



UNIVERSIDADE ESTADUAL DO CEARÁ

CLEITON DA SILVA SILVEIRA

**PREVISÃO DO TEMPO POR ENSEMBLE REGIONAL PARA O NORDESTE  
BRASILEIRO**

Fortaleza  
2009

# **Livros Grátis**

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

MESTRADO EM CIÊNCIAS FÍSICAS APLICADAS (MCFA)  
UNIVERSIDADE ESTADUAL DO CEARÁ (UECE)

**CLEITON DA SILVA SILVEIRA**

**PREVISÃO DO TEMPO POR ENSEMBLE REGIONAL PARA O NORDESTE**

**BRASILEIRO**

Dissertação submetida à Coordenação do Mestrado em Ciências Físicas Aplicadas, da Universidade Estadual do Ceará par obtenção do título de mestre em ciências físicas aplicadas.

Orientadora: Profa. Dra. Mariane Mendes Coutinho  
Co-orientador: Prof. Dr. Alexandre Araújo Costa

Fortaleza, Ceará, Brasil  
Fevereiro de 2009

S587p Silveira, Cleiton da Silva  
Previsão do tempo por ensemble regional para o  
nordeste brasileiro / Cleiton da Silva Silveira.  
\_\_\_\_Fortaleza, 2009.  
204p. ; il.  
Orientadora: /Prof<sup>ª</sup>. Dra. Mariane Mendes Coutinho  
Dissertação (Mestrado Acadêmico em Ciências Físicas) –  
Universidade Estadual do Ceará / Centro de Ciência e  
Tecnologia.  
1. Previsão do tempo. 2. Modelagem numérica da atmosfera.  
3. RAMS. I. Universidade Estadual do Ceará, Centro de Ciência  
e Tecnologia.

CDD: 530

MESTRADO EM CIÊNCIAS FÍSICAS APLICADAS  
UNIVERSIDADE ESTADUAL DO CEARÁ (UECE)

**CLEITON DA SILVA SILVEIRA**

**PREVISÃO DO TEMPO POR ENSEMBLE PARA O NORDESTE BRASILEIRO**

Dissertação submetida à Coordenação do Mestrado em Ciências Físicas Aplicadas, da Universidade Estadual do Ceará par obtenção do título de mestre em ciências físicas aplicadas.

Em 27/02/2009

**BANCA EXAMINADORA**

---

Profa.Dra.Mariane Mendes Coutinho (Orientadora)  
Universidade Estadual do Ceará (UECE)

---

Prof.Dr. Alexandre Araújo Costa(Co-orientador)  
Universidade Estadual do Ceará (UECE)

---

Prof. Dr.Dirceu Silvério Reis Junior  
Fundação Cearense de Meteorologia ( FUNCEME)

---

Prof. Dr.Antônio Carlos Santana dos Santos  
Universidade Estadual do Ceará (UECE)

A Deus, fonte de tudo.

A minha esposa Patrícia Silveira pelo apoio e compreensão incondicional.

Aos meus pais.

A Mariane e família pelo apoio, orientação e contribuição.

Ao Prof. Alexandre pelo seu apoio e contribuição.

Aos meus amigos pelo apoio e companheirismo.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço à Profa. Dra. Mariane Coutinho pela orientação e apoio.

Agradeço à Prof. Ph.D.Alexandre Araújo pela ajuda e apoio.

Agradeço ao meu amigo Ms. Paulo Henrique e pela ajuda, contribuição e troca de informações durante essa pesquisa.

Agradeço ao Dr. Sergio Sombra, pelas contribuições no desenvolvimento deste projeto.

Agradeço ao Dr.Carlos Santana, pelo incentivo e apoio.

Agradeço ao meu amigo Ms. Nilton Sérgio, pela troca de informações e companheirismos, e aos demais amigos e colegas da UECE e FUNCEME.

Agradeço aos meus pais, Cláudio e Raimunda, pela formação moral que me proporcionaram.

Agradeço a minha esposa, Patrícia, pelo carinho, atenção e compreensão incondicional.

Agradeço a toda e qualquer pessoa que por ventura tenha contribuído de alguma forma com este trabalho.

“Eu te amarei, Senhor, que és a minha Fortaleza.

O senhor é a minha firmeza, e o meu refúgio e o meu libertador. Ele é meu Deus, meu favorecedor. Ele esperarei, meu protetor, e a força da minha salvação, e meu amparador.”

*Bíblia Sagrada*  
Salmo **18**, (1-2)

## RESUMO

A técnica de previsão de tempo por conjuntos (“ensemble”) é implementada para a região Nordeste do Brasil utilizando-se o modelo regional RAMS, inicializado com dados do modelo global do CPTEC. Os métodos empregados para geração dos conjuntos de previsão consistem na perturbação das condições iniciais e na utilização de diferentes configurações físicas para cada rodada do modelo. A geração das perturbações nas condições iniciais baseia-se no método “lagged-average forecasting”, que utiliza execuções anteriores do modelo válidas para o horário e região da análise para os quais pretende-se executar o modelo. Perturbações nas componentes horizontais do vento são criadas a partir das diferenças entre cada uma dessas previsões e a análise em consideração. Essas perturbações são reescaladas utilizando um desvio padrão de 5m/s e, então, adicionadas ou subtraídas da análise. Nas execuções desse método sem a inclusão de perturbações na fronteira lateral do modelo observa-se a influência das condições de fronteira não perturbadas vindas do modelo global levando a uma rápida diminuição do espalhamento com o prazo de previsão. Para lidar com esse problema, são incorporadas perturbações também nessas condições de fronteira. Já para o ensemble de configurações físicas são usadas diferentes opções de parametrizações físicas e diferentes esquemas de “nudging” (relaxamento newtoniano). Para a avaliação dos desempenhos dos métodos são usados dados das análises verificadas do modelo global do CPTEC e das plataformas de coletas de dados (PCDs) da Fundação Cearense de Meteorologia (FUNCEME). Os resultados mostram que a média das previsões, tanto para o conjunto gerado a partir das perturbações nas condições iniciais (incluindo perturbações na fronteira) quanto para o conjunto gerado a partir de diferentes configurações físicas do modelo, apresenta melhores resultados do que a previsão não perturbada para a maioria das grandezas físicas analisadas.

Palavras chaves: RAMS, modelagem numérica da atmosfera, previsão por Conjuntos.

## ABSTRACT

The ensemble prediction technique is implemented for the Northeast of Brazil using the RAMS mesoscale model, initialized with data from the global model of CPTEC. The methods for the ensemble generation consist of the perturbation of the initial conditions and the use of different physical configurations for each model run. The generation of the perturbations in the initial conditions is based on the method "lagged-average forecasting", which uses previous model forecasts valid for the time and area of the initial conditions (analysis) in the control run. Perturbations in the horizontal components of the wind are created starting from the differences between each one of those forecasts and the analysis. The perturbations are rescaled using a standard deviation of 5m/s and, then, added or subtracted to the analysis. The forecasts obtained with this method without the inclusion of perturbations in the lateral boundaries of the model showed the strong influence of the unperturbed boundary conditions coming from the global model, leading to a fast decrease of the ensemble dispersion with the period of forecast. To deal with this problem, the method is used with perturbed lateral boundary conditions. For the ensemble of physical configurations, different options of physical parameterizations and nudging timescales (Newtonian relaxation) are used. Verified analyses of the CPTEC global model and data from the network of automatic meteorological stations of the Fundação Cearense de Meteorologia (FUNCEME) are used for the evaluation of the performance of the methods. The results show that the average of the perturbed forecasts produces better results than the unperturbed forecast in most cases, for both the ensemble generated starting from the perturbed initial conditions (including perturbations in the lateral boundaries) and the ensemble of model physics.

Keywords: RAMS, numeric modelling of the atmosphere, ensemble forecasts.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 – Representação esquemática do conceito de previsão por conjunto. ....	32
Figura 3.1 - Grade horizontal utilizada no modelo RAMS.....	42
Figura 5.1-(a) Média das diferenças (Previsão válida para análise menos análise) da intensidade do vento (m/s) para cada nível de altitude(m) do modelo (m); (b) Desvio Padrão das diferenças (Previsão válida para análise menos análise) da intensidade do vento para cada nível de altitude do modelo(m).....	52
Figura 5.2- Perturbação na componente zonal do vento em função da altitude.....	53
Figura 5.3- Perturbação na coordenada v do vento em função da altitude.....	54
Figura 5.4(a)- Perturbação de 24h da componente zonal do vento em 925mb; (b)- Perturbação de 48h da componente zonal do em 925mb; (c)- Perturbação de 72h da componente zonal do vento em 925mb.....	54
Figura 5.5 - (a) Perturbação de 24h da componente meridional do vento em 925mb; (b) Perturbação de 48h da componente meridional do vento em 925mb; (c) Perturbação de 72h da componente meridional do vento em 925mb.....	55
Figura 5.6 - (a) Perturbação de 24h da componente zonal do vento em 250mb; (b) Perturbação de 48h da componente zonal do vento em 250mb; (c) Perturbação de 72h da componente zonal do vento em 250mb.....	56
Figura 5.7 - (a) Perturbação de 24h da componente meridional do vento em 250mb; (b) Perturbação de 48h da componente meridional do vento em 250mb; (c) Perturbação de 72h da componente meridional do vento em 250mb.....	57
Figura 5.8 - Campos de vento dos 7 membros do ensemble no primeiro passo de tempo do modelo regional em 925mb.(a) Condição Inicial 1; (b) Condição inicial 2; (c) Condição inicial 3; (d) Condição inicial 4; (e) Condição Inicial 5; (f) Condição inicial 6; (g) Condição inicial 7.....	58
Figura 5.9 - Campos de vento dos 7 membros do ensemble no primeiro passo de tempo do modelo regional em 250mb.(a) Condição Inicial 1; (b) Condição inicial 2; (c) Condição inicial 3; (d) Condição inicial 4; (e) Condição Inicial 5; (f) Condição inicial 6; (g) Condição inicial 7.....	60
Figura 5.10- (a) Espalhamento da componente zonal do vento (em m/s) em 250mb nas 96 horas de simulação; (b) Espalhamento da componente zonal do vento (em m/s) em 500mb nas 96 horas de simulação; (c) Espalhamento da componente zonal do vento (em m/s) em	

700mb nas 96 horas de simulação; (d) Espalhamento da componente zonal do vento (em m/s) em 925mb nas 96 horas de simulação.....	62
Figura 5.11- (a) Espalhamento da componente meridional do vento (em /m/s) em 250mb nas 96 horas de simulação; (b) Espalhamento da componente meridional do vento (em m/s) em 500mb nas 96 horas de simulação; (c) Espalhamento da componente meridional do vento (em /m/s) em 700mb nas 96 horas de simulação; (d) Espalhamento da componente meridional do vento (em /m/s) em 925mb nas 96 horas de simulação.....	63
Figura 5.12- (a) Espalhamento da intensidade do vento (em /m/s) em 250mb nas 96 horas de simulação; (b) Espalhamento da intensidade do vento (em /m/s) em 500mb nas 96 horas de simulação; (c) Espalhamento da intensidade do vento (em /m/s) em 700mb nas 96 horas de simulação; (d) Espalhamento da intensidade do vento (em /m/s) em 925mb nas 96 horas de simulação.....	64
Figura 5.13- (a) Espalhamento da temperatura (em graus Celsius) em 250mb nas 96 horas de simulação; (b) Espalhamento temperatura (em graus Celsius) em 500mb nas 96 horas de simulação; (c) Espalhamento da temperatura(em graus Celsius) em 250mb nas 96 horas de simulação; (d) Espalhamento temperatura (em graus Celsius) em 500mb nas 96 horas de simulação.....	65
Figura 5.14 - Espalhamento da pressão na superfície ( em mb) nas 96 horas de simulação....	66
Figura 5.15 -Espalhamento da precipitação acumulada (em mm) nas 96 horas de simulação.....	66
Figura 5.16 - Campos da previsão de 24 horas do ENSFI para vento em 925mb válidos para às 00h do dia 15/01/2008: (a)Análise verificada; (b)har-kuo-melo-24; (c)har-kuo-melo-12; (d)har-kuo-sma-24; (e)har-kuo-sma-12; (f)har-kain-melo-24; (g)har-kain-melo-12; (h)chen-kuo-melo-24; (i)chen-kuo-melo-12; (j)chen-kuo-sma-24; (l)chen-kuo-sma-12; (m)chen-kain-melo-24; (n)chen-kain-melo-12 (o)ensemble médio (ENSFI).....	68
Figura 5.17 - Campos da previsão de 24 horas do ENSCI-FRONT para vento a 925mb válidos para às 00h do dia 15/01/2008: (a)Análise verificada; (b) membro de controle; (c) soma pert.24h; (d) soma pert.48h; (e) soma pert.72h; (f) soma pert.24h; (g) subtrai pert.48h; (h) subtrai pert.72h; (i)ensemble médio (ENSCI-FRONT).....	69
Figura 5.18 - Campos de espalhamento da intensidade do vento em 925mb válidos para às 00h do dia 15/01/2008 (previsão de 24 horas): (a)ENSFI; (b)ENSCI-FRONT.....	70
Figura 5.19- (a)Análise verificada do vento a 250mb válidos para às 00h do dia 15/01/2008; (b) Previsão de 24 horas do membro de controle para o vento a 250mb válidos para às 00h do dia 15/01/2008 para o vento a 250mb válidos para às 00h do dia 15/01/2008; (c) Previsão de	

24 horas do ensemble médio (ENSFI) para o vento a 250mb válidos para às 00h do dia 15/01/2008; (d) Previsão de 24 horas do ensemble médio (ENSCI-FRONT) para o vento a 250mb válidos para às 00h do dia 15/01/2008; (e) Campo de espalhamento da intensidade do vento em 250mb válidos para às 00h do dia 15/01/2008 (previsão de 24 horas) do ENSFI; (f) Campo de espalhamento da intensidade do vento em 250mb válidos para às 00h do dia 15/01/2008 (previsão de 24 horas) ENSCI-FRONT.....71

Figura 5.20 - Campos da previsão de 48 horas do ENSFI para vento em 925mb válidos para às 00h do dia 16/01/2008: (a)Análise verificada; (b)har-kuo-melo-24; (c)har-kuo-melo-12; (d)har-kuo-sma-24; (e)har-kuo-sma-12; (f)har-kain-melo-24; (g)har-kain-melo-12; (h)chen-kuo-melo-24; (i)chen-kuo-melo-12; (j)chen-kuo-sma-24; (l)chen-kuo-sma-12; (m)chen-kain-melo-24; (n)chen-kain-melo-12 (o)ensemble médio (ENSFI).....74

Figura 5.21 - Campos da previsão de 48 horas do ENSCI-FRONT para vento a 925mb válidos para às 00h do dia 16/01/2008: (a) Análise verificada; (b) membro de controle; (c) soma pert.24h; (d) soma pert.48h; (e) soma pert.72h; (f) soma pert.24h; (g) subtrai pert.48h; (h) subtrai pert.72h; (i) ensemble médio (ENSCI-FRONT).....76

Figura 5.22-Campos de espalhamento da intensidade do vento em 925mb válidos para às 00h do dia 16/01/2008 (previsão de 48 horas): (a) ENSFI; (b) ENSCI-FRONT.....77

Figura 5.23- (a) Análise verificada do vento a 250mb válidos para às 00h do dia 16/01/2008; (b) Previsão de 48 horas do membro de controle para o vento a 250mb válidos para às 00h do dia 16/01/2008 para o vento a 250mb válidos para às 00h do dia 16/01/2008; (c) Previsão de 48 horas do ensemble médio (ENSFI) para o vento a 250mb válidos para às 00h do dia 16/01/2008; (d) Previsão de 48 horas do ensemble médio (ENSCI-FRONT) para o vento a 250mb válidos para às 00h do dia 16/01/2008; (e) Campo de espalhamento da intensidade do vento em 250mb válidos para às 00h do dia 16/01/2008 (previsão de 48 horas) do ENSFI; (f) Campo de espalhamento da intensidade do vento em 250mb válidos para às 00h do dia 16/01/2008 (previsão de 48 horas) ENSCI-FRONT.....78

Figura 5.24 - Campos da previsão de 72 horas do ENSFI para vento em 925mb válidos para às 00h do dia 17/01/2008: (a)Análise verificada; (b)har-kuo-melo-24; (c)har-kuo-melo-12; (d)har-kuo-sma-24; (e)har-kuo-sma-12; (f)har-kain-melo-24; (g)har-kain-melo-12; (h)chen-kuo-melo-24; (i)chen-kuo-melo-12; (j)chen-kuo-sma-24; (l)chen-kuo-sma-12; (m)chen-kain-melo-24; (n)chen-kain-melo-12 (o)ensemble médio (ENSFI).....81

Figura 5.25 - Campos da previsão de 72 horas do ENSCI-FRONT para vento a 925mb válidos para às 00h do dia 17/01/2008: (a)Análise verificada; (b) membro de controle; (c) soma

pert.24h; (d) soma pert.48h; (e) soma pert.72h; (f) soma pert.24h; (g) subtrai pert.48h; (h) subtrai pert.72h; (i)ensemble médio (ENSCI-FRONT).....83

Figura 5.26-Campos de espalhamento da intensidade do vento em 925mb válidos para às 00h do dia 17/01/2008 (previsão de 72 horas): (a)ENSFI; (b)ENSCI-FRONT.....84

Figura 5.27- (a) Análise verificada do vento a 250mb válidos para às 00h do dia 17/01/2008; (b) Previsão de 72 horas do membro de controle para o vento a 250mb válidos para às 00h do dia 17/01/2008 para o vento a 250mb válidos para às 00h do dia 16/01/2008; (c) Previsão de 72 horas do ensemble médio (ENSFI) para o vento a 250mb válidos para às 00h do dia 17/01/2008; (d) Previsão de 72 horas do ensemble médio (ENSCI-FRONT) para o vento a 250mb válidos para às 00h do dia 17/01/2008; (e)Campo de espalhamento da intensidade do vento em 250mb válidos para às 00h do dia 17/01/2008 (previsão de 72 horas) do ENSFI; (f) Campo de espalhamento da intensidade do vento em 250mb válidos para às 00h do dia 17/01/2008 (previsão de 72 horas) ENSCI-FRONT.....85

Figura 5.28 - Campos da previsão de 96 horas do ENSFI para vento em 925mb válidos para às 00h do dia 18/01/2008: (a)Análise verificada; (b)har-kuo-melo-24; (c)har-kuo-melo-12; (d)har-kuo-sma-24; (c)har-kuo-sma-12; (d)har-kain-melo-24; (e)har-kain-melo-12; (f)chen-kuo-melo-24; (g)chen-kuo-melo-12; (h)chen-kuo-sma-24; (i)chen-kuo-sma-12; (j)chen-kain-melo-24; (l)chen-kain-melo-12 (m)ensemble médio (ENSFI).....88

Figura 5.29 - Campos da previsão de 96 horas do ENSCI-FRONT para vento a 925mb válidos para às 00h do dia 18/01/2008: (a)Análise verificada; (b) membro de controle; (c) soma pert.24h; (d) soma pert.48h; (e) soma pert.72h; (f) soma pert.24h; (g) subtrai pert.48h; (h) subtrai pert.72h; (i)ensemble médio (ENSCI-FRONT).....89

Figura 5.30-Campos de espalhamento da intensidade do vento em 925mb válidos para às 00h do dia 18/01/2008 (previsão de 96 horas): (a)ENSFI; (b)ENSCI-FRONT.....90

Figura 5.31- (a)Análise verificada do vento a 250mb válidos para às 00h do dia 18/01/2008; (b) Previsão de 96 horas do membro de controle para o vento a 250mb válidos para às 00h do dia 18/01/2008 para o vento a 250mb válidos para às 00h do dia 18/01/2008; (c) Previsão de 96 horas do ensemble médio (ENSFI) para o vento a 500mb válidos para às 00h do dia 18/01/2008; (d) Previsão de 96 horas do ensemble médio (ENSCI-FRONT) para o vento a 250mb válidos para às 00h do dia 18/01/2008; (e)Campo de espalhamento da intensidade do vento em 250mb válidos para às 00h do dia 18/01/2008 (previsão de 96 horas) do ENSFI; (f) Campo de espalhamento da intensidade do vento em 250mb válidos para às 00h do dia 18/01/2008 (previsão de 96 horas) ENSCI-FRONT.....91

Figura 5.32– Campos da previsão de 24 horas do ENSFI para temperatura em 925mb válidos para às 00h do dia 15/01/2008: (a)Análise verificada; (b)har-kuo-melo-24; (c)har-kuo-melo-12; (d)har-kuo-sma-24; (e)har-kuo-sma-12; (f)har-kain-melo-24; (g)har-kain-melo-12; (h)chen-kuo-melo-24; (i)chen-kuo-melo-12; (j)chen-kuo-sma-24; (l)chen-kuo-sma-12; (m)chen-kain-melo-24; (n)chen-kain-melo-12 (o)ensemble médio (ENSFI).....95

Figura 5.33-Campos da previsão de 24 horas do ENSCI-FRONT para temperatura a 925mb válidos para às 00h do dia 15/01/2008: (a)Análise verificada; (b) membro de controle; (c) soma pert.24h; (d) soma pert.48h; (e) soma pert.72h; (f) soma pert.24h; (g) subtrai pert.48h; (h) subtrai pert.72h; (i)ensemble médio (ENSCI-FRONT).....96

Figura 5.34-Campos de espalhamento da temperatura em 925mb válidos para às 00h do dia 15/01/2008 (previsão de 24 horas): (a)ENSFI; (b)ENSCI-FRONT.....97

Figura 5.35- (a)Análise verificada da temperatura a 250mb válidos para às 00h do dia 15/01/2008; (b) Previsão de 24 horas do membro de controle para a temperatura a 250mb válidos para às 00h do dia 15/01/2008 para o vento a 250mb válidos para às 00h do dia 15/01/2008; (c) Previsão de 24 horas do ensemble médio (ENSFI) para o vento a 250mb válidos para às 00h do dia 15/01/2008; (d) Previsão de 24 horas do ensemble médio (ENSCI-FRONT) para o vento a 250mb válidos para às 00h do dia 15/01/2008; (e)Campo de espalhamento da intensidade do vento em 250mb válidos para às 00h do dia 15/01/2008 (previsão de 24 horas) do ENSFI; (f) Campo de espalhamento da intensidade do vento em 250mb válidos para às 00h do dia 15/01/2008 (previsão de 24 horas) ENSCI-FRONT.....98

Figura 5.36- Campos da previsão de 48 horas do ENSFI para temperatura em 925mb válidos para às 00h do dia 16/01/2008: (a)Análise verificada; (b)har-kuo-melo-24; (c)har-kuo-melo-12; (d)har-kuo-sma-24; (e)har-kuo-sma-12; (f)har-kain-melo-24; (g)har-kain-melo-12; (h)chen-kuo-melo-24; (i)chen-kuo-melo-12; (j)chen-kuo-sma-24; (l)chen-kuo-sma-12; (m)chen-kain-melo-24; (n)chen-kain-melo-12 (o)ensemble médio (ENSFI).....101

Figura 5.37-Campos da previsão de 48 horas do ENSCI-FRONT para temperatura a 925mb válidos para às 00h do dia 16/01/2008: (a)Análise verificada; (b) membro de controle; (c) soma pert.24h; (d) soma pert.48h; (e) soma pert.72h; (f) soma pert.24h; (g) subtrai pert.48h; (h) subtrai pert.72h; (i)ensemble médio (ENSCI-FRONT).....102

Figura 5.38-Campos de espalhamento da temperatura em 925mb válidos para às 00h do dia 16/01/2008 (previsão de 48 horas): (a)ENSFI; (b)ENSCI-FRONT.....103

Figura 5.39- (a)Análise verificada da temperatura a 250mb válidos para às 00h do dia 16/01/2008; (b) Previsão de 48 horas do membro de controle para a temperatura a 250mb válidos para às 00h do dia 16/01/2008 para o vento a 250mb válidos para às 00h do dia

16/01/2008; (c) Previsão de 48 horas do ensemble médio (ENSFI) para o vento a 250mb válidos para às 00h do dia 16/01/2008; (d) Previsão de 48 horas do ensemble médio (ENSCI-FRONT) para o vento a 250mb válidos para às 00h do dia 16/01/2008; (e) Campo de espalhamento da intensidade do vento em 250mb válidos para às 00h do dia 16/01/2008 (previsão de 48 horas) do ENSFI; (f) Campo de espalhamento da intensidade do vento em 250mb válidos para às 00h do dia 16/01/2008 (previsão de 48 horas) ENSCI-FRONT.....104

Figura 5.40- Campos da previsão de 72 horas do ENSFI para temperatura em 925mb válidos para às 00h do dia 17/01/2008: (a)Análise verificada; (b)har-kuo-melo-24; (c)har-kuo-melo-12; (d)har-kuo-sma-24; (e)har-kuo-sma-12; (f)har-kain-melo-24; (g)har-kain-melo-12; (h)chen-kuo-melo-24; (i)chen-kuo-melo-12; (j)chen-kuo-sma-24; (k)chen-kuo-sma-12; (l)chen-kain-melo-24; (m)chen-kain-melo-12 (m)ensemble médio (ENSFI).....108

Figura 5.41-Campos da previsão de 72 horas do ENSCI-FRONT para temperatura a 925mb válidos para às 00h do dia 17/01/2008: (a)Análise verificada; (b) membro de controle; (c) soma pert.24h; (d) soma pert.48h; (e) soma pert.72h; (f) soma pert.24h; (g) subtrai pert.48h; (h) subtrai pert.72h; (i)ensemble médio (ENSCI-FRONT).....109

Figura 5.42-Campos de espalhamento da temperatura em 925mb válidos para às 00h do dia 17/01/2008 (previsão de 48 horas): (a)ENSFI; (b)ENSCI-FRONT.....110

Figura 5.43- (a)Análise verificada da temperatura a 250mb válidos para às 00h do dia 17/01/2008; (b) Previsão de 72 horas do membro de controle para a temperatura a 250mb válidos para às 00h do dia 17/01/2008 para o vento a 250mb válidos para às 00h do dia 17/01/2008; (c) Previsão de 72 horas do ensemble médio (ENSFI) para o vento a 250mb válidos para às 00h do dia 17/01/2008; (d) Previsão de 72 horas do ensemble médio (ENSCI-FRONT) para o vento a 250mb válidos para às 00h do dia 17/01/2008; (e)Campo de espalhamento da intensidade do vento em 250mb válidos para às 00h do dia 17/01/2008 (previsão de 72 horas) do ENSFI; (f) Campo de espalhamento da intensidade do vento em 250mb válidos para às 00h do dia 17/01/2008 (previsão de 72 horas) ENSCI-FRONT.....111

Figura 5.44 - Campos da previsão de 96 horas do ENSFI para temperatura em 925mb válidos para às 00h do dia 18/01/2008: (a)Análise verificada; (b)har-kuo-melo-24; (c)har-kuo-melo-12; (d)har-kuo-sma-24; (e)har-kuo-sma-12; (f)har-kain-melo-24; (g)har-kain-melo-12; (h)chen-kuo-melo-24; (i)chen-kuo-melo-12; (j)chen-kuo-sma-24; (k)chen-kuo-sma-12; (l)chen-kain-melo-24; (m)chen-kain-melo-12 (o)ensemble médio (ENSFI).....115

Figura 5.45-Campos da previsão de 96 horas do ENSCI-FRONT para temperatura a 925mb válidos para às 00h do dia 18/01/2008: (a)Análise verificada; (b) membro de controle; (c)

soma pert.24h; (d) soma pert.48h; (e) soma pert.72h; (f) soma pert.24h; (g) subtrai pert.48h; (h) subtrai pert.72h; (i)ensemble médio (ENSCI-FRONT).....	116
Figura 5.46-Campos de espalhamento da temperatura em 925mb válidos para às 00h do dia 18/01/2008 (previsão de 96 horas): (a)ENSFI; (b)ENSCI-FRONT.....	117
Figura 5.47 - (a)Análise verificada da temperatura a 250mb válidos para às 00h do dia 18/01/2008; (b) Previsão de 96 horas do membro de controle para a temperatura a 250mb válidos para às 00h do dia 18/01/2008 para o vento a 250mb válidos para às 00h do dia 18/01/2008; (c) Previsão de 96 horas do ensemble médio (ENSFI) para o vento a 250mb válidos para às 00h do dia 18/01/2008; (d) Previsão de 96 horas do ensemble médio (ENSCI-FRONT) para o vento a 250mb válidos para às 00h do dia 18/01/2008; (e)Campo de espalhamento da intensidade do vento em 250mb válidos para às 00h do dia 18/01/2008 (previsão de 96 horas) do ENSFI; (f) Campo de espalhamento da intensidade do vento em 250mb válidos para às 00h do dia 18/01/2008 (previsão de 96 horas) ENSCI-FRONT.....	119
Figura 5.48-Campos de pressão na superfície válidos para às 00h do dia 15/01/2008: (a)Análise verificada; (b)har-kuo-melo-24; (c)har-kuo-melo-12; (d)har-kuo-sma-24; (e)har-kuo-sma-12; (f)har-kain-melo-24; (g)har-kain-melo-12; (h)chen-kuo-melo-24; (i)chen-kuo-melo-12; (j)chen-kuo-sma-24; (l)chen-kuo-sma-12; (m)chen-kain-melo-24; (n)chen-kain-melo-12 (o)ensemble médio (ENSFI).....	122
Figura 5.49-Campos de pressão na superfície válidos para às 00h do dia 15/01/2008: (a)Análise verificada; (b) membro de controle; (c) soma pert.24h; (e) soma pert.48h; (f) soma pert.72h; (g) soma pert.24h; (h) subtrai pert.48h; (i) subtrai pert.72h; (g)ensemble médio (ENSCI-FRONT).....	123
Figura 5.50-Campos de espalhamento da pressão na superfície válidos para às 00h do dia 15/01/2008 (previsão de 24 horas): (a)ENSFI; (b)ENSCI-FRONT.....	124
Figura 5.51 - Campos de pressão na superfície válidos para às 00h do dia 16/01/2008: (a)Análise verificada; (b)har-kuo-melo-24; (c)har-kuo-melo-12; (d)har-kuo-sma-24; (c)har-kuo-sma-12; (d)har-kain-melo-24; (e)har-kain-melo-12; (f)chen-kuo-melo-24; (g)chen-kuo-melo-12; (h)chen-kuo-sma-24; (i)chen-kuo-sma-12; (j)chen-kain-melo-24; (l)chen-kain-melo-12 (m)ensemble médio (ENSFI).....	125
Figura 5.52-Campos da previsão de 48 horas do ENSCI-FRONT para pressão na superfície válidos para às 00h do dia 16/01/2008: (a)Análise verificada; (b) membro de controle; (c) soma pert.24h; (d) soma pert.48h; (e) soma pert.72h; (f) soma pert.24h; (g) subtrai pert.48h; (h) subtrai pert.72h; (i)ensemble médio (ENSCI-FRONT).....	126

- Figura 5.53-Campos de espalhamento da pressão na superfície válidos para às 00h do dia 16/01/2008 (previsão de 48 horas): (a)ENSFI; (b)ENSCI-FRONT.....127
- Figura 5.54 - Campos da previsão de 72 horas do ENSFI para pressão na superfície válidos para às 00h do dia 17/01/2008: (a)Análise verificada; (b)har-kuo-melo-24; (c)har-kuo-melo-12; (d)har-kuo-sma-24; (e)har-kuo-sma-12; (f)har-kain-melo-24; (g)har-kain-melo-12; (h)chen-kuo-melo-24; (i)chen-kuo-melo-12; (j)chen-kuo-sma-24; (l)chen-kuo-sma-12; (m)chen-kain-melo-24; (n)chen-kain-melo-12 (o)ensemble médio (ENSFI).....129
- Figura 5.55-Campos da previsão de 72 horas do ENSCI-FRONT para pressão na superfície válidos para às 00h do dia 17/01/2008: (a)Análise verificada; (b) membro de controle; (c) soma pert.24h; (d) soma pert.48h; (e) soma pert.72h; (f) soma pert.24h; (g) subtrai pert.48h; (h) subtrai pert.72h; (i)ensemble médio (ENSCI-FRONT).....130
- Figura 5.56-Campos de espalhamento da pressão na superfície válidos para às 00h do dia 17/01/2008 (previsão de 72 horas): (a)ENSFI; (b)ENSCI-FRONT.....131
- Figura 5.57- Campos da previsão de 96 horas do ENSFI para pressão na superfície válidos para às 00h do dia 18/01/2008: (a)Análise verificada; (b)har-kuo-melo-24; (c)har-kuo-melo-12; (d)har-kuo-sma-24; (e)har-kuo-sma-12; (f)har-kain-melo-24; (g)har-kain-melo-12; (h)chen-kuo-melo-24; (i)chen-kuo-melo-12; (j)chen-kuo-sma-24; (l)chen-kuo-sma-12; (m)chen-kain-melo-24; (n)chen-kain-melo-12 (o)ensemble médio (ENSFI).....133
- Figura 5.58-Campos da previsão de 96 horas do ENSCI-FRONT para pressão na superfície válidos para às 00h do dia 18/01/2008: (a)Análise verificada; (b) membro de controle; (c) soma pert.24h; (d) soma pert.48h; (e) soma pert.72h; (f) soma pert.24h; (g) subtrai pert.48h; (h) subtrai pert.72h; (i)ensemble médio (ENSCI-FRONT).....134
- Figura 5.59-Campos de espalhamento da pressão na superfície válidos para às 00h do dia 18/01/2008 (previsão de 96 horas): (a)ENSFI; (b)ENSCI-FRONT.....135
- Figura 5.60-Localização das Plataformas de Coleta de Dados (PCDs) usada para avaliação do vento previsto pelo ENSFI e por ENSCI-FRONT em relação ao estado do Ceará , e, em azul claro, mapa de contorno do relevo.....137
- Figura 5.61 - Séries temporais da: (a) velocidade do vento a 10m de altura registrada pela PCD de Acopiara em comparação aos membros do ENSFI e o ensemble médio desses membros; (b) direção do vento a 10m de altura registrada pela PCD de Acopiara em comparação aos membros do ENSFI e o ensemble médio desses membros; (c) velocidade do vento a 10m de altura registrada pela PCD de Acopiara em comparação aos membros do ENSCI-FRONT e o ensemble médio desses membros; (d) direção do vento a 10m de altura

registrada pela PCD de Acopiara em comparação aos membros do ENSCI-FRONT e o ensemble médio desses membros.....138

Figura 5.62 - Séries temporais da: (a) velocidade do vento a 10m de altura registrada pela PCD de Beberibe em comparação aos membros do ENSFI e o ensemble médio desses membros; (b) direção do vento a 10m de altura registrada pela PCD de Beberibe em comparação aos membros do ENSFI e o ensemble médio desses membros; (c) velocidade do vento a 10m de altura registrada pela PCD de Beberibe em comparação aos membros do ENSCI-FRONT e o ensemble médio desses membros; (d) direção do vento a 10m de altura registrada pela PCD de Beberibe em comparação aos membros do ENSCI-FRONT e o ensemble médio desses membros.....140

Figura 5.63 - Séries temporais da: (a) velocidade do vento a 10m de altura registrada pela PCD de Crato em comparação aos membros do ENSFI e o ensemble médio desses membros; (b) direção do vento a 10m de altura registrada pela PCD de Crato em comparação aos membros do ENSFI e o ensemble médio desses membros; (c) velocidade do vento a 10m de altura registrada pela PCD de Crato em comparação aos membros do ENSCI-FRONT e o ensemble médio desses membros; (d) direção do vento a 10m de altura registrada pela PCD de Crato em comparação aos membros do ENSCI-FRONT e o ensemble médio desses membros.....142

Figura 5.64 - Séries temporais da: (a) velocidade do vento a 10m de altura registrada pela PCD de Granja em comparação aos membros do ENSFI e o ensemble médio desses membros; (b) direção do vento a 10m de altura registrada pela PCD de Granja em comparação aos membros do ENSFI e o ensemble médio desses membros; (c) velocidade do vento a 10m de altura registrada pela PCD de Granja em comparação aos membros do ENSCI-FRONT e o ensemble médio desses membros; (d) direção do vento a 10m de altura registrada pela PCD de Granja em comparação aos membros do ENSCI-FRONT e o ensemble médio desses membros.....144

Figura 5.65 - Séries temporais da: (a) velocidade do vento a 10m de altura registrada pela PCD de Ibaretama em comparação aos membros do ENSFI e o ensemble médio desses membros; (b) direção do vento a 10m de altura registrada pela PCD de Ibaretama em comparação aos membros do ENSFI e o ensemble médio desses membros; (c) velocidade do vento a 10m de altura registrada pela PCD de Ibaretama em comparação aos membros do ENSCI-FRONT e o ensemble médio desses membros; (d) direção do vento a 10m de altura registrada pela PCD de Ibaretama em comparação aos membros do ENSCI-FRONT e o ensemble médio desses membros.....146

Figura 5.66 - Séries temporais da: (a) velocidade do vento a 10m de altura registrada pela PCD de Itapipoca em comparação aos membros do ENSFI e o ensemble médio desses membros; (b) direção do vento a 10m de altura registrada pela PCD de Itapipoca em comparação aos membros do ENSFI e o ensemble médio desses membros; (c) velocidade do vento a 10m de altura registrada pela PCD de Itapipoca em comparação aos membros do ENSCI-FRONT e o ensemble médio desses membros; (d) direção do vento a 10m de altura registrada pela PCD de Itapipoca em comparação aos membros do ENSCI-FRONT e o ensemble médio desses membros.....148

Figura 5.67 - Séries temporais da: (a) velocidade do vento a 10m de altura registrada pela PCD de Maranguape em comparação aos membros do ENSFI e o ensemble médio desses membros; (b) direção do vento a 10m de altura registrada pela PCD de Maranguape em comparação aos membros do ENSFI e o ensemble médio desses membros; (c) velocidade do vento a 10m de altura registrada pela PCD de Maranguape em comparação aos membros do ENSCI-FRONT e o ensemble médio desses membros; (d) direção do vento a 10m de altura registrada pela PCD de Maranguape em comparação aos membros do ENSCI-FRONT e o ensemble médio desses membros.....151

Figura 5.68 - Séries temporais da: (a) velocidade do vento a 10m de altura registrada pela PCD de Pacajus em comparação aos membros do ENSFI e o ensemble médio desses membros; (b) direção do vento a 10m de altura registrada pela PCD de Pacajus em comparação aos membros do ENSFI e o ensemble médio desses membros; (c) velocidade do vento a 10m de altura registrada pela PCD de Pacajus em comparação aos membros do ENSCI-FRONT e o ensemble médio desses membros; (d) direção do vento a 10m de altura registrada pela PCD de Pacajus em comparação aos membros do ENSCI-FRONT e o ensemble médio desses membros.....152

Figura 5.69 - Séries temporais da: (a) velocidade do vento a 10m de altura registrada pela PCD de Pereiro em comparação aos membros do ENSFI e o ensemble médio desses membros; (b) direção do vento a 10m de altura registrada pela PCD de Pereiro em comparação aos membros do ENSFI e o ensemble médio desses membros; (c) velocidade do vento a 10m de altura registrada pela PCD de Pereiro em comparação aos membros do ENSCI-FRONT e o ensemble médio desses membros; (d) direção do vento a 10m de altura registrada pela PCD de Pereiro em comparação aos membros do ENSCI-FRONT e o ensemble médio desses membros.....155

Figura 5.70 - Séries temporais da: (a) velocidade do vento a 10m de altura registrada pela PCD de Quixadá em comparação aos membros do ENSFI e o ensemble médio desses

membros; (b) direção do vento a 10m de altura registrada pela PCD de Quixadá em comparação aos membros do ENSFI e o ensemble médio desses membros; (c) velocidade do vento a 10m de altura registrada pela PCD de Quixadá em comparação aos membros do ENSCI-FRONT e o ensemble médio desses membros; (d) direção do vento a 10m de altura registrada pela PCD de Quixadá em comparação aos membros do ENSCI-FRONT e o ensemble médio desses membros.....156

Figura 5.71 - Séries temporais da: (a) velocidade do vento a 10m de altura registrada pela PCD de Russas em comparação aos membros do ENSFI e o ensemble médio desses membros; (b) direção do vento a 10m de altura registrada pela PCD de Russas em comparação aos membros do ENSFI e o ensemble médio desses membros; (c) velocidade do vento a 10m de altura registrada pela PCD de Russas em comparação aos membros do ENSCI-FRONT e o ensemble médio desses membros; (d) direção do vento a 10m de altura registrada pela PCD de Russas em comparação aos membros do ENSCI-FRONT e o ensemble médio desses membros.....158

Figura 5.72-Localização das Plataformas de Coleta de Dados (PCDs) usada para avaliação da precipitação do ENSFI e do ENSCI-FRONT em relação ao estado do Ceará, e, em azul claro, mapa de contorno do relevo.....160

Figura 5.73- Comparação entre controle e o ensemble médio das duas técnicas para precipitação: (a) Ensemble médio do ENSCI-FRONT x Previsão de controle; (b) Ensemble médio do ENSFI x Previsão de controle.....161

Figura 5.74- Quantidade de vezes que as previsões são consideradas melhores (nas 15 PCDs e a cada 24 horas) entre os membros do ENSFI e o ensemble médio para precipitação acumulada a cada 24 horas. ....162

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1.1- Classificação das precipitações acumuladas em 24 horas em categorias e seus respectivos limiares.....	37
Tabela 4.1-Configurações do modelo usadas no ensemble de físico. Note que, para as previsões relativas a 18 Janeiro 2008 (96 horas), as simulações que combinaram Smagorinsky e Kain-Fritsch não ocorreram devido a problemas de instabilidade numérica, resultando em um conjunto de 12 membros.....	47
Tabela 4.2-Membros do ensemble de condição inicial.....	48
Tabela 5.1- Média e desvio padrão das diferenças previsão(válida para análise) menos análise espaciais de intensidade do vento para todos os níveis verticais do modelo regional.....	52
Tabela 5.2 - Índices estatísticos da previsão de 24 horas da intensidade do vento em diferentes níveis de pressão dos membros do ENSFI em comparação análise verificada no dia 15/01/2008 as 00h.....	72
Tabela 5.3-Índices estatísticos da previsão de 24 horas da intensidade do vento em diferentes níveis de pressão dos membros do ENSCI-FRONT em comparação análise verificada no dia 15/01/2008 as 00h.....	73
Tabela 5.4 - Índices estatísticos da previsão de 48 horas da intensidade do vento em diferentes níveis de pressão dos membros do ENSFI em comparação análise verificada no dia 16/01/2008 as 00h.....	79
Tabela 5.5 - Índices estatísticos da previsão de 48 horas da intensidade do vento em diferentes níveis de pressão dos membros do ENSCI-FRONT em comparação análise verificada no dia 16/01/2008 as 00h.....	80
Tabela 5.6 - Índices estatísticos da previsão de 72 horas da intensidade do vento em diferentes níveis de pressão dos membros do ENSFI em comparação análise verificada no dia 17/01/2008 as 00h.....	86
Tabela 5.7 - Índices estatísticos da previsão de 72 horas da intensidade do vento em diferentes níveis de pressão dos membros do ENSCI-FRONT em comparação análise verificada no dia 17/01/2008 as 00h.....	87
Tabela 5.8 - Índices estatísticos da previsão de 96 horas da intensidade do vento em diferentes níveis de pressão dos membros do ENSFI em comparação análise verificada no dia 18/01/2008 as 00h.....	92

Tabela 5.9 - Índices estatísticos da previsão de 96 horas da intensidade do vento em diferentes níveis de pressão dos membros do ENSCI-FRONT em comparação análise verificada no dia 18/01/2008 as 00h.....	93
Tabela 5.10-Índices estatísticos da previsão de 24 horas da temperatura em diferentes níveis de pressão dos membros do ENSFI em comparação análise verificada no dia 15/01/2008 as 00h.....	98
Tabela 5.11-Índices estatísticos da previsão de 24 horas da temperatura em diferentes níveis de pressão dos membros do ENSCI-FRONT em comparação análise verificada no dia 15/01/2008 as 00h.....	100
Tabela 5.12-Índices estatísticos da previsão de 48 horas da temperatura em diferentes níveis de pressão dos membros do ENSFI em comparação análise verificada no dia 16/01/2008 as 00h.....	105
Tabela 5.13-Índices estatísticos da previsão de 48 horas da temperatura em diferentes níveis de pressão dos membros do ENSFI em comparação análise verificada no dia 16/01/2008 as 00h.....	106
Tabela 5.14-Índices estatísticos da previsão de 72 horas da temperatura em diferentes níveis de pressão dos membros do ENSFI em comparação análise verificada no dia 17/01/2008 as 00h.....	112
Tabela 5.15-Índices estatísticos da previsão de 72 horas da temperatura em diferentes níveis de pressão dos membros do ENSCI-FRONT em comparação análise verificada no dia 17/01/2008 as 00h.....	113
Tabela 5.16-Índices estatísticos da previsão de 96 horas da temperatura em diferentes níveis de pressão dos membros do ENSFI em comparação análise verificada no dia 18/01/2008 as 00h.....	117
Tabela 5.17-Índices estatísticos da previsão de 96 horas da temperatura em diferentes níveis de pressão dos membros do ENSCI-FRONT em comparação análise verificada no dia 18/01/2008 as 00h.....	120
Tabela 5.18-Índices estatísticos da previsão de 24 horas da pressão na superfície dos membros do ENSFI em comparação análise verificada no dia 15/01/2008.....	124
Tabela 5.19-Índices estatísticos da previsão 24 horas da pressão na superfície dos membros do ENSCI-FRONT em comparação análise verificada no dia 15/01/2008 as 00h.....	125
Tabela 5.20-Índices estatísticos da previsão de 48 horas da pressão na superfície dos membros do ENSFI em comparação em comparação análise verificada no dia 16/01/2008 as 00h.....	128

Tabela 5.21-Índices estatísticos da previsão 48 horas da pressão na superfície dos membros do ENSCI-FRONT em comparação em comparação análise verificada no dia 16/01/2008 as 00h.....	128
Tabela 5.22-Índices estatísticos da previsão de 72 horas da pressão na superfície dos membros do ENSFI em comparação análise verificada no dia 17/01/2008 as 00h.....	131
Tabela 5.23-Índices estatísticos da previsão 72 horas da pressão na superfície dos membros do ENSCI-FRONT em comparação análise verificada no dia 17/01/2008 as 00h.....	132
Tabela 5.24-Índices estatísticos da previsão de 96 horas da pressão na superfície dos membros do ENSFI em comparação análise verificada no dia 18/01/2008 as 00h.....	135
Tabela 5.25-Índices estatísticos da previsão de 96 horas da pressão na superfície dos membros do ENSCI-FRONT em comparação análise verificada no dia 18/01/2008 as 00h.....	136
Tabela 5.26- Índices estatísticos da previsão da intensidade e direção do vento dos membros do ENSFI para a localidade de Acopiara em comparação aos valores registrados pela PCD dessa localidade.....	138
Tabela 5.27-Índices estatísticos da previsão da intensidade e direção do vento dos membros do ENSCI-FRONT para a localidade de Acopiara em comparação aos valores registrados pela PCD dessa localidade.....	139
Tabela 5.28-Índices estatísticos da previsão da intensidade e direção do vento dos membros do ENSFI para a localidade de Beberibe em comparação aos valores registrados pela PCD dessa localidade.....	140
Tabela 5.29-Índices estatísticos da previsão da intensidade e direção do vento dos membros do ENSCI-FRONT para a localidade de Beberibe em comparação aos valores registrados pela PCD dessa localidade.....	141
Tabela 5.30-Índices estatísticos da previsão da intensidade e direção do vento dos membros do ENSFI para a localidade de Crato em comparação aos valores registrados pela PCD dessa localidade.....	143
Tabela 5.31-Índices estatísticos da previsão da intensidade e direção do vento dos membros do ENSCI-FRONT para a localidade de Crato em comparação aos valores registrados pela PCD dessa localidade.....	143
Tabela 5.32-Índices estatísticos da previsão da intensidade e direção do vento dos membros do ENSFI para a localidade de Granja em comparação aos valores registrados pela PCD dessa localidade.....	145

Tabela 5.33-Índices estatísticos da previsão da intensidade e direção do vento dos membros do ENSCI-FRONT para a localidade de Granja em comparação aos valores registrados pela PCD dessa localidade.....	145
Tabela 5.34-Índices estatísticos da previsão da intensidade e direção do vento dos membros do ENSFI para a localidade de Ibaretama em comparação aos valores registrados pela PCD dessa localidade.....	147
Tabela 5.35-Índices estatísticos da previsão da intensidade e direção do vento dos membros do ENSCI-FRONT para a localidade de Ibaretama em comparação aos valores registrados pela PCD dessa localidade.....	147
Tabela 5.36-Índices estatísticos da previsão da intensidade e direção do vento dos membros do ENSFI para a localidade de Itapipoca em comparação aos valores registrados pela PCD dessa localidade.....	149
Tabela 5.37-Índices estatísticos da previsão da intensidade e direção do vento dos membros do ENSCI-FRONT para a localidade de Itapipoca em comparação aos valores registrados pela PCD dessa localidade.....	150
Tabela 5.38-Índices estatísticos da previsão da intensidade e direção do vento dos membros do ENSFI para a localidade de Maranguape em comparação aos valores registrados pela PCD dessa localidade.....	150
Tabela 5.39-Índices estatísticos da previsão da intensidade e direção do vento dos membros do ENSCI-FRONT para a localidade de Itapipoca em comparação aos valores registrados pela PCD dessa localidade.....	152
Tabela 5.40-Índices estatísticos da previsão da intensidade e direção do vento dos membros do ENSFI para a localidade de Pacajus em comparação aos valores registrados pela PCD dessa localidade.....	153
Tabela 5.41-Índices estatísticos da previsão da intensidade e direção do vento dos membros do ENSCI-FRONT para a localidade de Pacajus em comparação aos valores registrados pela PCD dessa localidade.....	153
Tabela 5.42-Índices estatísticos da previsão da intensidade e direção do vento dos membros do ENSFI para a localidade de Pereiro em comparação aos valores registrados pela PCD dessa localidade.....	154
Tabela 5.43-Índices estatísticos da previsão da intensidade e direção do vento dos membros do ENSCI-FRONT para a localidade de Pereiro em comparação aos valores registrados pela PCD dessa localidade.....	156

Tabela 5.44-Índices estatísticos da previsão da intensidade e direção do vento dos membros do ENSFI para a localidade de Quixadá em comparação aos valores registrados pela PCD dessa localidade.....	157
Tabela 5.45-Índices estatísticos da previsão da intensidade e direção do vento dos membros do ENSCI-FRONT para a localidade de Quixadá em comparação aos valores registrados pela PCD dessa localidade.....	158
Tabela 5.46-Índices estatísticos da previsão da intensidade e direção do vento dos membros do ENSFI para a localidade de Russas em comparação aos valores registrados pela PCD dessa localidade.....	159
Tabela 5.47-Índices estatísticos da previsão da intensidade e direção do vento dos membros do ENSCI-FRONT para a localidade de Russas em comparação aos valores registrados pela PCD dessa localidade.....	159
Tabela 5.48-Previsão de precipitação do ENSFI para a localidade de Acopiara, probabilidade de precipitação e a precipitação observada na PCD de Acopiara.....	163
Tabela 5.49-Previsão de precipitação do ENSCI-FRONT para a localidade de Acopiara, probabilidade de precipitação e a precipitação observada na PCD de Acopiara.....	163
Tabela 5.50-Previsão de precipitação do ENSFI para a localidade de Aratuba, probabilidade de precipitação e a precipitação observada na PCD de Aratuba.....	164
Tabela 5.51-Previsão de precipitação do ENSCI-FRONT para a localidade de Aratuba, probabilidade de precipitação e a precipitação observada na PCD de Aratuba.....	164
Tabela 5.52-Previsão de precipitação do ENSFI para a localidade de Barroquinha, probabilidade de precipitação e a precipitação observada na PCD de Barroquinha.....	165
Tabela 5.53-Previsão de precipitação do ENSCI-FRONT para a localidade de Barroquinha, probabilidade de precipitação e a precipitação observada na PCD de Barroquinha.....	166
Tabela 5.54-Previsão de precipitação do ENSFI para a localidade de Ibareta, probabilidade de precipitação e a precipitação observada na PCD de Ibareta.....	166
Tabela 5.55-Previsão de precipitação do ENSCI-FRONT para a localidade de Ibareta, probabilidade de precipitação e a precipitação observada na PCD de Ibareta.....	167
Tabela 5.56-Previsão de precipitação do ENSFI para a localidade de Ipu, probabilidade de precipitação e a precipitação observada na PCD de Ipu.....	167
Tabela 5.57-Previsão de precipitação do ENSCI-FRONT para a localidade de Ipu, probabilidade de precipitação e a precipitação observada na PCD de Ipu.....	168

Tabela 5.58-Previsão de precipitação do ENSFI para a localidade de Itaiçaba, probabilidade de precipitação e a precipitação observada na PCD de Itaiçaba.....	169
Tabela 5.59-Previsão de precipitação do ENSCI-FRONT para a localidade de Itaiçaba, probabilidade de precipitação e a precipitação observada na PCD de Itaiçaba.....	169
Tabela 5.60-Previsão de precipitação do ENSFI para a localidade de Itapipoca, probabilidade de precipitação e a precipitação observada na PCD de Itapipoca.....	170
Tabela 5.61-Previsão de precipitação do ENSCI-FRONT para a localidade de Itapipoca, probabilidade de precipitação e a precipitação observada na PCD de Itapipoca.....	170
Tabela 5.62-Previsão de precipitação do ENSFI para a localidade de Maranguape, probabilidade de precipitação e a precipitação observada na PCD de Maranguape.....	171
Tabela 5.63-Previsão de precipitação do ENSCI-FRONT para a localidade de Maranguape, probabilidade de precipitação e a precipitação observada na PCD de Maranguape.....	171
Tabela 5.64-Previsão de precipitação do ENSFI para a localidade de Meruoca, probabilidade de precipitação e a precipitação observada na PCD de Maranguape.....	172
Tabela 5.65-Previsão de precipitação do ENSCI-FRONT para a localidade de Meruoca, probabilidade de precipitação e a precipitação observada na PCD de Meruoca.....	172
Tabela 5.66-Previsão de precipitação do ENSFI para a localidade de Pacajus, probabilidade de precipitação e a precipitação observada na PCD de Pacajus.....	173
Tabela 5.67-Previsão de precipitação do ENSCI-FRONT para a localidade de Pacajus, probabilidade de precipitação e a precipitação observada na PCD de Pacajus.....	174
Tabela 5.68-Previsão de precipitação do ENSFI para a localidade de Perreiro, probabilidade de precipitação e a precipitação observada na PCD de Perreiro.....	174
Tabela 5.69-Previsão de precipitação do ENSFI para a localidade de Perreiro, probabilidade de precipitação e a precipitação observada na PCD de Perreiro.....	175
Tabela 5.70-Previsão de precipitação do ENSFI para a localidade de Santana do Cariri, probabilidade de precipitação e a precipitação observada na PCD de Cariri.....	175
Tabela 5.71-Previsão de precipitação do ENSCI-FRONT para a localidade de Santana do Cariri, probabilidade de precipitação e a precipitação observada na PCD de Santana do Cariri.....	176
Tabela 5.72-Previsão de precipitação do ENSFI para a localidade de Senador Pompeu, probabilidade de precipitação e a precipitação observada na PCD de Senador Pompeu.....	177
Tabela 5.73-Previsão de precipitação do ENSCI-FRONT para a localidade de Senador Pompeu, probabilidade de precipitação e a precipitação observada na PCD de Senador Pompeu.....	177

Tabela 5.74-Previsão de precipitação do ENSFI para a localidade de Taboleiro do Norte, probabilidade de precipitação e a precipitação observada na PCD de Taboleiro do Norte.....	178
Tabela 5.75-Previsão de precipitação do ENSCI-FRONT para a localidade de Taboleiro do Norte, probabilidade de precipitação e a precipitação observada na PCD de Taboleiro do Norte.....	179
Tabela 5.76-Previsão de precipitação do ENSFI para a localidade de Taboril, probabilidade de precipitação e a precipitação observada na PCD de Taboril.....	179
Tabela 5.77-Previsão de precipitação do ENSCI-FRONT para a localidade de Taboril, probabilidade de precipitação e a precipitação observada na PCD de Taboril.....	179

## SUMÁRIO

<b>AGRADECIMENTOS</b> .....	5
<b>RESUMO</b> .....	7
<b>ABSTRACT</b> .....	8
<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	9
<b>LISTA DE TABELAS</b> .....	20
<b>SUMÁRIO</b> .....	27
<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	29
<b>2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	31
2.1-A Previsão por conjunto.....	31
2.2-Métodos de Geração das Condições Iniciais do Ensemble.....	34
2.3-Produtos da previsão por conjunto.....	36
2.4-Importância da Previsão do Tempo por Conjunto para o Setor Energético.....	37
<b>3. O MODELO NUMÉRICO REGIONAL</b> .....	39
3.1-O modelo regional RAMS.....	39
3.2 Equações Básicas do modelo regional RAMS.....	39
3.3-Condições iniciais e condições de contorno.....	41
3.4-Estrutura das grades e região estudada.....	42
3.5-Parametrizações de convecção do modelo regional.....	43
3.6-Parametrização de microfísica do modelo regional.....	44
3.7-Parametrizações de turbulência do modelo regional.....	44
3.8-Parametrizações de radiação do modelo regional.....	45
<b>4-METODOLOGIA</b> .....	46
4.1-Ensemble físico (ENSFI).....	46
4.2-Metodologia utilizada para Geração das Condições Iniciais Perturbadas ENSCI.....	47
4.3-Metodologia utilizada para Geração das Condições Iniciais e fronteiras Perturbadas do ENSCI-FRONT.....	49
4.4-Índices estatísticos.....	49
4.6 Dados observados usados para a validação das técnicas de ensemble.....	51
<b>5- RESULTADOS</b> .....	52
5.1-Perturbações iniciais.....	52

5.2-Condições iniciais.....	57
5.3-Espalhamento.....	61
5.3.1-Vento.....	61
5.3.2-Temperatura.....	64
5.3.3-Pressão na superfície.....	65
5.3.4-Precipitação acumulada.....	66
5.4 - Previsões comparada a análise verificada.....	67
5.4.1 - Previsões para vento.....	67
5.4.2-Previsões para temperatura em comparação a análise verificada.....	94
5.4.3-Previsões para pressão na superfície em comparação a análise verificada.....	120
5.4.4-Previsões para vento (em 10 metros de altura) em comparação aos dados observados na PCDs.....	136
5.4.5-Previsões de precipitação em comparação aos dados observados na PCDs.....	160
<b>6. CONCLUSÕES.....</b>	<b>180</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>184</b>
<b>ANEXO A.....</b>	<b>188</b>
<b>ANEXO B.....</b>	<b>201</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A previsão do tempo é uma estimativa do comportamento médio da atmosfera buscando antecipar as condições meteorológicas futuras. O comportamento da atmosfera é governado por leis físicas que são expressas em equações matemáticas. Tais equações, entretanto, possuem muitas variáveis e não apresentam solução analítica para valores futuros. Por essa razão, são utilizadas técnicas de modelagem numérica, dando origem aos *modelos numéricos de previsão*. Estes modelos meteorológicos podem ser globais ou regionais. Quando as equações são resolvidas sobre todo o globo sem ater-se às particularidades de cada região, temos um modelo global. Estes modelos são utilizados não somente para previsão atmosférica, mas também para estudos climáticos de escala global como a ação de poluentes na camada de ozônio ou a influência do fenômeno El Niño no clima global. Vários centros de previsão do tempo no mundo executam modelos globais, dentre os quais podem ser destacados: NCEP (National Centers for Environmental Prediction), ECMWF (European Centre For Medium Range Weather Forecast), JMA (Japan Meteorological Agency) e CPTEC (Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos).

Os modelos regionais trabalham sobre uma área geográfica menor, podendo trabalhar com uma resolução maior, o que permite tratar mais detalhadamente fatores locais como a topografia e a hidrografia. Apesar disso, são similares aos modelos globais, pois também resolvem equações que governam o movimento atmosférico e são operacionalmente dependentes destes, utilizando, como condições de fronteira, dados obtidos de um modelo global.

Os modelos numéricos da atmosfera resolvem as equações do fluido através de aproximações. Alguns processos não conseguem ser explicitamente resolvidos nas grades usuais de modelos atmosféricos, como a turbulência, as trocas radiativas, os processos microfísicos, a interação com a superfície, etc. Tais processos são usualmente parametrizados. Neste caso, parametrizações físicas são aproximações dos processos físicos cujas dimensões são menores do que aquelas representadas pela resolução do modelo, de modo que esses processos são simulados através de funções de outros parâmetros representados pelo modelo, especialmente quando seus efeitos médios não são desprezíveis.

A limitação no acerto das previsões dos modelos dinâmicos para a previsão numérica do tempo, não é associada somente ao tratamento inadequado dos fenômenos físicos da atmosfera, embora estes sejam suficientes para reduzir o prazo das previsões. Lorenz

(1963,1965) observou que as equações que governam os movimentos atmosféricos apresentam sensível dependência em relação à condição inicial, ou seja, pequenos erros nas condições iniciais, após algum tempo de integração, podem ocasionar grandes erros nas previsões futuras. Estes erros vieram a ser chamados de “caóticos” devido ao comportamento irregular que apresentavam. Assim, de acordo com a Teoria do Caos, fatores insignificantes podem amplificar-se temporalmente de forma a mudar radicalmente um estado da atmosfera.

Os modelos atmosféricos determinísticos apresentam deficiência quando simulam médios ou longos períodos, apresentando previsões que podem diferir bastante da realidade. Isto se deve ao comportamento caótico da atmosfera e às aproximações físicas associadas ao modelo (métodos numéricos ou parametrizações físicas). No caso de modelos regionais também existe incerteza proveniente das condições fornecidas pelo modelo global para as fronteiras laterais do modelo. As incertezas associadas às condições iniciais da atmosfera diminuem a confiabilidade da previsão determinística, mostrando a necessidade de métodos probabilísticos para descrever adequadamente o comportamento caótico da atmosfera.

A técnica de previsão por conjunto (ensemble) surge como uma forma de tratar erros cometidos na geração das condições iniciais da atmosfera e causados pelas deficiências do modelo, buscando ampliar o prazo de previsão do modelo e obter melhores previsões numéricas de tempo (Toth e Kalnay,1993, Hou et.al, 2001).

O objetivo do presente estudo é propor, implementar e realizar uma primeira avaliação de um sistema de previsão por conjunto para a região nordeste brasileira. No capítulo 2 é feita a revisão da literatura onde se objetiva descrever os aspectos relevantes da previsão por conjunto. No capítulo 3 é realizada uma descrição do modelo de meso-escala utilizado (RAMS, versão 6.0). No capítulo 4 são descritos os métodos para gerar os conjuntos de previsões implementados neste trabalho, além de uma breve discussão dos índices estatísticos usados para a avaliação dos resultados. Os resultados obtidos são apresentados no capítulo 5. No capítulo 6 são apresentadas as conclusões e os trabalhos futuros.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1-A Previsão por conjunto

A previsão por conjunto é uma técnica de previsão que considera uma série de condições iniciais perturbadas a partir da análise tradicional ou um conjunto de situações com o modelo um pouco modificado ou ainda previsões a partir de um conjunto de modelos distintos.

No caso das perturbações às condições iniciais considera-se que os modelos sejam perfeitos, admitindo-se somente a incerteza associada à condição inicial, gerando-se um conjunto de estados iniciais distintos e obtendo-se um conjunto de previsões através da integração do modelo a partir de cada um desses estados. Dessa forma, a previsão por conjunto exige uma rodada do modelo para cada estado inicial, sendo a previsão obtida a partir da análise tradicional denominada previsão de controle. Cada uma dessas simulações quando analisadas separadamente são consideradas determinísticas. Além disso, conforme indica a figura 2.1, para períodos muito curtos de tempo (previsão intermediária), as soluções são muito próximas entre si, de modo que a sensibilidade à condição inicial é pequena. Ao se considerar um maior período, observa-se uma série de soluções distintas plausíveis, sendo possível perceber o comportamento caótico da atmosfera. A partir do conjunto de previsões encontradas são analisados os dados para que se obtenha um resultado estatístico da situação futura da atmosfera.

Nas últimas décadas, os principais centros de previsão numérica do tempo vêm desenvolvendo técnicas de previsão por ensemble. Demonstrando esta ser uma ferramenta muito útil para previsões a médios prazos, o ECMWF e NCEP implementaram operacionalmente a previsão por conjunto em 1992. Já no Brasil esta ferramenta foi implementada em outubro de 2001 no CPTEC/INPE, com origem na dissertação de mestrado de Coutinho (1999), onde foi destacado que a previsão por conjunto de um modelo global atmosférico poderia trazer benefícios na sua previsão a médios prazos para certas regiões do globo, especialmente na América do Sul.

Recentemente também foram criadas algumas metodologias de previsão por ensemble para modelos de mesoescala explorando a incerteza associada às imperfeições do modelo. Essas incertezas físicas do modelo são associadas à representação imperfeita de processos atmosféricos no modelo (Tribbia e Baumhefner 1988). Como o tempo e o espaçamento de

grade são reduzidos do modelo global para os modelos de mesoescala, estes diferem em alguns aspectos na verificação da previsão. Por exemplo, nos modelos de maior escala, a verificação de previsão está principalmente preocupada com a colocação geral de características de escala sinótica, a dinâmica de qual é incluído as equações de movimento que formam a base do modelo numérico. Porém, nos modelos de mesoescala, a verificação da previsão está principalmente preocupada com os efeitos locais, a quantidade de precipitação e outros parâmetros de tempo que são afetados freqüentemente e diretamente pelas suposições que servem de base para as parametrizações que representam processos físicos. A existência de uma diversidade de parametrizações torna difícil afirmar qual esquema é claramente melhor que os outros.

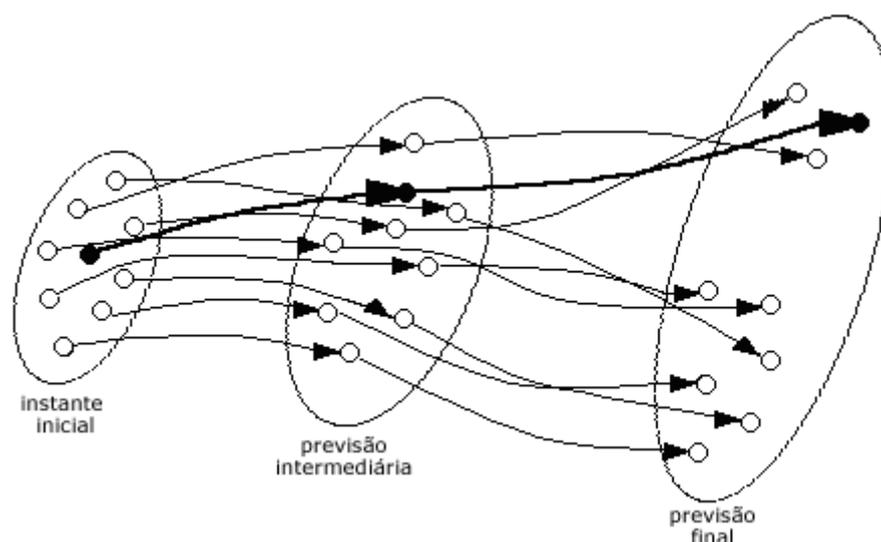


Figura 2.1 – Representação esquemática do conceito de previsão por conjunto. As linhas com setas representam a evolução das condições iniciais da atmosfera e têm origem na elipse que representa a distribuição estatística desses estados, que são muito próximos entre si. A previsão determinística é representada pela linha mais grossa (uma única previsão). Numa previsão intermediária os elementos ainda são razoavelmente similares. Na previsão final, alguns elementos sofrem grandes mudanças e representam trajetórias da evolução qualitativamente distintas. Todas as trajetórias são plausíveis e não há como saber com antecedência qual a melhor.

Fonte: Coutinho, 1999 adaptada de Wilks, 1995.

Na técnica de previsão por conjunto, uma forma de lidar com essas incertezas físicas é rodar o modelo com diferentes parametrizações dos processos físicos em escala de sub-grade. Por exemplo, em Stensrud et al. (1998), cada simulação com um diferente esquema de convecção representa um membro do ensemble, e do tratamento estatístico desse conjunto de previsões, tem-se uma estimativa do estado da atmosfera. Já em Bustamante e Chou (2006), são testadas duas metodologias de ensemble regional. Na primeira (um ensemble de condição inicial), a partir dos 15 membros do ensemble do modelo global CPTEC, é feita uma análise de cluster que seleciona 4 membros mais o membro de controle para servirem de condições

iniciais e de contorno para o ensemble regional. A segunda metodologia enfatiza as características físicas do modelo regional, combinando esquemas de superfície e parametrizações de convecção. Os resultados encontrados indicam uma melhoria nas previsões para as duas metodologias utilizadas combinadas com um aumento de resolução das grades horizontais para o caso de precipitação intensa ocorrida em 9 de abril de 2006 na região de Caraguaratuba.

Uma pergunta fundamental que permanece sem ser respondida é o valor relativo de um conjunto de previsões com uma resolução de mesoscala que não inviabilize o seu custo computacional, (que como exemplo poderia ser de 20-40 km), comparado a um número muito menor de previsões a resolução consideravelmente mais alta (1-3 km, por exemplo) e custo computacional semelhante. A resposta para esta pergunta tem implicações de longo alcance, levando vários centros (NCEP, CPTEC, JMA, etc.) a investirem em pesquisa científica e aquisição de tecnologia, ao mesmo tempo em que buscam uma resposta para obter o máximo proveito dos recursos disponíveis.

Uma outra maneira de criar o ensemble é o conjunto de multi-modelo (super-conjuntos). Krishnamurti et al. (1999) mostrou que esta metodologia de ensemble pode corrigir erros sistemáticos, resultando em melhorias significativas na previsão do tempo, inclusive de eventos severos. O conjunto de multi-modelos tem origem no uso de modelos com diferentes “skill”, assumindo que as previsões de controle geradas por diferentes modelos representam bastante bem incertezas associadas às condições iniciais da atmosfera. A suposição básica aqui é que ao associar modelos que estiverem diferindo amplamente, então a previsão é muito incerta, enquanto se as previsões desse ensemble apresentarem pequena dispersão, isto significa que esta situação de tempo particular pode ser prevista com boa precisão.

Hou et.al (2001) avaliou quatro ensembles diferentes de modelos regionais para a mesma região dos Estados Unidos durante um projeto de previsão numérica chamado de SAMEX (Storm and Mesoscale Ensemble Experiment). Dois desses ensembles usaram o modelo global NCEP com modelos regionais distintos: o modelo regional Eta e o RSM (Regional Spectral Model), utilizando para perturbação das condições iniciais o método “breeding growing modes”. O terceiro conjunto utilizou o MM5 do NSSL (National Severe Storm Laboratory) com o método de Monte Carlo (Leith, 1974) e diferentes combinações de parametrizações físicas para geração das perturbações. O quarto conjunto utilizou o modelo ARPS do CAPS (Center for Analysis and Prediction of Storms) e como método de perturbação inicial o “scaled lagged average forecasting” (Hoffman e Kalnay, 1983 e Dalcher

et.al, 1987). Alguns problemas com cada sistema individualmente foram claramente identificados. Por exemplo, o sistema de NSSL teve um forte desequilíbrio no início das rodadas; o conjunto gerado usando o modelo regional Eta rodado a partir do modelo global do NCEP apresentou um espalhamento muito pequeno para a precipitação; já o ensemble gerado com o modelo ARPS e o “scaled lagged average forecasting”apresentou pequeno crescimento no espalhamento e erros de viés na temperatura em baixos níveis, o que segundo os autores podia estar associado à representação inadequada, pelo modelo do CAPS, dos fenômenos de superfície. Foi avaliado também um conjunto de multi-modelos das rodadas acima, que resultou na melhor previsão. Isso provavelmente se deve ao fato de que a previsão desse ensemble de múltiplos sistemas de previsão representa tanto as incertezas presentes nas condições iniciais quanto as associadas às deficiências dos modelos. Os autores apontaram também a importância para ensembles regionais do uso de perturbações na física dos modelos regionais, com condições de fronteira consistentes com as perturbações nas condições iniciais.

## **2.2-Métodos de Geração das Condições Iniciais do Ensemble**

Um dos principais focos da previsão por conjunto é a criação das condições iniciais perturbadas, estas são geradas tipicamente usando a análise de controle (tradicional) como a melhor estimativa do verdadeiro estado inicial da atmosfera e acrescentando perturbações a esta análise para definir as outras condições iniciais.

Por ser um sistema caótico a geração das condições iniciais da atmosfera é essencial para a qualidade da previsão resultante do modelo. É importante que o método de geração de condições iniciais utilizado represente bem a incerteza associada ao estado inicial da atmosfera e mantenha dentro da amplitude do conjunto de previsões dos membros do ensemble o estado real futuro da atmosfera.

O primeiro método a ser utilizado foi o de Monte Carlo (Leith, 1974), que consiste em adicionar pequenas perturbações randômicas à análise tradicional obtida pela assimilação de dados, comparáveis aos erros de previsão. Para cada membro do conjunto de condições iniciais obtido é feita uma simulação do modelo e obtém-se um conjunto de previsões. Esse método sugere que de forma ideal seriam necessárias infinitas condições iniciais para descrever todos os estados possíveis da atmosfera, entretanto, cada termo do ensemble constitui uma rodada do modelo, o que demandaria um tempo computacional impraticável. É importante notar também que algumas dessas condições iniciais podem resultar em previsões muito semelhantes entre si, de modo que seria muito vantajoso ter-se um método de

estabelecer à priori quais as perturbações iniciais que deverão crescer mais rapidamente durante a integração do modelo.

Na tentativa de diminuir a quantidade de previsões geradas, a partir da seleção das perturbações mais instáveis, surgiram outros métodos, dentre eles pode ser destacado o “lagged-average forecasting” (Hoffman e Kalnay, 1983 e Dalcher et.al,1987), que consiste em obter previsões de simulações anteriores do modelo válidas para o horário de interesse. Para este caso, as perturbações são as diferenças entre cada uma das previsões anteriores válidas para o horário da análise e a análise. A vantagem deste método é que as perturbações são geradas a partir de previsões reais, influenciadas, portanto, pelo fluxo atmosférico corrente, de modo que as perturbações obtidas estão associadas a erros que crescem no modelo na situação atmosférica considerada (Kalnay, 2004). Contudo, esse método tem a desvantagem que as previsões geradas a partir de perturbações mais antigas em geral apresentam uma amplitude de erro maior em relação aos outros membros com perturbações de horários posteriores (Toth e Kalnay,1993). Uma maneira de minimizar este problema é utilizar pesos diferentes para cada membro do ensemble.

Atualmente, o NCEP utiliza operacionalmente para geração de condições iniciais o método denominado “Breeding of Growing Modes” (Toth e Kalnay, 1993), enquanto o ECMWF utiliza o denominado “Singular Vectors” (Buizza e Palmer, 1995). O primeiro roda o modelo para gerar previsões de curto prazo a partir da análise e desta associada com pequenas perturbações, calcula a diferença entre as previsões geradas e reescala para a amplitude inicial, repetindo sucessivamente o processo utilizando o campo das diferenças como perturbação para a análise, sendo que depois de várias repetições desse procedimento o método seleciona as perturbações ótimas (de crescimento mais rápido). Já o segundo utiliza as primeiras horas do prazo de previsão do modelo, em que os erros ainda são pequenos e têm um crescimento aproximadamente linear, utilizando um procedimento matemático para estimar os modos de crescimento mais rápido para os erros associados à condição inicial.

O método utilizado no CPTEC para a geração das condições iniciais perturbadas é baseado no método aplicado por Zhang e Krishnamurti (1999) ao modelo global da Florida State University, nos Estados Unidos, proposto inicialmente para previsão de furacões. Este método, denominado “EOF-based perturbation method”, baseia-se no fato de que nas primeiras horas de integração do modelo, a perturbação cresce linearmente. Uma análise de EOF é aplicada à série temporal formada pelos sucessivos campos de diferenças entre previsões geradas a partir da análise tradicional e da análise com perturbações randômicas, com a finalidade de encontrar as perturbações ótimas. As perturbações ótimas são

reescaladas e adicionadas e subtraídas da análise, de modo a construir o conjunto de estados iniciais.

### 2.3-Produtos da previsão por conjunto

A forma mais simplificada de obter informações da previsão por conjunto é o ensemble médio, que consiste em calcular a média das previsões considerando-se que todos os membros possuam a mesma probabilidade de representarem o estado futuro da atmosfera.

O ensemble médio para cada ponto de grade  $j$  é dado por:

$$EM_j = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N F_j^i \quad (2.1)$$

onde  $N$  é o número de membros do ensemble e  $F_j^i$  são as previsões de cada membro.

O ensemble médio em geral fornece uma previsão melhor que a de cada elemento (Tracton e Kalnay, 1993), já que alguns erros nas previsões individuais devem se cancelar na média, desde que o conjunto represente adequadamente a incerteza associada à condição inicial.

Além do ensemble médio uma informação muito significativa que pode ser obtida da previsão por ensemble é o espalhamento do ensemble, que está relacionado à capacidade de estimar a incerteza associada a um determinado padrão atmosférico previsto. A incerteza ou a confiabilidade de uma previsão é avaliada em função do espalhamento do conjunto de previsões, definido como o desvio padrão das previsões em relação ao ensemble médio. Considerando que os membros do ensemble sejam consistentes, para localidades onde há pequeno espalhamento atribui-se maior confiabilidade à previsão e, para locais onde os membros apresentam-se bem afastados é atribuída menor confiabilidade.

O espalhamento para cada ponto de grade  $j$  é dado pela expressão abaixo:

$$SPR_j = \sum_{i=1}^N \sqrt{\left( \frac{F_j^i - EM_j}{N} \right)^2} \quad (2.2)$$

onde  $N$  é o número de membros do ensemble e  $F_j^i$  e  $EM_j$  são as previsões de cada membro e a previsão do ensemble médio, respectivamente.

Um outro produto de grande aplicabilidade na previsão do tempo por ensemble é a previsão por probabilidade que, por exemplo, pode ser usada para fornecer a probabilidade de a precipitação acumulada a cada 24 horas ser maior que um certo valor. Nesse caso, a precipitação é classificada de acordo com a quantidade determinando-se um limiar para

discriminar a categoria de precipitação prevista para uma certa região. Um exemplo, com os valores definidos por Mendonça (2002) é apresentado na tabela 1.1.

Tabela 1.1-Classificação das precipitações acumuladas em 24 horas em categorias e seus respectivos limiares.

<b>Categorias</b>	<b>Limiares (mm)</b>
Chuva/não chuva	1mm
Fraca	5mm
Moderada	10mm
Forte	20mm

Fonte: Mendonça, 2002

A probabilidade é calculada considerando que todos os membros tenham a mesma chance de ocorrerem. Assim, a probabilidade de ocorrência de um evento, para cada ponto de grade, pode ser calculada de acordo com a expressão:

$$P_j = 100 \cdot \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N O_j^i \quad (2.3)$$

sendo N o número de membros e  $O_j^i$  igual a 1 se o evento for previsto e 0 se o evento não for previsto.

#### **2.4-Importância da Previsão do Tempo por Conjunto para o Setor Energético**

Uma das principais dificuldades na inserção de algumas fontes de energia na matriz energética mundial é a dependência da produção de energia das variáveis do tempo, o que faz com que a previsão dessas variáveis seja de fundamental importância para aperfeiçoar o aproveitamento de energia e tornar o recurso mais confiável.

Considerando o crescente investimento em energias renováveis, a predição da intensidade e direção do vento é uma ferramenta importante e de grande utilidade, de modo que aumentar essa previsibilidade é um dos desafios que concorrem para a inserção da energia eólica nos mercados de eletricidade. A previsão numérica do tempo é a parte mais crítica para o desempenho do modelo de predição do vento já que em geral existe uma faixa de incerteza grande. Para lidar com esse problema foram desenvolvidas algumas propostas para previsões do tempo; por exemplo, o uso de uma melhor resolução de grade horizontal (dissertação de mestrado de Santiago de Maria, 2007) e o uso da previsão por conjunto (Lang et al., 2006).

A previsão do vento utilizando a técnica de previsão por conjunto fornece uma estimativa de vários possíveis estados futuros para a atmosfera. Admitindo-se que as

condições reais futuras da atmosfera estejam contidas dentro da amplitude do conjunto de previsões, tem-se a possibilidade de se prever cenários de máxima e mínima produção e geração de energia.

Recentemente o “Riso National Laboratorda” (Dinamarca) publicou o trabalho “Wind Power Prediction using Ensembles” (Giebel et al., 2005) que expõe um sistema de previsão por conjunto voltado para a produção de energia eólica. As previsões de velocidade de vento desse sistema de previsão numérica do tempo por conjunto foram transformadas para avaliar a produção de energia com base em conceitos físicos, estatísticas ou ambos, com previsões válidas por 48 horas.

Além do valor previsto para a intensidade do vento, é muito importante também ter uma estimativa dos erros existentes nas previsões. Landberg et al. (2002) mostrou que os erros dos modelos numéricos são altamente dependentes do nível da velocidade de vento. Isso significa que a forma da curva de intensidade tem uma influência grande na incerteza das previsões: onde a curva é íngreme, o erro é ampliado, enquanto nas partes menos íngremes da curva, o erro é menos significativo. Combinando isto com o desempenho histórico do modelo é possível ter a predição de incerteza. Lang et al. (2006) usou um sistema de multi-modelo para fazer a previsão estatística do vento com grade situada sobre a Irlanda, mostrando que o erro associado a previsão de seu conjunto era suficientemente baixo, e que esta incerteza na predição do vento podia ser quantificada.

### **3. O MODELO NUMÉRICO REGIONAL**

#### **3.1-O modelo regional RAMS**

No presente estudo foi utilizado o modelo Regional Atmospheric Modeling System (RAMS 6.0, Pielke et al., 1992 ; Cotton et al., 2003), que é um modelo de circulação regional com prognóstico euleriano, baseado na integração das equações primitivas de conservação de momento linear, massa, energia e água. O RAMS utiliza um conjunto completo de equações que governam a evolução do estado atmosférico, baseadas nas leis de movimento de Newton e na termodinâmica de um fluido, incluindo parametrizações dos diversos processos físicos presentes. É equipado com um esquema de aninhamento múltiplo de grades, permitindo que as equações do modelo sejam resolvidas simultaneamente sob qualquer número de grades computacionais com diferentes resoluções espaciais. Grades de maior resolução são utilizadas para modelar detalhes dos sistemas atmosféricos de menor escala, tais como escoamento sobre terrenos complexos e circulações termicamente induzidas pela superfície. As grades maiores, de menor resolução, são utilizadas para modelar o ambiente destes sistemas menores, fornecendo assim as condições de fronteira para as grades mais finas. Para a condição de fronteira inferior, o RAMS utiliza o LEAF-2 (Walko et al., 2000), o qual faz uma adaptação dos parâmetros da vegetação para a representação de áreas urbanizadas.

Trata-se de um modelo regional largamente utilizado e aceito pela comunidade científica, seja para pesquisas ou operacionalmente para previsões numéricas de tempo em instituições dedicadas ao assunto, capaz de reproduzir grande parte dos diversos e mais relevantes fenômenos atmosféricos.

#### **3.2 Equações Básicas do modelo regional RAMS**

As equações prognósticas do modelo RAMS 6.0 são descritas a seguir (Trípoli & Cotton, 1980; Pielke, 1984). As variáveis com barra indicam a média das grandezas para o volume de cada elemento da grade e as transformações das escalas, horizontal e vertical da grade foram omitidas para simplificação das equações, além de se escrever a força do gradiente de pressão com a função de Exner. A função Exner é dada por:

$$\pi = c_p \left( \frac{p}{p_0} \right)^{R/c_p} \quad (3.1)$$

As equações do movimento são escritas abaixo:

$$\frac{\partial u}{\partial t} = -u \frac{\partial u}{\partial x} - v \frac{\partial u}{\partial y} - w \frac{\partial u}{\partial z} - \theta \frac{\partial \pi'}{\partial x} + fv + \frac{\partial}{\partial x} \left( K_m \frac{\partial u}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left( K_m \frac{\partial u}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left( K_m \frac{\partial u}{\partial z} \right) \quad (3.2)$$

$$\frac{\partial v}{\partial t} = -u \frac{\partial v}{\partial x} - v \frac{\partial v}{\partial y} - w \frac{\partial v}{\partial z} - \theta \frac{\partial \pi'}{\partial y} + fu + \frac{\partial}{\partial x} \left( K_m \frac{\partial v}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left( K_m \frac{\partial v}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left( K_m \frac{\partial v}{\partial z} \right) \quad (3.3)$$

$$\frac{\partial w}{\partial t} = -u \frac{\partial w}{\partial x} - v \frac{\partial w}{\partial y} - w \frac{\partial w}{\partial z} - \theta \frac{\partial \pi'}{\partial z} - \frac{g\theta'}{\theta_0} + \frac{\partial}{\partial x} \left( K_m \frac{\partial w}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left( K_m \frac{\partial w}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left( K_m \frac{\partial w}{\partial z} \right) \quad (3.4)$$

onde as variáveis  $u$ ,  $v$ ,  $w$  são, respectivamente, as componentes do vento nas direções zonal, meridional e vertical,  $\theta$  é a temperatura potencial do ar,  $f$  é o parâmetro de Coriolis,  $g$  é a gravidade e  $\theta_0$  é a temperatura potencial do estado básico (ambiente).

A equação termodinâmica é:

$$\frac{\partial \theta_{il}}{\partial t} = -u \frac{\partial \theta_{il}}{\partial x} - v \frac{\partial \theta_{il}}{\partial y} - w \frac{\partial \theta_{il}}{\partial z} + \frac{\partial}{\partial x} \left( K_h \frac{\partial \theta_{il}}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left( K_h \frac{\partial \theta_{il}}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left( K_h \frac{\partial \theta_{il}}{\partial z} \right) + \left( \frac{\partial \theta_{il}}{\partial t} \right)_{rad} \quad (3.5)$$

onde  $\theta_{il}$  é a temperatura potencial da água líquida dada por:

$$\theta_{il} = \theta \left[ 1 - \frac{L_{lv}(T_0)r_l}{c_p T} - \frac{L_{iv}(T_0)r_i}{c_p T} \right] \quad (3.6)$$

Sendo  $L_{lv}$  o calor latente de vaporização,  $r_l$  a razão de mistura de água líquida,  $L_{iv}$  o calor latente de sublimação e  $r_i$  a razão de mistura do gelo.

A equação da continuidade do ar atmosférico, na forma não hidrostática, é dada por:

$$\frac{\partial \pi'}{\partial t} = -\frac{R\pi_0}{c_v \rho_0 \theta_0} \left( \frac{\partial \rho_0 \theta_0 u}{\partial x} + \frac{\partial \rho_0 \theta_0 v}{\partial y} + \frac{\partial \rho_0 \theta_0 w}{\partial z} \right) \quad (3.7)$$

onde  $R$  é a constante dos gases perfeitos para o ar seco,  $c_v$  é o calor específico a volume constante e  $\rho_0$  a densidade.

### 3.3-Condições iniciais e condições de contorno

O modelo RAMS recebe como dados de entrada, a temperatura do ar, geopotencial, umidade do ar (temperatura do ponto de orvalho ou razão de mistura ou umidade relativa do ar ou, ainda, diferença psicrométrica) e vento (componentes zonal - u e meridional - v ou direção e intensidade) em diferentes níveis da atmosfera. Esses dados podem ter como origem observações convencionais de superfície e altitude, resultados de modelos numéricos e (ou) de estimativas geradas através de informações de satélites etc.

Essas informações necessitam estar em arquivo com formato compatível para que o modelo RAMS possa lê-los e prepará-los para a inicialização. A inicialização pode ser homogênea, quando se atribui horizontalmente, em toda a grade do modelo, o mesmo valor da informação observada naquele nível, ou variada, quando as informações são interpoladas para a grade do modelo apresentando variação horizontal. Nesse processo de interpolação é utilizada uma técnica de análise objetiva proposta por Barnes (1964) a qual consiste em obter um valor interpolado para o ponto de grade, através de uma média ponderada da informação original. A ponderação é feita atribuindo-se maior peso à informação mais próxima do ponto de grade e menor peso à informação mais distante, conforme uma função Gaussiana, em que o peso é função da distância do valor observado ao ponto de grade.

As condições iniciais e de contorno de controle (sem perturbação) utilizadas neste trabalho são as análises diárias obtidas do NCEP para a produção das previsões de tempo por conjunto no CPTEC. A resolução horizontal destas análises é de aproximadamente 100 x 100 Km próximo ao equador, e possui uma discretização vertical da atmosfera em 28 camadas (T126L28). Estas condições iniciais são consideradas como a melhor estimativa do estado real da atmosfera para fins de avaliação de desempenho e cálculo de índices estatísticos, e alimentam o modelo numérico de previsão regional, que indica a previsão para o período e região escolhida.

Para o bom desempenho do modelo é importante a adequação das condições iniciais em representar o comportamento da atmosfera no tempo inicial. A assimilação dos dados de grande escala é feita através de um esquema de relaxamento Newtoniano (“nudging”), por meio de um termo adicionado às equações básicas, que faz com que o valor de cada variável nos diversos pontos de grade tenda àquele contido na informação de grande escala. Neste caso é utilizado um sistema de assimilação nas fronteiras laterais (“nudging lateral”) do modelo regional e outro em todo o domínio do modelo (“nudging central”), que de acordo com Santiago de Maria (2007) pode trazer melhorias significativas na previsão do modelo.

### 3.4-Estrutura das grades e região estudada

O RAMS usa grade do tipo "C" de Arakawa, em que as variáveis termodinâmicas, inclusive umidade, são definidas nos pontos de grade. A projeção horizontal utilizada para a definição das coordenadas da grade é a projeção estereográfica, cujo pólo de projeção fica próximo do centro na área de domínio. Este tipo de projeção diminui distorções da projeção da área de interesse. Coordenadas cartesianas também podem ser utilizadas pelo RAMS.

Na vertical, a coordenada é do tipo  $\sigma$ -z, da forma  $z^* = \sigma z = H [(z - z_s)/(H - z_s)]$  em que: (x, y, z) são as coordenadas cartesianas; (x\*, y\*, z\*) são as coordenadas transformadas;  $z_s$  é a altura da superfície em relação ao nível médio do mar (topografia) e H é a altura do topo do modelo (Tripoli & Cotton, 1982).

Neste trabalho utilizou-se uma grade polar estereográfica, com 43 pontos nas duas direções horizontais (latitudinal e longitudinal), espaçamento de 39 km e 42 níveis verticais sigma. Essa grade, mostrada na figura 3.1, foi centrada em 5,30°S, 39,33°W, possibilitando incluir quase todo o Nordeste Brasileiro.

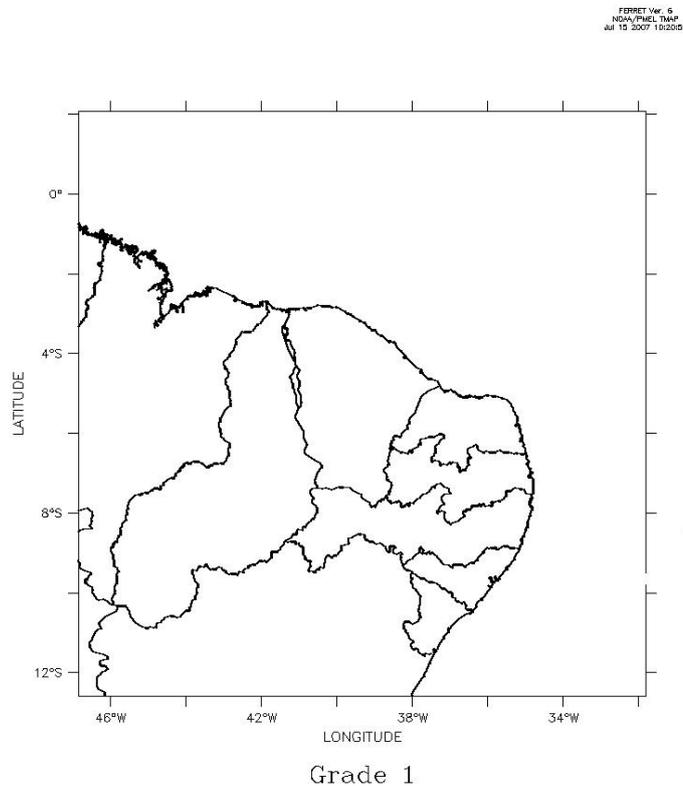


Figura 3.1 - Grade horizontal utilizada neste trabalho

### 3.5-Parametrizações de convecção do modelo regional

Os processos de troca de umidade, calor e momento relacionados à convecção úmida não podem ser resolvidos explicitamente em modelos atmosféricos de baixa resolução. Isto decorre do fato de que a escala horizontal do fenômeno físico é menor do que a escala horizontal das malhas ajustadas nos modelos. Entretanto, desconsiderar os processos dinâmicos e energéticos ligados à convecção afetaria o desempenho da simulação, o que levou ao desenvolvimento de diversas parametrizações a fim de contabilizar implicitamente a contribuição destes processos às variáveis da escala resolvida pelo modelo.

A parametrização de cúmulos originalmente contida no modelo RAMS segue a linha desenvolvida por Kuo (1965, 1974), descrita em Molinari (1985) e Tremback (1990), baseada na observação de uma forte correlação entre precipitação convectiva e a convergência total de vapor em larga escala em uma coluna atmosférica. O esquema é baseado na hipótese do equilíbrio, na qual a convecção ocorre para remover, o excedente de vapor fornecido pela larga escala.

As equações da tendência termodinâmica e da tendência de umidade para a convecção úmida são dependentes da instabilidade atmosférica, da velocidade vertical no nível de condensação por levantamento - NCL e da convergência de umidade na camada abaixo das nuvens. Neste processo, a convecção é ativada se todas as condições seguintes são atendidas: i) se há um abastecimento de umidade fornecida pela escala resolvível; ii) a coluna é condicionalmente instável e o topo da nuvem está acima de 650 hPa (não contempla a convecção rasa); iii) há movimento vertical ascendente na base da nuvem e iv) a umidade relativa do ar excede um valor crítico de 80% para um nível abaixo da base da nuvem.

O acionamento da parametrização é realizado em função das condições atmosféricas do ambiente (modelo) e dos perfis convectivos, verificando-se a existência de instabilidade condicional através do perfil da energia estática úmida e a existência de um movimento vertical positivo acima de um valor crítico.

Outro esquema de convecção disponível na versão 6.0 do Rams é o esquema Kain-Fritsch, semelhante ao esquema de Fritsch-Chappell(1980). Nele, um esquema sofisticado de modela a troca de massa entre o ambiente e a nuvem como uma função das características das correntes ascendentes e descendentes (saturadas e não saturadas) . Este esquema foi formulado para assegurar conservação de massa, energia, umidade total e momento. Neste trabalho foi usado a nova versão do esquema de Kain-Fritsch que inclui convecção pouco profunda (Kain-Fritsch,2002).

### **3.6-Parametrização de microfísica do modelo regional**

A parametrização de microfísica no RAMS, descrita por Walko et al. (1995), calcula as fontes e sumidouros das diferentes categorias de hidrometeoros: vapor, água de nuvem, água de chuva, "pristine ice", neve, agregados, "graupel" e granizo. A razão de mistura de vapor d'água e água de nuvem são diagnosticadas, enquanto que, as razões de mistura para as demais categorias são prognosticadas.

Nesta parametrização, são levados em consideração os diferentes processos microfísicos, como: nucleação, sedimentação, conversão de uma categoria para outra e coleta de partículas de uma categoria por hidrometeoros de outra.

### **3.7-Parametrizações de turbulência do modelo regional**

Para parametrizações de turbulência é importante representar a transferência de momento e calor que ocorre na camada limite planetária, pois ao considerar-se o vento nulo na superfície, tem-se como consequência um cisalhamento, que leva a formação de anomalias turbulentas no escoamento.

No que se refere à construção das parametrizações, são aplicadas as médias de Reynolds para decomposição das equações diferenciais prognósticas, aparecem termos envolvendo o produto das flutuações das grandezas físicas na escala da sub-grade. Com o aparecimento desses termos, o número de incógnitas nas equações do modelo se torna maior que o número de equações. Assim, o sistema não é fechado, o que nos mostra que é preciso parametrizar os termos de sub-grade para garantir o fechamento do problema.

O modelo inclui seis opções para parametrização de turbulência que se adequam a diferentes escalas espaciais, são elas Mellor e Yamada (1974), Smagorinsky (1963) isotrópico e anisotrópico, Deardorff (1980) e duas opções por Castelli et al. (2001). Neste trabalho foram usados os esquemas propostos por Mellor e Yamada (1974) e Smagorinsky (1963) anisotrópico, pois, segundo Santiago de Maria (2007), as outras parametrizações de turbulência apresentam instabilidade numérica e/ou não se adequam a situação em questão.

O esquema proposto por Mellor e Yamada (1974) mostra que, sob certas condições, é possível usar um número menor de equações do que aquele concebido para um esquema de segunda ordem. No esquema para o qual aqueles julgaram ter encontrado o melhor equilíbrio entre precisão e custo computacional (nível de fechamento 2,5), o conjunto de equações de

correlações é substituído por apenas duas: uma equação prognóstica para a energia cinética turbulenta e outra, para uma escala espacial da turbulência. Este esquema não resolve qualquer transporte vertical, que fica por conta da parametrização de convecção.

O esquema de Smagorinsky (1963) anisotrópico relaciona o coeficiente de mistura e tensão no fluido, ou a taxa de deformação, e inclui correções para a influência da frequência Brunt-Vaisala e do número de Richardson.

### **3.8-Parametrizações de radiação do modelo regional**

O modelo possui três esquemas de radiação de ondas curtas e longas, Mahrer & Pielke (1977), Chen & Cotton (1983) e Harrington (1997). A parametrização de Mahrer/Pielke (1977) não será usada neste trabalho, pois não leva em conta o efeito das nuvens e, segundo Menezes Neto (2007), não apresentam resultados satisfatórios.

A parametrização de Chen & Cotton (1983) propicia o tratamento de diversos processos radiativos de ondas curtas, como espalhamento, absorção, transmissão e reflexão por nuvens. Para a radiação de onda longa, permite avaliar a emissão da atmosfera clara, de camadas de nuvens e de camadas mistas (nuvens e céu claro). A parametrização de Chen & Cotton (1983) possibilita que o conteúdo de água líquida e o vapor presentes na atmosfera, influenciem os fluxos de radiação solar e terrestre.

O esquema proposto por Harrington (1997), tanto para ondas curtas quanto para ondas longas, acopla a radiação à microfísica. Este esquema leva em conta a interação da radiação com todos os tipos de hidrometeoros resolvidos pelo modelo, possibilitando um resultado mais realista do esfriamento na atmosfera e nos fluxos de superfícies.

A parametrização de Harrington usa um esquema de radiação de dois fluxos (*two-stream*), esquema este bastante usado em modelagem atmosférica. O modelo de radiação de Harrington possui duas estruturas de bandas: uma estrutura de bandas largas (três solares e cinco infravermelhas) e uma estreita (seis solares e doze infravermelhas). O esquema é descrito com mais detalhes em Harrington (1997).

## 4-METODOLOGIA

Neste capítulo é descrita a metodologia utilizada para a implementação da técnica de previsão de tempo por conjuntos (“ensemble”) para a região Nordeste do Brasil utilizando o modelo regional RAMS, inicializado com dados do modelo global do CPTEC. Os métodos empregados para geração dos conjuntos de previsão consistem na utilização de diferentes configurações físicas para cada rodada do modelo (“ensemble físico”, descrito na seção 4.1) e na perturbação das condições iniciais. A perturbação nas condições iniciais é implementada com base no método “lagged-average forecasting” e é descrita nas seções 4.2 (com fronteiras não perturbadas) e 4.3 (com fronteiras perturbadas).

Os índices estatísticos e os dados utilizados para a avaliação das previsões são descritos nas seções 4.4 e 4.5, respectivamente.

### 4.1-Ensemble físico (ENSFI)

Dezesseis configurações diferentes do modelo RAMS são usadas para produzir um conjunto de dezesseis membros a partir de condições iniciais idênticas.

Para gerar o conjunto de previsões, o modelo regional é usado com diferentes esquemas de parametrizações dos processos físicos e diferentes configurações para assimilação de dados do modelo global (“nudging” central diferente). Assim, são construídas várias versões do modelo e como produto tem-se um conjunto de simulações que começam com o mesmo estado inicial. Assume-se que todas as configurações do modelo são igualmente hábeis, embora esta suposição não tenha sido verificada.

Usando dezesseis membros no ensemble pode-se investigar uma grande gama de configurações do modelo e ainda permanecer dentro da viabilidade dos recursos computacionais. As configurações do modelo regional RAMS nas diferentes simulações são expostas a seguir e as combinações estão descritas na Tabela 2.

- Parametrizações de convecção: Kuo (Tremback,1990) ou Kain–Fritsch (Kain e Fritsch 2002).
- Parametrizações de turbulência: Mellor & Yamada(1974) ou Smagorinsky(1963) com deformação anisotrópica.
- Parametrizações de radiação: Harrington(1997) ou Chen & Cotton(1983).
- Nudging central: O parâmetro de “nudging” central é acionado a cada 24 horas ou a cada 12 horas.

Tabela 4.1-Configurações do modelo usadas no ensemble físico. Note que, para as previsões relativas a 18 de Janeiro de 2008 (96 horas), as simulações que combinaram Smagorinsky e Kain-Fritsch não foram completadas devido a problemas de instabilidade numérica, resultando em um conjunto de 12 membros.

Membro do ensemble	Esquema de convecção	Esquema De turbulência	Esquema de radiação	Escala de nudging central
1	Kuo	Mellor & Yamada	Harrington	24 horas
2	Kuo	Mellor & Yamada	Harrington	12 horas
3	Kuo	Mellor & Yamada	Chen & Cotton	24 horas
4	Kuo	Mellor & Yamada	Chen & Cotton	12 horas
5	Kuo	Smagorinsky	Harrington	24 horas
6	Kuo	Smagorinsky	Harrington	12 horas
7	Kuo	Smagorinsky	Chen & Cotton	24 horas
8	Kuo	Smagorinsky	Chen & Cotton	12 horas
9	Kain-Fritsch	Mellor & Yamada	Harrington	24 horas
10	Kain-Fritsch	Mellor & Yamada	Harrington	12 horas
11	Kain-Fritsch	Mellor & Yamada	Chen & Cotton	24 horas
12	Kain-Fritsch	Mellor & Yamada	Chen & Cotton	12 horas
13	Kain-Fritsch	Smagorinsky	Harrington	24 horas
14	Kain-Fritsch	Smagorinsky	Harrington	12 horas
15	Kain-Fritsch	Smagorinsky	Chen & Cotton	24 horas
16	Kain-Fritsch	Smagorinsky	Chen & Cotton	12 horas

#### 4.2-Metodologia utilizada para geração das condições iniciais perturbadas (ENSCI)

A implementação da técnica de previsão por conjuntos foi baseada no método de geração das condições iniciais lagged-average forecasting (Holffman e Kalnay, 1983), e é descrita a seguir:

1. Seleciona-se o período e região a ser simulada e, a partir daí, selecionam-se os arquivos do modelo global necessários para criar as perturbações:

- a) Análise do modelo global (mais recente), a ser utilizada para gerar o membro de controle;
- b) Previsões mais antigas (24, 48 e 72 horas) do modelo global válidas para o horário da análise;

2. Escolhem-se as variáveis que serão perturbadas, em nosso caso, as componentes horizontais do vento  $u$  e  $v$ . Calcula-se a diferença entre os campos das previsões e da análise para  $u$  e  $v$ :

$$u_{dif} = u_{previsão} - u_{análise} \quad (4.1)$$

$$v_{dif} = v_{previsão} - v_{análise} \quad (4.2)$$

3. Calcula-se o módulo da diferença do vento:

$$V_{dif} = \left| \vec{V}_{dif} \right| = \sqrt{u^2_{dif} + v^2_{dif}} \quad (4.3)$$

4. Calcula-se o desvio padrão espacial do módulo da diferença do vento,  $\sigma_{dif}$

$$\sigma_{dif}(V_{dif}) = \sum_{k=1}^{K=nz} \sqrt{\sum_{i=1}^{i=nx} \sum_{j=1}^{j=ny} \sum_{k=1}^{k=nz} \left( \frac{V_{dif} - \bar{V}_{dif}}{N} \right)^2} \quad (4.4)$$

Onde nx, ny e nz representam os pontos de grade do modelo regional nas direções x, y, z e N representa a soma de todos os pontos de grade do modelo regional, isto é,  $N = nx \cdot ny \cdot nz$ .

5. O desvio padrão calculado no passo anterior é reescalonado para 5m/s, de acordo com estimativas dos erros normalmente existentes na análise obtidas do trabalho de Daley e Mayer(1986), tal que

$$v' = v_{dif} \frac{\sqrt{5}}{\sqrt{\sigma_{dif}}} \quad (4.5)$$

$$u' = u_{dif} \frac{\sqrt{5}}{\sqrt{\sigma_{dif}}} \quad (4.6)$$

6- Com os campos das diferenças de u e v reescalonados, essas grandezas podem ser usados como perturbações, bastando adicioná-las ou subtraí-las aos campos de u e v da análise, respectivamente.

Neste caso, como estamos utilizando as diferenças entre 3 previsões anteriores e a análise (veja o passo 1), obtemos um conjunto com 6 condições iniciais além do controle (Tabela 4.2).

Tabela 4.2-Membros do ensemble de condição inicial.

Membros do Ensemble	Condições Iniciais
1	Análise não perturbada
2	Análise+Perturbação associada à previsão de 24 horas
3	Análise+Perturbação associada à previsão de 48 horas
4	Análise+Perturbação associada à previsão de 72 horas
5	Análise-Perturbação associada à previsão de 24 horas
6	Análise-Perturbação associada à previsão de 48 horas
7	Análise-Perturbação associada à previsão de 72 horas

### 4.3-Metodologia utilizada para geração das condições iniciais e fronteiras perturbadas (ENSCI-FRONT)

A geração das condições iniciais do ENSCI-FRONT é idêntica à feita para o ENSCI, ou seja, para uma mesma data e horário as condições iniciais são as mesmas para os dois casos. A diferença é que para o ENSCI-FRONT a fronteira também é perturbada com base no método “lagged-average forecasting” (Holfman & Kalnay, 1983), e também a partir de previsões do modelo global do CPTEC.

Para previsão do tempo em escala regional, estes dados alimentam a fronteira lateral do modelo de área limitada a cada seis horas de integração e o esquema de relaxamento newtoniano (nudging) faz com que a solução do modelo regional tenda para esses dados. Para a modificação das condições iniciais e das condições de fronteiras do modelo regional foi necessário criar um programa, em linguagem FORTRAN (conforme o anexo B).

A preparação das condições iniciais é feita de acordo com os passos descritos na seção anterior. Para as condições de fronteira segue-se um procedimento semelhante, com as perturbações sendo calculadas a partir da diferença entre as previsões do modelo global inicializadas em diferentes horários (mais recente e com 24, 48, ou 72 horas de antecedência) válidas para o horário simulado.

Neste caso o ensemble ENSCI-FRONT possui sete membros, dos quais um é gerado sem perturbação (idêntico ao controle em ENSCI) e os outros seis são alterados através da soma e subtração de perturbações nas coordenadas do vento, de maneira análoga à descrita na tabela 4.2.

### 4.4-Índices estatísticos

As medidas estatísticas como o erro viés, a raiz do erro médio quadrática e o erro médio absoluto, podem ser usados para quantificar a capacidade do modelo.

O erro viés (BE, Bias Error) mede a tendência do modelo para sobreavaliar ou subavaliar uma variável, e é definido matematicamente para uma dada variável  $x$ , por,

$$BIAS = \frac{1}{n} \sum (P - A). \quad (4.7)$$

onde  $n$  é o número total de observações/previsões e o índice  $P$  e  $A$  indicam previsão e análise verificada, respectivamente. Um valor positivo do erro viés indica uma predisposição do

modelo em superestimar uma variável particular. Reciprocamente, um valor negativo do erro viés implica uma subestimar do modelo na avaliação de uma a variável.

A raiz do erro quadrático médio (*RMSE*, Root Mean Square Error) é a raiz quadrada da média das diferenças individuais quadráticas entre a previsão e as observações e é definida pela equação

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum (P - A)^2} . \quad (4.8)$$

esta medida retém as unidades físicas da variável prevista e mede o erro típico da previsão do modelo. Valores grandes do *RMSE* representam grandes erros nos campos previstos, e valores próximos de zero indicam uma previsão quase perfeita. Elevando ao quadrado o termo da diferença, o *RMSE* tende a dar maior peso às grandes discrepâncias entre os campos observados e previstos.

A correlação pode assumir valores entre -1 e 1 que indicam, respectivamente, perfeita anticorrelação e perfeita correlação, havendo ainda a total ausência de correlação verificada com um resultado igual a zero. Este índice tem a capacidade de detectar correspondência de fase entre as séries, sendo, por construção, insensível a erros de Viés.

$$CORREL = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} (A_i - \bar{A})(P_i - \bar{P})}{\sqrt{\sum_{i=1}^{i=n} (P_i - \bar{P})^2 \sum_{i=1}^{i=n} (A_i - \bar{A})^2}} . \quad (4.9)$$

Geralmente as possíveis causas para a ocorrência de erros sistemáticos nas previsões são: a formulação inadequada dos modelos, imprecisão causada pela discretização espaço-temporal e imprecisão dos próprios instrumentos usados na coleta dos dados observados, tais erros podem ser reduzidos com a remoção do Viés estatístico, ou seja, quando as medidas de erro são calculadas apenas para os desvios das séries. Seguindo este raciocínio, será apresentado o Erro quadrático médio dos desvios com eliminação do Viés (*URMS*):

$$\text{Sendo, } A'_i = A_i - \bar{A} \quad (4.10)$$

$$\text{Sendo, } P'_i = P_i - \bar{P} \quad (4.11)$$

$$URMS = \sqrt{\sum_{i=1}^{i=n} (P'_i - A'_i)^2} \quad (4.12)$$

#### **4.5-Dados observados usados para a avaliação dos ensembles**

Para a avaliação dos ensembles foram usadas as análises verificadas do modelo global do CPTEC. A resolução horizontal destas análises é de aproximadamente 100 x 100 Km, próximo ao equador, e possuem uma discretização vertical da atmosfera em 28 camadas (T126L28).

Além das análises foram usadas informações das Plataformas de Coleta de Dados (PCDs) da FUNCEME, equipadas com sensores meteorológicos que medem temperatura, umidade relativa do ar, radiação solar global, pressão atmosférica, velocidade e direção do vento e pluviometria. Os dados observados de precipitação, intensidade e direção do vento no Ceará foram analisados e foram descartadas as localidades que não apresentavam dados confiáveis.

## 5 RESULTADOS

### 5.1-Perturbações iniciais

Nesta seção são mostradas as perturbações adicionadas e subtraídas das condições iniciais da análise do dia 14 de janeiro de 2008 às 00 horas UTC, usando o método ENSCI e o ENSCI-FRONT para geração das condições iniciais.

A seguir são mostrados os gráficos das médias e desvios padrão das diferenças da intensidade do vento em função da altitude para previsões válidas para análise (figuras 5.1(a) e 5.1(b), respectivamente) obtidas nos passos 3 e 4 descritos na seção 4.2 para o ENSCI e o ENSCI-FRONT.

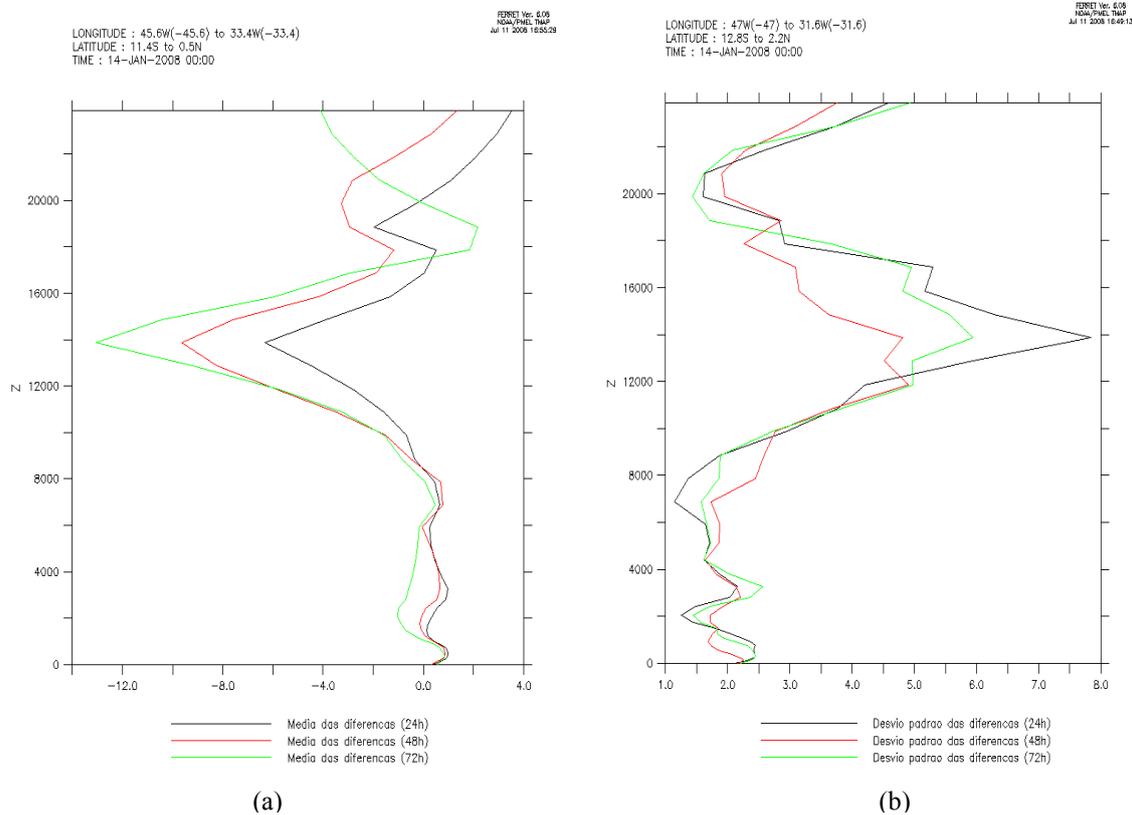


Figura 5.1-(a) Média das diferenças (Previsão válida para análise menos análise) da intensidade do vento (m/s) para cada nível de altitude(m) do modelo (m); (b) Desvio Padrão das diferenças (Previsão válida para análise menos análise) da intensidade do vento para cada nível de altitude do modelo(m).

Tabela 5.1- Média e desvio padrão das diferenças espaciais previsão(válida para análise) menos análise de intensidade do vento para todos os níveis verticais do modelo regional.

Intensidade do vento		
	Média das diferenças	Desvio Padrão das diferenças
Previsão de 24h - análise do dia 14/01/2008 as 00 UTC	3,822	3,260
Previsão de 48h - análise do dia 14/01/2008 as 00 UTC	4,200	3,050
Previsão de 72h - análise do dia 14/01/2008 as 00 UTC	4,690	4,218

Na figura 5.1(a) nota-se que as diferenças entre as previsões e a análise são relativamente pequenas até cerca de 10 km de altura. Acima dessa altitude, as diferenças se acentuam, chegando a um máximo em torno de 14 Km na previsão de 72h (diferenças de aproximadamente -12m/s). Essa diferença acentuada está associada a um desvio padrão das diferenças maior para as três previsões, com desvios padrão maiores que 7m/s na previsão de 24 horas.

Na tabela 5.1 são mostrados os índices que foram obtidos para geração das condições iniciais perturbadas: os desvios padrão e as médias espaciais das diferenças juntando-se todos os níveis verticais do modelo regional. A partir destas nota-se que a média das diferenças é positiva nas três previsões que, neste caso superestimaram a análise.

A seguir, na figura 5.2, são mostradas as perturbações da componente zonal do vento em função da altitude. Observa-se que o valor médio da perturbação da componente zonal do vento é muito semelhante, apresentando picos negativos numa altura de aproximadamente de 16 km para as três perturbações.

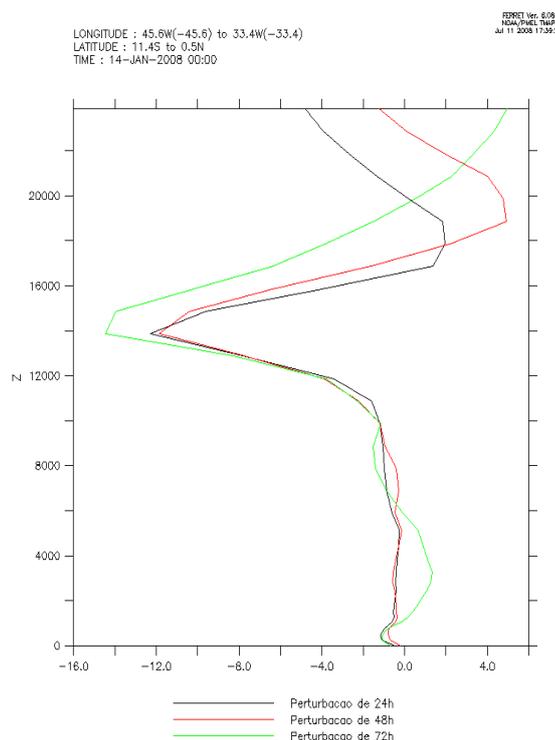


Figura 5.2 -Perturbação na componente zonal do vento em função da altitude.

Na figura 5.3 são representadas as perturbações na componente meridional do vento em função da altitude, apresentando para todos os membros do ensemble um pico negativo numa altura de aproximadamente 19 km e um pico positivo numa altura de aproximadamente 16 km.

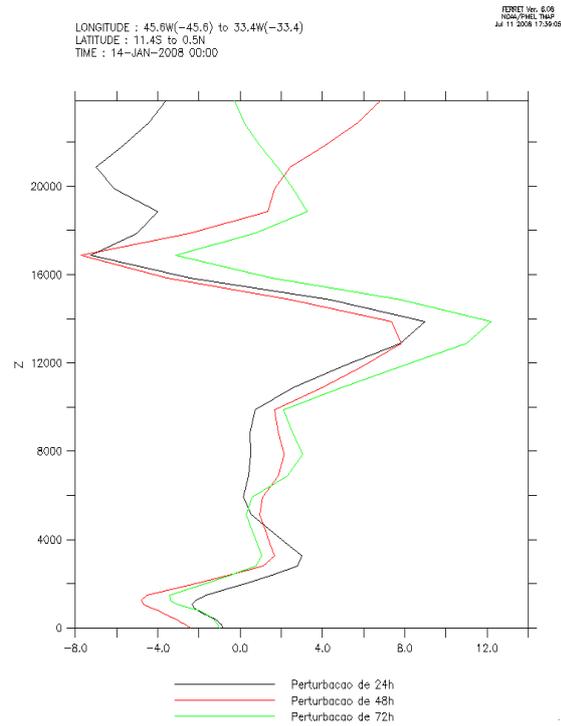


Figura 5.3-Perturbação na coordenada v do vento em função da altitude.

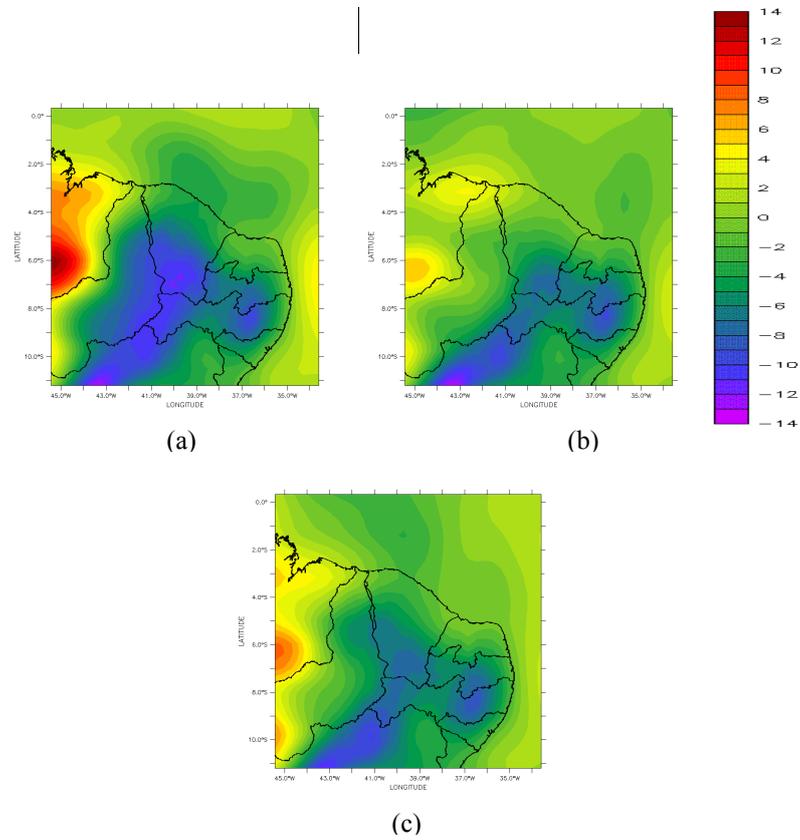


Figura 5.4(a)-Perturbação de 24h da componente zonal do vento em 925mb; (b)-Perturbação de 48h da componente zonal do em 925mb; (c)-Perturbação de 72h da componente zonal do vento em 925mb.

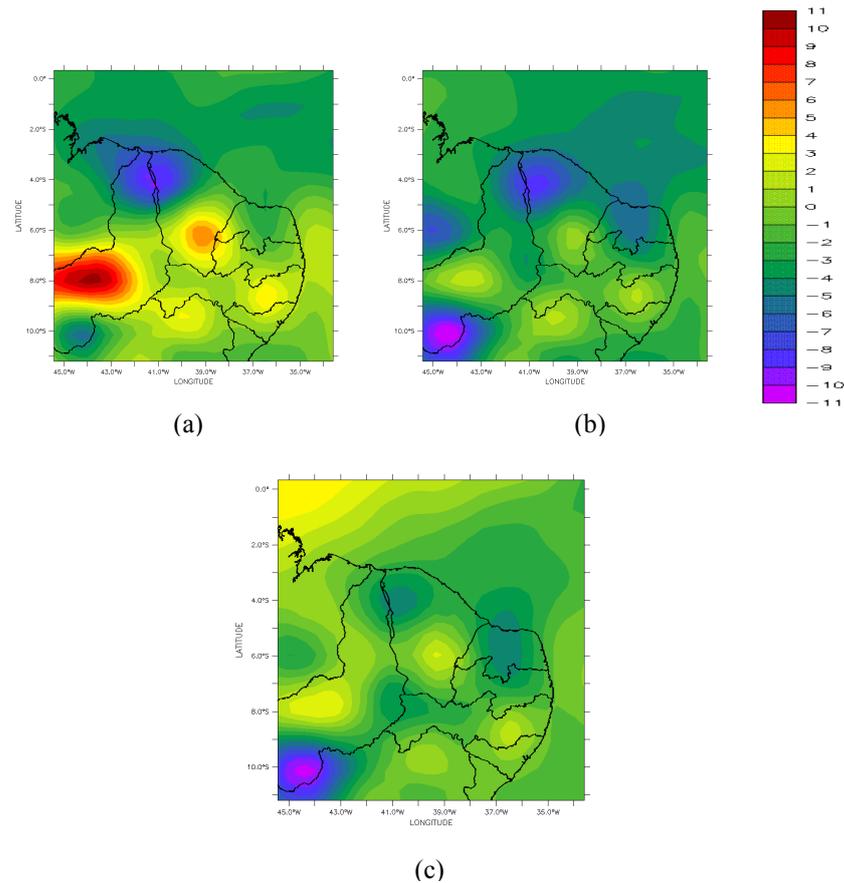


Figura 5.5 - (a) Perturbação de 24h da componente meridional do vento em 925mb; (b) Perturbação de 48h da componente meridional do vento em 925mb; (c) Perturbação de 72h da componente meridional do vento em 925mb.

Na figura 5.4 são mostradas as perturbações da componente zonal do vento em 925mb. As perturbações apresentam certo espalhamento, com destaque para o Piauí que apresenta valores negativos elevados no membro de 24 h e valores positivos acentuados em parte do Maranhão também no membro de 24h. Além disso, nota-se que há certa diferença entre os membros na região litorânea que vai desde o Maranhão até o Ceará, também na região litorânea ao leste do Rio Grande do Norte e ainda na região mais ao sul do Ceará.

Na figura 5.5 são mostrados as perturbações da componente meridional do vento do no nível de 925mb. Nota-se grande semelhança entre os membros, com destaque para praticamente todo o continente, com alguma intensificação dessa perturbação no membro de 24h.

As perturbações da componente zonal do vento no nível de 700mb apresentam-se bem diferentes em praticamente todo o domínio, com destaque para o Maranhão (24 h), a porção do atlântico próxima a este estado (24h e 72h) e o setor leste do nordeste (48 e 72 h). Já para a componente meridional do vento no nível de 700mb as perturbações apresentam-se bem semelhantes em algumas regiões, como é o caso do Piauí, norte da Bahia e Maranhão, porém

a parte litorânea que vai do Maranhão ao Rio Grande do Norte apresenta certo espalhamento. Neste nível é importante observar amplitude das perturbações da componente meridional do vento que são relativamente altas, variando desde -7 m/s a 13 m/s.

As perturbações da componente zonal do vento no nível de 500mb, em comparação aos outros níveis, apresenta uma amplitude de perturbação bem menor e uma semelhança muito grande entre os membros de 48h e 72h. Já as perturbações da componente meridional do vento no nível de 500mb apresentam uma amplitude de perturbação muito grande variando desde -8m/s até 8m/s e uma dispersão razoável entre as perturbações, principalmente do membro de 24 horas em relação aos demais. Entretanto, os membros de 24h e 48h apresentam-se bem semelhantes no Maranhão e as perturbações de 48h e 72h também são bem semelhantes na faixa que vai desde a Bahia até o Ceará.

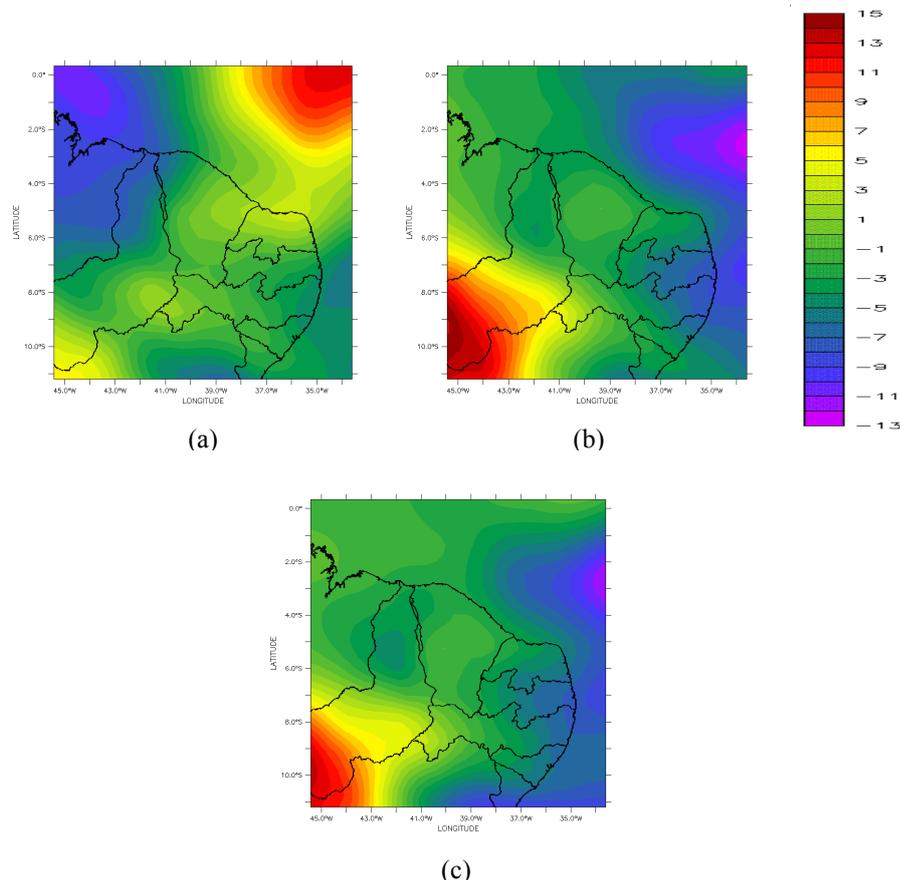


Figura 5.6 (a) Perturbação de 24h da componente zonal do vento em 250mb; (b) Perturbação de 48h da componente zonal do vento em 250mb; (c) Perturbação de 72h da componente zonal do vento em 250mb.

Na figura 5.6 são mostradas as perturbações da componente zonal do vento no nível de 250mb. As perturbações de 48h e 72h apresentam maior semelhança. Com relação à perturbação de 24 h, está apresenta valores que chegam ate -12m/s na região litorânea do

Maranhão, diferente das outras perturbações que nessa região apresentam valores bem menores, da ordem de -1 m/s.

Na figura 5.7 são mostradas as perturbações da componente meridional do vento no nível de 250mb. Nota-se certa semelhança entre as perturbações, com destaque para os membros de 48h e 72h na região litorânea ao norte do Rio Grande do Norte, Piauí e Maranhão.

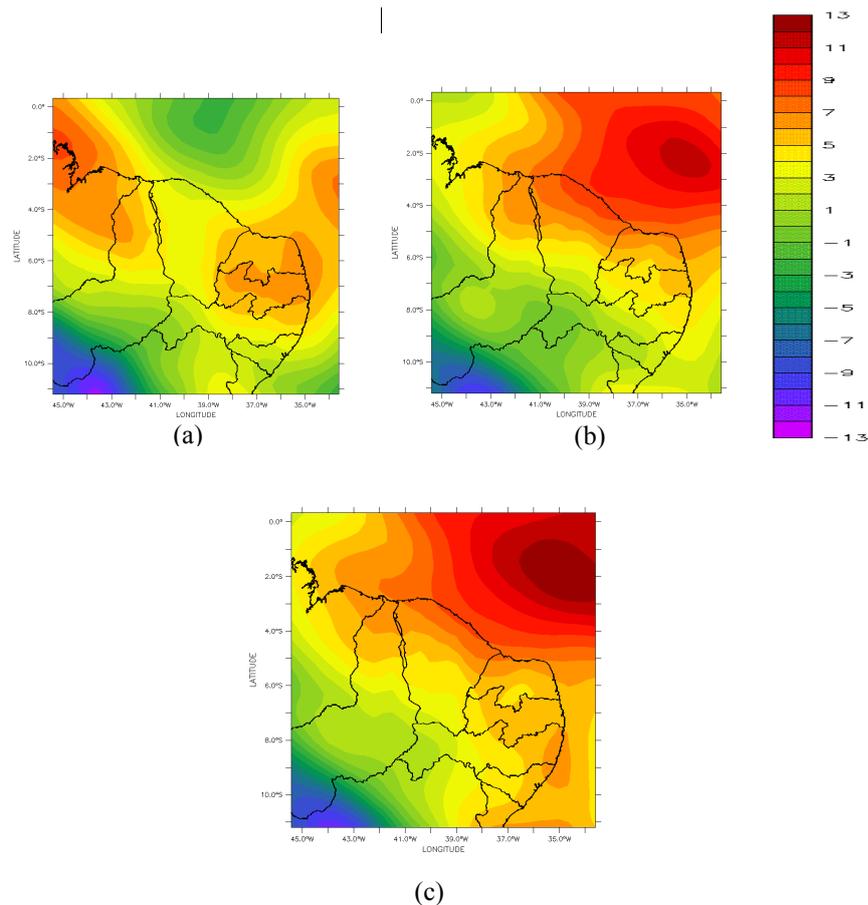


Figura 5.7- (a) Perturbação de 24h da componente meridional do vento em 250mb; (b) Perturbação de 48h da componente meridional do vento em 250mb; (c) Perturbação de 72h da componente meridional do vento em 250mb.

## 5.2-Condições iniciais

Nesta secção são mostradas as condições iniciais criadas a partir da adição e subtração das perturbações na análise do dia 14 de janeiro de 2008 às 00 horas UTC, bem como a análise de controle deste dia em diferentes níveis de pressão.

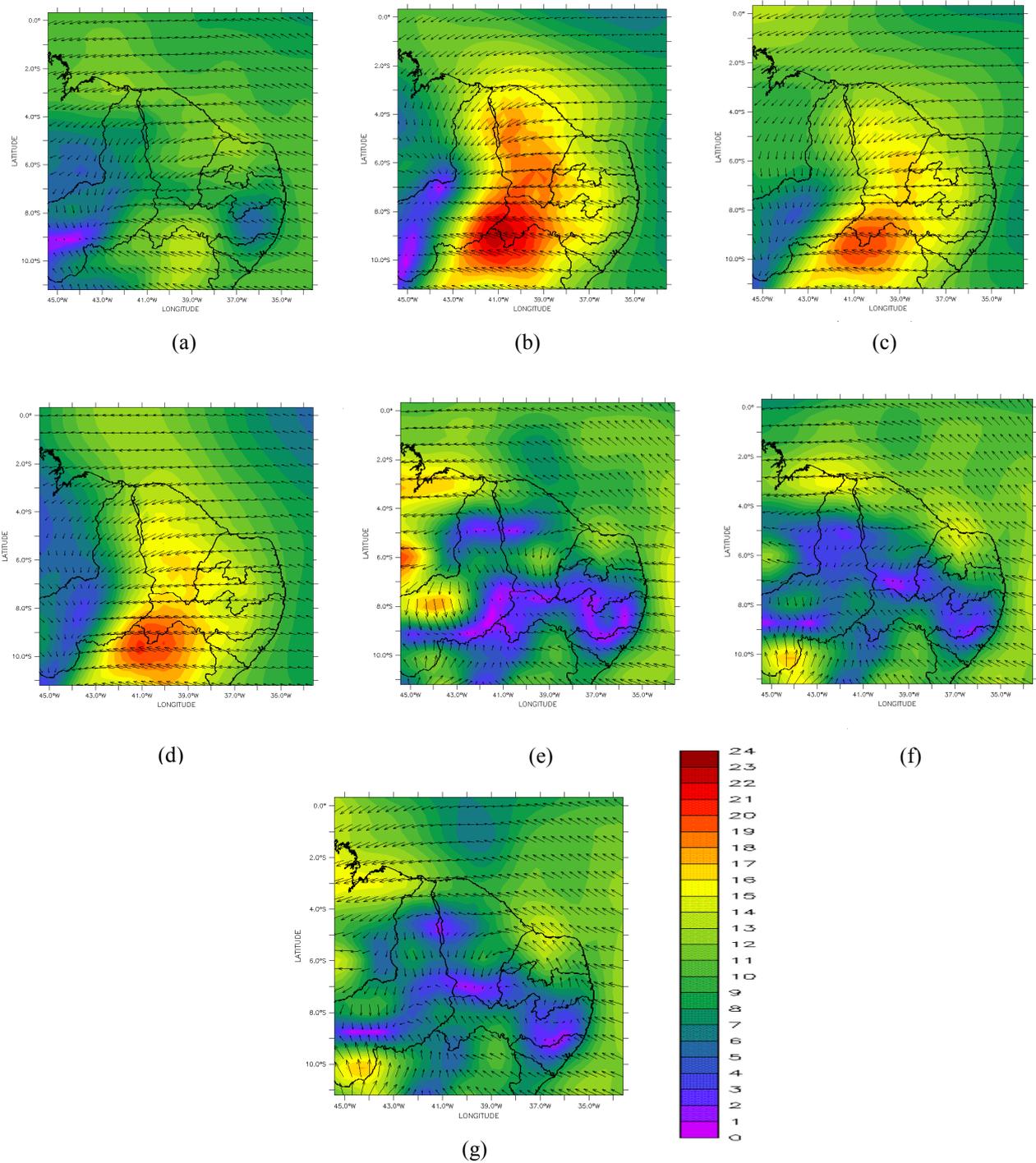


Figura 5.8 - Campos de vento dos 7 membros do ensemble no primeiro passo de tempo do modelo regional em 925mb.(a)Condição Inicial 1; (b)Condição inicial 2; (c)Condição inicial 3; (d)Condição inicial 4; (e)Condição Inicial 5; (f)Condição inicial 6; (g)Condição inicial 7.

(Para esclarecimento sobre os números 1, 2, 3, 4, 5, 6 e 7 consulte a secção 4.2).

Na figura 5.8 são mostradas as condições iniciais da intensidade do vento no nível de 925mb. Observa-se uma grande semelhança entre os membros onde as perturbações foram somadas e também pequeno espalhamento entre os membros onde as perturbações foram subtraídas. Comparando-se a análise de controle aos membros onde a perturbação foi somada é possível notar mudanças na direção dos ventos tanto sobre o continente quanto sobre o oceano, além de uma intensificação dos ventos na região que vai desde o Ceará até o Maranhão. Já se comparando com membros onde as perturbações foram subtraídas, estes apresentam intensidade do vento menor em Pernambuco e Paraíba.

As condições iniciais da intensidade do vento nos níveis de 700mb e 500mb (não mostradas) apresentam um espalhamento bastante grande da direção do vento tanto no oceano quanto no continente, mas em 500mb há um espalhamento bem menor na intensidade do vento.

Na figura 5.9 são mostradas as condições iniciais da intensidade do vento no nível de 250mb. Observa-se que os membros onde as perturbações foram somadas são semelhantes entre si e à análise de controle. Já quando se compara a análise de controle aos membros onde a perturbação foi subtraída é possível notar uma intensificação do vento em praticamente todo o domínio, com destaque para a região litorânea do Rio Grande do Norte e a região mais ao sul do Piauí.

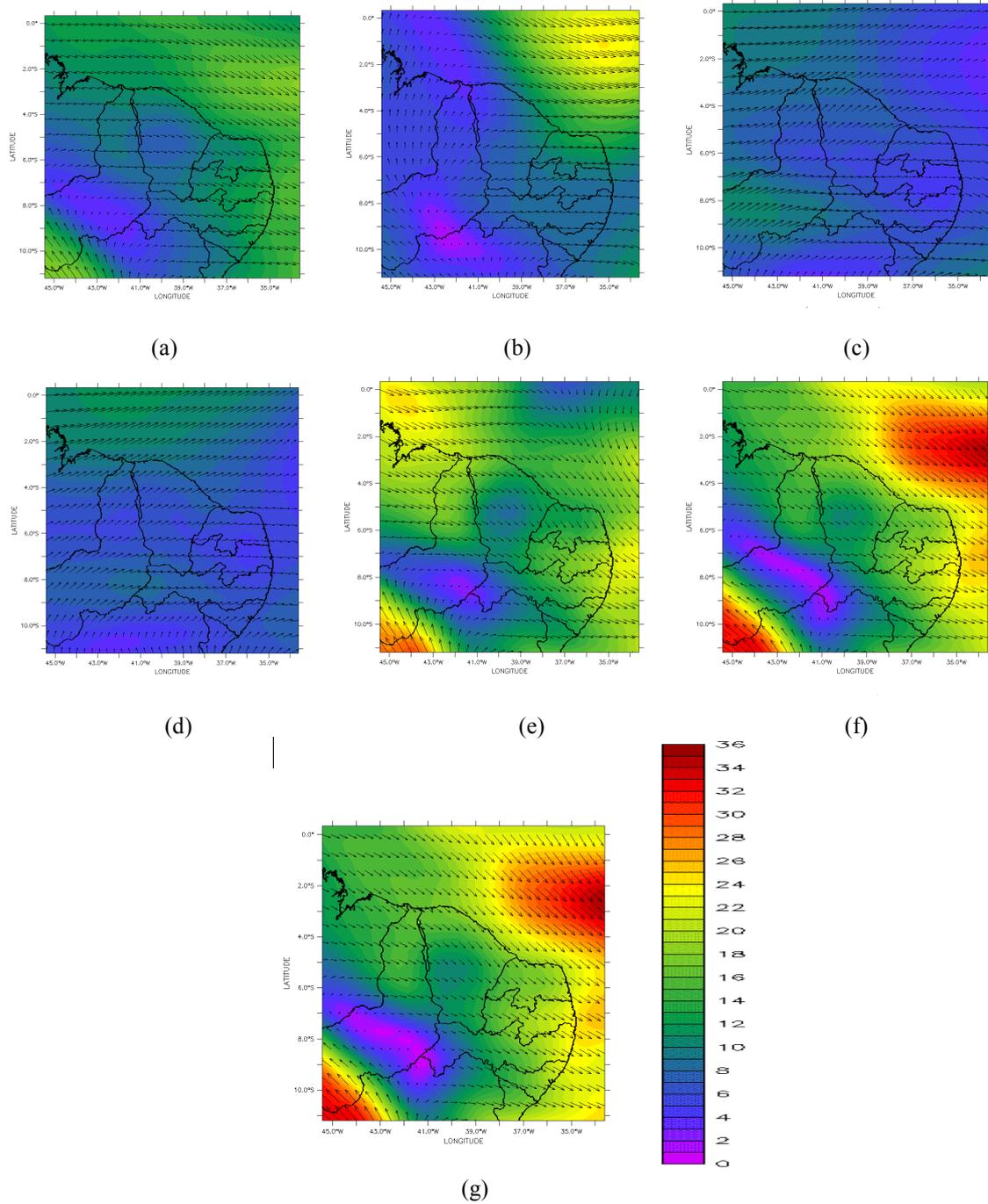


Figura 5.9 - Campos de vento dos 7 membros do ensemble no primeiro passo de tempo do modelo regional em 250mb.(a)Condição Inicial 1; (b)Condição inicial 2; (c)Condição inicial 3; (d)Condição inicial 4; (e)Condição Inicial 5; (f)Condição inicial 6; (g)Condição inicial 7.

(Para esclarecimento sobre os números 1, 2, 3, 4, 5, 6 e 7 consulte a secção 4.2).

### 5.3-Espalhamento

Nesta secção é mostrada uma comparação entre o espalhamento das três metodologias de ensemble.

#### 5.3.1-Vento

Na figura 5.10 é mostrado o espalhamento das componentes zonal do vento em quatro níveis de pressão: 925mb, 700mb, 500mb e 250mb. Observa-se em todos os níveis um espalhamento muito grande do ENSCI nos primeiros passos de tempo do modelo regional que logo é amortecido, tendendo a zero depois de algumas horas de simulação, o que sugere a aplicação de uma perturbação atuante nas fronteiras laterais do modelo que é o caso do ENSCI-FRONT. O ENSFI em 925mb apresenta espalhamento variando entre 0,8m/s e 1,3m/s, e nos níveis de 700mb e 925mb apresenta espalhamento maior que o ENSCI-FRONT em alguns momentos. Com relação ao ENSCI-FRONT, este apresenta quase sempre espalhamento maior em relação as outras metodologias de ensemble em praticamente todos os níveis de pressão, porém nos níveis mais baixos, provavelmente devido ao uso de diferentes parametrizações de convecção, o ENSFI apresenta espalhamento maior em alguns momentos da simulação, como é o caso das últimas 24 horas de simulação no nível de 925mb.

Na figura 5.11 é mostrado o espalhamento da componente meridional do vento em quatro níveis de pressão: 925mb, 700mb, 500mb e 250mb. O que se observa novamente é um espalhamento muito grande do ENSCI nos primeiros passos de tempo do modelo regional que logo é amortecido, tendendo a zero depois de algumas horas de simulação. Já o ENSFI apresenta espalhamento pequeno tanto na componente zonal quanto na componente meridional do vento, variando em torno de 1m/s para u e 0,5m/s para v (figuras 5.10 e 5.11).

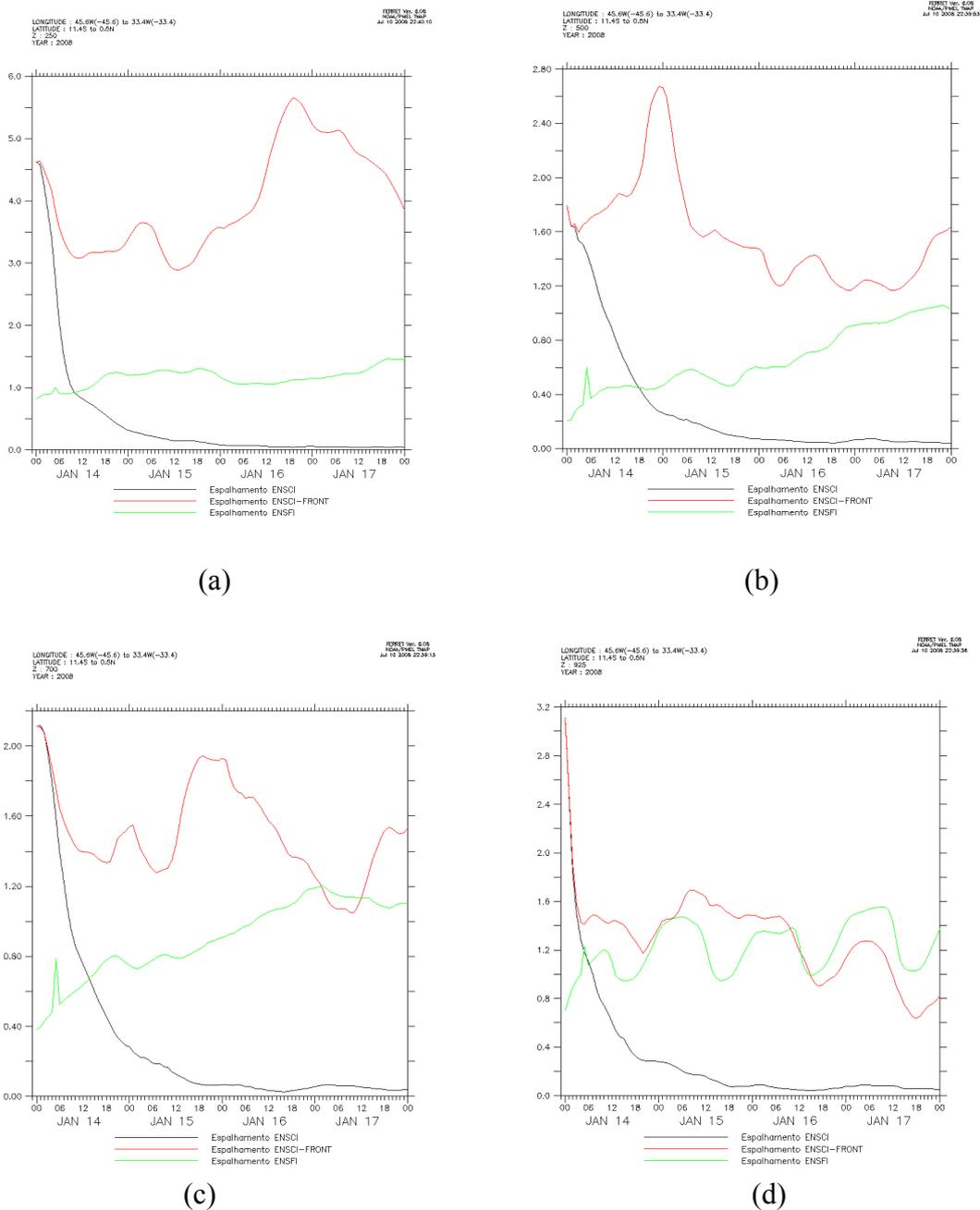


Figura 5.10- Espalhamento da componente zonal do vento (em m/s) nas 96 horas de simulação em: (a) 250 mb; (b) 500mb; (c) 700mb e (d) 925mb.

Como mostrado na figura 5.11 o ENSCI-FRONT apresenta espalhamento da componente meridional do vento maior do que o ENSFI em praticamente todo o período simulado, com destaque para o nível de 250mb onde esse espalhamento ultrapassa os 4m/s nas primeiras horas de simulação, mantém-se em torno dos 3m/s até as 48h, e volta a ser superior a 4m/s no final do prazo de previsão.

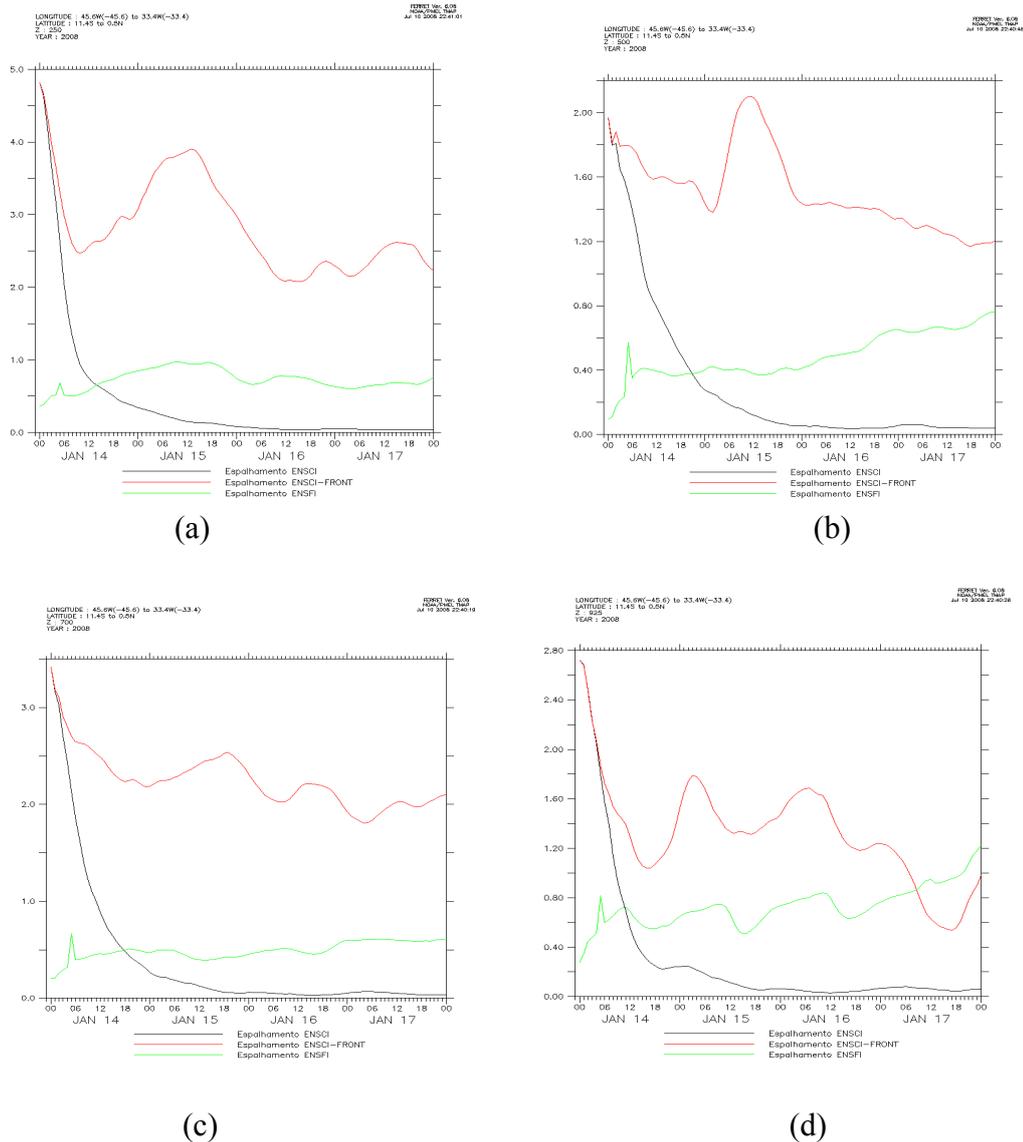


Figura 5.11- Espalhamento da componente meridional do vento (em /m/s) nas 96 horas de simulação em: (a) 250mb; (b) 500mb; (c) 700mb e (d) 925mb.

Na figura 5.12 é mostrado o espalhamento da intensidade do vento em quatro níveis de pressão: 925mb, 700mb, 500mb e 250mb. Nota-se novamente uma convergência das soluções do ENSCI após os primeiros passos de tempo, um espalhamento muito grande do ENSCI-FRONT em praticamente todo o período simulado e um comportamento muito regular do espalhamento do ENSFI.

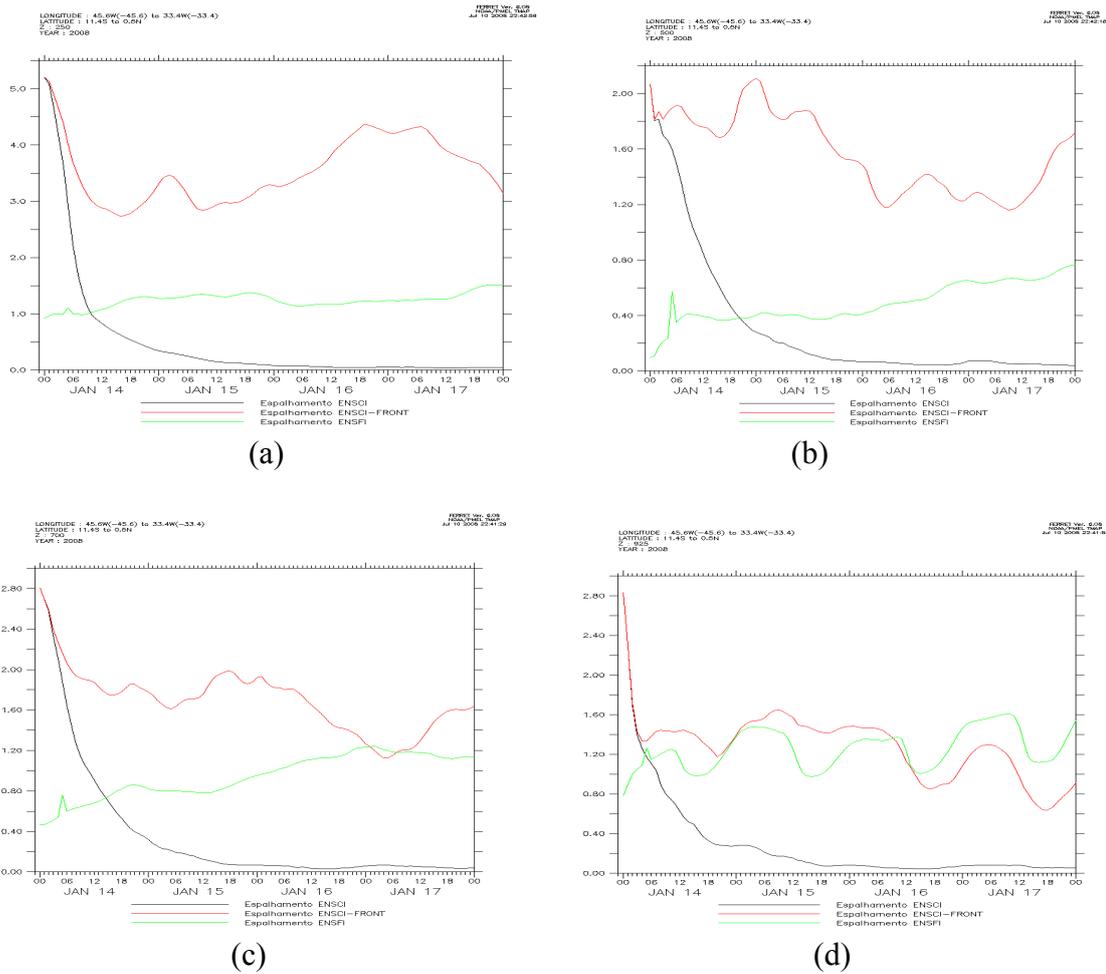


Figura 5.12- Espalhamento da intensidade do vento (em /m/s) nas 96 horas de simulação em: (a) 250mb; (b) 500mb; (c) 700mb e (d) 925mb.

### 5.3.2-Temperatura

Na figura 5.13 (a, b, c e d) é mostrado o espalhamento da temperatura em quatro níveis de pressão: 250mb, 500mb, 700 e 925mb. O espalhamento da temperatura do ENSCI em todos os níveis de pressão é amortecido já nas primeiras horas de simulação do modelo regional. O espalhamento do ENSFI em 925mb apresenta-se maior do que o ENSCI-FRONT em todo o período simulado, e as curvas de espalhamento neste caso parecem obedecer a ciclos diários. Já em 250mb, 500mb e 700mb o ENSCI-FRONT apresenta espalhamento maior do que o ENSFI em praticamente todo o período simulado, apesar do espalhamento não atingir nem  $0,5^{\circ}\text{C}$  para as três metodologias de ensemble.

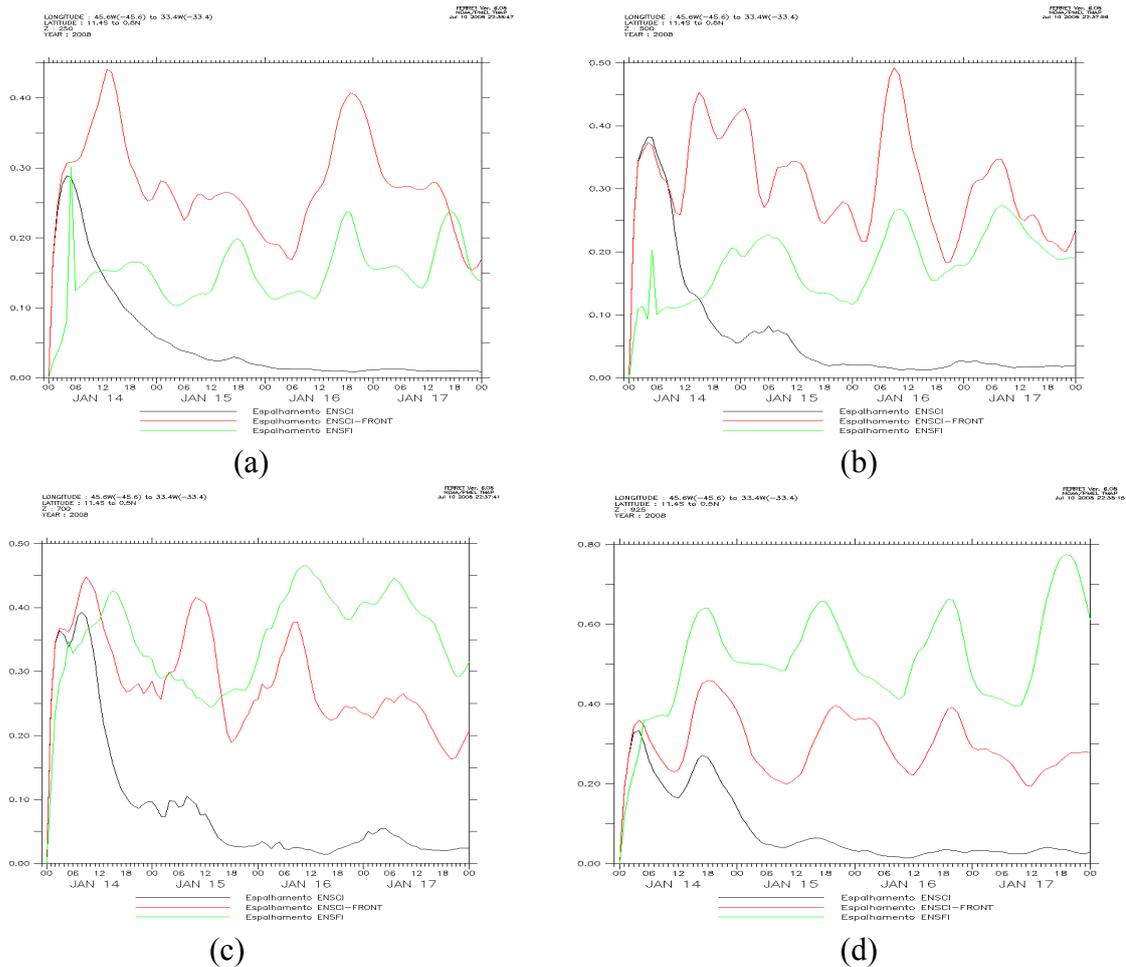


Figura 5.13- Espalhamento da temperatura (em graus Celsius) nas 96 horas de simulação em: (a) 250mb; (b) 500mb; (c) 700mb e (d) 925mb.

### 5.3.3-Pressão na superfície

Na figura 5.14 é mostrado o espalhamento da pressão na superfície e o que se observa, novamente, é um espalhamento grande do ENSCI nos primeiros passos de tempo do modelo regional que logo é amortecido, tendendo a zero depois de algumas horas de simulação. Já o ENSFI apresenta um espalhamento de aproximadamente 2mb em praticamente todo o período simulado, enquanto o ENSCI-FRONT apresenta uma curva de espalhamento que varia desde 0,5mb até um máximo de aproximadamente 5mb, observando-se uma acentuação no espalhamento entre as 12 horas do dia 15 e as 12 horas do dia 16 de janeiro de 2008.

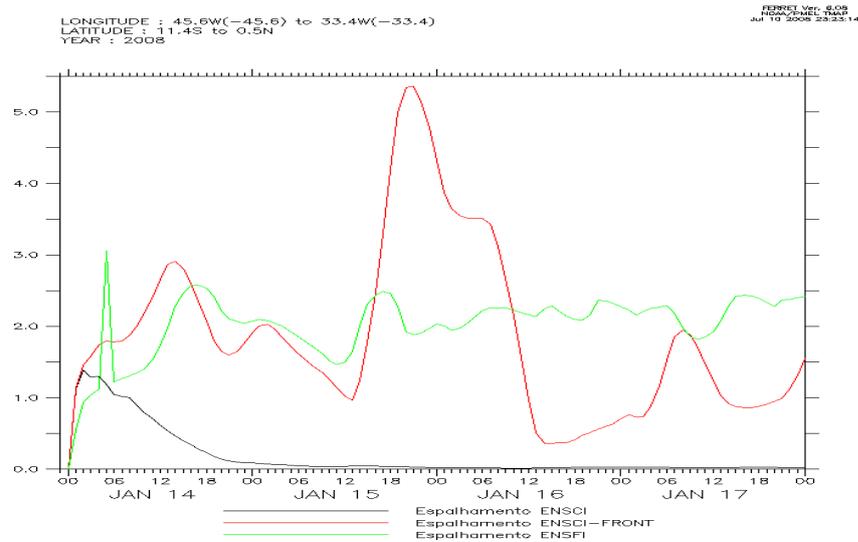


Figura 5.14 - Espalhamento da pressão na superfície ( em mb) nas 96 horas de simulação

### 5.3.4-Precipitação acumulada

Na figura 5.15 é mostrado o espalhamento da precipitação acumulada e o que se observa é um espalhamento nulo do ENSCI em todo o período simulado. Já o ENSFI apresenta um espalhamento muito acentuado nos últimos dia de simulação atingindo 13mm no último dia, influenciado principalmente pelo uso das diferentes parametrizações de convecção. Já o ENSCI-FRONT apresenta um espalhamento menor, variando de 0 a 2mm.

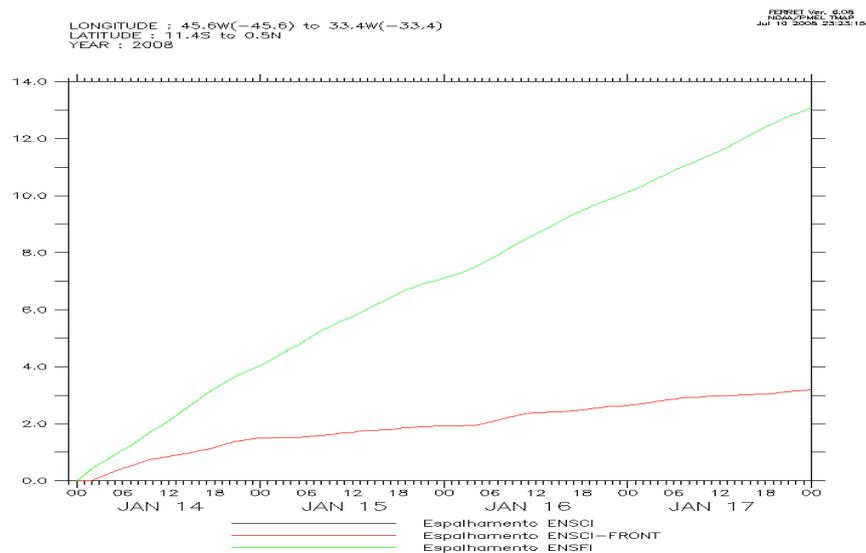


Figura 5.15 - Espalhamento da precipitação acumulada (em mm) nas 96 horas de simulação.

## 5.4 - Previsões comparadas à análise verificada

Nesta secção são mostradas as previsões do ENSFI e do ENSCI-FRONT para 24h, 48h, 72h e 96h comparadas às análises verificadas nesses períodos. Os resultados do ENSCI não são mostrados porque, como observado na secção 5.3, as previsões desse conjunto convergem com poucas horas de integração do modelo regional.

### 5.4.1 - Previsões para vento

Nesta seção serão mostradas as previsões para vento em diferentes níveis de pressão e uma comparação com análise verificada a cada 24 horas com os membros do ENSFI e do ENSCI-FRONT.

Na figura 5.16 são destacados os campos das previsões de vento em 925mb do ENSFI para 24 horas válidas para o dia 15 de janeiro de 2008. Observando-se a figura 5.26 nota-se que a previsão de controle subestimou a análise verificada no Maranhão e na costa do Piauí, porém superestimou análise na Bahia e na costa do Ceará. Nota-se também que a previsão do ensemble médio em comparação previsão tradicional no oceano próximo ao Ceará e na Bahia apresenta-se mais coerente. Nota-se também que os membros que usam a parametrização de convecção de Kuo apresentam uma melhor previsão do que aqueles que usam a parametrização de Kain-Fritsch, principalmente na região litorânea do Ceará e Piauí. Na figura 5.17 são destacados os campos de vento em 925mb encontrados pela previsão de 24 horas dos membros do ENSCI-FRONT válidas para o dia 15 de janeiro de 2008, nota-se que o ensemble médio e membro de controle proporcionaram as melhores previsões tanto para direção quanto para intensidade do vento nesse nível, porém ambas subestimaram a análise verificada no Maranhão e na costa do Piauí e superestimaram na região litorânea do Ceará.

Na figura 5.18 são destacados os campos de espalhamento da intensidade do vento para previsão de 24 horas dos membros do ENSFI (a) e do ENSCI-FRONT (b) e é notório o maior espalhamento do ENSFI no oceano ao norte do Piauí, no Maranhão e na Bahia, porém na porção mais ao leste da grade nota-se um maior espalhamento do ENSCI-FRONT.

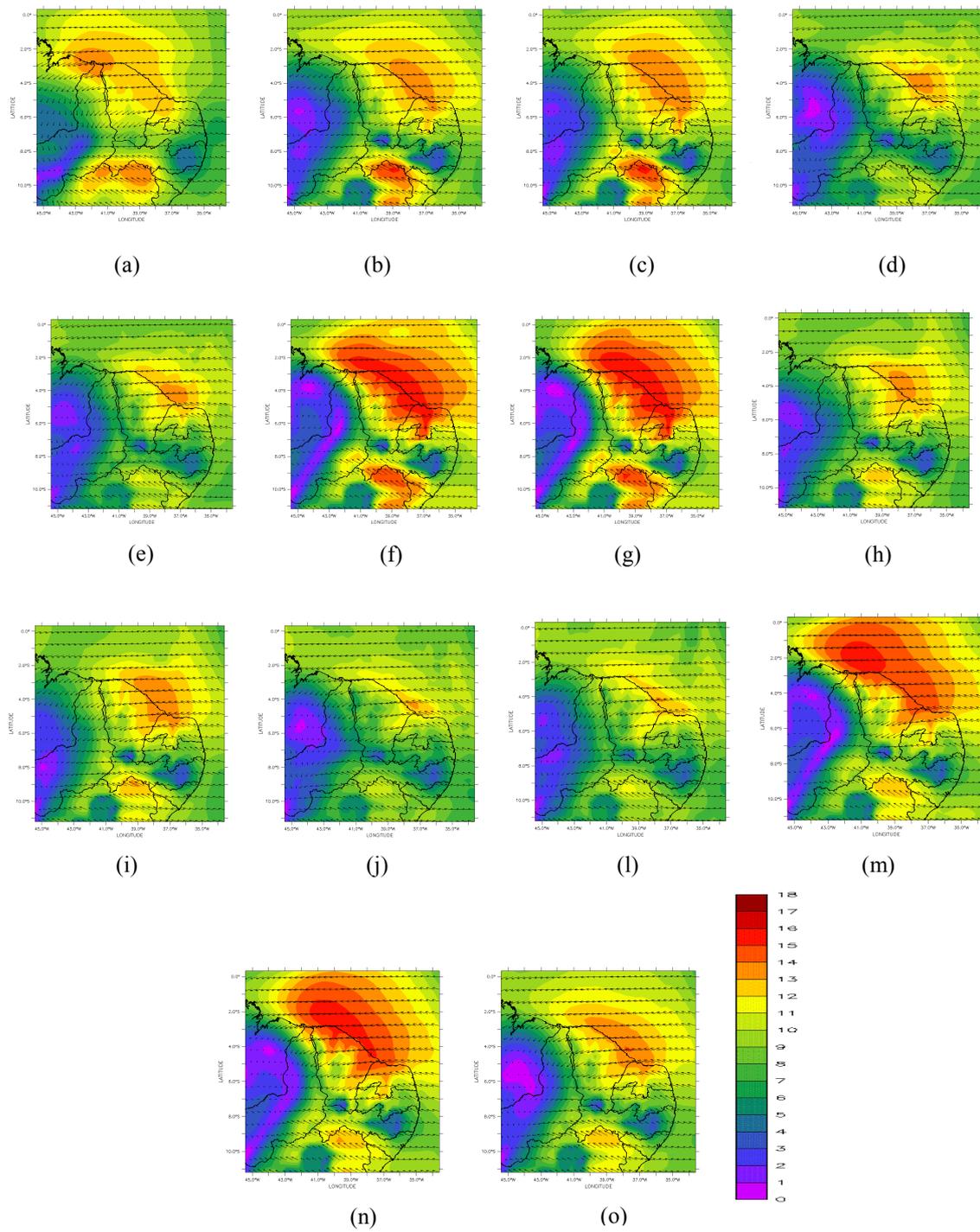


Figura 5.16 - Campos da previsão de 24 horas do ENSFI para vento em 925mb válidos para às 00h do dia 15/01/2008: (a)Análise verificada; (b)har-kuo-melo-24; (c)har-kuo-melo-12; (d)har-kuo-sma-24; (e)har-kuo-sma-12; (f)har-kain-melo-24; (g)har-kain-melo-12; (h)chen-kuo-melo-24; (i)chen-kuo-melo-12; (j)chen-kuo-sma-24; (l)chen-kuo-sma-12; (m)chen-kain-melo-24; (n)chen-kain-melo-12 (o)ensemble médio (ENSFI).

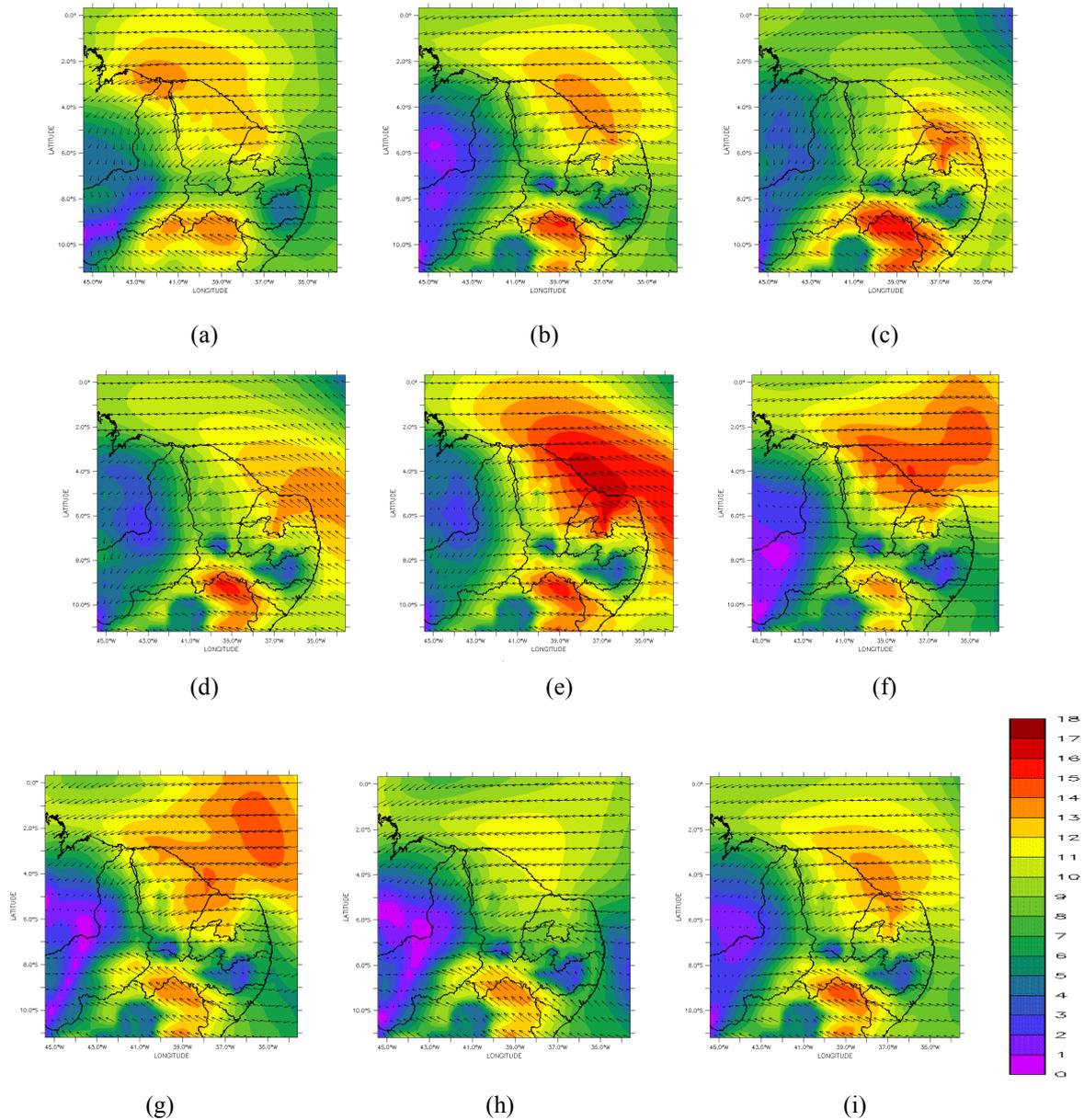


Figura 5.17 - Campos da previsão de 24 horas do ENSCI-FRONT para vento a 925mb válidos para às 00h do dia 15/01/2008: (a)Análise verificada; (b) membro de controle; (c) soma pert.24h; (d) soma pert.48h; (e) soma pert.72h; (f) soma pert.24h; (g) subtrai pert.48h; (h) subtrai pert.72h; (i)ensemble médio (ENSCI-FRONT).

Os campos de vento em 700mb encontrados pela previsão de 24 horas válidas para o dia 15 de janeiro de 2008 mostram que tanto o membro de controle e o ensemble médio do ENSFI e do ENSCI-FRONT superestimaram a análise na Bahia e na região litorânea de Sergipe e Alagoas, porém nessas regiões há um espalhamento muito grande do ENSCI-FRONT mostrando que nessa região há uma incerteza grande na previsão do ensemble médio e que um dos membros perturbados poderia representar uma melhor previsão.

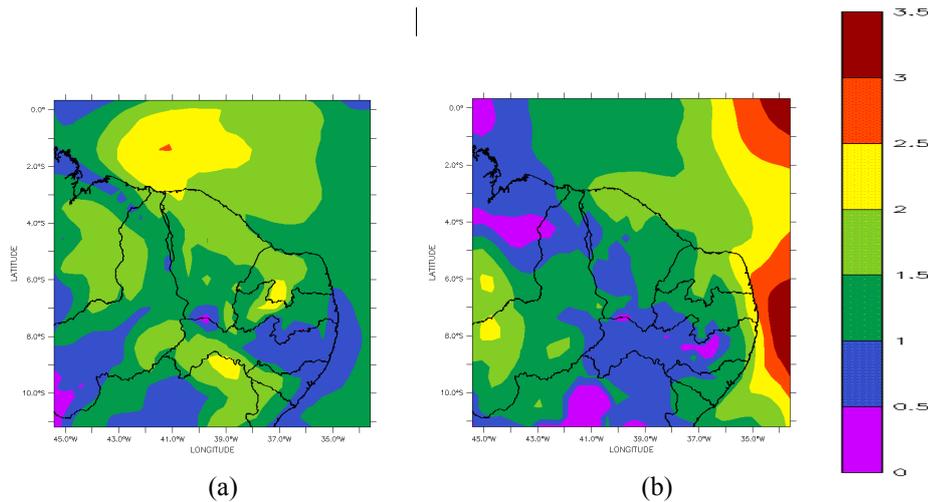


Figura 5.18 - Campos de espalhamento da intensidade do vento em 925mb válidos para às 00h do dia 15/01/2008 (previsão de 24 horas): (a)ENSFI; (b)ENSCI-FRONT.

Os campos de vento em 500mb encontrados pela previsão de 24 horas válidas para o dia 15 de janeiro de 2008 superestimaram a análise no Maranhão e Piauí. Além disso, enquanto análise verificada apresenta vento de oeste na região litorânea do Maranhão as outras previsões mostradas apresentam ventos de sudeste. Observa-se que o espalhamento ENSCI-FRONT é maior do que o ENSFI, principalmente nas regiões onde os membros mostrados não representaram com tanta fidelidade a análise verificada.

Na figura 5.19 são destacados os campos de vento em 250mb encontrados pela previsão de 24 horas válidas para o dia 15 de janeiro de 2008 do membro de controle e do ensemble médio do ENSFI e do ENSCI-FRONT, nota-se que essas previsões subestimaram a análise verificada no oceano a nordeste do Rio Grande do Norte e no Maranhão. Além disso, enquanto análise verificada apresenta vento de sudoeste no Maranhão as outras previsões mostradas apresentam ventos de oeste, já no Ceará enquanto a análise apresenta vento de oeste os outros membros apresentam ventos de noroeste. Observando as figuras 5.29(e) e 5.30(f) nota-se um espalhamento maior do ENSCI-FRONT, principalmente nas regiões onde os membros mostrados não representaram com tanta fidelidade a análise verificada, que é o caso do Maranhão, Piauí e o oceano a nordeste do Rio Grande do Norte.

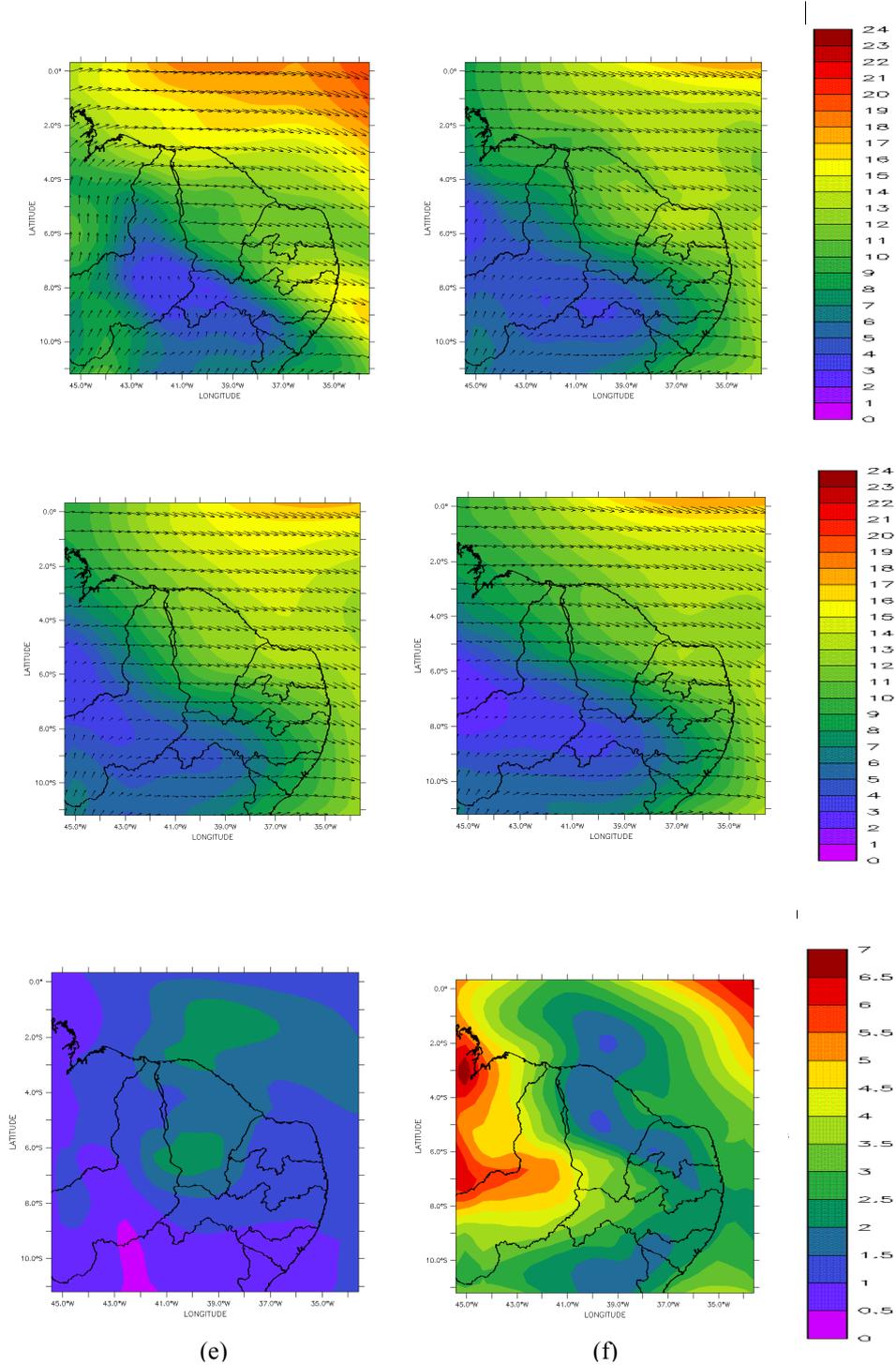


Figura 5.19- (a)Análise verificada do vento a 250mb válidos para às 00h do dia 15/01/2008; (b) Previsão de 24 horas do membro de controle para o vento a 250mb válidos para às 00h do dia 15/01/2008 para o vento a 250mb válidos para às 00h do dia 15/01/2008; (c) Previsão de 24 horas do ensemble médio (ENSFI) para o vento a 250mb válidos para às 00h do dia 15/01/2008; (d) Previsão de 24 horas do ensemble médio (ENSCI-FRONT) para o vento a 250mb válidos para às 00h do dia 15/01/2008; (e)Campo de espalhamento da intensidade do vento em 250mb válidos para às 00h do dia 15/01/2008 (previsão de 24 horas) do ENSFI; (f) Campo de espalhamento da intensidade do vento em 250mb válidos para às 00h do dia 15/01/2008 (previsão de 24 horas) ENSCI-FRONT.

Na tabela 5.2 são mostrados os índices estatísticos da previsão de 24 horas para intensidade do vento dos membros do ENSFI em relação a análise verificada no dia 15 de janeiro de 2008. Nota-se que em 925mb e 700mb os membros que apresentam nudging central a cada 12 horas mostram melhores previsões que os membros que usam nudging central a cada 24 horas. Em 500mb nota-se que o membro chen-kuo-sma-24 apresenta melhor previsão, enquanto em 250mb chen-kuo-sma-12 apresenta a melhor previsão.

Tabela 5.2 - Índices estatísticos da previsão de 24 horas da intensidade do vento em diferentes níveis de pressão dos membros do ENSFI em comparação análise verificada no dia 15/01/2008 as 00h.

<b>Previsão de 24 horas (ENSFI) - Intensidade do vento</b>					
<b>Níveis</b>	<b>Membros</b>	<b>BIAS</b>	<b>RMSE</b>	<b>CORREL</b>	<b>URMS</b>
925mb	har-kuo-melo-24	-0,525	2,275	0,743	2,214
	har-kuo-melo-12	-0,222	2,120	0,765	2,108
	har-kuo-sma-24	-1,708	2,892	0,651	2,334
	Har-kuo-sma-12	-1,456	2,605	0,692	2,160
	har-kain-melo-24	0,395	3,030	0,683	3,005
	har-kain-melo-12	0,383	2,997	0,705	2,972
	chen-kuo-melo-24	-1,077	2,275	0,738	2,004
	chen-kuo-melo-12	-0,697	<b>2,109</b>	0,751	1,990
	chen-kuo-sma-24	-1,699	2,540	0,751	1,888
	chen-kuo-sma-12	-1,348	2,221	<b>0,779</b>	<b>1,765</b>
	chen-kain-melo-24	0,144	2,782	0,721	2,778
	chen-kain-melo-12	<b>0,124</b>	2,698	0,743	2,695
	ensemble médio	-0,733	2,368	0,744	2,252
700mb	har-kuo-melo-24	0,983	2,071	<b>0,646</b>	<b>1,823</b>
	har-kuo-melo-12	0,839	<b>2,031</b>	0,633	1,850
	har-kuo-sma-24	0,830	2,180	0,547	2,016
	har-kuo-sma-12	<b>0,660</b>	2,056	0,576	1,947
	har-kain-melo-24	1,972	2,699	0,625	1,842
	har-kain-melo-12	1,725	2,526	0,623	1,845
	chen-kuo-melo-24	1,069	2,228	0,595	1,955
	chen-kuo-melo-12	0,865	2,096	0,604	1,910
	chen-kuo-sma-24	1,148	2,179	0,637	1,852
	chen-kuo-sma-12	0,982	2,107	0,631	1,864
	chen-kain-melo-24	2,126	2,857	0,614	1,909
	chen-kain-melo-12	1,820	2,633	0,606	1,902
	ensemble médio	1,239	2,225	0,628	1,849
500mb	har-kuo-melo-24	-0,084	1,404	0,431	1,402
	har-kuo-melo-12	-0,127	1,456	0,397	1,450
	har-kuo-sma-24	<b>-0,035</b>	1,269	0,530	1,268
	har-kuo-sma-12	-0,085	1,304	0,500	1,301
	har-kain-melo-24	-0,115	1,392	0,412	1,387
	har-kain-melo-12	-0,119	1,383	0,459	1,378
	chen-kuo-melo-24	-0,079	1,329	0,493	1,326
	chen-kuo-melo-12	-0,102	1,409	0,432	1,406
	chen-kuo-sma-24	-0,207	<b>1,130</b>	<b>0,630</b>	<b>1,111</b>
	chen-kuo-sma-12	-0,138	1,283	0,518	1,276
	chen-kain-melo-24	-0,255	1,362	0,490	1,338
	chen-kain-melo-12	-0,212	1,343	0,503	1,327
	ensemble médio	-0,185	1,293	0,512	1,280

	har-kuo-melo-24	-1,767	2,743	0,874	2,098
	har-kuo-melo-12	-1,693	2,864	0,844	2,309
	har-kuo-sma-24	-1,718	2,638	0,889	2,002
	har-kuo-sma-12	-1,645	2,742	0,861	2,194
	har-kain-melo-24	-0,194	2,680	0,818	2,673
	har-kain-melo-12	-0,487	2,692	0,808	2,648
250mb	chen-kuo-melo-24	-1,747	2,681	0,883	2,033
	chen-kuo-melo-12	-1,718	2,776	0,863	2,181
	chen-kuo-sma-24	-1,793	2,625	<b>0,897</b>	<b>1,917</b>
	chen-kuo-sma-12	-1,669	2,695	0,872	2,115
	chen-kain-melo-24	<b>-0,192</b>	2,678	0,813	2,671
	chen-kain-melo-12	-0,460	2,658	0,808	2,618
	ensemble médio	-1,313	<b>2,526</b>	0,865	2,158

Tabela 5.3-Índices estatísticos da previsão de 24 horas da intensidade do vento em diferentes níveis de pressão dos membros do ENSCI-FRONT em comparação análise verificada no dia 15/01/2008 as 00h.

Previsão de 24 horas (ENSCI-FRONT) - Intensidade do vento					
Níveis	Membros	BIAS	RMSE	CORREL	URMS
925mb	não perturbado	-0,525	2,275	0,743	2,214
	soma pert. 24h	-0,564	2,778	0,526	2,720
	soma pert. 48h	-0,277	2,685	0,575	2,670
	soma pert. 72h	1,061	3,181	0,618	2,999
	subtrai pert. 24h	-0,305	2,741	0,730	2,724
	subtrai pert. 48h	<b>-0,162</b>	2,730	0,700	2,725
	subtrai pert. 72h	-1,573	2,493	<b>0,794</b>	<b>1,934</b>
	ensemble médio	-0,535	<b>2,255</b>	0,748	2,190
700mb	não perturbado	0,983	2,071	0,646	1,823
	soma pert. 24h	2,898	3,354	0,709	1,688
	soma pert. 48h	1,569	2,356	0,687	1,757
	soma pert. 72h	1,821	2,759	0,556	2,073
	subtrai pert. 24h	<b>0,087</b>	3,005	0,058	3,004
	subtrai pert. 48h	1,601	3,372	0,195	2,967
	subtrai pert. 72h	2,334	4,144	-0,047	3,424
	ensemble médio	1,032	<b>1,922</b>	<b>0,725</b>	<b>1,622</b>
500mb	não perturbado	<b>-0,084</b>	1,404	0,431	1,402
	soma pert. 24h	1,788	2,720	0,064	2,051
	soma pert. 48h	1,412	2,768	-0,340	2,381
	soma pert. 72h	0,168	1,721	0,038	1,713
	subtrai pert. 24h	1,149	1,934	0,374	1,555
	subtrai pert. 48h	2,071	3,019	0,322	2,197
	subtrai pert. 72h	1,456	2,614	0,397	2,171
	ensemble médio	-0,247	<b>1,325</b>	<b>0,509</b>	<b>1,302</b>
250mb	não perturbado	-1,767	<b>2,743</b>	0,874	2,098
	soma pert. 24h	<b>0,121</b>	4,719	-0,011	4,717
	soma pert. 48h	-0,798	3,456	0,623	3,363
	soma pert. 72h	0,413	3,382	0,643	3,356
	subtrai pert. 24h	-1,094	4,044	0,795	3,894
	subtrai pert. 48h	-1,587	4,218	0,761	3,908
	subtrai pert. 72h	-1,569	4,548	0,702	4,269
	ensemble médio	-1,850	2,758	<b>0,880</b>	<b>2,046</b>

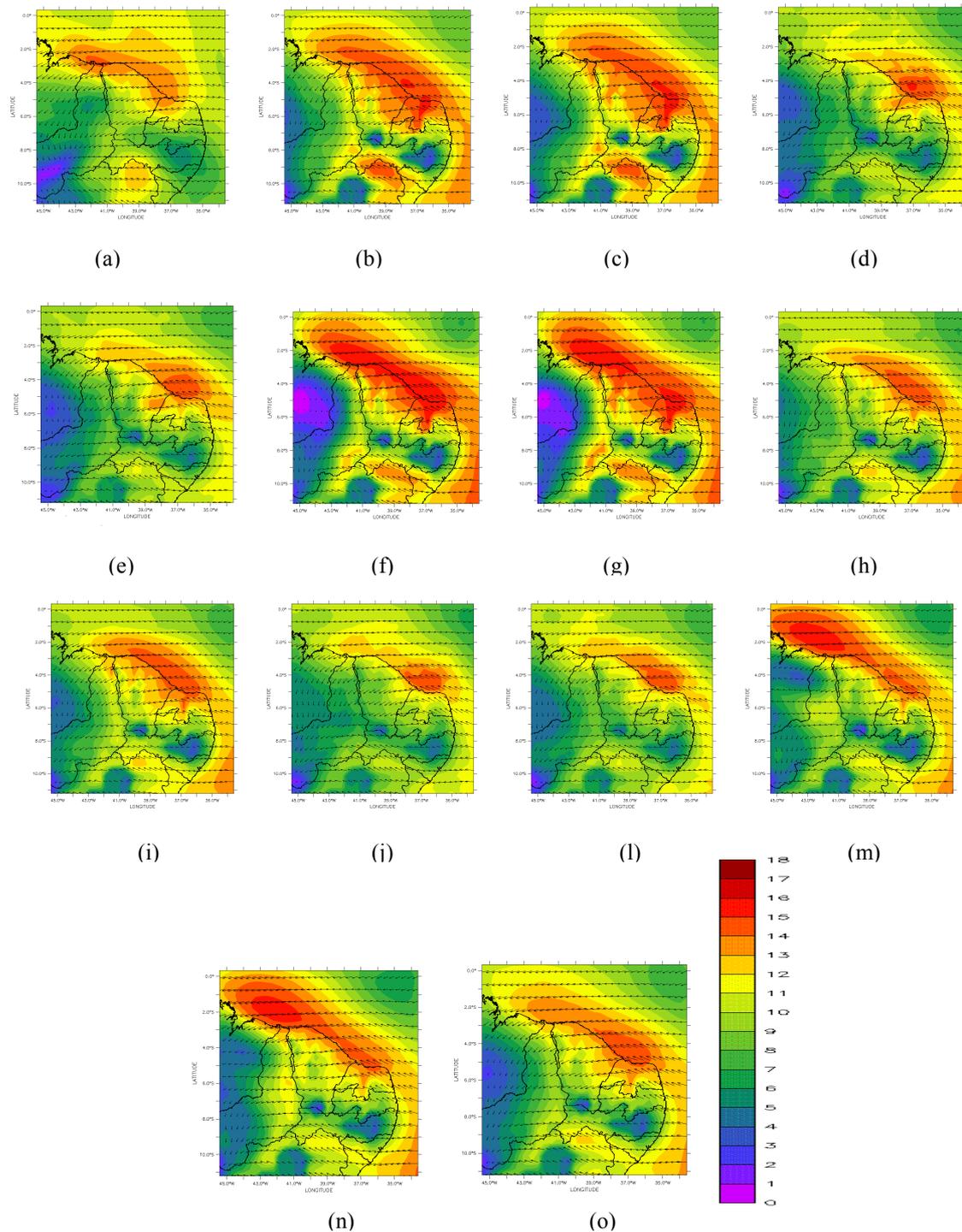


Figura 5.20 - Campos da previsão de 48 horas do ENSFI para vento em 925mb válidos para às 00h do dia 16/01/2008: (a)Análise verificada; (b)har-kuo-melo-24; (c)har-kuo-melo-12; (d)har-kuo-sma-24; (e)har-kuo-sma-12; (f)har-kain-melo-24; (g)har-kain-melo-12; (h)chen-kuo-melo-24; (i)chen-kuo-melo-12; (j)chen-kuo-sma-24; (l)chen-kuo-sma-12; (m)chen-kain-melo-24; (n)chen-kain-melo-12 (o)ensemble médio (ENSFI).

Na tabela 5.3 são mostrados os índices estatísticos da previsão de 24 horas para intensidade do vento dos membros do ENSFI em relação a análise verificada no dia 15 de janeiro de 2008, nota-se que em todos os níveis mostrados o ensemble médio do ENSFI

FRONT apresentou melhor previsão do que o membro de controle e o ensemble médio do ENSFI.

Na figura 5.20 são destacados os campos de vento em 925mb encontrados pela previsão de 48 horas dos membros do ENSFI válidas para o dia 16 de janeiro de 2008, nota-se que os membros que usam a parametrização de convecção de Kuo apresentam uma melhor previsão do que aqueles que usam a parametrização de Kain-Fritsch, principalmente na região litorânea do Ceará. Além disso, o ensemble médio apresenta-se uma previsão muito próxima da análise verificada como mostra o BIAS da tabela 5.5.

Na figura 5.21 são destacados os campos das previsões de vento em 925mb do ENSCI-FRONT para 48 horas. Observando-se a figura 5.21 nota-se que a previsão de controle superestimou a análise verificada em várias regiões, em especial no Rio Grande do Norte, no Ceará, no Piauí, na costa cearense e no oceano ao leste da Paraíba. Além disso, a direção do vento apresenta-se ligeiramente diferente na porção mais ao sul do Piauí, com a análise verificada apresentando ventos de noroeste, enquanto que a previsão de controle apresenta ventos de sudeste. Nota-se também que a previsão do ensemble médio em comparação previsão de controle no oceano próximo ao Ceará apresenta-se mais coerente com o que foi observado para o vento na análise verificada.

Comparando o ensemble médio dos ENSFI em 925mb, o ensemble médio do ENSCI-FRONT em 925mb e o membro de controle em 925mb, nota-se que as previsões das médias suavizaram os erros na costa cearense, porém o ensemble médio do ENSCI-FRONT deslocou o máximo de intensidade do vento para o continente em relação a análise verificada.

Na figura 5.22 são destacados os campos de espalhamento da intensidade do vento pela previsão de 48 horas dos membros do ENSFI (a) e do ENSCI-FRONT (b) e é notório o maior espalhamento do ENSFI no Maranhão e no oceano ao norte do Maranhão, porém nota-se um maior espalhamento do ENSCI-FRONT no oceano ao nordeste do Rio Grande do Norte.

Os campos de vento em 700mb encontrados pela previsão de 48 horas válidas para o dia 16 de janeiro de 2008 superestimaram a análise na Bahia, em Pernambuco e na região litorânea do Ceará, porém nessas regiões há uma atenuação dessa diferença no ensemble médio do ENSCI-FRONT. Além disso, o ENSCI-FRONT tem maior espalhamento do que o ENSFI, mostrando que há uma incerteza maior na previsão do ensemble médio, destaque para o Maranhão, a costa cearense e Pernambuco onde a previsão apresentou maiores erros.

Os campos de vento em 500mb encontrados pela previsão de 48 horas válidas para o dia 16 de janeiro de 2008 do membro de controle e do ensemble médio do ENSFI e do

ENSCI-FRONT apresentaram previsões bem distintas, porém todos superestimaram a análise no Maranhão e subestimaram na Bahia. O ENSCI-FRONT tem maior espalhamento do que o ENSFI, em especial no oceano ao norte do Ceará e no Maranhão, localidades onde a previsão do ensemble médio não foi tão representativa. Além disso, o espalhamento do ENSFI é maior ao norte do Rio Grande do Norte e no Maranhão, localidades onde o ensemble médio apresentou pouca previsibilidade.

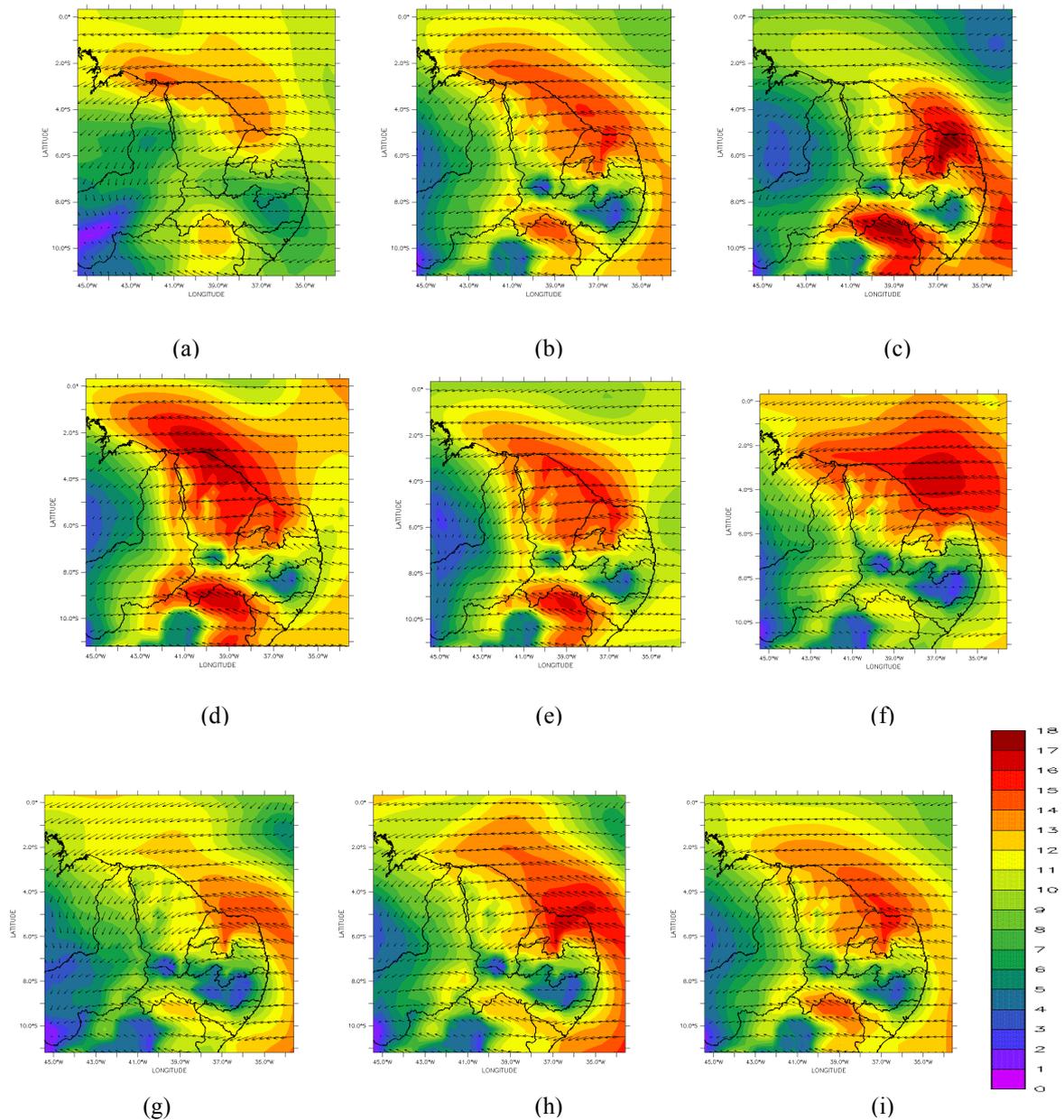


Figura 5.21 - Campos da previsão de 48 horas do ENSCI-FRONT para vento a 925mb válidos para às 00h do dia 16/01/2008: (a) Análise verificada; (b) membro de controle; (c) soma pert.24h; (d) soma pert.48h; (e) soma pert.72h; (f) soma pert.24h; (g) subtrai pert.48h; (h) subtrai pert.72h; (i) ensemble médio (ENSCI-FRONT).

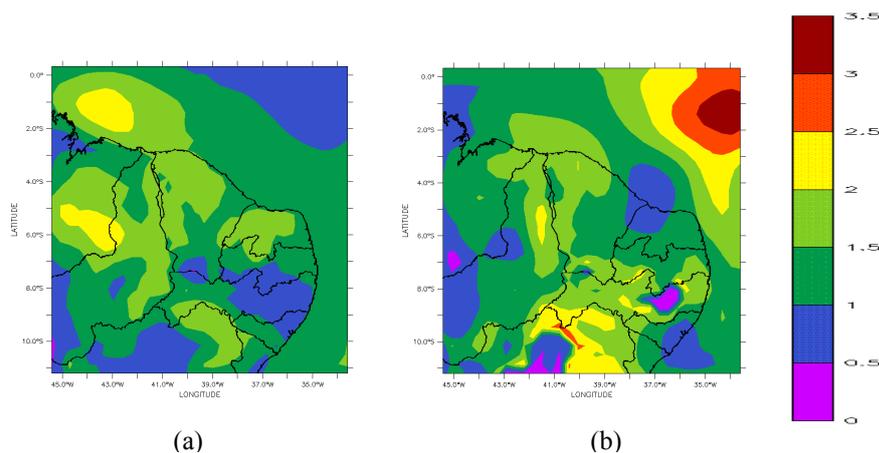


Figura 5.22-Campos de espalhamento da intensidade do vento em 925mb válidos para às 00h do dia 16/01/2008 (previsão de 48 horas): (a) ENSFI; (b) ENSCI-FRONT.

Na figura 5.23 são destacados os campos de vento em 250mb encontrados pela previsão de 48 horas válidas para o dia 16 de janeiro de 2008 do membro de controle e do ensemble médio do ENSFI e do ENSCI-FRONT, nota-se que essas previsões apresentam-se bem semelhantes e subestimam a análise verificada na Bahia, Piauí, Pernambuco, Rio Grande do Norte e no oceano ao nordeste do Rio Grande do Norte. O ENSCI-FRONT tem maior espalhamento do que o ENSFI, portanto mostra uma incerteza maior na previsão do ensemble médio.

Na tabela 5.4 são mostrados os índices estatísticos da previsão de 48 horas para intensidade do vento dos membros do ENSFI em relação a análise verificada no dia 16 de janeiro de 2008. Em nenhum dos níveis é possível identificar um membro que apresente uma previsão consideravelmente melhor, porém os membros que usam a parametrização de Smagorisky apresentam resultados bem melhores do que os membros que usam Mellor & Yamada em 925mb, principalmente se considerando a correlação como parâmetro. Além disso, nota-se que nenhum dos membros apresentou uma previsão significativa para o vento em 250mb. Nota-se também que o ensemble médio apresentou melhores previsões do que o membro de controle em todos os níveis expostos na tabela.

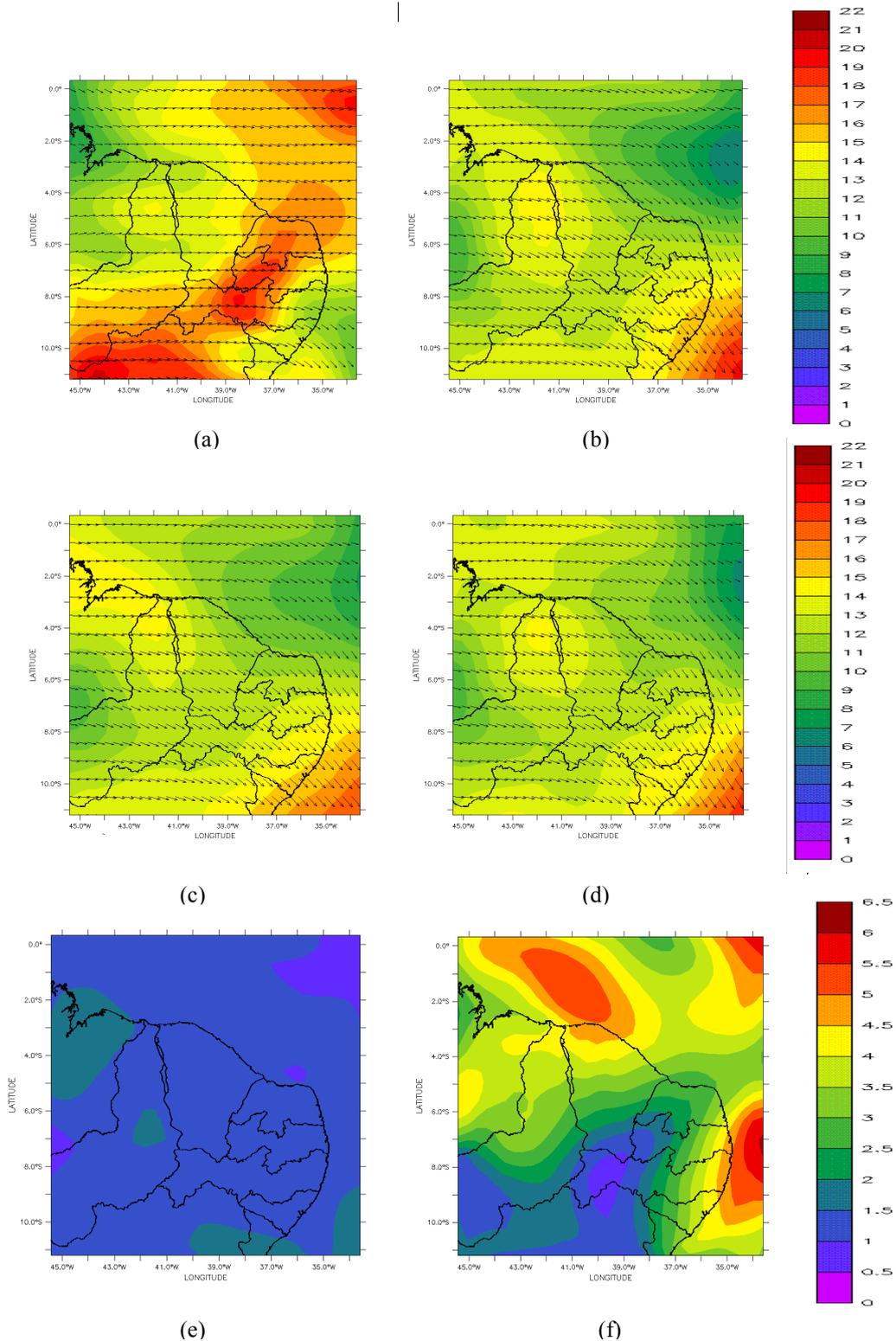


Figura 5.23- (a) Análise verificada do vento a 250mb válidos para às 00h do dia 16/01/2008; (b) Previsão de 48 horas do membro de controle para o vento a 250mb válidos para às 00h do dia 16/01/2008 para o vento a 250mb válidos para às 00h do dia 16/01/2008; (c) Previsão de 48 horas do ensemble médio (ENSFI) para o vento a 250mb válidos para às 00h do dia 16/01/2008; (d) Previsão de 48 horas do ensemble médio (ENSCI-FRONT) para o vento a 250mb válidos para às 00h do dia 16/01/2008; (e) Campo de espalhamento da intensidade do vento em 250mb válidos para às 00h do dia 16/01/2008 (previsão de 48 horas) do ENSFI; (f) Campo de espalhamento da intensidade do vento em 250mb válidos para às 00h do dia 16/01/2008 (previsão de 48 horas) ENSCI-FRONT.

Tabela 5.4 - Índices estatísticos da previsão de 48 horas da intensidade do vento em diferentes níveis de pressão dos membros do ENSFI em comparação análise verificada no dia 16/01/2008 as 00h.

Níveis	Previsão de 48 horas (ENSFI) Intensidade do vento				
	Membros	BIAS	RMSE	CORREL	URMS
925mb	har-kuo-melo-24	0,829	2,290	0,720	2,135
	har-kuo-melo-12	0,814	2,392	0,699	2,249
	Har-kuo-sma-24	-0,658	1,935	0,768	1,820
	Har-kuo-sma-12	-0,570	1,924	<b>0,769</b>	1,838
	har-kain-melo-24	0,485	2,882	0,688	2,841
	har-kain-melo-12	0,677	2,853	0,692	2,771
	Chen-kuo-melo-24	0,014	2,114	0,669	2,114
	Chen-kuo-melo-12	0,231	2,149	0,684	2,136
	chen-kuo-sma-24	-0,643	1,887	0,757	1,774
	chen-kuo-sma-12	-0,452	<b>1,824</b>	0,761	<b>1,768</b>
	Chen-kain-melo-24	0,174	2,461	0,648	2,454
	Chen-kain-melo-12	0,272	2,414	0,670	2,399
	ensemble médio	<b>0,035</b>	2,059	0,733	2,058
	700mb	har-kuo-melo-24	1,918	2,661	0,799
har-kuo-melo-12		1,677	2,538	0,792	1,905
Har-kuo-sma-24		1,927	2,592	0,819	<b>1,733</b>
Har-kuo-sma-12		<b>1,597</b>	<b>2,402</b>	0,810	1,794
har-kain-melo-24		2,155	2,789	0,811	1,770
Har-kain-melo-12		1,825	2,559	0,811	1,794
Chen-kuo-melo-24		1,896	2,595	0,815	1,771
Chen-kuo-melo-12		1,662	2,509	0,796	1,879
chen-kuo-sma-24		2,002	2,648	<b>0,827</b>	1,734
chen-kuo-sma-12		1,707	2,534	0,800	1,873
Chen-kain-melo-24		2,069	2,696	0,818	1,728
Chen-kain-melo-12		1,721	2,468	0,813	1,769
ensemble médio		1,833	2,535	0,818	1,751
500mb		har-kuo-melo-24	0,256	1,811	0,308
	har-kuo-melo-12	0,245	1,791	0,332	1,774
	Har-kuo-sma-24	-0,047	1,666	0,344	1,665
	Har-kuo-sma-12	<b>-0,022</b>	<b>1,622</b>	0,378	<b>1,622</b>
	har-kain-melo-24	0,741	2,286	0,285	2,162
	har-kain-melo-12	0,651	2,168	0,309	2,068
	Chen-kuo-melo-24	0,283	1,812	0,354	1,790
	Chen-kuo-melo-12	0,218	1,735	0,380	1,722
	chen-kuo-sma-24	0,274	1,866	0,338	1,846
	chen-kuo-sma-12	0,235	1,732	0,380	1,716
	Chen-kain-melo-24	0,691	2,165	0,388	2,052
	Chen-kain-melo-12	0,564	2,018	<b>0,407</b>	1,938
	ensemble médio	0,316	1,820	0,364	1,792
	250mb	har-kuo-melo-24	-2,244	4,292	-0,320
har-kuo-melo-12		-2,273	4,075	-0,282	3,381
Har-kuo-sma-24		-2,161	4,072	-0,362	3,451
Har-kuo-sma-12		-2,195	3,921	<b>-0,275</b>	<b>3,250</b>
har-kain-melo-24		<b>-1,283</b>	<b>3,762</b>	-0,398	3,536
har-kain-melo-12		-1,589	3,884	-0,414	3,545
Chen-kuo-melo-24		-2,194	4,111	-0,326	3,477
Chen-kuo-melo-12		-2,344	4,107	-0,299	3,372
chen-kuo-sma-24	-2,284	4,143	-0,298	3,457	

Chen-kuo-sma-12	-2,376	4,114	-0,294	3,358
Chen-kain-melo-24	-1,930	4,324	-0,485	3,870
Chen-kain-melo-12	-1,990	4,281	-0,501	3,790
ensemble médio	-2,091	4,044	-0,379	3,462

Na tabela 5.5 são mostrados os índices estatísticos da previsão de 48 horas para intensidade do vento dos membros do ENSCI-FRONT em relação a análise verificada no dia 16 de janeiro de 2008, nota-se que o ensemble médio apresentou melhores previsões do que o membro de controle em todos os níveis expostos na tabela. Além disso, nota-se que nenhum dos membros apresentou uma previsão significativa para o vento em 250mb, com base na correlação encontrada por eles.

Tabela 5.5 - Índices estatísticos da previsão de 48 horas da intensidade do vento em diferentes níveis de pressão dos membros do ENSCI-FRONT em comparação análise verificada no dia 16/01/2008 as 00h.

Previsão de 48 horas (ENSCI-FRONT) – Intensidade do vento					
Níveis	Membros	BIAS	RMSE	CORREL	URMS
925mb	não perturbado	0,829	2,290	0,720	2,135
	soma pert. 24h	<b>0,042</b>	3,537	0,409	3,537
	soma pert. 48h	1,841	3,001	0,688	2,371
	soma pert. 72h	0,787	2,430	0,690	2,299
	subtrai pert. 24h	1,311	2,566	<b>0,778</b>	2,206
	subtrai pert. 48h	-0,237	2,224	0,712	2,211
	subtrai pert. 72h	0,714	2,589	0,673	2,488
	ensemble médio	0,627	<b>2,150</b>	0,735	<b>2,056</b>
700mb	não perturbado	1,918	2,661	0,799	1,844
	soma pert. 24h	2,060	4,022	0,150	3,454
	soma pert. 48h	3,986	4,543	0,728	2,179
	soma pert. 72h	3,504	4,152	0,682	2,226
	subtrai pert. 24h	1,870	3,182	<b>0,827</b>	2,575
	subtrai pert. 48h	<b>0,617</b>	<b>2,147</b>	0,727	2,056
	subtrai pert. 72h	1,533	2,736	0,675	2,266
	ensemble médio	1,831	2,582	0,797	<b>1,821</b>
500mb	não perturbado	0,256	1,811	0,308	1,793
	soma pert. 24h	2,150	3,327	0,209	2,540
	soma pert. 48h	1,439	2,476	0,316	2,015
	soma pert. 72h	1,072	1,888	<b>0,473</b>	<b>1,554</b>
	subtrai pert. 24h	-0,505	2,056	0,449	1,993
	subtrai pert. 48h	-0,229	2,416	0,178	2,405
	subtrai pert. 72h	<b>0,209</b>	2,229	0,175	2,220
	ensemble médio	0,303	<b>1,764</b>	0,333	1,738
250mb	não perturbado	-2,244	4,292	-0,320	3,658
	soma pert. 24h	-1,697	4,437	-0,352	4,100
	soma pert. 48h	0,638	4,636	-0,377	4,592
	soma pert. 72h	<b>0,535</b>	4,250	-0,134	4,216
	subtrai pert. 24h	-2,166	4,764	-0,048	4,243
	subtrai pert. 48h	-2,196	5,003	<b>0,175</b>	4,495
	subtrai pert. 72h	-3,165	5,653	0,010	4,684
	ensemble médio	-2,159	<b>4,044</b>	-0,353	<b>3,420</b>

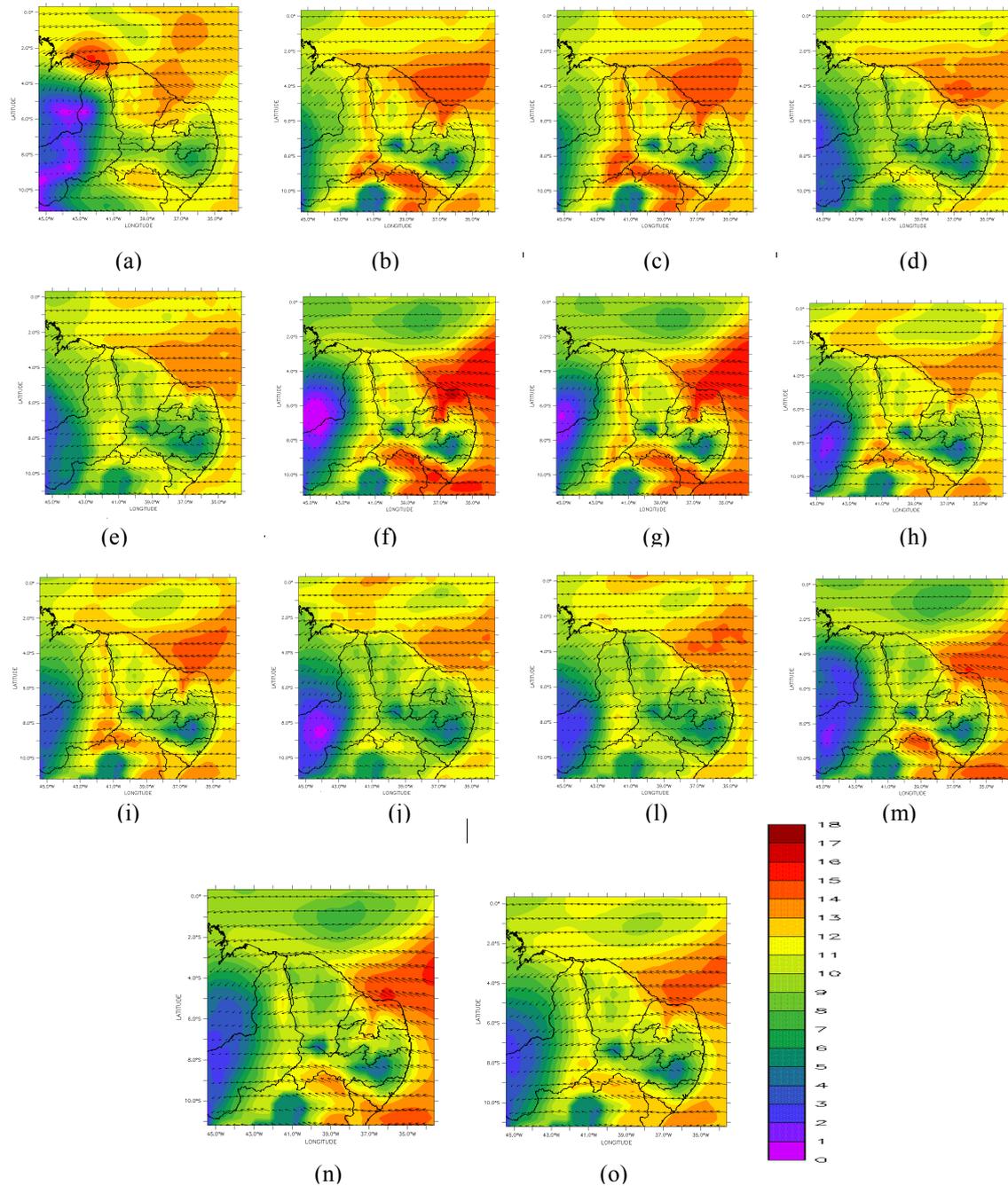


Figura 5.24 - Campos da previsão de 72 horas do ENSFI para vento em 925mb válidos para às 00h do dia 17/01/2008: (a)Análise verificada; (b)har-kuo-melo-24; (c)har-kuo-melo-12; (d)har-kuo-sma-24; (e)har-kuo-sma-12; (f)har-kain-melo-24; (g)har-kain-melo-12; (h)chen-kuo-melo-24; (i)chen-kuo-melo-12; (j)chen-kuo-sma-24; (l)chen-kuo-sma-12; (m)chen-kain-melo-24; (n)chen-kain-melo-12 (o)ensemble médio (ENSFI).

Na figura 5.24 são destacados os campos das previsões de vento em 925mb do ENSFI para 72 horas válidas para o dia 17 de janeiro de 2008. Observando a figura 5.24 nota-se que a previsão de controle superestimou a análise verificada no Maranhão, no Piauí, na costa do Rio grande do norte e na Bahia. Nota-se também que a previsão do ensemble médio em

comparação previsão tradicional suavizou a diferença com relação análise verificada no Maranhão e no Piauí. Nota-se que os membros que usam a parametrização de Smagorisky para turbulência invés de Mellor & Yamada apresentam melhores previsões no continente e os membros que usam a parametrização de Kuo para convecção apresentaram melhores previsões do que os membros que usam a parametrização de Kain-Fritsch. Já os membros que usam esquemas de nudging diferentes apresentaram soluções bem semelhantes.

Na figura 5.25 são destacados os campos das previsões de vento em 925mb do ENSCI-FRONT para 72 horas, nota-se que a previsão do ensemble médio em comparação previsão tradicional apresentam-se muito semelhantes, porém não apresentam a melhor previsão, que neste caso é do soma pert.72h.

Na figura 5.26 são destacados os campos de espalhamento da intensidade do vento para previsão de 72 horas dos membros do ENSFI (a) e do ENSCI-FRONT (b) e é notório o maior espalhamento do ENSFI em praticamente todo o domínio, especialmente no Piauí, no Maranhão e na Bahia, porém no oceano ao norte do Maranhão nota-se um maior espalhamento do ENSCI-FRONT.

Os campos de vento em 700mb encontrados pela previsão de 72 horas válidas para o dia 17 de janeiro de 2008 do membro de controle e do ensemble médio do ENSFI e do ENSCI-FRONT superestimaram a análise na região litorânea do Ceará. Além disso, o ENSFI tem maior espalhamento do que o ENSCI-FRONT nessa região, mostrando que há uma incerteza maior na previsão do ensemble médio.

Os campos de vento em 500mb encontrados pela previsão de 72 horas válidas para o dia 17 de janeiro de 2008 do membro de controle e do ensemble médio do ENSFI e do ENSCI-FRONT superestimaram a análise, principalmente, no oceano ao nordeste do Ceará, no Maranhão e no oceano ao norte do Piauí. Além disso, o ENSCI-FRONT tem maior espalhamento do que o ENSFI nessas regiões onde há maiores diferenças com relação análise verificada, mostrando assim que há uma incerteza maior na previsão do ensemble médio nessa localidade.

Na figura 5.27 são destacados os campos de vento em 250mb encontrados pela previsão de 72 horas válidas para o dia 17 de janeiro de 2008 do membro de controle e do ensemble médio do ENSFI e do ENSCI-FRONT, nota-se que essas previsões não representaram significativamente análise verificada. Além disso, apesar do ENSCI-FRONT apresentar maior espalhamento do que o ENSFI, nenhuma das técnicas apresentou espalhamento significativo na áreas onde o erro da previsão foi maior.

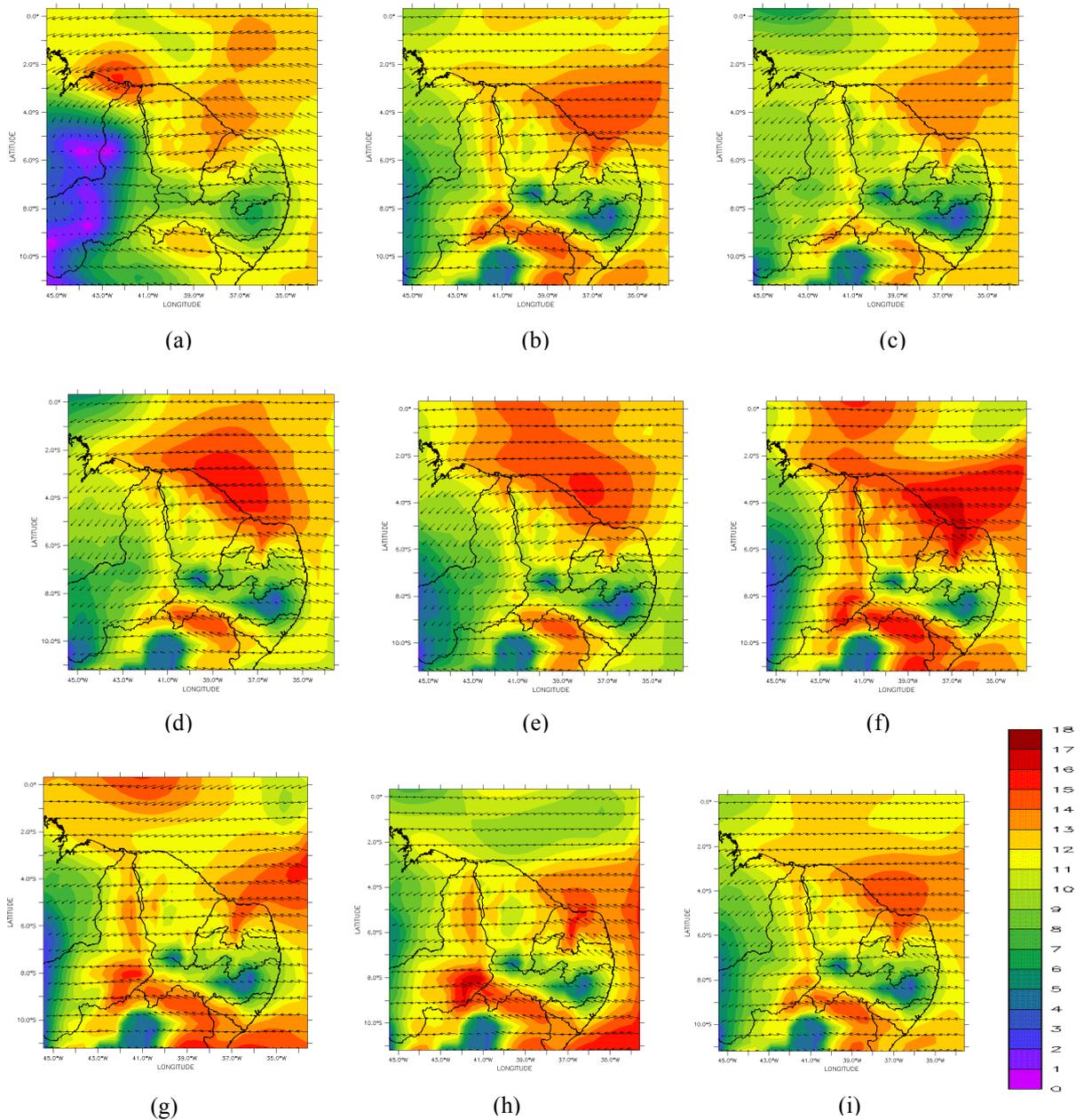


Figura 5.25 - Campos da previsão de 72 horas do ENSCI-FRONT para vento a 925mb válidos para às 00h do dia 17/01/2008: (a)Análise verificada; (b) membro de controle; (c) soma pert.24h; (d) soma pert.48h; (e) soma pert.72h; (f) soma pert.24h; (g) subtrai pert.48h; (h) subtrai pert.72h; (i)ensemble médio (ENSCI-FRONT).

Na tabela 5.6 são mostrados os índices estatísticos da previsão de 72 horas para intensidade do vento dos membros do ENSFI em relação a análise verificada no dia 17 de janeiro de 2008. Em 925mb os membros que usam a parametrização de Smagorisky apresentam resultados bem melhores do que os membros que usam Mellor & Yamada, principalmente se considerando a correlação como parâmetro, sendo chen-kuo-sma-24 a melhor previsão. Além disso, nota-se que nenhum dos membros apresentou uma previsão

significativa para o vento em 250mb e 500mb. Nota-se também que o ensemble médio apresentou melhores previsões do que o membro de controle em 700mb e 925mb.

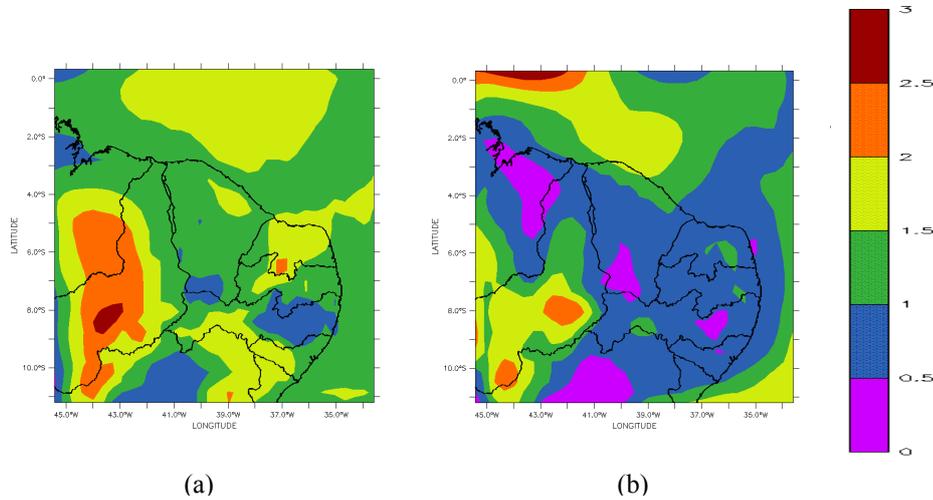


Figura 5.26-Campos de espalhamento da intensidade do vento em 925mb válidos para às 00h do dia 17/01/2008 (previsão de 72 horas): (a)ENSFI; (b)ENSCI-FRONT.

Na tabela 5.8 são mostrados os índices estatísticos da previsão de 72 horas para intensidade do vento dos membros do ENSFI em relação a análise verificada no dia 17 de janeiro de 2008, nota-se que nenhum dos membros apresentou uma previsão significativa para o vento em 250mb e 500mb, apesar da significativa melhor representação de alguns membros perturbados, como mostra a correlação nesses níveis. Nota-se também que o ensemble médio apresentou melhores previsões do que o membro de controle em 700mb e 925mb, mas não foi melhor que o ensemble médio do ENSFI.

Na figura 5.28 são destacados os campos das previsões de vento em 925mb do ENSFI para 96 horas válidas para o dia 18 de janeiro de 2008. Observando-se a figura 65 nota-se que a previsão de controle superestimou a análise verificada no Maranhão, no Piauí, na costa do Maranhão e no Ceará. Nota-se também que a previsão do ensemble médio em comparação previsão tradicional suavizou a diferença com relação análise verificada no Maranhão, no Piauí e na costa maranhense. Nota-se que os membros que usam a parametrização de Smagorisky para turbulência invés de Mellor & Yamada apresentam melhores previsões.

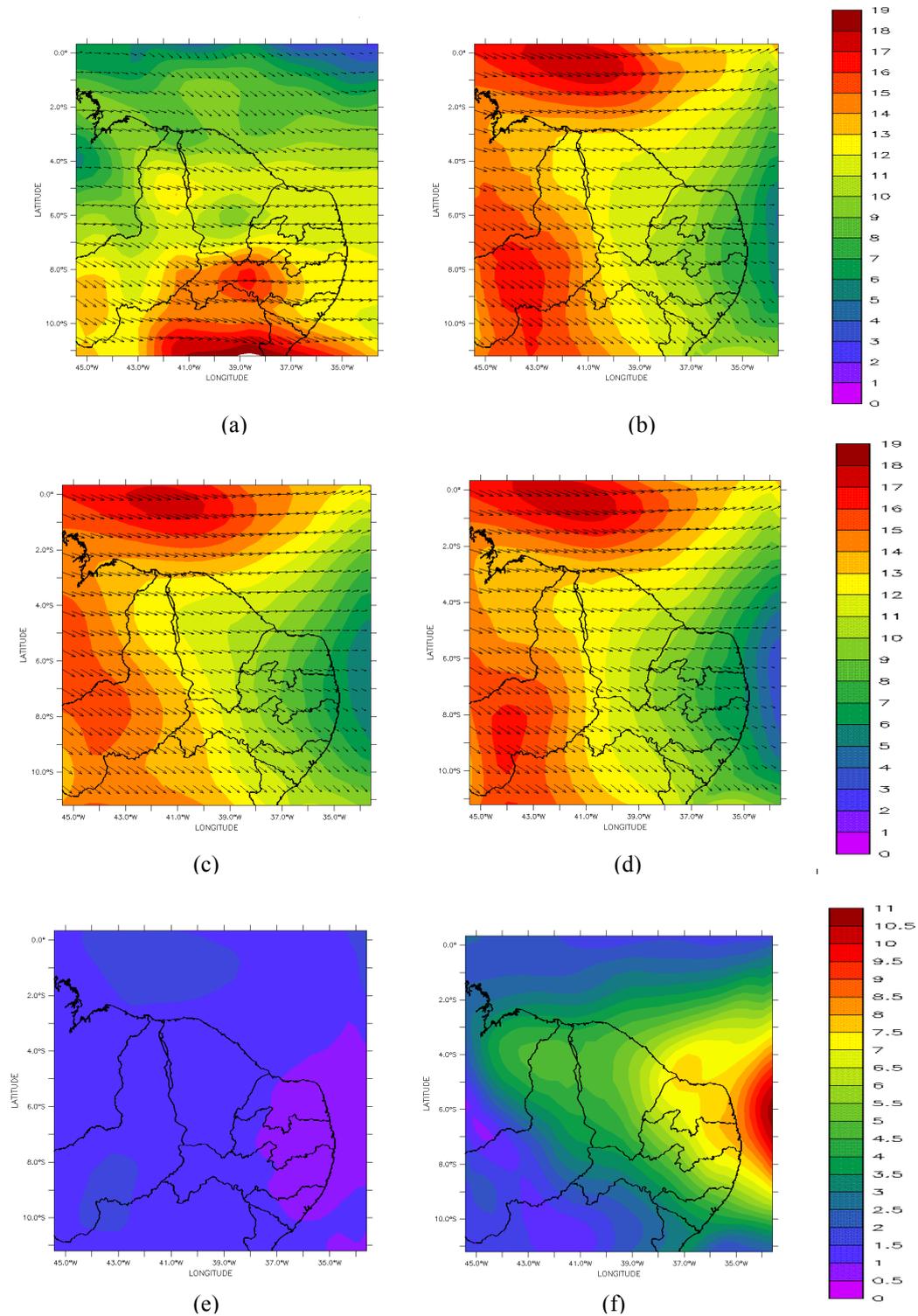


Figura 5.27-(a) Análise verificada do vento a 250mb válidos para às 00h do dia 17/01/2008; (b) Previsão de 72 horas do membro de controle para o vento a 250mb válidos para às 00h do dia 17/01/2008 para o vento a 250mb válidos para às 00h do dia 16/01/2008; (c) Previsão de 72 horas do ensemble médio (ENSFI) para o vento a 250mb válidos para às 00h do dia 17/01/2008; (d) Previsão de 72 horas do ensemble médio (ENSCI-FRONT) para o vento a 250mb válidos para às 00h do dia 17/01/2008; (e) Campo de espalhamento da intensidade do vento em 250mb válidos para às 00h do dia 17/01/2008 (previsão de 72 horas) do ENSFI; (f) Campo de espalhamento da intensidade do vento em 250mb válidos para às 00h do dia 17/01/2008 (previsão de 72 horas) ENSCI-FRONT.

Tabela 5.6- Índices estatísticos da previsão de 72 horas da intensidade do vento em diferentes níveis de pressão dos membros do ENSFI em comparação análise verificada no dia 17/01/2008 as 00h.

Previsão de 72 horas (ENSFI) - Intensidade do vento					
Níveis	Membros	BIAS	RMSE	CORREL	URMS
925mb	har-kuo-melo-24	1,279	2,814	0,691	2,506
	har-kuo-melo-12	1,484	3,067	0,635	2,684
	har-kuo-sma-24	<b>0,083</b>	1,855	0,847	1,853
	har-kuo-sma-12	0,283	2,074	0,808	2,054
	har-kain-melo-24	0,187	2,662	0,730	2,655
	har-kain-melo-12	0,385	2,772	0,671	2,746
	chen-kuo-melo-24	0,241	1,874	0,844	1,858
	chen-kuo-melo-12	0,783	2,318	0,777	2,182
	chen-kuo-sma-24	-0,337	<b>1,756</b>	<b>0,868</b>	<b>1,723</b>
	chen-kuo-sma-12	0,125	2,040	0,809	2,036
	chen-kain-melo-24	-0,542	2,307	0,782	2,242
	chen-kain-melo-12	-0,167	2,466	0,718	2,460
	Ensemble médio	0,278	2,009	0,819	1,990
	700mb	har-kuo-melo-24	2,400	3,351	0,838
har-kuo-melo-12		2,158	3,215	0,831	2,383
har-kuo-sma-24		2,462	3,359	0,849	2,285
har-kuo-sma-12		2,192	3,198	0,845	2,329
har-kain-melo-24		1,607	2,504	0,865	<b>1,921</b>
har-kain-melo-12		<b>1,391</b>	<b>2,413</b>	0,863	1,971
chen-kuo-melo-24		2,380	3,355	0,857	2,364
chen-kuo-melo-12		2,145	3,245	0,839	2,435
chen-kuo-sma-24		2,419	3,363	<b>0,867</b>	2,336
chen-kuo-sma-12		2,212	3,290	0,842	2,435
chen-kain-melo-24		1,632	2,601	0,866	2,025
chen-kain-melo-12		1,436	2,514	0,862	2,064
Ensemble médio		2,022	2,988	0,857	2,200
500mb		har-kuo-melo-24	3,733	4,943	-0,010
	har-kuo-melo-12	<b>3,342</b>	4,751	-0,100	3,376
	har-kuo-sma-24	3,811	4,993	-0,043	<b>3,227</b>
	har-kuo-sma-12	3,367	<b>4,728</b>	-0,095	3,320
	har-kain-melo-24	4,762	6,041	-0,247	3,718
	har-kain-melo-12	4,297	5,699	-0,256	3,744
	chen-kuo-melo-24	3,916	5,090	<b>0,037</b>	3,251
	chen-kuo-melo-12	3,411	4,807	-0,078	3,387
	chen-kuo-sma-24	3,985	5,131	-0,012	3,232
	chen-kuo-sma-12	3,572	4,940	-0,117	3,412
	chen-kain-melo-24	4,743	5,903	-0,101	3,514
	chen-kain-melo-12	4,257	5,589	-0,172	3,622
	Ensemble médio	3,913	5,180	-0,105	3,395
	250mb	har-kuo-melo-24	1,791	4,991	-0,262
har-kuo-melo-12		1,787	5,214	-0,351	4,899
Har-kuo-sma-24		1,802	5,110	-0,271	4,781
har-kuo-sma-12		1,716	5,229	-0,347	4,939
har-kain-melo-24		1,486	<b>4,445</b>	<b>-0,165</b>	<b>4,189</b>
har-kain-melo-12		1,479	4,757	-0,292	4,522
chen-kuo-melo-24		1,657	5,315	-0,368	5,050
chen-kuo-melo-12		1,599	5,348	-0,395	5,103
chen-kuo-sma-24	1,487	5,413	-0,368	5,205	

chen-kuo-sma-12	1,545	5,465	-0,405	5,242
chen-kain-melo-24	<b>1,071</b>	4,434	-0,166	4,302
chen-kain-melo-12	1,227	4,756	-0,246	4,595
Ensemble médio	1,543	5,009	-0,313	4,766

Tabela 5.7- Índices estatísticos da previsão de 72 horas da intensidade do vento em diferentes níveis de pressão dos membros do ENSCI-FRONT em comparação análise verificada no dia 17/01/2008 as 00h.

<b>Previsão de 72 horas (ENSCI-FRONT) - Intensidade do vento</b>					
<b>Níveis</b>	<b>Membros</b>	<b>BIAS</b>	<b>RMSE</b>	<b>CORREL</b>	<b>URMS</b>
925mb	não perturbado	1,279	2,814	0,691	2,506
	soma pert. 24h	<b>0,770</b>	2,953	0,573	2,851
	soma pert. 48h	1,110	2,730	0,698	2,494
	soma pert. 72h	1,086	<b>2,442</b>	<b>0,777</b>	<b>2,187</b>
	Subtrai pert. 24h	1,995	3,262	0,693	2,581
	Subtrai pert. 48h	1,504	3,247	0,584	2,878
	Subtrai pert. 72h	1,294	3,743	0,329	3,513
	ensemble médio	1,200	2,740	0,700	2,460
700mb	não perturbado	2,400	3,351	0,838	2,340
	soma pert. 24h	3,042	4,199	0,593	2,895
	soma pert. 48h	<b>2,151</b>	3,713	0,840	3,026
	soma pert. 72h	2,196	<b>3,118</b>	<b>0,865</b>	2,214
	Subtrai pert. 24h	2,358	3,621	0,862	2,748
	Subtrai pert. 48h	2,450	3,133	0,808	<b>1,953</b>
	Subtrai pert. 72h	2,685	3,569	0,783	2,352
	ensemble médio	2,230	3,230	0,840	2,330
500mb	não perturbado	3,733	4,943	-0,010	3,240
	soma pert. 24h	4,882	6,070	-0,137	3,607
	soma pert. 48h	<b>2,797</b>	<b>4,314</b>	-0,080	3,284
	soma pert. 72h	3,788	4,640	<b>0,250</b>	<b>2,680</b>
	Subtrai pert. 24h	2,901	4,706	-0,162	3,705
	Subtrai pert. 48h	4,286	5,656	0,073	3,691
	Subtrai pert. 72h	3,549	5,524	-0,140	4,233
	ensemble médio	3,560	4,870	-0,010	3,330
250mb	não perturbado	1,791	4,991	-0,262	4,659
	soma pert. 24h	3,675	5,273	-0,327	<b>3,781</b>
	soma pert. 48h	6,965	8,033	-0,154	4,001
	soma pert. 72h	6,744	8,058	-0,494	4,412
	Subtrai pert. 24h	1,392	<b>6,025</b>	-0,032	5,862
	Subtrai pert. 48h	<b>0,473</b>	4,779	<b>0,168</b>	4,755
	Subtrai pert. 72h	-1,821	4,993	0,013	4,649
	ensemble médio	1,330	5,270	-0,310	5,100

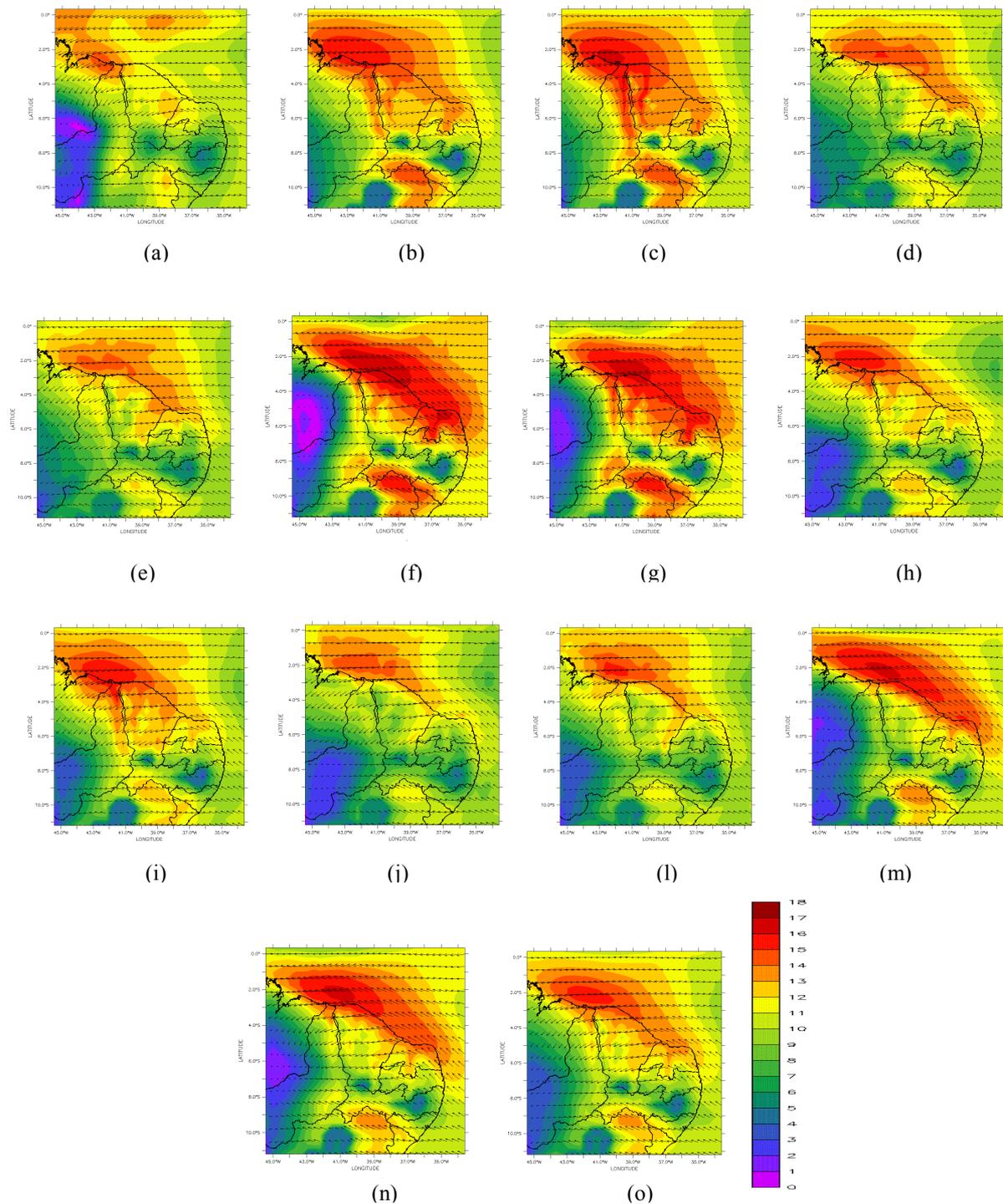


Figura 5.28- Campos da previsão de 96 horas do ENSFI para vento em 925mb válidos para às 00h do dia 18/01/2008: (a)Análise verificada; (b)har-kuo-melo-24; (c)har-kuo-melo-12; (d)har-kuo-sma-24; (c)har-kuo-sma-12; (d)har-kain-melo-24; (e)har-kain-melo-12; (f)chen-kuo-melo-24; (g)chen-kuo-melo-12; (h)chen-kuo-sma-24; (i)chen-kuo-sma-12; (j)chen-kain-melo-24; (l)chen-kain-melo-12 (m)ensemble médio (ENSFI).

Na figura 5.29 são destacados os campos das previsões de vento em 925mb do ENSCI-FRONT para 96 horas. Nota-se também que a previsão do ensemble médio em apresenta uma previsão muito semelhante a previsão tradicional. Comparando o ensemble

médio dos ENSFI em 925mb, o ensemble médio do ENSCI-FRONT em 925mb e o membro de controle em 925mb, nota-se que a previsão da média do ENSFI suavizou os erros na costa cearense e apresentou melhor previsão.

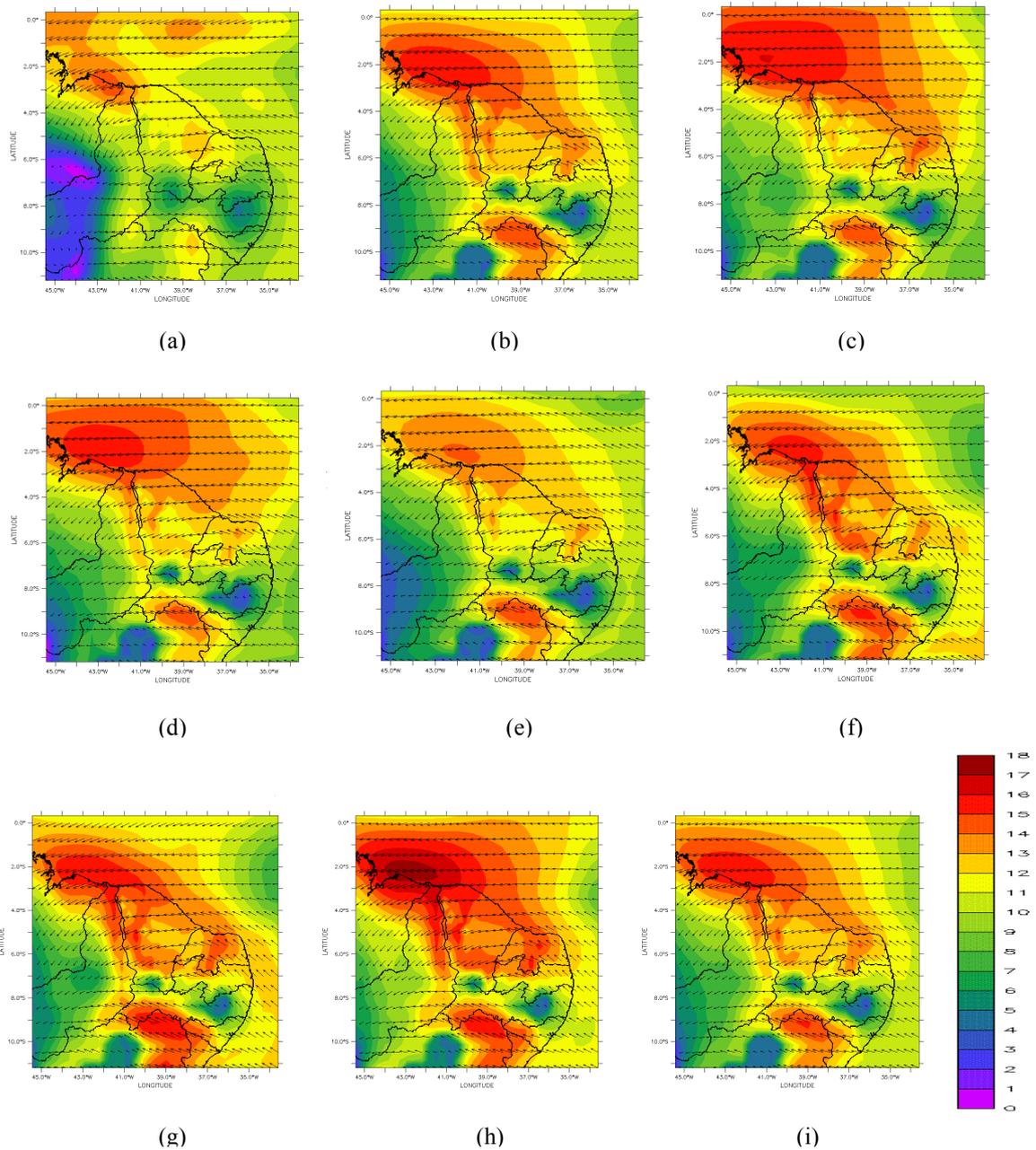


Figura 5.29 - Campos da previsão de 96 horas do ENSCI-FRONT para vento a 925mb válidos para às 00h do dia 18/01/2008: (a)Análise verificada; (b) membro de controle; (c) soma pert.24h; (d) soma pert.48h; (e) soma pert.72h; (f) soma pert.24h; (g) subtrai pert.48h; (h) subtrai pert.72h; (i)ensemble médio (ENSCI-FRONT).

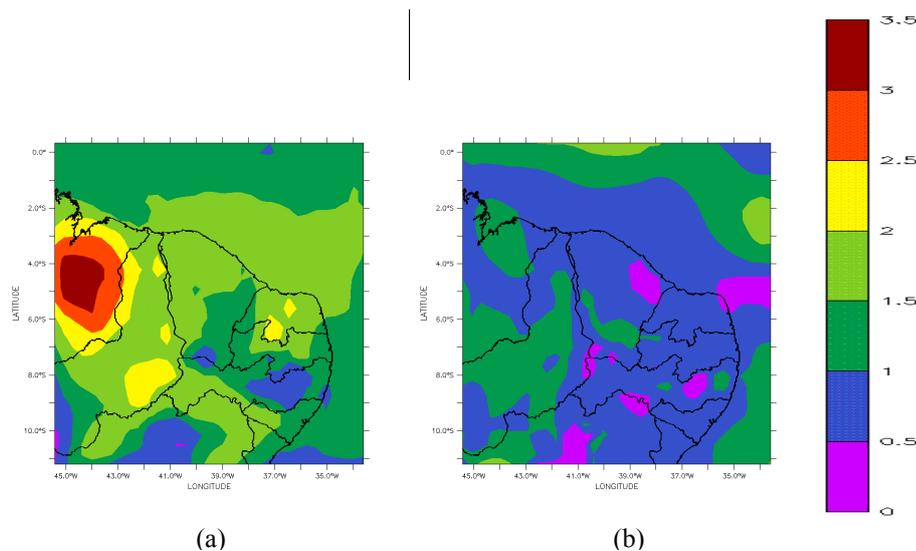


Figura 5.30-Campos de espalhamento da intensidade do vento em 925mb válidos para às 00h do dia 18/01/2008 (previsão de 96 horas): (a)ENSFI; (b)ENSCI-FRONT.

Na figura 5.30 são destacados os campos de espalhamento da intensidade do vento para previsão de 96 horas dos membros do ENSFI (a) e do ENSCI-FRONT (b) e é notório o maior espalhamento do ENSFI em praticamente todo o domínio, especialmente no Maranhão e na costa cearense, regiões onde os erros do ensemble médio foram maiores.

Os campos de vento em 700mb encontrados pela previsão de 96 horas válidas para o dia 18 de janeiro de 2008 do membro de controle e do ensemble médio do ENSFI e do ENSCI-FRONT superestimaram a análise, principalmente na região mais ao norte da grade. Apesar de haver um espalhamento razoável nessa região das duas técnicas de ensemble não há uma representação significativa das previsões e nem da incerteza existente nelas.

Os campos de vento em 500mb encontrados pela previsão de 96 horas válidas para o dia 18 de janeiro de 2008 do membro de controle e do ensemble médio do ENSFI e do ENSCI-FRONT superestimaram a análise em praticamente todo o domínio, porém o ensemble médio ENSCI-FRONT apresenta correlação melhor com relação as outras previsões mostradas. Além disso, o ENSCI-FRONT tem maior espalhamento do que o ENSFI em praticamente todo o domínio, mostrando assim que há uma incerteza maior na previsão do ensemble médio.

Na figura 5.31 são destacados os campos de vento em 250mb encontrados pela previsão de 96 horas válidas para o dia 18 de janeiro de 2008 do membro de controle e do ensemble médio do ENSFI e do ENSCI-FRONT, nota-se que essas previsões superestimam análise verificada, em especial no maranhão e Piauí. Além disso, o ENSCI-FRONT apresentar maior espalhamento do que o ENSFI na região onde há maior erro do ensemble médio, representando bem a incerteza nessa região.

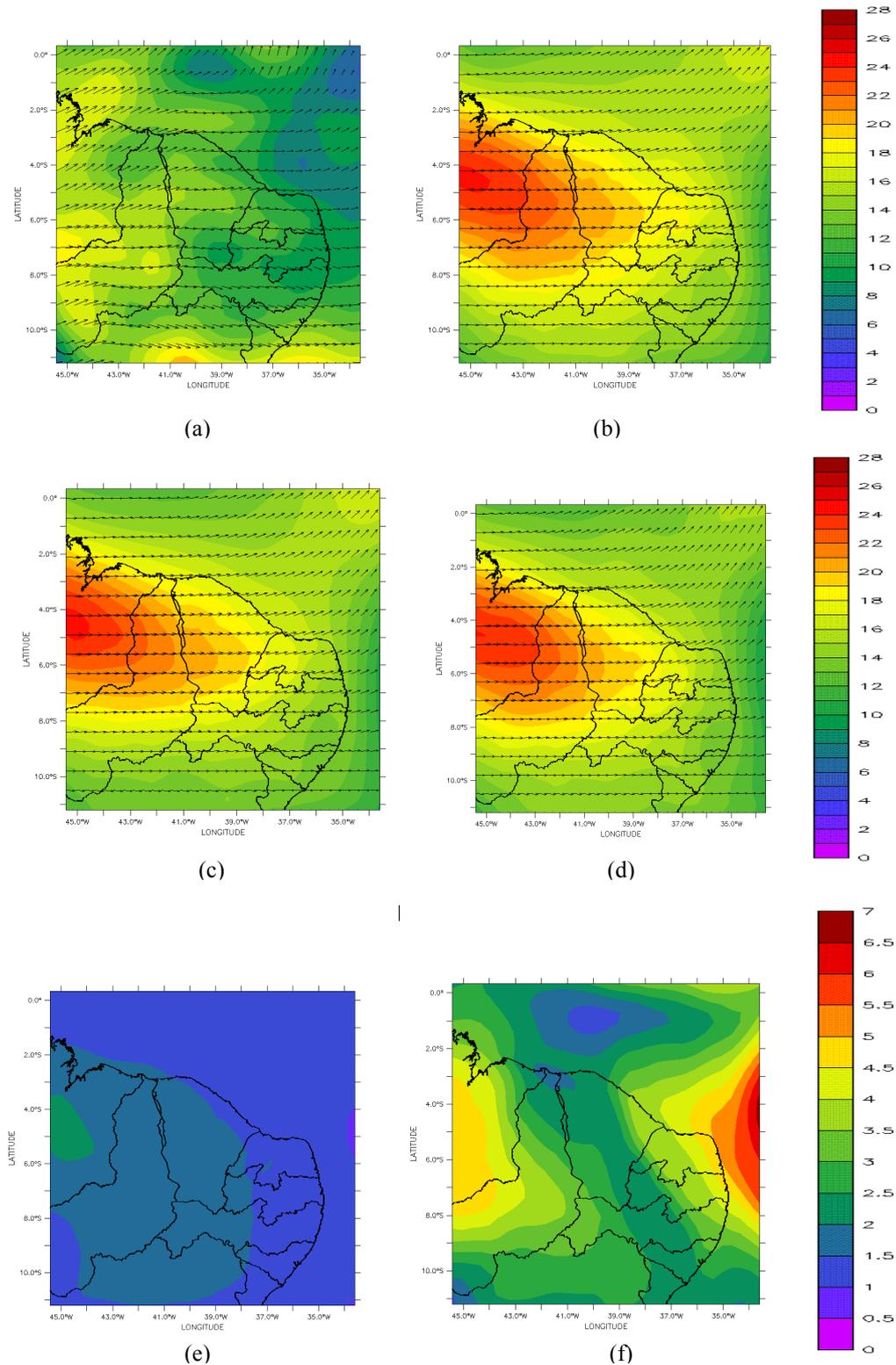


Figura 5.31- (a)Análise verificada do vento a 250mb válidos para às 00h do dia 18/01/2008; (b) Previsão de 96 horas do membro de controle para o vento a 250mb válidos para às 00h do dia 18/01/2008 para o vento a 250mb válidos para às 00h do dia 18/01/2008; (c) Previsão de 96 horas do ensemble médio (ENSFI) para o vento a 500mb válidos para às 00h do dia 18/01/2008; (d) Previsão de 96 horas do ensemble médio (ENSCI-FRONT) para o vento a 250mb válidos para às 00h do dia 18/01/2008; (e)Campo de espalhamento da intensidade do vento em 250mb válidos para às 00h do dia 18/01/2008 (previsão de 96 horas) do ENSFI; (f) Campo de espalhamento da intensidade do vento em 250mb válidos para às 00h do dia 18/01/2008 (previsão de 96 horas) ENSCI-FRONT.

Na tabela 5.8 são mostrados os índices estatísticos da previsão de 96 horas para intensidade do vento dos membros do ENSFI em relação a análise verificada no dia 18 de janeiro de 2008. Em 925mb os membros que usam a parametrização de Smagorisky apresentam resultados bem melhores do que os membros que usam Mellor & Yamada, principalmente se considerando o BIAS e o RMSE como parâmetros, sendo chen-kuo-sma-12 a melhor previsão. Além disso, nota-se que nenhum dos membros apresentou uma previsão significativa para o vento em 250mb e 500mb. Nota-se também que o ensemble médio apresentou melhores previsões do que o membro de controle em 700mb e 925mb.

Tabela 5.8 - Índices estatísticos da previsão de 96 horas da intensidade do vento em diferentes níveis de pressão dos membros do ENSFI em comparação análise verificada no dia 18/01/2008 as 00h.

Previsão de 96 horas (ENSFI) Intensidade do vento					
Níveis	Membros	BIAS	RMSE	CORREL	URMS
925mb	har-kuo-melo-24	1,390	2,323	0,795	1,861
	har-kuo-melo-12	1,606	2,570	0,762	2,006
	har-kuo-sma-24	<b>0,142</b>	1,716	0,826	1,710
	har-kuo-sma-12	0,368	1,691	0,837	1,650
	har-kain-melo-24	1,154	3,126	0,714	2,905
	har-kain-melo-12	1,306	2,868	0,731	2,553
	chen-kuo-melo-24	0,251	1,531	<b>0,877</b>	1,511
	chen-kuo-melo-12	0,813	1,820	0,846	1,629
	chen-kuo-sma-24	-0,379	1,573	0,867	1,526
	Chen-kuo-sma-12	<b>0,142</b>	<b>1,498</b>	0,869	<b>1,492</b>
	chen-kain-melo-24	0,443	2,340	0,789	2,298
	chen-kain-melo-12	0,617	2,226	0,791	2,138
	Ensemble médio	0,575	1,655	0,864	1,552
	700mb	har-kuo-melo-24	2,103	4,078	0,708
har-kuo-melo-12		<b>1,955</b>	4,078	0,704	3,579
har-kuo-sma-24		2,367	4,181	0,715	3,446
har-kuo-sma-12		2,163	4,163	0,704	3,558
har-kain-melo-24		2,179	<b>3,810</b>	<b>0,750</b>	<b>3,125</b>
har-kain-melo-12		2,038	3,819	0,748	3,230
chen-kuo-melo-24		2,107	4,050	0,714	3,459
chen-kuo-melo-12		1,988	4,071	0,705	3,552
chen-kuo-sma-24		2,324	4,140	0,733	3,427
chen-kuo-sma-12		2,156	4,132	0,717	3,525
chen-kain-melo-24		2,221	3,923	0,721	3,233
chen-kain-melo-12		2,076	3,864	0,728	3,259
Ensemble médio		2,122	3,982	0,724	3,370
500mb		har-kuo-melo-24	4,918	6,386	-0,127
	har-kuo-melo-12	<b>4,736</b>	<b>6,201</b>	-0,120	4,002
	har-kuo-sma-24	5,148	6,726	-0,198	4,328
	har-kuo-sma-12	4,897	6,459	-0,174	4,212
	har-kain-melo-24	5,012	6,582	-0,028	4,266
	har-kain-melo-12	4,984	6,524	-0,056	4,210
	chen-kuo-melo-24	5,167	6,562	-0,056	4,045
	chen-kuo-melo-12	4,837	6,247	-0,093	3,954
chen-kuo-sma-24	5,271	6,625	-0,093	4,013	

	chen-kuo-sma-12	4,975	6,379	-0,113	3,992
	chen-kain-melo-24	5,192	6,495	<b>0,090</b>	<b>3,902</b>
	chen-kain-melo-12	5,119	6,473	0,025	3,962
	Ensemble médio	4,986	6,416	-0,081	4,038
250mb	har-kuo-melo-24	8,095	8,587	0,373	2,866
	har-kuo-melo-12	7,916	8,458	0,353	2,979
	Har-kuo-sma-24	7,727	8,207	<b>0,441</b>	2,767
	har-kuo-sma-12	7,756	8,284	0,412	2,910
	har-kain-melo-24	7,598	8,032	0,400	<b>2,603</b>
	har-kain-melo-12	7,607	8,115	0,355	2,825
	chen-kuo-melo-24	7,561	8,221	0,335	3,227
	chen-kuo-melo-12	7,670	8,348	0,290	3,295
	chen-kuo-sma-24	7,349	8,004	0,368	3,169
	chen-kuo-sma-12	7,569	8,227	0,343	3,224
	chen-kain-melo-24	<b>7,140</b>	<b>7,723</b>	0,296	2,943
	chen-kain-melo-12	7,392	7,979	0,290	3,004
	Ensemble médio	7,596	8,145	0,360	2,939

Na tabela 5.9 são mostrados os índices estatísticos da previsão de 96 horas para intensidade do vento dos membros do ENSCI-FRONT em relação a análise verificada no dia 18 de janeiro de 2008, nota-se que nenhum dos membros apresentou uma previsão significativa para o vento em 250mb e 500mb, apesar da significativa melhor representação de alguns membros perturbados, como mostra os BIAS e os RMSE nesses níveis. Nota-se também que o ensemble médio apresentou melhores previsões do que o membro de controle em 700mb e 925mb.

Tabela 5.9 - Índices estatísticos da previsão de 96 horas da intensidade do vento em diferentes níveis de pressão dos membros do ENSCI-FRONT em comparação análise verificada no dia 18/01/2008 as 00h.

Previsão de 96 horas (ENSCI-FRONT) - Intensidade do vento					
Níveis	Membros	BIAS	RMSE	CORREL	URMS
925mb	não perturbado	1,390	2,323	0,795	1,861
	soma pert. 24h	1,627	2,564	0,775	1,981
	soma pert. 48h	1,260	2,238	0,810	1,850
	soma pert. 72h	<b>0,447</b>	<b>1,786</b>	<b>0,826</b>	<b>1,729</b>
	subtrai pert. 24h	1,058	2,388	0,731	2,141
	subtrai pert. 48h	1,631	2,640	0,742	2,076
	subtrai pert. 72h	2,482	3,238	0,743	2,079
	ensemble médio	1,370	2,280	0,800	1,830
700mb	não perturbado	2,103	4,078	0,708	3,494
	soma pert. 24h	3,403	5,021	0,729	3,692
	soma pert. 48h	1,663	4,468	0,724	4,147
	soma pert. 72h	<b>0,664</b>	<b>2,672</b>	<b>0,797</b>	<b>2,588</b>
	subtrai pert. 24h	1,571	3,304	0,624	2,906
	subtrai pert. 48h	2,915	4,207	0,632	3,033
	subtrai pert. 72h	3,601	5,698	0,620	4,415
	ensemble médio	1,990	3,940	0,730	3,400
	não perturbado	4,918	6,386	-0,127	4,074
	soma pert. 24h	4,251	6,602	-0,178	5,051

	soma pert. 48h	<b>2,556</b>	<b>4,876</b>	-0,121	4,152
	soma pert. 72h	3,186	4,929	-0,189	3,762
500mb	subtrai pert. 24h	5,111	6,111	<b>0,042</b>	<b>3,351</b>
	subtrai pert. 48h	6,350	7,704	-0,233	4,362
	subtrai pert. 72h	6,373	7,787	-0,057	4,475
	ensemble médio	4,590	6,100	-0,140	4,020
	não perturbado	8,095	8,587	0,373	2,866
	soma pert. 24h	7,223	8,330	-0,408	4,150
	soma pert. 48h	9,364	10,110	-0,230	3,810
	soma pert. 72h	<b>5,609</b>	<b>6,826</b>	-0,063	3,891
250mb	subtrai pert. 24h	9,641	10,760	0,517	4,786
	subtrai pert. 48h	6,315	7,624	0,486	4,272
	subtrai pert. 72h	9,920	10,480	<b>0,602</b>	3,389
	ensemble médio	7,500	7,990	0,470	<b>2,780</b>

#### 5.4.2-Previsões para temperatura em comparação a análise verificada

Nesta seção serão mostradas as previsões para temperatura em diferentes níveis de pressão e uma comparação com análise verificada a cada 24 horas com os membros do ENSFI e do ENSCI-FRONT.

Na figura 5.32 são mostrados os campos de temperatura dos membros do ENSFI em 925mb para 24 horas válidas para o dia 15 de janeiro de 2008. Observando-se a figura 5.32 nota-se que a previsão de controle subestimou a análise verificada no oceano ao norte do Maranhão, porém superestimou análise no Ceará. Nota-se também que a previsão do ensemble médio apresenta grande semelhança com a previsão tradicional e a maioria dos membros do ENSFI reproduziram com muita fidelidade o observado.

Na figura 5.33 são destacados os campos da temperatura em 925mb encontrados pela previsão de 24 horas dos membros do ENSCI-FRONT válidas para o dia 15 de janeiro de 2008, nota-se que o ensemble médio e membro de controle proporcionaram previsões muito semelhantes nesse nível de pressão, porém a melhor previsão desse ensemble é do soma pert.24h, como mostra a tabela 5.11.

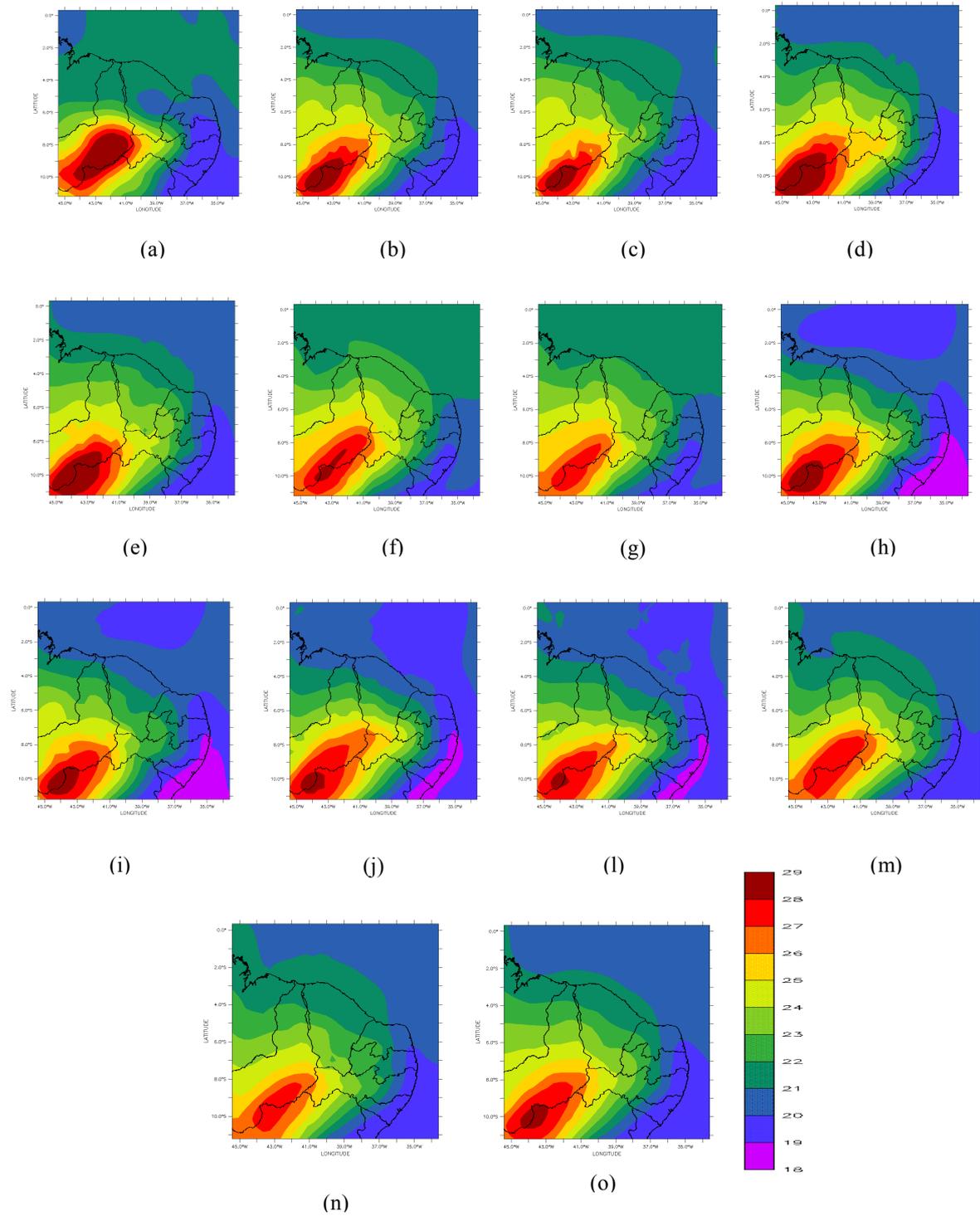


Figura 5.32 – Campos da previsão de 24 horas do ENSFI para temperatura em 925mb válidos para às 00h do dia 15/01/2008: (a)Análise verificada; (b)har-kuo-melo-24; (c)har-kuo-melo-12; (d)har-kuo-sma-24; (e)har-kuo-sma-12; (f)har-kain-melo-24; (g)har-kain-melo-12; (h)chen-kuo-melo-24; (i)chen-kuo-melo-12; (j)chen-kuo-sma-24; (l)chen-kuo-sma-12; (m)chen-kain-melo-24; (n)chen-kain-melo-12 (o)ensemble médio (ENSFI).

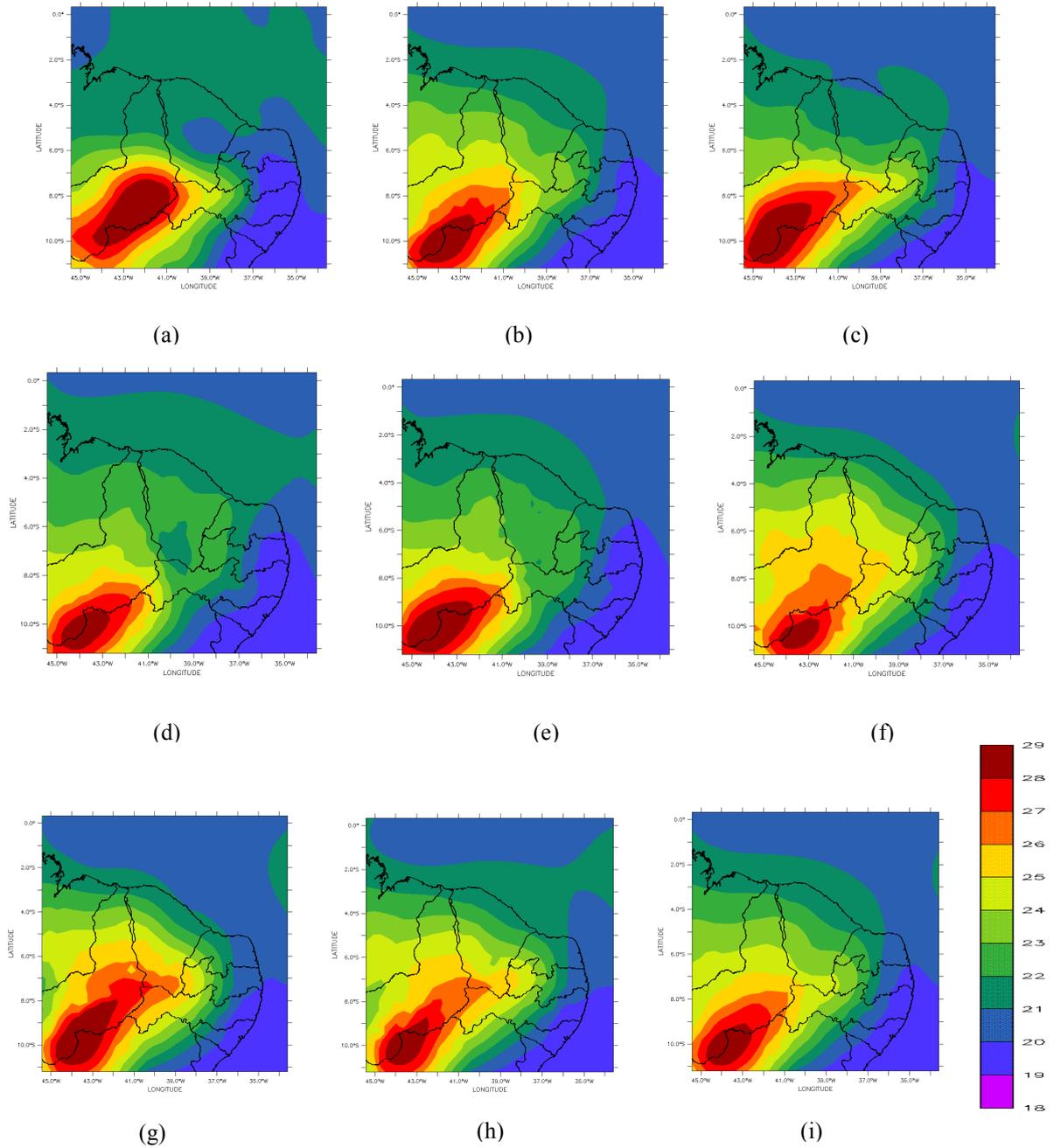


Figura 5.33-Campos da previsão de 24 horas do ENSCI-FRONT para temperatura a 925mb válidos para às 00h do dia 15/01/2008: (a)Análise verificada; (b) membro de controle; (c) soma pert.24h; (d) soma pert.48h; (e) soma pert.72h; (f) soma pert.24h; (g) subtrai pert.48h; (h) subtrai pert.72h; (i)ensemble médio (ENSCI-FRONT).

Na figura 5.34 são destacados os campos de espalhamento da temperatura para previsão de 24 horas dos membros do ENSFI (a) e do ENSCI-FRONT (b), nota-se que o ENSFI apresenta maior espalhamento no oceano, enquanto o ENSCI-FRONT possui maior espalhamento no continente, principalmente na porção sul do Ceará.

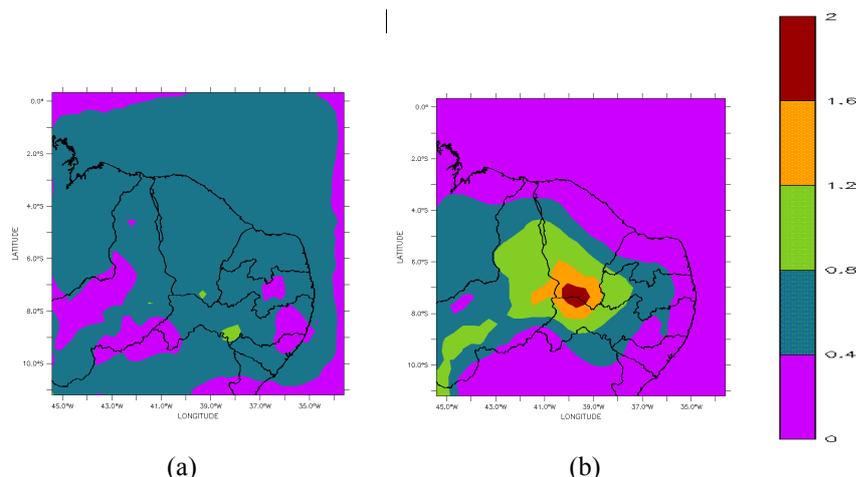


Figura 5.34-Campos de espalhamento da temperatura em 925mb válidos para às 00h do dia 15/01/2008 (previsão de 24 horas): (a)ENSFI; (b)ENSCI-FRONT.

Os campos de temperatura em 700mb encontrados pela previsão de 24 horas válidas para o dia 15 de janeiro de 2008 do membro de controle e do ensemble médio do ENSFI e do ENSCI-FRONT apresentam-se muito semelhantes a análise verificada, porém esses membros subestimam análise na Bahia e no Piauí. Quanto ao espalhamento, as duas técnicas não obtiveram valores maiores que 1°C

Os campos de temperatura em 500mb encontrados pela previsão de 24 horas válidas para o dia 15 de janeiro de 2008 do membro de controle e do ensemble médio do ENSFI e do ENSCI-FRONT subestimaram a análise verificada em praticamente todo o domínio, porém esses membros superestimaram a análise na costa maranhense. Quanto ao espalhamento, o ENSCI-FRONT apresenta maior espalhamento, representando uma maior incerteza na previsão do ensemble médio.

Na figura 5.35 são destacados os campos de temperatura em 250mb encontrados pela previsão de 24 horas válidas para o dia 15 de janeiro de 2008 do membro de controle e do ensemble médio do ENSFI e do ENSCI-FRONT, nota-se que essas previsões subestimaram a análise verificada em praticamente todo o domínio. Quanto ao espalhamento, as duas técnicas apresentaram pequeno espalhamento não atingindo nem 1°C.

Na tabela 5.10 são mostrados os índices estatísticos da previsão de 24 horas para intensidade do vento dos membros do ENSFI em relação a análise verificada no dia 15 de janeiro de 2008. Em 925mb os membros que usam a parametrização de Mellor & Yamada apresentam resultados bem melhores do que os membros que usam Smagorisky, sendo chen-kain-melo-24 a melhor previsão nesse nível. Nota-se também que o ensemble médio apresentou melhores previsões do que o membro de controle em todos os níveis.

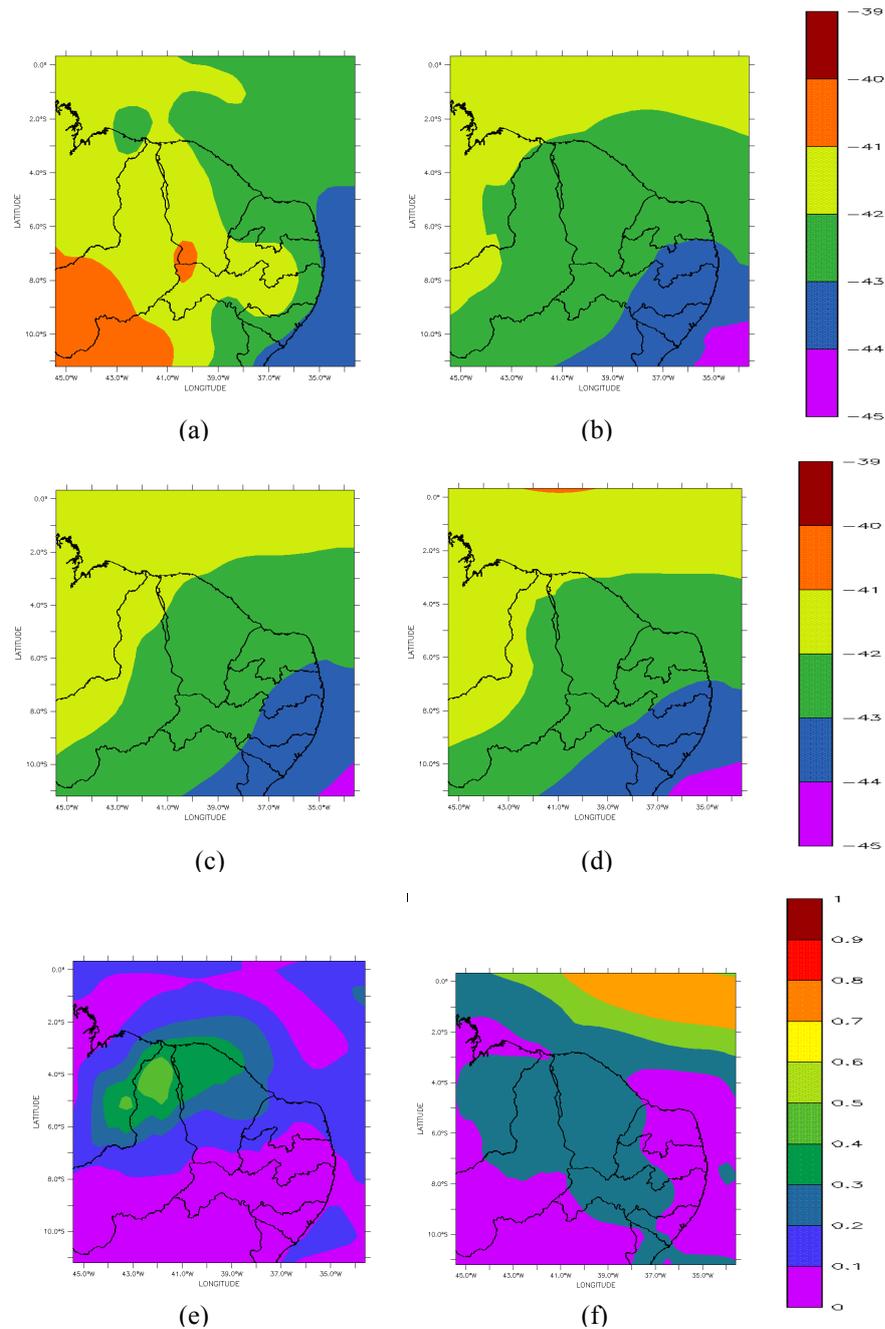


Figura 5.35- (a)Análise verificada da temperatura a 250mb válidos para às 00h do dia 15/01/2008; (b) Previsão de 24 horas do membro de controle para a temperatura a 250mb válidos para às 00h do dia 15/01/2008 para o vento a 250mb válidos para às 00h do dia 15/01/2008; (c) Previsão de 24 horas do ensemble médio (ENSFI) para o vento a 250mb válidos para às 00h do dia 15/01/2008; (d) Previsão de 24 horas do ensemble médio (ENSCIFRONT) para o vento a 250mb válidos para às 00h do dia 15/01/2008; (e)Campo de espalhamento da intensidade do vento em 250mb válidos para às 00h do dia 15/01/2008 (previsão de 24 horas) do ENSFI; (f) Campo de espalhamento da intensidade do vento em 250mb válidos para às 00h do dia 15/01/2008 (previsão de 24 horas) ENSCIFRONT.

Tabela 5.10-Índices estatísticos da previsão de 24 horas da temperatura em diferentes níveis de pressão dos membros do ENSFI em comparação análise verificada no dia 15/01/2008 as 00h.

Previsão de 24 horas (ENSFI) - Temperatura					
Níveis	Membros	BIAS	RMSE	CORREL	URMS

	har-kuo-melo-24	0,059	0,930	0,920	0,928
	har-kuo-melo-12	-0,066	0,975	0,911	0,973
	har-kuo-sma-24	0,245	1,100	0,899	1,072
	har-kuo-sma-12	0,182	1,024	0,908	1,008
	har-kain-melo-24	0,466	0,976	0,934	0,858
	har-kain-melo-12	0,313	0,949	0,932	0,895
925mb	chen-kuo-melo-24	-0,519	1,153	0,918	1,030
	chen-kuo-melo-12	-0,543	1,120	0,916	0,979
	chen-kuo-sma-24	-0,511	1,126	0,918	1,003
	chen-kuo-sma-12	-0,522	1,050	0,925	0,911
	chen-kain-melo-24	<b>-0,012</b>	<b>0,847</b>	0,933	<b>0,847</b>
	chen-kain-melo-12	-0,119	0,867	<b>0,935</b>	0,859
	ensemble médio	-0,086	0,871	0,930	0,867
	har-kuo-melo-24	-0,077	0,543	0,724	0,537
	har-kuo-melo-12	-0,025	0,500	0,720	0,499
	har-kuo-sma-24	-0,033	0,518	0,704	0,517
	har-kuo-sma-12	<b>-0,002</b>	0,495	0,718	0,495
	har-kain-melo-24	0,376	0,649	0,658	0,529
	har-kain-melo-12	0,464	0,709	0,693	0,536
700mb	chen-kuo-melo-24	-0,203	0,590	0,743	0,554
	chen-kuo-melo-12	-0,121	0,559	0,710	0,546
	chen-kuo-sma-24	-0,283	0,651	0,720	0,586
	chen-kuo-sma-12	-0,185	0,537	0,732	0,504
	chen-kain-melo-24	0,275	0,599	0,719	0,533
	chen-kain-melo-12	0,361	0,644	0,724	0,534
	ensemble médio	0,046	<b>0,471</b>	<b>0,756</b>	<b>0,469</b>
	har-kuo-melo-24	-0,285	0,790	-0,002	0,737
	har-kuo-melo-12	-0,221	0,786	-0,038	0,754
	har-kuo-sma-24	-0,155	0,676	0,064	0,658
	har-kuo-sma-12	-0,093	0,710	0,002	0,704
	har-kain-melo-24	<b>0,011</b>	0,707	0,086	0,707
	har-kain-melo-12	0,032	0,661	0,080	0,660
500mb	chen-kuo-melo-24	-0,269	0,768	0,036	0,719
	chen-kuo-melo-12	-0,219	0,776	-0,007	0,744
	chen-kuo-sma-24	-0,266	0,688	<b>0,131</b>	<b>0,634</b>
	chen-kuo-sma-12	-0,238	0,718	0,074	0,677
	chen-kain-melo-24	0,051	0,677	0,107	0,675
	chen-kain-melo-12	0,080	<b>0,649</b>	0,102	0,644
	ensemble médio	-0,131	0,689	0,053	0,676
	har-kuo-melo-24	-0,384	0,946	0,330	0,865
	har-kuo-melo-12	-0,308	0,938	0,319	0,886
	har-kuo-sma-24	-0,296	0,843	0,405	<b>0,789</b>
	har-kuo-sma-12	-0,286	0,870	0,377	0,821
	har-kain-melo-24	-0,274	0,878	0,428	0,834
	har-kain-melo-12	-0,242	0,852	0,427	0,817
250mb	chen-kuo-melo-24	-0,307	0,872	0,403	0,816
	chen-kuo-melo-12	-0,312	0,884	0,382	0,827
	chen-kuo-sma-24	-0,229	0,849	0,394	0,818
	chen-kuo-sma-12	-0,307	0,858	0,408	0,801
	chen-kain-melo-24	-0,146	<b>0,830</b>	<b>0,434</b>	0,817
	chen-kain-melo-12	<b>-0,131</b>	<b>0,830</b>	0,416	0,819
	ensemble médio	-0,269	0,856	0,402	0,813

Na tabela 5.11 são mostrados os índices estatísticos da previsão de 24 horas para temperatura dos membros do ENSCI-FRONT em relação a análise verificada no dia 15 de janeiro de 2008, nota-se que nenhum dos membros apresentou uma previsão significativa para temperatura em 500mb, apesar da significativa melhor representação de alguns membros perturbados, como mostra os BIAS e os RMSE nesses níveis. Nota-se também que o ensemble médio do ENSCI-FRONT apresentou melhores previsões do que o membro de controle em todos os níveis, porém não melhores do que o ensemble médio do ENSFI.

Tabela 5.11-Índices estatísticos da previsão de 24 horas da temperatura em diferentes níveis de pressão dos membros do ENSCI-FRONT em comparação análise verificada no dia 15/01/2008 as 00h.

Previsão de 24 horas (ENSCI-FRONT) - Temperatura					
Níveis	Membros	BIAS	RMSE	CORREL	URMS
925mb	não perturbado	0,059	0,930	0,920	0,928
	soma pert. 24h	<b>-0,011</b>	<b>0,756</b>	<b>0,948</b>	<b>0,756</b>
	soma pert. 48h	-0,170	1,051	0,900	1,037
	soma pert. 72h	-0,165	0,941	0,920	0,927
	subtrai pert. 24h	0,114	1,175	0,874	1,169
	subtrai pert. 48h	0,289	1,233	0,881	1,198
	subtrai pert. 72h	0,241	1,174	0,877	1,149
	ensemble médio	0,051	0,919	0,921	0,918
700mb	não perturbado	-0,077	0,543	0,724	0,537
	soma pert. 24h	-0,263	0,624	0,682	0,566
	soma pert. 48h	-0,074	0,468	<b>0,773</b>	0,462
	soma pert. 72h	-0,211	0,503	0,748	0,456
	subtrai pert. 24h	0,068	0,530	0,665	0,525
	subtrai pert. 48h	<b>0,008</b>	0,584	0,664	0,584
	subtrai pert. 72h	0,111	0,676	0,613	0,666
	ensemble médio	-0,063	<b>0,466</b>	0,750	<b>0,462</b>
500mb	não perturbado	-0,285	0,790	-0,002	0,737
	soma pert. 24h	-0,233	<b>0,603</b>	0,096	<b>0,556</b>
	soma pert. 48h	-0,624	0,863	-0,022	0,597
	soma pert. 72h	-0,427	0,772	0,014	0,643
	subtrai pert. 24h	-0,293	1,029	-0,018	0,986
	subtrai pert. 48h	0,316	0,933	<b>0,158</b>	0,878
	subtrai pert. 72h	<b>-0,017</b>	0,833	0,046	0,833
	ensemble médio	-0,223	0,711	0,049	0,675
250mb	não perturbado	-0,384	0,946	0,330	0,865
	soma pert. 24h	-0,421	0,860	<b>0,445</b>	<b>0,749</b>
	soma pert. 48h	-0,529	1,001	0,341	0,850
	soma pert. 72h	-0,293	<b>0,830</b>	0,421	0,777
	subtrai pert. 24h	<b>-0,031</b>	1,132	0,222	1,132
	subtrai pert. 48h	-0,036	1,043	0,232	1,043
	subtrai pert. 72h	-0,161	1,015	0,228	1,002
	ensemble médio	-0,265	0,928	0,317	0,890

Na figura 5.36 são mostrados os campos de temperatura dos membros do ENSFI em 925mb para 48 horas válidas para o dia 16 de janeiro de 2008. Observando-se a figura 5.36 nota-se que a previsão de controle subestimou a análise verificada no Piauí, porém superestimou análise no Ceará. Nota-se também que a previsão do ensemble médio apresenta grande semelhança com a previsão tradicional e todos os membros do ENSFI subestimaram a análise no Piauí.

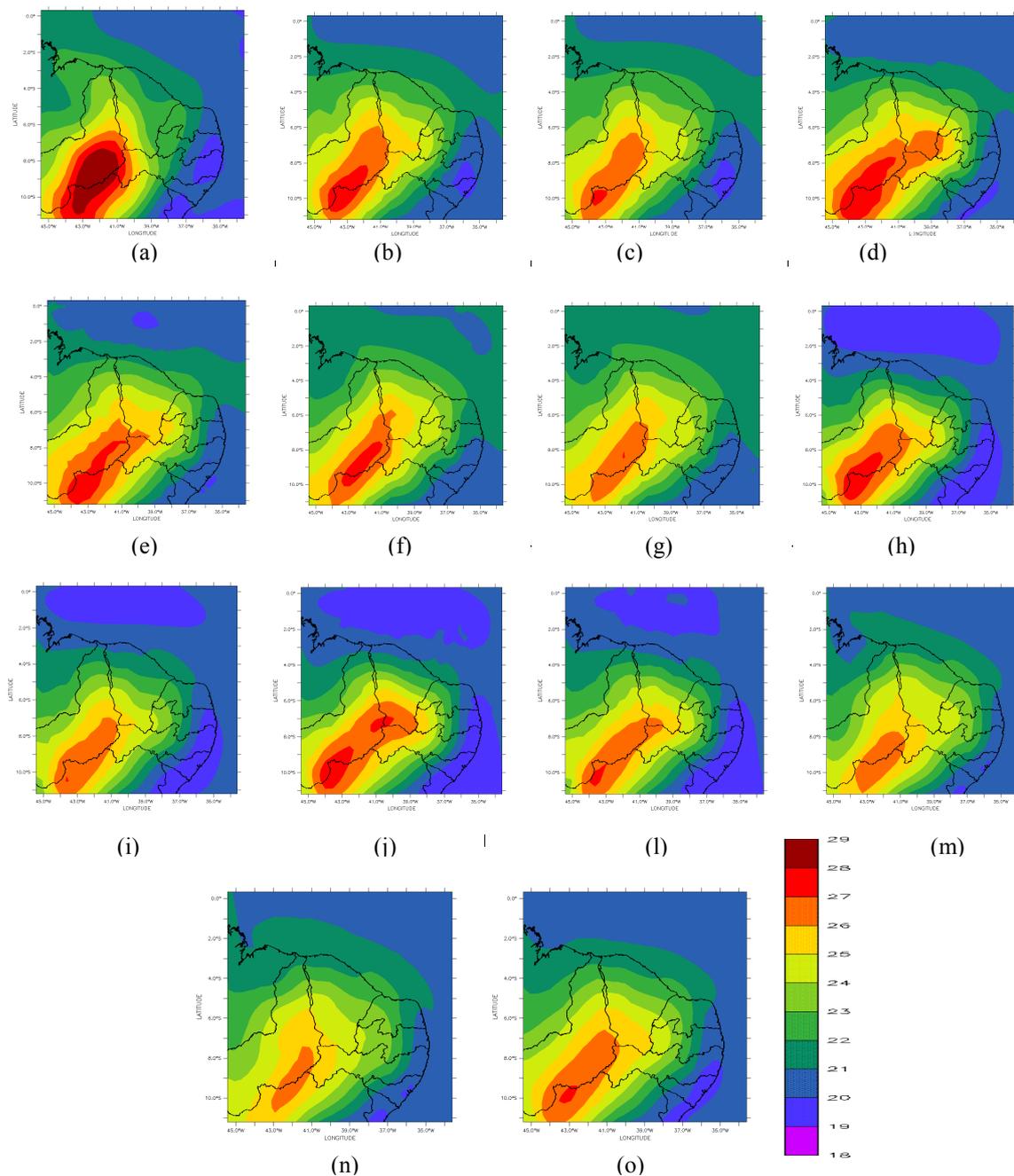


Figura 5.36- Campos da previsão de 48 horas do ENSFI para temperatura em 925mb válidos para às 00h do dia 16/01/2008: (a)Análise verificada; (b)har-kuo-melo-24; (c)har-kuo-melo-12; (d)har-kuo-sma-24; (e)har-kuo-sma-12; (f)har-kain-melo-24; (g)har-kain-melo-12;

(h)chen-kuo-melo-24; (i)chen-kuo-melo-12; (j)chen-kuo-sma-24; (l)chen-kuo-sma-12; (m)chen-kain-melo-24; (n)chen-kain-melo-12 (o)ensemble médio (ENSFI).

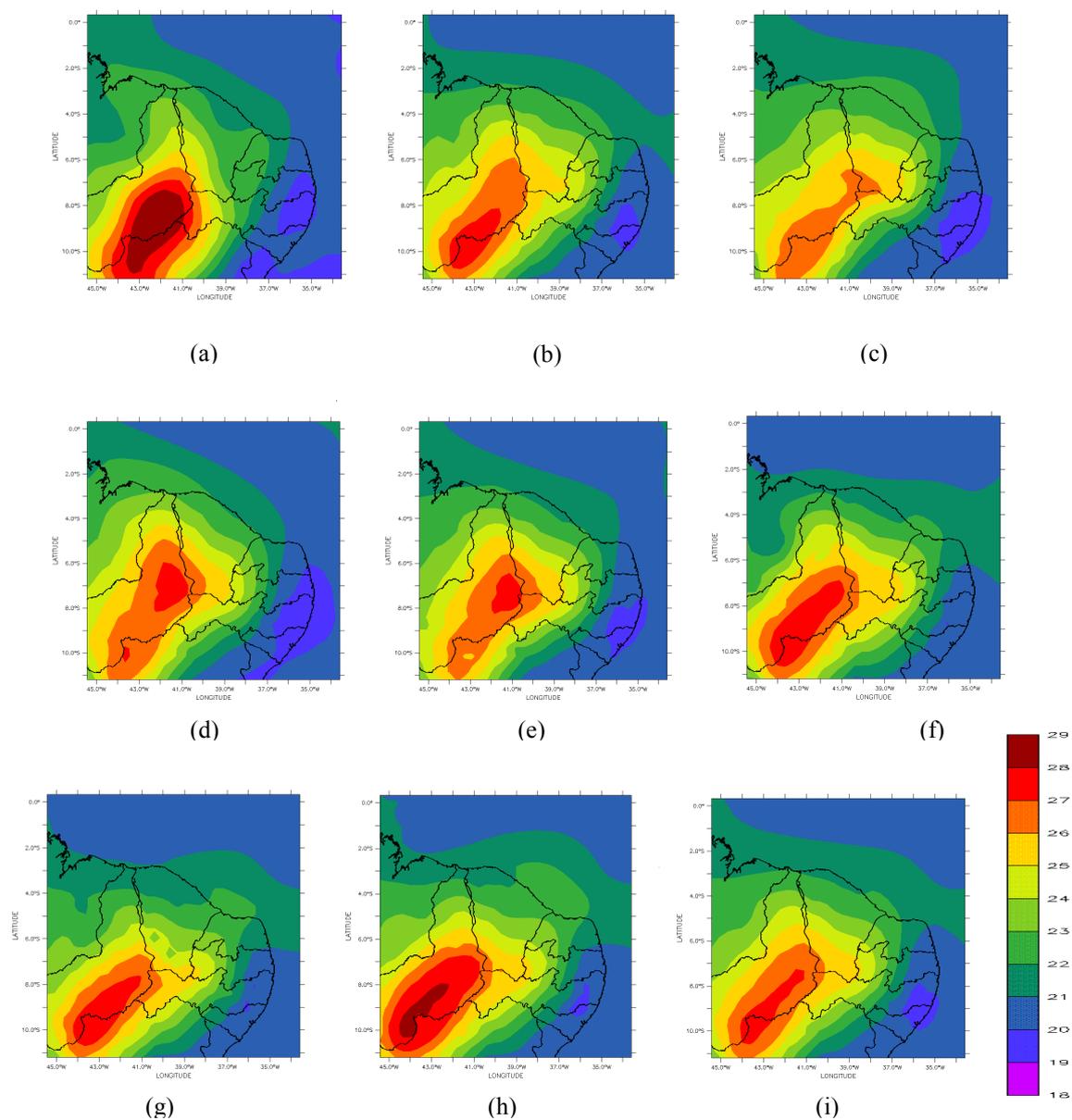


Figura 5.37-Campos da previsão de 48 horas do ENSCI-FRONT para temperatura a 925mb válidos para às 00h do dia 16/01/2008: (a)Análise verificada; (b) membro de controle; (c) soma pert.24h; (d) soma pert.48h; (e) soma pert.72h; (f) soma pert.24h; (g) subtrai pert.48h; (h) subtrai pert.72h; (i)ensemble médio (ENSFI-FRONT).

Na figura 5.37 são destacados os campos da temperatura em 925mb encontrados pela previsão de 48 horas dos membros do ENSCI-FRONT válidas para o dia 16 de janeiro de 2008, nota-se que o ensemble médio e membro de controle proporcionaram previsões muito semelhantes nesse nível de pressão, porém a melhor previsão desse ensemble é do subtrai pert.72h, que reproduziu com maior fidelidade a temperatura no Piauí.

Na figura 5.38 são destacados os campos de espalhamento da temperatura para previsão de 48 horas dos membros do ENSFI (a) e do ENSCI-FRONT (b), nota-se que o ENSFI apresenta maior espalhamento em praticamente todas as regiões, porém o ENSCI-FRONT apresenta maior espalhamento no Piauí, localidade onde os erros nas previsões são maiores.

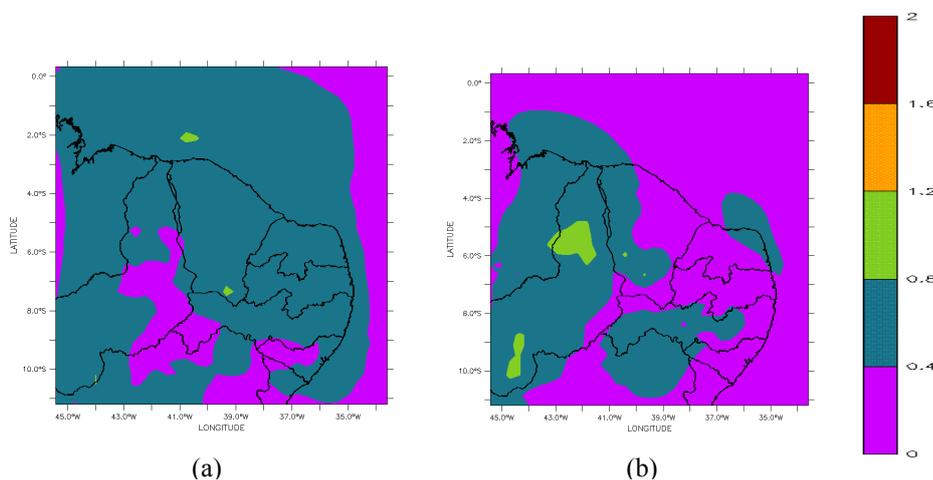


Figura 5.38-Campos de espalhamento da temperatura em 925mb válidos para às 00h do dia 16/01/2008 (previsão de 48 horas): (a)ENSFI; (b)ENSCI-FRONT.

Os campos de temperatura em 700mb encontrados pela previsão de 24 horas válidas para o dia 15 de janeiro de 2008 do membro de controle e do ensemble médio do ENSFI e do ENSCI-FRONT subestimaram em praticamente todo o continente e na região litorânea do Maranhão. Quanto ao espalhamento, as duas técnicas não obtiveram valores maiores que 1°C.

Os campos de temperatura em 500mb encontrados pela previsão de 48 horas válidas para o dia 16 de janeiro de 2008 do membro de controle e do ensemble médio do ENSFI e do ENSCI-FRONT subestimaram a análise em praticamente todo o continente. Quanto ao espalhamento, o ENSFI apresenta espalhamento nulo em praticamente todas as regiões e apesar do ENSCI-FRONT apresentar espalhamento um pouco maior não chega a 1°C.

Na figura 5.39 são destacados os campos de temperatura em 250mb encontrados pela previsão de 48 horas válidas para o dia 16 de janeiro de 2008 do membro de controle e do ensemble médio do ENSFI e do ENSCI-FRONT, nota-se que essas previsões superestimaram a análise verificada em praticamente todo o continente. Quanto ao espalhamento, as duas técnicas apresentaram pequeno espalhamento não atingindo nem 1°C.

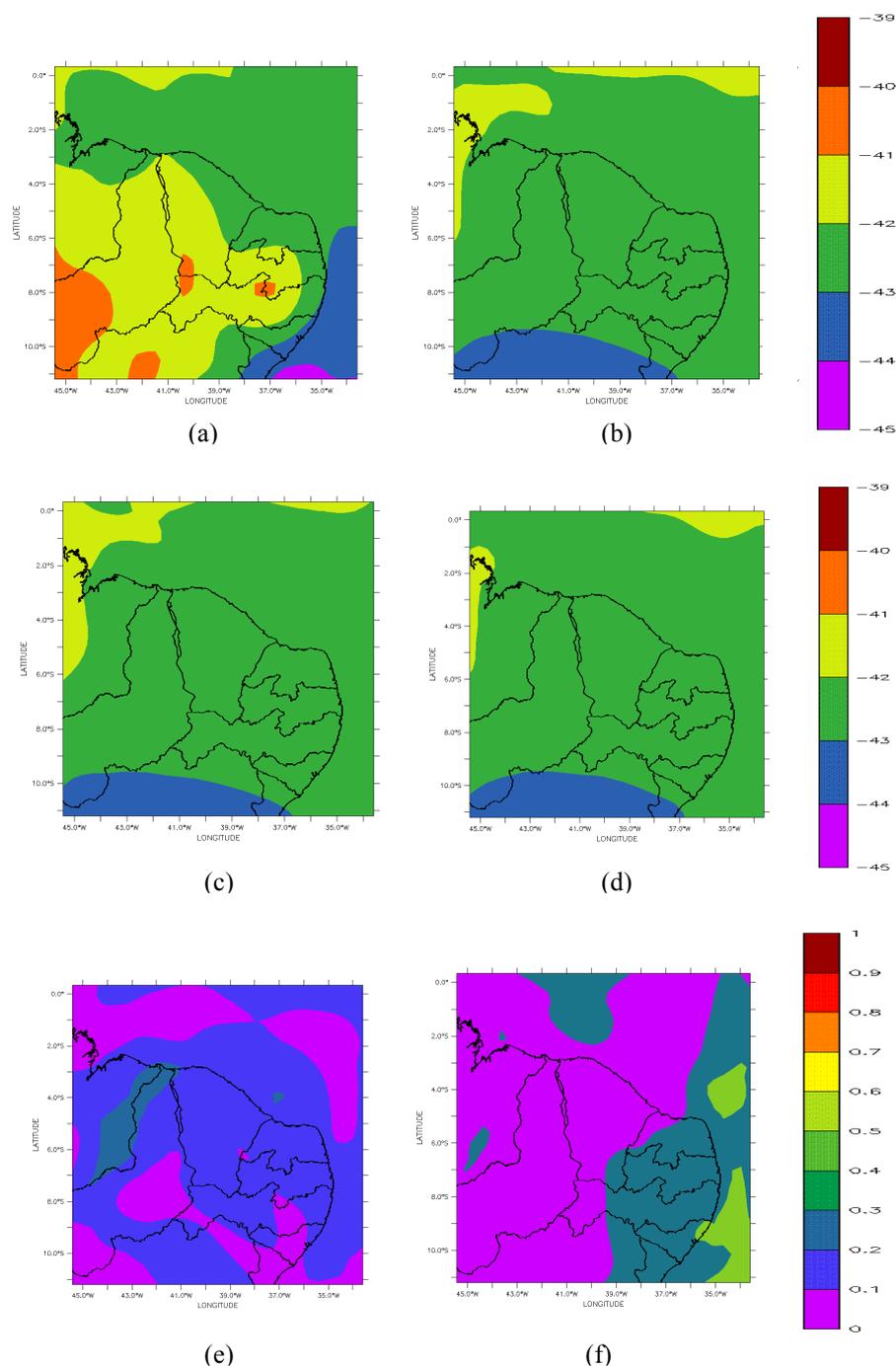


Figura 5.39- (a)Análise verificada da temperatura a 250mb válidos para às 00h do dia 16/01/2008; (b) Previsão de 48 horas do membro de controle para a temperatura a 250mb válidos para às 00h do dia 16/01/2008 para o vento a 250mb válidos para às 00h do dia 16/01/2008; (c) Previsão de 48 horas do ensemble médio (ENSFI) para o vento a 250mb válidos para às 00h do dia 16/01/2008; (d) Previsão de 48 horas do ensemble médio (ENSCIFRONT) para o vento a 250mb válidos para às 00h do dia 16/01/2008; (e)Campo de espalhamento da intensidade do vento em 250mb válidos para às 00h do dia 16/01/2008 (previsão de 48 horas) do ENSFI; (f) Campo de espalhamento da intensidade do vento em 250mb válidos para às 00h do dia 16/01/2008 (previsão de 48 horas) ENSCI-FRONT.

Na tabela 5.12 são mostrados os índices estatísticos da previsão de 48 horas para temperatura dos membros do ENSFI em relação à análise verificada no dia 16 de janeiro de

2008. Em 925mb os membros que usam a parametrização de Mellor & Yamada apresentam resultados melhores do que os membros que usam Smagorisky, considerando como principal parâmetro a correlação, sendo chen-kuo-melo-12 a melhor previsão nesse nível. Nota-se também que o ensemble médio apresentou melhores previsões do que o membro de controle em todos os níveis.

Tabela 5.12-Índices estatísticos da previsão de 48 horas da temperatura em diferentes níveis de pressão dos membros do ENSFI em comparação análise verificada no dia 16/01/2008 as 00h.

Previsão de 48 horas (ENSFI) – Temperatura					
Níveis	Membros	BIAS	RMSE	CORREL	URMS
925mb	har-kuo-melo-24	0,118	0,877	0,937	0,869
	har-kuo-melo-12	<b>0,042</b>	0,906	0,940	0,905
	har-kuo-sma-24	0,241	0,994	0,917	0,964
	har-kuo-sma-12	0,191	0,913	0,929	0,893
	har-kain-melo-24	0,319	1,026	0,928	0,975
	har-kain-melo-12	0,318	1,067	0,929	1,018
	Chen-kuo-melo-24	-0,573	1,078	0,928	0,912
	Chen-kuo-melo-12	-0,573	1,004	<b>0,942</b>	<b>0,825</b>
	chen-kuo-sma-24	-0,421	1,124	0,907	1,042
	chen-kuo-sma-12	-0,512	1,035	0,928	0,900
	Chen-kain-melo-24	-0,099	1,021	0,920	1,016
	Chen-kain-melo-12	-0,078	1,022	0,929	1,019
	ensemble médio	-0,086	<b>0,868</b>	0,938	0,864
700mb	Har-kuo-melo-24	-0,675	0,856	0,650	0,526
	Har-kuo-melo-12	-0,599	0,775	0,668	0,492
	Har-kuo-sma-24	-0,597	0,825	0,584	0,569
	Har-kuo-sma-12	-0,538	0,740	0,642	0,509
	har-kain-melo-24	<b>-0,004</b>	<b>0,549</b>	0,583	0,548
	Har-kain-melo-12	0,005	0,563	0,602	0,563
	Chen-kuo-melo-24	-0,698	0,886	0,656	0,546
	Chen-kuo-melo-12	-0,636	0,796	<b>0,685</b>	<b>0,479</b>
	chen-kuo-sma-24	-0,804	0,995	0,629	0,585
	Chen-kuo-sma-12	-0,670	0,857	0,620	0,535
	Chen-kain-melo-24	-0,183	0,565	0,574	0,535
	Chen-kain-melo-12	-0,181	0,570	0,608	0,540
	Ensemble médio	-0,465	0,679	0,657	0,495
500mb	Har-kuo-melo-24	-0,565	0,668	0,809	0,357
	Har-kuo-melo-12	-0,563	0,683	0,771	0,386
	Har-kuo-sma-24	-0,458	0,595	0,811	0,380
	Har-kuo-sma-12	-0,490	0,636	0,762	0,405
	har-kain-melo-24	-0,499	0,619	0,797	0,365
	Har-kain-melo-12	-0,409	0,559	0,824	0,381
	Chen-kuo-melo-24	-0,508	0,607	0,871	<b>0,333</b>
	Chen-kuo-melo-12	-0,529	0,648	0,814	0,373
	chen-kuo-sma-24	-0,495	0,601	0,866	0,342
	Chen-kuo-sma-12	-0,538	0,656	0,825	0,376
	Chen-kain-melo-24	-0,378	0,513	0,865	0,347
	Chen-kain-melo-12	<b>-0,349</b>	<b>0,503</b>	<b>0,891</b>	0,363
	Ensemble médio	-0,482	0,595	0,858	0,350
Har-kuo-melo-24	-0,391	0,991	-0,257	0,910	

	Har-kuo-melo-12	-0,303	1,002	-0,347	0,956
	Har-kuo-sma-24	-0,453	0,999	-0,169	0,891
	Har-kuo-sma-12	-0,365	0,994	-0,249	0,925
	har-kain-melo-24	-0,314	<b>0,926</b>	<b>-0,089</b>	<b>0,871</b>
	Har-kain-melo-12	-0,264	0,935	-0,149	0,897
250mb	Chen-kuo-melo-24	-0,337	0,976	-0,271	0,916
	Chen-kuo-melo-12	-0,310	0,997	-0,322	0,948
	chen-kuo-sma-24	-0,334	0,945	-0,185	0,884
	Chen-kuo-sma-12	-0,324	0,983	-0,297	0,928
	Chen-kain-melo-24	-0,291	0,940	-0,239	0,894
	Chen-kain-melo-12	<b>-0,256</b>	0,959	-0,315	0,924
	Ensemble médio	-0,329	0,963	-0,253	0,905

Na tabela 5.13 são mostrados os índices estatísticos da previsão de 48 horas para temperatura dos membros do ENSCI-FRONT em relação a análise verificada no dia 16 de janeiro de 2008, nota-se que nenhum dos membros apresentou uma previsão significativa para temperatura em 250mb. Nota-se também que o ensemble médio do ENSCI-FRONT apresentou melhores previsões do que o membro de controle na maioria dos níveis, porém não melhores do que o ensemble médio do ENSFI.

Tabela 5.13-Índices estatísticos da previsão de 48 horas da temperatura em diferentes níveis de pressão dos membros do ENSFI em comparação análise verificada no dia 16/01/2008 as 00h.

Previsão de 48 horas (ENSCI-FRONT) – Temperatura					
Níveis	Membros	BIAS	RMSE	CORREL	URMS
925mb	não perturbado	0,118	0,877	<b>0,937</b>	<b>0,869</b>
	soma pert. 24h	<b>0,004</b>	1,032	0,911	1,032
	soma pert. 48h	0,162	1,048	0,903	1,036
	soma pert. 72h	0,061	0,992	0,915	0,990
	subtrai pert. 24h	0,072	0,935	0,923	0,932
	subtrai pert. 48h	-0,069	0,893	0,935	0,891
	subtrai pert. 72h	0,257	0,953	0,925	0,917
	ensemble médio	0,087	<b>0,873</b>	<b>0,937</b>	<b>0,869</b>
700mb	não perturbado	-0,675	0,856	0,650	0,526
	soma pert. 24h	-0,670	0,907	0,631	0,612
	soma pert. 48h	<b>-0,504</b>	<b>0,741</b>	0,654	0,543
	soma pert. 72h	-0,637	0,793	<b>0,732</b>	<b>0,472</b>
	subtrai pert. 24h	-0,592	0,857	0,536	0,620
	subtrai pert. 48h	-0,820	1,017	0,585	0,601
	subtrai pert. 72h	-0,727	0,971	0,575	0,645
	ensemble médio	-0,661	0,835	0,668	0,511
500mb	não perturbado	-0,565	0,668	<b>0,809</b>	<b>0,357</b>
	soma pert. 24h	-0,857	0,941	0,766	0,390
	soma pert. 48h	-0,577	0,732	0,666	0,450
	soma pert. 72h	-0,700	0,799	0,772	0,385
	subtrai pert. 24h	<b>-0,278</b>	<b>0,535</b>	0,696	0,456
	subtrai pert. 48h	-0,606	0,733	0,736	0,413
	subtrai pert. 72h	-0,444	0,706	0,429	0,549

	ensemble médio	-0,575	0,689	0,793	0,379
	não perturbado	-0,391	0,991	-0,257	0,910
	soma pert. 24h	-0,497	1,009	-0,087	0,878
	soma pert. 48h	-0,468	<b>0,962</b>	<b>0,039</b>	<b>0,841</b>
	soma pert. 72h	-0,387	0,998	-0,098	0,920
250mb	subtrai pert. 24h	<b>-0,223</b>	1,005	-0,467	0,980
	subtrai pert. 48h	-0,236	1,043	-0,490	1,016
	subtrai pert. 72h	-0,299	0,986	-0,420	0,940
	ensemble médio	-0,357	0,975	-0,279	0,907

Na figura 5.40 são mostrados os campos de temperatura dos membros do ENSFI em 925mb para 72 horas válidas para o dia 17 de janeiro de 2008. Observando-se a figura 5.69 nota-se que a previsão de controle subestimou a análise verificada no Piauí, porém superestimou análise no oceano ao norte do Maranhão. Nota-se também que a previsão do ensemble médio apresenta grande semelhança com a previsão tradicional.

Na figura 5.41 são destacados os campos da temperatura em 925mb encontrados pela previsão de 72 horas dos membros do ENSCI-FRONT válidas para o dia 17 de janeiro de 2008, nota-se que o ensemble médio e membro de controle proporcionaram previsões muito semelhantes nesse nível de pressão.

Na figura 5.42 são destacados os campos de espalhamento da temperatura para previsão de 72 horas dos membros do ENSFI (a) e do ENSCI-FRONT (b), nota-se que o ENSFI apresenta maior espalhamento em praticamente todas as regiões, porém o ENSCI-FRONT apresenta maior espalhamento no Piauí e Bahia, localidades onde os erros nas previsões são maiores.

Os campos de temperatura em 700mb encontrados pela previsão de 72 horas válidas para o dia 17 de janeiro de 2008 do membro de controle e do ensemble médio do ENSFI e do ENSCI-FRONT subestimaram a análise no oceano a nordeste do Rio Grande do Norte e em praticamente todo o continente. Nota-se ainda um maior espalhamento do ENSFI no oceano ao nordeste do Rio Grande do Norte onde as previsões apresentaram maiores erros, porém as duas técnicas não obtiveram valores maiores que 1°C.

Os campos de temperatura em 500mb encontrados pela previsão de 72 horas válidas para o dia 17 de janeiro de 2008 do membro de controle e do ensemble médio do ENSFI e do ENSCI-FRONT subestimaram a análise em praticamente todo o continente. Quanto ao espalhamento, o ENSCI-FRONT apresenta espalhamento nulo em praticamente todas as regiões e apesar do ENSFI apresentar espalhamento um pouco maior não chega a 1°C.

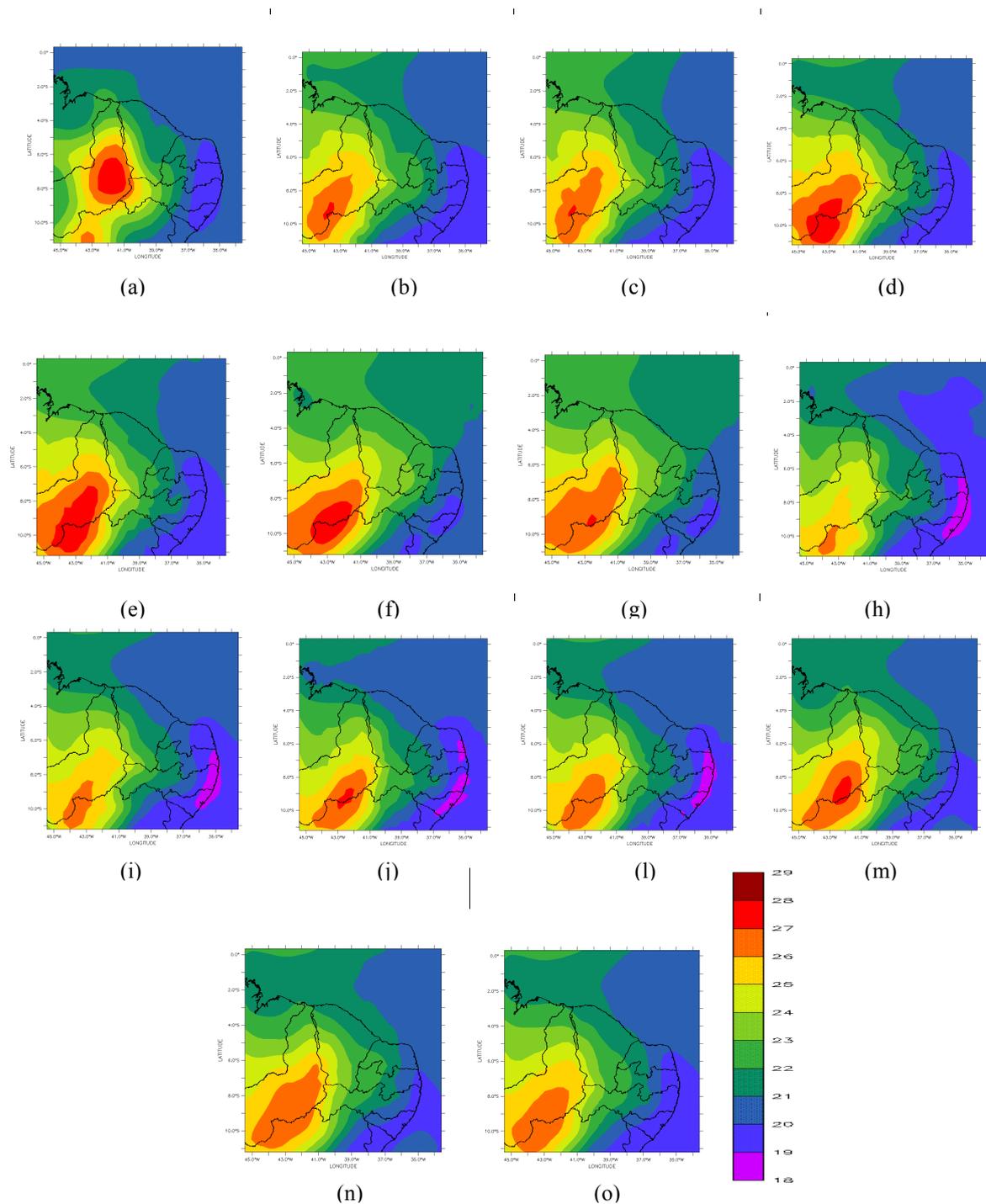


Figura 5.40- Campos da previsão de 72 horas do ENSFI para temperatura em 925mb válidos para às 00h do dia 17/01/2008: (a)Análise verificada; (b)har-kuo-melo-24; (c)har-kuo-melo-12; (d)har-kuo-sma-24; (e)har-kuo-sma-12; (f)har-kain-melo-24; (g)har-kain-melo-12; (h)chen-kuo-melo-24; (i)chen-kuo-melo-12; (j)chen-kuo-sma-24; (k)chen-kuo-sma-12; (l)chen-kain-melo-24; (m)chen-kain-melo-12 (m)ensemble médio (ENSFI).

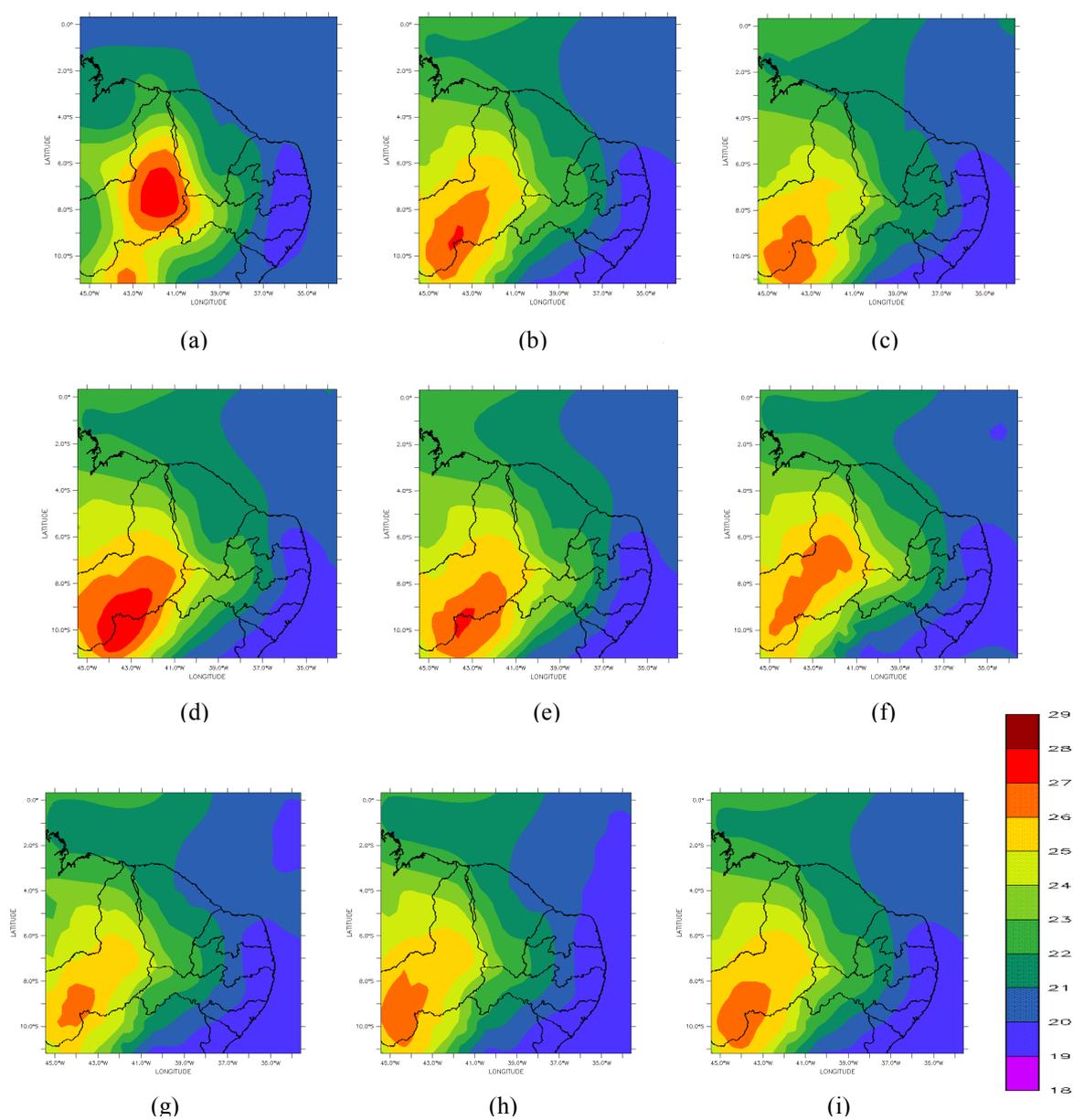


Figura 5.41-Campos da previsão de 72 horas do ENSCI-FRONT para temperatura a 925mb válidos para às 00h do dia 17/01/2008: (a)Análise verificada; (b) membro de controle; (c) soma pert.24h; (d) soma pert.48h; (e) soma pert.72h; (f) subtrai pert.24h; (g) subtrai pert.48h; (h) subtrai pert.72h; (i)ensemble médio (ENSCI-FRONT).

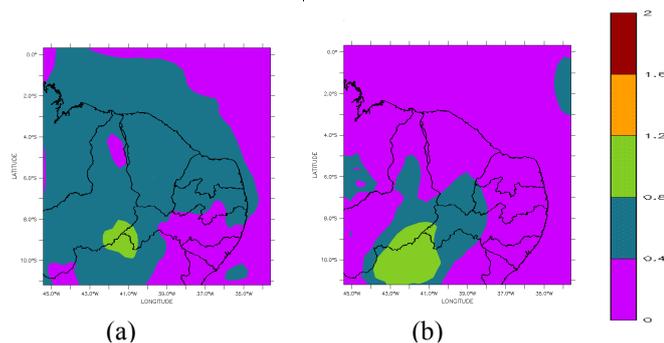


Figura 5.42-Campos de espalhamento da temperatura em 925mb válidos para às 00h do dia 17/01/2008 (previsão de 48 horas): (a)ENSFI; (b)ENSCI-FRONT.

Na figura 5.43 são destacados os campos de temperatura em 250mb encontrados pela previsão de 72 horas válidas para o dia 17 de janeiro de 2008 do membro de controle e do ensemble médio do ENSFI e do ENSCI-FRONT, nota-se que essas previsões superestimaram a análise verificada em praticamente todo o continente. Quanto ao espalhamento, as duas técnicas apresentaram pequeno espalhamento não atingindo nem  $1^{\circ}\text{C}$ .

Na tabela 5.14 são mostrados os índices estatísticos da previsão de 72 horas para temperatura dos membros do ENSFI em relação a análise verificada no dia 17 de janeiro de 2008. Em 925mb e 700mb nota-se que a melhor previsão é a do membro chen-kain-melo-24. Nota-se também que o ensemble médio apresentou melhores previsões do que o membro de controle em todos os níveis, principalmente usando como parâmetros as correlações e os erros quadráticos médios.

Na tabela 5.15 são mostrados os índices estatísticos da previsão de 72 horas para temperatura dos membros do ENSCI-FRONT em relação a análise verificada no dia 17 de janeiro de 2008, nota-se que nenhum dos membros apresentou uma previsão significativa para temperatura em 250mb. Nota-se também que o ensemble médio do ENSCI-FRONT apresentou melhores previsões do que o membro de controle na maioria dos níveis, porém não melhores do que o ensemble médio do ENSFI.

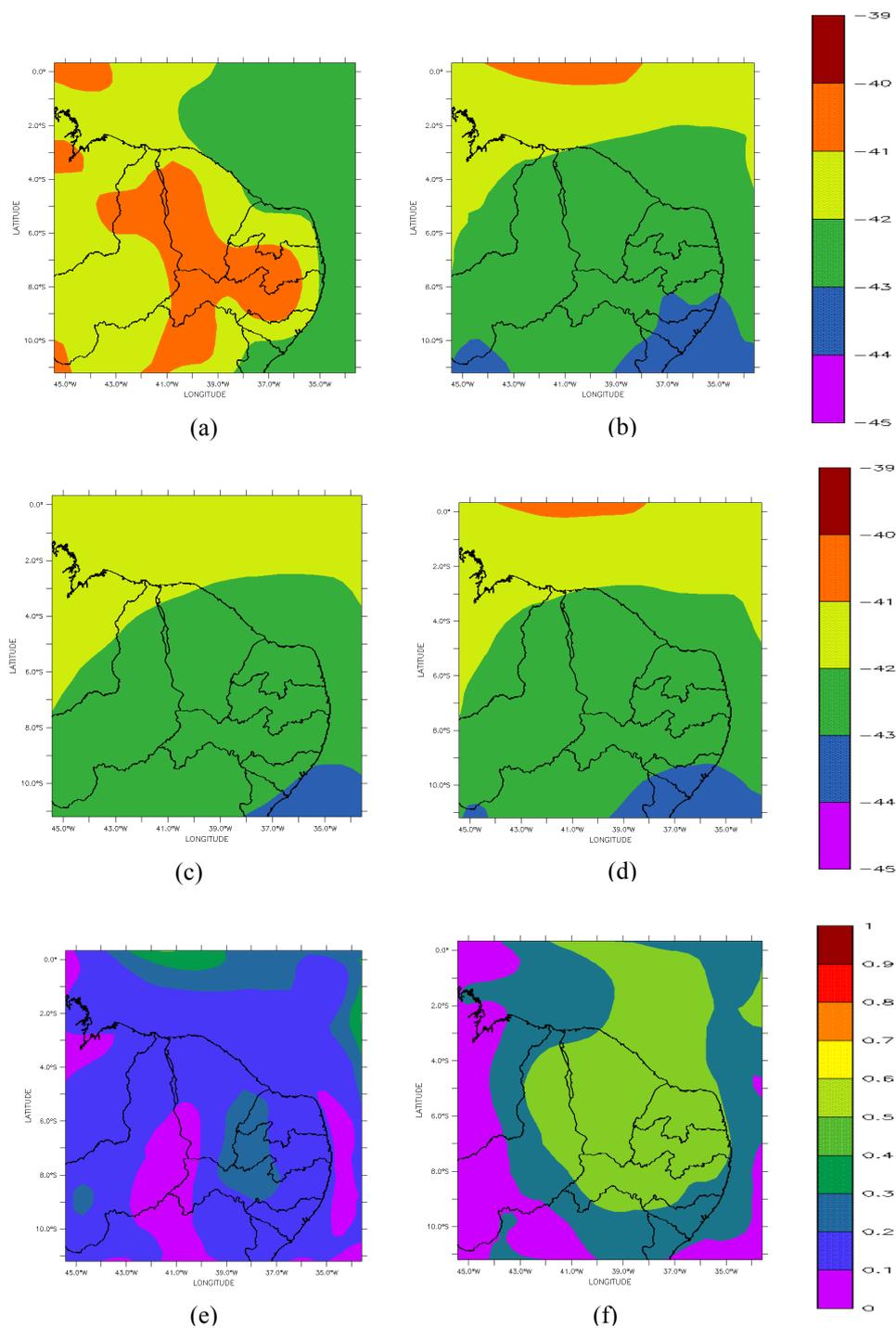


Figura 5.43- (a)Análise verificada da temperatura a 250mb válidos para às 00h do dia 17/01/2008; (b) Previsão de 72 horas do membro de controle para a temperatura a 250mb válidos para às 00h do dia 17/01/2008 para o vento a 250mb válidos para às 00h do dia 17/01/2008; (c) Previsão de 72 horas do ensemble médio (ENSFI) para o vento a 250mb válidos para às 00h do dia 17/01/2008; (d) Previsão de 72 horas do ensemble médio (ENSCI-FRONT) para o vento a 250mb válidos para às 00h do dia 17/01/2008; (e)Campo de espalhamento da intensidade do vento em 250mb válidos para às 00h do dia 17/01/2008 (previsão de 72 horas) do ENSFI; (f) Campo de espalhamento da intensidade do vento em 250mb válidos para às 00h do dia 17/01/2008 (previsão de 72 horas) ENSCI-FRONT.

Tabela 5.14-Índices estatísticos da previsão de 72 horas da temperatura em diferentes níveis de pressão dos membros do ENSFI em comparação análise verificada no dia 17/01/2008 as 00h.

Previsão de 72 horas (ENSFI) - Temperatura					
Níveis	Membros	BIAS	RMSE	CORREL	URMS
925mb	har-kuo-melo-24	0,179	1,065	0,863	1,049
	har-kuo-melo-12	0,265	1,097	0,858	1,065
	har-kuo-sma-24	0,430	1,091	0,893	1,002
	har-kuo-sma-12	0,530	1,157	0,889	1,029
	Har-kain-melo-24	0,704	1,219	0,874	0,996
	Har-kain-melo-12	0,728	1,192	0,885	0,944
	chen-kuo-melo-24	-0,437	1,026	0,889	0,928
	chen-kuo-melo-12	-0,204	0,994	0,879	0,973
	chen-kuo-sma-24	-0,242	0,947	0,898	0,916
	chen-kuo-sma-12	<b>-0,129</b>	0,989	0,880	0,980
	chen-kain-melo-24	0,335	<b>0,904</b>	<b>0,911</b>	<b>0,840</b>
	chen-kain-melo-12	0,378	0,939	0,907	0,859
	Ensemble médio	0,212	0,936	0,896	0,912
700mb	har-kuo-melo-24	-0,643	0,827	0,316	0,520
	har-kuo-melo-12	-0,646	0,856	0,312	0,562
	har-kuo-sma-24	-0,571	0,834	0,048	0,608
	har-kuo-sma-12	-0,618	0,855	0,191	0,590
	har-kain-melo-24	0,174	0,560	0,467	0,532
	har-kain-melo-12	0,135	0,589	0,440	0,573
	chen-kuo-melo-24	-0,620	0,837	0,038	0,563
	chen-kuo-melo-12	-0,704	0,906	0,234	0,570
	chen-kuo-sma-24	-0,754	0,949	0,013	0,577
	chen-kuo-sma-12	-0,728	0,931	0,116	0,580
	chen-kain-melo-24	0,053	<b>0,488</b>	<b>0,501</b>	<b>0,485</b>
chen-kain-melo-12	<b>0,023</b>	0,556	0,467	0,556	
Ensemble médio	-0,408	0,647	0,334	0,501	
500mb	har-kuo-melo-24	-1,376	1,438	0,687	0,419
	har-kuo-melo-12	-1,337	1,394	0,722	0,393
	har-kuo-sma-24	-1,217	1,296	0,635	0,445
	har-kuo-sma-12	-1,209	1,281	0,661	0,426
	har-kain-melo-24	-1,088	1,146	0,771	0,362
	har-kain-melo-12	-1,035	1,094	0,788	0,353
	chen-kuo-melo-24	-1,335	1,400	0,690	0,420
	chen-kuo-melo-12	-1,302	1,371	0,655	0,430
	chen-kuo-sma-24	-1,358	1,423	0,675	0,425
	chen-kuo-sma-12	-1,286	1,358	0,640	0,437
	chen-kain-melo-24	-1,026	1,092	0,757	0,374
chen-kain-melo-12	<b>-0,981</b>	<b>1,041</b>	<b>0,794</b>	<b>0,348</b>	
Ensemble médio	-1,212	1,270	0,747	0,378	
250mb	har-kuo-melo-24	-0,686	1,184	-0,106	0,965
	har-kuo-melo-12	-0,564	1,153	-0,190	1,006
	Har-kuo-sma-24	-0,652	1,107	-0,009	0,894
	har-kuo-sma-12	-0,557	1,062	-0,072	0,904
	har-kain-melo-24	-0,800	1,127	<b>0,064</b>	0,794
	har-kain-melo-12	-0,721	1,064	0,059	<b>0,783</b>
	chen-kuo-melo-24	-0,541	1,040	-0,017	0,888
	chen-kuo-melo-12	-0,573	1,106	-0,087	0,946
chen-kuo-sma-24	<b>-0,469</b>	<b>0,976</b>	0,049	0,856	
chen-kuo-sma-12	-0,492	1,027	-0,028	0,902	

chen-kain-melo-24	-0,541	0,979	0,000	0,816
chen-kain-melo-12	-0,564	0,999	-0,012	0,824
Ensemble médio	-0,597	1,058	-0,037	0,873

Tabela 5.15-Índices estatísticos da previsão de 72 horas da temperatura em diferentes níveis de pressão dos membros do ENSCI-FRONT em comparação análise verificada no dia 17/01/2008 as 00h.

Previsão de 72 horas (ENSCI-FRONT) - Temperatura					
Níveis	Membros	BIAS	RMSE	CORREL	URMS
925mb	não perturbado	0,179	1,065	0,863	1,049
	soma pert. 24h	0,066	1,129	0,833	1,127
	soma pert. 48h	0,419	1,101	0,884	1,018
	soma pert. 72h	0,359	<b>0,974</b>	<b>0,899</b>	<b>0,906</b>
	subtrai pert. 24h	0,214	1,080	0,862	1,058
	subtrai pert. 48h	-0,080	1,090	0,845	1,087
	subtrai pert. 72h	<b>-0,014</b>	1,193	0,826	1,193
	ensemble médio	0,160	1,030	0,870	1,020
700mb	não perturbado	-0,643	0,827	0,316	0,520
	soma pert. 24h	-0,829	0,979	0,241	0,521
	soma pert. 48h	-0,815	0,999	0,160	0,578
	soma pert. 72h	-0,583	0,823	0,171	0,582
	subtrai pert. 24h	<b>-0,539</b>	<b>0,819</b>	0,317	0,617
	subtrai pert. 48h	-0,564	0,827	0,312	0,604
	subtrai pert. 72h	-0,757	0,926	0,293	0,533
	ensemble médio	-0,680	0,850	0,300	<b>0,510</b>
500mb	não perturbado	-1,376	1,438	0,687	0,419
	soma pert. 24h	-1,544	1,600	0,689	0,420
	soma pert. 48h	-1,546	1,614	0,588	0,464
	soma pert. 72h	-1,462	1,539	0,562	0,479
	subtrai pert. 24h	-1,115	1,192	0,706	0,420
	subtrai pert. 48h	<b>-1,068</b>	<b>1,145</b>	0,704	0,412
	subtrai pert. 72h	-1,149	1,226	0,672	0,426
	ensemble médio	-1,320	1,380	<b>0,730</b>	<b>0,390</b>
250mb	não perturbado	-0,686	1,184	-0,106	0,965
	soma pert. 24h	-0,400	1,018	-0,097	0,936
	soma pert. 48h	<b>-0,193</b>	<b>0,951</b>	-0,113	0,931
	soma pert. 72h	-0,294	1,118	-0,216	1,078
	subtrai pert. 24h	-0,815	1,375	-0,251	1,108
	subtrai pert. 48h	-0,933	1,435	-0,314	1,091
	subtrai pert. 72h	-0,946	1,285	<b>-0,037</b>	<b>0,871</b>
	ensemble médio	-0,610	1,150	-0,180	0,980

Na figura 5.44 são mostrados os campos de temperatura dos membros do ENSFI em 925mb para 96 horas válidas para o dia 18 de janeiro de 2008. Observando-se a figura 5.75 nota-se que a previsão de controle superestimou a análise verificada no Piauí e no oceano ao norte do Maranhão. Além disso, nota-se que há previsões bem distintas dos membros que usam a parametrização de convecção de Kuo e Kain-Fritsch. Nota-se também que a previsão

do ensemble médio apresenta grande semelhança com a previsão tradicional, porém há uma melhor representação do ensemble médio em Alagoas e Pernambuco.

Na figura 5.45 são destacados os campos da temperatura em 925mb encontrados pela previsão de 96 horas dos membros do ENSCI-FRONT válidas para o dia 18 de janeiro de 2008, nota-se que o ensemble médio e membro de controle proporcionaram previsões muito semelhantes nesse nível de pressão, porém há uma melhor representação da temperatura ao norte do Maranhão no subtraí pert.48h.

Na figura 5.46 são destacados os campos de espalhamento da temperatura em 925mb para previsão de 96 horas dos membros do ENSFI (a) e do ENSCI-FRONT (b), nota-se que o ENSFI apresenta maior espalhamento em praticamente todas as regiões, principalmente sobre o Ceara.

Os campos de temperatura em 700mb encontrados pela previsão de 96 horas válidas para o dia 18 de janeiro de 2008 do membro de controle e do ensemble médio do ENSFI e do ENSCI-FRONT subestimaram a análise no oceano a leste do Rio Grande do Norte e no Piauí, porém há uma melhor representação do ensemble médio do ENSFI, com espalhamento muito pequeno das duas técnicas em todo o domínio.

Os campos de temperatura em 500mb encontrados pela previsão de 96 horas válidas para o dia 18 de janeiro de 2008 do membro de controle e do ensemble médio do ENSFI e do ENSCI-FRONT subestimaram a análise em praticamente todo o domínio. Quanto ao espalhamento, as duas técnicas apresentam espalhamentos quase nulos em praticamente todas as regiões, não atingindo a 1° C.

Na figura 5.47 são destacados os campos de temperatura em 250mb encontrados pela previsão de 96 horas válidas para o dia 18 de janeiro de 2008 do membro de controle e do ensemble médio do ENSFI e do ENSCI-FRONT, nota-se que essas previsões subestimaram a análise verificada na região em laranja que vai do Ceara a Bahia e no oceano ao norte do Ceara. Quanto ao espalhamento, as duas técnicas apresentaram pequeno espalhamento não atingindo nem 1° C.

Na tabela 5.16 são mostrados os índices estatísticos da previsão de 96 horas para temperatura dos membros do ENSFI em relação a análise verificada no dia 18 de janeiro de 2008. Em 925mb os membros que usam a parametrização de Mellor & Yamada apresentam resultados melhores do que os membros que usam Smagorisky, considerando como principal parâmetro a correlação, sendo chen-kuo-melo-24 a melhor previsão nesse nível. Além disso, a previsão em 500mb e 250mb apresentam previsões pouco significativas, como mostra a

correlação nesses níveis. Nota-se também que o ensemble médio apresentou melhores previsões do que o membro de controle em todos os níveis.

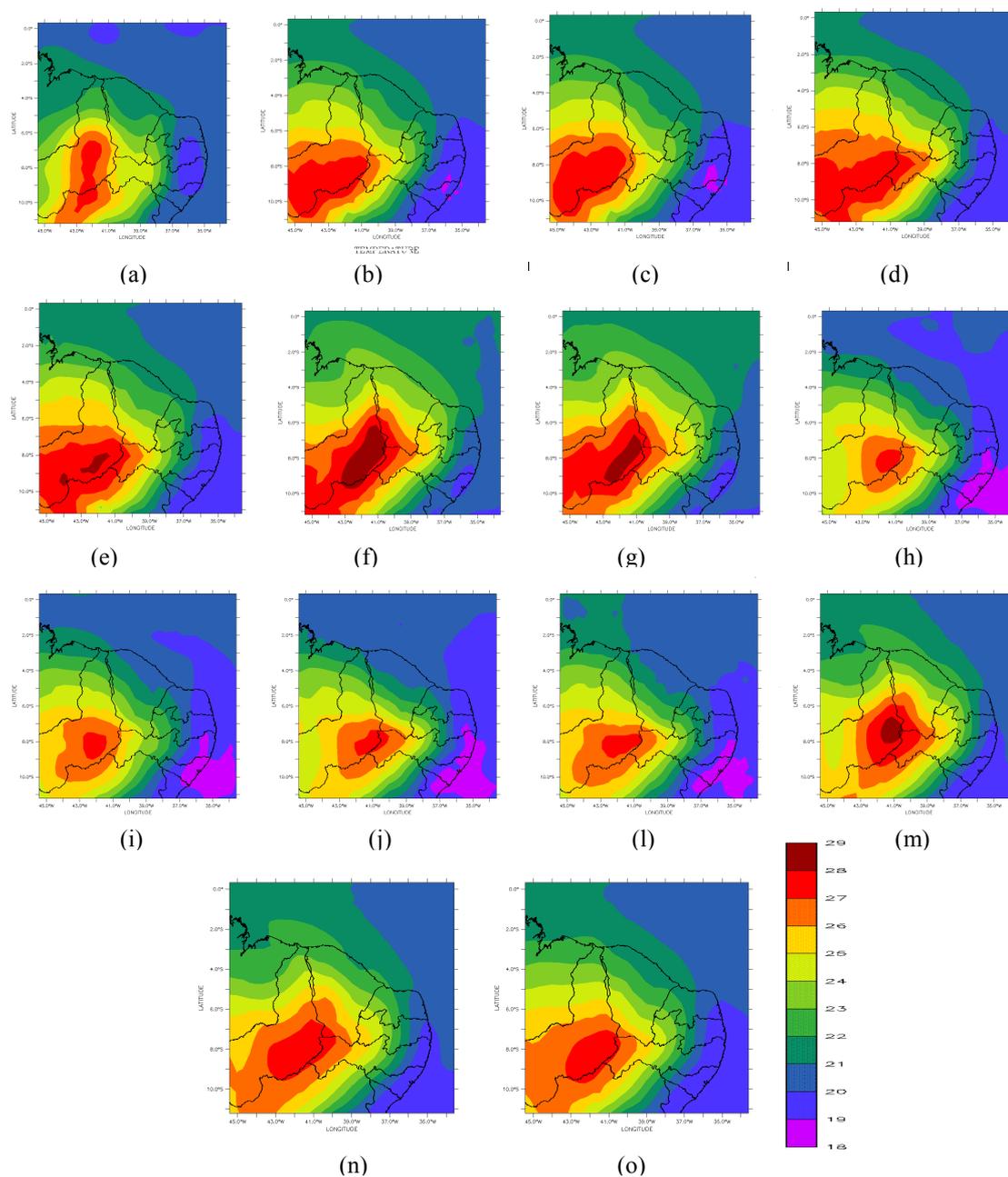


Figura 5.44 - Campos da previsão de 96 horas do ENSFI para temperatura em 925mb válidos para às 00h do dia 18/01/2008: (a)Análise verificada; (b)har-kuo-melo-24; (c)har-kuo-melo-12; (d)har-kuo-sma-24; (e)har-kuo-sma-12; (f)har-kain-melo-24; (g)har-kain-melo-12; (h)chen-kuo-melo-24; (i)chen-kuo-melo-12; (j)chen-kuo-sma-24; (l)chen-kuo-sma-12; (m)chen-kain-melo-24; (n)chen-kain-melo-12 (o)ensemble médio (ENSFI).

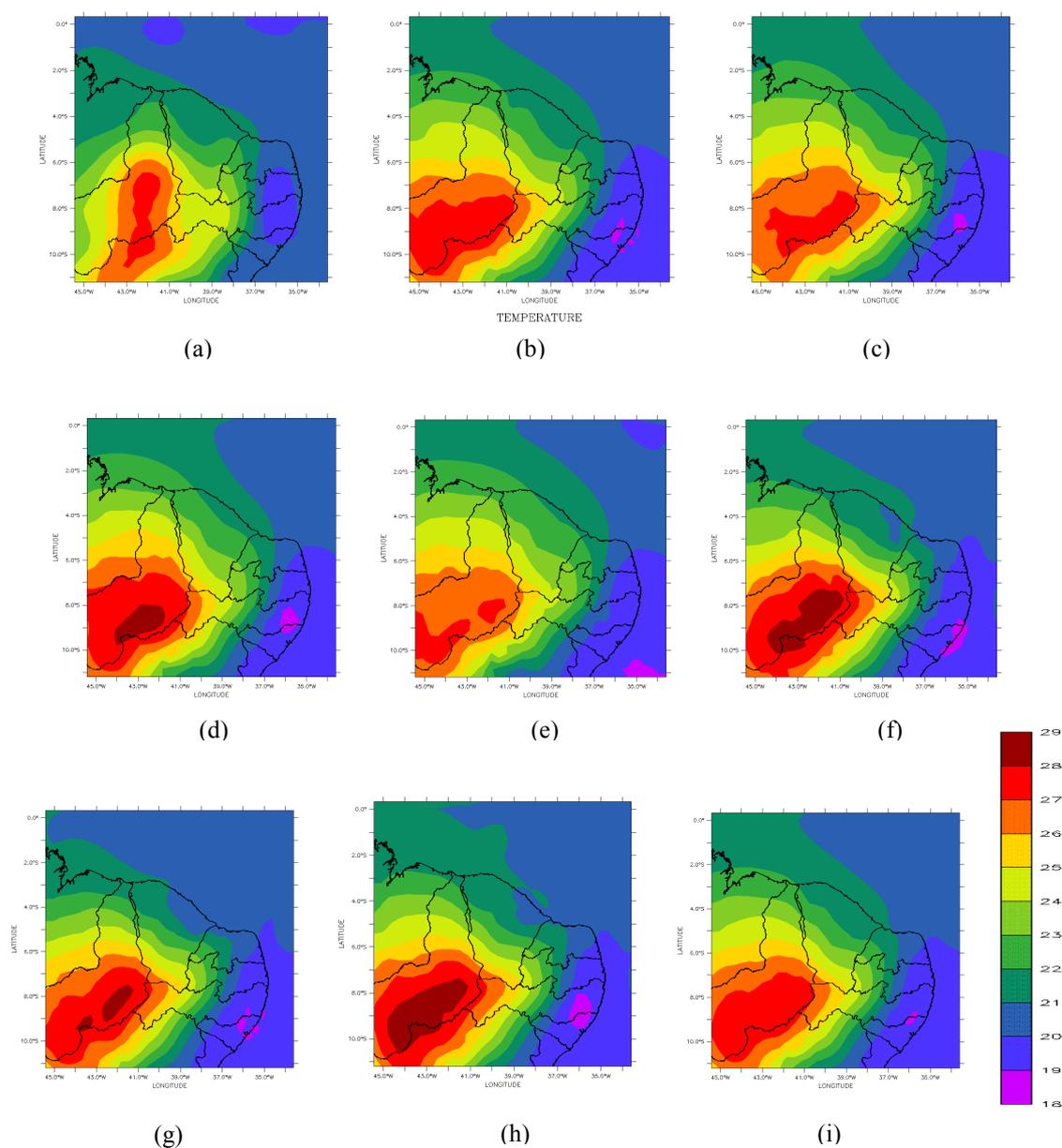


Figura 5.45-Campos da previsão de 96 horas do ENSCI-FRONT para temperatura a 925mb válidos para às 00h do dia 18/01/2008: (a)Análise verificada; (b) membro de controle; (c) soma pert.24h; (d) soma pert.48h; (e) soma pert.72h; (f) soma pert.24h; (g) subtrai pert.48h; (h) subtrai pert.72h; (i)ensemble médio (ENSCI-FRONT).

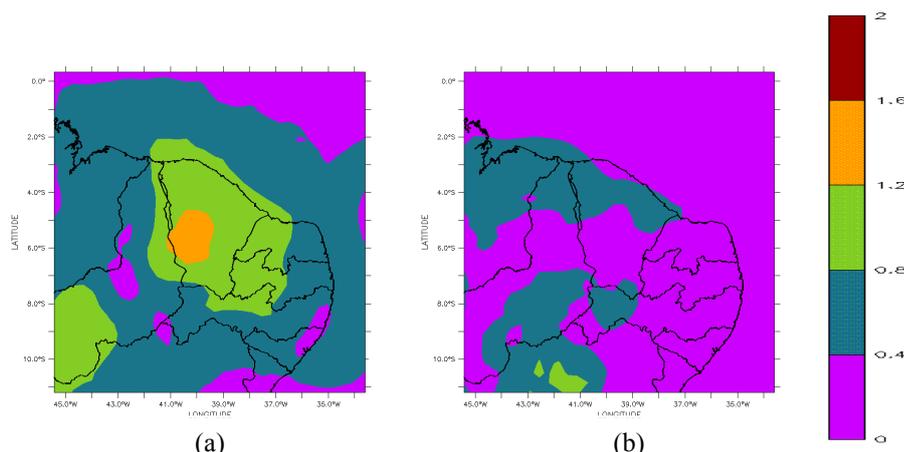


Figura 5.46-Campos de espalhamento da temperatura em 925mb válidos para às 00h do dia 18/01/2008 (previsão de 96 horas): (a)ENSFI; (b)ENSCI-FRONT.

Na tabela 5.17 são mostrados os índices estatísticos da previsão de 96 horas para temperatura dos membros do ENSCI-FRONT em relação a análise verificada no dia 18 de janeiro de 2008, nota-se que nenhum dos membros apresentou uma previsão significativa para temperatura em 500mb e 250mb. Nota-se também que o ensemble médio do ENSCI-FRONT apresentou melhores previsões do que o membro de controle na maioria dos níveis, porém não melhores do que o ensemble médio do ENSFI.

Tabela 5.16-Índices estatísticos da previsão de 96 horas da temperatura em diferentes níveis de pressão dos membros do ENSFI em comparação análise verificada no dia 18/01/2008 as 00h.

Previsão de 96 horas (ENSFI) - Temperatura					
Níveis	Membros	BIAS	RMSE	CORREL	URMS
925mb	har-kuo-melo-24	0,321	1,094	0,910	1,046
	har-kuo-melo-12	0,348	1,115	0,903	1,059
	har-kuo-sma-24	0,604	1,235	0,921	1,077
	har-kuo-sma-12	0,620	1,228	0,918	1,060
	har-kain-melo-24	1,189	1,507	0,926	0,927
	har-kain-melo-12	1,134	1,484	0,915	0,957
	chen-kuo-melo-24	-0,349	<b>0,892</b>	<b>0,940</b>	<b>0,821</b>
	chen-kuo-melo-12	-0,210	0,922	0,926	0,898
	chen-kuo-sma-24	-0,237	0,912	0,930	0,880
	chen-kuo-sma-12	<b>-0,070</b>	0,946	0,917	0,943
	chen-kain-melo-24	0,652	1,114	0,924	0,903
	chen-kain-melo-12	0,681	1,100	0,932	0,863
	Ensemble médio	0,390	0,939	0,936	0,854
	har-kuo-melo-24	-0,241	0,641	0,166	0,594
har-kuo-melo-12	-0,221	0,644	0,208	0,605	
har-kuo-sma-24	-0,254	0,560	0,225	<b>0,500</b>	
har-kuo-sma-12	-0,190	<b>0,555</b>	<b>0,250</b>	0,521	
har-kain-melo-24	0,321	0,673	0,247	0,591	

700mb	har-kain-melo-12	0,327	0,745	0,188	0,669
	chen-kuo-melo-24	-0,368	0,704	0,133	0,600
	chen-kuo-melo-12	-0,316	0,660	0,189	0,579
	chen-kuo-sma-24	-0,459	0,719	0,204	0,553
	chen-kuo-sma-12	-0,386	0,689	0,204	0,571
	chen-kain-melo-24	0,150	0,570	0,219	0,550
	chen-kain-melo-12	0,173	0,670	0,146	0,647
	Ensemble médio	<b>-0,122</b>	0,556	0,216	0,542
500mb	har-kuo-melo-24	-1,443	1,656	0,082	0,812
	har-kuo-melo-12	-1,462	1,689	0,049	0,846
	har-kuo-sma-24	-1,261	<b>1,470</b>	<b>0,129</b>	<b>0,755</b>
	har-kuo-sma-12	-1,354	1,581	0,069	0,817
	har-kain-melo-24	-1,498	1,799	-0,243	0,997
	har-kain-melo-12	-1,398	1,742	-0,328	1,039
	chen-kuo-melo-24	-1,360	1,573	-0,003	0,789
	chen-kuo-melo-12	-1,402	1,648	-0,094	0,865
	chen-kuo-sma-24	-1,387	1,594	-0,027	0,784
	chen-kuo-sma-12	-1,407	1,645	-0,076	0,853
	chen-kain-melo-24	-1,329	1,614	-0,299	0,916
	chen-kain-melo-12	<b>-1,198</b>	1,490	-0,280	0,885
	Ensemble médio	-1,375	1,614	-0,099	0,846
250mb	har-kuo-melo-24	0,559	1,265	-0,305	1,135
	har-kuo-melo-12	0,636	1,311	-0,295	1,146
	Har-kuo-sma-24	0,654	1,291	-0,245	1,114
	Har-kuo-sma-12	0,703	1,320	-0,248	1,117
	har-kain-melo-24	<b>0,518</b>	<b>1,159</b>	-0,247	1,036
	har-kain-melo-12	0,572	1,182	<b>-0,234</b>	<b>1,034</b>
	chen-kuo-melo-24	0,692	1,386	-0,318	1,201
	chen-kuo-melo-12	0,723	1,420	-0,317	1,222
	chen-kuo-sma-24	0,752	1,426	-0,293	1,212
	chen-kuo-sma-12	0,745	1,420	-0,291	1,209
	chen-kain-melo-24	0,753	1,361	-0,317	1,134
	chen-kain-melo-12	0,707	1,325	-0,280	1,121
	Ensemble médio	0,668	1,317	-0,288	1,136

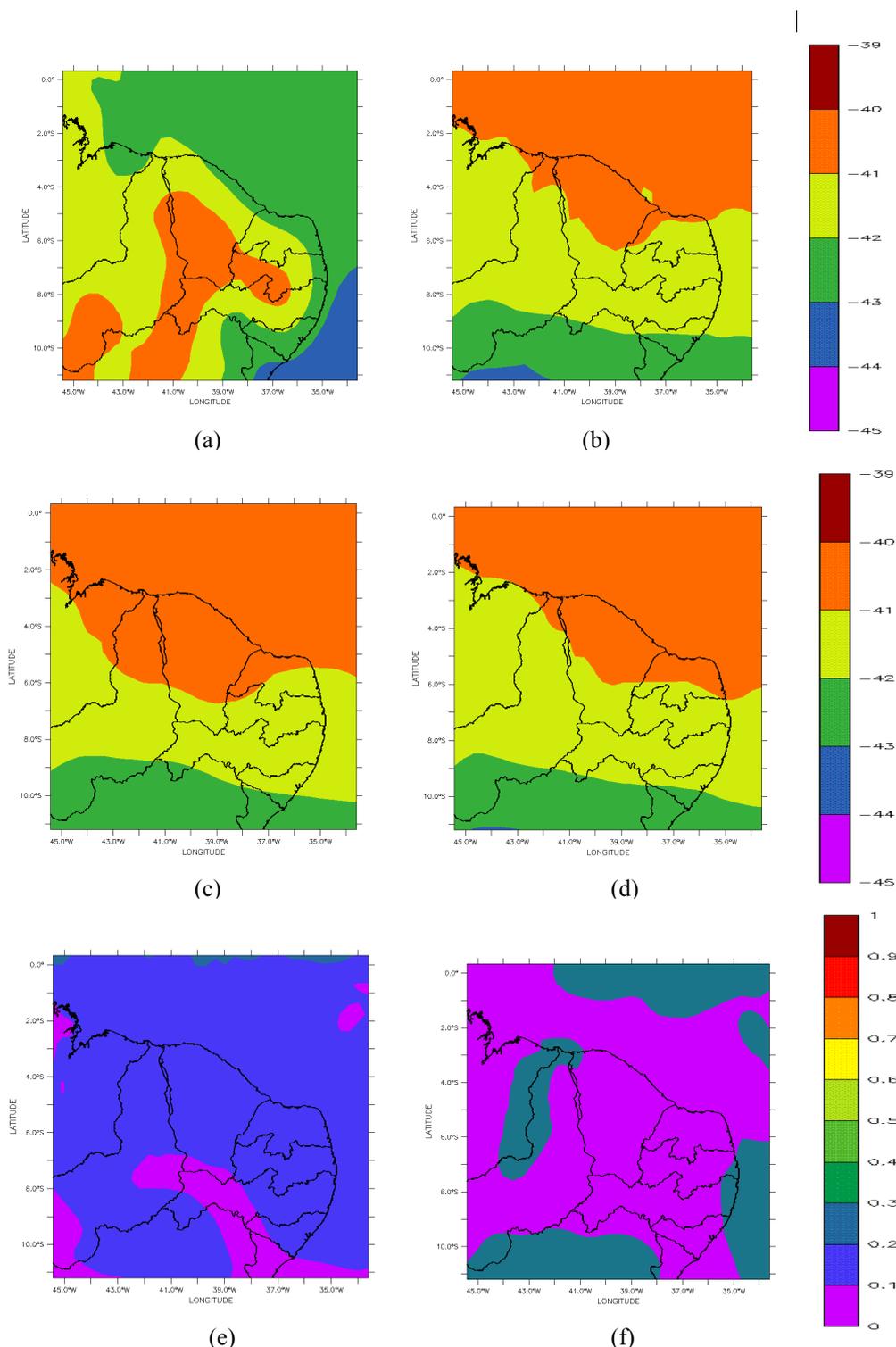


Figura 5.47 - (a)Análise verificada da temperatura a 250mb válidos para às 00h do dia 18/01/2008; (b) Previsão de 96 horas do membro de controle para a temperatura a 250mb válidos para às 00h do dia 18/01/2008 para o vento a 250mb válidos para às 00h do dia 18/01/2008; (c) Previsão de 96 horas do ensemble médio (ENSFI) para o vento a 250mb válidos para às 00h do dia 18/01/2008; (d) Previsão de 96 horas do ensemble médio (ENSCI-FRONT) para o vento a 250mb válidos para às 00h do dia 18/01/2008; (e)Campo de espalhamento da intensidade do vento em 250mb válidos para às 00h do dia 18/01/2008 (previsão de 96 horas) do ENSFI; (f) Campo de espalhamento da intensidade do vento em 250mb válidos para às 00h do dia 18/01/2008 (previsão de 96 horas) ENSCI-FRONT.

Tabela 5.17-Índices estatísticos da previsão de 96 horas da temperatura em diferentes níveis de pressão dos membros do ENSCI-FRONT em comparação análise verificada no dia 18/01/2008 as 00h.

Previsão de 96 horas (ENSCI-FRONT) Temperatura					
Níveis	Membros	BIAS	RMSE	CORREL	URMS
925mb	não perturbado	0,321	1,094	0,910	1,046
	soma pert. 24h	0,373	1,088	0,905	1,022
	soma pert. 48h	0,538	1,313	0,891	1,198
	soma pert. 72h	0,311	1,255	0,862	1,215
	subtrai pert. 24h	0,373	1,080	<b>0,936</b>	1,013
	subtrai pert. 48h	<b>0,152</b>	<b>0,986</b>	0,934	<b>0,975</b>
	subtrai pert. 72h	0,386	1,095	0,933	1,025
	ensemble médio	0,350	1,090	0,920	1,030
700mb	não perturbado	-0,241	0,641	0,166	<b>0,594</b>
	soma pert. 24h	-0,163	0,678	0,191	0,658
	soma pert. 48h	-0,153	<b>0,631</b>	0,090	0,613
	soma pert. 72h	-0,339	0,728	0,067	0,644
	subtrai pert. 24h	-0,370	0,797	0,219	0,706
	subtrai pert. 48h	-0,346	0,732	<b>0,332</b>	0,645
	subtrai pert. 72h	<b>-0,140</b>	0,687	0,279	0,673
	ensemble médio	-0,250	0,660	0,210	0,610
500mb	não perturbado	-1,443	1,656	0,082	0,812
	soma pert. 24h	-1,188	1,412	0,103	0,762
	soma pert. 48h	-1,273	1,520	-0,161	0,830
	soma pert. 72h	<b>-1,130</b>	<b>1,339</b>	0,077	<b>0,718</b>
	subtrai pert. 24h	-1,630	1,820	0,160	0,809
	subtrai pert. 48h	-1,301	1,507	<b>0,199</b>	0,761
	subtrai pert. 72h	-1,510	1,761	0,062	0,905
	ensemble médio	-1,350	1,560	0,090	0,780
250mb	não perturbado	<b>0,559</b>	1,265	-0,305	1,135
	soma pert. 24h	0,678	1,326	-0,294	1,140
	soma pert. 48h	0,652	1,241	<b>-0,222</b>	1,056
	soma pert. 72h	0,579	<b>1,200</b>	-0,321	<b>1,051</b>
	subtrai pert. 24h	0,598	1,289	-0,344	1,142
	subtrai pert. 48h	0,624	1,330	-0,440	1,175
	subtrai pert. 72h	0,561	1,336	-0,334	1,213
	ensemble médio	0,610	1,270	-0,340	1,120

#### 5.4.3-Previsões para pressão na superfície em comparação a análise verificada

Nesta seção serão mostradas as previsões da pressão na superfície e uma breve comparação com análise verificada a cada 24 horas com os membros ENSFI e do ENSCI-FRONT.

Na figura 5.48 são destacados os campos de pressão na superfície encontrados pela previsão de 24 horas dos membros do ENSFI, nota-se que todos os membros subestimaram a análise, com destaque para região litorânea de Alagoas, sobre o Maranhão e no oceano ao sul do Rio Grande do Norte.

Na figura 5.49 são destacados os campos de pressão na superfície encontrados pela previsão dos membros do ENSCI-FRONT para previsão de 24 horas válidas para 15/01/2008, nota-se que há uma representação muito significativa do campo verificado dos membros onde as perturbações foram adicionadas, com destaque para região litorânea de Alagoas e para o Ceará.

Na figura 5.50 são destacados os campos de espalhamento da pressão na superfície encontrados pela previsão de 24 horas dos membros do ENSFI(a) e do ENSCI-FRONT(b) e é notório o maior espalhamento do ENSFI em algumas regiões, com destaque para o Ceará e parte do Piauí.

Na tabela 5.18 são mostrados os índices estatísticos dos membros do ENSFI em relação a análise verificada no dia 15 de janeiro de 2008, nota-se que os membros que usam a parametrização de kuo apresentam melhores previsões que os membros que usam a parametrização Kain-Fritsch, tomando por base o BIAS e o RMSE, caso comparado membros com todas as opções iguais mudando apenas a parametrização de convecção. Nota-se também que os membros que usam a parametrização de Chen & Cotton apresentam melhores BIAS e RMSE do que os mesmos membros mudando apenas a parametrização de radiação para Harington. Além disso, há uma tendência dos membros que usam o esquema de nunding central a cada 12 horas apresentam melhores BIAS e RMSE que os membros que usam nunding central a cada 24 horas.

Na tabela 5.19 são mostrados os índices estatísticos das previsões dos membros do ENSCI-FRONT em relação a análise verificada no dia 15 de janeiro de 2008, claramente os membros onde as perturbações foram adicionadas apresentaram melhores resultados tanto com relação aos membros onde as perturbações foram subtraídas quanto ao membro de controle, com uma significativa melhora no BIAS e no RMSE. Além disso, vale destacar que o ensemble médio apresentou uma melhor previsão do que o membro não perturbado.

Na figura 5.61 são destacados os campos de pressão na superfície encontrados pela previsão de 48 horas dos membros do ENSFI, nota-se que todos os membros representaram razoavelmente bem o observado na análise, porém não houve representação tão coerente na região do oceano mais ao norte da grade.

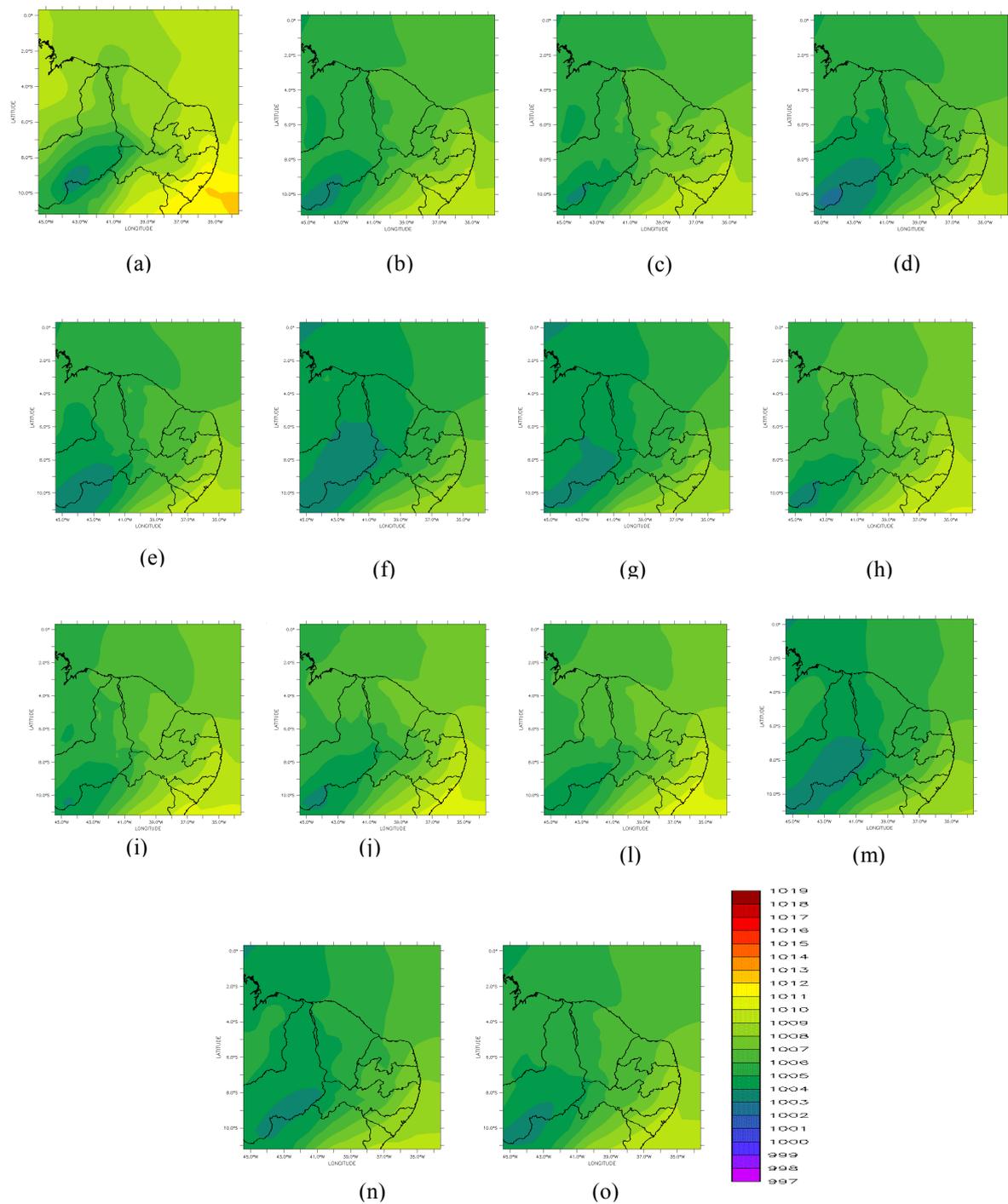


Figura 5.48-Campos de pressão na superfície válidos para às 00h do dia 15/01/2008: (a)Análise verificada; (b)har-kuo-melo-24; (c)har-kuo-melo-12; (d)har-kuo-sma-24; (e)har-kuo-sma-12; (f)har-kain-melo-24; (g)har-kain-melo-12; (h)chen-kuo-melo-24; (i)chen-kuo-melo-12; (j)chen-kuo-sma-24; (l)chen-kuo-sma-12; (m)chen-kain-melo-24; (n)chen-kain-melo-12 (o)ensemble médio (ENSFI).

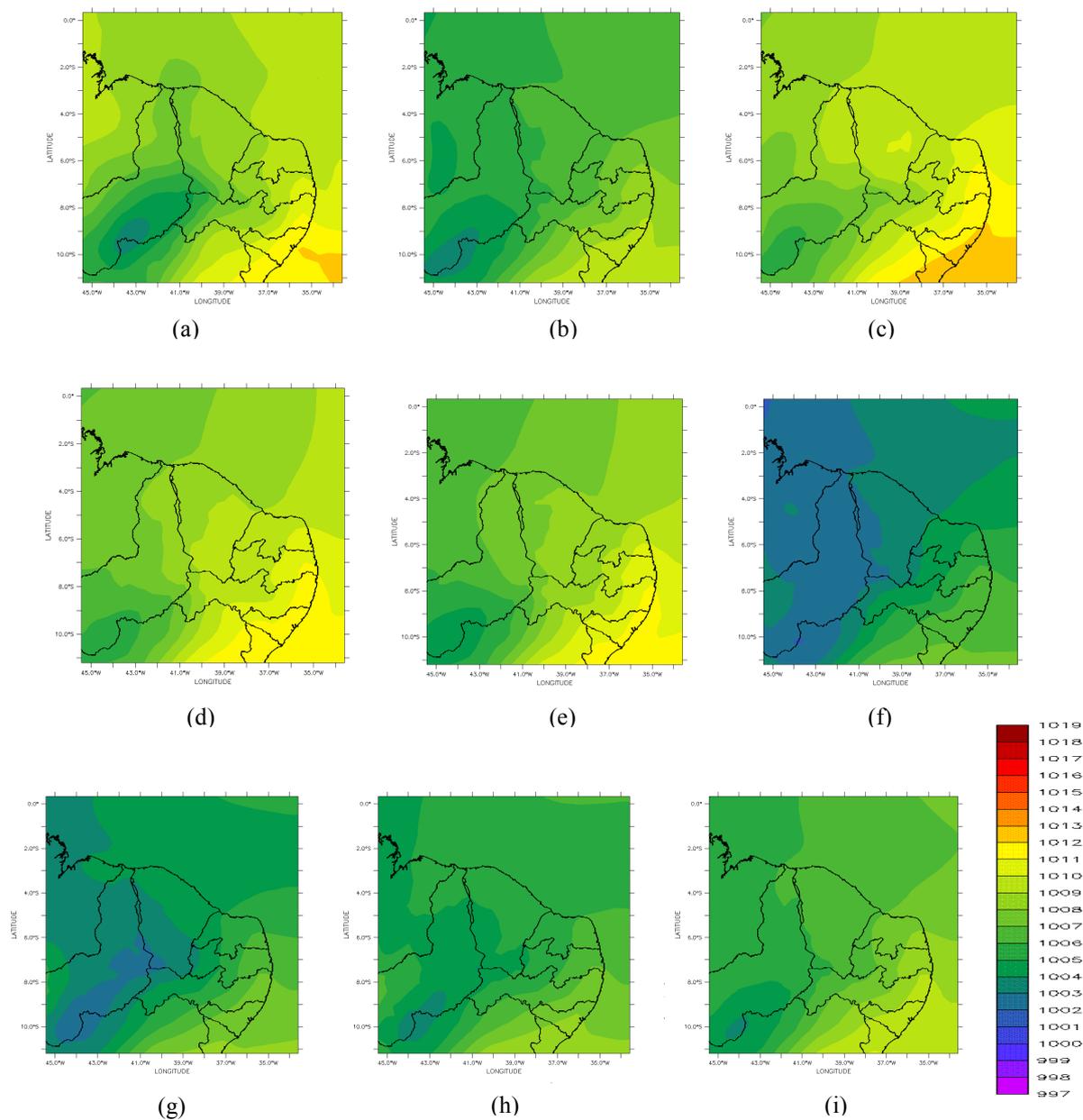


Figura 5.49-Campos de pressão na superfície válidos para às 00h do dia 15/01/2008: (a)Análise verificada; (b) membro de controle; (c) soma pert.24h; (e) soma pert.48h; (f) soma pert.72h; (g) soma pert.24h; (h) subtrai pert.48h; (i) subtrai pert.72h; (g)ensemble médio (ENSCI-FRONT).

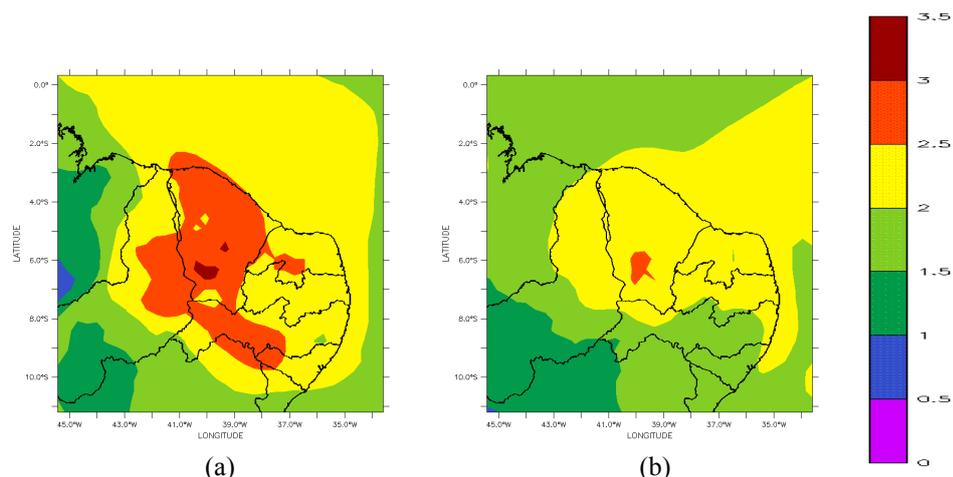


Figura 5.50-Campos de espalhamento da pressão na superfície válidos para às 00h do dia 15/01/2008 (previsão de 24 horas): (a)ENSFI; (b)ENSCI-FRONT.

Tabela 5.18-Índices estatísticos da previsão de 24 horas da pressão na superfície dos membros do ENSFI em comparação análise verificada no dia 15/01/2008.

<b>Previsão de 24 horas (ENSFI) - Pressão na superfície</b>				
<b>Membros</b>	<b>BIAS</b>	<b>RMSE</b>	<b>CORREL</b>	<b>URMS</b>
har-kuo-melo-24	-2,096	2,318	0,823	0,990
har-kuo-melo-12	-1,944	2,240	0,768	1,115
har-kuo-sma-24	-2,495	2,603	<b>0,909</b>	<b>0,743</b>
har-kuo-sma-12	-2,412	2,558	0,875	0,852
har-kain-melo-24	-3,269	3,397	0,852	0,923
har-kain-melo-12	-3,002	3,172	0,809	1,024
chen-kuo-melo-24	-1,762	1,960	0,871	0,859
chen-kuo-melo-12	-1,649	1,913	0,830	0,970
chen-kuo-sma-24	-1,629	1,802	0,897	0,772
chen-kuo-sma-12	<b>-1,556</b>	<b>1,783</b>	0,867	0,870
chen-kain-melo-24	-2,969	3,090	0,876	0,858
chen-kain-melo-12	-2,747	2,915	0,829	0,976
ensemble médio	-2,294	2,459	0,863	0,887

Tabela 5.19-Índices estatísticos da previsão 24 horas da pressão na superfície dos membros do ENSCI-FRONT em comparação análise verificada no dia 15/01/2008 as 00h.

<b>Previsão de 24 horas - Pressão na superfície (ENSCI-FRONT)</b>				
<b>Membros</b>	<b>BIAS</b>	<b>RMSE</b>	<b>CORREL</b>	<b>URMS</b>
não perturbado	-2,100	2,320	0,820	0,990
soma pert. 24h	0,800	1,140	<b>0,880</b>	<b>0,810</b>
soma pert. 48h	<b>0,160</b>	<b>1,080</b>	0,790	1,070
soma pert. 72h	-0,570	1,180	0,820	1,030
subtrai pert. 24h	-4,590	4,750	0,710	1,230
subtrai pert. 48h	-3,770	3,910	0,800	1,040
subtrai pert. 72h	-2,830	3,040	0,780	1,130
ensemble médio	-1,842	2,084	0,830	0,974

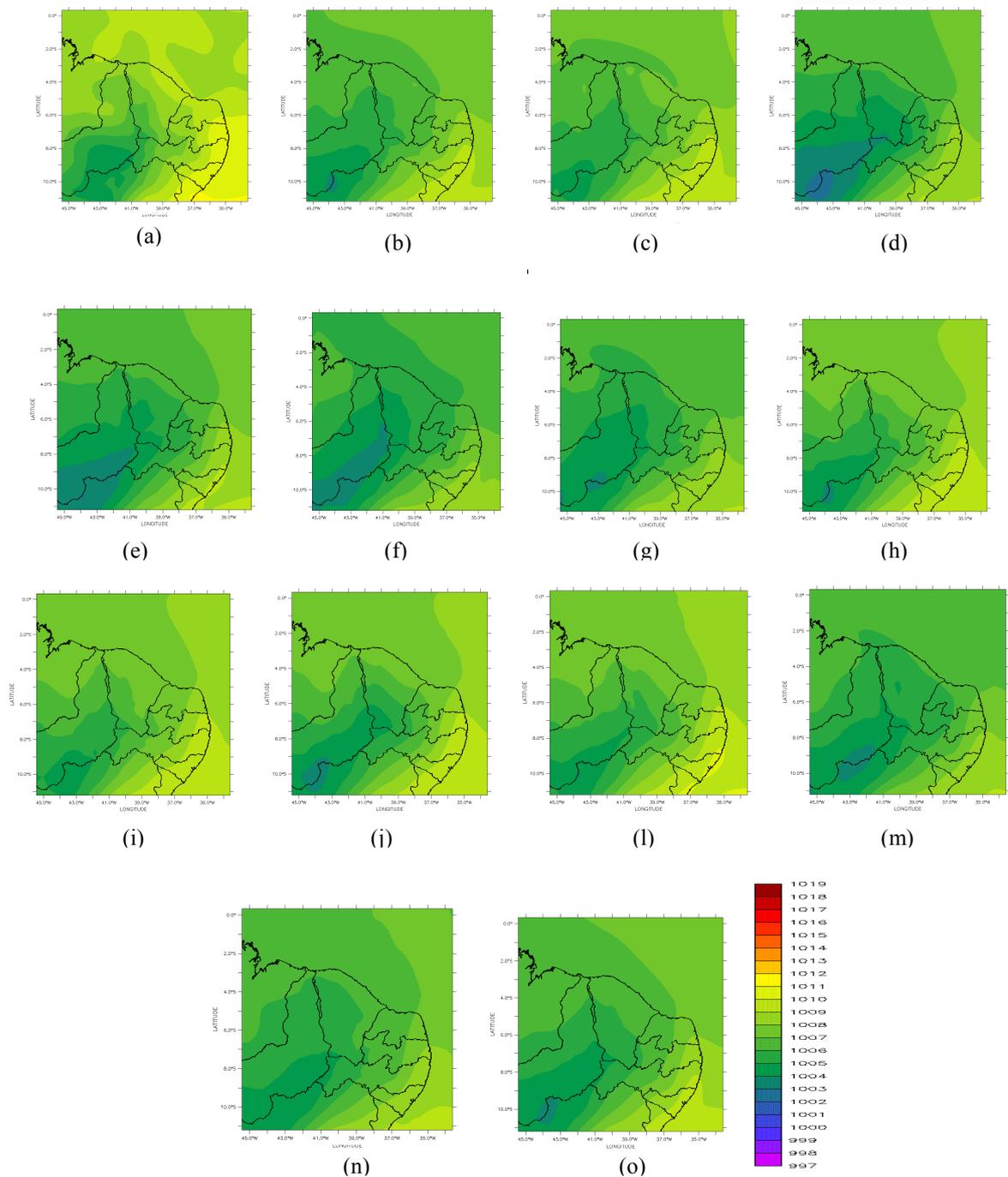


Figura 5.51 - Campos de pressão na superfície válidos para às 00h do dia 16/01/2008: (a)Análise verificada; (b)har-kuo-melo-24; (c)har-kuo-melo-12; (d)har-kuo-sma-24; (e)har-kuo-sma-12; (f)har-kain-melo-24; (g)har-kain-melo-12; (h)chen-kuo-melo-24; (i)chen-kuo-melo-12; (j)chen-kuo-sma-24; (k)chen-kuo-sma-12; (l)chen-kain-melo-24; (m)ensemble médio (ENSFI).

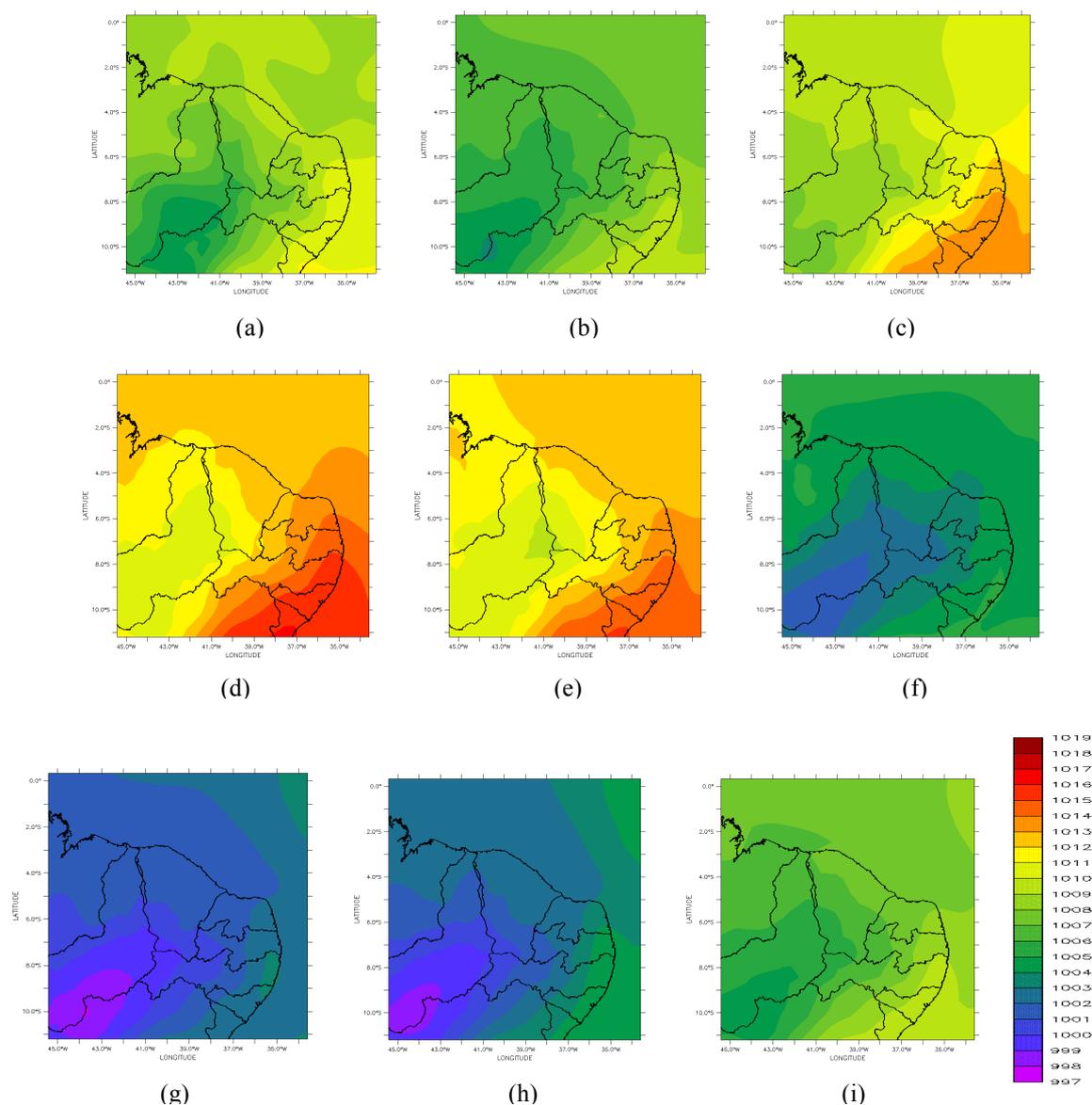


Figura 5.52-Campos da previsão de 48 horas do ENSCI-FRONT para pressão na superfície válidos para às 00h do dia 16/01/2008: (a)Análise verificada; (b) membro de controle; (c) soma pert.24h; (d) soma pert.48h; (e) soma pert.72h; (f) soma pert.24h; (g) subtrai pert.48h; (h) subtrai pert.72h; (i)ensemble médio (ENSCI-FRONT).

Na figura 5.52 são destacados os campos de pressão na superfície encontrados pela previsão de 48 horas dos membros do ENSCI-FRONT, nota-se um grande espalhamento entre os membros e uma melhor representação do observado do ensemble médio do membro não perturbado.

Na figura 5.53 são destacados os campos de espalhamento da pressão na superfície encontrados pela previsão de 48 horas dos membros do ENSFI(a) e do ENSCI-FRONT(b) e é notório o maior espalhamento do ENSCI-FRONT todo o domínio.

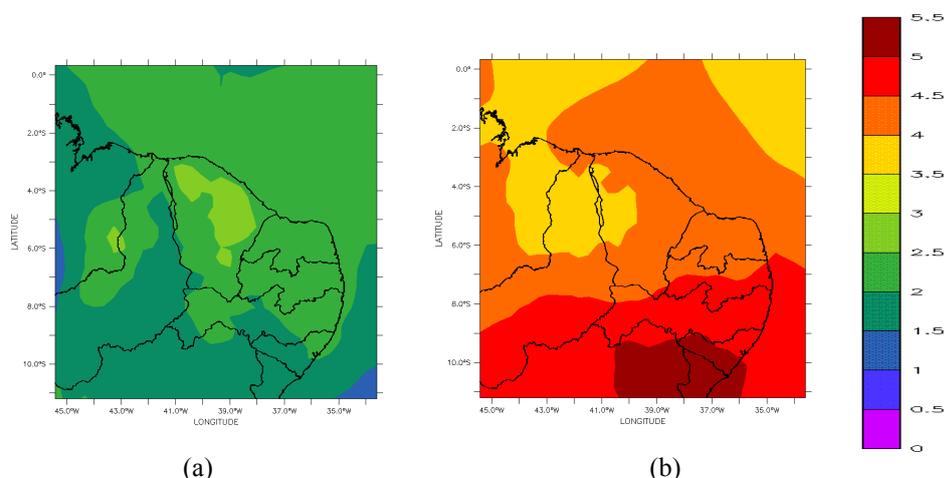


Figura 5.53-Campos de espalhamento da pressão na superfície válidos para às 00h do dia 16/01/2008 (previsão de 48 horas): (a)ENSFI; (b)ENSCI-FRONT.

Na tabela 5.20 são mostrados os índices estatísticos dos membros do ENSFI em relação a análise verificada no dia 16 de janeiro de 2008, nota-se que o membro chen-kuo-melo-12 apresentou melhor previsão com uma correlação excelente. Além disso, nota-se que os membros que usam a parametrização de kuo apresentam melhores previsões que os membros que usam a parametrização Kain-Fritsch, caso comparado membros com todas as opções iguais mudando apenas a parametrização de convecção. Nota-se também que os membros que usam a parametrização de Chen & Cotton apresentam melhores BIAS e RMSE do que os mesmos membros mudando apenas a parametrização de radiação para Harington. Além disso, há uma tendência dos membros que usam o esquema de nunding central a cada 12 horas apresentam melhores BIAS e RMSE que os membros que usam nunding central a cada 24 horas. E ainda os membros que apresentam parametrização de Mellor & Yamada possuem melhores previsões do que os mesmos membros mudando apenas a parametrização de turbulência para Smagorisky.

Na tabela 5.21 são mostrados os índices estatísticos das previsões de 48 horas dos membros do ENSCI-FRONT em relação a análise verificada no dia 16 de janeiro de 2008, através do BIAS nota-se que alguns membros subestimaram e superestimaram análise, portanto a pressão na superfície encontra-se dentro da amplitude de espalhamento do ENSCI-FRONT. Com relação a correlação nota-se que os membros apresentaram boas correlações, porém não foram melhores que o ENSFI.

Tabela 5.20-Índices estatísticos da previsão de 48 horas da pressão na superfície dos membros do ENSFI em comparação em comparação análise verificada no dia 16/01/2008 as 00h.

<b>Previsão de 48 horas (ENSFI) - Pressão na superfície</b>				
<b>Membros</b>	<b>BIAS</b>	<b>RMSE</b>	<b>CORREL</b>	<b>URMS</b>
har-kuo-melo-24	-1,652	1,789	0,953	0,686
har-kuo-melo-12	-1,426	1,612	0,947	0,751
Har-kuo-sma-24	-2,464	2,538	0,941	0,608
har-kuo-sma-12	-2,265	2,345	0,944	0,611
har-kain-melo-24	-2,667	2,781	0,934	0,788
har-kain-melo-12	-2,383	2,505	0,930	0,773
chen-kuo-melo-24	-1,313	1,434	0,963	<b>0,576</b>
chen-kuo-melo-12	<b>-1,103</b>	<b>1,282</b>	<b>0,964</b>	0,653
chen-kuo-sma-24	-1,376	1,502	0,945	0,601
chen-kuo-sma-12	-1,141	1,290	0,954	0,603
chen-kain-melo-24	-2,351	2,494	0,926	0,831
chen-kain-melo-12	-2,073	2,234	0,925	0,832
ensemble médio	-1,851	1,964	0,957	0,655

Tabela 5.21-Índices estatísticos da previsão 48 horas da pressão na superfície dos membros do ENSCI-FRONT em comparação em comparação análise verificada no dia 16/01/2008 as 00h.

<b>Previsão de 48 horas (ENSCI-FRONT) - Pressão na superfície</b>				
<b>Membros</b>	<b>BIAS</b>	<b>RMSE</b>	<b>CORREL</b>	<b>URMS</b>
não perturbado	-1,652	1,789	<b>0,953</b>	0,686
soma pert. 24h	1,823	2,123	0,761	1,088
soma pert. 48h	4,322	4,437	0,784	1,002
soma pert. 72h	3,794	3,895	0,839	0,880
subtrai pert. 24h	-4,241	4,332	0,850	0,884
subtrai pert. 48h	-6,916	6,947	0,935	0,652
subtrai pert. 72h	-6,008	6,037	0,929	<b>0,589</b>
Ensemble médio	<b>-1,232</b>	<b>1,406</b>	0,920	0,677

Na figura 5.54 são destacados os campos de pressão na superfície encontrados pela previsão de 72 horas dos membros do ENSFI, nota-se que todos os membros superestimaram o observado na análise, principalmente na região litorânea de Sergipe e Alagoas. Porém, o ensemble médio e os membros que utilizam a parametrização de convecção de Kain-Fritsch atenuaram a diferença com relação à análise.

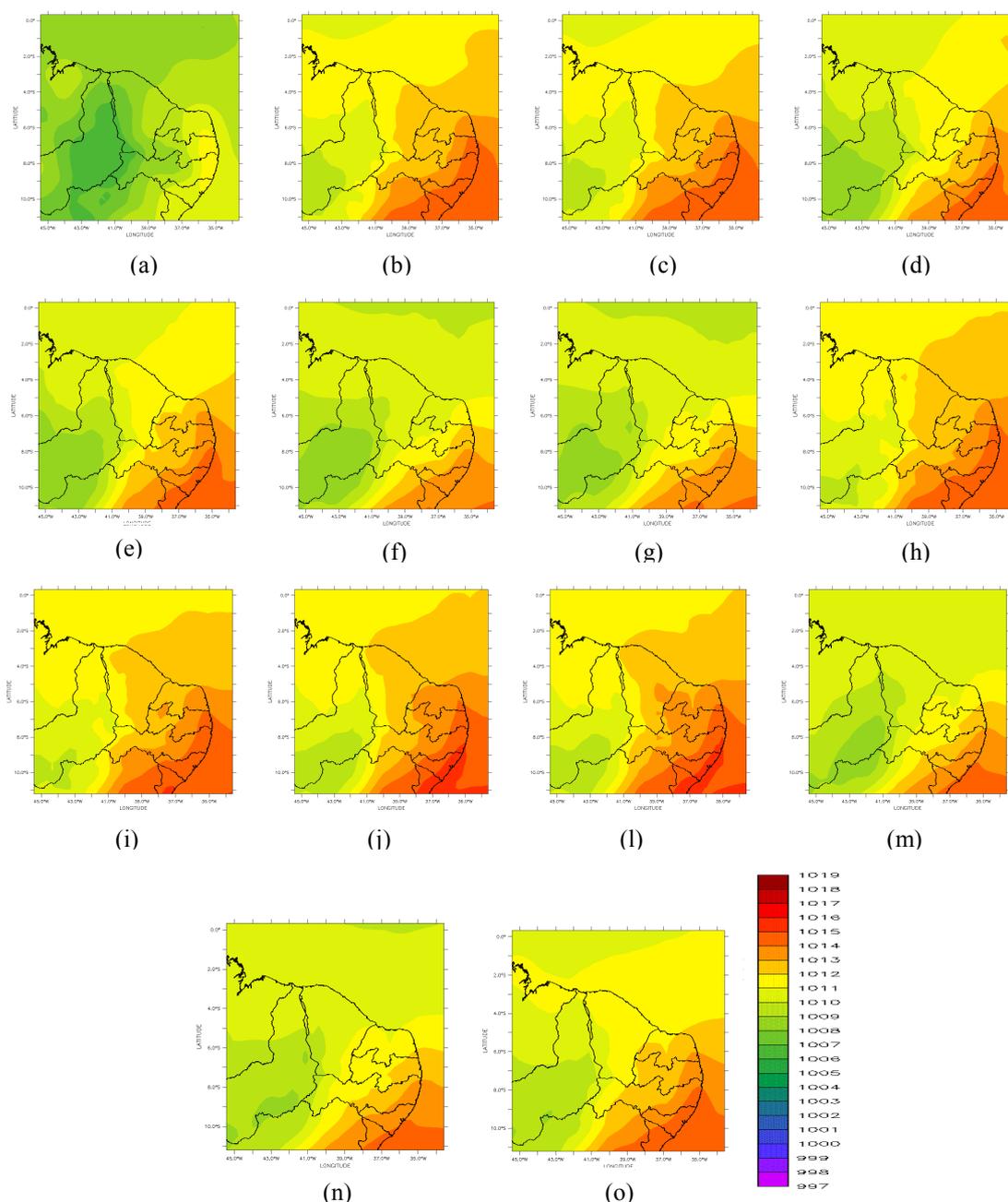


Figura 5.54 - Campos da previsão de 72 horas do ENSFI para pressão na superfície válidos para às 00h do dia 17/01/2008: (a)Análise verificada; (b)har-kuo-melo-24; (c)har-kuo-melo-12; (d)har-kuo-sma-24; (e)har-kuo-sma-12; (f)har-kain-melo-24; (g)har-kain-melo-12; (h)chen-kuo-melo-24; (i)chen-kuo-melo-12; (j)chen-kuo-sma-24; (l)chen-kuo-sma-12; (m)chen-kain-melo-24; (n)chen-kain-melo-12 (o)ensemble médio (ENSFI).

Na figura 5.55 são destacados os campos de pressão na superfície encontrados pela previsão de 72 horas dos membros do ENSCI-FRONT, nota-se que todos os membros superestimaram a análise, porém o membro soma pert.72h atenuou a diferença com relação a análise verificada.

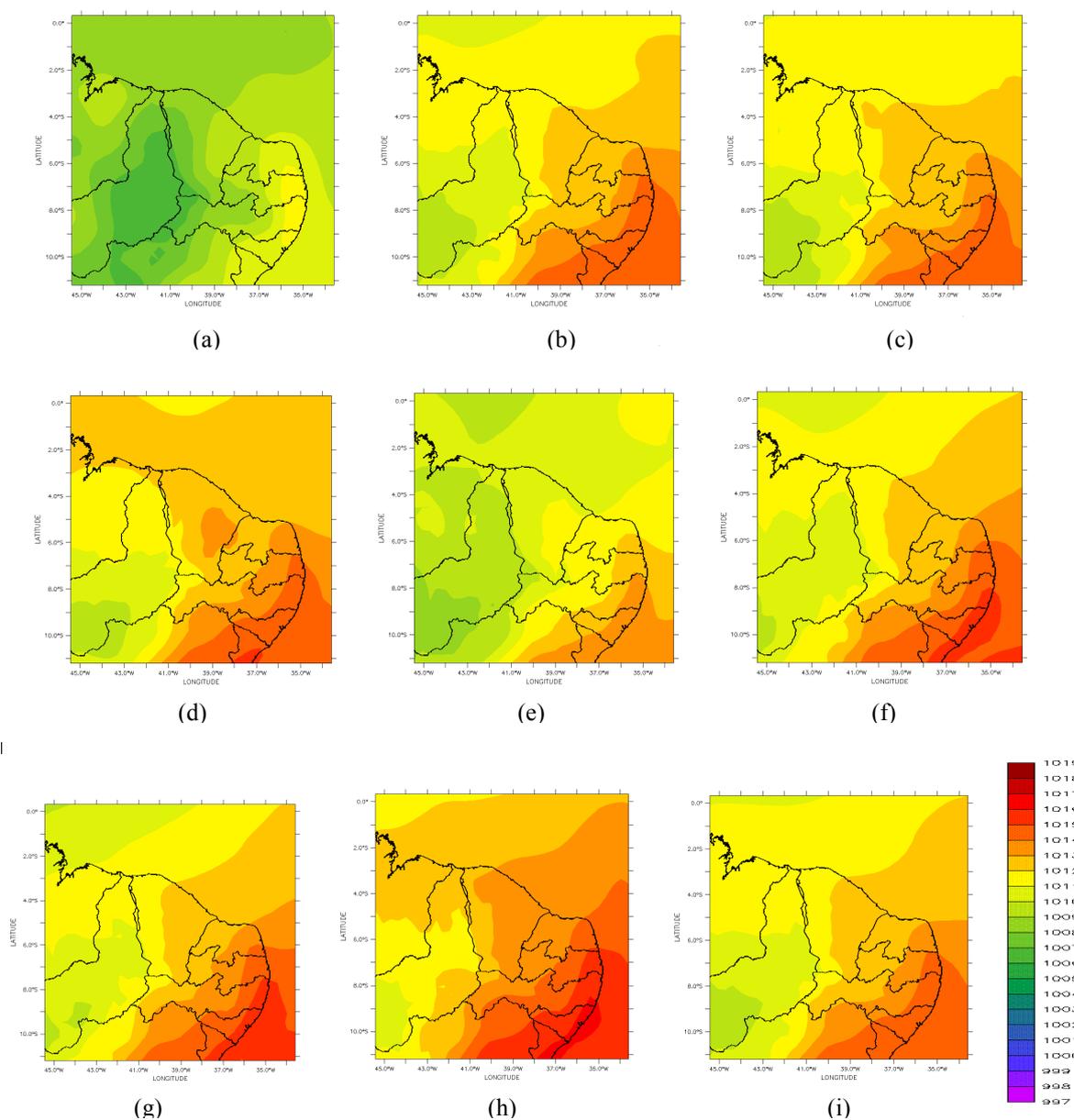


Figura 5.55-Campos da previsão de 72 horas do ENSCI-FRONT para pressão na superfície válidos para às 00h do dia 17/01/2008: (a)Análise verificada; (b) membro de controle; (c) soma pert.24h; (d) soma pert.48h; (e) soma pert.72h; (f) soma pert.24h; (g) subtrai pert.48h; (h) subtrai pert.72h; (i)ensemble médio (ENSCI-FRONT).

Na figura 5.56 são destacados os campos de espalhamento da pressão na superfície encontrados pela previsão de 72 horas dos membros do ENSFI (a) e do ENSCI-FRONT (b) e é notório o maior espalhamento do ENSFI todo o domínio, com destaque para o Ceará, Rio grande do Norte, Piauí e oceano a nordeste do Rio Grande do Norte.

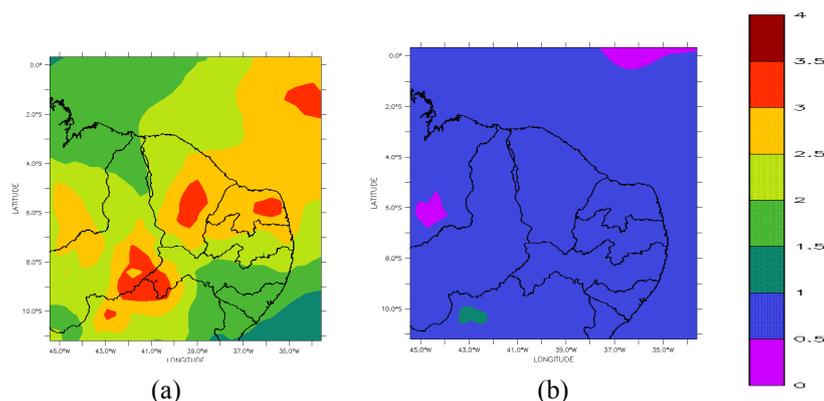


Figura 5.56-Campos de espalhamento da pressão na superfície válidos para às 00h do dia 17/01/2008 (previsão de 72 horas): (a)ENSFI; (b)ENSCI-FRONT.

Na tabela 5.22 são mostrados os índices estatísticos da previsão de 72 horas para pressão na superfície dos membros do ENSFI em relação a análise verificada no dia 17 de janeiro de 2008, nota-se que os membros que usam a parametrização de Kain-Fritsch apresentam melhores previsões que os membros que usam a parametrização kuo, caso comparado membros com todas as opções iguais mudando apenas a parametrização de convecção. Nota-se também que os membros que usam a parametrização de Harington apresentam melhores BIAS e RMSE do que os mesmos membros mudando apenas a parametrização de radiação para Chen & Cotton. Além disso, há uma tendência dos membros que usam o esquema de nudging central a cada 24 horas apresentam melhores previsões que os membros que usam nudging central a cada 12 horas.

Tabela 5.22-Índices estatísticos da previsão de 72 horas da pressão na superfície dos membros do ENSFI em comparação análise verificada no dia 17/01/2008 as 00h.

Previsão de 72 horas (ENSFI) – Pressão na superfície				
Membros	BIAS	RMSE	CORREL	URMS
har-kuo-melo-24	3,184	3,294	0,781	0,843
har-kuo-melo-12	3,195	3,305	0,780	0,845
har-kuo-sma-24	2,351	2,500	0,844	0,850
har-kuo-sma-12	2,372	2,536	0,839	0,895
har-kain-melo-24	<b>1,824</b>	<b>1,997</b>	0,805	0,812
har-kain-melo-12	1,888	2,075	0,784	0,861
chen-kuo-melo-24	3,384	3,457	0,832	0,706
chen-kuo-melo-12	3,383	3,465	0,815	0,751
chen-kuo-sma-24	3,425	3,498	<b>0,871</b>	0,710
chen-kuo-sma-12	3,433	3,519	0,837	0,771
chen-kain-melo-24	2,061	2,171	0,855	<b>0,682</b>
chen-kain-melo-12	2,115	2,245	0,821	0,754
ensemble médio	2,718	2,817	0,839	0,739

Na tabela 5.23 são mostrados os índices estatísticos das previsões de 72 horas dos membros do ENSCI-FRONT em relação a análise verificada no dia 17 de janeiro de 2008, sendo o soma pert. 72h considerada a melhor previsão. Apesar de alguns membros do ENSCI-FRONT superarem o membro de controle, em comparação ao ENSFI não foram superiores, principalmente tomando por base a correlação.

Tabela 5.23-Índices estatísticos da previsão 72 horas da pressão na superfície dos membros do ENSCI-FRONT em comparação análise verificada no dia 17/01/2008 as 00h.

<b>Previsão de 72 horas ( ENSCI-FRONT)</b>				
<b>Pressão na superfície</b>				
<b>Membros</b>	<b>BIAS</b>	<b>RMSE</b>	<b>CORREL</b>	<b>URMS</b>
não perturbado	3,184	3,294	0,781	0,843
soma pert.24h	3,180	3,280	0,760	0,830
soma pert. 48h	3,590	3,660	<b>0,820</b>	<b>0,720</b>
soma pert. 72h	<b>2,000</b>	<b>2,130</b>	<b>0,820</b>	<b>0,720</b>
subtrai pert. 24h	3,360	3,480	0,780	0,890
subtrai pert. 48h	3,390	3,530	0,750	0,980
subtrai pert. 72h	4,410	4,500	0,750	0,910
ensemble médio	3,300	3,397	0,794	0,806

Na figura 5.57 são destacados os campos de pressão na superfície encontrados pela previsão de 96 horas dos membros do ENSFI, nota-se que todos os membros superestimaram o observado na análise, principalmente na região litorânea de Sergipe e Alagoas. Porém, os membros que utilizam a parametrização de convecção de Kain-Fritsch atenuaram a diferença com relação à análise.

Na figura 5.58 são destacados os campos de pressão na superfície encontrados pela previsão de 96 horas dos membros do ENSCI-FRONT, nota-se que todos os membros superestimaram a análise, porém os membros soma pert.72h e soma pert. 48h atenuaram a diferença com relação a análise verificada.

Na figura 5.59 são destacados os campos de espalhamento da pressão na superfície encontrados pela previsão de 72 horas dos membros do ENSFI (a) e do ENSCI-FRONT (b) e é notório o maior espalhamento do ENSFI todo o domínio, principalmente sobre o Ceará, Rio grande do Norte, Piauí e oceano a norte do Ceará.

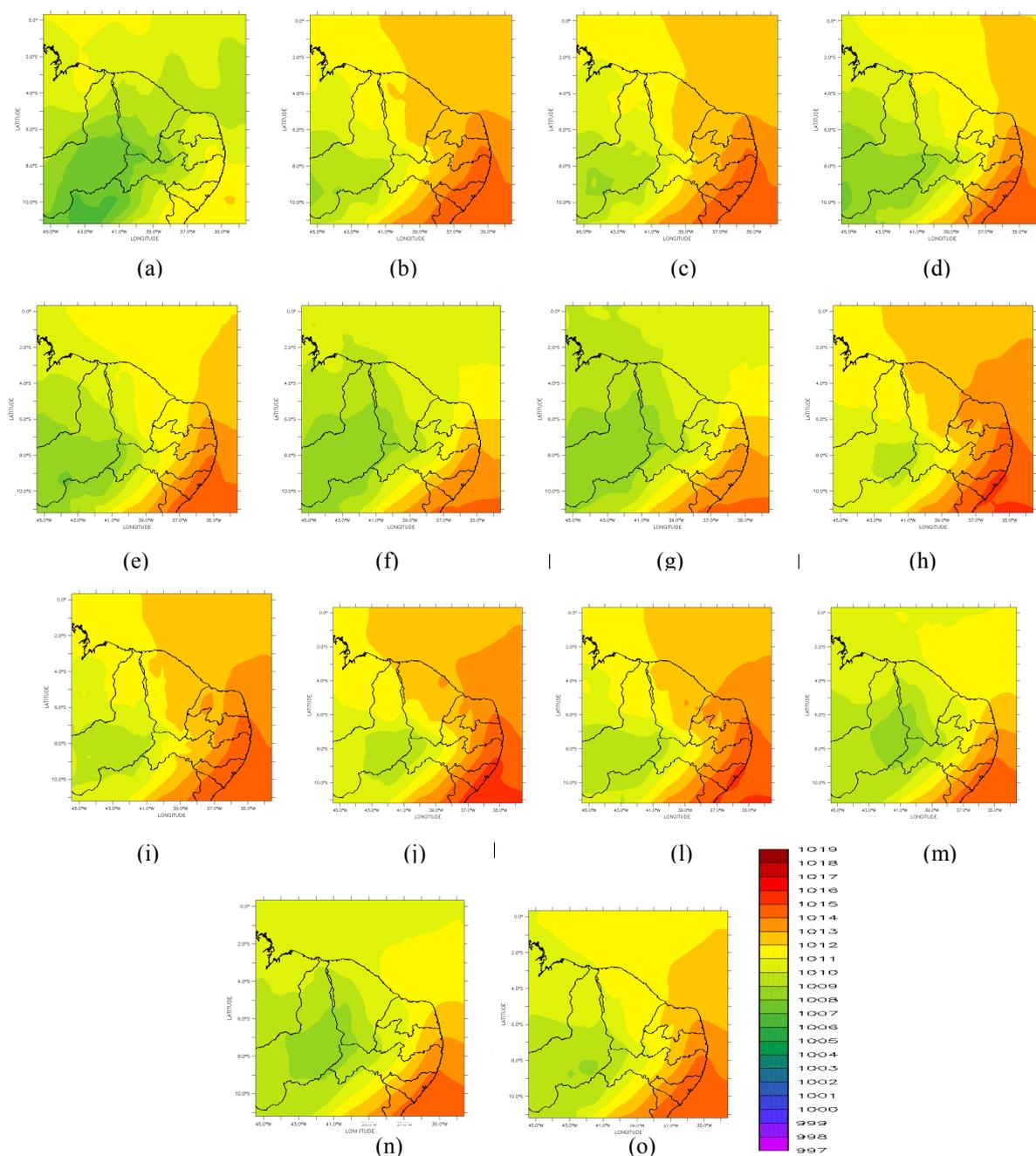


Figura 5.57- Campos da previsão de 96 horas do ENSFI para pressão na superfície válidos para às 00h do dia 18/01/2008: (a)Análise verificada; (b)har-kuo-melo-24; (c)har-kuo-melo-12; (d)har-kuo-sma-24; (e)har-kuo-sma-12; (f)har-kain-melo-24; (g)har-kain-melo-12; (h)chen-kuo-melo-24; (i)chen-kuo-melo-12; (j)chen-kuo-sma-24; (l)chen-kuo-sma-12; (m)chen-kain-melo-24; (n)chen-kain-melo-12 (o)ensemble médio (ENSFI).

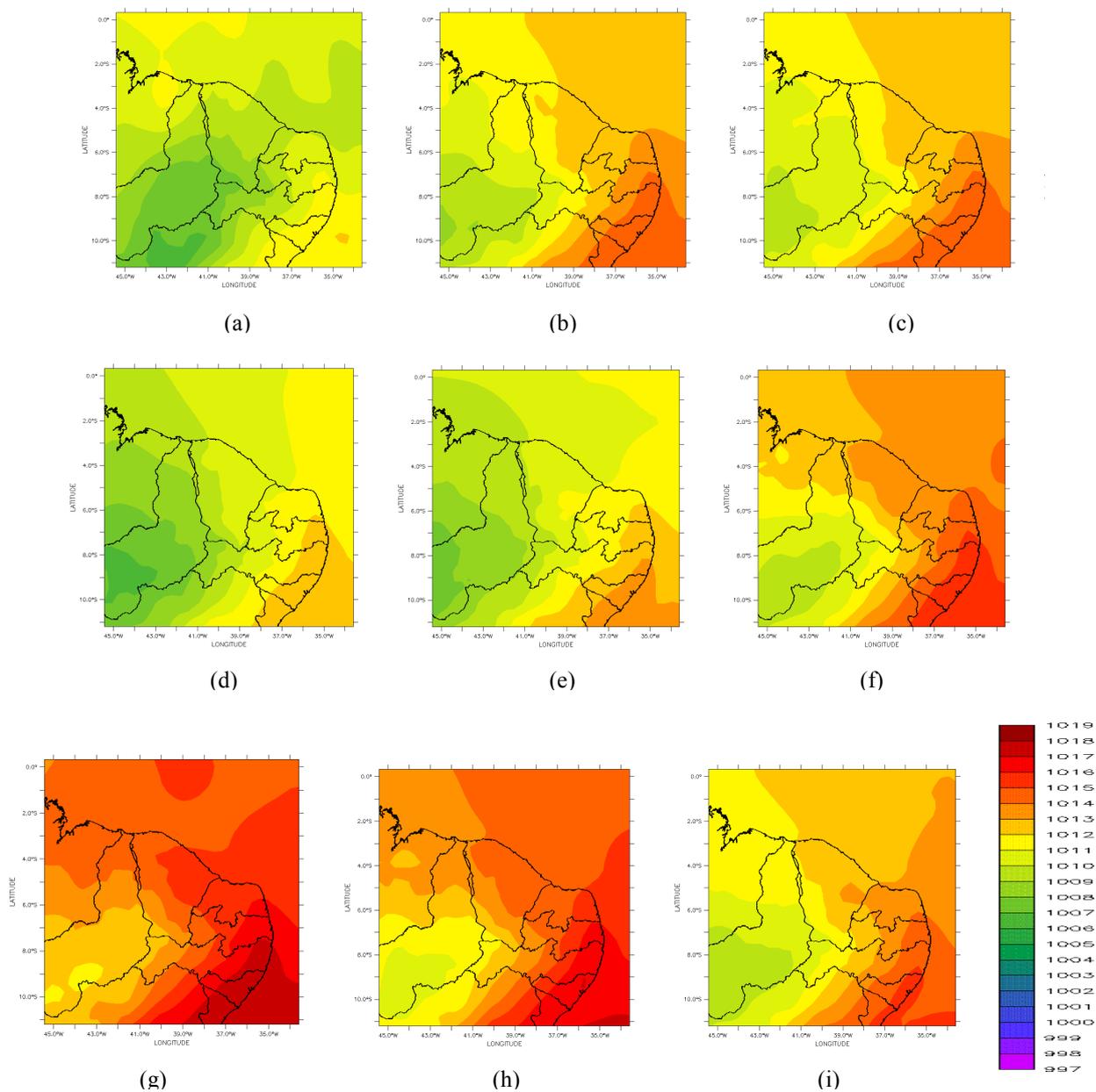


Figura 5.58-Campos da previsão de 96 horas do ENSCI-FRONT para pressão na superfície válidos para às 00h do dia 18/01/2008: (a)Análise verificada; (b) membro de controle; (c) soma pert.24h; (d) soma pert.48h; (e) soma pert.72h; (f) subtrai pert.48h; (g) subtrai pert.72h; (h)ensemble médio (ENSCI-FRONT); (i)ensemble médio (ENSCI-FRONT).

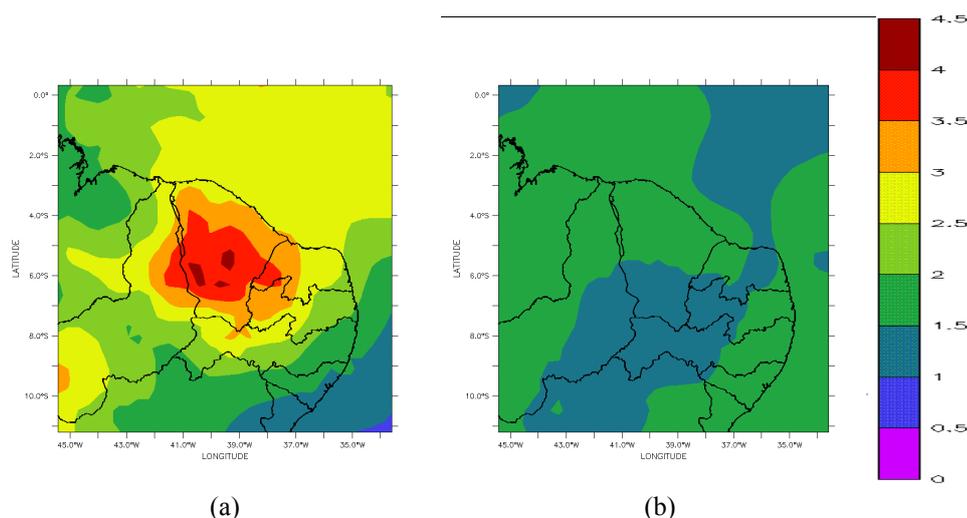


Figura 5.59-Campos de espalhamento da pressão na superfície válidos para às 00h do dia 18/01/2008 (previsão de 96 horas): (a)ENSFI; (b)ENSCI-FRONT.

Na tabela 5.24 são mostrados os índices estatísticos da previsão de 96 horas para pressão na superfície dos membros do ENSFI em relação a análise verificada no dia 18 de janeiro de 2008. Nota-se também que os membros que usam a parametrização de Harington apresentam melhores BIAS e RMSE do que os mesmos membros mudando apenas a parametrização de radiação para Chen & Cotton.

Tabela 5.24-Índices estatísticos da previsão de 96 horas da pressão na superfície dos membros do ENSFI em comparação análise verificada no dia 18/01/2008 as 00h.

Previsão de 96 horas (ENSFI) - Pressão na superfície				
Membros	BIAS	RMSE	CORREL	URMS
har-kuo-melo-24	2,137	2,369	0,723	1,022
har-kuo-melo-12	2,035	2,283	0,708	1,034
har-kuo-sma-24	1,343	1,683	<b>0,787</b>	1,015
har-kuo-sma-12	1,285	1,650	0,773	1,034
har-kain-melo-24	0,649	<b>1,219</b>	0,734	1,032
har-kain-melo-12	<b>0,586</b>	1,292	0,680	1,152
chen-kuo-melo-24	2,414	2,592	0,748	0,944
chen-kuo-melo-12	2,291	2,498	0,718	0,997
chen-kuo-sma-24	2,430	2,597	0,784	<b>0,915</b>
chen-kuo-sma-12	2,293	2,495	0,750	0,985
chen-kain-melo-24	1,102	1,457	0,757	0,953
chen-kain-melo-12	0,922	1,389	0,715	1,038
ensemble médio	1,624	1,887	0,757	0,961

Na tabela 5.25 são mostrados os índices estatísticos das previsões de 96 horas dos membros do ENSCI-FRONT em relação a análise verificada no dia 18 de janeiro de 2008, nota-se através do BIAS e RMSE que o membro de controle não é melhor previsão.

Tabela 5.25-Índices estatísticos da previsão de 96 horas da pressão na superfície dos membros do ENSCI-FRONT em comparação análise verificada no dia 18/01/2008 as 00h.

<b>Previsão de 96 horas - Pressão na superfície</b>				
<b>Membros</b>	<b>BIAS</b>	<b>RMSE</b>	<b>CORREL</b>	<b>URMS</b>
não perturbado	2,137	2,369	0,723	1,022
soma pert. 24h	2,240	2,480	0,680	1,050
soma pert. 48h	<b>0,270</b>	<b>1,130</b>	0,710	1,090
soma pert. 72h	0,710	1,370	0,620	1,170
subtrai pert. 24h	2,940	3,090	<b>0,800</b>	0,940
subtrai pert. 48h	4,870	4,960	0,770	<b>0,930</b>
subtrai pert. 72h	4,050	4,170	0,790	0,990
ensemble médio	2,461	2,656	0,740	0,999

#### 5.4.4-Previsões para vento (em 10 metros de altura) em comparação aos dados observados na PCDs

Nesta seção são mostradas as tabelas e gráficos que mostram o comportamento do vento observado a 10 metros de altura nas Plataformas de Coleta de Dados (PCDs) de 11 localidades espalhadas pelo estado do Ceará (conforme indica a figura 5.60) em comparação com a previsão dos membros do ENSFI e do ENSCI-FRONT.

Na Figura 5.61 são mostradas as séries temporais de velocidade (a e c) e direção (b e d) do vento para a localidade de Acopiara do ENSFI e do ENSCI-FRONT, para a qual se constata um ciclo diário observado muito bem definido para intensidade do vento, com algumas irregularidades na direção. Enquanto os ciclos diários da intensidade do vento foram bem detectados pela maioria dos membros tanto do ENSFI quanto do ENSCI-FRONT, para a direção do vento a representação não é tão bem definida.

Através da tabela 5.26, onde são mostrados os índices estatísticos dos membros do ENSFI em relação ao vento observado, foi possível notar que o membro chen-kain-melo-24 obteve a melhor previsão para essa localidade. Além disso, nota-se que os membros que usam a parametrização de Mellor & Yamada apresentam melhores previsões que os membros que usam a parametrização de Smagorinsky, mantidas todas as opções iguais, exceto a parametrização de turbulência. Considerando apenas o viés, nota-se que os membros que usam a parametrização de Harington apresentam melhores resultados do que os mesmos membros mudando apenas a parametrização de radiação para Chen & Cotton e a mesma tendência é notada para o erro quadrático médio. Além disso, os membros que possuem nudging central a cada 24 horas possuem uma relevante vantagem sobre os membros que possuem nudging a cada 12 horas, tendência percebida principalmente na direção do vento.

Além disso, nota-se também que os membros que usam a parametrização de Kain-Fritsch apresentam melhores previsões para intensidade do vento do que os membros que usam a parametrização de Kuo, com uma mudança substancial na correlação ao se mudar apenas a parametrização de convecção.

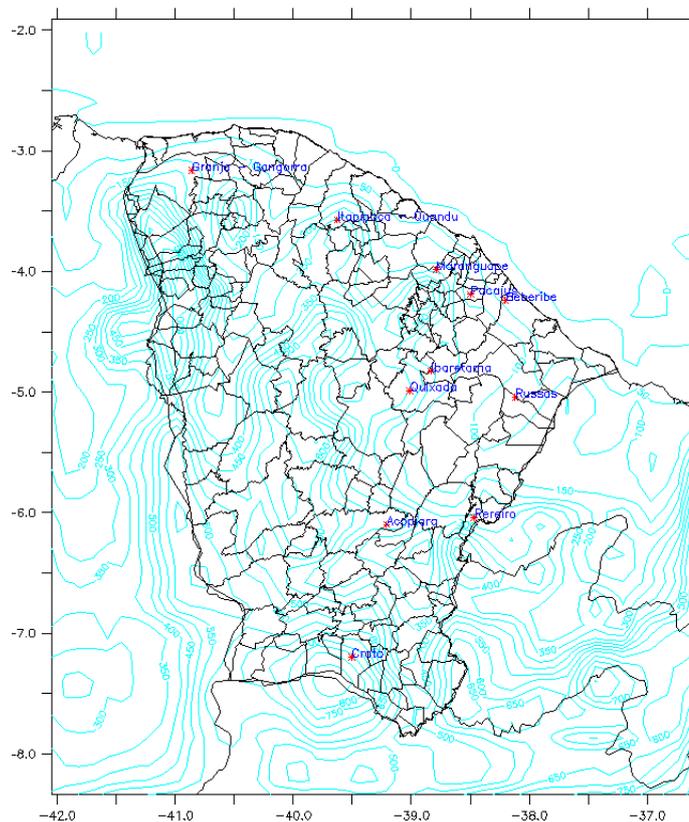


Figura 5.60-Localização das Plataformas de Coleta de Dados (PCDs) usadas para avaliação do vento previsto pelo ENSFI e por ENSCI-FRONT em relação ao estado do Ceará, e, em azul claro, mapa de contorno do relevo.

Na tabela 5.27, onde são mostrados os índices estatísticos dos membros do ENSCI-FRONT em relação ao vento observado na PCD de Acopiara, nota-se que, apesar do grande espalhamento entre os membros, nenhuma previsão representou adequadamente a direção do vento nessa localidade. Ainda com relação à tabela 32, nota-se que a previsão de controle não é considerada a melhor previsão nem para intensidade nem para direção do vento.

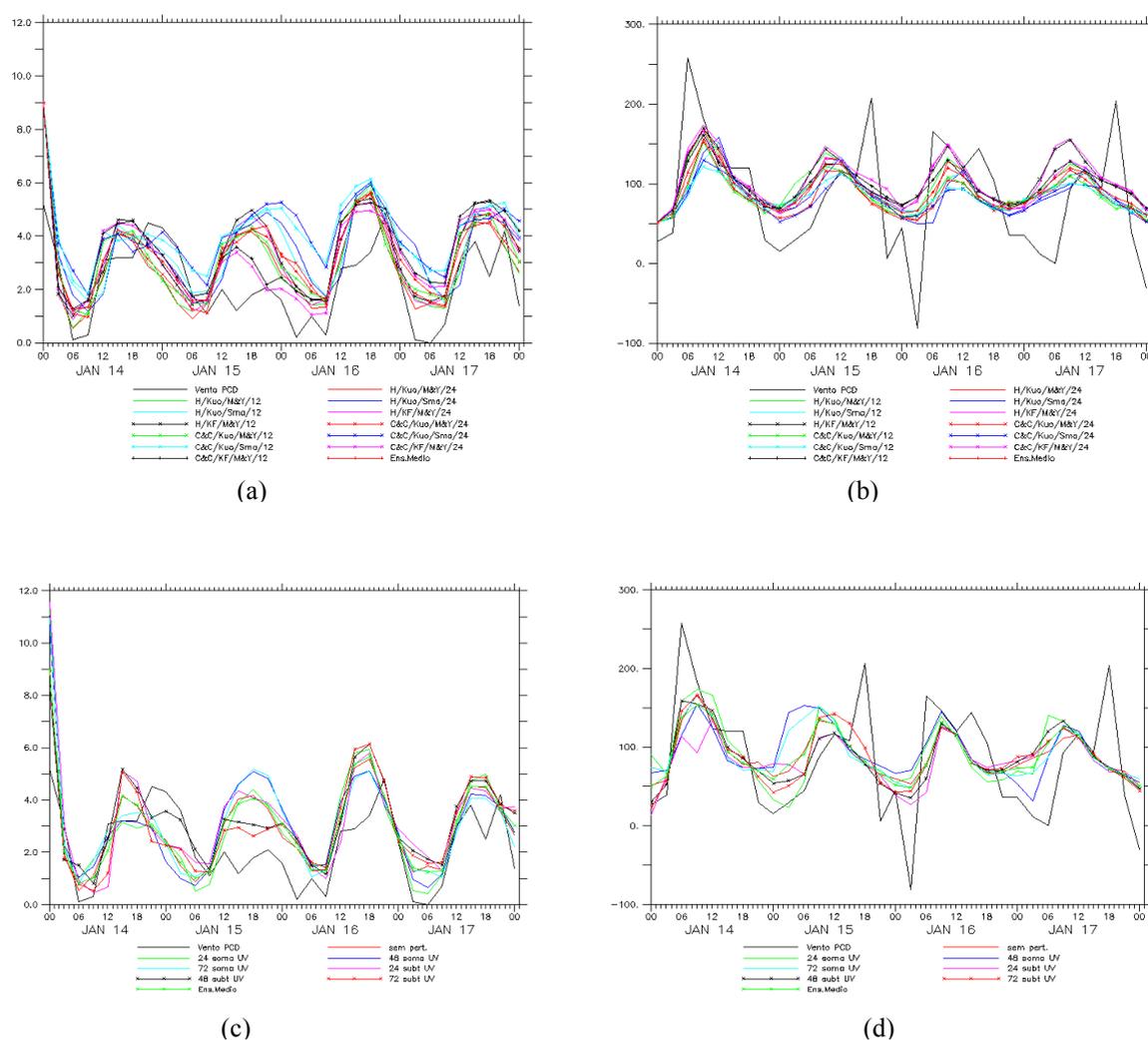


Figura 5.61 - Séries temporais da: (a) velocidade do vento a 10m de altura registrada pela PCD de Acopiara em comparação aos membros do ENSFI e o ensemble médio desses membros; (b) direção do vento a 10m de altura registrada pela PCD de Acopiara em comparação aos membros do ENSFI e o ensemble médio desses membros; (c) velocidade do vento a 10m de altura registrada pela PCD de Acopiara em comparação aos membros do ENSCI-FRONT e o ensemble médio desses membros; (d) direção do vento a 10m de altura registrada pela PCD de Acopiara em comparação aos membros do ENSCI-FRONT e o ensemble médio desses membros.

Tabela 5.26- Índices estatísticos da previsão da intensidade e direção do vento dos membros do ENSFI para a localidade de Acopiara em comparação aos valores registrados pela PCD dessa localidade.

Membros	PCD de Acopiara (ENSFI)				PCD de Acopiara (ENSCI-FRONT)			
	BIAS	RMSE	CORREL	URMS	BIAS	RMSE	CORREL	URMS
har-kuo-melo-24	<b>0,663</b>	<b>1,495</b>	0,650	1,340	5,828	61,520	0,575	61,250
har-kuo-melo-12	0,686	1,543	0,631	1,382	10,310	64,570	0,505	63,750
har-kuo-sma-24	1,236	1,900	0,567	1,443	2,248	64,680	0,485	64,640
har-kuo-sma-12	1,368	1,918	0,616	1,345	5,668	66,830	0,428	66,590
har-kain-melo-24	1,004	1,608	0,693	1,256	20,470	65,570	0,533	62,290
har-kain-melo-12	1,121	1,706	0,681	1,286	19,630	66,650	0,501	63,700
chen-kuo-melo-24	0,962	1,628	0,644	1,314	<b>0,104</b>	64,010	0,522	64,010
chen-kuo-melo-12	1,013	1,642	0,655	1,292	1,913	65,660	0,474	65,630

chen-kuo-sma-24	1,834	2,245	0,575	1,295	-2,550	63,550	0,591	63,500
chen-kuo-sma-12	1,867	2,221	0,636	1,203	0,349	66,200	0,510	66,200
chen-kain-melo-24	1,004	1,501	<b>0,751</b>	<b>1,115</b>	1,260	<b>60,550</b>	<b>0,674</b>	<b>58,330</b>
chen-kain-melo-12	1,199	1,640	0,742	1,120	1,260	63,620	0,596	62,000
ensemble médio	1,112	1,631	0,689	1,193	7,873	63,410	0,561	62,920

Tabela 5.27-Índices estatísticos da previsão da intensidade e direção do vento dos membros do ENSCI-FRONT para a localidade de Acopiara em comparação aos valores registrados pela PCD dessa localidade.

Membros	PCD de Acopiara (ENSCI-FRONT)							
	Vento a 10m				Direção do vento a 10m			
	BIAS	RMSE	CORREL	URMS	BIAS	RMSE	CORREL	URMS
não pert.	<b>0,663</b>	1,495	0,650	1,340	5,828	61,520	0,575	61,250
soma pert. 24h	0,703	1,774	0,620	1,628	7,252	61,470	0,551	61,040
soma pert. 48h	0,761	1,819	0,555	1,652	10,430	67,180	0,421	66,370
soma pert. 72h	0,767	1,780	0,578	1,607	8,327	65,210	0,469	64,680
subtrai pert. 24h	0,942	1,943	0,568	1,699	<b>-1,329</b>	65,300	0,456	65,290
subtrai pert 48h	0,947	<b>1,474</b>	<b>0,733</b>	<b>1,129</b>	2,744	59,410	0,599	59,350
subtrai pert. 72h	0,751	1,601	0,640	1,414	4,706	<b>57,870</b>	<b>0,632</b>	<b>57,680</b>
ensemble médio	0,708	1,526	0,644	1,352	5,422	60,820	0,590	60,570

Na Figura 5.62, são mostradas as séries temporais de velocidade e direção do vento do ENSFI e do ENSCI-FRONT para a localidade de Beberibe, para a qual se constata um ciclo diário observado muito bem definido. Nesta localidade, tanto os ciclos diários de direção quanto os da velocidade foram bem representados pelos membros das duas técnicas de ensemble.

Na tabela 5.28 são mostrados os índices estatísticos dos membros do ENSFI em relação ao vento observado para a localidade de Beberibe, foi possível notar que o membro har-kain-melo-24 obteve a melhor previsão para intensidade do vento nessa localidade e chen-kain-melo-24, a melhor previsão para direção. Além disso, nota-se que os membros que usam a parametrização de Kain-Fritsch apresentam melhores previsões que os membros que usam a parametrização de Kuo, com uma mudança relevante na correlação, mudando apenas a parametrização de convecção. Já considerando apenas o viés nota-se que os membros que usam a parametrização de Harrington apresentam melhores resultados do que os mesmos membros mudando apenas a parametrização de radiação para Chen & Cotton e a mesma tendência é notada para o erro quadrático médio. Nota-se também que os membros que usam a parametrização de Mellor & Yamada apresentam melhores previsões pra intensidade do vento que os membros que usam a parametrização de Smagorinsky, mas que essa situação se inverte quando se trata da direção do vento nessa mesma localidade.

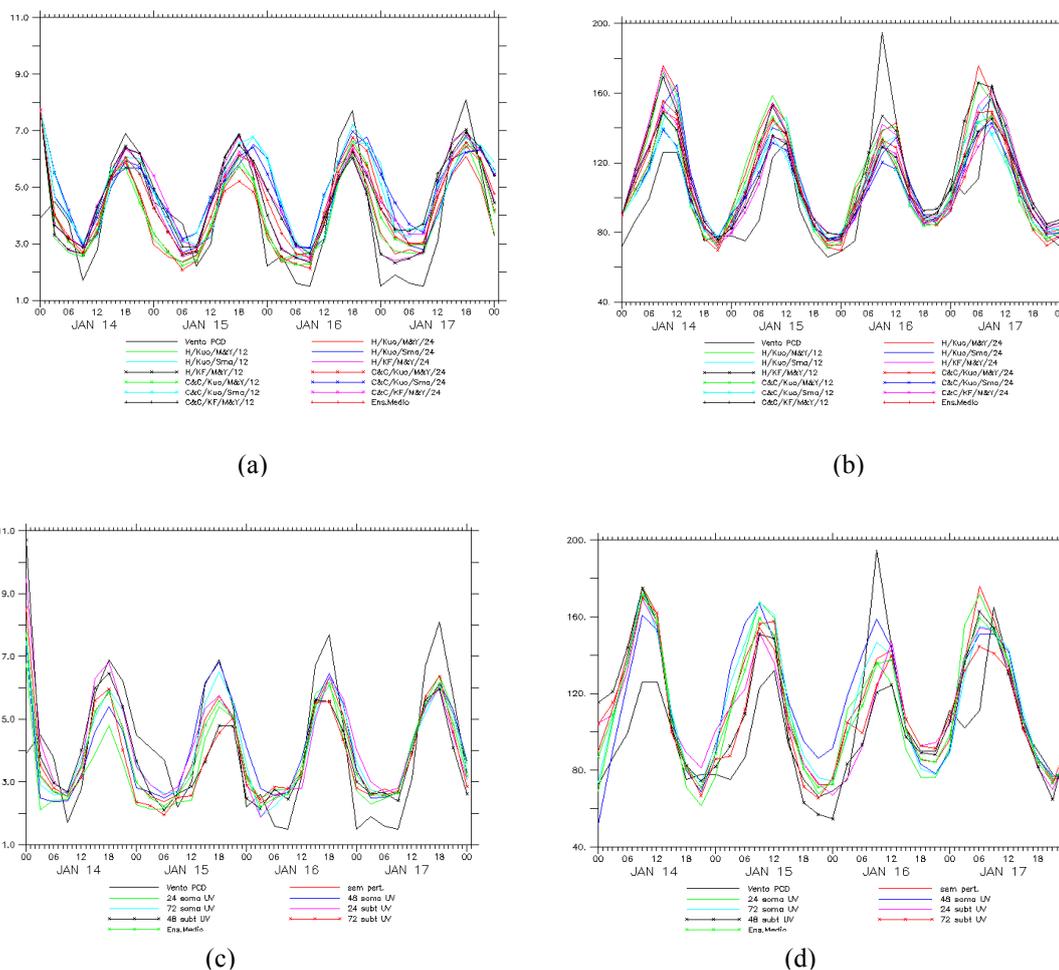


Figura 5.62 - Séries temporais da: (a) velocidade do vento a 10m de altura registrada pela PCD de Beberibe em comparação aos membros do ENSFI e o ensemble médio desses membros; (b) direção do vento a 10m de altura registrada pela PCD de Beberibe em comparação aos membros do ENSFI e o ensemble médio desses membros; (c) velocidade do vento a 10m de altura registrada pela PCD de Beberibe em comparação aos membros do ENSCI-FRONT e o ensemble médio desses membros; (d) direção do vento a 10m de altura registrada pela PCD de Beberibe em comparação aos membros do ENSCI-FRONT e o ensemble médio desses membros.

Tabela 5.28-Índices estatísticos da previsão da intensidade e direção do vento dos membros do ENSFI para a localidade de Beberibe em comparação aos valores registrados pela PCD dessa localidade.

Membros	PCD de Beberibe (ENSFI)				PCD de Beberibe (ENSCI-FRONT)			
	BIAS	RMSE	CORREL	URMS	BIAS	RMSE	CORREL	URMS
har-kuo-melo-24	-0,100	1,269	0,779	1,265	11,850	26,000	0,710	23,140
har-kuo-melo-12	<b>-0,081</b>	1,220	0,798	1,217	11,960	25,140	0,722	22,120
har-kuo-sma-24	0,599	1,619	0,664	1,504	7,528	20,670	0,762	19,250
har-kuo-sma-12	0,686	1,653	0,665	1,504	8,018	20,530	0,767	18,900
har-kain-melo-24	0,346	1,167	<b>0,832</b>	<b>1,114</b>	11,500	22,400	0,777	19,230
har-kain-melo-12	0,315	<b>1,166</b>	0,829	1,122	13,570	23,190	0,787	18,810
chen-kuo-melo-24	0,161	1,357	0,742	1,347	3,161	19,290	0,765	19,030
chen-kuo-melo-12	0,153	1,275	0,777	1,266	4,170	19,880	0,753	19,430
chen-kuo-sma-24	0,898	1,697	0,702	1,440	<b>2,159</b>	18,930	0,773	18,800

chen-kuo-sma-12	0,945	1,647	0,744	1,348	2,920	19,470	0,756	19,250
chen-kain-melo-24	0,674	1,465	0,769	1,301	4,280	<b>18,180</b>	<b>0,799</b>	<b>17,670</b>
chen-kain-melo-12	0,680	1,473	0,764	1,306	5,566	18,550	<b>0,799</b>	17,690
Ensemble médio	0,413	1,308	0,792	1,241	7,223	19,980	0,775	18,630

Tabela 5.29-Índices estatísticos da previsão da intensidade e direção do vento dos membros do ENSCI-FRONT para a localidade de Beberibe em comparação aos valores registrados pela PCD dessa localidade.

PCD de Beberibe (ENSCI-FRONT)								
Membros	Vento a 10m				Direção do vento a 10m			
	BIAS	RMSE	CORREL	URMS	BIAS	RMSE	CORREL	URMS
não pert.	-0,100	1,269	0,779	1,265	11,850	26,000	0,710	23,140
soma pert. de 24h	-0,411	1,405	0,744	1,344	10,000	28,100	0,679	26,260
soma pert. de 48h	<b>-0,005</b>	1,304	0,760	1,304	12,670	26,420	0,719	23,180
soma pert. de 72h	-0,021	<b>1,230</b>	<b>0,793</b>	<b>1,230</b>	12,260	25,560	<b>0,734</b>	22,430
subtrai pert. de 24h	0,107	1,453	0,702	1,449	9,274	24,560	0,685	22,740
subtrai pert. de 48h	-0,128	1,650	0,624	1,645	<b>6,238</b>	26,090	0,660	25,330
subtrai pert. de 72h	-0,310	1,487	0,692	1,454	8,186	23,940	0,700	22,500
ensemble médio	-0,176	1,277	0,780	1,264	10,070	<b>24,090</b>	0,728	<b>21,880</b>

Na tabela 5.29 são mostrados os índices estatísticos dos membros do ENSCI-FRONT em relação ao vento observado na PCD de Beberibe. Nota-se que todos os membros representaram adequadamente a direção e intensidade do vento nessa localidade. Nota-se que a previsão de controle não é considerada a melhor previsão nem para intensidade nem para direção do vento e, em comparação com o ensemble médio, o membro não perturbado produziu correlações piores tanto para direção quanto para velocidade do vento.

Na Figura 5.63 são mostradas as séries temporais de velocidade e direção do vento do ENSFI e do ENSCI-FRONT para a localidade de Crato, para a qual se constata um ciclo diário observado muito bem definido para intensidade do vento. Nesta localidade, apesar de as duas técnicas superestimarem a intensidade do vento em praticamente todo o período simulado, os ciclos diários da velocidade foram bem representados pelos membros das duas técnicas de ensemble, conforme mostra a figura 5.63 e o BIAS encontrado nas tabelas 5.30 e 5.31. Com relação à direção do vento não há uma representação tão adequada por ambas as técnicas, porém nota-se um espalhamento maior das soluções do ENSCI-FRONT e nota-se que em alguns momentos do período simulado a observação encontra-se dentro da amplitude de espalhamento dos membros.

Na tabela 5.30 são mostrados os índices estatísticos dos membros do ENSFI em relação ao vento observado para a localidade de Crato. Nota-se que os membros que usam a parametrização de Kain-Fritsch apresentam melhores previsões para intensidade do vento do que os membros que usam a parametrização de Kuo, com uma melhora relevante em todos os

índices, caso comparado membros com todas as opções iguais mudando apenas a parametrização de convecção. Já considerando apenas o viés e o erro quadrático médio nota-se que os membros que usam nudging central a cada 24 horas apresentam melhores resultados que os membros que usam nudging central a cada 12 horas. Nota-se também que os membros que usam a parametrização de Mellor & Yamada apresentam melhores previsões para intensidade do vento que os membros que usam a parametrização de Smagorinsky, visto que há uma diferença que persiste em todos os membros para o BIAS, RMSE e CORREL.

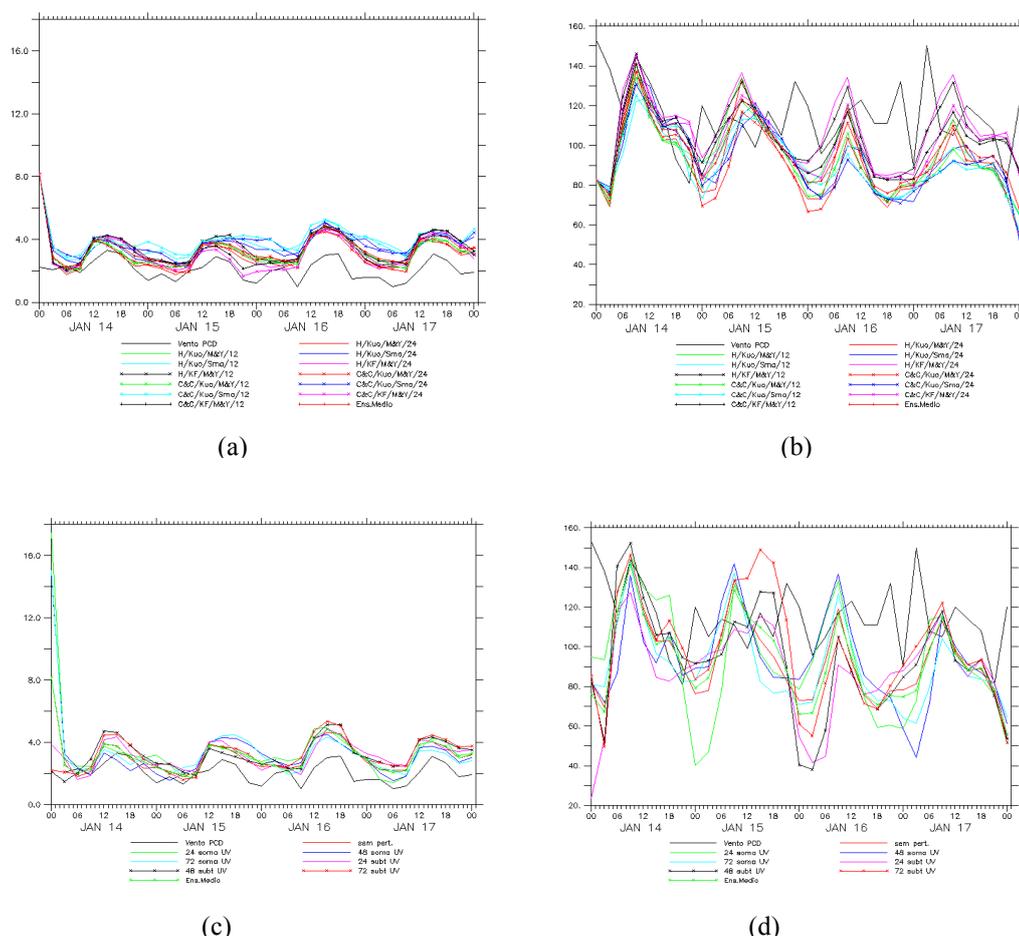


Figura 5.63 - Séries temporais da: (a) velocidade do vento a 10m de altura registrada pela PCD de Crato em comparação aos membros do ENSFI e o ensemble médio desses membros; (b) direção do vento a 10m de altura registrada pela PCD de Crato em comparação aos membros do ENSFI e o ensemble médio desses membros; (c) velocidade do vento a 10m de altura registrada pela PCD de Crato em comparação aos membros do ENSCI-FRONT e o ensemble médio desses membros; (d) direção do vento a 10m de altura registrada pela PCD de Crato em comparação aos membros do ENSCI-FRONT e o ensemble médio desses membros.

Na tabela 5.31, são mostrados os índices estatísticos dos membros do ENSCI-FRONT em relação ao vento observado na PCD de Crato. Nota-se que todos membros representaram razoavelmente a intensidade do vento nessa localidade, porém não há uma representação

adequada da direção, com base no índice de correlação encontrado. Nota-se que a previsão de controle não é considerada a melhor previsão nem para intensidade do vento e nem para direção do vento, e em comparação ao ensemble médio o membro não perturbado reproduziu correlações piores tanto para direção quanto para velocidade do vento.

Tabela 5.30-Índices estatísticos da previsão da intensidade e direção do vento dos membros do ENSFI para a localidade de Crato em comparação aos valores registrados pela PCD dessa localidade.

Membros	PCD de Crato (ENSFI)							
	Vento a 10m				Direção do vento a 10m			
	BIAS	RMSE	CORREL	URMS	BIAS	RMSE	CORREL	URMS
har-kuo-melo-24	<b>1,049</b>	<b>1,488</b>	0,482	1,055	-22,090	33,520	0,052	25,210
har-kuo-melo-12	1,161	1,548	0,482	1,024	-18,700	30,800	0,020	24,470
har-kuo-sma-24	1,540	1,842	0,357	1,011	-22,160	32,200	<b>0,083</b>	23,350
har-kuo-sma-12	1,777	2,036	0,311	0,994	-21,190	30,260	0,062	<b>21,600</b>
har-kain-melo-24	1,289	1,641	0,529	1,015	<b>-7,445</b>	26,810	-0,095	25,760
har-kain-melo-12	1,426	1,734	<b>0,533</b>	0,985	-9,291	<b>26,020</b>	-0,049	24,310
chen-kuo-melo-24	1,088	1,497	0,477	1,028	-24,470	34,050	0,060	23,680
chen-kuo-melo-12	1,220	1,588	0,462	1,016	-22,820	32,010	0,065	22,450
chen-kuo-sma-24	1,731	1,987	0,340	0,977	-23,460	33,600	-0,021	24,050
chen-kuo-sma-12	1,929	2,154	0,315	<b>0,960</b>	-24,260	32,710	0,071	21,950
chen-kain-melo-24	1,123	1,543	0,528	1,058	-12,610	27,910	-0,100	24,900
chen-kain-melo-12	1,331	1,670	0,519	1,009	-13,530	27,210	-0,084	23,610
ensemble médio	1,356	1,669	0,472	0,973	-18,500	29,610	0,006	23,120

Tabela 5.31-Índices estatísticos da previsão da intensidade e direção do vento dos membros do ENSCI-FRONT para a localidade de Crato em comparação aos valores registrados pela PCD dessa localidade.

Membros	PCD de Crato (ENSCI-FRONT)							
	Vento a 10m				Direção do vento a 10m			
	BIAS	RMSE	CORREL	URMS	BIAS	RMSE	CORREL	URMS
não pert.	<b>1,049</b>	1,488	0,482	1,055	-22,090	<b>33,520</b>	0,052	<b>25,210</b>
soma pert. de 24h	1,464	2,916	0,248	2,522	-21,580	37,650	<b>0,090</b>	30,850
soma pert. de 48h	1,245	2,484	0,229	2,150	-21,700	36,240	-0,094	29,030
soma pert. de 72h	1,297	2,508	0,212	2,147	-24,070	35,010	0,079	25,420
subtrai pert. de 24h	1,087	<b>1,260</b>	0,660	<b>0,639</b>	-27,800	41,110	-0,094	30,280
subtrai pert. de 48h	1,104	1,310	<b>0,669</b>	0,704	-22,180	37,680	0,080	30,450
subtrai pert. de 72h	1,148	1,375	0,655	0,758	<b>-16,640</b>	35,490	0,011	31,350
ensemble médio	1,098	1,519	0,477	1,049	-22,290	34,200	0,023	25,930

Na Figura 5.64 são mostradas as séries temporais de velocidade e direção do vento do ENSFI e do ENSCI-FRONT para a localidade de Granja, para a qual se constata um ciclo diário observado muito bem definido para intensidade e direção do vento. Nesta localidade, nas duas técnicas há uma representação adequada tanto da intensidade quanto da direção do vento em praticamente todo o período simulado, apesar de o modelo representar de maneira suavizada alguns máximos e mínimos.

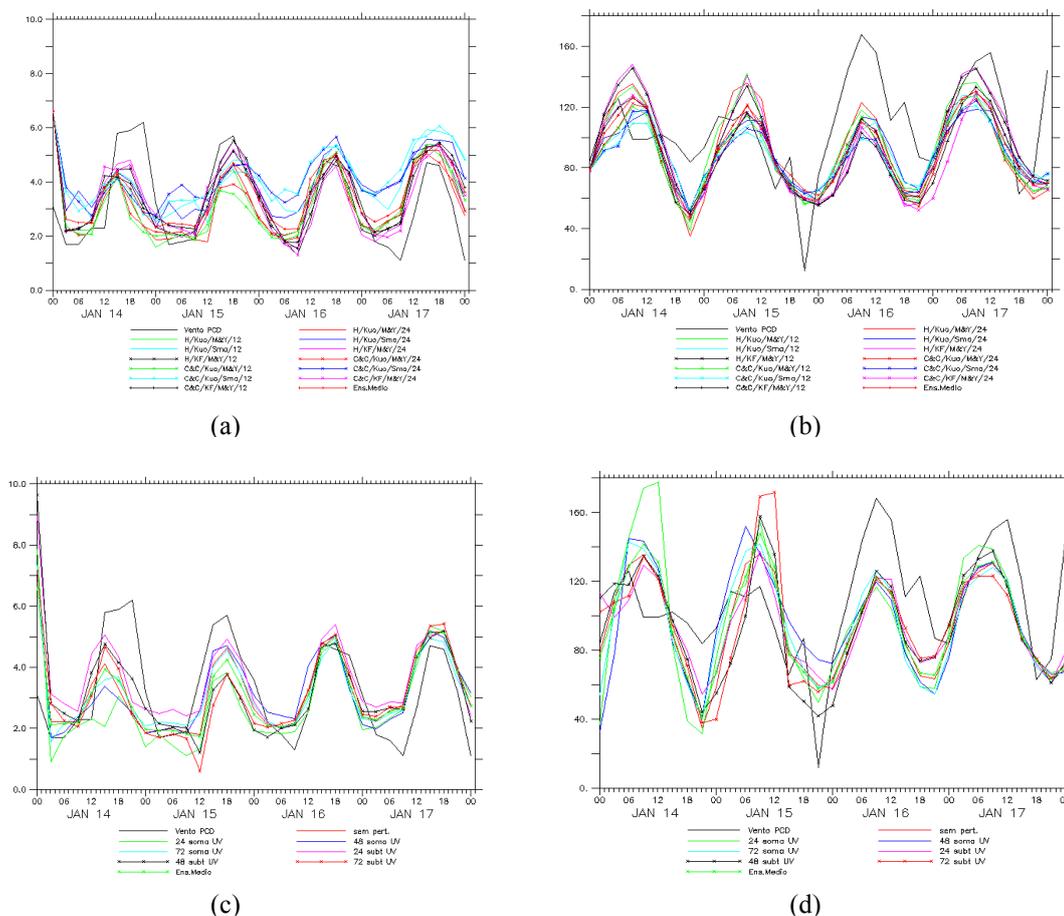


Figura 5.64 - Séries temporais da: (a) velocidade do vento a 10m de altura registrada pela PCD de Granja em comparação aos membros do ENSFI e o ensemble médio desses membros; (b) direção do vento a 10m de altura registrada pela PCD de Granja em comparação aos membros do ENSFI e o ensemble médio desses membros; (c) velocidade do vento a 10m de altura registrada pela PCD de Granja em comparação aos membros do ENSCI-FRONT e o ensemble médio desses membros; (d) direção do vento a 10m de altura registrada pela PCD de Granja em comparação aos membros do ENSCI-FRONT e o ensemble médio desses membros.

Na tabela 5.32 são mostrados os índices estatísticos dos membros do ENSFI em relação ao vento observado para a localidade de Granja. Nota-se que os membros que usam a parametrização de Kain-Fritsch apresentam melhores previsões para intensidade do vento do que os membros que usam a parametrização de Kuo, com uma melhora na maioria dos índices, comparando membros com todas as opções iguais mudando apenas a parametrização de convecção. Nota-se também que os membros que usam a parametrização de Mellor & Yamada apresentam melhores previsões para intensidade do vento que os membros que usam a parametrização Smagorinsky.

Tabela 5.32-Índices estatísticos da previsão da intensidade e direção do vento dos membros do ENSFI para a localidade de Granja em comparação aos valores registrados pela PCD dessa localidade.

PCD de Granja (ENSFI)								
Membros	Vento a 10m				Direção do vento a 10m			
	BIAS	RMSE	CORREL	URMS	BIAS	RMSE	CORREL	URMS
har-kuo-melo-24	-0,019	1,367	0,532	1,367	-12,990	31,000	0,561	28,150
har-kuo-melo-12	-0,008	1,381	0,526	1,381	-12,340	<b>29,690</b>	0,588	27,000
har-kuo-sma-24	0,752	1,626	0,425	1,441	-16,110	30,130	<b>0,589</b>	<b>25,460</b>
har-kuo-sma-12	0,844	1,685	0,424	1,459	-15,340	30,240	0,567	26,060
har-kain-melo-24	0,135	<b>1,099</b>	<b>0,721</b>	<b>1,090</b>	-11,400	33,370	0,489	31,360
har-kain-melo-12	0,222	1,171	0,685	1,150	<b>-11,190</b>	31,610	0,521	29,560
chen-kuo-melo-24	<b>0,000</b>	1,423	0,480	1,423	-19,280	33,370	0,533	27,230
chen-kuo-melo-12	-0,030	1,528	0,413	1,528	-19,300	32,330	0,581	25,930
chen-kuo-sma-24	0,889	1,783	0,280	1,545	-18,740	32,570	0,534	26,640
chen-kuo-sma-12	0,965	1,897	0,221	1,634	-19,820	32,420	0,579	25,660
chen-kain-melo-24	0,319	1,191	0,683	1,148	-20,050	34,800	0,505	28,440
chen-kain-melo-12	0,332	1,302	0,610	1,259	-18,850	34,000	0,508	28,300
ensemble médio	0,342	1,364	0,546	1,320	-16,290	31,320	0,557	26,750

Tabela 5.33-Índices estatísticos da previsão da intensidade e direção do vento dos membros do ENSCI-FRONT para a localidade de Granja em comparação aos valores registrados pela PCD dessa localidade.

PCD de Granja (ENSCI-FRONT)								
Membros	Vento a 10m				Direção do vento a 10m			
	BIAS	RMSE	CORREL	URMS	BIAS	RMSE	CORREL	URMS
não pert.	-0,019	1,367	0,532	1,367	-12,990	31,000	0,561	28,150
soma pert. 24h	-0,396	1,691	0,403	1,644	<b>-9,847</b>	37,810	0,459	36,510
soma pert. 48h	<b>0,018</b>	1,430	0,504	1,430	-10,800	34,350	0,452	32,610
soma pert. 72h	-0,046	1,363	0,531	1,362	-12,010	31,280	0,562	28,890
subtrai pert. 24h	0,410	1,512	0,515	1,456	-11,350	<b>28,320</b>	<b>0,590</b>	<b>25,950</b>
subtrai pert. 48h	0,075	1,634	0,438	1,633	-12,300	31,190	0,581	28,670
subtrai pert. 72h	-0,080	1,526	0,453	1,524	-11,580	34,620	0,464	32,630
ensemble médio	-0,080	<b>1,346</b>	<b>0,543</b>	<b>1,344</b>	-11,550	30,670	0,555	28,410

Na tabela 5.33 são mostrados os índices estatísticos dos membros do ENSCI-FRONT em relação ao vento observado na PCD de Granja. Todos os membros representaram razoavelmente a intensidade e direção do vento nessa localidade. Nota-se que a previsão de controle não é considerada a melhor previsão nem para intensidade do vento e nem para direção do vento. Em comparação com o ensemble médio o membro não perturbado reproduziu resultados piores para velocidade do vento.

Na Figura 5.65, são mostradas as séries temporais de velocidade e direção do vento do ENSFI e do ENSCI-FRONT para a localidade de Ibaretama, para a qual se constata um ciclo diário observado muito bem definido para estas variáveis. Nesta localidade, as duas técnicas superestimam a intensidade do vento e a direção do vento em praticamente todo o período

simulado, apesar da razoável representação do ciclo diário pelos membros das duas técnicas de ensemble. Vale destacar que, para a direção do vento, o modelo mostra-se defasado em relação ao observado.

Na tabela 5.34 são mostrados os índices estatísticos dos membros do ENSFI em relação ao vento observado para a localidade de Ibaretama. nota-se que os membros que usam a parametrização de Kain-Fritsch apresentam maiores correlações do que os membros que usam a parametrização kuo, com respeito à intensidade dos ventos. Os membros que usam a parametrização de Harrington mostram maiores correlações do que os que usam a parametrização de Chen. Nota-se também que os membros que usam a parametrização de Mellor & Yamada apresentam melhores previsões para a intensidade do vento do que os membros que usam a parametrização Smagorinsky. Já para a direção, a situação com relação à qualidade das previsões dos membros que usam parametrizações de turbulência diferentes é invertida.

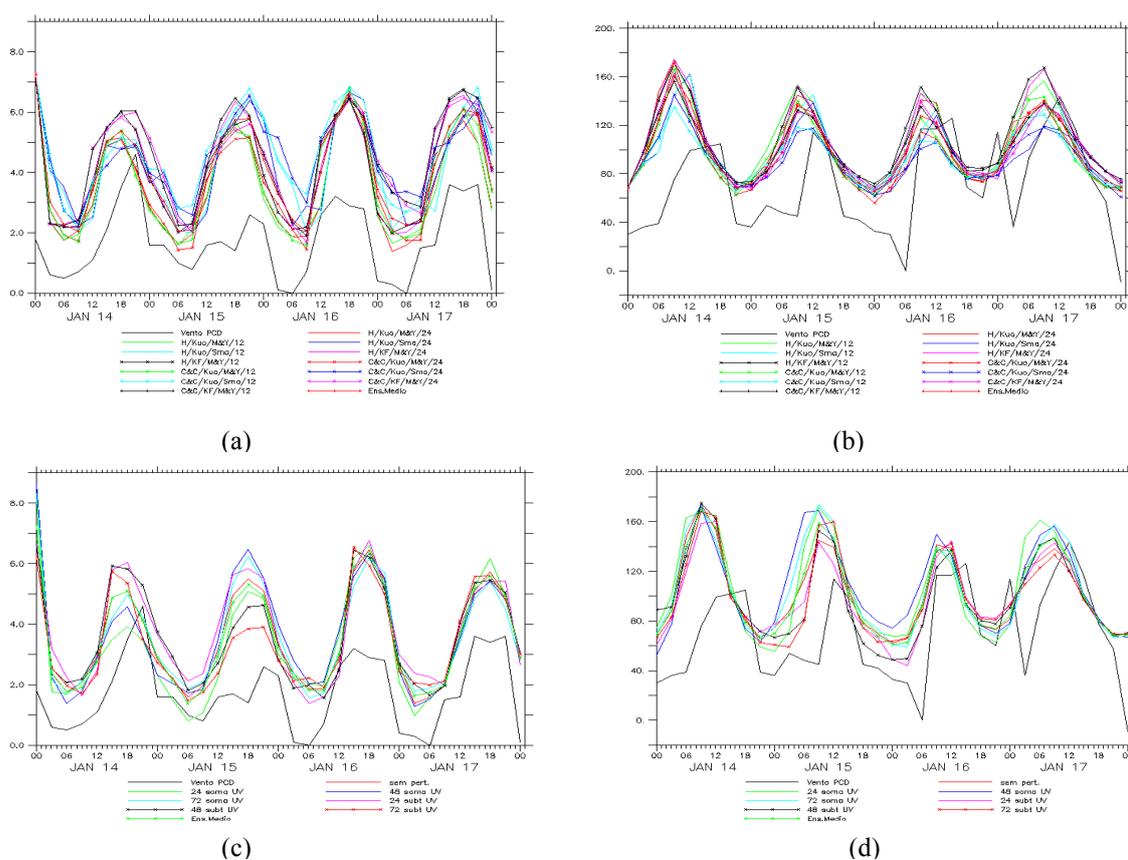


Figura 5.65- Séries temporais da: (a) velocidade do vento a 10m de altura registrada pela PCD de Ibaretama em comparação aos membros do ENSFI e o ensemble médio desses membros; (b) direção do vento a 10m de altura registrada pela PCD de Ibaretama em comparação aos membros do ENSFI e o ensemble médio desses membros; (c) velocidade do vento a 10m de altura registrada pela PCD de Ibaretama em comparação aos membros do ENSFI-FRONT e o ensemble médio desses membros; (d) direção do vento a 10m de altura registrada pela PCD de Ibaretama em comparação aos membros do ENSFI-FRONT e o ensemble médio desses membros.

Tabela 5.34-Índices estatísticos da previsão da intensidade e direção do vento dos membros do ENSFI para a localidade de Ibaretama em comparação aos valores registrados pela PCD dessa localidade.

PCD de Ibaretama (ENSFI)								
Membros	Vento a 10m				Direção do vento a 10m			
	BIAS	RMSE	CORREL	URMS	BIAS	RMSE	CORREL	URMS
har-kuo-melo-24	1,346	<b>1,802</b>	0,607	1,199	31,640	49,200	0,444	37,680
har-kuo-melo-12	<b>1,331</b>	1,813	0,614	1,230	35,140	52,170	0,425	38,560
har-kuo-sma-24	2,214	2,448	0,567	<b>1,043</b>	25,260	40,050	<b>0,606</b>	<b>31,070</b>
har-kuo-sma-12	2,311	2,591	0,475	1,170	29,520	43,150	0,596	31,480
har-kain-melo-24	1,459	1,910	<b>0,704</b>	1,233	36,270	51,400	0,488	36,420
har-kain-melo-12	1,550	1,971	0,700	1,217	38,530	53,530	0,456	37,160
chen-kuo-melo-24	1,582	1,967	0,549	1,169	<b>24,970</b>	43,720	0,460	35,890
chen-kuo-melo-12	1,571	1,983	0,533	1,210	27,450	46,650	0,391	37,720
chen-kuo-sma-24	2,501	2,777	0,402	1,206	21,400	<b>39,390</b>	0,532	33,070
chen-kuo-sma-12	2,585	2,827	0,473	1,145	23,310	41,690	0,466	34,560
chen-kain-melo-24	1,688	2,046	0,647	1,156	30,440	45,200	0,529	33,410
chen-kain-melo-12	1,849	2,152	0,658	1,101	31,670	46,610	0,493	34,200
ensemble médio	1,797	2,089	0,624	1,066	29,630	45,390	0,500	34,380

Tabela 5.35-Índices estatísticos da previsão da intensidade e direção do vento dos membros do ENSCI-FRONT para a localidade de Ibaretama em comparação aos valores registrados pela PCD dessa localidade.

PCD de Ibaretama (ENSCI-FRONT)								
Membros	Vento a 10m				Direção do vento a 10m			
	BIAS	RMSE	CORREL	URMS	BIAS	RMSE	CORREL	URMS
não pert.	<b>1,346</b>	<b>1,802</b>	0,607	1,199	31,640	49,200	0,444	37,680
soma pert. 24h	1,637	2,132	0,655	1,366	35,370	57,190	0,326	44,940
soma pert. 48h	1,919	2,384	0,614	1,414	37,300	56,480	0,349	42,410
soma pert. 72h	1,903	2,293	0,652	1,278	35,270	54,170	0,403	41,110
subtrai pert. 24h	2,088	2,382	0,723	1,147	<b>27,900</b>	<b>43,350</b>	<b>0,571</b>	<b>33,180</b>
subtrai pert. 48h	1,920	2,171	<b>0,778</b>	<b>1,012</b>	28,180	46,500	0,494	36,990
subtrai pert. 72h	1,699	2,010	0,717	1,074	29,060	45,880	0,524	35,500
ensemble médio	1,816	2,138	0,720	1,127	32,100	49,570	0,457	37,780

Na tabela 5.35 são mostrados os índices estatísticos dos membros do ENSCI-FRONT em relação ao vento observado na PCD de Ibaretama. Todos os membros representaram razoavelmente a intensidade e direção do vento nessa localidade. A previsão de controle pode ser considerada uma boa previsão para a intensidade do vento, considerando principalmente BIAS e RMSE, mas, ao se considerar a CORREL e o URMS, esta previsão apresenta índices piores do que o ensemble médio.

Na Figura 5.66 são mostradas as séries temporais de velocidade e direção do vento do ENSFI e do ENSCI-FRONT para a localidade de Itapipoca. Nesta localidade as duas técnicas

superestimam a amplitude do ciclo diurno, tanto da intensidade quanto da direção do vento. Assim como para a PCD anterior, a direção do vento prevista pelo modelo mostra-se defasada de algumas horas com relação ao observado.

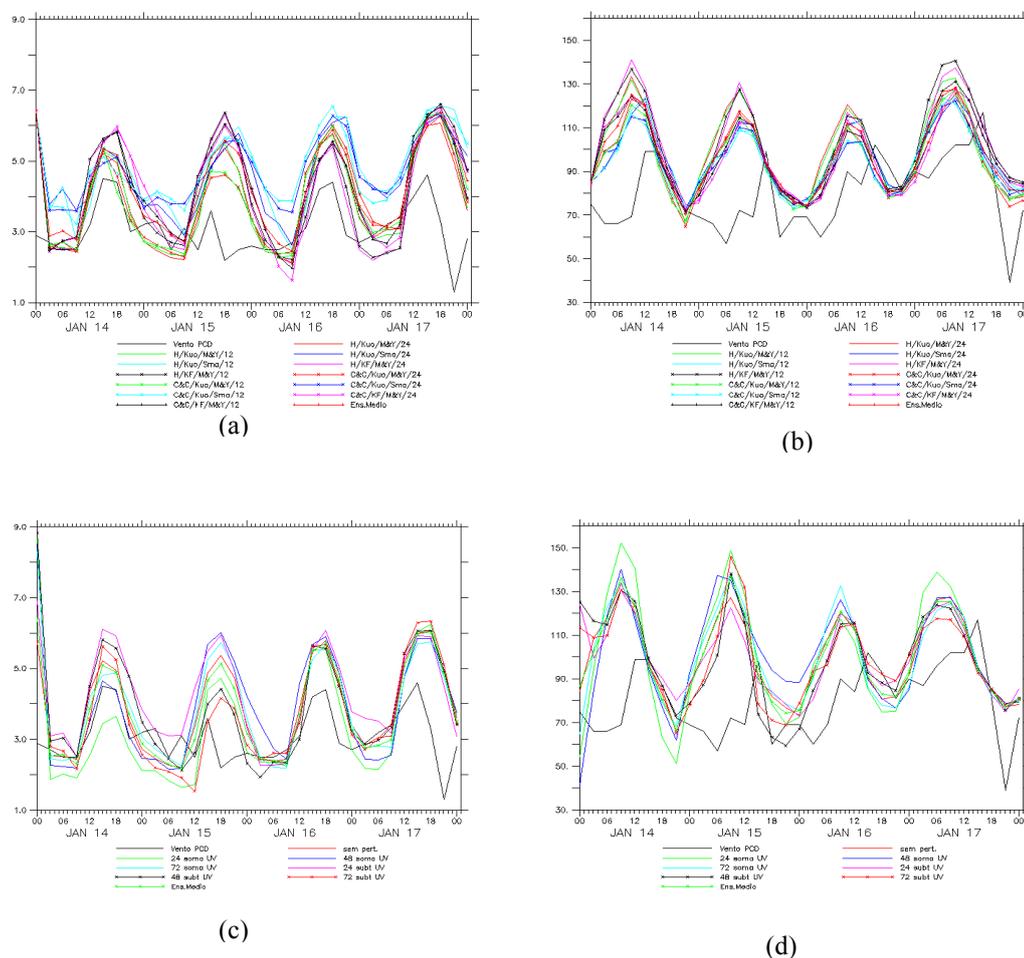


Figura 5.66 - Séries temporais da: (a) velocidade do vento a 10m de altura registrada pela PCD de Itapipoca em comparação aos membros do ENSFI e o ensemble médio desses membros; (b) direção do vento a 10m de altura registrada pela PCD de Itapipoca em comparação aos membros do ENSFI e o ensemble médio desses membros; (c) velocidade do vento a 10m de altura registrada pela PCD de Itapipoca em comparação aos membros do ENSCI-FRONT e o ensemble médio desses membros; (d) direção do vento a 10m de altura registrada pela PCD de Itapipoca em comparação aos membros do ENSCI-FRONT e o ensemble médio desses membros.

Na tabela 5.36 são mostrados os índices estatísticos dos membros do ENSFI em relação ao vento observado para a localidade de Itapipoca. Com o membro har-kuo-melo-24 obteve-se a melhor previsão para intensidade do vento nessa localidade e, com har-kuo-sma-12, a melhor previsão para a direção. Os membros que usam a parametrização de Kuo apresentam melhores previsões que os membros que usam a parametrização Kain-Fritsch, com uma certa superioridade na correlação, comparando membros com todas as opções iguais, mudando apenas a parametrização de convecção. Já considerando apenas o BIAS e o

RMSE nota-se que os membros que usam a parametrização de Harrington apresentam melhores resultados do que os mesmos membros mudando apenas a parametrização de radiação para Chen & Cotton. Os membros que usam a parametrização de Mellor & Yamada apresentam melhores previsões para intensidade do vento que os membros que usam a parametrização Smagorinsky, mas essa situação se inverte quando se trata da direção do vento nessa mesma localidade. Já considerando o esquema de nudging, nota-se que os membros que usam nudging central a cada 24 horas apresentam melhores resultados que os membros que usam nudging central a cada 12 horas para intensidade do vento.

Tabela 5.36-Índices estatísticos da previsão da intensidade e direção do vento dos membros do ENSFI para a localidade de Itapipoca em comparação aos valores registrados pela PCD dessa localidade.

Membros	PCD de Itapipoca (ENSFI)							
	Vento a 10m				Direção do vento a 10m			
	BIAS	RMSE	CORREL	URMS	BIAS	RMSE	CORREL	URMS
har-kuo-melo-24	<b>0,821</b>	<b>1,439</b>	<b>0,450</b>	1,182	19,860	29,980	0,192	22,460
har-kuo-melo-12	0,832	1,481	0,439	1,225	20,010	29,990	0,221	22,340
har-kuo-sma-24	1,535	1,867	0,331	1,063	17,000	23,860	0,428	16,740
har-kuo-sma-12	1,626	2,017	0,260	1,194	16,880	23,710	<b>0,443</b>	<b>16,650</b>
har-kain-melo-24	0,966	1,698	0,357	1,396	21,890	30,980	0,318	21,920
har-kain-melo-12	0,983	1,688	0,367	1,372	22,780	31,370	0,335	21,560
chen-kuo-melo-24	0,875	1,462	0,444	1,171	14,660	24,200	0,310	19,250
chen-kuo-melo-12	0,895	1,504	0,424	1,208	14,630	24,270	0,289	19,360
chen-kuo-sma-24	1,666	1,911	0,343	<b>0,936</b>	14,580	<b>22,260</b>	0,398	16,820
chen-kuo-sma-12	1,747	2,021	0,310	1,016	<b>14,440</b>	22,780	0,347	17,620
chen-kain-melo-24	1,204	1,795	0,341	1,332	17,020	25,200	0,371	18,580
chen-kain-melo-12	1,233	1,797	0,348	1,308	17,890	25,810	0,376	18,600
ensemble médio	1,183	1,643	0,386	1,140	17,640	25,910	0,337	18,980

Na tabela 5.37 são mostrados os índices estatísticos dos membros do ENSCI-FRONT em relação ao vento observado na PCD de Itapipoca. Todos os membros representaram razoavelmente a intensidade e direção do vento nessa localidade. Alguns membros perturbados apresentam melhores previsões do que o membro de controle, inclusive para intensidade do vento. O ensemble médio também apresentou melhores resultados do que o membro não perturbado.

Tabela 5.37-Índices estatísticos da previsão da intensidade e direção do vento dos membros do ENSCI-FRONT para a localidade de Itapipoca em comparação aos valores registrados pela PCD dessa localidade.

PCD de Itapipoca (ENSCI-FRONT)								
Membros	Vento a 10m				Direção do vento a 10m			
	BIAS	RMSE	CORREL	URMS	BIAS	RMSE	CORREL	URMS
não pert.	0,821	1,439	0,450	1,182	19,860	29,980	0,192	22,460
soma pert. 24h	<b>0,343</b>	1,599	0,313	1,561	20,510	36,400	0,129	30,070
soma pert. 48h	0,870	1,739	0,282	1,505	21,000	34,140	0,086	26,920
soma pert. 72h	0,848	1,599	0,347	1,356	20,280	32,300	0,122	25,140
subtrai pert. 24h	1,174	1,627	0,514	<b>1,126</b>	20,370	28,290	<b>0,299</b>	<b>19,630</b>
subtrai pert. 48h	0,844	1,591	0,478	1,348	<b>18,780</b>	<b>29,810</b>	0,259	23,150
subtrai pert. 72h	0,608	<b>1,309</b>	<b>0,543</b>	1,159	19,640	30,320	0,188	23,100
ensemble médio	0,728	1,361	0,470	1,149	20,060	30,510	0,189	22,980

Na Figura 5.67 são mostradas as séries temporais de velocidade e direção do vento do ENSFI e do ENSCI-FRONT para a localidade de Maranguape, para a qual se constata um ciclo diário observado muito bem definido para intensidade e direção do vento. Nesta localidade o modelo detectou muito bem os ciclos diários nas duas técnicas de ensemble.

Na tabela 5.38 são mostrados os índices estatísticos dos membros do ENSFI em relação ao vento observado para a localidade de Maranguape, foi possível notar que o membro har-kain-melo-24 obteve a melhor previsão para intensidade do vento nessa localidade e chen-kuo-melo-12 obteve a melhor previsão para direção do vento. Os membros que usam a parametrização de Mellor & Yamada apresentam melhores previsões para intensidade do vento que os membros que usam a parametrização Smagorinsky, mas, como para outras localidades, essa situação se inverte quando se trata-se da direção.

Tabela 5.38-Índices estatísticos da previsão da intensidade e direção do vento dos membros do ENSFI para a localidade de Maranguape em comparação aos valores registrados pela PCD dessa localidade.

PCD de Maranguape (ENSFI)								
Membros	Vento a 10m				Direção do vento a 10m			
	BIAS	RMSE	CORREL	URMS	BIAS	RMSE	CORREL	URMS
har-kuo-melo-24	-0,102	1,013	0,689	1,008	10,790	21,230	0,748	18,290
har-kuo-melo-12	-0,093	1,001	0,703	0,996	11,310	21,300	0,757	18,040
har-kuo-sma-24	0,659	1,336	0,536	1,163	5,296	17,270	0,739	16,430
har-kuo-sma-12	0,753	1,358	0,566	1,130	5,051	16,500	0,758	15,710
har-kain-melo-24	0,185	<b>0,934</b>	<b>0,776</b>	<b>0,916</b>	10,840	23,260	0,664	20,580
har-kain-melo-12	0,218	0,953	0,773	0,928	12,490	22,750	0,711	19,010
chen-kuo-melo-24	-0,039	1,132	0,632	1,131	3,340	17,860	0,725	17,550
chen-kuo-melo-12	<b>-0,020</b>	1,064	0,675	1,063	4,000	16,950	0,755	16,480
chen-kuo-sma-24	0,779	1,325	0,586	1,072	<b>1,481</b>	16,590	0,725	16,520
chen-kuo-sma-12	0,854	1,315	0,653	1,000	1,704	<b>15,630</b>	<b>0,761</b>	<b>15,540</b>
chen-kain-melo-24	0,413	1,099	0,697	1,018	4,481	18,640	0,684	18,090
chen-kain-melo-12	0,436	1,069	0,722	0,976	5,636	18,260	0,707	17,370
ensemble médio	0,315	1,027	0,698	0,978	6,368	17,880	0,740	16,710

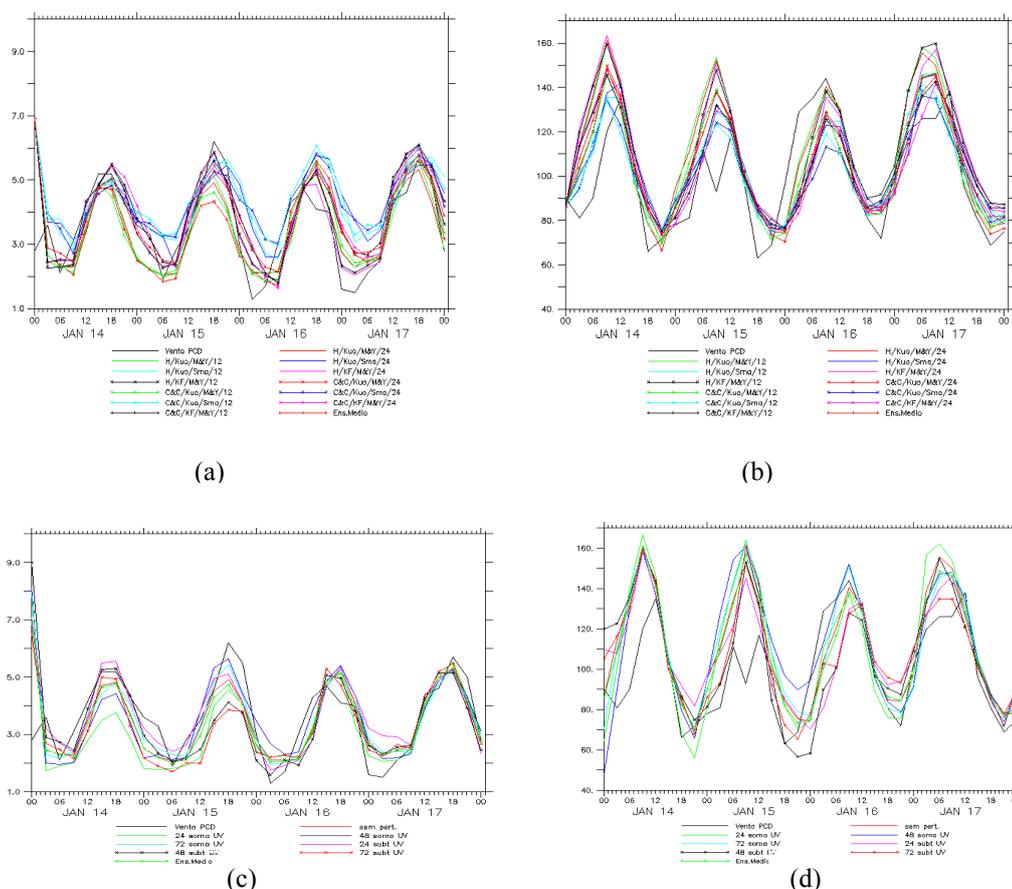


Figura 5.67 - Séries temporais da: (a) velocidade do vento a 10m de altura registrada pela PCD de Maranguape em comparação aos membros do ENSFI e o ensemble médio desses membros; (b) direção do vento a 10m de altura registrada pela PCD de Maranguape em comparação aos membros do ENSFI e o ensemble médio desses membros; (c) velocidade do vento a 10m de altura registrada pela PCD de Maranguape em comparação aos membros do ENSCI-FRONT e o ensemble médio desses membros; (d) direção do vento a 10m de altura registrada pela PCD de Maranguape em comparação aos membros do ENSCI-FRONT e o ensemble médio desses membros.

Na tabela 5.39, são mostrados os índices estatísticos dos membros do ENSCI-FRONT em relação ao vento observado na PCD de Maranguape. Todos os membros representaram muito bem a intensidade e direção do vento nessa localidade. A melhor previsão é do membro de controle, porém os índices encontrados pelo ensemble médio se aproximam bastante dos índices desse membro.

Na Figura 5.68 são mostradas as séries temporais de velocidade e direção do vento do ENSFI e do ENSCI-FRONT para a localidade de Pacajus, para a qual se constata um ciclo diário observado muito bem definido para intensidade e direção do vento. Nesta localidade, a concordância dos resultados do modelo com as observações para ambas as técnicas é marcante, apesar de uma ligeira superestimação dos valores mínimos na intensidade do vento.

Tabela 5.39-Índices estatísticos da previsão da intensidade e direção do vento dos membros do ENSCI-FRONT para a localidade de Itapipoca em comparação aos valores registrados pela PCD dessa localidade.

PCD de Maranguape(ENSCI-FRONT)									
Membros	Vento a 10m				Direção do vento a 10m				
	BIAS	RMSE	CORREL	URMS	BIAS	RMSE	CORREL	URMS	
não pert.	-0,102	<b>1,013</b>	<b>0,689</b>	<b>1,008</b>	10,790	21,230	<b>0,748</b>	<b>18,290</b>	
soma pert. 24h	-0,400	1,345	0,552	1,284	9,833	24,200	0,740	22,110	
soma pert. 48h	<b>-0,020</b>	1,218	0,605	1,217	12,020	23,580	0,731	20,290	
soma pert. 72h	-0,036	1,121	0,643	1,120	11,270	22,790	0,730	19,810	
subtrai pert. 24h	0,096	1,045	0,674	1,041	8,723	21,600	0,644	19,760	
subtrai pert. 48h	-0,103	1,352	0,540	1,348	<b>6,845</b>	23,260	0,645	22,230	
subtrai pert. 72h	-0,302	1,130	0,639	1,089	8,257	21,260	0,683	19,600	
ensemble médio	-0,174	1,032	0,682	1,018	9,677	<b>20,780</b>	0,739	18,390	

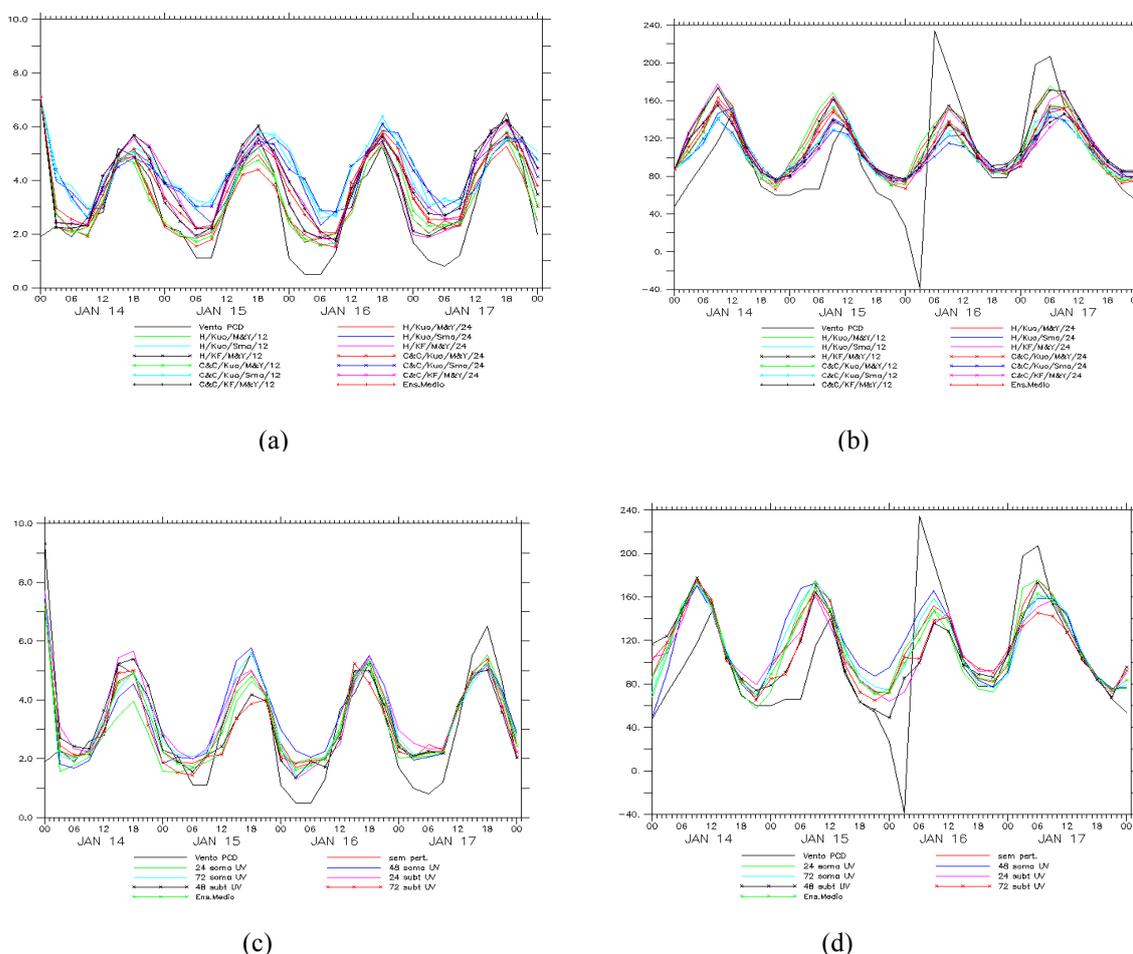


Figura 5.68 - Séries temporais da: (a) velocidade do vento a 10m de altura registrada pela PCD de Pacajus em comparação aos membros do ENSFI e o ensemble médio desses membros; (b) direção do vento a 10m de altura registrada pela PCD de Pacajus em comparação aos membros do ENSFI e o ensemble médio desses membros; (c) velocidade do vento a 10m de altura registrada pela PCD de Pacajus em comparação aos membros do ENSCI-FRONT e o ensemble médio desses membros; (d) direção do vento a 10m de altura registrada pela PCD de Pacajus em comparação aos membros do ENSCI-FRONT e o ensemble médio desses membros.

Na tabela 5.40 são mostrados os índices estatísticos dos membros do ENSFI em relação ao vento observado para a localidade de Pacajus. Tanto para a direção quanto para a velocidade do vento, os membros que usam a parametrização de Harrington apresentam melhores resultados do que os membros usando a parametrização de Chen & Cotton. Também se percebe que os membros que usam a parametrização de Mellor & Yamada apresentam melhores previsões para intensidade e direção do vento do que os membros que usam a parametrização de Smagorinsky.

Na tabela 5.41 são mostrados os índices estatísticos dos membros do ENSCI-FRONT em relação ao vento observado na PCD de Pacajus. Todos os membros representaram razoavelmente a intensidade e direção do vento nessa localidade. A previsão de controle e o ensemble médio são as melhores previsões para a intensidade do vento, enquanto o membro de controle apresentou a melhor previsão para a direção do vento.

Tabela 5.40-Índices estatísticos da previsão da intensidade e direção do vento dos membros do ENSFI para a localidade de Pacajus em comparação aos valores registrados pela PCD dessa localidade.

PCD de Pacajus									
Membros	Vento a 10m				Direção do vento a 10m				
	BIAS	RMSE	CORREL	URMS	BIAS	RMSE	CORREL	URMS	
har-kuo-melo-24	<b>0,410</b>	1,176	0,759	1,103	14,960	43,950	0,674	41,320	
har-kuo-melo-12	0,417	<b>1,150</b>	0,774	1,072	16,130	44,910	0,660	41,920	
har-kuo-sma-24	1,265	1,863	0,595	1,368	6,820	43,460	0,686	42,920	
har-kuo-sma-12	1,383	1,959	0,578	1,388	7,564	<b>42,470</b>	<b>0,728</b>	41,790	
har-kain-melo-24	0,842	1,274	<b>0,830</b>	<b>0,956</b>	14,150	44,550	0,659	42,250	
har-kain-melo-12	0,852	1,284	0,827	0,962	16,440	42,770	0,726	<b>39,480</b>	
chen-kuo-melo-24	0,536	1,243	0,755	1,122	5,615	44,050	0,633	43,690	
chen-kuo-melo-12	0,542	1,203	0,775	1,074	6,979	43,210	0,665	42,650	
chen-kuo-sma-24	1,411	1,896	0,665	1,266	<b>2,166</b>	44,420	0,688	44,360	
chen-kuo-sma-12	1,463	1,899	0,698	1,212	3,208	43,220	0,721	43,100	
chen-kain-melo-24	1,120	1,574	0,759	1,105	6,435	44,150	0,661	43,680	
chen-kain-melo-12	1,148	1,575	0,773	1,078	7,480	43,930	0,685	43,290	
ensemble médio	0,917	1,413	0,772	1,075	8,996	42,960	0,694	42,000	

Tabela 5.41-Índices estatísticos da previsão da intensidade e direção do vento dos membros do ENSCI-FRONT para a localidade de Pacajus em comparação aos valores registrados pela PCD dessa localidade.

PCD de Pacajus									
Membros	Vento a 10m				Direção do vento a 10m				
	BIAS	RMSE	CORREL	URMS	BIAS	RMSE	CORREL	URMS	
não pert.	0,410	1,176	<b>0,759</b>	<b>1,103</b>	14,960	<b>43,950</b>	<b>0,674</b>	<b>41,320</b>	
soma pert. 24h	<b>0,157</b>	1,259	0,688	1,249	13,170	44,210	0,651	42,200	
soma pert. 48h	0,498	1,331	0,703	1,234	16,650	47,170	0,608	44,140	
soma pert. 72h	0,481	1,247	0,739	1,150	15,090	44,520	0,659	41,880	
subtrai pert. 24h	0,558	1,309	0,725	1,184	11,530	44,440	0,648	42,920	

subtrai pert. 48h	0,393	1,517	0,605	1,465	<b>9,6560</b>	44,470	0,625	43,410
subtrai pert. 72h	0,198	1,237	0,700	1,221	11,140	46,930	0,573	45,590
ensemble médio	0,335	<b>1,154</b>	0,758	1,104	13,170	44,020	0,661	42,000

Na Figura 5.69 são mostradas as séries temporais de velocidade e direção do vento do ENSFI e do ENSCI-FRONT para a localidade de Pereiro, para a qual se constata um ciclo diário observado bem definido particularmente para a direção do vento. Nesta localidade, as duas técnicas não simulam bem o comportamento da intensidade do vento durante primeiro dia, porém os dias seguintes são melhor representados. Já para a direção do vento os mínimos observados são superestimados pelos membros das duas técnicas de ensemble.

Na tabela 5.42 são mostrados os índices estatísticos dos membros do ENSFI em relação ao vento observado para a localidade de Pereiro. O membro chen-kain-melo-12 gerou a melhor previsão para a intensidade do vento nessa localidade e har-kuo-sma-24, a melhor previsão para a direção. Nota-se ainda que os membros que usam a parametrização de Smagorinsky apresentam melhores previsões para a direção do vento do que os membros que usam a parametrização de Mellor & Yamada.

Tabela 5.42-Índices estatísticos da previsão da intensidade e direção do vento dos membros do ENSFI para a localidade de Pereiro em comparação aos valores registrados pela PCD dessa localidade.

Membros	PCD de Pereiro (ENSFI)							
	Vento a 10m				Direção do vento a 10m			
	BIAS	RMSE	CORREL	URMS	BIAS	RMSE	CORREL	URMS
har-kuo-melo-24	-0,516	1,570	0,335	1,483	11,650	22,740	0,714	19,520
har-kuo-melo-12	-0,485	1,601	0,307	1,526	15,530	26,170	0,663	21,060
har-kuo-sma-24	<b>-0,005</b>	1,605	0,188	1,605	10,730	21,220	0,742	18,300
har-kuo-sma-12	0,154	1,509	0,247	1,501	12,420	21,180	0,750	17,150
har-kain-melo-24	-0,329	1,458	0,347	1,420	20,340	27,780	0,740	18,920
har-kain-melo-12	-0,207	1,458	0,315	1,443	20,410	27,140	0,750	17,900
chen-kuo-melo-24	-0,306	1,541	0,264	1,511	5,436	17,370	0,767	16,490
chen-kuo-melo-12	-0,260	1,495	0,298	1,472	6,861	18,670	0,737	17,360
chen-kuo-sma-24	0,338	1,426	0,250	1,386	<b>4,439</b>	<b>16,700</b>	0,779	<b>16,100</b>
chen-kuo-sma-12	0,390	1,370	0,308	1,313	6,303	18,210	0,750	17,090
chen-kain-melo-24	-0,386	1,391	0,419	1,337	16,080	23,110	<b>0,781</b>	16,600
chen-kain-melo-12	-0,259	<b>1,357</b>	<b>0,421</b>	<b>1,332</b>	15,950	22,770	0,779	16,240
ensemble médio	-0,190	1,419	0,317	1,407	12,180	20,610	0,768	16,630

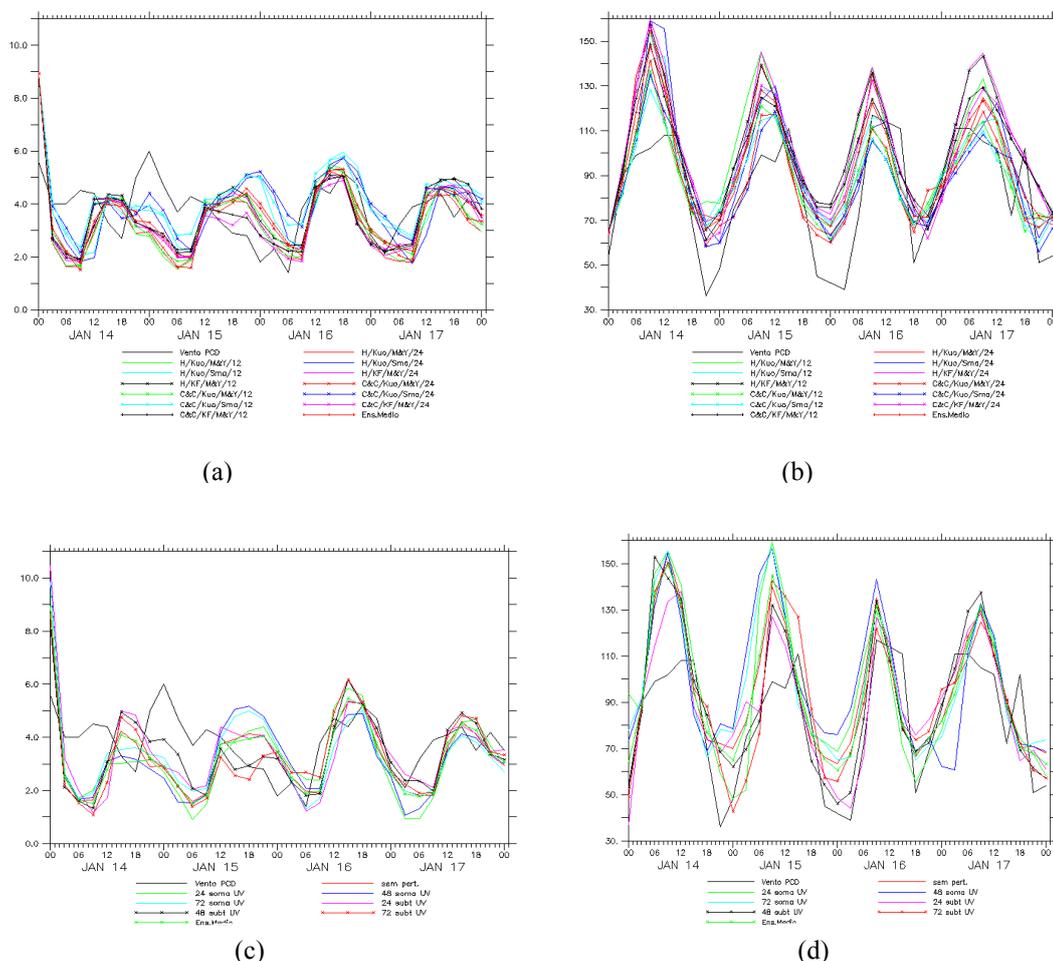
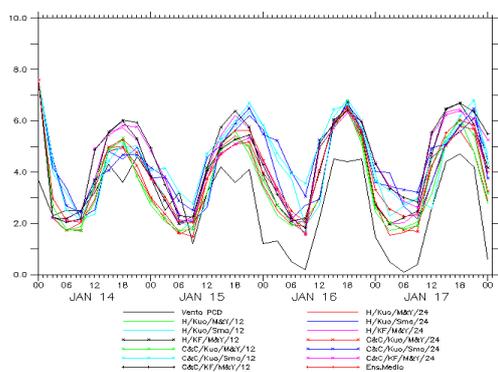


Figura 5.69 - Séries temporais da: (a) velocidade do vento a 10m de altura registrada pela PCD de Pereiro em comparação aos membros do ENSFI e o ensemble médio desses membros; (b) direção do vento a 10m de altura registrada pela PCD de Pereiro em comparação aos membros do ENSFI e o ensemble médio desses membros; (c) velocidade do vento a 10m de altura registrada pela PCD de Pereiro em comparação aos membros do ENSCI-FRONT e o ensemble médio desses membros; (d) direção do vento a 10m de altura registrada pela PCD de Pereiro em comparação aos membros do ENSCI-FRONT e o ensemble médio desses membros.

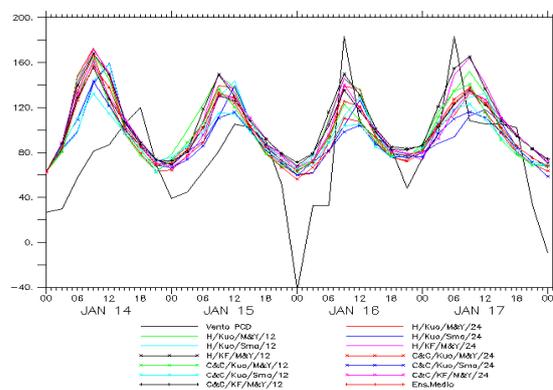
Na tabela 5.43 são mostrados os índices estatísticos dos membros do ENSCI-FRONT em relação ao vento observado na PCD de Pereiro. Todos os membros representaram bem a direção do vento nessa localidade. Alguns membros perturbados apresentaram melhores previsões que o membro de controle para intensidade e direção do vento e o ensemble médio apresentou uma melhor previsão que o membro não perturbado.

Tabela 5.43-Índices estatísticos da previsão da intensidade e direção do vento dos membros do ENSCI-FRONT para a localidade de Pereiro em comparação aos valores registrados pela PCD dessa localidade.

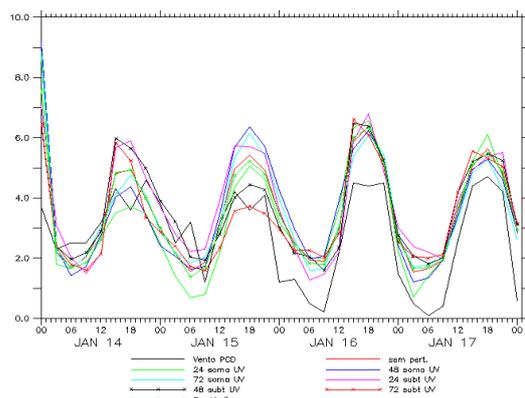
PCD de Pereiro (ENSCI-FRONT)									
Membros	Vento a 10m				Direção do vento a 10m				
	BIAS	RMSE	CORREL	URMS	BIAS	RMSE	CORREL	URMS	
não pert.	-0,516	1,570	0,335	1,483	11,650	22,740	0,714	19,520	
soma pert. 24h	-0,542	1,754	0,351	1,668	13,210	27,810	0,649	24,470	
soma pert. 48h	-0,522	1,793	0,256	1,715	15,860	30,670	0,531	26,250	
soma pert. 72h	-0,476	1,610	0,347	1,538	14,190	27,360	0,625	23,390	
subtrai pert. 24h	<b>-0,318</b>	1,718	0,305	1,689	<b>6,859</b>	<b>18,280</b>	<b>0,791</b>	<b>16,940</b>	
subtrai pert. 48h	-0,374	<b>1,428</b>	<b>0,429</b>	<b>1,379</b>	8,348	20,890	0,777	19,150	
subtrai pert. 72h	-0,500	1,656	0,304	1,579	9,708	21,550	0,770	19,240	
ensemble médio	-0,513	1,568	0,341	1,482	11,400	22,190	0,739	19,040	



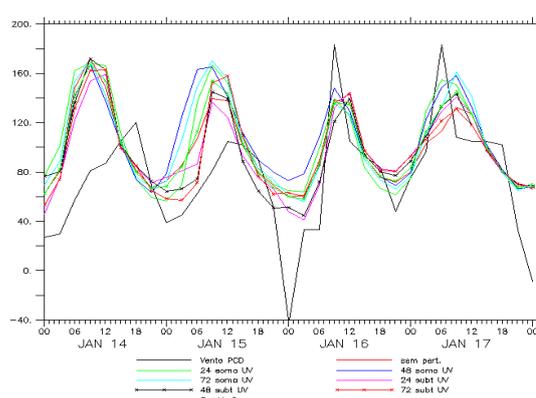
(a)



(b)



(c)



(d)

Figura 5.70 - Séries temporais da: (a) velocidade do vento a 10m de altura registrada pela PCD de Quixadá em comparação aos membros do ENSFI e o ensemble médio desses membros; (b) direção do vento a 10m de altura registrada pela PCD de Quixadá em comparação aos membros do ENSFI e o ensemble médio desses membros; (c) velocidade do vento a 10m de altura registrada pela PCD de Quixadá em comparação aos membros do ENSCI-FRONT e o ensemble médio desses membros; (d) direção do vento a 10m de altura registrada pela PCD de Quixadá em comparação aos membros do ENSCI-FRONT e o ensemble médio desses membros.

Na Figura 5.70 são mostradas as séries temporais de velocidade e direção do vento do ENSFI e do ENSCI-FRONT para a localidade de Quixadá, para a qual se constata um ciclo diário observado bem definido para essas variáveis. Nesta localidade as duas técnicas superestimam a intensidade do vento, especialmente ao final do período de simulação. Particularmente no início do período, a direção do vento no modelo apresenta um erro de fase em relação à observada.

Na tabela 5.44, são mostrados os índices estatísticos dos membros do ENSFI relativos ao vento para a localidade de Quixadá. Os membros que usam a parametrização de Mellor & Yamada apresentam melhores previsões para intensidade do vento do que os membros que usam a parametrização de Smagorinsky. Para a velocidade do vento os membros que usam a parametrização de Harrington apresentam melhores resultados do que os mesmos membros usando a parametrização de radiação para Chen & Cotton.

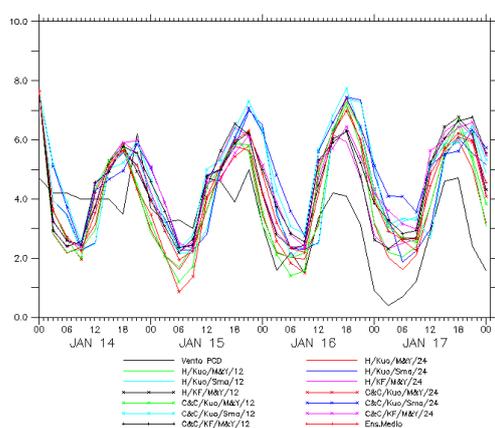
Tabela 5.44-Índices estatísticos da previsão da intensidade e direção do vento dos membros do ENSFI para a localidade de Quixadá em comparação aos valores registrados pela PCD dessa localidade.

PCD de Quixadá (ENSFI)								
Membros	Vento a 10m				Direção do vento a 10m			
	BIAS	RMSE	CORREL	URMS	BIAS	RMSE	CORREL	URMS
har-kuo-melo-24	<b>0,823</b>	<b>1,359</b>	0,763	1,081	23,300	45,120	0,541	38,640
har-kuo-melo-12	<b>0,823</b>	1,395	0,749	1,127	27,710	47,280	0,553	38,310
har-kuo-sma-24	1,472	1,970	0,619	1,308	18,060	42,100	0,547	38,030
har-kuo-sma-12	1,482	2,028	0,609	1,384	22,320	42,770	0,597	36,490
har-kain-melo-24	1,388	1,731	<b>0,797</b>	1,034	29,660	46,440	<b>0,622</b>	35,740
har-kain-melo-12	1,450	1,803	0,789	<b>1,072</b>	31,670	47,470	0,629	<b>35,360</b>
chen-kuo-melo-24	1,055	1,561	0,737	1,150	18,150	41,480	0,571	37,300
chen-kuo-melo-12	1,038	1,546	0,745	1,146	20,300	42,510	0,569	37,350
chen-kuo-sma-24	1,822	2,227	0,588	1,282	<b>14,310</b>	<b>39,330</b>	0,617	36,630
chen-kuo-sma-12	1,895	2,280	0,613	1,268	16,130	40,510	0,608	37,160
chen-kain-melo-24	1,663	2,042	0,707	1,186	24,140	43,110	0,621	35,720
chen-kain-melo-12	1,747	2,119	0,708	1,200	25,230	43,920	<b>0,622</b>	35,950
ensemble médio	1,346	1,729	0,743	1,085	22,580	42,580	0,609	36,100

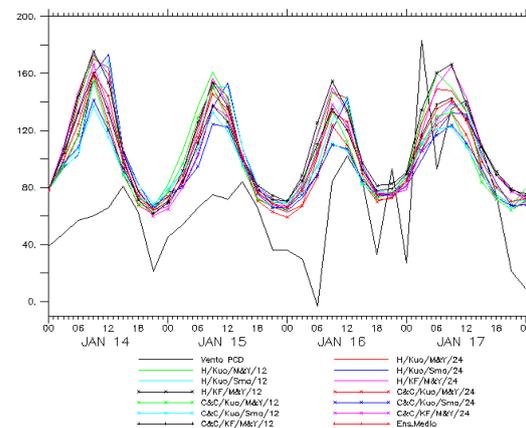
Na tabela 5.45 são mostrados os índices estatísticos dos membros do ENSCI-FRONT em relação ao vento observado na PCD de Quixadá. Todos os membros representaram bem a intensidade do vento nessa localidade, com a maior parte das correlações excedendo 0,7. Não há, porém, o mesmo grau de acerto para a direção do vento. Alguns membros perturbados apresentaram melhores previsões que o membro de controle para intensidade e direção do vento.

Tabela 5.45-Índices estatísticos da previsão da intensidade e direção do vento dos membros do ENSCI-FRONT para a localidade de Quixadá em comparação aos valores registrados pela PCD dessa localidade.

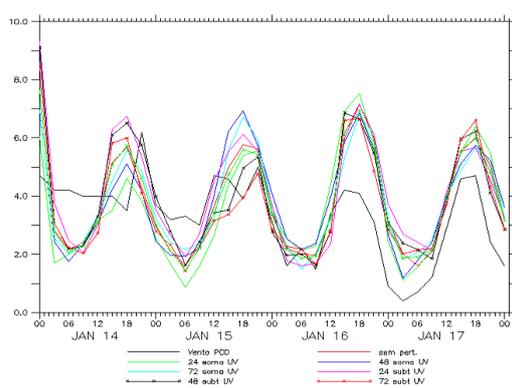
PCD de Quixadá (ENSCI-FRONT)									
Membros	Vento a 10m				Direção do vento a 10m				
	BIAS	RMSE	CORREL	URMS	BIAS	RMSE	CORREL	URMS	
não pert.	0,823	1,359	0,763	1,081	23,300	45,120	0,541	38,640	
soma pert. 24h	<b>0,585</b>	1,532	0,667	1,416	28,320	50,180	0,513	41,420	
soma pert. 48h	0,862	1,642	0,664	1,398	30,710	50,780	0,516	40,440	
soma pert. 72h	0,841	1,496	0,712	1,237	28,130	49,970	0,502	41,300	
subtrai pert. 24h	1,038	1,472	0,791	1,044	20,260	<b>40,010</b>	<b>0,651</b>	<b>34,510</b>	
subtrai pert. 48h	0,908	<b>1,303</b>	<b>0,815</b>	<b>0,935</b>	<b>20,700</b>	43,410	0,568	38,150	
subtrai pert. 72h	0,677	1,366	0,698	1,187	21,970	43,600	0,580	37,660	
ensemble médio	0,773	1,353	0,752	1,110	24,770	45,030	0,576	37,600	



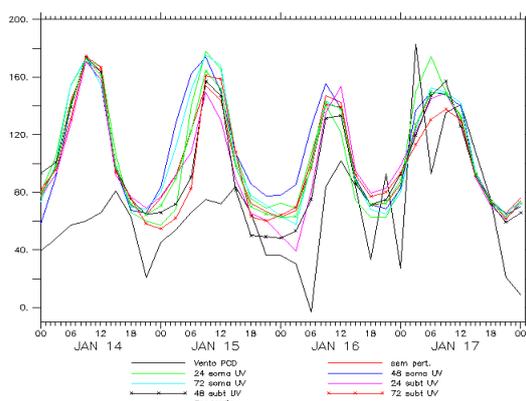
(a)



(b)



(c)



(d)

Figura 5.71 - Séries temporais da: (a) velocidade do vento a 10m de altura registrada pela PCD de Russas em comparação aos membros do ENSFI e o ensemble médio desses membros; (b) direção do vento a 10m de altura registrada pela PCD de Russas em comparação aos membros do ENSFI e o ensemble médio desses membros; (c) velocidade do vento a 10m de altura registrada pela PCD de Russas em comparação aos membros do ENSCI-FRONT e o ensemble médio desses membros; (d) direção do vento a 10m de altura registrada pela PCD de Russas em comparação aos membros do ENSCI-FRONT e o ensemble médio desses membros.

Na Figura 5.71 são mostradas as séries temporais de velocidade e direção do vento do ENSFI e do ENSCI-FRONT para a localidade de Russas. Nesta localidade as duas técnicas superestimam a intensidade do vento nas últimas 48 horas de simulação.

Na tabela 5.46 são mostrados os índices estatísticos dos membros do ENSFI em relação ao vento observado para a localidade de Russas. Os membros que usam a parametrização de Harrington apresentam melhores resultados para intensidade do vento do que os mesmos membros mudando apenas a parametrização de radiação para Chen & Cotton. Nota-se também que os membros que usam a parametrização de Mellor & Yamada apresentam melhores previsões para intensidade do vento que os membros que usam a parametrização Smagorinsky.

Na tabela 5.47, que mostra os índices estatísticos dos membros do ENSCI-FRONT em relação ao vento observado na PCD de Russas, nota-se que todos os membros representaram razoavelmente a intensidade e direção do vento nessa localidade e o ensemble médio obteve melhores índices do que o membro de controle.

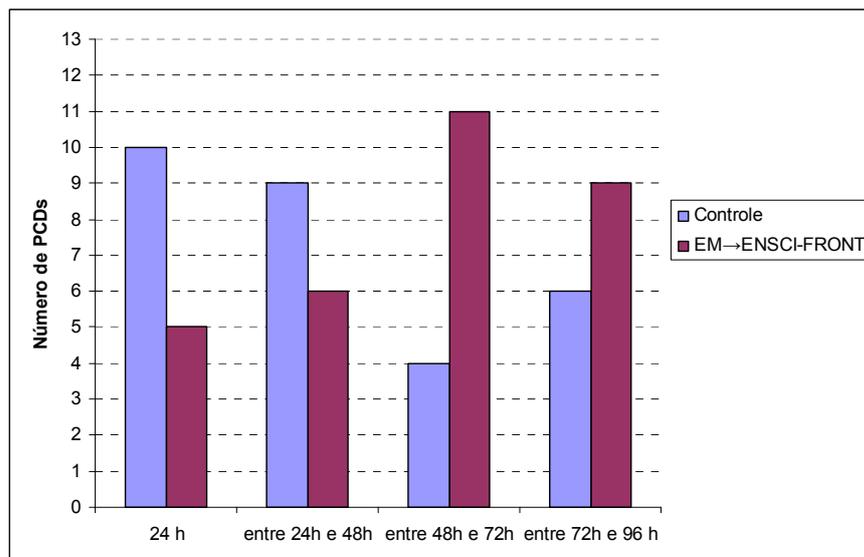
Tabela 5.46-Índices estatísticos da previsão da intensidade e direção do vento dos membros do ENSFI para a localidade de Russas em comparação aos valores registrados pela PCD dessa localidade.

PCD de Russas (ENSFI)								
Membros	Vento a 10m				Direção do vento a 10m			
	BIAS	RMSE	CORREL	URMS	BIAS	RMSE	CORREL	URMS
har-kuo-melo-24	<b>0,545</b>	<b>1,580</b>	0,561	1,484	37,330	52,600	0,488	37,060
har-kuo-melo-12	0,602	1,642	0,537	1,528	40,380	55,490	0,453	38,060
har-kuo-sma-24	1,060	2,029	0,414	1,730	33,370	48,670	0,487	35,430
har-kuo-sma-12	1,140	2,122	0,368	1,790	36,180	49,870	0,520	34,320
har-kain-melo-24	1,021	1,675	<b>0,611</b>	<b>1,327</b>	41,000	54,790	0,501	36,340
har-kain-melo-12	1,019	1,725	0,579	1,392	43,430	56,100	0,517	35,510
chen-kuo-melo-24	0,872	1,907	0,443	1,696	27,920	44,760	0,481	34,980
chen-kuo-melo-12	0,880	1,859	0,494	1,638	30,450	47,700	0,416	36,720
chen-kuo-sma-24	1,672	2,284	0,365	1,556	26,030	<b>41,960</b>	<b>0,527</b>	<b>32,910</b>
chen-kuo-sma-12	1,634	2,163	0,521	1,417	<b>27,150</b>	43,120	0,503	33,490
chen-kain-melo-24	1,340	1,999	0,449	1,483	33,860	48,700	0,485	35,010
chen-kain-melo-12	1,299	1,950	0,481	1,454	35,490	49,180	0,506	34,040
ensemble médio	1,043	1,802	0,508	1,469	34,380	48,730	0,501	34,520

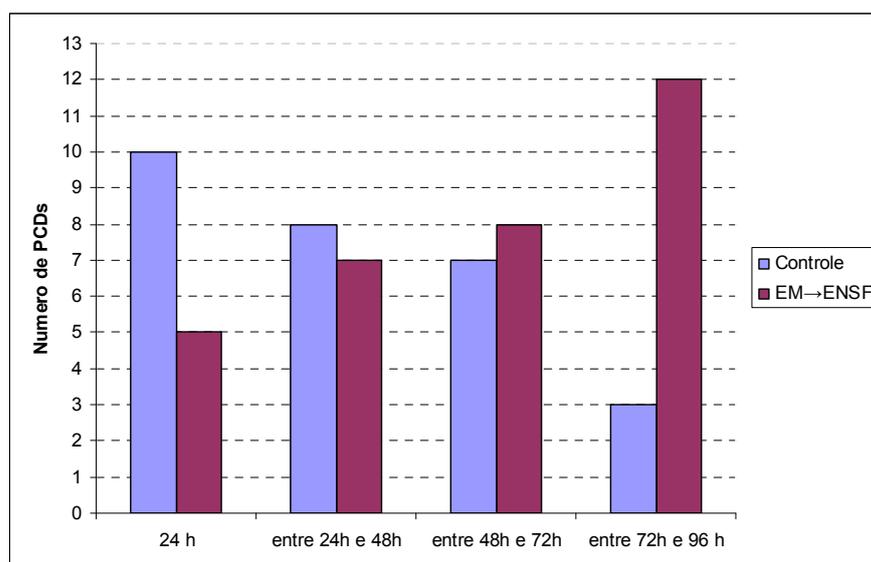
Tabela 5.48-Índices estatísticos da previsão da intensidade e direção do vento dos membros do ENSCI-FRONT para a localidade de Russas em comparação aos valores registrados pela PCD dessa localidade.

PCD de Russas (ENSCI-FRONT)								
Membros	Vento a 10m				Direção do vento a 10m			
	BIAS	RMSE	CORREL	URMS	BIAS	RMSE	CORREL	URMS
não pert.	0,545	1,580	<b>0,561</b>	1,484	37,330	52,600	0,488	37,060
soma pert. 24h	-0,042	1,575	0,500	1,574	39,200	56,180	0,479	40,250
soma pert. 48h	-0,022	1,533	0,501	1,533	42,470	58,010	0,450	39,510





(a)



(b)

Figura 5.73-Comparação entre controle e o ensemble médio das duas técnicas para precipitação: (a) Ensemble médio do ENSCI-FRONT x Previsão de controle; (b) Ensemble médio do ENSFI x Previsão de controle .

Na Figura 5.73 é feita uma comparação entre as previsões para precipitação acumulada a cada 24 horas do membro de controle e o ensemble médio do ENSCI-FRONT e do ENSFI, tendo por base os resultados observados nas 15 PCDs. Ao comparar-se a qualidade da previsão do membro de controle e o ensemble médio do ENSFI e ENSCI-FRONT, observando-se qual se encontra mais próximo do valor observado para precipitação acumulada a cada 24 horas em cada PCD, nota-se que no primeiro dia de simulação a previsão tradicional mostra-se claramente superior. Já no segundo dia de simulação, apresenta-se apenas ligeiramente melhor

e no terceiro e quarto dias, o ensemble médio das duas técnicas apresenta resultados melhores. Isto sugere que o ensemble médio pode melhorar o prazo de validade da previsão e torná-la mais confiável quando as previsões são mais distantes das condições iniciais.

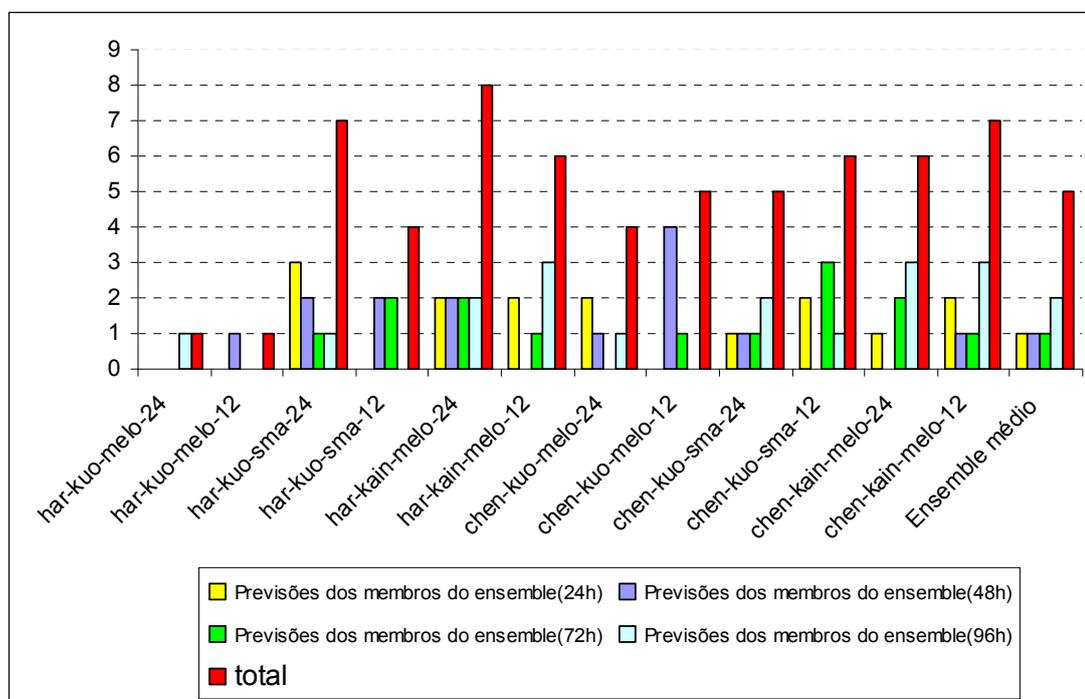


Figura 5.74- Quantidade de vezes que as previsões são consideradas melhores (nas 15 PCDs e a cada 24 horas) entre os membros do ENSFI e o ensemble médio para precipitação acumulada a cada 24 horas.

Na figura 5.74 é mostrado o número de vezes em que cada membro é considerado a melhor previsão do conjunto, nota-se que o membro de controle é uma das piores previsões, além disso o membro har-kain-melo-24 apresentou a melhor previsão do ensemble. É importante destacar também que os membros que usam a parametrização de Kain-Fritsch normalmente melhoram a previsão em períodos mais distantes das condições iniciais em detrimento dos membros que usam Kuo para convecção. Além disso, a melhor combinação com o parâmetro de convecção de Kuo o har-kuo-sma-24, com um claro decaimento da qualidade da previsão em períodos mais distantes das condições iniciais conforme mostra a figura 5.74.

Na tabela 5.48 são mostradas as previsões para precipitação para o ENSFI na localidade de Acopiara, nota-se que na previsão de 24h todos os membros ultrapassaram o limiar chuva/não chuva e a maioria dos membros encontra-se dentro da classe que se enquadra o valor observado. Nos outros dias de simulação o valor observado é menor que 1mm e essa possibilidade também é representada pelos membros do ENSFI, com destaque para o chen-kain-melo-12 que representou muito bem todos os dias de simulação nessa localidade.

Tabela 5.48-Previsão de precipitação do ENSFI para a localidade de Acopiara, probabilidade de precipitação e a precipitação observada na PCD de Acopiara.

<b>Previsão da precipitação acumulada (em mm) a cada 24h (ENSFI)</b>				
<b>PCD de Acopiara</b>				
<b>Membros</b>	<b>Entre 0 e 24h</b>	<b>Entre 24 e 48h</b>	<b>Entre 48h e 72h</b>	<b>Entre 72h e 96h</b>
har-kuo-melo-24	5,35	1,42	2,52	3,25
ensemble médio	5,45	1,36	1,64	2,12
Prob. Prec. > 1mm (em %)	100,00	75,00	66,67	66,67
Prob. Prec. > 5mm (em %)	75,00	0,00	0,00	0,00
Prob. Prec. > 10mm (em %)	0,00	0,00	0,00	0,00
Prob. Prec. > 20mm (em %)	0,00	0,00	0,00	0,00
Observado	8,80	0,60	0,40	0,00

Na tabela 5.49 são mostrados as previsões ENSCI-FRONT para a localidade de Acopiara, nota-se que na previsão de 24h todos os membros ultrapassaram o limiar chuva/não chuva e a maioria dos membros encontra-se dentro da classe que se enquadra o valor observado. Nos outros dias de simulação o valor observado é menor que 1mm e essa possibilidade não é representada pelo os membros do ENSCI-FRONT. Vale destacar que para o valor observado nessa PCD em nenhum dos dias o membro de controle é a melhor previsão.

Tabela 5.49-Previsão de precipitação do ENSCI-FRONT para a localidade de Acopiara, probabilidade de precipitação e a precipitação observada na PCD de Acopiara.

<b>Previsão da precipitação acumulada (em mm) a cada 24h (ENSCI-FRONT)</b>				
<b>PCD de Acopiara</b>				
<b>Membros</b>	<b>Entre 0 e 24h</b>	<b>Entre 24 e 48h</b>	<b>Entre 48h e 72h</b>	<b>Entre 72h e 96h</b>
não perturbado	5,35	1,42	2,52	3,25
ensemble médio	4,42	1,57	2,21	2,44
Prob. Prec. > 1mm (em %)	100,00	100,00	100,00	100,00
Prob. Prec. > 5mm (em %)	57,14	0,00	0,00	0,00
Prob. Prec. > 10mm (em %)	0,00	0,00	0,00	0,00
Prob. Prec. > 20mm (em %)	0,00	0,00	0,00	0,00
Observado	8,80	0,60	0,40	0,00

Tabela 5.50-Previsão de precipitação do ENSFI para a localidade de Aratuba, probabilidade de precipitação e a precipitação observada na PCD de Aratuba.

<b>Previsão da precipitação acumulada (em mm) a cada 24h (ENSFI)</b>				
<b>PCD de Aratuba</b>				
<b>Membros</b>	<b>Entre 0 e 24h</b>	<b>Entre 24 e 48h</b>	<b>Entre 48h e 72h</b>	<b>Entre 72h e 96h</b>
har-kuo-melo-24	5,91	1,97	3,58	5,92
ensemble médio	4,50	1,07	2,98	4,34
Prob. Prec. > 1mm (em %)	75,00	50,00	66,67	66,67
Prob. Prec. > 5mm (em %)	66,67	0,00	16,67	66,67
Prob. Prec. > 10mm (em %)	0,00	0,00	0,00	0,00
Prob. Prec. > 20mm (em %)	0,00	0,00	0,00	0,00
Observado (em mm)	6,00	7,00	13,20	24,00

Na tabela 5.50 são mostradas as previsões para precipitação para o ENSFI na localidade de Aratuba, nota-se que na previsão de 24h que alguns membros não ultrapassaram o limiar chuva/não chuva e a maioria dos membros encontram-se dentro da classe que se enquadra o valor observado. Nos outros dias de simulação, apesar de alguns membros representarem a possibilidade de chuva eles subestimaram o valor observado, não se enquadrando na classe de precipitação registrada pela PCD de Aratuba. É importante notar que praticamente todos os membros que usam a parametrização de Kain-Fritsch não ultrapassaram o limiar de chuva/não chuva em nenhum momento, com exceção do chen-kain-melo-24 que registrou no primeiro dia de simulação precipitação de 1,07mm.

Tabela 5.51-Previsão de precipitação do ENSCI-FRONT para a localidade de Aratuba, probabilidade de precipitação e a precipitação observada na PCD de Aratuba.

<b>Previsão da precipitação acumulada (em mm) a cada 24h (ENSCI-FRONT)</b>				
<b>PCD de Aratuba</b>				
<b>Membros</b>	<b>Entre 0 e 24h</b>	<b>Entre 24 e 48h</b>	<b>Entre 48h e 72h</b>	<b>Entre 72h e 96h</b>
não perturbado	5,91	1,97	3,58	5,92
ensemble médio	5,28	2,03	3,59	5,10
Prob. Prec. > 1mm (em %)	100,00	100,00	100,00	100,00
Prob. Prec. > 5mm (em %)	57,14	0,00	0,00	85,71
Prob. Prec. > 10mm (em %)	0,00	0,00	0,00	0,00
Prob. Prec. > 20mm (em %)	0,00	0,00	0,00	0,00
Observado	6,00	7,00	13,20	24,00

Na tabela 5.51 são mostrados as previsões ENSCI-FRONT para a localidade de Aratuba, nota-se que na previsão de 24h todos os membros ultrapassaram o limiar chuva/não chuva e a maioria dos membros encontra-se dentro da classe que se enquadra o valor observado. Nos outros dias de simulação, assim como no ENSFI, apesar de todos os membros do ENSCI-FRONT representarem a possibilidade de chuva eles subestimaram o valor

observado, não se enquadrando na classe de precipitação registrada pela PCD de Aratuba. Novamente a previsão de controle não é considerada a melhor previsão a partir do segundo dia de simulação, conforme os valores indicados na tabela 5.53.

Na tabela 5.52 são mostradas as previsões para precipitação para o ENSFI na localidade de Barroquinha, nota-se que na previsão de 24h que todos os membros ultrapassaram o limiar chuva/não chuva e não há registro precipitação pela PCD de Barroquinha. Na previsão de 48 horas também não há registro de precipitação e apenas um dos membros encontra valores menor que 1mm. A precipitação acumulada observada no terceiro dia de simulação é muito bem representada por praticamente todos os membros, enquanto no quarto dia nenhum dos membros ultrapassou o limiar chuva/não chuva o valor observado é da ordem de 10,60mm.

Tabela 5.52-Previsão de precipitação do ENSFI para a localidade de Barroquinha, probabilidade de precipitação e a precipitação observada na PCD de Barroquinha.

<b>Previsão da precipitação acumulada (em mm) a cada 24h (ENSFI)</b>				
<b>PCD de Barroquinha</b>				
<b>Membros</b>	<b>Entre 0 e 24h</b>	<b>Entre 24 e 48h</b>	<b>Entre 48h e 72h</b>	<b>Entre 72h e 96h</b>
har-kuo-melo-24	6,22	2,26	1,16	0,00
ensemble médio	8,89	3,24	1,25	0,01
Prob. Prec > 1mm (em %)	100,00	91,67	75,00	0,00
Prob. Prec > 5mm (em %)	66,67	16,67	0,00	0,00
Prob. Prec > 10mm (em %)	33,33	0,00	0,00	0,00
Prob. Prec > 20mm (em %)	8,33	0,00	0,00	0,00
Observado	0,00	0,00	1,00	10,60

Na tabela 5.53 são mostrados as previsões ENSCI-FRONT para a localidade de Barroquinha, nota-se que na previsão de 24h todos os membros ultrapassaram o limiar chuva/não chuva, enquanto não há registro de precipitação por parte da PCD de Barroquinha. Já no segundo dia de simulação, assim como no ENSFI, não há registro de precipitação e apenas um dos membros do ENSCI-FRONT encontrou valores menor que 1mm, enquanto o membro de controle registrou precipitação de 2,26mm um dos membros perturbados registrou 0,53mm. A precipitação acumulada observada no terceiro dia de simulação é muito bem representada por praticamente todos os membros, enquanto no quarto dia apenas um dos membros do ENSCI-FRONT ultrapassou o limiar chuva/não chuva o observado é da ordem de 10,60mm, vale destacar que enquanto a previsão de controle não registrou precipitação um dos membros perturbados registrou precipitação de 1,71mm.

Tabela 5.53-Previsão de precipitação do ENSCI-FRONT para a localidade de Barroquinha, probabilidade de precipitação e a precipitação observada na PCD de Barroquinha.

<b>Previsão da precipitação acumulada (em mm) a cada 24h (ENSCI-FRONT)</b>				
<b>PCD de Barroquinha</b>				
<b>Membros</b>	<b>Entre 0 e 24h</b>	<b>Entre 24 e 48h</b>	<b>Entre 48h e 72h</b>	<b>Entre 72h e 96h</b>
não perturbado	6,22	2,26	1,16	0,00
ensemble médio	5,37	2,72	1,01	0,44
Prob. Prec > 1mm (em %)	100,00	85,71	71,43	14,28
Prob. Prec > 5mm (em %)	85,71	14,28	0,00	0,00
Prob. Prec > 10mm (em %)	0,00	0,00	0,00	0,00
Prob. Prec > 20mm (em %)	0,00	0,00	0,00	0,00
Observado	0,00	0,00	1,00	10,60

Tabela 5.54-Previsão de precipitação do ENSFI para a localidade de Ibaretama, probabilidade de precipitação e a precipitação observada na PCD de Ibaretama.

<b>Previsão da precipitação acumulada (em mm) a cada 24h (ENSFI)</b>				
<b>PCD de Ibaretama</b>				
<b>Membros</b>	<b>Entre 0 e 24h</b>	<b>Entre 24 e 48h</b>	<b>Entre 48h e 72h</b>	<b>Entre 72h e 96h</b>
har-kuo-melo-24	4,36	1,06	3,23	4,83
ensemble médio	3,55	0,69	2,70	3,44
Prob. Prec.> 1mm (em %)	66,67	41,67	66,67	66,67
Prob. Prec.> 5mm (em %)	33,33	0,00	0,00	33,33
Prob. Prec.> 10,mm (em %)	0,00	0,00	0,00	0,00
Prob. Prec.> 20mm (em %)	0,00	0,00	0,00	0,00
Observado	9,40	3,80	8,40	0,20

Na tabela 5.54 são mostradas as previsões para precipitação para o ENSFI na localidade de Ibaretama, nota-se que nos três primeiros dias de simulação alguns membros ultrapassaram o limiar chuva/não chuva, porém todos os membros subestimaram o observado. Já no quarto dia de simulação os membros que usam a parametrização de convecção de Kain-Fritsch não ultrapassaram o limiar de 1mm apresentando-se muito próximo do observado.

Na tabela 5.55 são mostrados as previsões ENSCI-FRONT para a localidade de Ibaretama, nota-se que na previsão de 24h todos os membros ultrapassaram o limiar chuva/não chuva, e apesar dos membros subestimarem o observado a possibilidade de precipitação maior que 5mm é muito bem representada por alguns membros perturbados e não é representada pela previsão de controle. Já no segundo dia de simulação, a maioria dos membros representou precipitação que é observada pela PCD de Ibaretama, com destaque para alguns dos membros perturbados e o ensemble médio que apresentaram melhor previsão do que o membro de controle. A precipitação acumulada observada no terceiro dia de simulação é subestimada por todos os membros, porém todos os membros ultrapassaram o limiar de 1mm e novamente o membro de controle não é a melhor previsão. No quarto dia de

simulação o valor observado não ultrapassou o limiar de 1mm e todos os membros do ENSCI-FRONT superestimaram esse valor.

Tabela 5.55-Previsão de precipitação do ENSCI-FRONT para a localidade de Ibareta, probabilidade de precipitação e a precipitação observada na PCD de Ibareta.

<b>Previsão da precipitação acumulada (em mm) a cada 24h (ENSCI-FRONT)</b>				
<b>PCD de Ibareta</b>				
<b>Membros</b>	<b>Entre 0 e 24h</b>	<b>Entre 24 e 48h</b>	<b>Entre 48h e 72h</b>	<b>Entre 72h e 96h</b>
não perturbado	4,36	1,06	3,23	4,83
ensemble médio	4,26	1,28	2,96	4,36
Prob. Prec.> 1mm (em %)	100,00	57,14	100,00	100,00
Prob. Prec.> 5mm (em %)	42,86	0,00	0,00	0,00
Prob. Prec.> 10,mm (em %)	0,00	0,00	0,00	0,00
Prob. Prec.> 20mm (em %)	0,00	0,00	0,00	0,00
Observado	9,40	3,80	8,40	0,20

Na tabela 5.56 são mostradas as previsões para precipitação para o ENSFI na localidade de Ipu, nota-se que em todos os dias de simulação a classe que se enquadra o valor observado sempre esteve representado. Na previsão de 24h é possível notar a influência do esquema de relaxamento newtoniano, quando comparado o membro chen-kain-melo-24 e o chen-kain-melo-12, onde o primeiro apresenta precipitação de 5,57mm e o outro 0,03mm.

Tabela 5.56-Previsão de precipitação do ENSFI para a localidade de Ipu, probabilidade de precipitação e a precipitação observada na PCD de Ipu.

<b>Previsão da precipitação acumulada (em mm) a cada 24h (ENSFI)</b>				
<b>PCD de Ipu</b>				
<b>Membros</b>	<b>Entre 0 e 24h</b>	<b>Entre 24 e 48h</b>	<b>Entre 48h e 72h</b>	<b>Entre 72h e 96h</b>
har-kuo-melo-24	5,68	2,43	4,34	4,65
ensemble médio	4,73	2,19	2,13	2,98
Prob. Prec. > 1mm (em %)	75,00	66,67	66,67	66,67
Prob. Prec. > 5mm (em %)	75,00	8,33	0,00	16,67
Prob. Prec. > 10mm (em %)	0,00	0,00	0,00	0,00
Prob. Prec. > 20mm (em %)	0,00	0,00	0,00	0,00
Observado	0,00	2,00	0,40	0,20

Na tabela 5.57 são mostrados as previsões ENSCI-FRONT para a localidade de Ipu, nota-se que na previsão de 24h todos os membros ultrapassaram o limiar chuva/não chuva e apresentam um espalhamento bastante razoável, porém todos os membros superestimaram a precipitação observada pela PCD de Ipu. Já no segundo dia de simulação, a maioria dos membros representou a precipitação que é observada pela PCD de Ipu, com destaque para

alguns dos membros perturbados que apresentaram melhor previsão do que o membro de controle. A precipitação acumulada observada no terceiro e quarto dias de simulação são superestimada por todos os membros, que ultrapassaram o limiar de 1mm enquanto o observado foi menor que esse valor. Quando avaliado cada dia separadamente a previsão de controle não apresenta a melhor previsão.

Tabela 5.57-Previsão de precipitação do ENSCI-FRONT para a localidade de Ipu, probabilidade de precipitação e a precipitação observada na PCD de Ipu.

<b>Previsão da precipitação acumulada (em mm) a cada 24h (ENSCI-FRONT)</b>				
<b>Membros</b>	<b>PCD de Ipu</b>			
	<b>Entre 0 e 24h</b>	<b>Entre 24 e 48h</b>	<b>Entre 48h e 72h</b>	<b>Entre 72h e 96h</b>
não perturbado	5,68	2,43	4,34	4,65
ensemble médio	6,89	3,28	4,18	3,81
Prob. Prec. > 1mm (em %)	100,00	100,00	100,00	100,00
Prob. Prec. > 5mm (em %)	41,67	28,57	14,28	0,00
Prob. Prec. > 10mm (em %)	14,28	0,00	0,00	0,00
Prob. Prec. > 20mm (em %)	0,00	0,00	0,00	0,00
Observado	0,00	2,00	0,40	0,20

Na tabela 5.58 são mostradas as previsões para precipitação para o ENSFI na localidade de Itaiçaba, nota-se que na previsão de 24h a classe que se enquadra o valor observado está representada com uma probabilidade de 41,67%, nesta previsão é possível notar a influência do esquema de relaxamento newtoniano, quando comparado o membro har-kain-melo-24 e o har-kain-melo-12, onde o primeiro apresenta precipitação de 5,10mm e o outro 9,10mm. No segundo e terceiro dias de simulação todos os membros subestimam a precipitação acumulada, apesar de mostrar uma probabilidade muito grande de chuva fraca. No quarto dia onde há uma precipitação observada da ordem de 0,4mm dois dos membros não atingiram o limiar de 1mm, mostrando uma probabilidade de 17,67 de não chover.

Na tabela 5.59 são mostrados as previsões ENSCI-FRONT para a localidade de Itaiçaba, nota-se que na previsão de 24h que a maioria dos membros ultrapassaram o limiar chuva/não chuva e um dos membros apresentou precipitação maior que 5mm, porém todos os membros subestimaram a precipitação observada pela PCD de Itaiçaba . Já no segundo dia de simulação, a maioria dos membros ultrapassou o limiar de 1mm, porém subestimaram o valor observado. A precipitação acumulada observada no terceiro é subestimada por todos os membros, porém é importante destacar que enquanto o membro de controle não atingiu o limiar de 1mm um dos membros perturbados atingiu 2,52mm. No quarto dia de simulação todos os membros superestimaram o valor observado, é importante destacar que enquanto a

previsão de controle mostrou uma precipitação de 5,08mm alguns membros perturbados não atingiram o limiar de 5mm.

Tabela 5.58-Previsão de precipitação do ENSFI para a localidade de Itaiçaba, probabilidade de precipitação e a precipitação observada na PCD de Itaiçaba.

<b>Previsão da precipitação acumulada (em mm) a cada 24h (ENSFI)</b>				
<b>PCD de Itaiçaba</b>				
<b>Membros</b>	<b>Entre 0 e 24h</b>	<b>Entre 24 e 48h</b>	<b>Entre 48h e 72h</b>	<b>Entre 72h e 96h</b>
har-kuo-melo-24	3,22	1,96	0,78	5,08
ensemble médio	5,61	1,11	1,92	3,75
Prob. Prec. > 1mm (em %)	100,00	58,33	75,00	83,33
Prob. Prec. > 5mm (em %)	41,67	0,00	0,00	41,67
Prob. Prec. > 10mm (em %)	16,37	0,00	0,00	0,00
Prob. Prec. > 20mm (em %)	0,00	0,00	0,00	0,00
Observado	7,20	8,80	20,20	0,40

Tabela 5.59-Previsão de precipitação do ENSCI-FRONT para a localidade de Itaiçaba, probabilidade de precipitação e a precipitação observada na PCD de Itaiçaba.

<b>Previsão da precipitação acumulada (em mm) a cada 24h (ENSCI-FRONT)</b>				
<b>PCD de Itaiçaba</b>				
<b>Membros</b>	<b>Entre 0 e 24h</b>	<b>Entre 24 e 48h</b>	<b>Entre 48h e 72h</b>	<b>Entre 72h e 96h</b>
não perturbado	3,22	1,96	0,78	5,08
ensemble médio	2,98	1,86	1,29	5,09
Prob. Prec. > 1mm (em %)	85,71	100,00	57,14	100,00
Prob. Prec. > 5mm (em %)	14,28	0,00	0,00	57,14
Prob. Prec. > 10mm (em %)	0,00	0,00	0,00	0,00
Prob. Prec. > 20mm (em %)	0,00	0,00	0,00	0,00
Observado	7,20	8,80	20,20	0,40

Na tabela 5.60 são mostradas as previsões para precipitação para o ENSFI na localidade de Itapipoca, nota-se que na previsão de 24h a classe que se enquadra o valor observado está representada com uma probabilidade de 100%, nesta previsão é possível notar a influência do esquema de relaxamento newtoniano, quando comparado o membro har-kain-melo-24 e o har-kain-melo-12, onde o primeiro apresenta precipitação de 2,50mm e o outro 4,47mm. No segundo e terceiro dias de simulação todos os membros subestimam a precipitação acumulada, apesar de alguns membros ultrapassarem o limiar de chuva/não chuva. No quarto dia onde há uma precipitação observada da ordem de 5,40mm nenhum dos membros atingiu o limiar de 1mm.

Tabela 5.60-Previsão de precipitação do ENSFI para a localidade de Itapipoca, probabilidade de precipitação e a precipitação observada na PCD de Itapipoca.

<b>Previsão da precipitação acumulada (em mm) a cada 24h (ENSFI)</b>				
<b>PCD de Itapipoca</b>				
<b>Membros</b>	<b>Entre 0 e 24h</b>	<b>Entre 24 e 48h</b>	<b>Entre 48h e 72h</b>	<b>Entre 72h e 96h</b>
har-kuo-melo-24	2,56	0,73	0,26	0,01
ensemble médio	3,06	0,58	0,82	0,20
Prob. Prec. > 1mm (em %)	100,00	25,00	16,67	0,00
Prob. Prec. > 5mm (em %)	0,00	0,00	0,00	0,00
Prob. Prec. > 10mm (em %)	0,00	0,00	0,00	0,00
Prob. Prec. > 20mm (em %)	0,00	0,00	0,00	0,00
Observado	2,40	6,40	5,60	5,40

Na tabela 5.61 são mostrados as previsões ENSCI-FRONT para a localidade de Itapipoca, nota-se que na previsão de 24h a maioria dos membros ultrapassaram o limiar chuva/não chuva e um dos membros apresentou precipitação maior que 5mm, e a classe que se enquadra o valor observado está representada com uma probabilidade de 71,43%. Já no segundo dia de simulação, a maioria dos membros ultrapassou o limiar de 1mm, porém subestimaram o valor observado. A precipitação acumulada observada no terceiro é subestimada por todos os membros, porém é importante destacar que enquanto o membro de controle não atingiu o limiar de 1mm um dos membros perturbados atingiu 1,07mm. No quarto dia de simulação todos os membros subestimaram o valor observado, enquanto as previsões não ultrapassaram o limiar de 1mm ao valor observado foi de 5,40mm.

Tabela 5.61-Previsão de precipitação do ENSCI-FRONT para a localidade de Itapipoca, probabilidade de precipitação e a precipitação observada na PCD de Itapipoca.

<b>Previsão da precipitação acumulada (em mm) a cada 24h (ENSCI-FRONT)</b>				
<b>PCD de Itapipoca</b>				
<b>Membros</b>	<b>Entre 0 e 24h</b>	<b>Entre 24 e 48h</b>	<b>Entre 48h e 72h</b>	<b>Entre 72h e 96h</b>
não perturbado	2,56	0,73	0,26	0,01
ensemble médio	2,63	1,26	0,36	0,29
Prob. Prec. > 1mm (em %)	71,43	42,28	14,28	0,00
Prob. Prec. > 5mm (em %)	14,28	0,00	0,00	0,00
Prob. Prec. > 10mm (em %)	0,00	0,00	0,00	0,00
Prob. Prec. > 20mm (em %)	0,00	0,00	0,00	0,00
Observado	2,40	6,40	5,60	5,40

Tabela 5.62-Previsão de precipitação do ENSFI para a localidade de Maranguape, probabilidade de precipitação e a precipitação observada na PCD de Maranguape.

<b>Previsão da precipitação acumulada (em mm) a cada 24h (ENSFI)</b>				
<b>PCD de Maranguape</b>				
<b>Membros</b>	<b>Entre 0 e 24h</b>	<b>Entre 24 e 48h</b>	<b>Entre 48h e 72h</b>	<b>Entre 72h e 96h</b>
har-kuo-melo-24	3,23	2,08	2,35	2,32
ensemble médio	7,44	1,73	2,29	2,06
Prob. Prec. > 1mm (em %)	100,00	75,00	91,67	83,33
Prob. Prec. > 5mm (em %)	50,00	0,00	0,00	0,00
Prob. Prec. > 10mm (em %)	41,67	0,00	0,00	0,00
Prob. Prec. > 20mm (em %)	0,00	0,00	0,00	0,00
Observado	12,40	24,00	2,40	1,80

Na tabela 5.62 são mostradas as previsões para precipitação para o ENSFI na localidade de Maranguape, nota-se que na previsão de 24h a classe que se enquadra o valor observado está representada com uma probabilidade de 41,67%, nesta previsão é possível notar um espalhamento muito grande entre os membros e uma representação adequada dos membros que utilizam a parametrização de convecção de Kain-Fritsch. No segundo dia de simulação todos os membros subestimam a precipitação acumulada, apesar de alguns membros ultrapassarem o limiar de chuva/não chuva. No terceiro e quarto dias a maioria dos membros representou adequadamente a precipitação ocorrida.

Na tabela 5.63 são mostrados as previsões ENSCI-FRONT para a localidade de Maranguape, nota-se que na previsão de 24h todos os membros ultrapassaram o limiar chuva/não chuva e um dos membros apresentou precipitação maior que 5mm, porém todos eles subestimaram o valor observado. Já no segundo dia de simulação todos os membros ultrapassaram o limiar de 1mm, porém subestimaram o valor observado. A precipitação acumulada observada no terceiro e quarto dias são bem representada por todos os membros.

Tabela 5.63-Previsão de precipitação do ENSCI-FRONT para a localidade de Maranguape, probabilidade de precipitação e a precipitação observada na PCD de Maranguape.

<b>Previsão da precipitação acumulada (em mm) a cada 24h (ENSCI-FRONT)</b>				
<b>PCD de Maranguape</b>				
<b>Membros</b>	<b>Entre 0 e 24h</b>	<b>Entre 24 e 48h</b>	<b>Entre 48h e 72h</b>	<b>Entre 72h e 96h</b>
não perturbado	3,23	2,08	2,35	2,32
ensemble médio	3,47	2,30	2,30	2,07
Prob. Prec. > 1mm (em %)	100,00	100,00	100,00	100,00
Prob. Prec. > 5mm (em %)	14,28	0,00	0,00	0,00
Prob. Prec. > 10mm (em %)	0,00	0,00	0,00	0,00
Prob. Prec. > 20mm (em %)	0,00	0,00	0,00	0,00
Observado	12,40	24,00	2,40	1,80

Na tabela 5.64 são mostradas as previsões para precipitação para o ENSFI na localidade de Meruoca, nota-se que na previsão de 24h há um espalhamento muito grande das previsões e que todas as classes de precipitação são observadas, nesta previsão é possível notar que os membros que utilizam Kain-Fritsch superestimaram o valor observado e há uma representação adequada dos membros que utilizam a parametrização de convecção de Kuo. No segundo e terceiro dias de simulação todos os membros subestimam a precipitação acumulada, apesar de a maioria dos membros ultrapassarem o limiar de chuva/não chuva. No quarto dias a maioria dos membros representou adequadamente a precipitação ocorrida, apesar de todos os membros que utilizam a parametrização de convecção Kuo superestimarem o valor observado e todos os membros Kain-Fritsch subestimarem muito a precipitação ocorrida nessa localidade nesse dia.

Tabela 5.64-Previsão de precipitação do ENSFI para a localidade de Meruoca, probabilidade de precipitação e a precipitação observada na PCD de Maranguape.

<b>Previsão da precipitação acumulada (em mm) a cada 24h (ENSFI)</b>				
<b>PCD de Meruoca</b>				
<b>Membros</b>	<b>Entre 0 e 24h</b>	<b>Entre 24 e 48h</b>	<b>Entre 48h e 72h</b>	<b>Entre 72h e 96h</b>
har-kuo-melo-24	6,03	2,71	3,39	5,27
ensemble médio	9,74	2,77	4,35	3,38
Prob. Prec. > 1mm (em %)	100,00	92,67	92,67	66,67
Prob. Prec. > 5mm (em %)	92,67	0,00	25,00	25,00
Prob. Prec. > 10mm (em %)	33,33	0,00	0,00	0,00
Prob. Prec. > 20mm (em %)	8,33	0,00	0,00	0,00
Observado	5,00	15,80	11,40	2,20

Tabela 5.65-Previsão de precipitação do ENSCI-FRONT para a localidade de Meruoca, probabilidade de precipitação e a precipitação observada na PCD de Meruoca.

<b>Previsão da precipitação acumulada (em mm) a cada 24h (ENSCI-FRONT)</b>				
<b>PCD de Meruoca</b>				
<b>Membros</b>	<b>Entre 0 e 24h</b>	<b>Entre 24 e 48h</b>	<b>Entre 48h e 72h</b>	<b>Entre 72h e 96h</b>
não perturbado	6,03	2,71	3,39	5,27
ensemble médio	5,85	3,27	3,82	5,70
Prob. Prec. > 1mm (em %)	100,00	100,00	100,00	100,00
Prob. Prec. > 5mm (em %)	71,43	0,00	14,28	57,14
Prob. Prec. > 10mm (em %)	0,00	0,00	0,00	0,00
Prob. Prec. > 20mm (em %)	0,00	0,00	0,00	0,00
Observado	5,00	15,80	11,40	2,20

Na tabela 5.65 são mostrados as previsões ENSCI-FRONT para a localidade de Meruoca, nota-se que na previsão de 24h que todos os membros ultrapassaram o limiar chuva/não chuva e alguns membros representaram muito bem a precipitação observada. Já no

segundo e terceiro dias de simulação todos dos membros ultrapassaram o limiar de 1mm, porém subestimaram o valor observado. No quarto dia apesar de todos os membros superestimarem a precipitação ocorrida, alguns membros perturbados apresentam melhor previsão que a previsão de controle.

Tabela 5.66-Previsão de precipitação do ENSFI para a localidade de Pacajus, probabilidade de precipitação e a precipitação observada na PCD de Pacajus.

<b>Previsão da precipitação acumulada (em mm) a cada 24h (ENSFI)</b>				
<b>PCD de Pacajus</b>				
<b>Membros</b>	<b>Entre 0 e 24h</b>	<b>Entre 24 e 48h</b>	<b>Entre 48h e 72h</b>	<b>Entre 72h e 96h</b>
har-kuo-melo-24	7,44	2,91	6,91	12,24
ensemble médio	5,90	1,90	4,49	8,81
Prob. Prec. > 1mm (em %)	66,67	58,33	66,67	66,67
Prob. Prec. > 5mm (em %)	66,67	0,00	66,67	66,67
Prob. Prec. > 10mm (em %)	8,33	0,00	0,00	58,33
Prob. Prec. > 20mm (em %)	0,00	0,00	0,00	0,00
Observado	11,80	0,00	4,60	0,00

Na tabela 5.66 são mostradas as previsões para precipitação para o ENSFI na localidade de Pacajus, nota-se que na previsão de 24h há um espalhamento muito grande das previsões e que a classe de precipitação a qual se enquadra o valor observado é representado com probabilidade 8,33%, nesta previsão é possível notar que os membros que utilizam Kain-Fritsch subestimaram muito o valor observado e há uma representação mais adequada dos membros que utilizam a parametrização de convecção de Kuo. No segundo dia não há registros de precipitação pela PCD de Pacajus e alguns membros não atingiram o limiar de 1mm. No terceiro dia o ensemble médio apresenta-se como a melhor, visto que mais uma vez os membros que utilizam a parametrização de Kain-Fritsch subestimaram muito o valor observado e os membros que utilizam Kuo superestimaram. No quarto dia a PCD de Pacajus não registrou precipitação e os membros que utilizam Kain-Fritsch apresentaram um previsão bem melhor, não ultrapassando o limiar de 1mm.

Na tabela 5.67 são mostrados as previsões ENSCI-FRONT para a localidade de Pacajus, nota-se que na previsão de 24h que todos os membros ultrapassaram o limiar chuva/não chuva, porém todos eles subestimaram o valor observado. Já no segundo dia todos os membros ultrapassaram o limiar de 1mm, como não há registros de precipitação na PCD de Pacajus nesse dia todos os membros superestimaram o valor observado. No terceiro dia de simulação a maioria dos membros ultrapassou o limiar de 5mm, enquanto apenas um dos membros perturbados registrou valores menores que esse limiar, o que coincide com o observado. No quarto dia apesar de todos os membros superestimarem a precipitação

ocorrida, as maiorias dos membros perturbados apresentaram melhores previsões do que a previsão de controle.

Tabela 5.67-Previsão de precipitação do ENSCI-FRONT para a localidade de Pacajus, probabilidade de precipitação e a precipitação observada na PCD de Pacajus.

<b>Previsão da precipitação acumulada (em mm) a cada 24h (ENSCI-FRONT)</b>				
<b>PCD de Pacajus</b>				
<b>Membros</b>	<b>Entre 0 e 24h</b>	<b>Entre 24 e 48h</b>	<b>Entre 48h e 72h</b>	<b>Entre 72h e 96h</b>
não perturbado	7,44	2,91	6,91	12,24
ensemble médio	6,72	3,28	6,01	8,91
Prob. Prec. > 1mm (em %)	100,00	100,00	100,00	100,00
Prob. Prec. > 5mm (em %)	85,71	0,00	85,71	85,71
Prob. Prec. > 10mm (em %)	0,00	0,00	0,00	42,86
Prob. Prec. > 20mm (em %)	0,00	0,00	0,00	0,00
Observado	11,80	0,00	4,60	0,00

Na tabela 5.68 são mostradas as previsões para precipitação para o ENSFI na localidade de Perreiro, nota-se que na previsão de 24h que a classe de precipitação a qual se enquadra o valor observado é representado com probabilidade de 100 %. No segundo dia apesar de a maioria dos membros apresentaram valores maiores do que o limiar não chuva/chuva todos os membros subestimaram o valor observado. No terceiro dia todos os membros superestimaram o valor observado. No quarto dia a PCD de Perreiro registrou precipitação de 0,60mm e alguns dos membros que utilizam Kain-Fritsch apresentaram um previsão bem melhor, não ultrapassando o limiar de 1mm.

Tabela 5.68-Previsão de precipitação do ENSFI para a localidade de Perreiro, probabilidade de precipitação e a precipitação observada na PCD de Perreiro.

<b>Previsão da precipitação acumulada (em mm) a cada 24h (ENSFI)</b>				
<b>PCD de Perreiro</b>				
<b>Membros</b>	<b>Entre 0 e 24h</b>	<b>Entre 24 e 48h</b>	<b>Entre 48h e 72h</b>	<b>Entre 72h e 96h</b>
har-kuo-melo-24	6,03	2,08	5,26	4,23
ensemble médio	6,94	1,45	4,37	3,98
Prob. Prec. > 1mm (em %)	100,00	58,33	100,00	75,00
Prob. Prec. > 5mm (em %)	100,00	0,00	25,00	41,67
Prob. Prec. > 10mm (em %)	8,33	0,00	0,00	0,00
Prob. Prec. > 20mm (em %)	0,00	0,00	0,00	0,00
Observado	7,20	12,60	0,40	0,60

Tabela 5.69-Previsão de precipitação do ENSFI para a localidade de Perreiro, probabilidade de precipitação e a precipitação observada na PCD de Perreiro.

<b>Previsão da precipitação acumulada (em mm) a cada 24h (ENSCI-FRONT)</b>				
<b>PCD de Perreiro</b>				
<b>Membros</b>	<b>Entre 0 e 24h</b>	<b>Entre 24 e 48h</b>	<b>Entre 48h e 72h</b>	<b>Entre 72h e 96h</b>
não perturbado	6,03	2,08	5,26	4,23
ensemble médio	4,82	1,81	4,81	5,50
Prob. Prec. > 1mm (em %)	100,00	85,71	100,00	100,00
Prob. Prec. > 5mm (em %)	57,14	0,00	57,14	42,86
Prob. Prec. > 10mm (em %)	0,00	0,00	0,00	0,00
Prob. Prec. > 20mm (em %)	0,00	0,00	0,00	0,00
Observado	7,20	12,60	0,40	0,60

Na tabela 5.69 são mostrados as previsões ENSCI-FRONT para a localidade de Perreiro, nota-se que na previsão de 24h que a maioria dos membros ultrapassaram o limiar de 5mm e representam razoavelmente bem a situação observada em questão. Já no segundo dia a maioria dos membros ultrapassaram o limiar de 1mm, porém subestimaram o valor observado. No terceiro e quarto dias de simulação todos os membros superestimaram a precipitação.

Tabela 5.70-Previsão de precipitação do ENSFI para a localidade de Santana do Cariri, probabilidade de precipitação e a precipitação observada na PCD de Cariri.

<b>Previsão da precipitação acumulada (em mm) a cada 24h (ENSFI)</b>				
<b>PCD de Santana do Cariri</b>				
<b>Membros</b>	<b>Entre 0 e 24h</b>	<b>Entre 24 e 48h</b>	<b>Entre 48h e 72h</b>	<b>Entre 72h e 96h</b>
har-kuo-melo-24	4,55	2,73	1,45	1,47
ensemble médio	4,81	3,06	2,07	1,21
Prob. Prec. > 1mm (em %)	100,00	83,33	91,67	75,00
Prob. Prec. > 5mm (em %)	50,00	33,33	0,00	0,00
Prob. Prec. > 10mm (em %)	0,00	0,00	0,00	0,00
Prob. Prec. > 20mm (em %)	0,00	0,00	0,00	0,00
Observado	0,00	8,00	0,20	10,40

Na tabela 5.70 são mostradas as previsões para precipitação para o ENSFI na localidade de Santana do Cariri, nota-se que na previsão de 24h todos os membros ultrapassaram o limiar de 1mm, enquanto não há registros de precipitação na PCD de Santana do Cariri. No segundo dia há um espalhamento grande das previsões para precipitação acumulada, sendo a precipitação melhor representada pelos membros que usam a parametrização de Kain-Fritsch. No terceiro dia de previsão o membro chen-kain-melo-12 apresenta-se como a melhor opção, visto que é o único membro que não atingiu o limiar de 1mm e a precipitação observado é de 0,20mm. No quarto dia todos os membros subestimaram

a precipitação observada, porém a maioria dos membros ultrapassou o limiar chuva/não chuva.

Na tabela 5.71 são mostrados as previsões ENSCI-FRONT para a localidade de Santana do Cariri, nota-se que na previsão de 24h a previsão de controle ultrapassou limiar chuva/não chuva e apresenta o maior valor de precipitação e um dos membros perturbados apresentou precipitação menor que 1mm, sendo neste caso todas as previsões dos membros perturbados consideradas melhor que o membro não perturbado, visto que não ocorreu precipitação nesta localidade neste dia . Já no segundo dia todos os membros subestimaram a precipitação observada e a maioria dos membros não ultrapassou o limiar de 1mm. No terceiro dia de simulação o membro de controle ultrapassou o limiar de 1mm, enquanto apenas dois membros perturbados apresentaram valores menores que esse limiar, o que coincide com o observado. No quarto dia apesar de todos os membros subestimarem a precipitação ocorrida, a maioria dos membros perturbados apresentaram melhores previsões do que a previsão de controle.

Tabela 5.71-Previsão de precipitação do ENSCI-FRONT para a localidade de Santana do Cariri, probabilidade de precipitação e a precipitação observada na PCD de Santana do Cariri.

<b>Previsão da precipitação acumulada (em mm) a cada 24h (ENSCI-FRONT)</b>				
<b>PCD de Santana do Cariri</b>				
<b>Membros</b>	<b>Entre 0 e 24h</b>	<b>Entre 24 e 48h</b>	<b>Entre 48h e 72h</b>	<b>Entre 72h e 96h</b>
não perturbado	4,55	2,73	1,45	1,47
ensemble médio	2,88	1,08	2,05	1,09
Prob. Prec. > 1mm (em %)	85,71	42,86	71,43	57,14
Prob. Prec. > 5mm (em %)	0,00	0,00	0,00	0,00
Prob. Prec. > 10mm (em %)	0,00	0,00	0,00	0,00
Prob. Prec. > 20mm (em %)	0,00	0,00	0,00	0,00
Observado	0,00	8,00	0,20	10,40

Na tabela 5.72 são mostradas as previsões para precipitação para o ENSFI na localidade de Senador Pompeu, nota-se que na previsão de 24h os membros que usam Kuo como parametrização de convecção superestimaram a precipitação acumulada, enquanto os que usam Kain-Fritsch subestimaram a precipitação observada e apresentando valores menores que o limiar de 1mm, sendo neste caso o ensemble médio a melhor previsão. No segundo dia todos os membros subestimaram precipitação observada, porém a maioria dos membros ultrapassaram o limiar de chuva/não chuva. No terceiro dia há um espalhamento grande das previsões para precipitação acumulada, sendo a precipitação melhor representada pelos membros que usam a parametrização de Kain-Fritsch. No quarto dia alguns dos membros encontra-se dentro da classe que se enquadra o valor observado e todos os membros

que usam Kain-Fritsch como parametrização de convecção não ultrapassaram o limiar de 1mm.

Tabela 5.72-Previsão de precipitação do ENSFI para a localidade de Senador Pompeu, probabilidade de precipitação e a precipitação observada na PCD de Senador Pompeu.

<b>Previsão da precipitação acumulada (em mm) a cada 24h (ENSFI)</b>				
<b>PCD de Senador Pompeu</b>				
<b>Membros</b>	<b>Entre 0 e 24h</b>	<b>Entre 24 e 48h</b>	<b>Entre 48h e 72h</b>	<b>Entre 72h e 96h</b>
har-kuo-melo-24	9,04	3,49	6,55	5,75
ensemble médio	5,45	1,67	3,89	3,57
Prob. Prec. > 1mm (em %)	66,67	58,33	66,67	66,67
Prob. Prec. > 5mm (em %)	66,67	0,00	50,00	41,67
Prob. Prec. > 10mm (em %)	8,33	0,00	0,00	0,00
Prob. Prec. > 20mm (em %)	0,00	0,00	0,00	0,00
Observado	2,00	6,80	0,40	1,80

Tabela 5.73-Previsão de precipitação do ENSCI-FRONT para a localidade de Senador Pompeu, probabilidade de precipitação e a precipitação observada na PCD de Senador Pompeu.

<b>Previsão da precipitação acumulada (em mm) a cada 24h (ENSCI-FRONT)</b>				
<b>PCD de Senador Pompeu</b>				
<b>Membros</b>	<b>Entre 0 e 24h</b>	<b>Entre 24 e 48h</b>	<b>Entre 48h e 72h</b>	<b>Entre 72h e 96h</b>
não perturbado	9,04	3,49	6,55	5,75
ensemble médio	7,94	3,25	5,87	5,42
Prob. Prec. > 1mm (em %)	100,00	100,00	100,00	100,00
Prob. Prec. > 5mm (em %)	71,40	0,00	100,00	85,71
Prob. Prec. > 10mm (em %)	42,86	0,00	0,00	0,00
Prob. Prec. > 20mm (em %)	0,00	0,00	0,00	0,00
Observado	2,00	6,80	0,40	1,80

Na tabela 5.73 são mostrados as previsões ENSCI-FRONT para a localidade de Senador Pompeu, nota-se que na previsão de 24h o membro de controle ultrapassou limiar 5mm e alguns dos membros perturbados apresentaram valores maiores que 1mm e menores que 5mm, sendo consideradas melhores previsões que o membro não perturbado, visto que a precipitação ocorrida nesta localidade neste dia foi de 2mm. Já no segundo dia todos os membros subestimaram a precipitação observada, porém todos os membros ultrapassaram o limiar de 1mm. No terceiro dia de simulação todos os membros superestimaram a precipitação observada. No quarto dia apesar de todos os membros superestimarem a precipitação ocorrida, a maioria dos membros perturbados apresentaram melhores previsões do que a previsão de controle.

Na tabela 5.74 são mostradas as previsões para precipitação para o ENSFI na localidade de Taboleiro do Norte, nota-se que na previsão de 24h todos os membros

ultrapassaram o limiar de 1mm, enquanto não há registros de precipitação na PCD de Taboleiro do Norte. No segundo dia precipitação acumulada observada é de 0,80mm, sendo este cenário muito bem representado em 5 membros. No terceiro dia de previsão a precipitação observada é da ordem de 3,40mm e 50% dos membros representaram precipitação maior que 1mm e menor 5mm. No quarto dia, com exceção dos membros que utilizam Kain-Fritsch, há uma representação muito boa da precipitação observada.

Tabela 5.74-Previsão de precipitação do ENSFI para a localidade de Taboleiro do Norte, probabilidade de precipitação e a precipitação observada na PCD de Taboleiro do Norte.

<b>Previsão da precipitação acumulada (em mm) a cada 24h (ENSFI)</b>				
<b>PCD de Taboleiro do norte</b>				
<b>Membros</b>	<b>Entre 0 e 24h</b>	<b>Entre 24 e 48h</b>	<b>Entre 48h e 72h</b>	<b>Entre 72h e 96h</b>
har-kuo-melo-24	5,84	2,37	4,32	5,83
ensemble médio	6,51	1,56	5,30	4,75
Prob. Prec. > 1mm (em %)	100,00	58,33	100,00	75,00
Prob. Prec. > 5mm (em %)	91,67	0,00	50,00	58,33
Prob. Prec. > 10mm (em %)	8,33	0,00	0,00	0,00
Prob. Prec. > 20mm (em %)	0,00	0,00	0,00	0,00
Observado	0,00	0,80	3,40	5,60

Na tabela 5.75 são mostrados as previsões ENSCI-FRONT para a localidade de Taboleiro do Norte, no primeiro e segundo dias de previsão todos os membros ultrapassaram o limiar de chuva/não chuva, enquanto os registros de precipitação na PCD de Taboleiro do Norte não ultrapassaram 1mm. No terceiro e quarto dias a precipitação é muito bem representada pela maioria dos membros.

Na tabela 5.76 são mostradas as previsões para precipitação para o ENSFI na localidade de Taboril, nota-se que na previsão de 24h a maioria dos membros ultrapassou o limiar de 1mm, com exceção do chen-kuo-melo-24 que representa a melhor previsão, visto que não há registros de precipitação na PCD de Taboril. No segundo dia todos os membros subestimaram a precipitação ocorrida, porém 50% dos membros ultrapassaram o limiar chuva/não chuva. No terceiro e quarto dias a PCD de Taboril registra precipitação menor que 1mm e este cenário é bem representado por quase todos os membros.

Na tabela 5.77 são mostrados as previsões ENSCI-FRONT para a localidade de Taboril, no primeiro dia de previsão alguns membros não ultrapassaram o limiar de 1mm, representando muito bem o cenário observado. No segundo dia todos os membros subestimaram a precipitação ocorrida, porém 57,14% dos membros ultrapassaram o limiar

chuva/não chuva. No terceiro e quarto dias a precipitação é muito bem representada por todos os membros.

Tabela 5.77-Previsão de precipitação do ENSCI-FRONT para a localidade de Taboleiro do Norte, probabilidade de precipitação e a precipitação observada na PCD de Taboleiro do Norte.

<b>Previsão da precipitação acumulada (em mm) a cada 24h (ENSCI-FRONT)</b>				
<b>PCD de Taboleiro do norte</b>				
<b>Membros</b>	<b>Entre 0 e 24h</b>	<b>Entre 24 e 48h</b>	<b>Entre 48h e 72h</b>	<b>Entre 72h e 96h</b>
não perturbado	5,84	2,37	4,32	5,83
ensemble médio	4,72	2,80	4,46	6,38
Prob. Prec. > 1mm (em %)	100,00	100,00	100,00	100,00
Prob. Prec. > 5mm (em %)	42,86	0,00	14,28	71,43
Prob. Prec. > 10mm (em %)	0,00	0,00	0,00	0,00
Prob. Prec. > 20mm (em %)	0,00	0,00	0,00	0,00
Observado	0,00	0,80	3,40	5,60

Tabela 5.78Previsão de precipitação do ENSFI para a localidade de Taboril, probabilidade de precipitação e a precipitação observada na PCD de Taboril.

<b>Previsão da precipitação acumulada (em mm) a cada 24h (ENSFI)</b>				
<b>PCD de Tamboril</b>				
<b>Membros</b>	<b>Entre 0 e 24h</b>	<b>Entre 24 e 48h</b>	<b>Entre 48h e 72h</b>	<b>Entre 72h e 96h</b>
har-kuo-melo-24	1,27	1,04	0,04	0,56
ensemble médio	3,43	1,09	0,09	0,25
Prob. Prec. > 1mm (em %)	91,67	58,33	0,00	8,33
Prob. Prec. > 5mm (em %)	25,00	0,00	0,00	0,00
Prob. Prec. > 10mm (em %)	0,00	0,00	0,00	0,00
Prob. Prec. > 20mm (em %)	0,00	0,00	0,00	0,00
Observado	0,00	16,80	0,20	0,00

Tabela 5.79-Previsão de precipitação do ENSCI-FRONT para a localidade de Taboril, probabilidade de precipitação e a precipitação observada na PCD de Taboril.

<b>Previsão da precipitação acumulada (em mm) a cada 24h (ENSCI-FRONT)</b>				
<b>PCD de Tamboril</b>				
<b>Membros</b>	<b>Entre 0 e 24h</b>	<b>Entre 24 e 48h</b>	<b>Entre 48h e 72h</b>	<b>Entre 72h e 96h</b>
não perturbado	1,27	1,04	0,04	0,56
ensemble médio	2,78	1,35	0,06	0,38
Prob. Prec. > 1mm (em %)	57,14	57,14	0,00	0,00
Prob. Prec. > 5mm (em %)	28,57	0,00	0,00	0,00
Prob. Prec. > 10mm (em %)	0,00	0,00	0,00	0,00
Prob. Prec. > 20mm (em %)	0,00	0,00	0,00	0,00
Observado	0,00	16,80	0,20	0,00

## 6. CONCLUSÕES

A previsão de fenômenos de mesoescala ainda é um dos principais desafios da previsão numérica de tempo. Apesar dos grandes avanços já obtidos nas previsões de tempo e clima, muito ainda precisa ser feito para a melhoria dos seus índices de acertos. Algumas das principais linhas neste sentido são as previsões por conjunto (*ensemble forecast*) e o desenvolvimento e melhoria de parametrizações que melhor representem os fenômenos subgrade dos modelos. As técnicas de conjunto, ao levarem em conta o caráter caótico da evolução dos sistemas atmosféricos e/ou as incertezas associadas à sua representação pelos modelos, avançam no sentido de dar um caráter probabilístico às previsões.

Neste estudo foram investigadas dois métodos (*ensemble de condições iniciais e ensemble físico*), tendo sido implementados três tipos de conjuntos: o primeiro, em que foram perturbadas apenas as condições iniciais (ENSCI), o segundo, perturbando-se as condições iniciais e de fronteira (ENSCI-FRONT) e o último, utilizando diferentes conjuntos de parametrizações físicas (ENSFI). Foi utilizado o modelo RAMS (versão 6.0) com o objetivo de implementar um sistema de previsão de tempo que gere, além da previsão tradicional (determinística), um conjunto de outras previsões, estimando-se a incerteza associada à variável prevista.

As previsões geradas pelo ENSCI apresentaram um espalhamento muito pequeno, principalmente ao se comparar períodos mais afastados das condições iniciais. Isto se deve ao fato de que todos os membros desse conjunto são forçados pelas mesmas condições de fronteira, geradas por modelos globais. Assim, a variabilidade introduzida nas condições iniciais é rapidamente transportada para fora do domínio do modelo regional, sendo essa informação substituída gradualmente, através do nudging, por uma outra, que é idêntica em todos os membros. Este problema é possivelmente agravado em função do reduzido número de pontos na grade horizontal do modelo regional, bem como do pequeno número de membros. Conclui-se, portanto, que não é suficiente perturbar apenas as condições iniciais.

Daí, em busca de aprimorar o método, as perturbações foram inseridas não só nas condições iniciais mas também na fronteira lateral do modelo, gerando o ENSCI-FRONT. Notou-se, então, que dessa forma havia espalhamento das soluções do modelo. Constatou-se, assim como em Nutter (2004), que são necessárias perturbações nas fronteiras laterais do modelo regional consistentes com as condições iniciais, para que haja uma coerência entre o espalhamento das previsões e os erros esperados, associados a esse tipo de previsão.

As previsões do ensemble médio do ENSFI apresentaram-se como uma opção melhor que o controle para praticamente todas as variáveis e em todos os níveis. No caso do ensemble ENSCI-FRONT, mesmo quando o ensemble médio não produz melhor previsão que o controle, é comum um dos membros perturbados apresentar uma previsão mais coerente.

Quando se comparam as diversas combinações de parametrizações do ENSFI, não é possível definir qual a melhor opção considerando todos os níveis de pressão e todas as variáveis. Existem, porém, algumas tendências que são relevantes nas previsões que precisam ser destacadas e, dependendo do propósito do previsor, pode haver uma escolha que se sobressaia diante das outras. Ao se analisar os resultados do ENSFI para todas as variáveis e níveis, há claramente a formação de dois grupos: os membros que usam a parametrização de Kain-Fritsch e os membros que usam a parametrização de Kuo para convecção - por exemplo, para precipitação acumulada e vento em 925mb, os membros que possuem essas parametrizações apresentam previsões bem distintas em algumas localidades.

Em relação ao tempo de “nudging”, os membros que usam parâmetros de “nudging” diferentes apresentam previsões bem semelhantes para praticamente todas as variáveis em todos os níveis de pressão, portanto o tempo de simulação não justifica a variação desse parâmetro no conjunto.

Os membros que combinam as parametrizações de Kain-Fritsch e Smagorinsky não completaram as simulações, fato justificado talvez por instabilidades numéricas geradas pelo uso conjunto destas duas parametrizações.

Em relação ao vento em níveis de pressão, comparando-se os resultados do modelo com a análise verificada, há uma boa representação do vento observado para os dois métodos nos níveis mais próximos da superfície. Ainda com relação ao vento previsto, há uma melhor representação dos membros que usam a parametrização de Kuo em detrimento dos que utilizam a parametrização de Kain-Fritsch, principalmente considerando-se como principal parâmetro a correlação. Além disso, os membros que usam a parametrização de Mellor e Yamada reduzem bastante o erro de viés e o erro quadrático médio da intensidade do vento, comparados aos que usam Smagorinsky, nos níveis de pressão mais próximo à superfície. Nota-se ainda que em algumas localidades há uma melhor representação dos membros que usam “nudging” central a cada 24 horas em detrimento da outra opção de “nudging”. Quando comparado o espalhamento do ENSFI e do ENSCI-FRONT para essa variável, há uma maior dispersão no segundo conjunto, principalmente nas localidades onde o membro de controle e o ensemble médio não apresentam previsões tão coerentes com a análise verificada pelo modelo global do CPTEC, o que sugere uma melhor representação do grau de incerteza

associado à previsão por este conjunto. Além disso, ao se analisar os resultados do ensemble médio do ENSCI-FRONT para esta variável, este mostra melhores resultados em relação ao membro de controle para a maioria dos índices estatísticos em todos os níveis, o que sugere que, ao se escolher um membro como controle para o qual a previsão é a melhor dentro do conjunto do ENSFI, o ensemble médio do ENSCI-FRONT ainda assim mostra-se superior.

Com relação aos ventos previstos comparados aos dados das Plataformas de Coletas de Dados (PCDs), há uma boa representação do vento observado para os dois métodos, o que sugere que a aplicação da metodologia de ensemble para a previsão do vento e a coloca como uma ferramenta potencial para a previsão de geração de energia eólica. Ainda com relação ao vento previsto, há uma melhor representação por parte dos membros que usam a parametrização de Kain-Fritsch em detrimento da parametrização de Kuo, principalmente se considerando como principal parâmetro a correlação. Além disso, os membros que usam a parametrização de Harrington reduzem bastante os erros de viés e quadrático médio do vento nessa altitude, se comparados ao que utilizam Chen & Cotton. Nota-se ainda que, em algumas localidades, há uma melhor representação do vento pelos membros que usam “nudging” central a cada 24 horas em detrimento da outra opção de “nudging”.

Quanto à temperatura, há uma semelhança muito grande entre os membros, que pode ser justificada pelo maior grau de previsibilidade dessa variável, principalmente nos níveis de pressão mais próximos a superfície. Entretanto, há uma melhor representação da temperatura pelos membros que usam a parametrização de turbulência de Mellor & Yamada em detrimento dos membros que usam a parametrização de Smagorinsky.

Quanto à pressão na superfície, há uma melhor representação pelos membros que usam a parametrização de convecção de Kuo, em detrimento dos mesmos membros que usam a parametrização de Kain-Fritsch para convecção. Ao observar o ensemble médio do ENSCI-FRONT para esta variável, este apresenta melhores resultados em todos os níveis para a maioria dos índices estatísticos associados ao membro de controle, o que sugere que, ao se escolher um membro como controle para o qual a previsão é a melhor dentro do conjunto do ENSFI, o ensemble médio do ENSCI-FRONT ainda se mostra superior.

Quanto à precipitação, há uma melhor representação dos membros que usam a parametrização de convecção de Kuo para situação de chuva e uma melhor representação da situação de não chuva por parte dos membros que usam a parametrização de convecção de Kain-Fritsch. Além disso, ao comparar-se a qualidade da previsão do membro de controle e o ensemble médio do ENSFI e ENSCI-FRONT, observando-se qual se encontra mais próximo do valor observado para precipitação acumulada a cada 24 horas em cada PCD, nota-se que

no primeiro dia de simulação a previsão tradicional mostra-se claramente superior. Já no segundo dia de simulação, apresenta-se apenas ligeiramente melhor e no terceiro e quarto dias, o ensemble médio das duas técnicas apresenta resultados melhores. Isto sugere que o ensemble médio pode melhorar o prazo de validade da previsão e torná-la mais confiável quando as previsões são mais distantes das condições iniciais.

Comparando-se os dois métodos de ensemble, o ENSFI obteve resultados mais satisfatórios, o que sugere que a incerteza associada à física do modelo é grande. Vale destacar, porém, que o membro de controle usado pelo ENSCI-FRONT não foi o ideal em cada variável analisada. Apesar disso, essa colocação indica que variar a física do modelo é uma escolha razoável para a produção de um ensemble, especialmente quando o conjunto de diferentes parametrizações reproduz bem a incerteza associada ao modelo regional.

Além da falta de espalhamento do ENSCI, alguns problemas com o ENSCI-FRONT e ENSFI foram claramente identificados, e podem ser corrigidos no futuro.

- 1) O conjunto de parametrizações físicas escolhido para o membro de controle normalmente não se mostrou a melhor opção, com base nos resultados do ENSFI, o que indica que os resultados encontrados pelo ENSCI-FRONT se mostram piores do que poderiam ser;
- 2) A grade de espaçamento horizontal de 39 Km é considerada grossa para simular fenômenos de mesoescala, o que pode ter comprometido os resultados para precipitação acumulada.

Admitindo o comportamento caótico da atmosfera e a incapacidade de eliminar as incertezas das condições iniciais e de descrever completamente os processos físicos e dinâmicos da atmosfera, a previsão de tempo por conjunto surge como uma resposta para lidar com essas incertezas e melhorar o índice de acerto da previsão determinística, com a possibilidade de transformar a previsão do tempo num evento probabilístico. Diante disso a ferramenta exposta nesse trabalho é uma técnica importante no desenvolvimento da previsão do tempo. Como trabalho futuro propõe-se a investigação de formas de aprimorar os conjuntos mostrados nesse estudo e o método de perturbação das condições iniciais

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAKAWA, A., e W. H. SCHUBERT. Interaction of a Cúmulus cloud ensemble with the large – scale environment. Part I. J. Atmos. Sci., 31, 674 – 701, 1974.

BUIZZA, R. AND T.N. PALMER. The singular-vector structure of the atmospheric general circulation. J. Atmos. Sci., 52, 1434–1456, 1995.

BUSTAMANTE, J. ; CHOU, S. C. Estudo da previsibilidade de eventos extremos sobre a serra do mar utilizando ensemble de curto prazo. In: XIV Congresso Brasileiro de Meteorologia, 2006, Florianópolis. XIV Congresso Brasileiro de Meteorologia, 2006.

CASTELLI, S.; FERRERO, E.; ANFOSSI, D. Turbulence Closures In Neutral Boundary Layer Over Complex Terrain. *Boundary-Layer Meteorology*, Springer, v. 100, n. 3, p. 405–419, 2001.

CHEN C. AND COTTON W. R. The physics of the marine stratocúmulus-capped mixed layer. *J. Atmos Sci* 44, 2951–2977, 1987.

COTTON, W. R. , PIELKE, R. A. WALKO, R. L , LISTON, G. E, TREMBACK, C. J. JIANG, H. , MCANELLY, R. L. , HARRINGTON, J. Y. , NICHOLLS1, M. E., CARRIO, G. G. AND J. P. MCFADDEN. RAMS 2001 Current Status And future Direction. *Meteorology and Atmospheric physics*, Springer, V82, n.1, p.5-29,2003.

COUTINHO, M.M. Previsão por conjuntos utilizando perturbações baseadas em componentes principais. São José dos Campos, SP, 1999, 136p. Dissertação (Mestrado em Meteorologia), Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, INPE.

DALEY, R.,MAYER, T. Estimates of global analysis error from the global weather experiment observational network. *Mon. Wea. Rev.*, 114, 1642-1653, 1986

DEARDORFF, J. Stratocumulus-capped mixed layers derived from a three-dimensional model. *Boundary-Layer Meteorology*, Springer, v. 18, n. 4, p. 495–527, 1980.

FRITSCH, J. M., AND C. F. CHAPPELL. Numerical prediction of convectively driven mesoscale pressure systems. Part I: Convective parameterization. *J. Atmos. Sci.*, 37, 1722–1733, 1980.

GIEBEL J. BADGER, L. LANDBERG, HENRIK, A. NIELSEN, T. NIELSEN, H. MADSEN, K. SATTLER, H. FEDDERSEN, H. VEDEL, J. TØFTING, L. KRUSE, L. VOULUND. Wind Power Prediction using Ensembles. Riso National Laboratory, 2005

HARRINGTON, J. The effects of radiative and microphysical processes on simulated warm and transition season arctic stratus. PhD. Colorado State University, 1997.

HOFFMAN, R. N.; KALNAY, E. Lagged Average Forecasting, an Alternative to Monte Carlo Forecasting. *Tellus*, 35A (2): 100-118, 1983.

HOU D., EUGENIA KALNAY AND KELVIN DROEGEMEIER. Objective Verification of the SAMEX' 98 Ensemble Forecast. *Monthly Weather Review*, Vol. 129, pp 73-91, 2001.

JUAN JOSÉ RUIZ , A. CELESTE SAULO AND EUGENIA KALNAY: A regional ensemble forecast system for southeastern south america: preliminary assessment. Foz do Iguaçu, Brazil, April 24-28, 2006, INPE, p. 1977-1984.

- KAIN, J. S.; FRITSCH, J. M. The Role of the Convective “Trigger Function” in Numerical Forecasts of Mesoscale Convective Systems, *Meteorological Atmospheric Physics*. V. 49, 93-106, 1992.
- KAIN, S. J. The Kain-Fritsch Convective Parameterization: An Update. *Journal of Applied Meteorology*, 2002.
- KALNAY, E., AND A. DALCHER. Forecasting forecast skill. *Mon. Wea. Rev.*, 115, 349–356, 1987.
- KALNAY, E. *Atmospheric Modeling, data assimilation and predictability*. Cambridge, 2004
- KRISHNAMURTI; T.N. ZHANG, Z.; A perturbation method for hurricane ensemble predictions. *Monthly Weather Review*, v. 127, n. 4, p. 447-469, 1999.
- KUO, H. L. On formation and intensification of tropical cyclones through latent heat release by cumulus convection. *J. Atmos. Sci.*, v. 22, p. 40-63, 1965.
- KUO, H. L. Further studies of the parameterization of the influence of cumulus convection on large-scale flow. *J. Atmos. Sci.*, v. 31, n. 5, p. 1232-1240, 1974.
- LANDBERG, L., G. GIEBEL, L. MYLLERUP, J. BADGER, T.S. NIELSEN, H. MADSEN: *Poor man's ensemble forecasting for error estimation*. AWEA, Portland/Oregon (US), 2-5 June 2002
- LANG, S., MOHRLEN, C., JORGENSEN, J., GALLACHÓIR, B., MCKEOGH, E. Forecasting total wind power generation on the Republic of Ireland grid with a multi-scheme de ensemble prediction system. *Global wind power*, Global wind energy council, 16-21 september 2006.
- LEITH, C.E. Theoretical Skill of Monte Carlo Forecast. *Monthly Weather Review*, v. 102, n. 6, p. 409-418, 1974.
- LORENZ, E. N. Deterministic non-periodic flow. *J. Atmos. Sci.*, v. 20, n. 2, p. 130-141, 1963.
- LORENZ, E. N. A study of the predictability of a 28-variable atmospheric model. *Tellus*, v. 17, p. 321-333, 1965
- LORENZ, E. N. The predictability of a flow which possesses many scales of motion. *Tellus*, v. 21, n. 3, p. 289-307, 1969.
- MAHRER, Y. E. PIELKE, R.A. A numerical study of the airflow over irregular terrain. *Beitrage zur Physik der Atmosphere* 50: 98–113, 1977.
- MENDONÇA, A.M., Bonatti, J.P., 2002: O sistema de previsão de tempo global por ensemble do CPTEC. *XII Congresso Brasileiro de Meteorologia*. p. 11.
- MELLOR, G.; YAMADA, T. A hierarchy of turbulence closure models for atmospheric boundary layers. *J. Atmos. Sci.*, v. 31, p. 1791–1806, 1974.

MELLOR, G.; YAMADA, T. Development of a turbulence closure model for geophysical fluid problems. *Reviews of Geophysics and Space Physics*, v. 20, p. 851–875, 1982.

MENEZES NETO, Metodologia para estimativa de radiação solar aplicada a região nordeste do Brasil. Universidade Estadual do Ceará, 2007. 122p. Dissertação de Mestrado.

MOLINARI, J. A general form of Kuo's cumulus parameterization. *Mon. Wea. Rev.*, v. 113, n. 8, p. 1411-1416, 1985.

NUTTER, M. XUE, AND D. STENSRUD. Application of lateral boundary condition perturbations to help restore dispersion in limited-area ensemble forecasts. *Mon. Wea. Rev.*, **132**, 2378–2390, 2004.

NUTTER, M. D. STENSRUD, AND M. XUE. Effects of coarsely resolved and temporally interpolated lateral boundary conditions on the dispersion of limited-area ensemble forecasts. *Mon. Wea. Rev.*, **132**, 2358–2377, 2004.

PIELKE, R.A., Mesoscale meteorological modeling, Academic Press, Inc, Orlando, Florida, etc, 612pp, 1984.

PIELKE, R. Mesoscale Meteorological modeling: An introductory survey. (S.L): academic, 2001.

SANTIAGO DE MARIA, Modelagem numérica em alta resolução para previsão de geração de Energia Eólica Ceará. Universidade Estadual do Ceará, 2007. 122p. Dissertação de Mestrado.

SMAGORINSKY, J. GENERAL CIRCULATION EXPERIMENTS WITH THE PRIMITIVE EQUATIONS. *Monthly Weather Review*, v. 91, n. 3, p. 99–164, 1963.

STENSURD, D.J., J.-W. BAO, AND T. I. WARNER. Ensemble Forecasting of mesoscale convective system. Preprints, 12<sup>th</sup> conf. numerical weather prediction, phoenix, az, Amer. Meteor. Soc., p. 265-268, 1998.

TRACTON, M.S.; KALNAY, E. Operational Ensemble Prediction at the National Meteorological Center: Practical Aspects. *Weather and Forecasting*, v. 8, n. 3, p. 379-398, Sep. 1993.

TREMBACK, C. Numerical Simulation of a Mesoscale Convective Complex: Model Development and Numerical Results. Tese (Doutorado) — COLORADO STATE UNIVERSITY, 1990.

TRIPOLI, G.J., and W.R. COTTON, 1982: The Colorado State University three-dimensional cloud/mesoscale model – 1982. Part I: General Theoretical framework and sensitivity experiments. *J. de Rech. Atmos.*, 16, 185-220.

TOTH, Z.; KALNAY, E. Ensemble Forecasting at NMC: The Generation of Perturbations. *Bulletin of the American Meteorological Society*, **74** (12): 2317-2339, Dec. 1993.

WALKO, L. R., TREMBACK, C. J., RAMS – the regional atmospheric modeling system V. 3b: user's guide. Fort Collins, CO: aster Inc., 102 p., 1993.

WALKO, R. et al. New RAMS cloud microphysics parameterization Part I: the single-moment scheme. Atmospheric Research, Elsevier Science, v. 38, n. 1, p. 29–62, 1995.

WALKO, R. et al. Coupled Atmosphere–Biophysics–Hydrology Models for Environmental Modeling. Journal of Applied Meteorology, NOAA Central Library, Department of Commerce, v. 39, n. 6, p. 931–944, 2000.

WILKS, D.S Statistical Methods in the Atmospheric Science. San Diego: Academic Press, 1995, 467p.

## Anexo A

```

!namelist

$MODEL_GRIDS

! Simulation title (64 chars)
EXPNAME = 'ENSEMBLE',

RUNTYPE = 'INITIAL', ! Type of run: MAKESFC, INITIAL, HISTORY,
!                               MAKEVFILE, MEMORY, or ERROR

TIMEUNIT = 'h', ! 'h','m','s' - Time units of TIMMAX, TIMSTR

TIMMAX = 96, ! Final time of simulation

LOAD_BAL = 0, ! Dynamic load balance flag: 1=yes, 0=no

! Start of simulation or ISAN processing

IMONTH1 = 01, ! Month
IDATE1 = 14, ! Day
IYEAR1 = 2008, ! Year
ITIME1 = 0000, ! GMT of model TIME = 0.

! Grid specifications

NGRIDS = 1, ! Number of grids to run

NNXP = 43, ! Number of x gridpoints
NNYP = 43, ! Number of y gridpoints
NNZP = 42, ! Number of z gridpoints
NZG = 11, ! Number of soil layers
NZZ = 1, ! Maximum number of snow layers

NXTNEST = 0,1, ! Grid number which is the next coarser grid

! Coarse grid specifications

IF_ADAP = 0,

IHTRAN = 1, ! 0-Cartesian, 1-Polar stereo, 2-Lambert-
conformal
DELTAX = 39000.,
DELTAY = 39000., ! X and Y grid spacing

DELTAZ = 40., ! Z grid spacing (set to 0. to use ZZ)
DZRAT = 1.15, ! Vertical grid stretch ratio
DZMAX = 1000., ! Maximum delta Z for vertical stretch

ZZ = 0.0, ! Vertical levels if DELTAZ = 0
 20.0, 46.0, 80.0, 120.0, 165.0,
 220.0, 290.0, 380.0, 480.0, 590.0,
 720.0, 870.0, 1030.0, 1200.0, 1380.0,
1595.0, 1850.0, 2120.0, 2410.0, 2715.0,
3030.0, 3400.0, 3840.0, 4380.0, 5020.0,

```



```

! =0 - no analysis nudging

VARFFPX = 'isan-pert-ensci/npert', ! Varfile initialization file
prefix
VWAIT1 = 0., ! wait between each VFILE check (s)
VWAITTOT = 0., ! total wait before giving up on a VFILE (s)

NUD_HFILE = '', ! se NUD_TYPE = 1
! Header file name for history nudging files (only prefix is
used)

NUDLAT = 5, ! Number of points in lateral bnd region
TNUDLAT = 1200., ! Nudging time scale(s) at lateral boundary
TNUDCENT = 86400., ! Nudging time scale(s) in center of domain
TNUDTOP = 43200., ! Nudging time scale (s) at top of domain
ZNUDTOP = 17000., ! Nudging at top of domain above height(m)

WT_NUDGE_GRID = 1.,.5, ! Relative nudging weights for active grids
! =0., turns off nudging for that
grid

! These weights will multiply the base
timescales
! to determine full nudging weight.
! (Timescales)/(WT_NUDGE_*)
! must be larger than DTLONG
WT_NUDGE_UV = 1., ! Anal nudging weight for u and v
WT_NUDGE_TH = 1., ! Anal nudging weight for theta
WT_NUDGE_PI = 1., ! Anal nudging weight for pi
WT_NUDGE_RT = 1., ! Anal nudging weight for r_tot

!-----
!----- Condensate nudging -----
NUD_COND = 0, ! Only nudge total water where condensate
! exists (from previous history files)
COND_HFILE = '',
! Header file name for cond nudging history files (only prefix
is used)
TCOND_BEG=0.,
TCOND_END=21600., ! Model time start and end of cond nudging (sec)
T_NUDGE_RC = 0., ! Cond nudging timescale for r_total
WT_NUDGE_GRID = 0., ! Relative nudging weights for active grids
! =0., turns off nudging for that
grid

!----- Observation Data Assimilation (ODA) -----
!-----
IF_ODA = 0, ! Flag to turn on oda
ODA_UPAPREFIX = './obs/dp-r', ! File prefix for upper air obs
ODA_SFPCPREFIX = './obs/dt-s', ! File prefix for surface obs

FRQODA=300., ! Frequency of obs analysis
TODABEG=0., TODAEND=99999999., ! Model time start and end of oda
(sec)

TNUDODA= 0., ! Nudging timescale for each grid
WT_ODA_GRID = 1., 0.8, 0.7, 0.5, ! Relative nudging weights for
active grids

```

```

grid                                     ! =0., turns off nudging for that

WT_ODA_UV = 1.,                        ! ODA nudging weight for u and v
WT_ODA_TH = 1.,                        ! ODA nudging weight for theta
WT_ODA_PI = 1.,                        ! ODA nudging weight for pi
WT_ODA_RT = 1.,                        ! ODA nudging weight for r_tot

! Following are radii that affect the "smoothness" of the analyzed fields
!   The SFCE and UPAE are the radii where the affect falls off to e**(-
2)
!   The SFC0 and UPA0 are the radii where the affect falls off to 0
!   Values are grid dependent.

RODA_SFCE = 50000.,100.,100.,100.,
RODA_SFC0 = 100000.,100000.,100000.,100000.,
RODA_UPAE = 100000.,200.,200.,200.,
RODA_UPA0 = 200000.,2000.,2000.,2000.,

RODA_HGT = 3000.,3000.,3000.,3000., ! Height at which transition from
SFC radii                                     !   to UPA radii occurs

RODA_ZFACT = 100.,100.,100.,100., ! Vertical factor related to dx/dz

! - Time interpolate limit (TIL)- if the future-past obs time
!   is > this limit, do not use to interpolate
!
! - Time extrapolate limit (TEL)- if past/future obs is greater than
TIL,
!   but less than TEL, use the obs

ODA_SFC_TIL=21600.,
ODA_SFC_TEL=900.,
ODA_UPA_TIL=43200.,
ODA_UPA_TEL=21600.,
!-----

!----- Cumulus inversion tendency input -----
IF_CUINV = 0,
CU_PREFIX = './t5-C-',

TNUDCU=900.,
WT_CU_GRID=1., 1., .5,

TCU_BEG=0., TCU_END=7200.,
CU_TEL=3600.,
CU_TIL=21600.,
!-----

! History start (if RUNTYPE='HISTORY')

HFILIN   = 'analys/an-A-2005-03-26-170000-head.txt',
          ! Input state file name

! Analysis file input for assimilation (currently LEAF variables)

IPASTIN   = 0,                ! Initialize various fields from analysis
file?
          ! 1=yes, 0=no

PASTFN    = '',

```

```

! Input analysis file name

!-----
ICLOBBER = 1,          ! 0=stop if files exist, 1=overwrite files
!-----

! Analysis file output

IOUTPUT = 1,          ! 0-no files, 1-write files
AFILEPREF = 'ensci-2/npert', ! File prefix for all analysis files
! state,mean,lite,both

!-----
FRQSTATE = 3600.0,3600.0,! "state" file write frequency
! can be different for each grid
! works best if grids are multiples of each
other
FRQSTATE_KEEP = 0., ! If > 0., frequency at which "state" files will
be
! kept. Others will be written, but deleted
on
! the subsequent write.
! Intended to be a mutiple of and >=
FRQSTATE
!-----
FRQLITE = 0.,          ! Frequency for "lite" files
! = 0 : no lite files
XLITE = '/0:0/',      ! nums>0 are absolute grid indexes (not yet)
YLITE = '/0:0/',      ! nums<0 count in from the domain edges (not
yet)
ZLITE = '/0:0/',      ! nums=0 are domain edges (not yet)

NLITE_VARS=31,
LITE_VARS=
'UP','VP','WP','THETA','TOPT','RV','TOPTA','GLAT','GLON','PI','RTP',
'RSHORT','RLONG','TGP','SCHAR','GSF','PP','ACCPR','ACCPP','ACCPs','AC
CPA','ACCPG',
'ACCPH','ACONPR','RCP','RRP','RPP','RSP','RAP','RGP','RHP',
!-----

AVGTIM = 0.,          ! Averaging time for analysis variables
! must be abs(AVGTIM) <= FRQANL
! > 0 : averaging is centered at FRQANL
! < 0 : averaging ends at FRQANL
! = 0 : no averaged files
FRQMEAN = 0.,          ! Frequency for "averaged" files
!-----
FRQBOTH = 0.,          ! Frequency for Both ("averaged"/"lite") files

! Printed output controls

FRQPRT = 86400.,      ! Printout frequency
INITFLD = 0,          ! Initial field print flag 0=no prnt,1=prnt

! Input topography variables

TOPFILES = 'top/top', ! File path and prefix for topo files.
SFCFILES = 'sfc/sfc', ! File path and prefix for surface files.
SSTFPFX = 'sst/sst', ! Path and prefix for sst files
NDVIFPFX = 'ndvi/ndvi', ! Path and prefix for sst files

```

```

ITOPTFLG = 1,1,          ! 2 - Fill data in "leaf3_init"
ISSTFLG   = 1,1,          ! 0 - Interpolate from coarser grid
IVEGTFLG  = 1,1,          ! 1 - Read from standard Lat/Lon data file
ISOILFLG  = 1,1,          !
NDVIFLG   = 1,1,          !

NOFILFLG  = 2,2,          ! 2 - Fill data in "leaf3_init"
                        ! 0 - Interpolate from coarser grid

IUPDNDVI  = 0,           ! 0 - No update of NDVI values during run
IUPDSST   = 1,           ! 0 - No update of SST values during run
                        ! 1 - Update values during run

                        ! The following only apply for IxxxxFLG=1
ITOPTFN   = '/rams/DEM30s/EL','/rams/DEM30s/EL',
ISSTFN    = '/home/sst/S','/rams/sst/S',
IVEGTFN   = '/home/ogedata/GE','/rams/ogedata/GE',
ISOILFN   = '/home/FAOdata-h5/FAO','/rams/FAOdata-h5/FAO',
NDVIFN    = '/home/NDVI/MAR/N','/rams/NDVI/MAR/N',

! Topography scheme

ITOPSFLG  = 1,           ! 0 = Average Orography
                        ! 1 = Silhouette Orography
                        ! 2 = Envelope Orography
                        ! 3 = Reflected Envelope Orography

TOPTENH   = 1.,         ! For ITOPSFLG=1, Weighting of topo
                        !   silhouette averaging
                        ! For ITOPSFLG=2 or 3, Reflected Envelope
                        !   and Envelope Orography enhancement

factor

TOPTWVL   = 4.,4.,      ! Topo wavelength cutoff in filter

! Surface Roughness scheme

IZ0FLG    = 1,           ! 0 = Use veg, bare soil and water surface
                        ! 1 = Also use subgrid scale topography
Z0MAX     = 2.,2.,      ! Max zo for IZ0FLG=1
Z0FACT    = 0.005,      ! Subgrid scale orographic roughness factor

! Microphysics collection tables

MKCOLTAB  = 0,           ! Make table: 0 = no, 1 = yes
COLTABFN  = 'ct2.0',    ! Filename to read or write

$END

$MODEL_OPTIONS

NADDSC    = 0,           ! Number of additional scalar species

! Numerical schemes

```

```

ICORFLG = 1,          ! Coriolis flag/2D v-component - 0=off, 1=on

IBND      = 1,          ! Lateral boundary condition flags
JBND      = 1,          ! 1-Klemp/Wilhelmson, 2-Klemp/Lilly, 3-
Orlanski                                     ! 4-cyclic
CPHAS     = 20.,        ! Phase speed if IBND or JBND = 1
LSFLG     = 0,          ! Large-scale gradient flag for variables
other than                                     ! normal velocity:
                                                ! 0 = zero gradient inflow and outflow
                                                ! 1 = zero gradient inflow, radiative b.c.
outflow                                       ! 2 = constant inflow, radiative b.c. outflow
                                                ! 3 = constant inflow and outflow
NFPT      = 0,          ! Rayleigh friction - number of points from
the top                                       !
DISTIM    = 60.,        ! - dissipation time scale

! Radiation parameters

ISWRTYP   = 3,          ! Shortwave radiation type
ILWRTYP   = 3,          ! Longwave radiation type
                                                ! 0-none, 2-Mahrer/Pielke, 1-Chen, 3-
Harrington                                     !
RADFRQ    = 1200.,     ! Freq. of radiation tendency update (s)
LONRAD    = 1,          ! Longitudinal variation of shortwave
                                                ! (0-no, 1=yes)

! Cumulus parameterization parameters

NNQPARM   = 1,          ! Convective param flag (0-off, 1-Kuo, 2-Kain-
Fritsch)
CONFRQ    = 1200.,     ! Frequency of conv param. updates (s)
WCLDBS    = .001,      ! Vertical motion needed at cloud base for
                                                ! to trigger convection (Kuo)

! Surface layer and soil parameterization

NPATCH    = 3,          ! Number of patches per grid cell (min=2)

NVEGPAT   = 2,          ! Number of patches per grid cell to be
                                                ! filled from
                                                ! vegetation files
                                                ! (min of 1, max of NPATCH-1)

ISFCL     = 1,          ! Surface layer/soil/veg model
                                                ! 0-specified surface layer gradients
                                                ! 1-soil/vegetation model

NVGCON    = 15,        ! Vegetation type (see below)

! 0 Ocean                ! 11 Tundra
! 1 Lakes, rivers, streams ! 12 Evergreen shrub
! 2 Ice cap/glacier      ! 13 Deciduous shrub
! 3 Desert, bare soil    ! 14 Mixed woodland
! 4 Evergreen needleleaf tree ! 15 Crop/mixed farming, C3 grassland
! 5 Deciduous needleleaf tree ! 16 Irrigated crop
! 6 Deciduous broadleaf tree ! 17 Bog or marsh
! 7 Evergreen broadleaf tree ! 18 Wooded grassland

```

```

! 8 Short grass                ! 19 Urban and built up
! 9 Tall grass                 ! 20 Wetland evergreen broadleaf tree
! 10 Semi-desert              ! 21 Very urban

PCTLCON = 1.,                ! Constant land % if for all domain
NSLCON  = 6.,                ! Constant soil type if for all domain

! 1 -- sand                   2 -- loamy sand           3 -- sandy loam
! 4 -- silt loam              5 -- loam                 6 -- sandy clay loam
! 7 -- silty clay loam       8 -- clay loam            9 -- sandy clay
! 10 -- silty clay           11 -- clay                12 -- peat

ZROUGH  = .05,                ! Constant roughness if for all domain
ALBEDO  = .2,                 ! Constant albedo if not running soil model
SEATMP  = 298.,              ! Constant water surface temperature

DTHCON  = 0.,                ! Constant sfc layer temp grad for no soil
DRTCON  = 0.,                ! Constant sfc layer moist grad for no soil

SLZ     = -.50,-.40,-.30,-.25,-.20,-.16,-.12,-.09,-.06,-.03,-.01, ! soil
grid levels                    ! Soil grid levels

SLMSTR  = 0.1,0.1,0.1,0.1,0.1,0.1,0.1,0.1,0.1,0.1,0.1, ! initial soil
moisture                       ! Initial soil moisture

STGOFF= 0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,
! Initial soil temperature offset
! from lowest atmospheric level
!-----
!----- Urban canopy parameterization -----
IF_URBAN_CANOPY =0,
!-----
!----- Eddy diffusion coefficient parameters -----

IDIFFK  = 1,                ! K flag:
! 1 - Horiz deform/Vert Mellor-Yamada
! 2 - Anisotropic deformation
! (horiz & vert differ)
! 3 - Isotropic deformation
! (horiz and vert same)
! 4 - Deardorff TKE (horiz and vert same)
! 5 - Silvia's TKE-1 scheme(horiz and vert
same)
! 6 - Silvia's TKE-eps scheme(horiz and vert
same)
IHORGRAD = 1,                ! 1 - horiz grad frm decomposed sigma grad
! 2 - true horizontal gradient.
! Non-conserving, but allows small DZ

CSX     = .25,                ! Deformation horiz. K's coefficient
CSZ     = .25,                ! Deformation vert. K's coefficient
XKHKM   = 3.,                ! Ratio of horiz K_h to K_m for deformation
ZKHKM   = 3.,                ! Ratio of vert K_h to K_m for deformation
AKMIN   = 1.,                ! Ratio of minimum horizontal eddy
! viscosity coefficientto typical value
! from deformation K

```

```

!-----
!----- Microphysics -----

LEVEL      = 3,                ! Moisture complexity level

ICLOUD     = 4,                ! Microphysics flags
IRAIN      = 2,                !-----
IPRIS      = 5,                ! 1 - diagnostic concen.
ISNOW      = 2,                ! 2 - specified mean diameter
IAGGR      = 2,                ! 3 - specified y-intercept
IGRAUP     = 2,                ! 4 - specified concentration
IHAIL      = 2,                ! 5 - prognostic concentration

CPARM      = .3e9,            ! Microphysics parameters
RPARM      = 1e-3,            !-----
PPARM      = 0.,              ! Characteristic diameter, # concentration
SPARM      = 1e-3,            ! or y-intercept
APARM      = 1.5e-3,
GPARM      = 1e-3,
HPARM      = 3e-3,

GNU        = 2.,2.,2.,2.,2.,2.,2., ! Gamma shape parms for
                                           ! cld rain pris snow aggr graup hail

!-----
$END

$MODEL_SOUND

!-----
! Sounding specification
!-----

! Flags for how sounding is specified

IPSFLG     = 1,                ! Specifies what is in PS array
                                           ! 0-pressure(mb) 1-heights(m)
                                           ! PS(1)=sfc press(mb)

ITSFLG     = 0,                ! Specifies what is in TS array
                                           ! 0-temp(C) 1-temp(K) 2-pot. temp(K)

IRTSFLG    = 3,                ! Specifies what is in RTS array
                                           ! 0-dew pnt.(C) 1-dew pnt.(K)
                                           ! 2-mix rat(g/kg)
                                           ! 3-relative humidity in %,
                                           ! 4-dew pnt depression(K)

IUSFLG     = 0,                ! Specifies what is in US and VS arrays
                                           ! 0-u,v component(m/s)
                                           ! 1-umoms-direction, vmoms-speed

HS         = 0.,

PS =
1010.,1000.,2000.,3000.,4000.,6000.,8000.,11000.,15000.,20000.,25000.,

```

```
TS = 25., 18.5, 12., 4.5, -11., -24., -37., -56.5, -56.5, -56.5, -
56.5,
```

```
RTS = 70.,70.,70.,70.,20.,20.,20.,20.,10.,10.,10.,
```

```
US = 2.5,2.5,2.5,2.5,2.5,2.5,2.5,2.5,2.5,2.5,2.5,2.5,
```

```
US = 10.,10.,10.,10.,10.,10.,10.,10.,10.,10.,10.,10.,
```

```
US = 0.,0.,0.,0.,0.,0.,0.,0.,0.,0.,0.,0.,
```

```
US = 3.,3.,3.,3.,3.,3.,3.,3.,3.,3.,3.,3.,
```

```
VS = 3.,3.,3.,3.,3.,3.,3.,3.,3.,3.,3.,3.,
```

```
VS = 2.5,2.5,2.5,2.5,2.5,2.5,2.5,2.5,2.5,2.5,2.5,2.5,
```

```
VS = 0.,0.,0.,0.,0.,0.,0.,0.,0.,0.,0.,0.,
```

```
$END
```

```
$MODEL_PRINT
```

```
!-----
```

```
! Specifies the fields to be printed during the simulation
```

```
!-----
```

```
NPLT      = 1,                ! Number of fields printed at each time
                                !   for various cross-sections (limit of 50)
```

```
IPLFLD    = 'UP','THP','THETA','RT','TOTPRE',
                                ! Field names - see table below
```

```
!   PLFMT(1) = '0PF7.3',      ! Format spec. if default is unacceptable
```

```
IXSCTN    = 3,3,3,3,3,3,
                                ! Cross-section type (1=XZ, 2=YZ, 3=XY)
```

```
ISBVAL    = 2,2,2,2,2,2,2,
                                ! Grid-point slab value for third direction
```

```
! The following variables can also be set in the namelist: IAA,
! IAB, JOA, JOB, NAAVG, NOAVG, PLTIT, PLCONLO, PLCONHI, and PLCONIN.
```

```
!   'UP'      - UP (M/S)      'RC'      - RC (G/KG)      'PCPT' - TOTPRE
!   'VP'      - VP (M/S)      'RR'      - RR (G/KG)      'TKE'  - TKE
!   'WP'      - WP (CM/S)     'RP'      - RP (G/KG)      'HSCL' - HL (M)
!   'PP'      - PRS (MB)     'RA'      - RA (G/KG)      'VSCL' - VL (M)
!   'THP'     - THP (K)
!   'THETA'   - THETA (K)     'RL'      - RL (G/KG)      'TG'   - TG (K)
!   'THVP'   - THV (K)       'RI'      - RI (G/KG)      'SLM'  - SLM (PCT)
!   'TV'      - TV (K)       'RCOND'   - RD (G/KG)     'CONPR' - CON RATE
!   'RT'      - RT (G/KG)     'CP'      - NPRIS         'CONP' - CON PCP
!   'RV'      - RV (G/KG)     'RTP'     - RT' (G/KG)    'CONH' - CON HEAT
!                                       'CONM' - CON MOIS
!   'THIL'   - Theta-il (K)  'TEMP'    - temperature (K)
!   'TVP'    - Tv' (K)       'THV'     - Theta-v (K)
!   'RELHUM' - relative humidity (%)      'SPEED' - wind speed (m/s)
!   'FTHRD'  - radiative flux convergence (??)
!   'MICRO'  - GASPRC
!   'Z0'     - Z0 (M)        'ZI'      - ZI (M)        'ZMAT' - ZMAT (M)
!   'USTARL' - USTARL (M/S)  'USTARW' - USTARW (M/S)  'TSTARL' - TSTARL (K)
!   'TSTARW' - TSTARW (K)    'RSTARL' - RSTARL (G/G)  'RSTARW' - RSTARW (G/G)
!   'UW'     - UW (M*M/S*S)  'VW'     - VW (M*M/S*S)
!   'WFZ'    - WFZ (M*M/S*S)  'TFZ'    - TFZ (K*M/S)
```

```

!      'QFZ' - QFZ (G*M/G*S)                'RLONG'- RLONG
!      'RSHORT'-RSHORT

$END

$ISAN_CONTROL

!-----
! Isentropic control
!-----

ISZSTAGE = 1,          ! Main switches for isentropic-sigz
IVRSTAGE = 1,          !   "varfile" processing

ISAN_INC = 0600,      ! ISAN processing increment (hmmm)
                    !   range controlled by TIMMAX,
                    !   IYEAR1,...,ITIME1

GUESS1ST = 'PRESS',  ! Type of first guess input- 'PRESS', 'RAMS'

I1ST_FLG = 1,         ! What to do if first guess file should be
                    !   used but does not exist.
                    !   1=I know it may not be there,
                    !       skip this data time
                    !   2=I screwed up, stop the run
                    !   3=interpolate first guess file from
                    !       nearest surrounding times, stop if unable
                    !       (not yet available)

IUPA_FLG = 3,         ! UPA-upper air, SFC-surface
ISFC_FLG = 3,         ! What to do if other data files should be
                    !   used, but does not exist.
                    !   1 = I know it may not be there,
                    !       skip this data time
                    !   2 = I screwed up, stop the run
                    !   3 = Try to continue processing anyway

! Input data file prefixes

IAPR      = 'dp/dp', ! Input press level dataset
IARAWI    = '', ! Archived rawindsonde file name
IASRFCE   = '', ! Archived surface obs file name

! File names and dispose flags

VARPFX    = 'isan-pert-ensci/npert', ! isan file names prefix
IOFLGISZ  = 0,          ! Isen-sigz file flag: 0 = no write, 1 = write
IOFLGVAR  = 1,          ! Var file flag: 0 = no write, 1 = write

$END

$ISAN_ISENTROPIC

!-----
! Isentropic and sigma-z processing
!-----

!-----
! Specify isentropic levels
!-----

```

```

NISN      = 43,           ! Number of isentropic levels
LEVTH     = 280,282,284,286,288,290,292,294,296,298,300,303,306,309,312,
           315,318,321,324,327,330,335,340,345,350,355,360,380,400,420,
           440,460,480,500,520,540,570,600,630,670,700,750,800,

```

```

!-----
! Analyzed grid information:
!-----

```

```

NIGRIDS   = 1,           ! Number of RAMS grids to analyze

TOPSIGZ   = 20000.,      ! Sigma-z coordinates to about this height

HYBBOT    = 4000.,      ! Bottom (m) of blended sigma-z/isentropic
                    !   layer in varfiles

HYBTOP    = 6000.,      ! Top (m) of blended sigma-z/isentropic layr

SFCINF    = 1000.,      ! Vert influence of sfc observation analysis

SIGZWT    = 1.,         ! Weight for sigma-z data in varfile:
                    !   0.= no sigz data,
                    !   1.=full weight from surface to HYBBOT

NFEEDVAR  = 1,           ! 1=feed back nested grid varfile, 0=don't

```

```

!-----
! Observation number limits:
!-----

```

```

MAXSTA    = 150,        ! maximum number of rawinsondes
                    !   (archived + special)

MAXSFC    = 1000,      ! maximum number of surface observations

NOTSTA    = 0,         ! Number of stations to be excluded
NOTID     = 'r76458',  ! Station ID's to be excluded
                    !   Prefix with 'r' for rawinsonde,
                    !   's' for surface

USED_FILE = 'none',    ! Filename prefix to output stations actually
                    !   used in the analysis

IOBSWIN   = 1800,      ! Window (seconds) around analysis time. Obs
                    !   outside this window will not be used.

STASEP    = .1,        ! Minimum sfc station separation in degrees.
                    !   Any surface obs within this distance
                    !   of another obs will be thrown out
                    !   unless it has less missing data,
                    !   in which case the other obs will be
                    !   thrown out.

IGRIDFL   = 4,         ! Grid flag=0 if no grid point, only obs
                    !   1 if all grid point data and obs
                    !   2 if partial grid point and obs
                    !   3 if only grid data
                    !   4 all data... fast

GRIDWT    = .01,.01,   ! Relative weight for the gridded press data
                    !   compared to the observational data in

```

```
! the objective analysis

GOBSEP = 5., ! Grid-observation separation (degrees)
GOBRAD = 5., ! Grid-obs proximity radius (degrees)

WVLNTH = 1200.,900., ! Used in S. Barnes objective analysis.
! Wavelength in km to be retained to the
! RESPON % from the data to the upper air
! grids.
SWVLNTH = 750.,300., ! Wavelength for surface objective analysis

RESPON = .90,.9, ! Percentage of amplitude to be retained.

$END
```

## Anexo B

```

!program modifica dp

character*19 :: dp1, dp2, dp3
character*30 :: dps
integer,parameter :: nx=215, ny=138, nz=14 ! grade do modelo global (dp)

integer :: ipress(nz)
integer :: iano, imes, idia, ihora, i, aa, bb, cc
real*8 :: u1(nx,ny,nz), u2(nx,ny,nz), t1(nx,ny,nz), h1(nx,ny,nz), g1(nx,ny,nz)
! ventos zonais dp1 , dp2, temperatura
real*8, dimension(nx,ny) :: tsw1, ssl, tsl, ps1, pl
real*8 :: v1(nx,ny,nz), v2(nx,ny,nz) ! ventos meridionais dp1 , dp2
real*8 :: x0(nx), y0(ny), levels(nz)
real*8, dimension(nx,ny,nz) ::
udif, vdif, winddif, winddifave, des, desave, qdesave, despad, upert, vpert, uini, vini
i
real*8, dimension(5,nx,ny,nz) :: vsig
real*8, dimension(10,nx,ny) :: vsfc
real*8, dimension(nx,ny,nz) :: temp
real*8 :: yy(ny)
real*8 :: xmin, ymin, deltax, deltax

print*, 'dp1?'
read(*, '(a30)') dps
dp1 = dps(1:19)

print*, 'dp2?'
read(*, '(a30)') dps
dp2 = dps(1:19)

print *, dp1
print *, dp2
dp3='dn'//dp1(3:19)
print*, dp3

open(10,file=dp1(1:19),status='old')
open(11,file=dp2(1:19),status='old')
open(12,file=dp3(1:19),status='new')
do i=1,3 !xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx
  if (i .ne. 3) read(9+i,333)
iano, imes, idia, ihora, aa, bb, cc, xmin, ymin, deltax, deltax
333
  format(5x,i4,5x,i2,5x,i2,5x,i2,5x,i3,5x,i3,5x,i3,1x,f8.3,1x,f8.3,2x,f
6.3,2x,f6.3)
  print *, iano, imes, idia, ihora, nz, nx, ny, xmin, ymin, deltax, deltax
!   if (i == 3) print *,
iano, imes, idia, ihora, aa, bb, cc, xmin, ymin, deltax, deltax
  if (i == 3) write(9+i,333)
iano, imes, idia, ihora, aa, bb, cc, xmin, ymin, deltax, deltax
!
!
!
  if (i .ne. 3) read(9+i, '(14i6)'), (ipress(iz), iz=1, nz)
!   if (i == 3) print *, (ipress(iz), iz=1, nz)
  if (i == 3) write(9+i, '(14i6)'), (ipress(iz), iz=1, nz)
!
!   umidade relativa: vsig(4, ix, iy, iz)=humrel
!
do iz=1, nz

```

```

!
!----- reads zonal wind (m/s), meridional wind (m/s) and temperature (K)
!
      do iv=1,3
          if (i .ne. 3 ) read(9+i,'(8f10.3)')
((vsig(iv,ix,iy,iz),ix=1,nx),iy=1,ny)
          enddo
      if (i == 1) then
          u1(:,: ,iz) = vsig(1,: ,iz)
          v1(:,: ,iz) = vsig(2,: ,iz)
          t1(:,: ,iz) = vsig(3,: ,iz)
      endif
      if (i == 2) then
          u2(:,: ,iz) = vsig(1,: ,iz)
          v2(:,: ,iz) = vsig(2,: ,iz)
      endif
      if (i == 3) then
          udif=(u2-u1)
          vdif=(v2-v1)
          winddif=sqrt(udif*udif+vdif*vdif)

          winddifave=sum(winddif(1:nx,1:ny,1:nz))/float(nx)/float(ny)/float(nz)
          des=(winddif-winddifave)

          qdesave=sum(des(1:nx,1:ny,1:nz)*des(1:nx,1:ny,1:nz))/float(nx)/float(
nx)/float(nz)
          despap=sqrt(qdesave)
          upert=udif*sqrt(5.0/despap)
          vpert=vdif*sqrt(5.0/despap)
          uini=u1+upert
          vini=v1+vpert
          vsig(1,: ,iz)=uini(: ,iz)
          vsig(2,: ,iz)=vini(: ,iz)
          vsig(3,: ,iz)=t1(: ,iz)
      endif
      do iv=1,3
          if (i .eq. 3) write(9+i,'(8f10.3)')
((vsig(iv,ix,iy,iz),ix=1,nx),iy=1,ny)
          enddo
!
!----- read geopotential (m)
!
      if (i .ne. 3)
read(9+i,'(8f10.3)')((vsig(5,ix,iy,iz),ix=1,nx),iy=1,ny)
          if (i == 1) then
              g1(: ,iz) = vsig(5,: ,iz)
          endif
          if (i == 3) then
              vsig(5,: ,iz)=g1(: ,iz)
          endif
          print *, "Escrevendo variavel: geopotencial"
          if (i == 3) write(9+i,'(8f10.3)')
((vsig(5,ix,iy,iz),ix=1,nx),iy=1,ny)
!
!----- reads relative humidity (%) format = '(8f10.3)'
!
      if (i .ne. 3)
read(9+i,'(8f10.3)')((vsig(4,ix,iy,iz),ix=1,nx),iy=1,ny)
          if (i == 1) then
              h1(: ,iz) = vsig(4,: ,iz)
          endif

```

```

        if (i == 3) then
            vsig(4, :, :, iz) = h1(:, :, iz)
        endif
        print *, "Escrevendo variavel: umidade relativa"
        if (i == 3) write(9+i, '(8f10.3)')
    ((vsig(4, ix, iy, iz), ix=1, nx), iy=1, ny)
    enddo
!
!----- read sea level pressure (mb)
!
    if (i .ne. 3) read(9+i, '(8f10.3)') ((vsfc(3, ix, iy), ix=1, nx), iy=1, ny)
    if (i == 1) then
        p1(:, :) = vsfc(3, :, :)
    endif
    if (i == 3) then
        vsfc(3, :, :) = p1
    endif
    print *, "Escrevendo variavel: pressao ao nivel do mar"
    if (i == 3) write(9+i, '(8f10.3)') ((vsfc(3, ix, iy), ix=1, nx), iy=1, ny)
!
!----- writes surface pressure (mb)
!
    if (i .ne. 3) read(9+i, '(8f10.3)') ((vsfc(1, ix, iy), ix=1, nx), iy=1, ny)
    if (i == 1) then
        ps1(:, :) = vsfc(1, :, :)
    endif
    if (i == 3) then
        vsfc(1, :, :) = ps1
    endif
    print *, "Escrevendo variavel: pressao ao nivel da superficie"
    if (i == 3) write(9+i, '(8f10.3)') ((vsfc(1, ix, iy), ix=1, nx), iy=1, ny)
!
!----- reads surface temperature (K)
!
    if (i .ne. 3) read(9+i, '(8f10.3)') ((vsfc(4, ix, iy), ix=1, nx), iy=1, ny)
    if (i == 1) then
        ts1(:, :) = vsfc(4, :, :)
    endif
    if (i == 3) then
        vsfc(4, :, :) = ts1
    endif
    print *, "Escrevendo variavel: temperatura na superficie"
    if (i == 3) write(9+i, '(8f10.3)') ((vsfc(4, ix, iy), ix=1, nx), iy=1, ny)
!
!----- reads snow cover (m)
!
    if (i .ne. 3) read(9+i, '(8f10.3)') ((vsfc(10, ix, iy), ix=1, nx), iy=1, ny)
    if (i == 1) then
        ss1(:, :) = vsfc(10, :, :)
    endif
    if (i == 3) then
        vsfc(10, :, :) = ss1
    endif
    print *, "Escrevendo variavel: cobertura de neve"
    if (i == 3) write(9+i, '(8f10.3)') ((vsfc(10, ix, iy), ix=1, nx), iy=1, ny)
!
!----- reads water surface temperature (K)
!
    if (i .ne. 3) read(9+i, '(8f10.3)') ((vsfc(9, ix, iy), ix=1, nx), iy=1, ny)
    if (i == 1) then
        tsw1(:, :) = vsfc(9, :, :)

```

```
endif
if (i == 3) then
    vsfc(9, :, :) = tsw1
endif
print *, "Escrevendo variavel: temperatura da superficie da agua"

if (i == 3) write(9+i, '(8f10.3)') ((vsfc(9, ix, iy), ix=1, nx), iy=1, ny)
!
!----- closes dprep file
!
    close(9+i)
enddo !xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx
stop
end
```

# Livros Grátis

( <http://www.livrosgratis.com.br> )

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)  
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)  
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)  
[Baixar livros de Matemática](#)  
[Baixar livros de Medicina](#)  
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)  
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)  
[Baixar livros de Meteorologia](#)  
[Baixar Monografias e TCC](#)  
[Baixar livros Multidisciplinar](#)  
[Baixar livros de Música](#)  
[Baixar livros de Psicologia](#)  
[Baixar livros de Química](#)  
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)  
[Baixar livros de Serviço Social](#)  
[Baixar livros de Sociologia](#)  
[Baixar livros de Teologia](#)  
[Baixar livros de Trabalho](#)  
[Baixar livros de Turismo](#)