – 12 Z

Previsões de 72 h

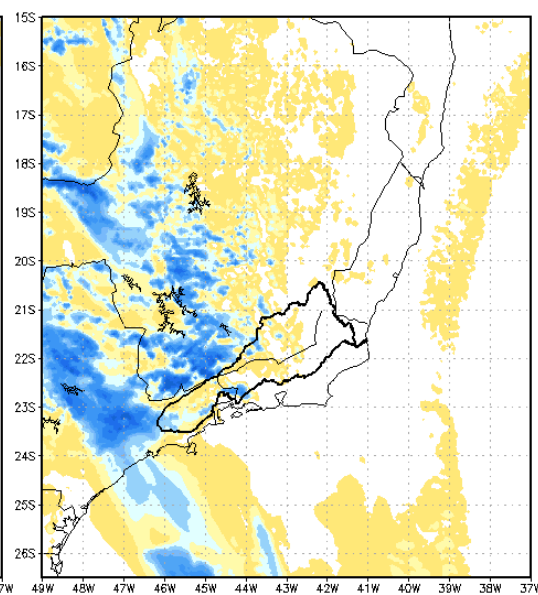
Observação



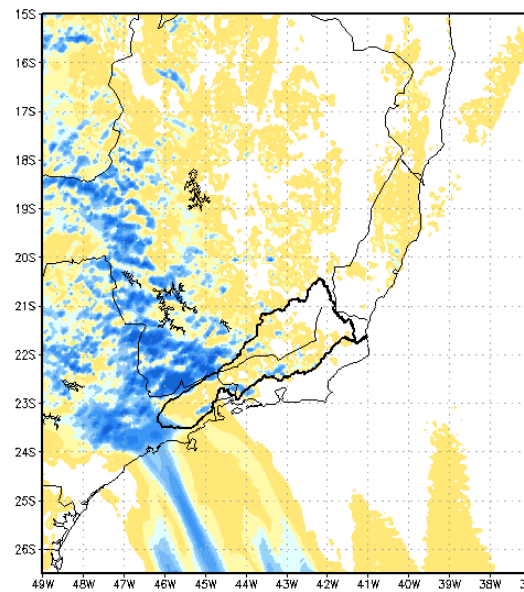
CNTRL



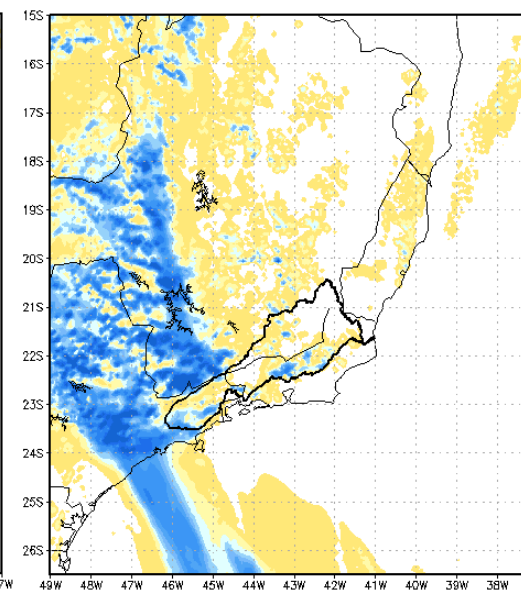
KF



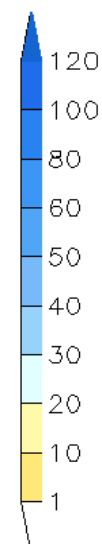
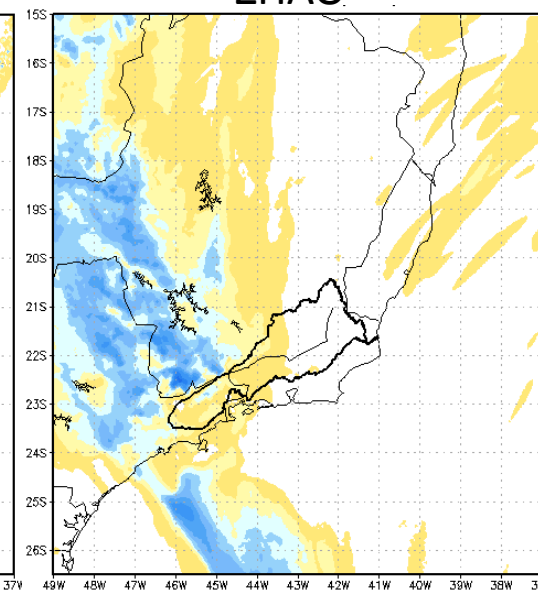
KFMX



KFMXP



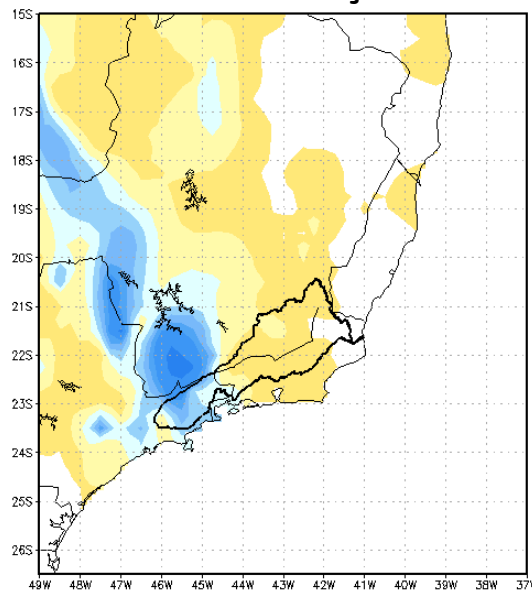
ZHAO



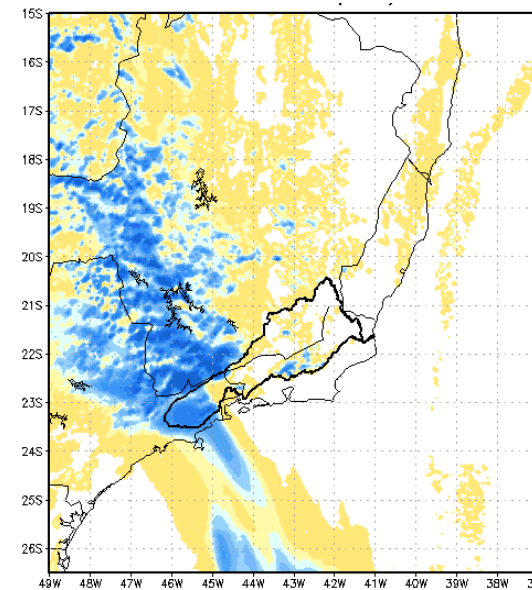
Precipitação – 04/01/2000 – 12 Z

Previsões de 48 h

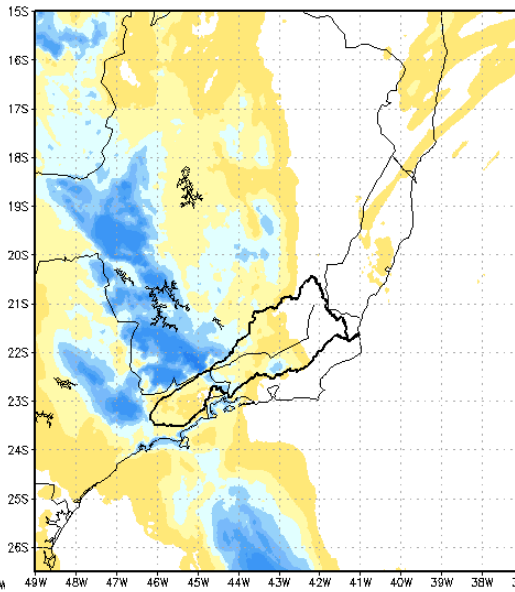
Observação



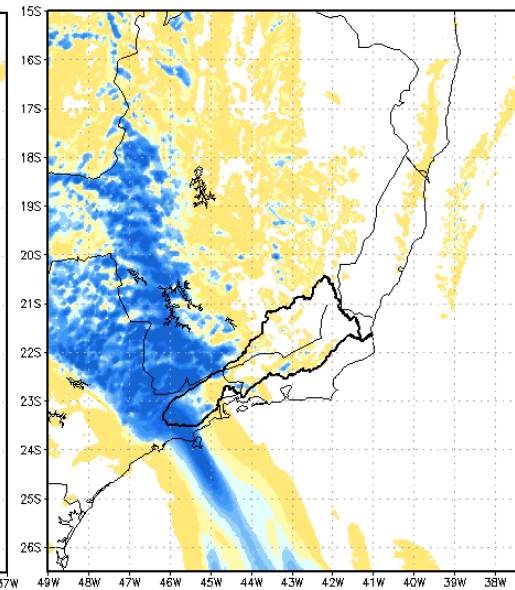
KFMX



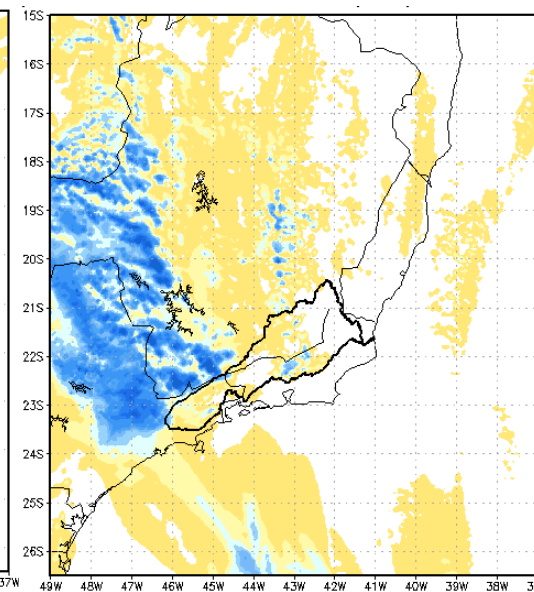
CNTRL



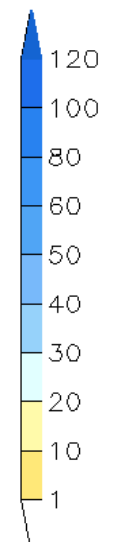
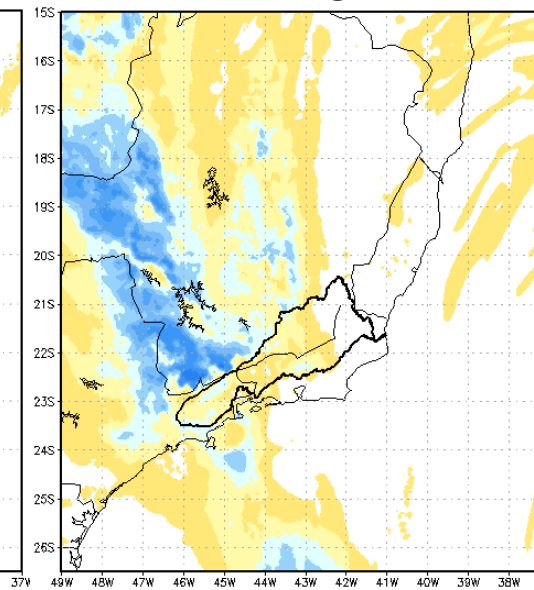
KFMXP



KF



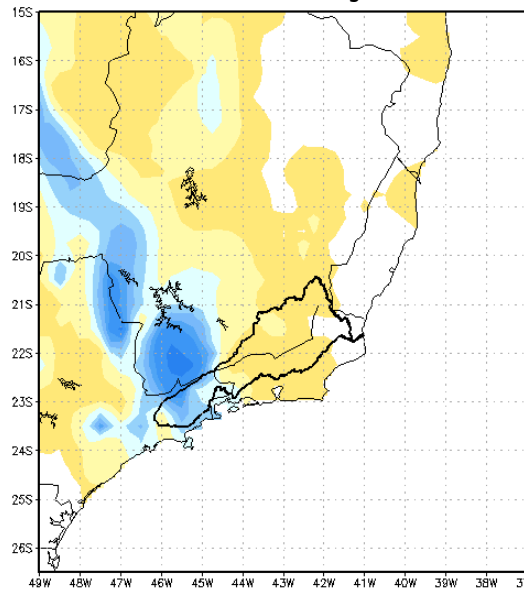
ZHAO



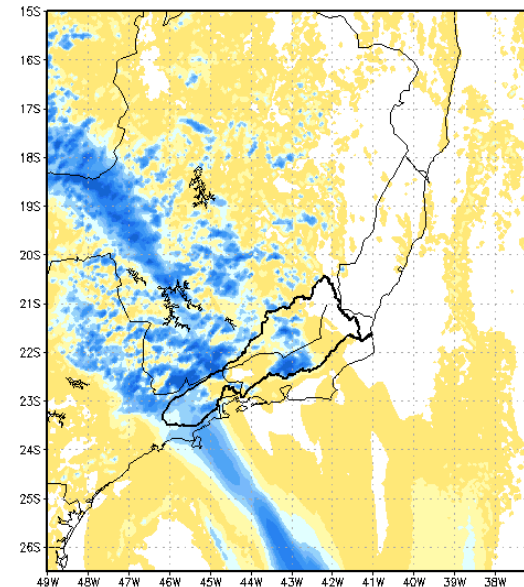
Precipitação – 04/01/2000 – 12 Z

Previsões de 24 h

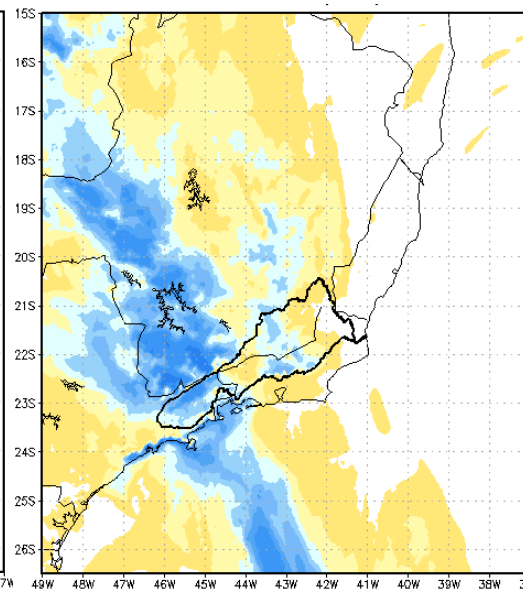
Observação



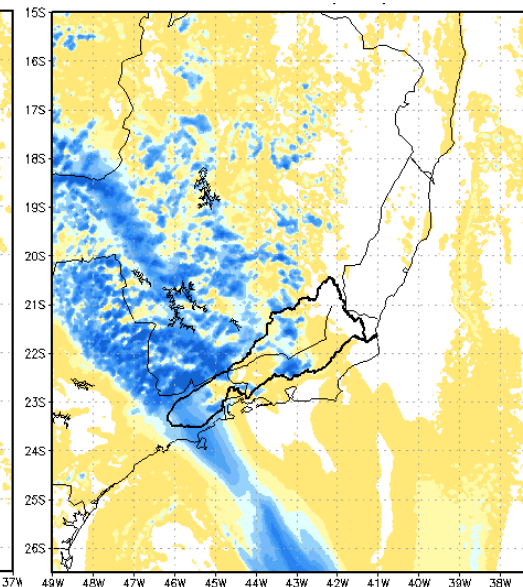
KFMX



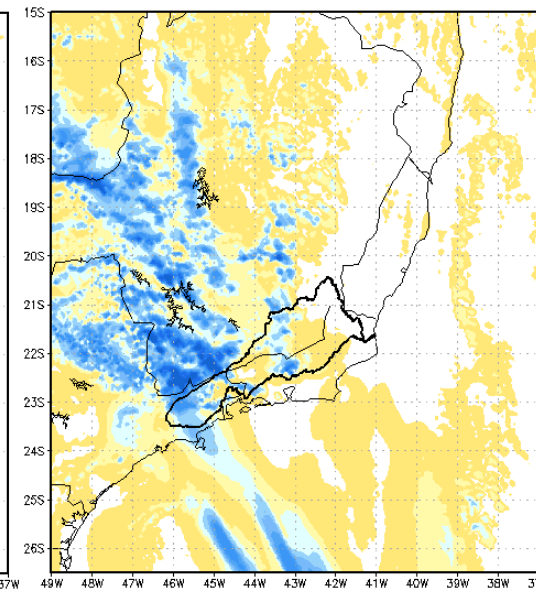
CNTRL



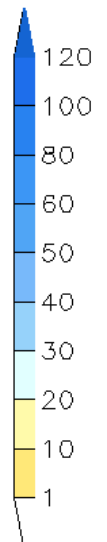
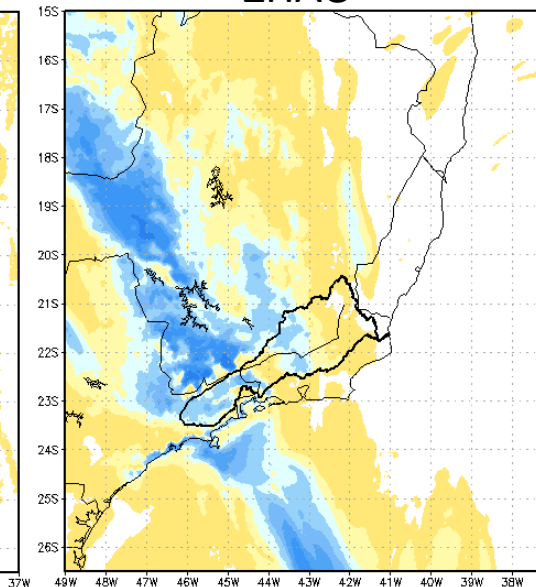
KFMXP



KF



ZHAO



Previsão x Observação (chuva no pluviômetro)

- RJ: Campos, Cordeiro, Itaperuna, Paty do Alferes e Resende
- MG: Coronel Pacheco e Juiz de Fora
- SP: Taubaté

- Previsões de 24, 48, 72, 96 e 120 h para os dias 01, 02, 03, 04 e 05/01/2000

Ci/Dia obs	01/01/00	02/01/00	03/01/00	04/01/00	05/01/00
27/12/1999	120h				
28/12/1999	96h	120h			
29/12/1999	72h	96h	120h		
30/12/1999	48h	72h	96h	120h	
31/12/1999	24h	48h	72h	96h	120h
01/01/2000		24h	48h	72h	96h
02/01/2000			24h	48h	72h
03/01/2000				24h	48h
04/01/2000					24h

Métricas de Avaliação das Previsões (BIAS e ETS)

$$BIAS = \frac{F}{O} \quad \begin{array}{l} BIAS \geq 0 \\ \text{Ideal: } BIAS=1 \end{array}$$

BIAS>1 -> modelo superestima número de eventos acima de determinado limiar

Anthes *et al.* (1989)

$$TS = \frac{H}{F + O - H} \quad \text{TS varia entre } \mathbf{0} \text{ a } \mathbf{1}$$

Mesinger e Black (1992)

$$CH = \frac{F \times O}{N} \quad \text{Acertos aleatórios}$$

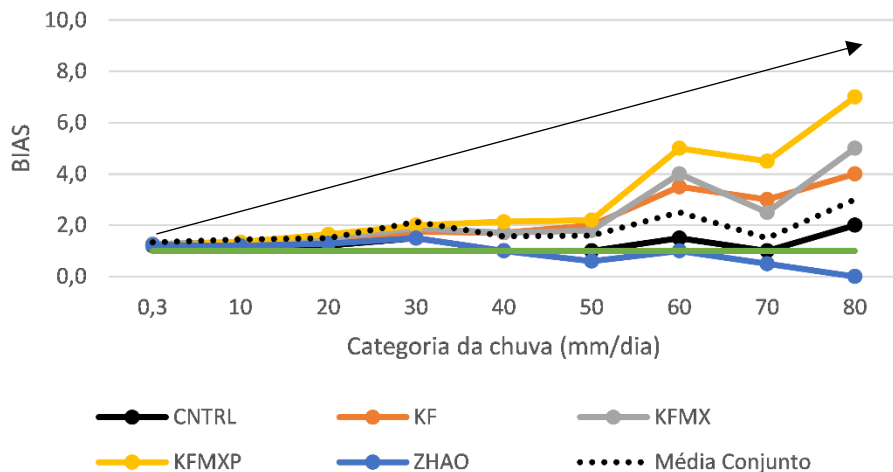
$$ETS = \frac{H - CH}{F + O - H - CH}$$

Ideal: ETS=1

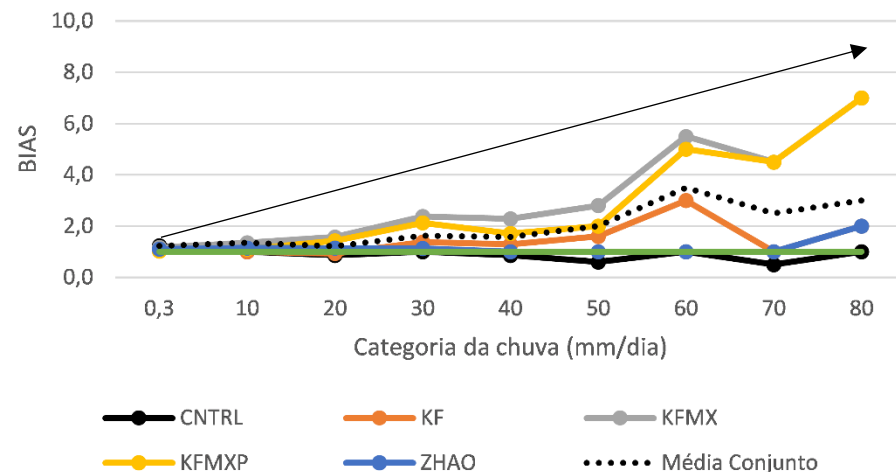
Limiares (mm/dia)	Classificação da Chuva
≥ 0,3	Chuva/Não chuva
≥ 10,0	Chuva Fraca
≥ 20,0 ≥ 30,0 ≥ 40,0	Chuva Moderada
≥ 50,0 ≥ 60,0 ≥ 70,0	Chuva Forte
≥ 80,0	Chuva Extremamente Forte

	Chuva Prev	Chuva Não Prev
Chuva Obs	Acerto	Erro
Chuva Não Obs	Alarme Falso	Rejeição Correta

BIAS - Previsão 24 h

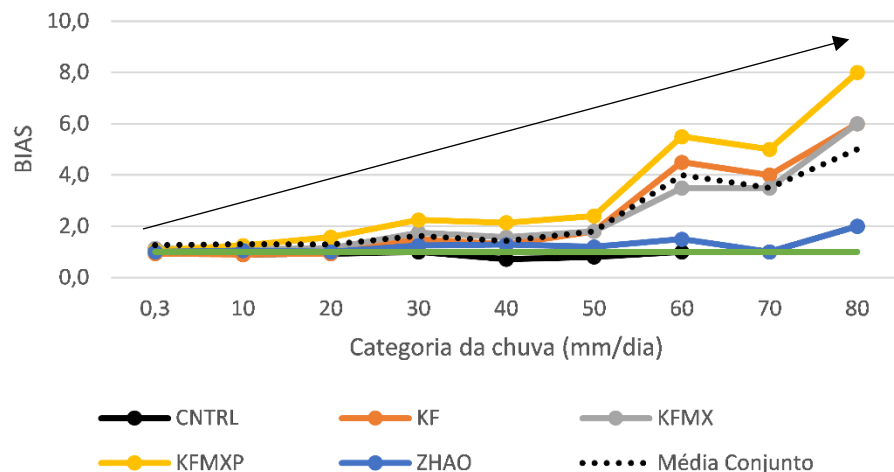


BIAS - Previsão 48 h

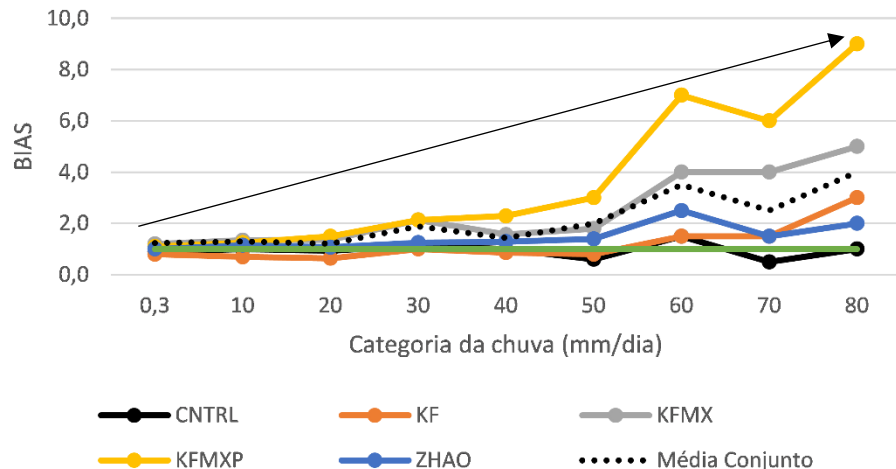


$$BIAS = \frac{F}{O}$$

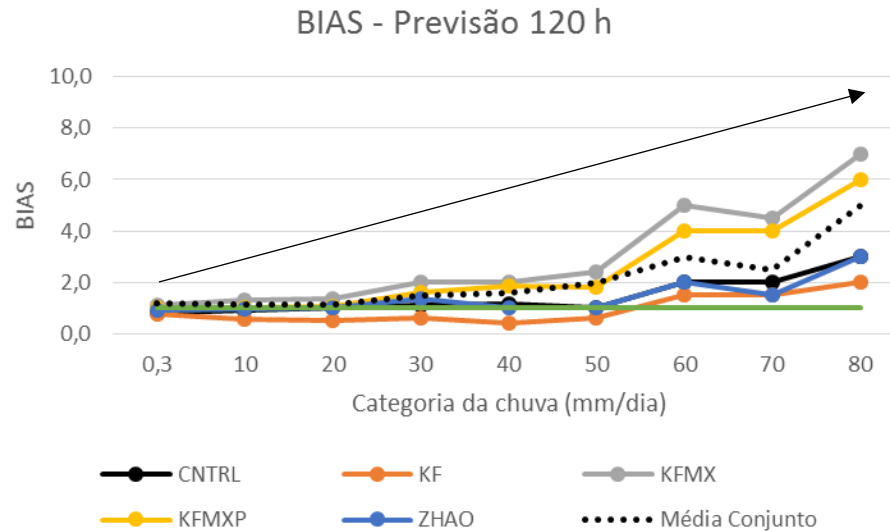
BIAS - Previsão 72 h



BIAS - Previsão 96 h

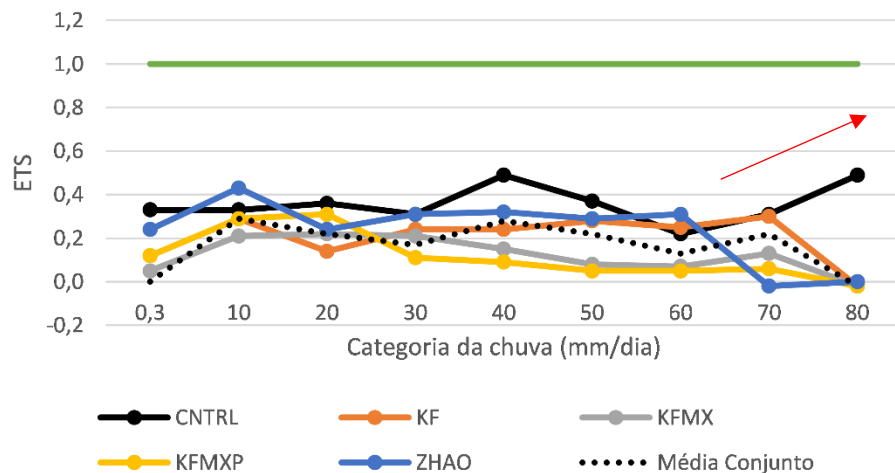


- BIAS não varia muito em relação aos prazos de previsão;
- BIAS predominantemente maior do que 1 e aumenta na direção das chuvas mais fortes;
- Isso significa que o modelo simula mais eventos de chuvas intensas do que de fato ocorre;

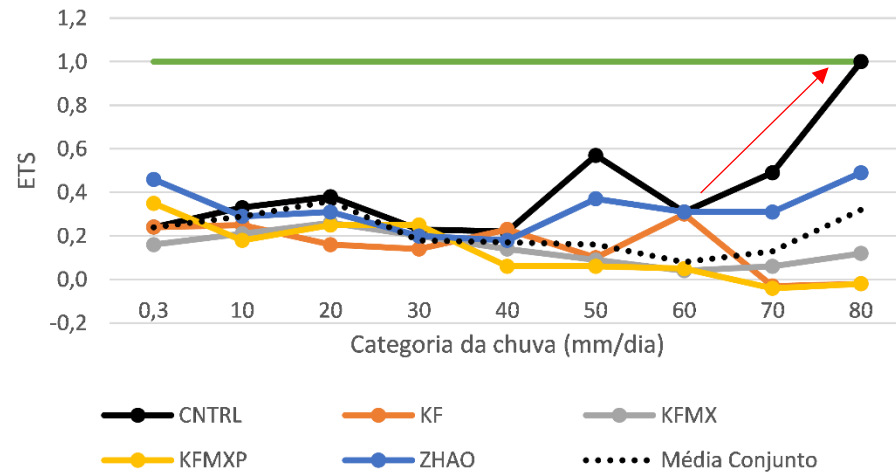


- Considerando todos os limiares de chuva, **CTRL** e **ZHAO** apresentam melhor performance, com BIAS médio de 1,1 e 1,2 respectivamente;
- Maiores valores de BIAS ocorrem para **KFMX** e **KFMXP**, respectivamente 2,7 e 3,0.

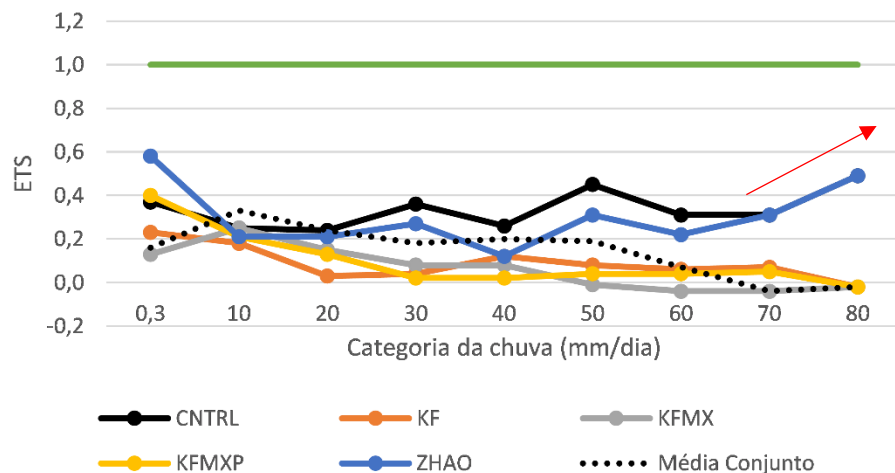
ETS - Previsão 24 h



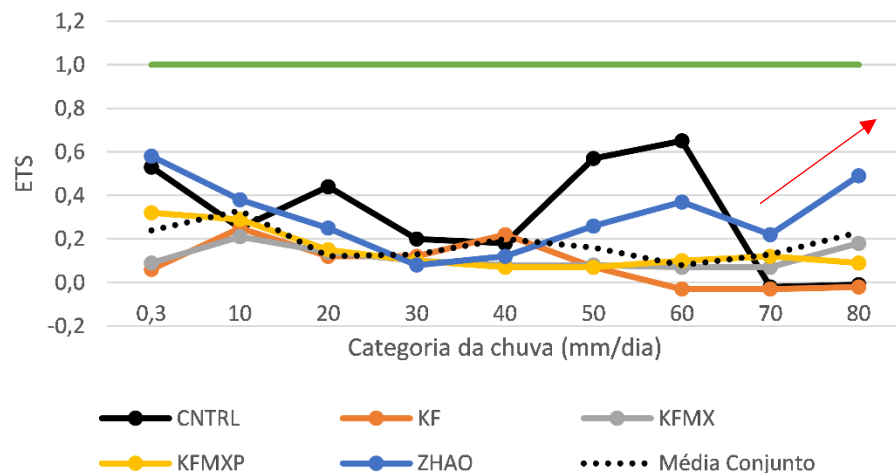
ETS - Previsão 48 h



ETS - Previsão 72h

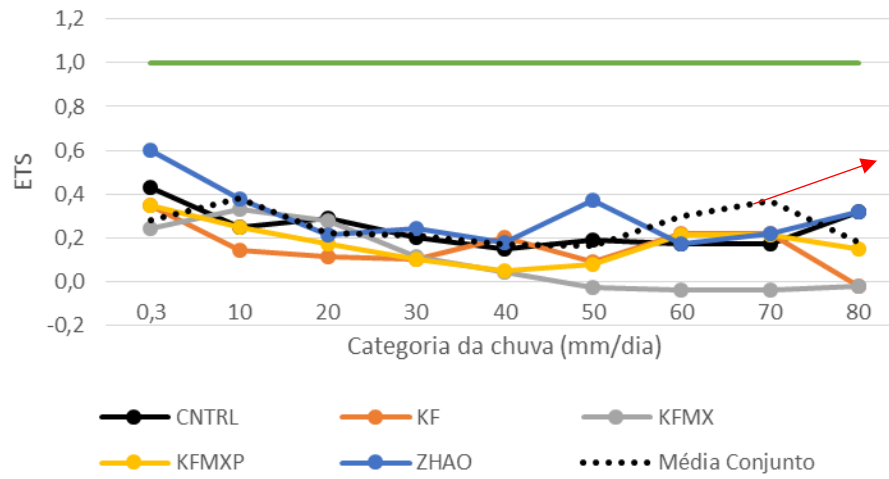


ETS - Previsão 96h

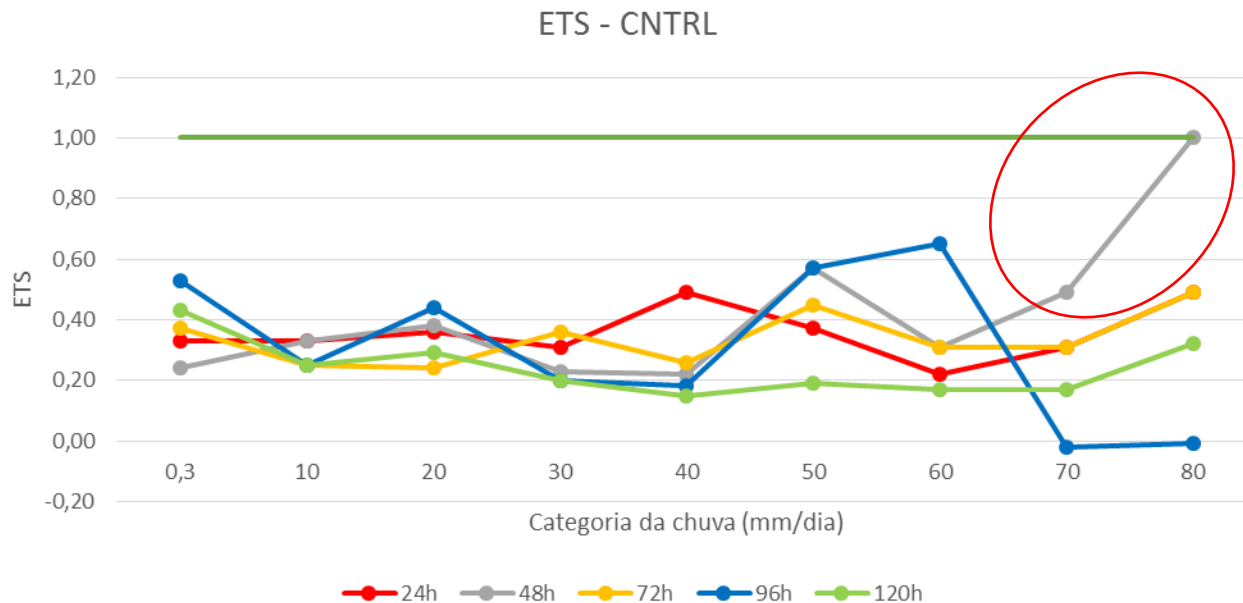


- ETS não varia muito em relação aos prazos de previsão
- ETS maior para **CTRL** e **ZHAO**, com respectivamente 0,33 e 0,29
- ETS mais baixo para **KFMX** e **KFMXP**, respectivamente 0,11 e 0,13

ETS - Previsão 120 h



Avaliação das previsões do CNTRL por horizonte de previsão



A previsão de 48 h apresenta melhor performance para chuvas extremas (70 e 80 mm/dia).

Conclusões

Conclusões - Análise Sinótica

- As chuvas entre os dias 02 e 03/01/2000 ocorreram durante um evento de ZCAS e foram intensificadas pela atuação de um ciclone que se formou sobre o Oceano Atlântico (01/01 – 06 Z) e se uniu ao centro de baixa pressão de 1004 hPa sobre o continente;
- Tal ciclogênese gerou uma frontogênese e o sistema foi intensificado pela convergência de umidade proveniente da ZCAS (configurada de 01 a 08/01/2000);
- O ciclone sobre o Atlântico estendeu-se desde a superfície (com 1002 hPa ao NMM) até 200 hPa. Nos altos níveis o cavado estava posicionado a oeste do centro da baixa pressão sobre o Atlântico, dando suporte ao sistema. Esse ciclone era quente nos baixos níveis e inclinado em direção ao ar frio nos níveis superiores.
- A Alta da Bolívia e o Vórtice Ciclônico do Nordeste, sistemas típicos de eventos de ZCAS, estavam presentes nos campos de altos níveis.

Conclusões – Avaliação das Previsões

- Em geral o **CNTRL** apresenta melhor performance do que os demais membros do conjunto; A seguir destaca-se o membro **ZHAO**, também com BIAS próximo de 1,0 e ETS mais elevado do que os demais membros da previsão.
- Para as previsões de 120 h, a **média do conjunto** apresenta melhores resultados, principalmente para chuvas fortes.
- Para o membro CNTRL as previsões de **48 h** são superiores as demais previsões (24, 72, 96 e 120 h).
- O **BIAS é predominantemente superior a 1,0 e aumenta em direção as categorias de chuva mais intensas**, o que significa que em geral o modelo prevê um número maior de eventos acima de cada limiar;
- **Totais pluviométricos elevados** (chuvas extremamente fortes), como por exemplo 140 mm no dia 03/01 em Resende ou 90 mm no dia 02/01 em Taubaté estão sendo **relativamente bem previstos pelo CNTRL**, mesmo com 120 h de antecedência (120 mm e 90 mm, respectivamente).

I WorkEta - 2004



II WorkEta - 2007



III WorkEta - 2010



IV WorkEta - 2013



Obrigada!

V WorkEta - 2016

