

Métricas de Avaliações de Previsões Numéricas

José Roberto Rozante

- 1) Introdução.**
- 2) Por que avaliar as previsões numéricas?**
- 3) Como avaliar as previsões numéricas.**
- 4) Tipos de Avaliações.**

1) Introdução

- ◆ Avaliar : testar o grau de correspondência entre as previsões numéricas e as observações/análises.
- ◆ A idéia de avaliar as previsões tempo surgiu em 1884 (Finley, 1884) [●](#). A partir da década 50 essa idéia foi aplicada a previsão numérica.
- ◆ A avaliação é uma das principais etapas durante o processo de desenvolvimento/aperfeiçoamento de modelos numéricos [●](#).

2) Por que avaliar as previsões numéricas?

- ◆ Melhorar o entendimento no que diz respeito à confiabilidade, à sensibilidade e às limitações do sistema de previsão;
- ◆ Monitorar a qualidade das previsões ao longo do tempo;
- ◆ Melhorar a qualidade das previsões através de um melhor entendimento dos erros encontrados;
- ◆ Verificar o impacto de inserção de novas implementações (física, dinâmica, resolução e etc ...) nos modelos numéricos.

3) Como avaliar as previsões numéricas

- ◆ Avaliar contra análises
- ◆ Avaliar contra observações

Contra as análises

Vantagens

- 1) Pontos de grades;
- 2) facilidade na obtenção dos índices;
- 3) Tamanho Maior da amostra
- 4) Distribuição espacial
- 5) Não é necessário utilizar métodos de interpolações ou aproximação para pontos mais próximos

Desvantagens

- 1) Erros embutidos na própria análises não serão detectados;
- 2) Não existe a possibilidade de avaliar a precipitação.

Contra as observações

Vantagens

- 1) Em geral, possui maior confiabilidade;
- 2) Em alguns dados, maior frequência temporal;
- 3) Menor custo para o armazenamento.

Desvantagens

- 1) Necessidade de um rigoroso controle de qualidade;
- 2) Distribuição não homogênea;
- 3) Escassez de dados sobre algumas regiões do domínio (ex: oceanos e florestas).
- 4) Necessidade de Interpolações ou aproximações para o ponto de grade do modelo.
- 5) Dificuldade maior no cálculo de índices.

4) Tipos de Avaliações

◆ *Avaliação Objetiva* - estabelece padrões de comportamento entre as previsões e as observações que podem ser medidos através de números/índices.

◆ *Avaliação Subjetiva* - estabelece padrões de comportamento entre as previsões e as observações que podem ser verificados através de fatos observáveis/interpelação pessoal

◆ *Avaliação-Semi Objetiva* - estabelece padrões de comportamento entre as previsões e as observações que podem ser verificados através de algoritmos numéricos juntamente com a interpelação pessoal.

4a) Exemplos de Avaliações Objetivas

◆ **Erro Médio (ME)** - diferença entre a média da previsão e a média das observações/análises. Indica tendências de superestimativas e subestimativas.

$$ME = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n (F_k - O_k)$$

F= previsão

O=observação/análise

Horário de integração

Evolução temporal

Campo espacial

4a) Exemplos de Avaliações Objetivas

◆ **Raiz do Erro Quadrático Médio (RMSE)** - raiz quadrada do valor médio do quadrado das diferenças entre a previsão e a observação. Indica a magnitude dos erros.

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{k=1}^n (F_k - O_k)^2}{n}}$$

F= previsão

O=observação/análise

Horário de integração

Evolução temporal

Campo espacial

4a) Exemplos de Avaliações Objetivas

◆ **Correlação de Anomalia (AC)** - Correlação linear entre as anomalias dos valores previstos e as anomalias das análises, ambas calculadas em relação a reanálises do NCEP.

$$AC = \frac{\sum \left\{ \left[(F - C) - \overline{(F - C)} \right] \left[(A - C) - \overline{(A - C)} \right] \right\}}{\sqrt{\sum \left\{ \left[(F - C) - \overline{(F - C)} \right]^2 \sum \left[(A - C) - \overline{(A - C)} \right]^2 \right\}}} * 100$$

F= Previsão

C=Climatologia

A= Análises

Horário de integração

Evolução temporal

4a) Exemplos de Avaliações Objetivas

◆ **Correlação de Pearson (r)** - medida do grau de relação linear entre as previsões e observações.

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (F_i - \bar{F}) * (A_i - \bar{A})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (F_i - \bar{F})^2} * \sqrt{\sum_{i=1}^n (A_i - \bar{A})^2}} = \frac{COV (F, A)}{\sqrt{\text{var}(F)} * \sqrt{\text{var}(A)}}$$

F= Previsão

A= Análises

R>0 positiva r<0 negativa r=0 não dependem linearmente

Gráfico de dispersão

4a) QPF Índices quantitativos - precipitação

PREVISÃO	OBSERVAÇÃO		
	SIM	NÃO	TOTAL
SIM	a	b	a + b
NÃO	c	d	c + d
TOTAL	a + c	b + d	a + b + c + d = n

Limiars (mm)		
0.254	2.540	
6.53	12.7	19.05
25.4	38.1	50.8

◆ **POD** - relação do evento de chuva prevista corretamente com os eventos previstos correta ou incorretamente.

◆ **RAF** - proporção de previsões de ocorrência de chuva que na verdade não ocorreu

◆ **BIAS** - razão simples das previsões de chuva com as chuvas observadas

◆ **ETS** - definido a partir do threat score (TS) com objetivo retirar a tendência de acertos aleatórios (Mesinger e Black, 1992).

$$POD = \frac{a}{a + c}$$

$$RAF = \frac{b}{a + b}$$

$$BIAS = \frac{a + b}{a + c}$$

$$ETS = \frac{(a - a_R)}{(a + b + c - a_R)}$$

$$a_R = \frac{(a + b)(a + c)}{n}$$

gráficos

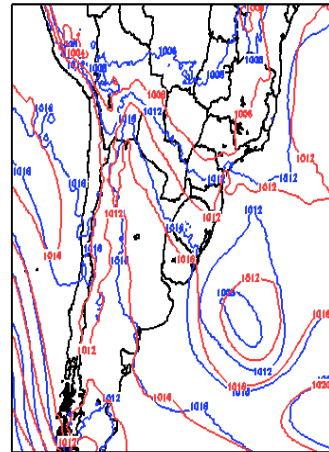
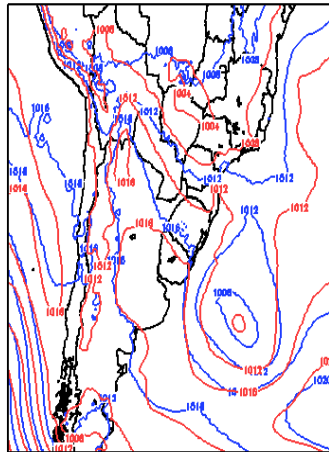
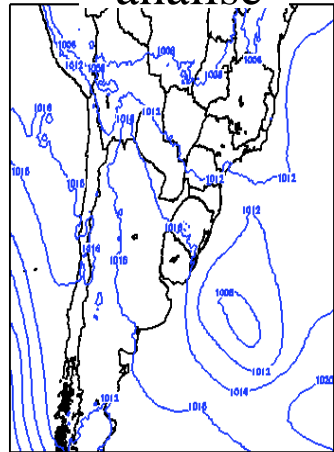
4b) Exemplo de Avaliação Subjetiva

Comparação SLP ETA 20Km – T213 Análise(azul) Previsão(vermelho)

análise

Previsão - 24h

Previsão - 48h

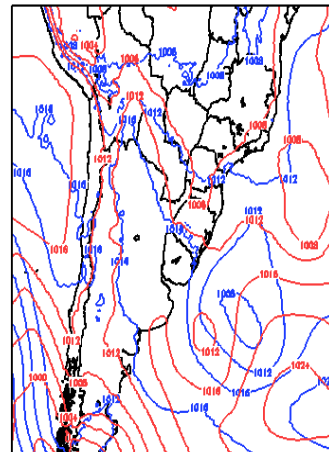
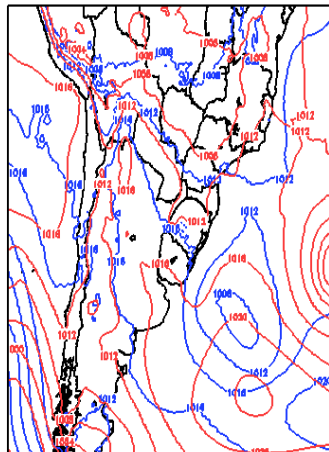
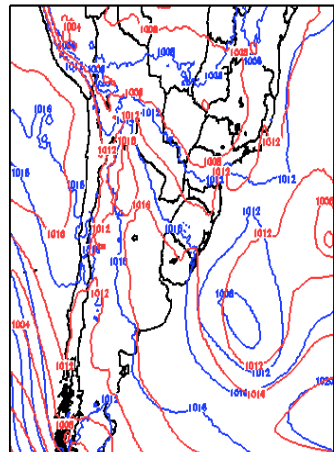


Análise 21h 25/Out/2010 segunda-feira

Previsão - 72h

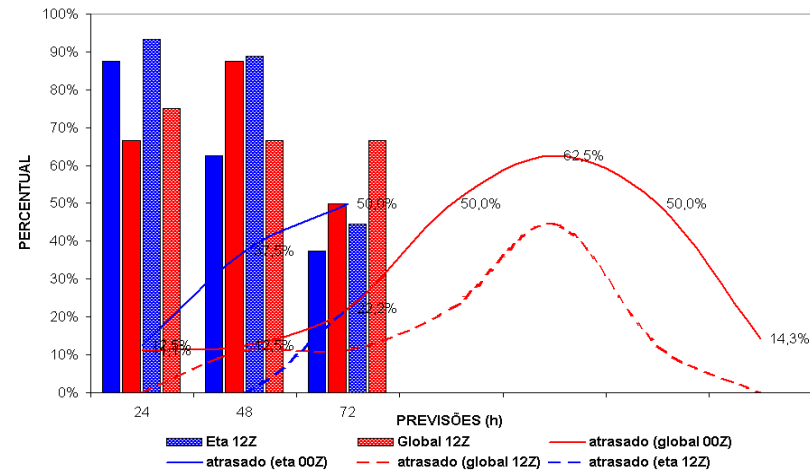
Previsão - 96h

Previsão - 120h

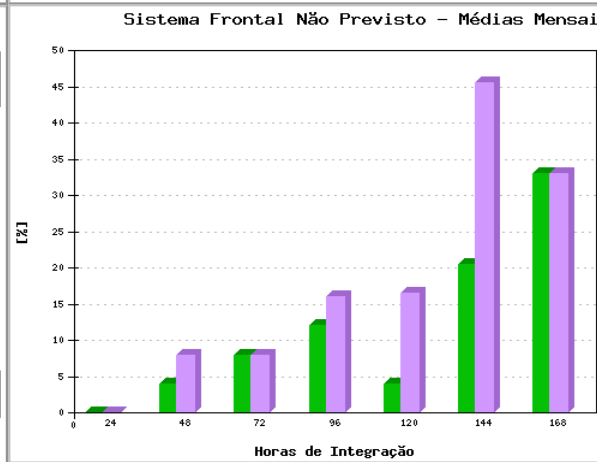
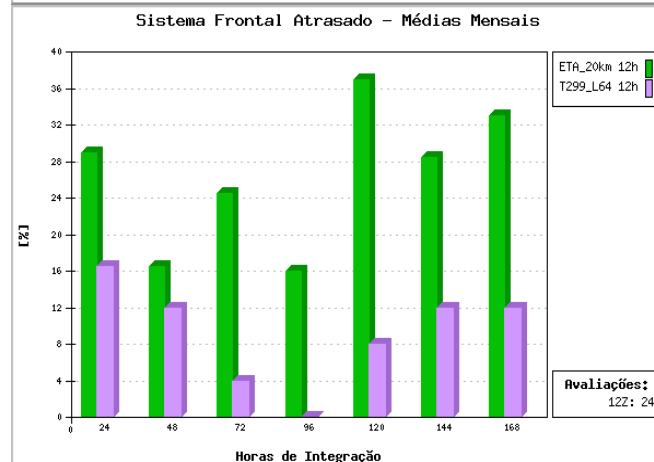
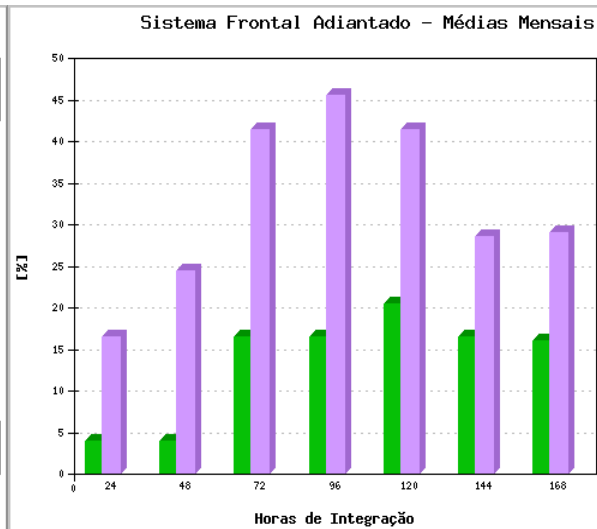
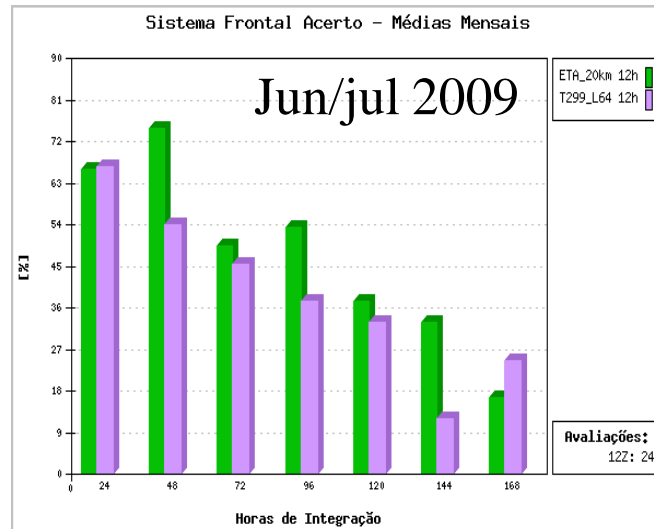
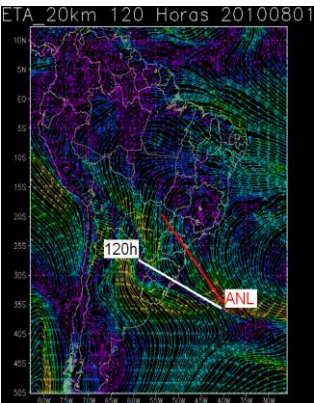
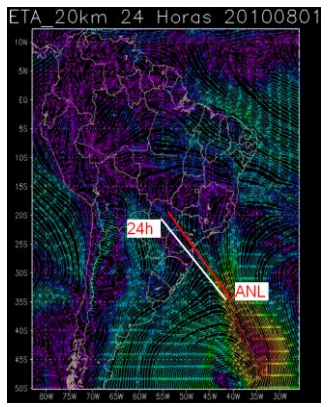
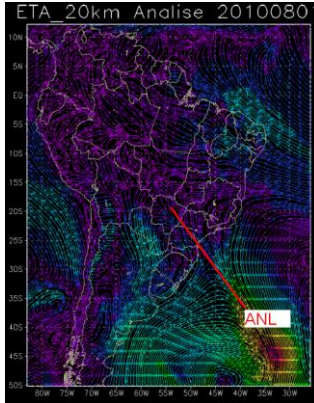
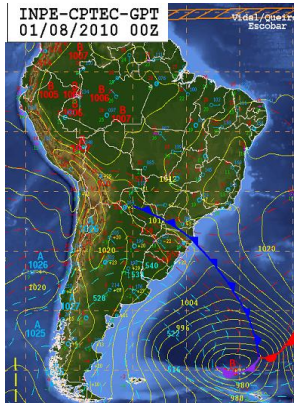


Sistema Avaliado – Baixa Associada ao Sistema Frontal

Modelo	posição	Fct-24	Fct-48
Eta 20km	30S-40W	AC	AD	AT	NP
....					
N. modelos					



4c) Avaliação Semi-Objetiva - Sistema Frontal



$D_{ANL/FCT} = 300 \text{ km} \Rightarrow$ acerto

$300 \text{ km} > D_{ANL/FCT} \leq 800 \text{ km} \Rightarrow$ adiantou

$300 \text{ km} > D_{ANL/FCT} \leq 800 \text{ km} \Rightarrow$ atrasou
($\text{lat}_{FCT} < \text{lat}_{ANL}$)

$D_{ANL/FCT} \geq 800 \text{ km} \Rightarrow$ não previu

Avaliação de Previsão x Observação - Mozilla Firefox

Arquivo Editar Exibir Histórico Favoritos Ferramentas Ajuda

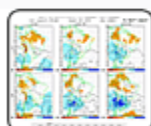
<http://avaliacaodemodelos.cptec.inpe.br/>

<http://www.orkut.co...>
[Guia rápido](#)
[Últimas notícias](#)
[sair](#)

Avaliação dos Modelos

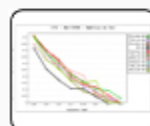
Home CPTEC / Tempo / Clima / Previsões Numéricas / Satélite / Ondas / Energia / Obs. & Instrumentação / Pesq. & Desenvolvimento / Pós-Graduação

Tipos de Avaliações



Previsão x Análise

São calculados o erro médio e raiz do erro quadrático médio da previsão com relação a análise para algumas variáveis.
 » [Jan/2005 a Mar/2010](#) » [Jun/2009 a Atual](#)



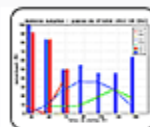
Avaliações Categóricas

São calculados vários índices estatísticos categóricos (através de tabelas de contingência) para América do Sul e Regiões Norte, Centro-Sul e Nordeste.
 » [Mensal](#)



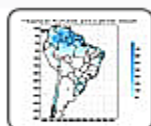
Previsão x Observação

São calculados os índices de acertos, subestimativa, superestimativas, Viés, RMSE da pressão ao nível médio do mar com relação aos dados observacionais.
 » [Diário](#) » [Diário Estendido](#) » [Mensal](#)



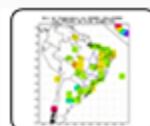
Semi-Objetiva

Esta avaliação é feita diariamente comparando-se as "saídas" previsões dos modelos até 7 dias, com a análise, para as rodadas das 00 e 12 UTC.
 » [Mensal](#)



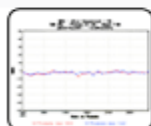
Precipitação

Esta avaliação consiste em acumular, diariamente, as diferenças entre a precipitação prevista pelos modelos e os dados observados interpolados para a grade do modelo regional.
 » [Diário](#) » [Mensal](#)



Previsão x Radiossonda

São acumuladas, diariamente, as diferenças entre a temperatura (500, 850 e 1000hPa), obtidas a partir dos dados de radiossonda e das previsões dos modelos operacionais.
 » [Mensal](#)



Skill

São calculados índices de correlação entre as anomalias das previsões dos modelos e a anomalia da climatologia da reanálise do NCEP.
 » [Diário](#) » [Mensal](#)



Avaliação de Ensemble

Ensemble Diário e Espalhamento
 » [Diário](#) » [Mensal](#)

Previsão de Probabilidade
 » [Diário](#) » [Mensal](#)

Obrigado !!!

roberto.rozante@cptec.inpe.br

MARCH 1996

MURPHY

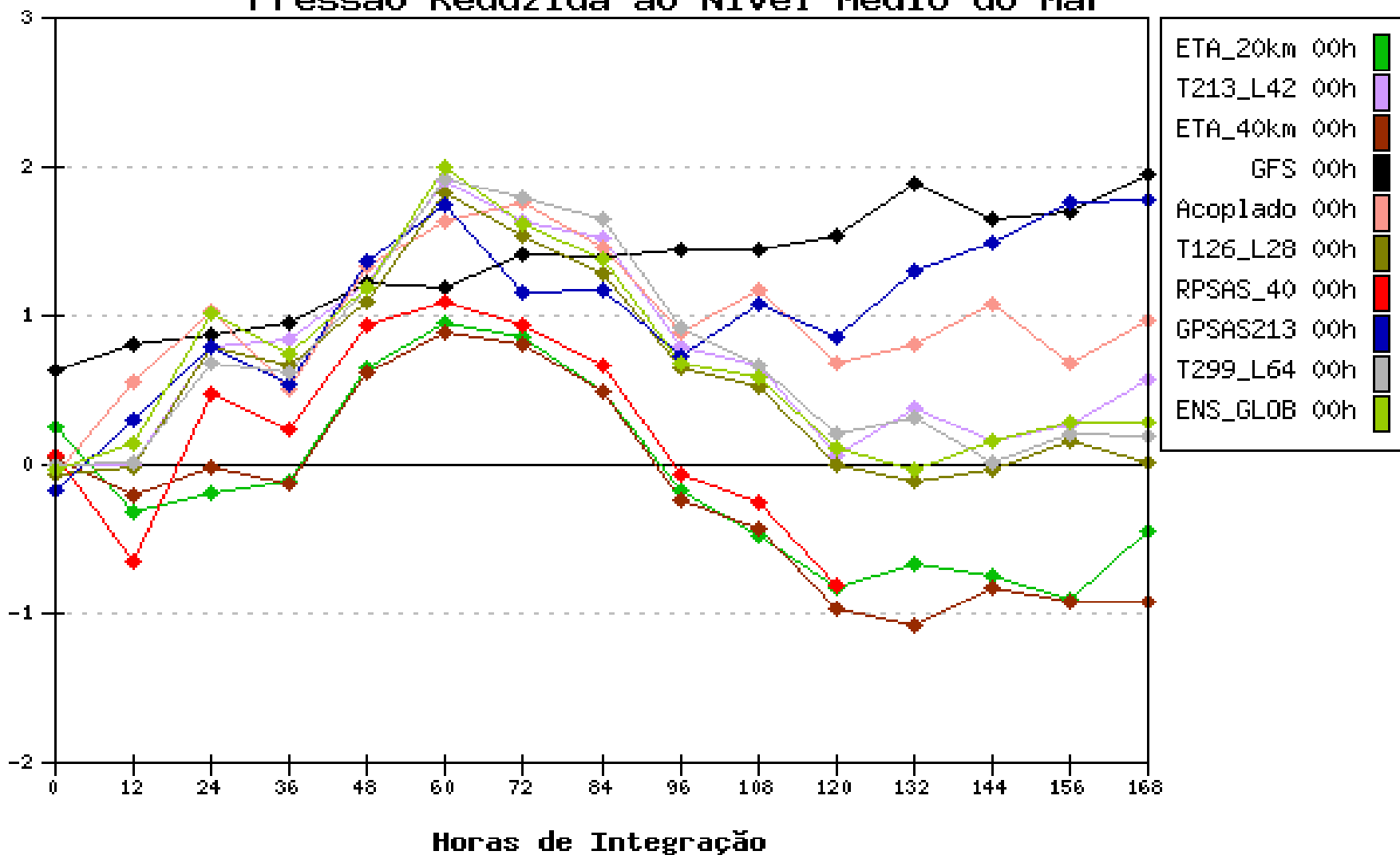
TABLE 1. Finley's tornado predictions and verifications [after Table No. 1, Finley (1884, p. 86)].

Month	Valid period (hours)	Favorable to tornadoes		Unfavorable to tornadoes		Total		Fraction (percentage) correct
		Number of forecasts	Number verified	Number of forecasts	Number verified	Number of forecasts	Number verified	
March	8	43	6	728	721	774	727	0.943 (94.3)
April	8	25	11	909	906	934	917	0.982 (98.2)
May	8	10	8	548	542	558	550	0.986 (98.6)
May	16	22	3	518	511	540	514	0.952 (95.2)

Note: An apparent error in Finley's original Table No. 1 has been corrected. Finley reported the total number of forecasts for the 16-h valid period in May as 549 instead of 540.

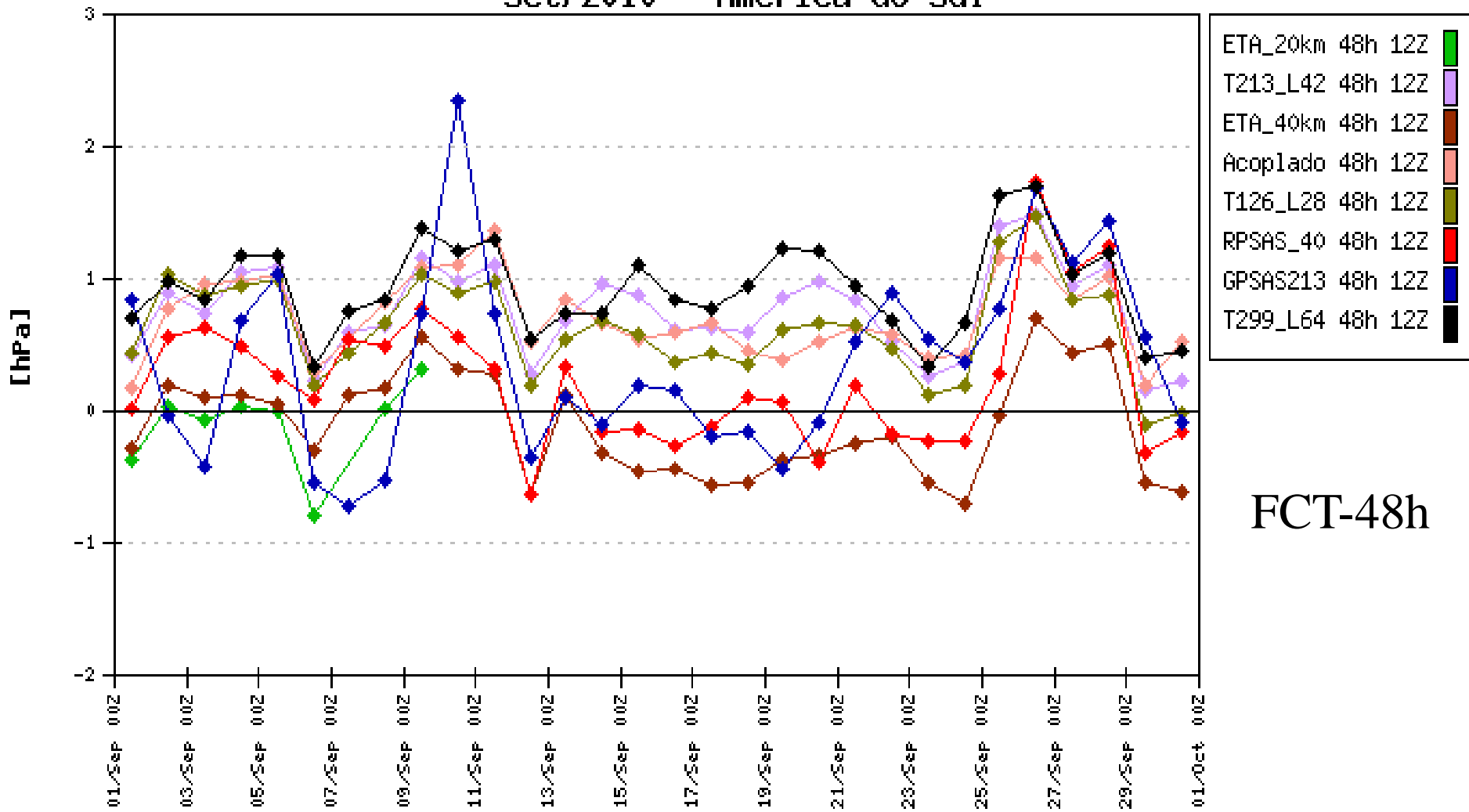
Finley, J. P., 1884: Tornado predictions. *Amer. Meteor. J.*, **1**, 85–88.

Viés - Jul/2010 - América do Sul Pressão Reduzida ao Nível Médio do Mar



VOLTAR

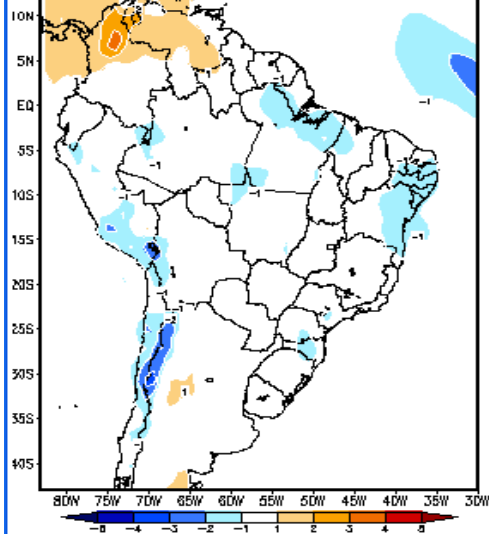
Viés - Pressão Nível Médio do Mar Set/2010 - América do Sul



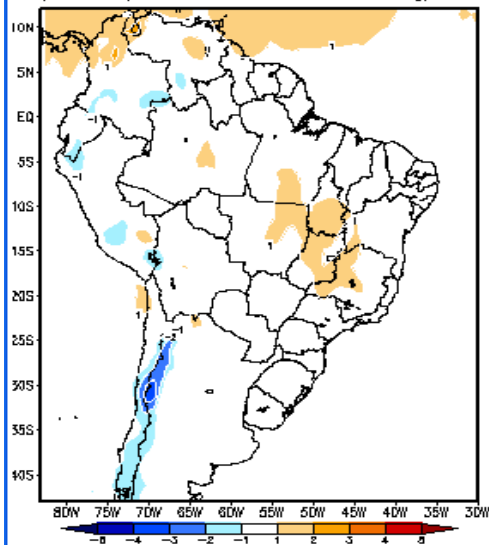
FCT-48h

ETA 40

EM de Pressão Reduzida ao NMM (mb) da ETA40
previsões para 24hs iniciadas as 00Z - Aug/2010

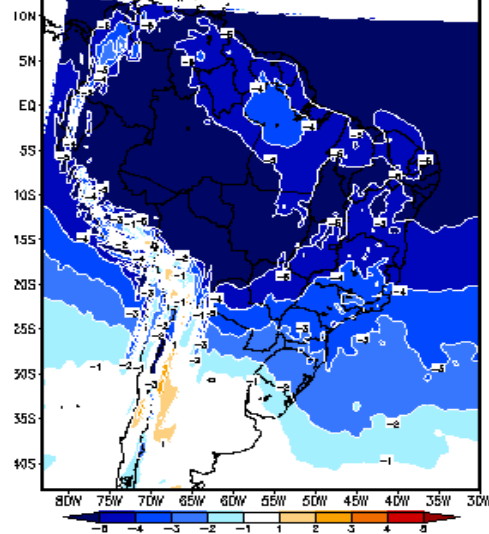


EM de Pressão Reduzida ao NMM (mb) da ETA40
previsões para 48hs iniciadas as 00Z - Aug/2010

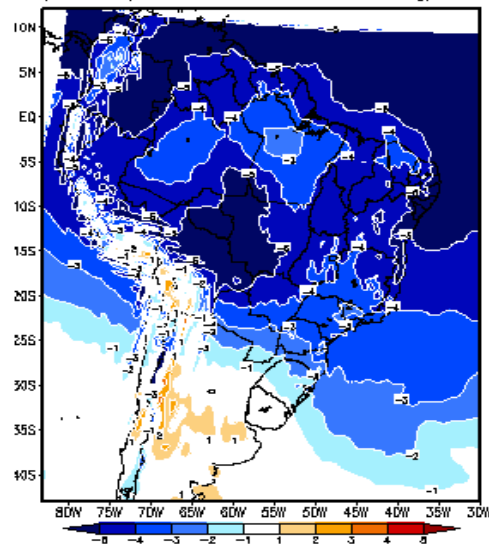


CATT-BRAMS

EM de Pressão Reduzida ao NMM (mb) da CATTBRAM:
previsões para 24hs iniciadas as 00Z - Aug/2010

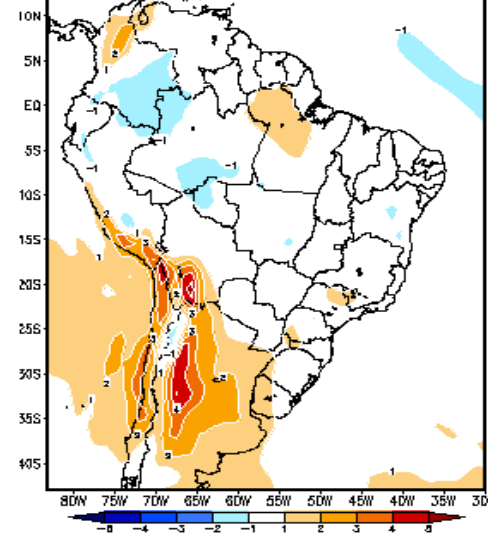


EM de Pressão Reduzida ao NMM (mb) da CATTBRAM:
previsões para 48hs iniciadas as 00Z - Aug/2010

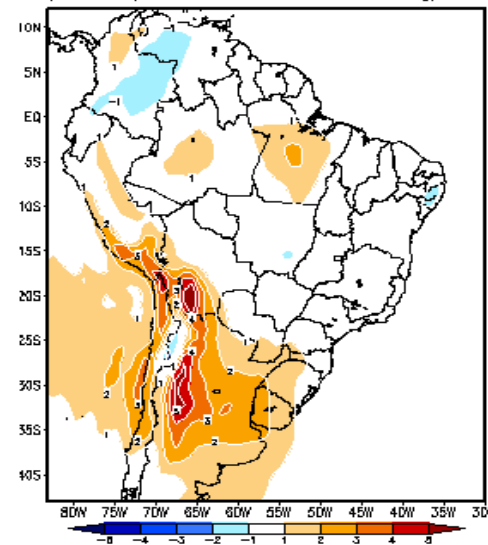


T126

EM de Pressão Reduzida ao NMM (mb) da T126
previsões para 24hs iniciadas as 00Z - Aug/2010



EM de Pressão Reduzida ao NMM (mb) da T126
previsões para 48hs iniciadas as 00Z - Aug/2010

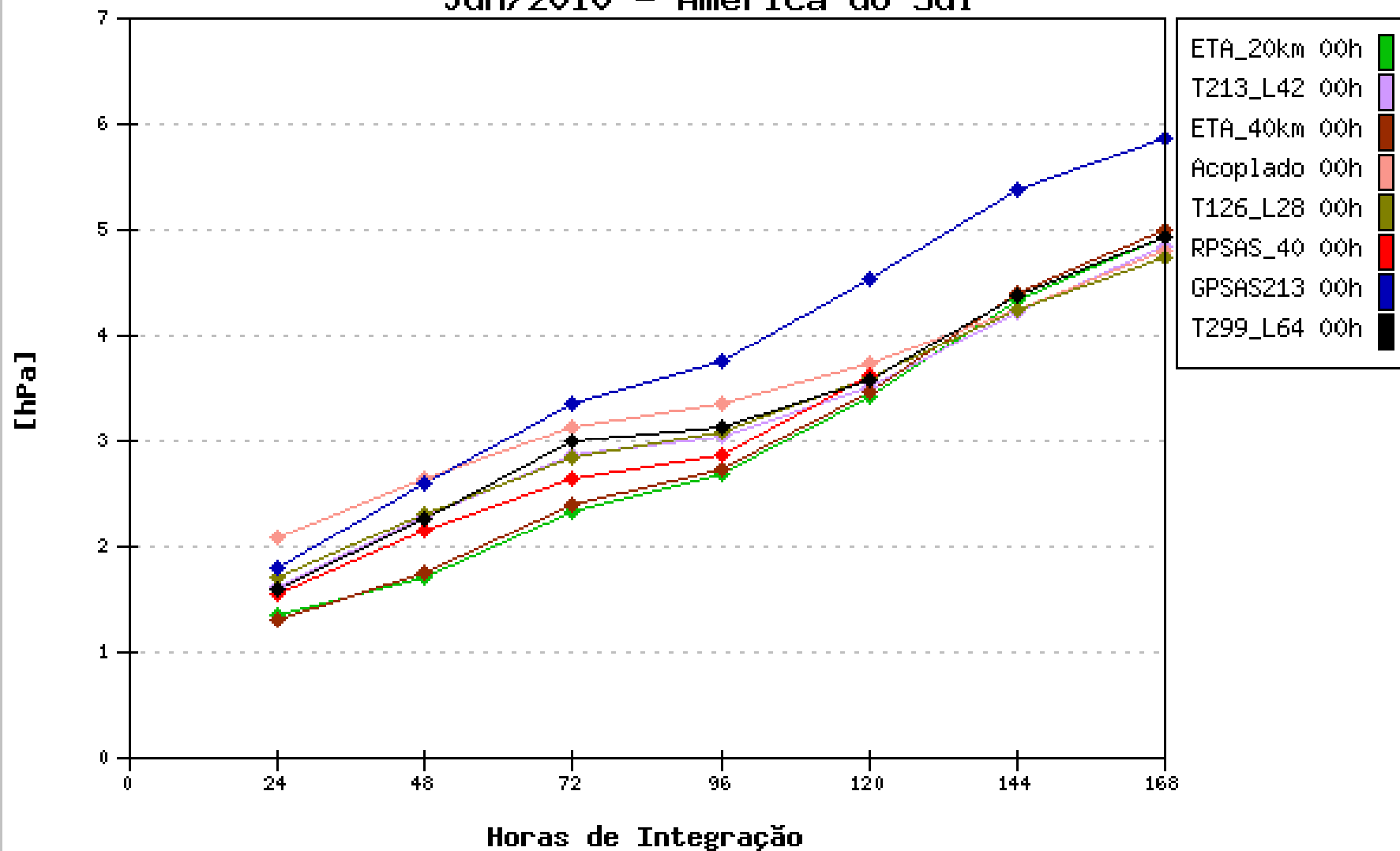


24 horas

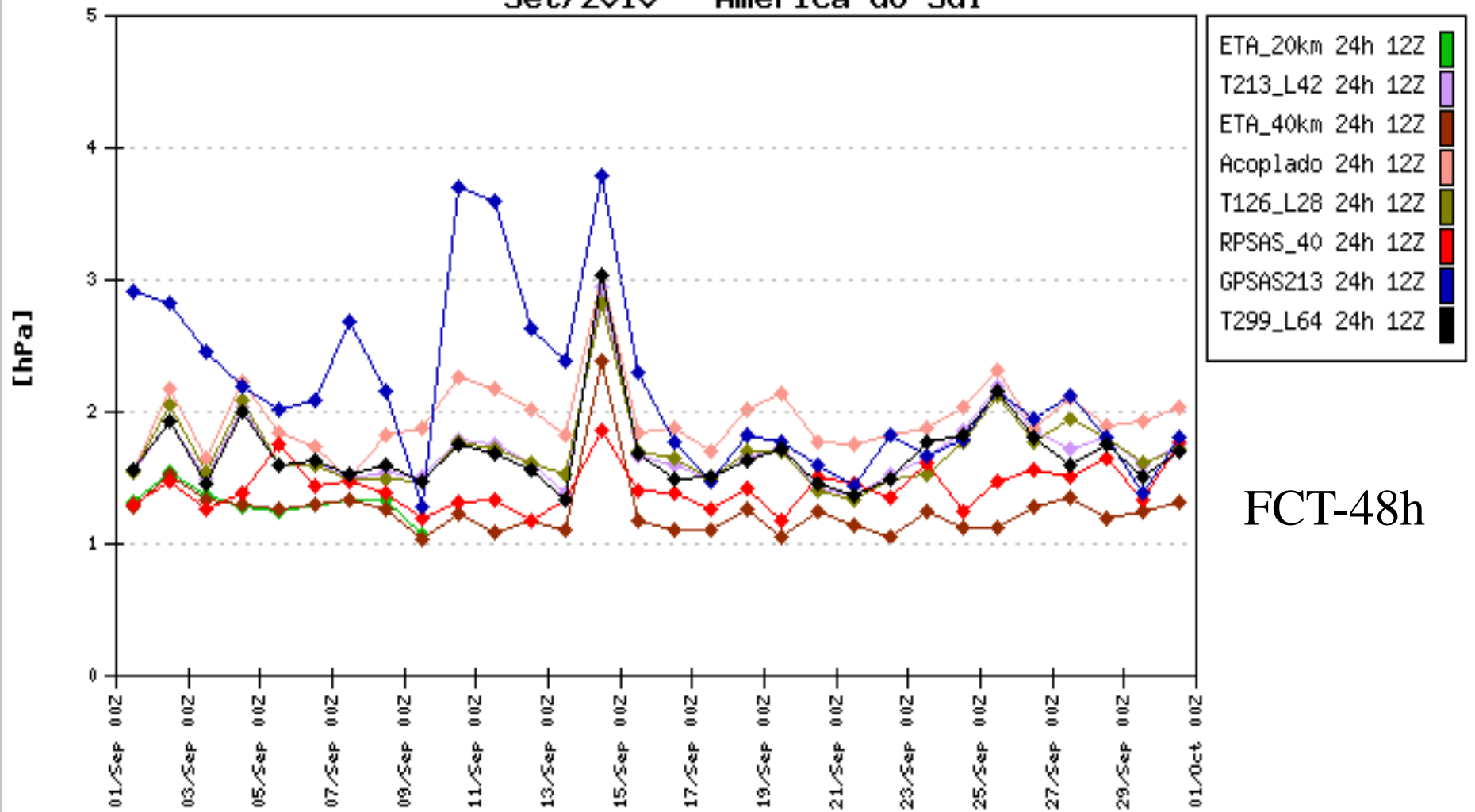
48 horas

VOLTAR

RMSE – Pressão ao Nível Médio do Mar
Jun/2010 – América do Sul



RMSE - Pressão Nível Médio do Mar
Set/2010 - América do Sul



FCT-48h

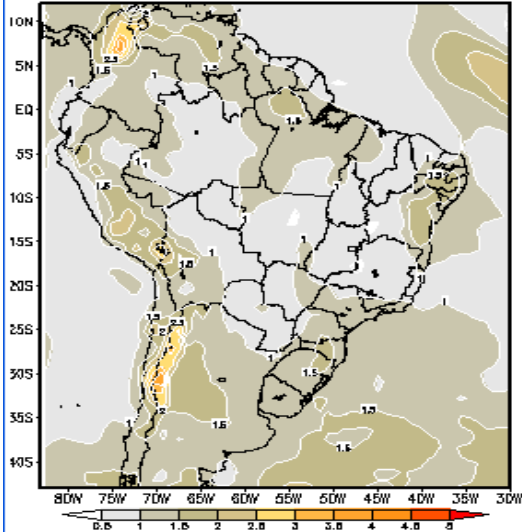
VOLTAR

ETA 40

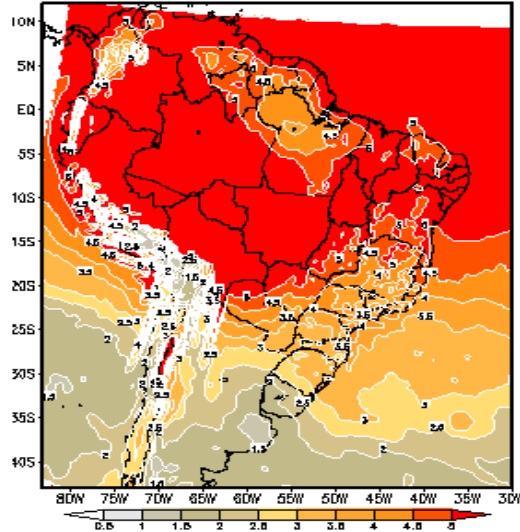
CATT-BRAMS

T126

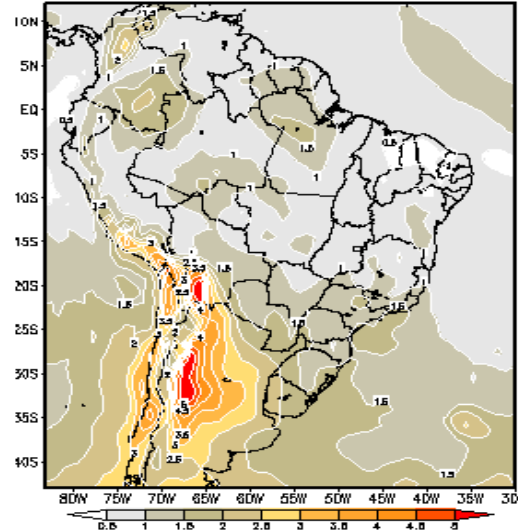
REQM de Pressão Reduzida ao NMM (mb) do ETA40
previsões para 24ha iniciadas as 00Z - Aug/2010



REQM de Pressão Reduzida ao NMM (mb) do CATTBR.
previsões para 24ha iniciadas as 00Z - Aug/2010

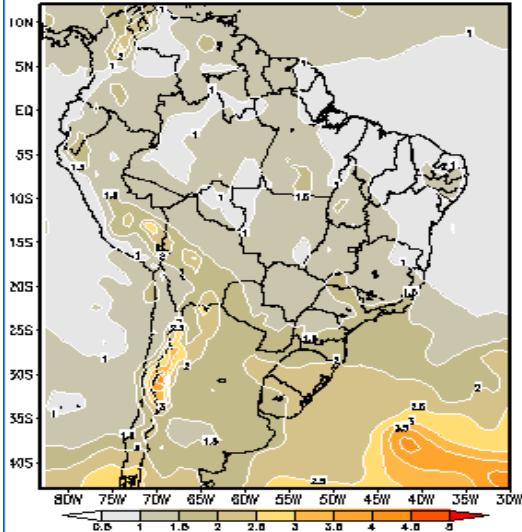


REQM de Pressão Reduzida ao NMM (mb) do T126
previsões para 24ha iniciadas as 00Z - Aug/2010

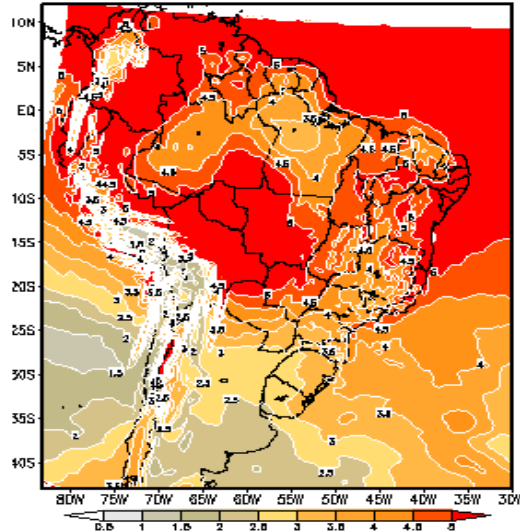


24 horas

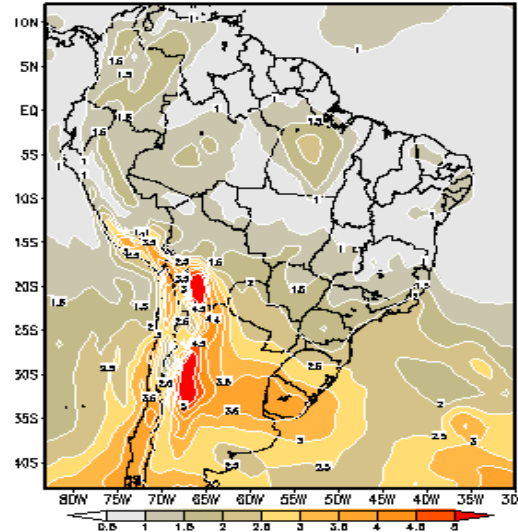
REQM de Pressão Reduzida ao NMM (mb) do ETA40
previsões para 48ha iniciadas as 00Z - Aug/2010



REQM de Pressão Reduzida ao NMM (mb) do CATTBR.
previsões para 48ha iniciadas as 00Z - Aug/2010



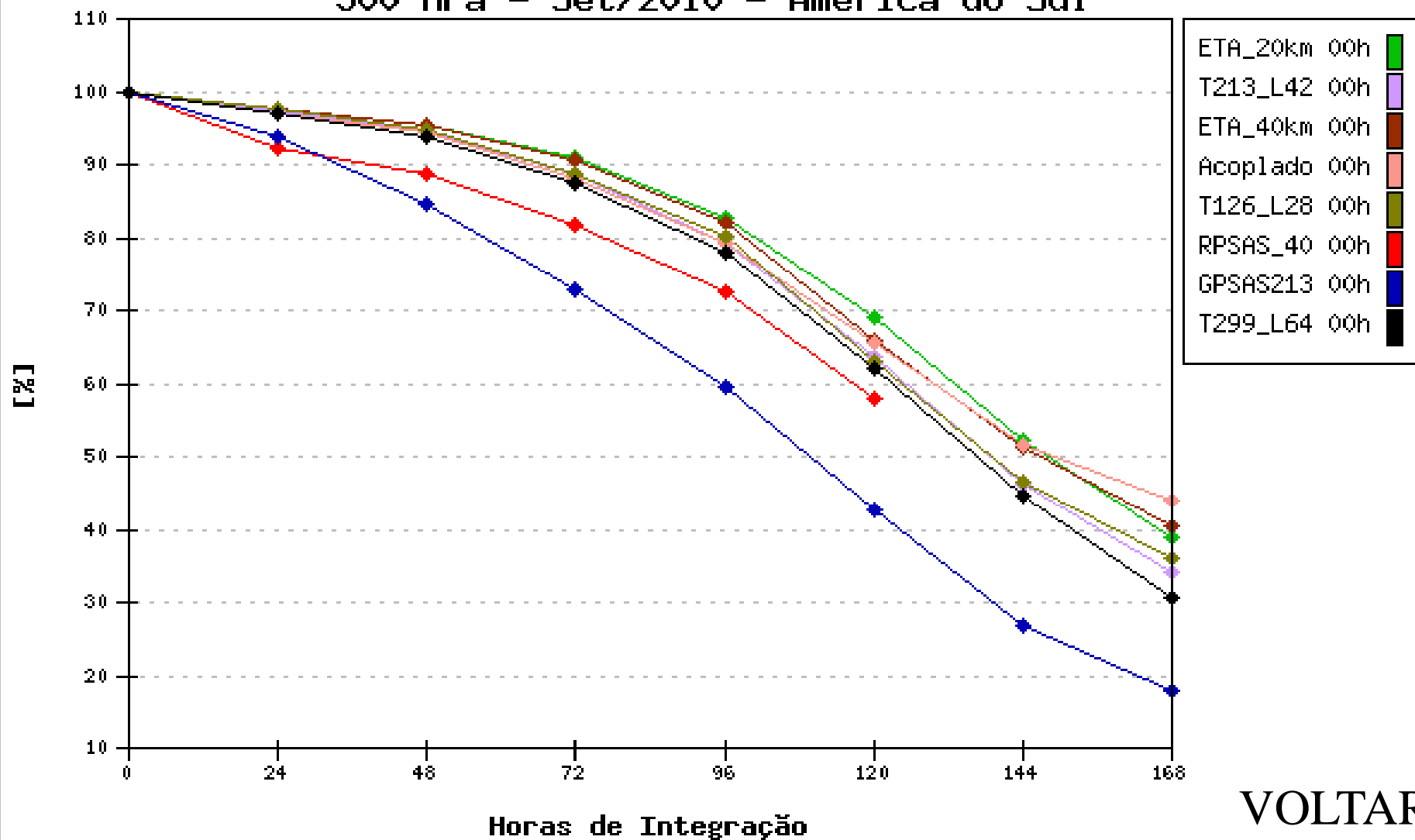
REQM de Pressão Reduzida ao NMM (mb) do T126
previsões para 48ha iniciadas as 00Z - Aug/2010



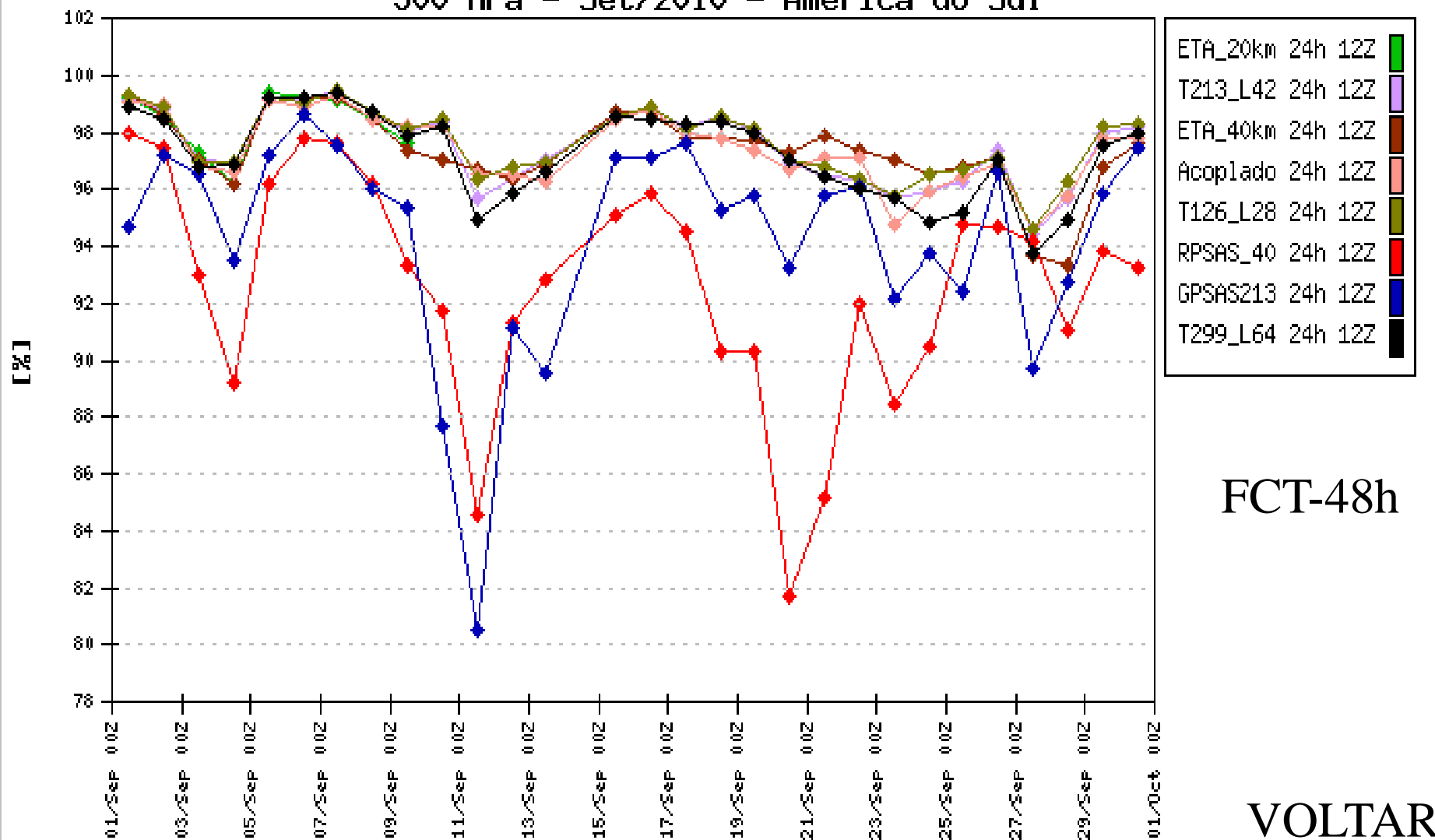
48 horas

VOLTAR

Correlação de Anomalia - Altura Geopotencial
500 hPa - Set/2010 - América do Sul

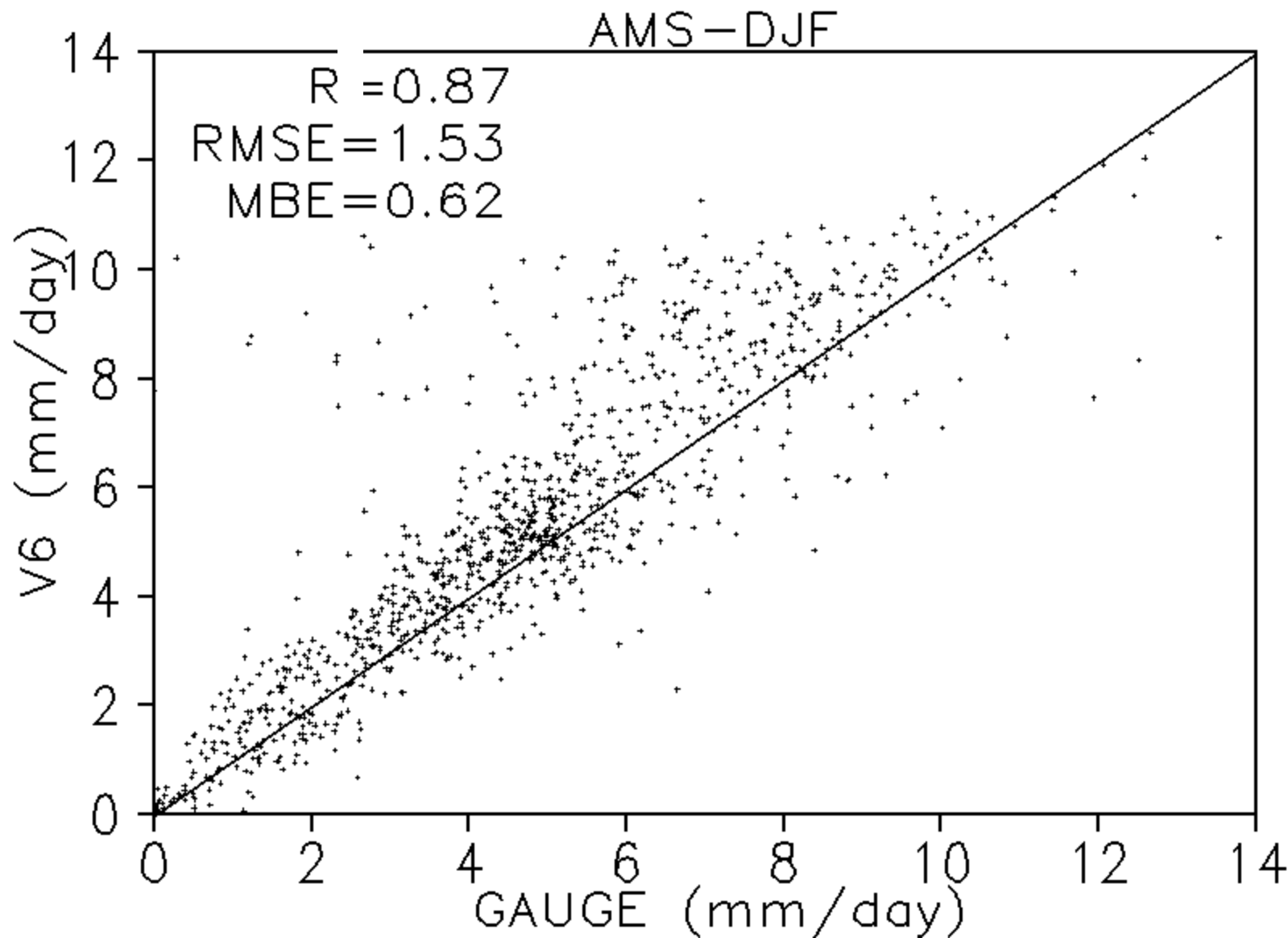


Correlação de Anomalia - Altura Geopotencial 500 hPa - Set/2010 - América do Sul

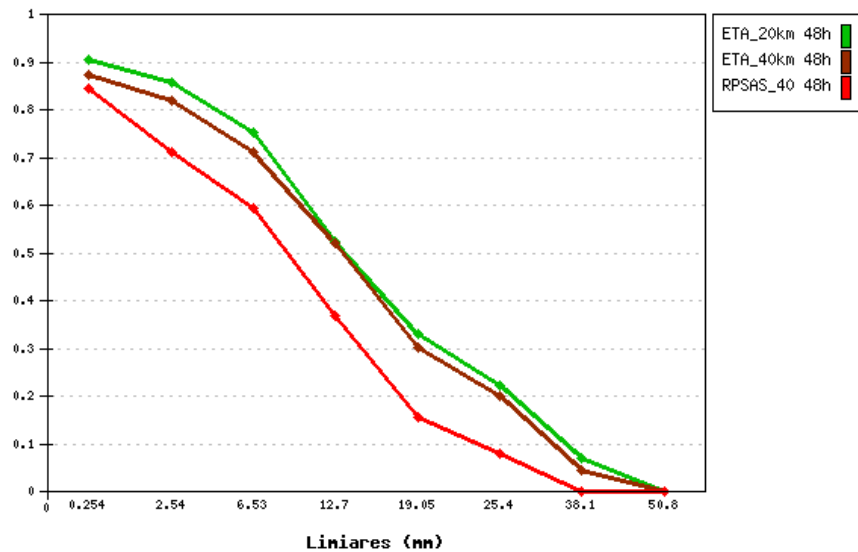


FCT-48h

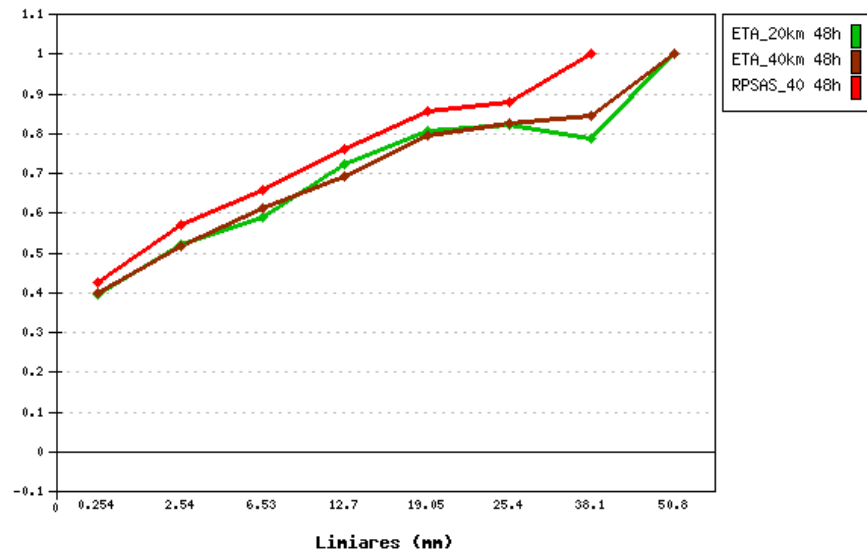
VOLTAR



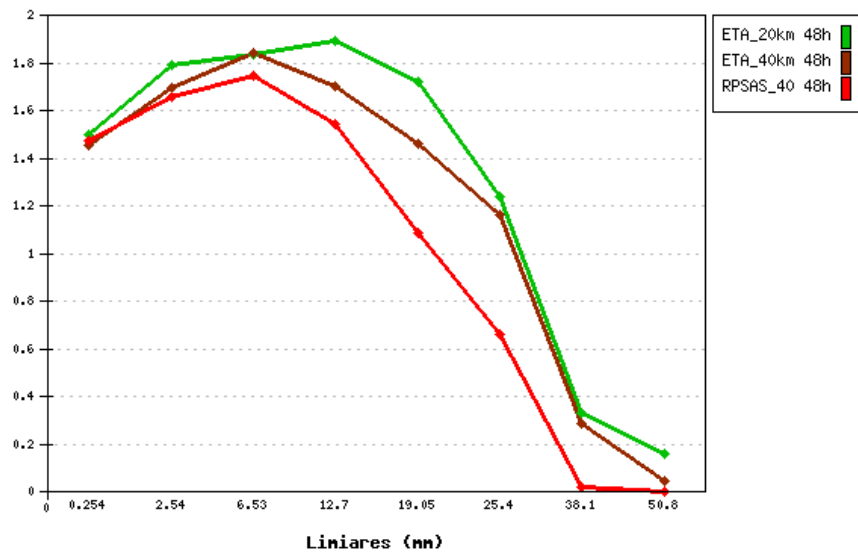
POD - Mai/2009 - América do Sul



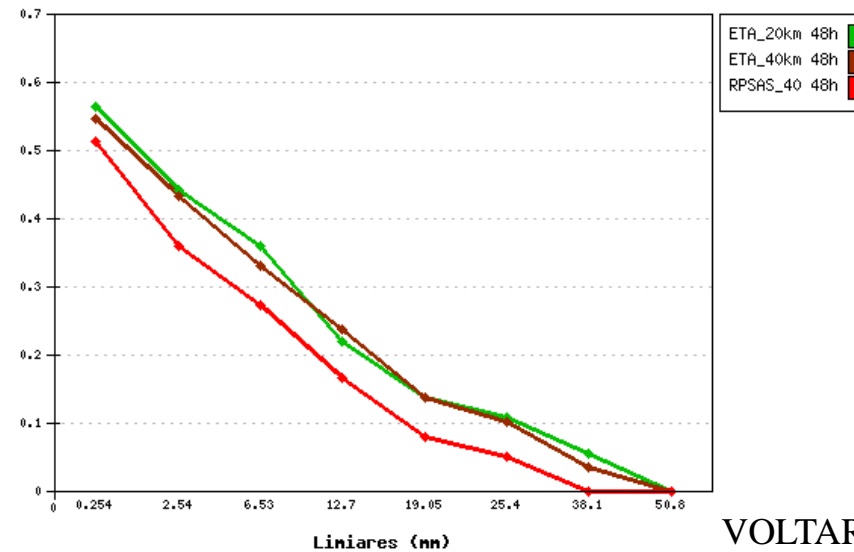
RAF - Mai/2009 - América do Sul



BIAS - Mai/2009 - América do Sul



ETS - Mai/2009 - América do Sul



RMSE S.Hem. 500 hPa T+72h

Altura Geopotencial

