



Ministério da
Ciência e Tecnologia



INPE-15769-TDI/1512

**AVALIAÇÃO DO NOVO MODELO GLOBAL DO
CPTEC/INPE NA PREVISÃO NUMÉRICA DE TEMPO
DE FENÔMENOS TROPICAIS**

Aliana Paula dos Reis Maciel

Dissertação de Mestrado do Curso de Pós-Graduação em Meteorologia, orientada
pelo Dr. José Paulo Bonatti, aprovada em 30 de março de 2009.

Registro do documento original:

<<http://urlib.net/sid.inpe.br/mtc-m18@80/2009/03.23.18.09>>

INPE
São José dos Campos
2009

Livros Grátis

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

Milhares de livros grátis para download.

PUBLICADO POR:

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE

Gabinete do Diretor (GB)

Serviço de Informação e Documentação (SID)

Caixa Postal 515 - CEP 12.245-970

São José dos Campos - SP - Brasil

Tel.:(012) 3945-6911/6923

Fax: (012) 3945-6919

E-mail: pubtc@sid.inpe.br

CONSELHO DE EDITORAÇÃO:

Presidente:

Dr. Gerald Jean Francis Banon - Coordenação Observação da Terra (OBT)

Membros:

Dr^a Maria do Carmo de Andrade Nono - Conselho de Pós-Graduação

Dr. Haroldo Fraga de Campos Velho - Centro de Tecnologias Especiais (CTE)

Dr^a Inez Staciarini Batista - Coordenação Ciências Espaciais e Atmosféricas (CEA)

Marciana Leite Ribeiro - Serviço de Informação e Documentação (SID)

Dr. Ralf Gielow - Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPT)

Dr. Wilson Yamaguti - Coordenação Engenharia e Tecnologia Espacial (ETE)

BIBLIOTECA DIGITAL:

Dr. Gerald Jean Francis Banon - Coordenação de Observação da Terra (OBT)

Marciana Leite Ribeiro - Serviço de Informação e Documentação (SID)

Jefferson Andrade Ancelmo - Serviço de Informação e Documentação (SID)

Simone A. Del-Ducca Barbedo - Serviço de Informação e Documentação (SID)

REVISÃO E NORMALIZAÇÃO DOCUMENTÁRIA:

Marciana Leite Ribeiro - Serviço de Informação e Documentação (SID)

Marilúcia Santos Melo Cid - Serviço de Informação e Documentação (SID)

Yolanda Ribeiro da Silva Souza - Serviço de Informação e Documentação (SID)

EDITORAÇÃO ELETRÔNICA:

Viveca Sant´Ana Lemos - Serviço de Informação e Documentação (SID)



Ministério da
Ciência e Tecnologia



INPE-15769-TDI/1512

**AVALIAÇÃO DO NOVO MODELO GLOBAL DO
CPTEC/INPE NA PREVISÃO NUMÉRICA DE TEMPO
DE FENÔMENOS TROPICAIS**

Aliana Paula dos Reis Maciel

Dissertação de Mestrado do Curso de Pós-Graduação em Meteorologia, orientada
pelo Dr. José Paulo Bonatti, aprovada em 30 de março de 2009.

Registro do documento original:

<<http://urlib.net/sid.inpe.br/mtc-m18@80/2009/03.23.18.09>>

INPE
São José dos Campos
2009

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Maciel, Aliana Paula dos Reis .

M119a Avaliação do novo modelo global do CPTEC/INPE na previsão numérica de tempo de fenômenos tropicais / Aliana Paula dos Reis Maciel. – São José dos Campos : INPE, 2009.

111p. ; (INPE-15769-TDI/1512)

Dissertação (Mestrado em Meteorologia) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 2009.

Orientador : Dr. José Paulo Bonatti.

1. Modelo Global do CPTEC. 2. Friagem. 3. Linha de instabilidade. 4. Previsão numérica de tempo. 5. Fenômenos tropicais. I.Título.

CDU 5551.509.313.6

Copyright © 2009 do MCT/INPE. Nenhuma parte desta publicação pode ser reproduzida, armazenada em um sistema de recuperação, ou transmitida sob qualquer forma ou por qualquer meio, eletrônico, mecânico, fotográfico, reprográfico, de microfilmagem ou outros, sem a permissão escrita da Editora, com exceção de qualquer material fornecido especificamente no propósito de ser entrado e executado num sistema computacional, para o uso exclusivo do leitor da obra.

Copyright © 2009 by MCT/INPE. No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system, or transmitted in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording, microfilming or otherwise, without written permission from the Publisher, with the exception of any material supplied specifically for the purpose of being entered and executed on a computer system, for exclusive use of the reader of the work.

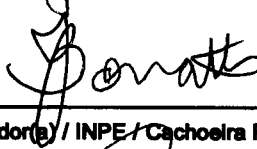
**Aprovado (a) pela Banca Examinadora
em cumprimento ao requisito exigido para
obtenção do Título de Mestre em
Meteorologia**

Dr. Nelson Jesus Ferreira



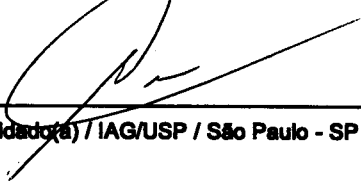
Presidente / INPE / SJCampos - SP

Dr. José Paulo Bonatti



Orientador(a) / INPE / Cachoeira Paulista - SP

Dr. Adilson Wagner Gandu



Convidado(a) / IAG/USP / São Paulo - SP

Aluno (a): Allana Paula dos Reis Maciel

São José dos Campos, 30 de março de 2009

“Para tudo há um tempo, para cada coisa há um momento debaixo do céu”.

(Eclesiastes)

“Se você não quer ser esquecido quando morrer, escreva coisas que valem a pena ler ou faça coisas que valem a pena escrever”.

(Benjamin Franklin)

Dedico esta dissertação a meus irmãos, Claudinho, Marcelo, Guilherme e Davi, que tanto amo, pois quero inspirá-los e encorajá-los a lutar por seus sonhos e incentivá-los a nunca desistirem no meio da jornada.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus, que nesta jornada me deu força e coragem para ir até o fim.

A toda minha família, meus pais, Inês e Francisco, meus irmãos, meus avós, tios, primos, minhas cunhadas, por todo carinho, amor, dedicação, por acreditar e apoiarem meus sonhos e por darem toda base e força para enfrentar os desafios da vida.

Ao Dr. José Paulo Bonatti, pelo exemplo, pela orientação exemplar e pelos ensinamentos.

Aos membros da Banca examinadora, Dr. Nelson de Jesus e Dr. Adilson Gandu, pelas correções e sugestões apresentadas.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio financeiro à minha pesquisa.

À Renata Mendonça, pela co-orientação, ajuda, amizade, pelas discussões indispensáveis neste período e ao Marcos Mendonça pela confiança depositada no meu trabalho e pela amizade conquistada.

À Fernanda e Marília, pela amizade que até hoje nós mantemos, obrigada meninas pela convivência agradável que tivemos nos anos que moramos juntas. Em especial à minha grande amiga Raquel, que desde a faculdade até o fim deste mestrado sempre se mostrou não só minha amiga, mas minha irmã de coração. A todos os colegas do curso: Alan, Antônio, Cristiano, Eliude, Michelyne, Renato, Rogério e Sheila, pelos momentos de alegria e angústias partilhados.

Ao grande amigo Paulo Kubota, pelos esclarecimentos prestados, pela grande ajuda em ensinar a rodar o modelo global, e pelas conversas bem divertidas. À Rita Micheline e Glaucia, pelo carinho e amizade a mim dedicados. Agradeço ainda a um amigo que conheci no final desta jornada e que muito colaborou na conclusão deste trabalho e agüentou o meu estresse, obrigada Marcelo, pelo apoio e amizade.

À D. Maria, que é uma segunda mãe pra mim e D. Ana pelos cafezinhos de todos os dias, por todo o cuidado e carinho.

A todos os que me ajudaram direta ou indiretamente e que no momento não dá pra citar todos os nomes, por serem muitos, agradeço pela colaboração na realização deste trabalho.

RESUMO

O estudo de fenômenos meteorológicos que afetam a região tropical, como linhas de instabilidade (LIs), que são grandes causadoras de precipitação para esta região e friagens que acarretam quedas bruscas na temperatura é de grande importância. Neste trabalho foi avaliada a capacidade do modelo em prever tais fenômenos, utilizando resoluções horizontais e verticais diferentes, usando o método de integração no tempo semilagrangiano, com grade normal e reduzida. Com isso foi possível validar as diferentes configurações do MCGA/CPTEC utilizando a previsão para os dois fenômenos meteorológicos citados anteriormente, na região de grande importância mundial, que é a Região Amazônica. Os experimentos realizados foram divididos em três conjuntos, mantendo um experimento como controle e variando as configurações dos outros dois experimentos. Dessa forma foi verificado o impacto do aumento das resoluções para cada variável tratada, além do cálculo dos índices estatísticos. Com os resultados obtidos foi possível verificar que para a previsão de formação de LIs, a resolução horizontal e vertical, bem como o método de integração e boas condições iniciais e de contorno são fatores importantes na determinação da evolução da LI. O modelo prevê bem friagens para a Região Amazônica, independentemente do tipo de configuração utilizada, o importante nesse caso é ter uma boa condição inicial.

Evaluation of the New Global Model of CPTEC/INPE in the Numerical Weather Prediction of Tropical Phenomena

ABSTRACT

It is important the study of meteorological phenomena that affect the tropical area as the squall lines, main responsible for the precipitation for this area and the “friagens” that cause decrease of the temperature. In this work the capacity of the model was evaluated in forecasting such phenomena, using different horizontal and vertical resolutions, using the semilagrangian integration method, with normal and reduced grid. The objective of validating the different configurations of MCGA/CPTEC was reached, using the forecast for the two meteorological phenomena mentioned previously, in the area of great world importance, the Amazonian Region. The accomplished experiments were divided in three groups, maintaining an experiment as control and varying the configurations of the other two experiments. In this way the impact of the increase of the resolutions was verified for each treated variable, besides the calculation of the statistical indexes. Through the obtained results it was possible to verify that for the forecast of formation of the squall lines, the horizontal and vertical resolution as well as the integration method and better initial and boundary conditions are important factors in the determination of the squall lines evolution. The forecast done by the model of CPTEC is satisfactory for the events of “friagens”, happened in the Amazonian Region, independently of kind the used configuration, in this case the initial conditions are very important.

SUMÁRIO

Pág.

LISTA DE FIGURAS

LISTA DE TABELAS

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

1 INTRODUÇÃO	23
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	26
2.1 Linhas de Instabilidades (LIs) e Friagens	27
2.1.1 Linhas de Instabilidades (LIs) e Friagens	27
2.1.2 Friagens	30
2.2 O Modelo Global do CPTEC e suas inovações	32
3 DADOS E METODOLOGIA	35
3.1 Dados	35
3.2 Metodologia	36
3.2.1 Descrição dos Experimentos Realizados	36
3.2.2 Cálculo de Índices Estatísticos	39
4 CASOS ESTUDADOS	43
4.1 1º Evento: Linha de Instabilidade	43
4.1.1 Precipitação	43
4.1.2 Água Precipitável e Altura Geopotencial	50
4.1.3 Divergência e Linhas de Corrente	56
4.2 2º Evento: Friagem	62
4.2.1 Pressão ao Nível Médio do Mar	62
4.2.2 Vento em 925 hPa e Espessura Geopotencial (700hPa – 1000hPa) ...	70
4.2.3 Temperatura	74
4.3 3º Evento: Friagem associada a um vórtice	76
4.3.1 Vento em 925 hPa e Espessura Geopotencial (700hPa – 1000hPa) ...	76
4.3.2 Temperatura	83
5 CONCLUSÕES	85
6 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	87
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	89
APÊNDICE A – TABELAS DE ÍNDICES ESTATÍSTICOS	93

LISTA DE FIGURAS

	<u>Pág.</u>
3.1 - Área correspondente à região de estudo – América do Sul Tropical (AST).	40
4.1 - 1º Conjunto de experimentos para as 18Z do dia 20/01/2004: a) Imagem satélite GOES/12, b) acumulados de TRMM, Precipitação (mm/dia): c) Previsão para resolução T _Q 170L42, d) T _Q 254L42, e) T _Q 254L42 semilagrangiana, f) T _Q 254L64, g) T _Q 254L96 semilagrangiana e h) T _Q 254L96 semilagrangiana com grade reduzida.....	47
4.2 - 2º Conjunto de experimentos para as 18Z do dia 20/01/2004: a) Imagem satélite GOES/12, b) acumulados de TRMM, Precipitação (mm/dia): c) Previsão para resolução T _Q 170L42, d) T _Q 254L42, e) T _Q 254L42 semilagrangiana, f) T _Q 254L64, g) T _Q 254L96 semilagrangiana e h) T _Q 254L96 semilagrangiana com grade reduzida.....	48
4.3 - 3º Conjunto de experimentos para as 18Z do dia 20/01/2004: a) Imagem satélite GOES/12, b) acumulados de TRMM, Precipitação (mm/dia): c) Previsão para resolução T _Q 170L42, d) T _Q 254L42, e) T _Q 254L42 semilagrangiana, f) T _Q 254L64, g) T _Q 254L96 semilagrangiana e h) T _Q 254L96 semilagrangiana com grade reduzida.....	49
4.4 - 1º Conjunto de experimentos para as 18Z do dia 20/01/2004: a) Imagem satélite GOES/12, b) acumulados de TRMM, Precipitação (mm/dia): c) Previsão para resolução T _Q 170L42, d) T _Q 254L42, e) T _Q 254L42 semilagrangiana, f) T _Q 254L64, g) T _Q 254L96 semilagrangiana e h) T _Q 254L96 semilagrangiana com grade reduzida.....	53
4.5 - 2º conjunto de experimentos – Altura geopotencial (m) em 500 hPa (linhas) e água precipitável(mm) (shaded) para às 18Z do dia 20/01/04 e para às 00 e 06Z do dia 21/01/04: (a) análise na resolução TQ254L42,(b) previsão na resolução TL254L42 e (c) previsão na resolução TQ254L42 semilagrangiana.....	54
4.6 - 3º conjunto de experimentos – Altura geopotencial (m) em 500 hPa (linhas) e água precipitável (mm) (shaded) para às 18Z do dia 20/01/04 e para as 00 e 06Z do dia 21/01/04: (a) análise na resolução TQ254L42, (b) previsão na resolução TL254L96 semilagrangiana e (c) idem a (b) com grade reduzida.....	55
4.7 - 1º conjunto de experimentos – Divergência (kg/kg.s ⁻¹) em 975 hPa (shaded) e linha de corrente em 850 hPa (linhas) para às 18Z do dia 20/01/04 e para as 00 e 06Z do dia 21/01/04: (a) análise na resolução TQ170L42, (b) previsão na resolução TQ254L42 e (c) previsão na resolução TQ254L64.....	58
4.8 - 2º conjunto de experimentos – Divergência (kg/kg.s ⁻¹) em 975 hPa (shaded) e linha de corrente em 850 hPa (linhas) para às 18Z do dia 20/01/04 e para as 00 e 06Z do dia 21/01/04: (a) análise na resolução TQ254L42,(b) previsão na resolução TL254L42 e (c) previsão na resolução TQ254L42 semilagrangiana.....	59

4.9 - 3º conjunto de experimentos – Divergência (kg/kg.s^{-1}) em 975 hPa (shaded) e linha de corrente em 850 hPa (linhas) para às 18Z do dia 20/01/04 e para as 00 e 06Z do dia 21/01/04: (a) análise na resolução TQ254L42, (b) previsão na resolução TL254L96 semilagrangiana e (c) idem a (b) com grade reduzida	60
4.10 – Pressão (hPa) ao nível médio do mar para às 00Z do dia 1º/02/05, (a) 1º, (b) 2º e (c) 3º conjunto de experimentos	65
4.11 - Pressão (hPa) ao nível médio do mar para às 12Z do dia 1º/02/05, (a) 1º, (b) 2º e (c) 3º conjunto de experimentos	66
4.12 - Pressão (hPa) no nível médio do mar para às 00Z do dia 02/02/05, (a) 1º, (b) 2º e (c) 3º conjunto de experimentos	67
4.13 - Pressão (hPa) no nível médio do mar para às 12Z do dia 02/02/05, (a) 1º, (b) 2º e (c) 3º conjunto de experimentos	68
4.14 - Pressão (hPa) no nível médio do mar para às 00Z do dia 03/02/05, (a) 1º, (b) 2º e (c) 3º conjunto de experimentos	69
4.15 - Vento (m/s) em 925 hPa (vetor) e espessura geopotencial (m) em (700 – 1000)hPa (linhas) para às 00Z do dia 00/02/05, (a) 1º, (b) 2º e (c) 3º conjunto de experimentos	72
4.16 - Vento (m/s) em 925 hPa (vetor) e espessura geopotencial (m) em (700 – 1000)hPa (linhas) para às 12Z do dia 02/02/05, (a) 1º, (b) 2º e (c) 3º conjunto de experimentos	73
4.17 - Evolução temporal da anomalia da temperatura do ar na área onde ocorreu o evento de friagem – período de 31 de janeiro a 05 de fevereiro de 2005 : (a) 1º, (b) 2º e (c) 3º conjunto de experimentos.....	75
4.18 - Vento (m/s) em 925 hPa (vetor) e espessura geopotencial (m) em (700 – 1000)hPa (linhas) para às 00Z do dia 12/09/04, (a) 1º, (b) 2º e (c) 3º conjunto de experimentos	78
4.19 - Vento (m/s) em 925 hPa (vetor) e espessura geopotencial (m) em (700 – 1000)hPa (linhas) para às 12Z do dia 12/09/04, (a) 1º, (b) 2º e (c) 3º conjunto de experimentos	79
4.20 - Vento (m/s) em 925 hPa (vetor) e espessura geopotencial (m) em (700 – 1000)hPa (linhas) para às 00Z do dia 13/09/04, (a) 1º, (b) 2º e (c) 3º conjunto de experimentos	80
4.21 - Vento (m/s) em 925 hPa (vetor) e espessura geopotencial (m) em (700 – 1000)hPa (linhas) para às 12Z do dia 13/09/04, (a) 1º, (b) 2º e (c) 3º conjunto de experimentos	81
4.22 - Vento (m/s) em 925 hPa (vetor) e espessura geopotencial (m) em (700 – 1000)hPa (linhas) para às 00Z do dia 14/09/04, (a) 1º, (b) 2º e (c) 3º conjunto de experimentos	82
4.23 - Evolução temporal da anomalia da temperatura do ar na área onde ocorreu o evento de friagem – de 11 a 17 de setembro de 2004: (a) 1º, (b) 2º e (c) 3º conjunto de experimentos	84

LISTA DE TABELAS

	<u>Pág.</u>
3.1 - Configurações do modelo global do CPTEC/INPE que serão usadas em experimentos referentes a este estudo	37
3.2- Resoluções do modelo global do CPTEC/INPE que serão usadas no primeiro conjunto de experimentos referentes a este estudo.....	38
3.3 - Resoluções do modelo global do CPTEC/INPE que serão usadas no segundo conjunto de experimentos referentes a este estudo	38
3.4 - Resoluções do modelo global do CPTEC/INPE que serão usadas no terceiro conjunto de experimentos referentes a este estudo	39
3.5 - Regiões utilizadas para o cálculo de índices estatísticos.....	40

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

AGP	Água Precipitável
AST	América do Sul Tropical
COLA	Center for Ocean, Land and Atmosphere Studies
CPTEC	Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos
ECMWF	European Centre for Medium-Range Weather Forecasts
FLC	Fronteira Líder de Convecção
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
JMA	Japan Meteorological Agency
LIs	Linhas de Instabilidade
LIC	Linha de Instabilidade Costeira
LICon	Linha de Instabilidade Continental
LIP	Linhas de Instabilidade que se Propagam
MCGA	Modelo de Circulação Geral da Atmosfera
MPI	Message Passing Interface
NCAR	National Center for Atmospheric Research
NCEP	National Centers for Environmental Prediction
NRET	Nuvens Precipitantes na Região Estratiforme Traseira
OpenMP	Open Multi-processing
PCDs	Plataformas de Coletas de Dados
PNT	Previsão Numérica de Tempo
PSNM	Pressão ao Nível Médio do Mar
RAMS	Regional Atmospheric Modeling System
SST	Sea Surface Temperatures
TRMM	Tropical Rainfall Measuring Mission
ZCIT	Zona de Convergência Intertropical do Atlântico
ZGEO	Altura Geopotencial

1 INTRODUÇÃO

A previsão de tempo e de clima tem evoluído muito nos últimos anos em todos os Centros Mundiais. No Brasil, o Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC/INPE) realiza previsões de tempo e de clima em escala global há mais de uma década. O modelo global operacional do CPTEC/INPE vem sofrendo modificações para torná-lo mais moderno, mais eficiente computacionalmente e mais preciso em suas previsões. Resumidamente, o modelo global do CPTEC/INPE era baseado na solução espectral das equações primitivas da dinâmica, na forma de divergência e vorticidade, temperatura virtual, umidade específica e logaritmo da pressão à superfície, e na inclusão dos processos subgrade a partir de parametrizações (KINTER et al., 1997; BONATTI, 1996).

A modernidade citada anteriormente se refere à introdução de novas tecnologias já em uso em Centros de Previsão de ponta, como o European Centre for Medium-Range Weather Forecasts (ECMWF), National Centers for Environmental Prediction – National Center for Atmospheric Research (NCEP/NCAR) e Japan Meteorological Agency (JMA). Tais tecnologias, como método semilagrangiano 3-D de integração no tempo, grade reduzida e linear, e a total reestruturação do código computacional já estão em testes operacionais desde o início de 2006.

Atualmente, já foram introduzidas novas parametrizações de convecção (Grell) e de radiação (CLIRAD). A introdução do método semilagrangiano implicou na reestruturação da dinâmica do modelo, agora baseada em vento zonal e meridional, em lugar da divergência e vorticidade. O modelo ainda permite integração euleriana e o uso de técnicas de paralelismo que apresentam melhor performance e melhor desempenho em ambientes de programação.

As evoluções que estão acontecendo na pesquisa de técnicas numéricas e processos de modelagem permitem um rápido desenvolvimento da tecnologia

computacional, tanto na capacidade computacional quanto no tamanho da memória de computadores usados para Previsão Numérica de Tempo (PNT). Isso resulta em um melhor desenvolvimento de modelos atmosféricos globais altamente sofisticados, com um aumento notável das resoluções horizontal e vertical, o que permite simulações e previsões mais realísticas de fenômenos meteorológicos.

Há vários sistemas meteorológicos atuantes sobre a América do Sul, com diferentes escalas temporais e espaciais, que afetam o tempo e o clima sobre este continente. A região de estudo escolhida para esse trabalho pode ser denominada América do Sul Tropical (AST), onde se encontra a floresta Amazônica. É uma região de grande importância por apresentar uma grande diversidade com relação à fauna e flora, e também por possuir um clima tropical úmido. Sua localização geográfica faz com que durante todo o ano haja uma grande quantidade de energia disponível no local, gerando desta forma um forte interesse na compreensão das formas com que esta energia é usada na interação solo-floresta-atmosfera.

As Linhas de Instabilidade (LIs) e friagens na Amazônia serão alvo de estudo neste trabalho. Fenômenos importantes como a penetração de sistemas frontais e LIs são mecanismos provocadores de chuva na região amazônica. Entre os sistemas convectivos que produzem grandes quantidades de chuva na Amazônia, as LIs são responsáveis por cerca de 45% da precipitação no nordeste paraense durante o período chuvoso dessa região (COHEN et al., 1989). Estudos recentes (FISCH, 1995; MARENGO et al., 1997; OLIVEIRA et al., 2001 ; FISCH et al., 2004) descrevem as características de friagens e sua influência na Amazônia, dando uma idéia das mudanças ocorridas nas condições de tempo da região. As friagens que atingem essa região fazem as temperaturas sofrerem quedas bastante significativas em menos de 24 horas.

Com tantas melhorias ocorridas nos modelos até o momento, principalmente no Modelo de Circulação Geral da Atmosfera (MCGA/CPTEC) este estudo visa

verificar o impacto no desempenho do modelo com o aumento das resoluções horizontais e verticais. Também testa a integração no tempo semilagrangiana, com as parametrizações de convecção Grell e de radiação CLIRAD.

Um dos principais objetivos deste trabalho é validar várias configurações do modelo global utilizando a previsão para dois fenômenos diferentes, como LI e friagens na Amazônia. Através dos experimentos realizados é possível verificar o impacto destas novas tecnologias sobre a AST utilizando as análises de simulações desses dois fenômenos e calculando os índices estatísticos para algumas variáveis importantes na determinação dos eventos estudados.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Linhas de Instabilidades (LIs) e Friagens

Molion (1993), estudou as circulações de macro e mesoescala que atuam na Amazônia e os processos dinâmicos que organizam e promovem a precipitação naquela área. Os mecanismos que provocam chuva na Amazônia podem ser agrupados em 3 tipos: convecção diurna resultante do aquecimento da superfície e condições de larga escala favoráveis; linhas de instabilidade originadas na costa norte-nordeste do litoral do Atlântico; aglomerados convectivos de meso e larga escala, associados com a penetração de sistemas frontais na região sul-sudeste do Brasil e interagindo com a região Amazônica.

2.1.1 Linhas de Instabilidade

Um outro fenômeno importante na região Amazônica são as LIs, que são bandas longas e estreitas de nuvens convectivas e podem ser entendidas como sistemas de mesoescala que podem atingir a escala sinótica após o deslocamento. Formam-se na costa norte-nordeste da América do Sul como um resultado da convecção induzida pela brisa-marítima, propagando-se para longe da costa, atingindo o interior do continente 48h após sua gênese (MOLION 1987).

Segundo Cohen et al (1989), as LIs na Amazônia foram classificadas em duas categorias, as que chegam no máximo a 170 km (medidos a partir do Ponto Central da LI, na costa), denominadas Linhas de Instabilidade Costeira (LIC) e as que se propagam pelo continente adentro, as Linhas de Instabilidade que se Propagam (LIP). A velocidade média é entre 12 e 16 ms^{-1} com dimensão média de 1400 km de comprimento e 170 km de largura. As LIs tendem a se formar ao sul da Zona de Convergência Intertropical do Atlântico (ZCIT) e em seu

estágio inicial podem ser consideradas como de mesoescala podendo atingir a escala sinótica durante o seu deslocamento.

Uma região de pré-tempestade contendo torres de cumulus, uma fronteira líder de convecção (FLC) e múltiplas camadas de nuvens precipitantes na região estratiforme traseira (NRET) são três distintos componentes das LIs na Amazônia (COHEN et al, 1989). Os cálculos de divergência e velocidade vertical para uma das LIC (linhas de instabilidade sem propagação) estudadas indicaram ascensão vertical profunda na FLC e em uma região de convergência em níveis médios na NRET. A convergência em níveis médios foi associada a uma fraca corrente ascendente acima de 500 hPa e correntes descendentes não saturadas abaixo. Os movimentos verticais na NRET têm uma ordem de magnitude menor que aqueles na FLC (GARSTANG, 1994). Conforme observado, essas características são similares à estrutura dinâmica da LI e de outros sistemas convectivos nos trópicos e em latitude médias (HOUSE, 1989).

Segundo Cohen et al. (1989), as LIs são mais comuns entre abril e agosto. As LIs que ocorrem na Amazônia são responsáveis pela formação de chuvas próximo à costa litorânea dos estados do Pará e Amapá, bem como de precipitação na Amazônia Central, durante a estação seca. Cavalcanti (1982) realizou um estudo climatológico e observou que a formação destas linhas posiciona-se ao sul da (ZCIT), sendo o período de maior frequência na época em que a ZCIT está mais organizada.

Cohen et al. (1995) estudaram as condições ambientais associadas com LIs na Amazônia. Concluíram que a situação sinótica inclui a presença de ondas de leste e também uma fonte de calor localizada. Os dias de LIs tinham em comum um forte e profundo jato de baixo nível comparado com os dias sem LIs. Duas explicações possíveis são encontradas para a intensificação do jato: a propagação das ondas de leste no Atlântico Tropical e fontes de calor

localizadas na parte oeste da Amazônia. Sugere-se que as simulações numéricas devem ser executadas para avaliar a importância relativa de cada mecanismo em grande escala.

O trabalho de Cohen (2001) proporcionou a identificação de um tipo de LI ainda pouco estudada na região amazônica, a linha de instabilidade continental (LICon). A sua primeira descrição foi feita por Cohen e Gandu (2002) através de estudo observacional. Os autores constataram que a LICon se forma no interior do continente e não está associada à brisa marítima e que seu alinhamento é quase perpendicular à costa. Apontaram ainda dois mecanismos que podem atuar de forma combinada para sua formação: (i) formação associada à passagem de um distúrbio ondulatório de leste; e (ii) ondas de gravidade interna devido à topografia.

Cohen et al. (2002) estudaram as condições de ambiente e, através de simulação numérica utilizando o modelo RAMS (Regional Atmospheric Modeling System) observaram que a região de formação da LICon apresentou contrastes de vegetação e orografia enquanto que o ambiente de grande escala era favorável a formação da LICon. O resultado da simulação numérica mostrou que a estrutura da LICon é semelhante àquela observada para outras LIs tropicais como em Zipser (1977).

Pontes e Silva Dias (2006) estudaram as características físicas e termodinâmicas de uma LI, ocorrida no estado de Rondônia em 08 de outubro de 2002, bem como sua organização e formação. Este sistema provocou mudanças, principalmente nos perfis da temperatura potencial equivalente e o decréscimo desta variável é um forte indicativo da sua passagem. Apesar de este evento estar inserido no período de transição da estação seca para a chuvosa, o sistema apresenta características similares às encontradas na estação chuvosa, mas não pode ser classificado como uma tempestade severa.

2.1.2 Friagens

A incursão de massas de ar frio é um fenômeno que ocorre durante todo o ano na região tropical da América do Sul. Durante o inverno há forte influência de frentes frias que atingem o sul da Amazônia, ocasionando um fenômeno denominado friagem. Este fenômeno ocasiona uma brusca alteração nas condições meteorológicas, causando uma diminuição da temperatura e umidade do ar, modificando as características ambientais. Normalmente, as friagens estão relacionadas ao desenvolvimento de um anticiclone atrás de um sistema frontal que se move para o norte, atingindo a região da Amazônia (HAMILTON ; TARIFA,1978).

Os efeitos destas incursões de ar polar na Amazônia têm sido ainda pouco estudados. Os estudos de Brinkman e Ribeiro (1972), Hamilton e Tarifa (1978), Fisch (1996) e Marengo et al. (1996) detalharam alguns destes efeitos. Garreaud (2000) detectou, a partir das re-análises do NCEP/NCAR entre 1979 e 1995, 145 episódios em eventos de inverno (maio a setembro), e 132 eventos de verão (novembro a março). Estatisticamente, as principais formas da circulação sinótica e da variação de temperatura ocorrem devido a estas incursões de ar frio, em regiões subtropicais e tropicais.

Durante a passagem de uma frente fria sobre a parte leste do Brasil, a convecção tropical em alguns casos aumenta na região oeste da Amazônia e subseqüentemente, nas partes central e leste da Bacia Amazônica. A aparente propagação da atividade convectiva para leste está associada à passagem da frente fria mais ao sul. Durante este período, ocorrem acelerações significativas nas correntes de jato sobre o Atlântico em ambos os hemisférios (KOUSKY; VIRJI, 1982).

Eventos de incursão de ar em baixas latitudes foram analisados, do ponto de vista sinótico e dinâmico, nos trabalhos de Hamilton e Tarifa (1978) e Marengo et al. (1997). Nos dois trabalhos ressalta-se que é necessário haver a

amplificação do conjunto de crista e cavado em altos níveis, que promova advecção de vorticidade anticiclônica a sotavento da cordilheira dos Andes. Tal advecção promove a intensificação do anticiclone em superfície. É preciso advecção fria e convergência abaixo da crista, para que este se fortaleça e torne-se uma região favorável ao escoamento de ar de altas latitudes para norte em todo o centro da América do Sul. Este escoamento é canalizado pela cordilheira dos Andes, que tem, portanto, papel fundamental na geração de friagens (GARREAUD, 2000).

Desenvolveu-se, a partir da re-análise do NCEP-NCAR, uma série de mapas compostos caracterizando as condições sinóticas e dinâmicas, tanto em baixos como em altos níveis da troposfera, as situações médias observadas nos dias próximos à ocorrência de friagens (GARREAUD, 2000). Verificou-se que tanto na estação fria quanto na estação quente, as características médias observadas em ambos os períodos são semelhantes, exceto pelo fato de que no verão as estruturas atmosféricas predominantes em grande escala não são bem definidas. Há diferenças nas características do estado básico da atmosfera, como a presença de um cavado térmico no centro do continente e que pode mascarar o avanço do anticiclone para os trópicos, e os máximos gradientes de temperatura associados às ondas baroclínicas, que estão normalmente mais ao sul. Além disso, o fluxo de umidade nos dias precedentes à friagem é mais intenso nos eventos de verão, o que pode explicar a precipitação mais freqüente nestes casos.

Oliveira et al. (2004) estudaram um fenômeno de friagem ocorrido em junho de 2001 e verificaram que a friagem ocasionou uma diminuição de 35% no valor da temperatura do ar, uma redução de 75 W.m^{-2} na radiação solar incidente, associada à nebulosidade presente em decorrência da penetração da massa de ar frio. Neste trabalho verificou-se que a friagem altera a partição de energia causando uma redução no fluxo de calor sensível e latente. Com o desmatamento da Amazônia poderiam existir mais eventos extremos como, por exemplo, a entrada mais freqüente de friagens.

2.2 O Modelo Global do CPTEC e suas inovações

O Modelo Global do CPTEC tem sua origem no modelo do NCEP/USA. Esse modelo foi transferido ao Center for Ocean, Land and Atmosphere Studies (COLA/USA) nas décadas de 80/90, onde inicialmente cálculos diagnósticos foram implementados para um melhor entendimento dos processos físicos simulados.

As equações do modelo são escritas na forma espectral e as equações do movimento horizontal são transformadas nas equações da vorticidade e da divergência, o que facilita tanto o tratamento espectral quanto a implantação do método semi-implícito de integração no tempo. Existe também um esquema de inicialização utilizando os modos normais do modelo linearizado sobre um estado básico em repouso e com temperatura em função apenas da vertical; essa inicialização inclui os termos referentes aos processos diabáticos.

A parametrização de alguns processos físicos é necessária como na superfície, no oceano, na camada limite planetária, na radiação solar e na convecção. As leis físicas que governam os movimentos atmosféricos utilizadas são: conservação de massa e umidade, de momentum angular e de energia. As principais equações são: equação do movimento, equação da continuidade para o ar seco e vapor d'água e a primeira lei da termodinâmica. Consideram-se os movimentos verticais em equilíbrio hidrostático.

Além de fornecer a previsão de tempo e clima para a sociedade, o CPTEC, ainda contribui com o desenvolvimento dos modelos numéricos e dos produtos operacionais que melhoram a qualidade da previsão. Desde 2002, um novo modelo global tem sido desenvolvido a partir do aprimoramento das técnicas numéricas, visando eficiência dos recursos computacionais e modernização dos sistemas de previsão de tempo. Este modelo apresenta vantagens em relação ao modelo anterior, pois traz inovação e melhor desempenho computacional.

A qualidade das PNTs depende dentre vários fatores do método numérico utilizado. Nas últimas décadas a pesquisa e o desenvolvimento de métodos mais precisos e adequados a cada tipo de previsão tem sido intensos. O método espectral com discretização temporal semilagrangiana, semi-implícita é um exemplo deste recente desenvolvimento. Sua característica principal é o alongamento do passo do tempo além do permitido pelos métodos eulerianos tradicionais. Esse aumento do passo temporal representa um ganho final em eficiência, mas esta vantagem pode se reduzir consideravelmente pela perda de precisão em regiões próximas a montanhas íngremes, como é o caso da cordilheira dos Andes. O aparecimento de oscilações espúrias, de origem essencialmente numérica, invalida as previsões próximas a estas regiões.

O novo modelo é constituído de duas dinâmicas: a espectral euleriana e a semilagrangiana (BARROS, S. 2006 – COMUNICAÇÃO PESSOAL). A dinâmica espectral euleriana foi reescrita e tornou-se mais eficiente computacionalmente e na semilagrangiana pode-se utilizar um Δt até três vezes maior do que o da dinâmica euleriana. Outra contribuição é a implementação da grade reduzida utilizada para alta resolução do modelo, onde o número de longitudes por latitude varia com a latitude (BARROS, S. 2006 – COMUNICAÇÃO PESSOAL). Isso proporciona a redução de cálculos nos pontos próximos ao pólo sem degradar a previsibilidade do modelo.

Baseado MCGA/CPTEC/COLA, novas parametrizações físicas foram inseridas, a dinâmica anterior foi reescrita e novos esquemas foram incluídos, como o esquema de convecção profunda (GRELL et al., 2002), esquema de convecção rasa (SOUZA, 1999) e esquema de radiação de ondas curtas CLIRAD-SW (TARASOVA et al., 2006).

O OpenMP (Open Multi-processing) – metodologia que usa diretivas – é uma aplicação que programa interfaces que suportam multi-plataformas compartilhando multiprocessamentos de memória para programas em C, C++ e

Fortran em muitas arquiteturas, inclusive Unix e plataformas de Microsoft Windows. Consiste em um conjunto de diretivas de compilador, rotinas de biblioteca, e variáveis de ambiente que influenciam o comportamento “run-time” (o instante de processamento). Uma aplicação construída com o modelo híbrido de programação paralela pode correr em um agrupamento de computadores que usam OpenMP e MPI (Message Passing Interface).

Uma das mais altas resoluções do MCGA/CPTEC que é atualmente usada para previsão de tempo operacional tem resolução horizontal de 60 km – resolução que só roda em Open MP – T213L42 (T significa truncamento triangular, 213 o número de onda zonal máximo e 42 o número de camadas na vertical) – com previsões para um prazo de 7 dias utilizando o esquema de convecção Kuo (KUO H. L., 1965) e radiação onda curta (LACIS et al, 1974; DAVIS, 1982) e onda longa (HARSHVARDHAN et al., 1987), processos físicos descritos por Cavalcanti et al. (2002). O CPTEC também possui o MCGA T299L64 com 10 dias de previsão com resolução horizontal de 44 km – resolução que só roda em MPI. Neste trabalho não foi utilizada esta versão do modelo de previsão operacional.

3 DADOS E METODOLOGIA

3.1 Dados

Para a realização deste trabalho foram utilizados os seguintes dados:

- a) Dados de análises espectrais T254L64 do NCEP/NCAR para os períodos de janeiro e setembro de 2004 e janeiro e fevereiro de 2005;
- b) Dados de SST (Sea Surface Temperatures) para previsão de tempo (SSTW) do NCEP/NCAR para o mesmo período citado no item anterior;
- c) Dados de Re-análise do ECMWF para a climatologia, esses dados foram utilizados no programa feito para calcular os índices estatísticos;
- d) Dados de análises de precipitação de TRMM (Tropical Rainfall Measuring Mission) acumulados de 3 horas processados pelo CPTEC;
- e) Dados de temperatura da Plataforma de coleta de dados da cidade de Cuiabá-MT (PCDs) retirados do site do CPTEC/INPE, para os dois casos de friagem estudados;
- f) Imagens do satélite GOES-12 no canal infravermelho para o período de LICon estudada.

3.2 Metodologia

3.2.1 Descrição dos experimentos realizados

A metodologia deste trabalho consistiu em rodar experimentos básicos de PNT com as configurações atuais do MCGA/CPTEC com a introdução das modificações do novo modelo global (novas tecnologias de integração no tempo, grades e parametrizações) uma a uma.

O período correspondente às rodadas da LICon foi das 00 Z de 20/01/2004 às 00 Z de 22/01/2004, com saídas de 6 em 6 horas e com um total de 48 horas de simulação. Para o primeiro evento de friagem estudado o período foi das 06 Z de 31/01/2005 às 00 Z de 05/02/2005, com saídas de 6 em 6 horas e com o total de 120 horas de simulação. As saídas do modelo para o evento de friagem associado ao vórtice foram de 6 em 6 horas, o período foi das 06 Z de 11/09/2004 às 00 Z do dia 17/09/2004 com um total de 144 horas de simulação.

Os principais processos físicos incluídos neste modelo, cujos detalhes estão em Kinter et al. (1997) ou em <http://grads.iges.org/agcm/>, são apresentados a seguir:

Processos úmidos:

- Convecção profunda (Esquema Grell (GRELL, 2002.));
- Convecção rasa (TIEDTKE, 1983);
- Condensação de grande escala (NMC, 1988).

Demais processos:

- Modelo de interação solo-atmosférico simplificado sobre os continentes (SSIB, XUE et al., 1991);
- Processos físicos descritos por Cavalcanti et. al. (2002);
- Camada limite planetária (MELLOR; YAMADA, 1982);

- Fluxos radiativos (onda curta (CLIRAD) e onda longa (HARSHVARDHAN et al., 1987));

Como o objetivo desse trabalho é analisar o impacto do aumento das resoluções horizontais e verticais, o modelo foi rodado em sete configurações diferentes. Na tabela 1, estão apresentadas as configurações do modelo global do CPTEC/INPE aplicadas para os experimentos que foram utilizados neste estudo.

Tabela 3.1 – Configurações do modelo global do CPTEC/INPE que serão usadas em experimentos referentes a este estudo.

Experi- mentos	Resolução Espectral	Tipo de Grade	Resolução Horizontal	Tipo de Integração
A	T _Q 170L42	QUADRÁTICA	78 km	Euleriano
B	T _Q 254L42	QUADRÁTICA	62 km	Euleriano
C	T _Q 254L64	QUADRÁTICA	62 km	Euleriano
D	T _L 254L42	LINEAR	78 km	Semi-Lagrangeano
E	T _Q 254L42	QUADRÁTICA	62 km	Semi-Lagrangeano
F	T _L 254L96	LINEAR	78 km	Semi-Lagrangeano
G	T _L 254L96	LIN.REDUZIDA	78 km	Semi-Lagrangeano

A letra T indica o truncamento triangular na horizontal e L o número de camadas na vertical. O índice Q representa grade quadrática, ou seja, grade gaussiana normal com número de longitudes sendo o triplo do truncamento espectral zonal. O índice L refere-se à grade linear, que é gaussiana com o número de longitudes sendo o dobro do truncamento espectral zonal, sendo aplicável apenas quando se usa o método de integração no tempo semi-lagrangeano, pois neste caso os termos não-lineares de advecção não são calculados explicitamente.

Foram realizados três conjuntos de experimentos de acordo com a resolução espacial, tipo de grade e tipo de integração:

Tabela 3.2 – Resoluções do modelo global do CPTEC/INPE que serão usadas no primeiro conjunto de experimentos referentes a este estudo.

Experi- mentos	Resolução Espectral	Tipo de Grade	Resolução Horizontal	Tipo de Integração
A	T _Q 170L42	QUADRÁTICA	78 km	Euleriano
B	T _Q 254L42	QUADRÁTICA	62 km	Euleriano
C	T _Q 254L64	QUADRÁTICA	62 km	Euleriano

- **1º Conjunto de Experimentos – Resolução espacial:** O experimento controle adotado foi o de resolução TQ170L42 (experimento A). Os outros dois experimentos (previsões) mantiveram a integração euleriana e a grade quadrática e variaram as resoluções horizontal e vertical (experimentos B e C).

Tabela 3.3 – Resoluções do modelo global do CPTEC/INPE que serão usadas no segundo conjunto de experimentos referentes a este estudo.

Experi- mentos	Resolução Espectral	Tipo de Grade	Resolução Horizontal	Tipo de Integração
B	T _Q 254L42	QUADRÁTICA	62 km	Euleriano
D	T _L 254L42	LINEAR	78 km	Semi-Lagrangeano
E	T _Q 254L42	QUADRÁTICA	62 km	Semi-Lagrangeano

- **2º Conjunto de Experimentos – Tipo de grade:** Para os experimentos D e E foi mantida somente a resolução vertical em relação ao experimento controle TQ254L42 (experimento B) e variou-se a integração para semilagrangeana nos dois experimentos e modificando-se o tipo de grade para linear normal em D.

Tabela 3.4 – Resoluções do modelo global do CPTEC/INPE que serão usadas no terceiro conjunto de experimentos referentes a este estudo.

Experi- mentos	Resolução Espectral	Tipo de Grade	Resolução Horizontal	Tipo de Integração
B	T _Q 254L42	QUADRÁTICA	62 km	Euleriano
F	T _L 254L96	LINEAR	78 km	Semi-Lagrangeano
G	T _L 254L96	LIN.REDUZIDA	78 km	Semi-Lagrangeano

- **3º Conjunto de Experimentos – Tipo de integração:** O experimento controle foi mantido o mesmo do 2º conjunto de experimentos. Os experimentos F e G referem-se à mudança no tipo de integração de euleriana com 42 camadas na vertical – no controle – para semilagrangiana com grade linear e 96 camadas na vertical – nas previsões – e do tipo de grade linear reduzida somente para o experimento G.

De acordo com a configuração dos experimentos, foram realizadas comparações de alguns campos com o campo gerado a partir da análise – como, por exemplo, divergência, água precipitável (AGP), altura geopotencial (ZGEO), pressão ao nível médio do mar (PSNM), vento e temperatura – para os três conjuntos de experimentos. Em cada um deles foi verificado o impacto de cada uma das resoluções. As comparações entre as resoluções definidas foram tanto para a dinâmica espectral euleriana (grade quadrática) como para a semilagrangiana (grades quadrática, linear e linear reduzida).

3.2.2 Cálculo de Índices Estatísticos

A região de estudo escolhida (Figura 3.1) para a realização deste trabalho foi a região AST, que está compreendida entre as latitudes de 15° N e 20 S° e entre as longitudes 101.25° a 11.25° W, é uma região de grande importância mundial, pois nela está localizada a Floresta Amazônica.

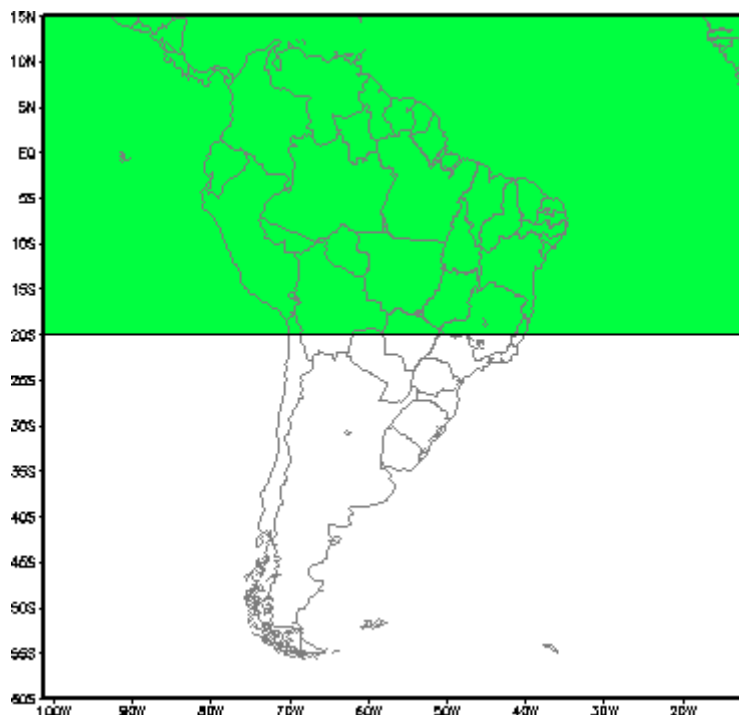


Figura 3.1 – Área correspondente à região de estudo, América do Sul Tropical (AST).

Para quantificar e avaliar o desempenho do modelo, em cada experimento, alguns índices estatísticos foram utilizados (correlação de anomalias, viés, erro quadrático médio).

Tabela 3.5 – Regiões utilizadas para o cálculo de índices estatísticos.

Regiões	Longitude	Latitude
Hemisfério Norte	0-360E	20-80N
Hemisfério Sul	0-360E	20-80S
Trópicos	0-360E	20S-20N
América do Sul	101.25-11.25W	60S-15N
América do Sul Tropical	101.25-11.25W	20S-15N

As regiões "Hemisfério Norte", "Hemisfério Sul", "Trópicos" e "América do Sul", consideradas para o cálculo dos índices estatísticos, correspondem às áreas utilizadas por Bonatti (1996), conforme apresentadas na Tabela 2, com exceção da última linha que corresponde à área estudada nesse trabalho.

A correlação de anomalias, referenciada como SKILL é definida como:

$$SKILL = 100 \times \frac{\sum_{j=1}^J [(F_j - C_j) \times (A_j - C_j)] \times W_j}{\left\{ \sum_{j=1}^J [(F_j - C_j)^2 \times W_j] \times \sum_{j=1}^J [(A_j - C_j)^2 \times W_j] \right\}^{\frac{1}{2}}} \quad (3.1)$$

Onde: $()'$ significa o desvio da média na área, j é o índice para cada ponto de grade sobre a área, J é o número total de pontos na área, W_j é o peso para a área que o ponto representa, F_j é o campo previsto, A_j é o campo analisado, C_j é o campo climatológico, $(F_j - C_j)$ é a anomalia prevista para o ponto j e $(A_j - C_j)$ é a anomalia observada no ponto j .

O viés médio na área (V) é dado por:

$$VIES = \frac{\sum_{j=1}^J (F_j - A_j) \times W_j}{\sum_{j=1}^J W_j} \quad (3.2)$$

Onde as siglas e índices desta equação possuem o mesmo significado da equação do Skill.

O erro quadrático médio na área (EM) é dado por:

$$EQM = \left\{ \frac{\sum_{j=1}^J (F_j - A_j)^2 \times W_j}{\sum_{j=1}^J W_j} \right\}^{1/2} \quad (3.3)$$

Sendo que as siglas e índices desta equação também possuem o mesmo significado da equação do Skill.

4 CASOS ESTUDADOS

Neste capítulo serão descritos os estudos realizados a partir das rodadas do Modelo Global do CPTEC/INPE utilizando as resoluções descritas na Tabela 3.1 do Capítulo 3, para uma LICon e dois eventos de friagens ocorridos na Amazônia, foi avaliada a capacidade do modelo em simular estes eventos e analisou-se o impacto do aumento da resolução, de forma a melhorar o entendimento das semelhanças e diferenças de cada um desses dois fenômenos e a organização da convecção na Amazônia. As rodadas feitas foram de experimentos básicos de PNT com as configurações atuais do modelo global.

Foram estudados um caso de LI e dois casos de friagem. O primeiro caso estudado foi o de uma LI ocorrido entre os dias 20 e 21 de janeiro de 2004, um episódio que ocorreu ao sul da Amazônia entre os estados do Pará e Tocantins. O segundo caso estudado foi uma friagem que atingiu a região entre os dias 1 e 2 de fevereiro de 2005, a temperatura caiu em torno de 5° C. O terceiro caso foi de uma friagem que ocorreu entre os dias 12 e 13 de setembro de 2004, que ocasionou a redução na temperatura mínima de aproximadamente 9° C.

4.1 1º Evento: Linha de Instabilidade

4.1.1 Precipitação

No período de 20 a 21 de janeiro de 2004 ocorreu um sistema denominado LICon, a sudeste do estado do Pará, na divisa com o estado do Tocantins. Nas figuras abaixo encontram-se as imagens do satélite GOES-12, acumulados de precipitação TRMM e os campos de precipitação na região de estudo. Os campos de precipitação do modelo estão nas seguintes resoluções: Eulerianas – TQ170L42 (78 km), TQ254L42 (52 km), TQ254L64 (52 km), TL254L42 (78 km) – e semilagrangianas – TQ254L42 (52 km), TL254L96 (78 km).

Comparando os campos de previsão para 18, 24 e 30 horas, nas seis diferentes resoluções citadas acima com as imagens do satélite GOES-12 e TRMM, verifica-se que pelas imagens de satélite o início da LICon deu-se após às 00 UTC do dia 21 de janeiro de 2004 (Figura 4.1 a e Figura 4.1 b). Tendo sua configuração de maturidade visivelmente entre os horários das 06 UTC (Figura 4.2 a e Figura 4.1 b) e das 12 UTC do mesmo dia, com dissipação depois das 12 UTC (não mostrada), entre os estados do Pará e Tocantins.

Nas imagens geradas a partir do MCGA/CPTEC para as resoluções tratadas, percebe-se que houve uma formação de LICon próximo ao horário das 18 UTC do dia 20 de janeiro de 2004 (Figura 4.1). Em todas as resoluções aparece precipitação na região central do estado do PA, se estendendo desde a divisa com o estado do AM até à fronteira com MT e TO.

Na primeira resolução apresentada (Figura 4.1 c) a faixa onde ocorre chuva, na região citada acima, é mais estreita. Essa faixa se alarga à medida que a resolução aumenta, o índice de precipitação produzido pela resolução TL254L42 (Figura 4.1 h) e TQ254L42 (Figura 4.1 e), ambas semilagrangianas, é maior que a anterior numa pequena área à oeste do estado. Observam-se pequenos núcleos de 60 mm de precipitação espalhados de oeste a sul do estado do PA (Figura 4.1 d). A precipitação aparece em forma de vírgula com melhor configuração de LI, de oeste a sul do estado (Figura 4.1 f) e se alarga na maior resolução vertical (Figura 4.1 g). Pelas observações feitas, percebe-se que o aumento da resolução vertical neste caso foi mais significativo do que o aumento da resolução horizontal.

A configuração de LICon aparece entre os estados do AM e PA para todas as resoluções apresentadas (Figura 4.2) no horário das 00 UTC do dia 21 de janeiro. A extensão da LICon bem como a intensidade de chuva varia nas diferentes resoluções. A LICon é mais larga na resolução TQ170L42 (Figura 4.2 c), com menor intensidade ao norte da mesma. A intensidade da precipitação é

maior no sudoeste do PA e tem uma extensão mais fina sobre o AM (Figura 4.2 d), o mesmo ocorre na (Figura 4.2 e, e 4.2 h), com a diferença que quanto mais ao norte o centro de precipitação diminui. Na figura 4.2 f aparece um núcleo maior de precipitação sobre o PA, a faixa que se estende até o AM é menos intensa com um comprimento maior do que o verificado nas outras resoluções. A chuva é distribuída de forma linear sobre toda a extensão da LICon (Figura 4.2 g).

Mesmo que o campo de precipitação não esteja de acordo com as estimativas de precipitação do TRMM, a precipitação acumulada pelo modelo concorda com a nebulosidade ilustrada na imagem de satélite, sendo que a resolução vertical tem impacto mais significativo neste campo.

A dissipação ocorre próximo ao horário das 06 UTC (Figura 4.3). Neste horário a precipitação ainda aparece à sudoeste do PA com algumas diferenças entre as resoluções, principalmente na localização e na extensão da LICon já enfraquecida. O menor índice de extensão apresentado foi o da resolução TQ254L64 (Figura 4.3 f), nessa resolução pode-se observar também que a precipitação sobre o nordeste brasileiro está mais compatível com as imagens de satélite e com o TRMM.

Todas as figuras mostram a dissipação neste caso, a tendência é que aparecem núcleos pequenos espalhados, assim uma resolução horizontal pode representar melhor o processo. Com isso, pode-se verificar que a resolução vertical é mais importante para simular a formação e maturação da LICon, enquanto que para a simulação da dissipação da LICon, a resolução horizontal tem mais impacto.

É importante ressaltar que a convecção tropical é um processo importante para manter a circulação geral da atmosfera. A organização de aglomerados convectivos a partir de cúmulos isolados no estabelecimento da convecção

tropical mostra a dependência da resolução horizontal e vertical para detectar os eventos de precipitação nos trópicos.

As LIs que possuem extensão inferior a 100 km, dificilmente são detectadas por modelos com baixa resolução horizontal. Modelos numéricos, geralmente, apresentam deficiência em produzir precipitação tropical, por ser uma região mais convectiva. Modelos com resoluções típicas da ordem de 50 a 100 km, tendem a reproduzir a precipitação tropical através de esquemas de parametrização de convecção. Os parâmetros destes esquemas atuam de forma distintas, sendo, por vezes, necessário reajustes de acordo com a configuração do modelo, seja em termos de resolução ou mesmo região de domínio de integração. Em geral, os esquemas de convecção são acionados por convergência de umidade em larga escala, estabilidade atmosférica e ajuste de massa, portanto, as chuvas são produzidas somente quando as células já adquiriram uma dimensão suficiente para uma convecção em larga escala.

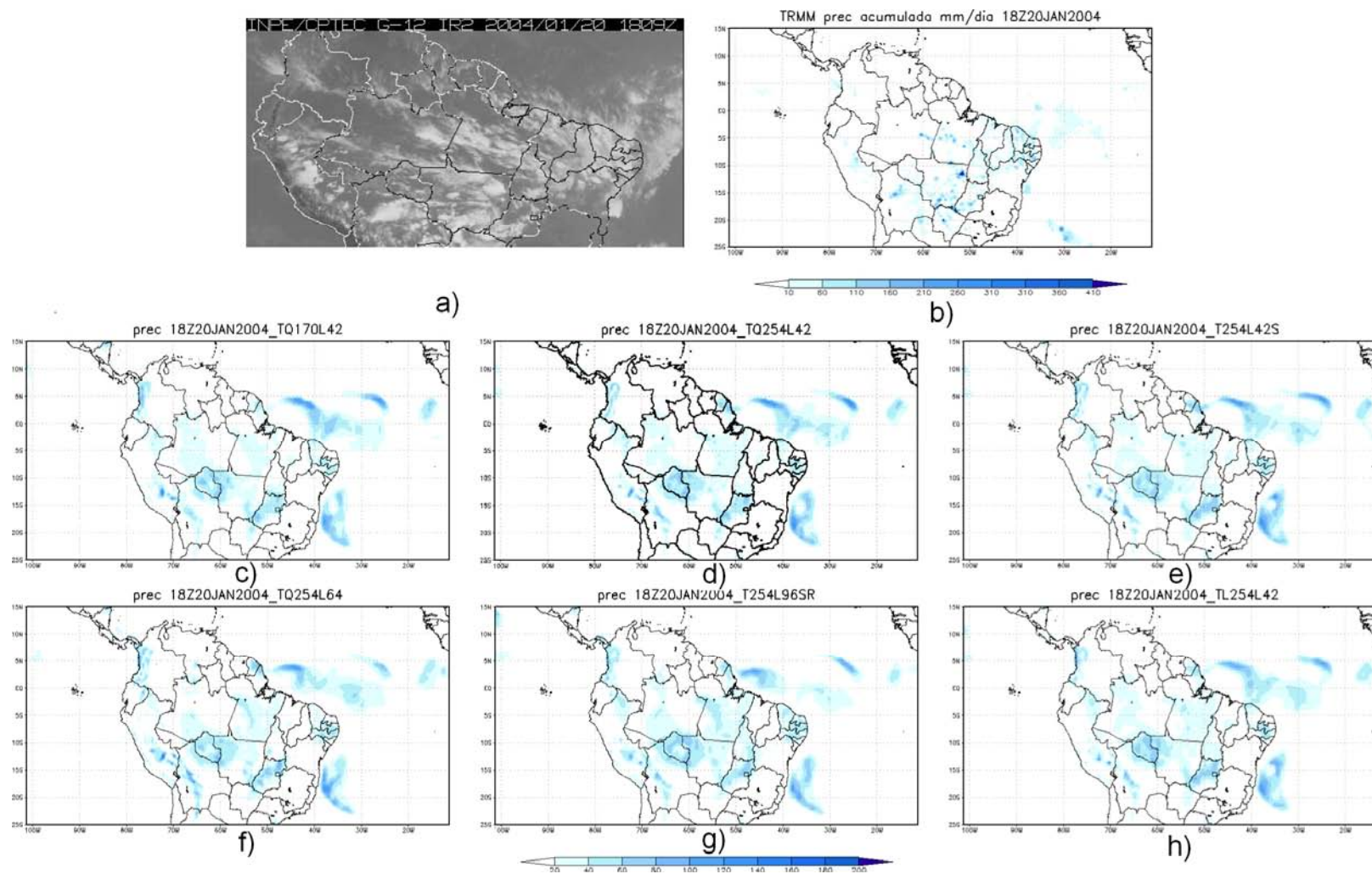


Figura 4.1 – 1º Conjunto de experimentos para as 18Z do dia 20/01/2004: a) Imagem satélite GOES/12, b) acumulados de TRMM, Precipitação (mm/dia): c) Previsão para resolução $T_Q170L42$, d) $T_Q254L42$, e) $T_Q254L42$ semilagrangiana, f) $T_Q254L64$, g) $T_Q254L96$ semilagrangiana e h) $T_Q254L96$ semilagrangiana com grade reduzida.

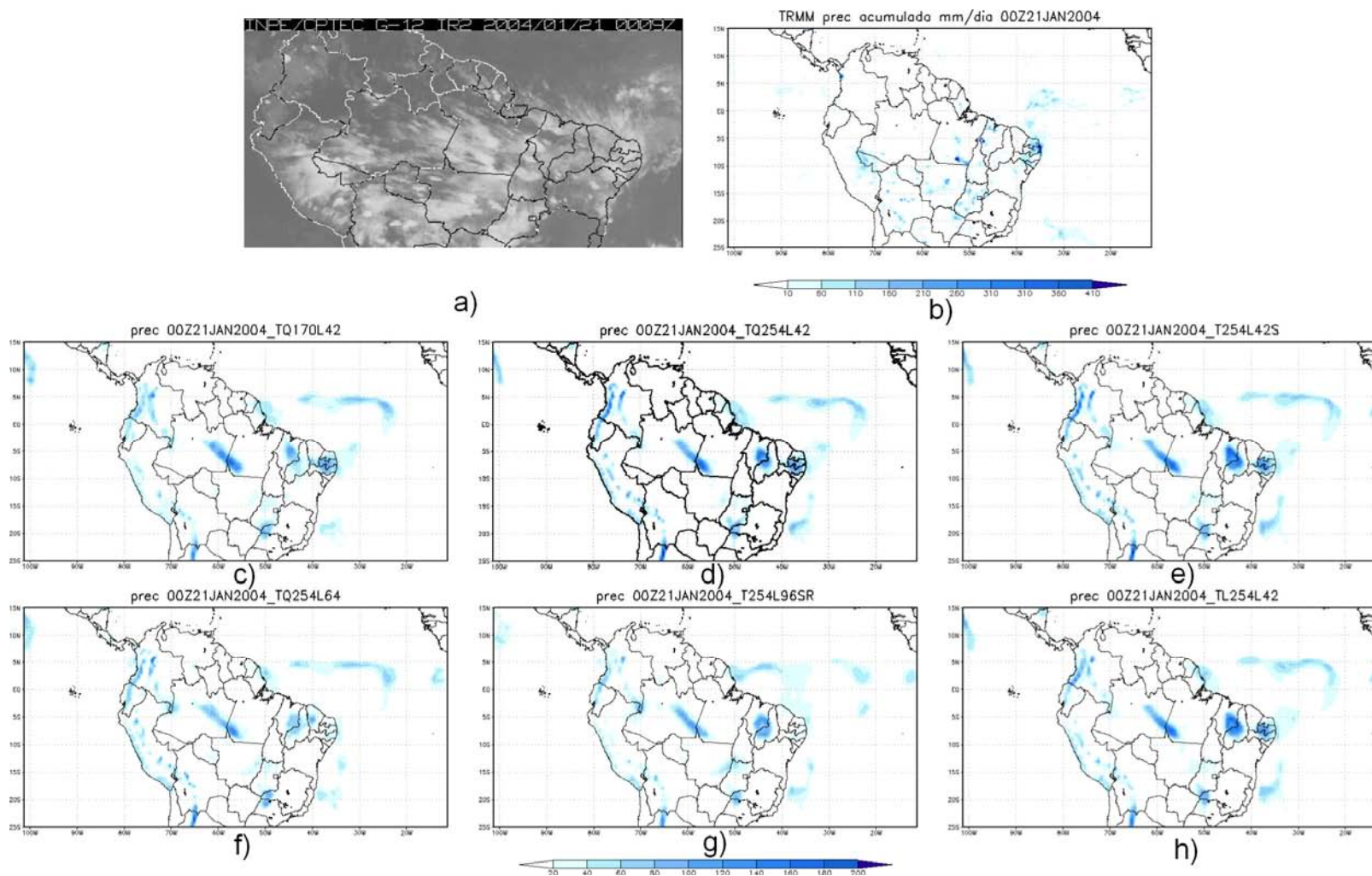


Figura 4.2 – 2º Conjunto de experimentos para 00Z do dia 21/01/2004: a) Imagem satélite GOES/12, b) acumulados de TRMM, Precipitação (mm/dia); c) Previsão para resolução $T_Q170L42$, d) $T_Q254L42$, e) $T_Q254L42$ semilagrangiana, f) $T_Q254L64$, g) $T_Q254L96$ semilagrangiano e h) $T_Q254L96$ semilagrangiana com grade reduzida.

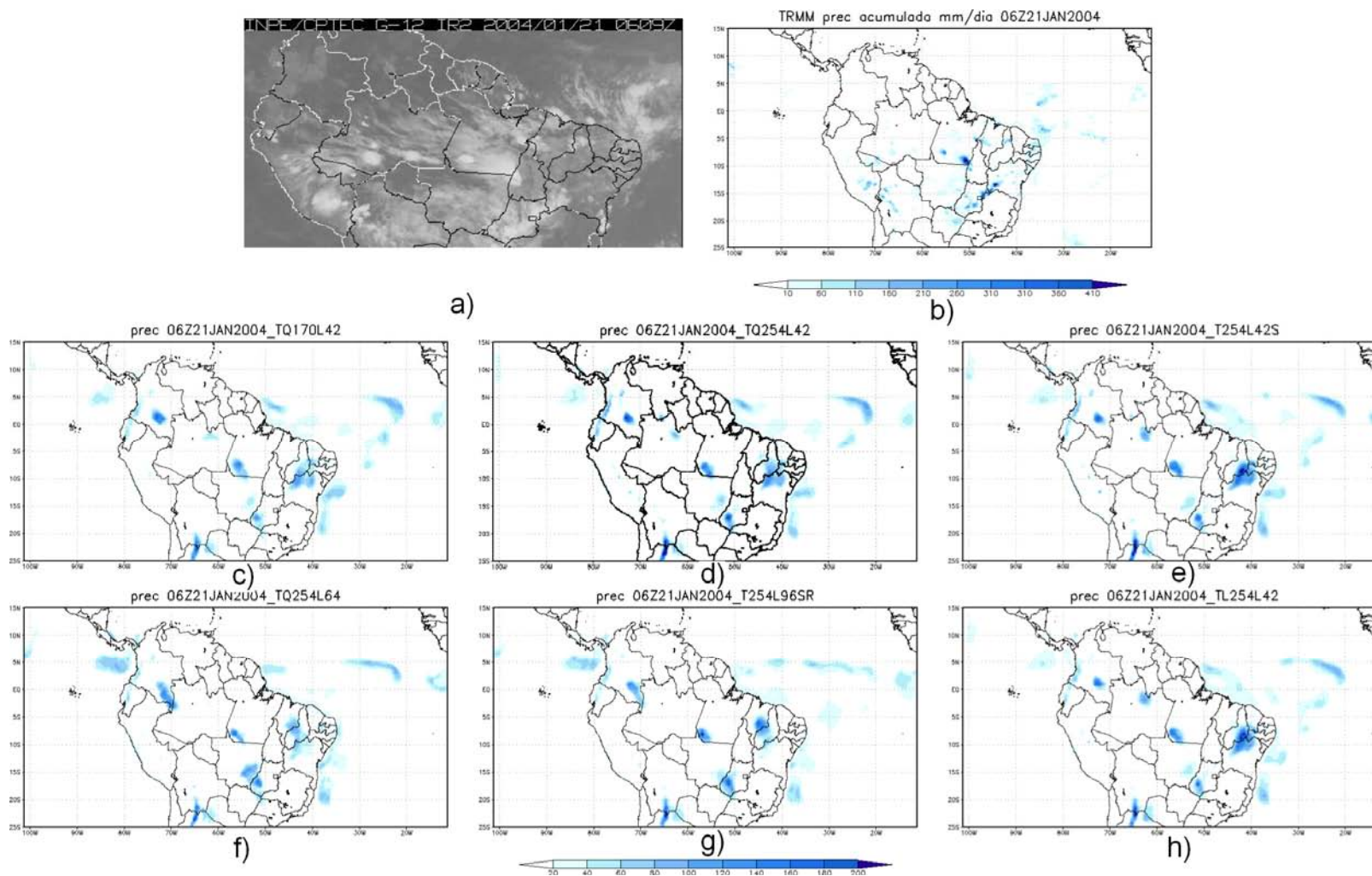


Figura 4.3 – 3º Conjunto de experimentos para as 06Z do dia 21/01/2004: a) Imagem satélite GOES/12, b) acumulados de TRMM, Precipitação (mm/dia): c) Previsão para resolução $T_Q170L42$, d) $T_Q254L42$, e) $T_Q254L42$ semilagrangiana, f) $T_Q254L64$, g) $T_Q254L96$ semilagrangiana e h) $T_Q254L96$ semilagrangiana com grade reduzida.

4.1.2 Água Precipitável e Altura Geopotencial

O perfil de conteúdo de vapor d'água na atmosfera é uma variável fundamental para a descrição da atmosfera em modelos de PNT. O conhecimento do conteúdo de vapor d'água integrado numa coluna vertical (ou "água precipitável") é importante para várias aplicações, que incluem sua assimilação em modelos de PNT e métodos de correção atmosférica para observar propriedades de superfície como, por exemplo, determinação de índices de vegetação usando canais no espectro solar e estimativa de temperatura da superfície usando canais no infravermelho (KIDDER; VONDER HAAR, 1995).

Segue abaixo as observações feitas nos conjuntos de experimentos realizados para as fases antes, durante e depois do evento com previsões de 18, 24 e 30 horas, respectivamente:

- 1º Conjunto de experimentos: Fase antes do evento: comparando as previsões com a análise (Figura 4.4) observa-se que na região de estudo, ambas as previsões apresentam maior índice de água precipitável (AGP) numa faixa à oeste do estado do TO na divisa com PA e MT (Figura 4.4 a), além disso, na resolução TQ254L42 aparece um núcleo ao norte do PA.

Durante o evento: a faixa de AGP sobre o TO aumentou estendendo-se desde o sudoeste até o noroeste do estado (Figura 4.4 b). Uma pequena diferença aparece entre as duas previsões, ao norte do PA na resolução TQ254L64 há um alongamento maior de AGP.

Depois do evento: a faixa de AGP se estende mais ao sul do PA e numa pequena faixa a oeste do TO em TQ254L42 e em TQ254L64 essa faixa se estende mais ao norte do PA o que condiz com a análise e numa faixa bem pequena ao sudoeste do TO.

Nos três experimentos as previsões subestimaram as análises em relação à AGP e apresentaram correlação de anomalia (Skill) em relação à análise de 88, 86 e 85%, antes, durante e após o evento de LICon, respectivamente, ver apêndice A.

- 2º Conjunto de experimentos: Fase antes do evento: As previsões mostram pequenas diferenças entre si na região onde ocorreu o evento. A resolução semilagrangiana apresenta uma extensão de AGP maior ao norte do PA e à sudoeste do estado do TO em relação à resolução linear (Figura 4.5 a).

Durante o evento: houve maior concentração de AGP a oeste do TO e oeste o PA, as duas resoluções estão muito similares (Figura 4.5 b).

Depois do evento: Destaque para uma pequena diferença entre as resoluções, ao sul do PA onde a AGP diminui mais na resolução semilagrangiana, assim como ocorre na análise (Figura 4.5 c).

Nos três conjuntos de experimentos as previsões subestimaram as análises e apresentaram Skill em relação à análise de 88, 86 e 85%, antes, durante e após o evento de LICon, respectivamente. Os EMs variam com o tempo de previsão, de 2 a 5 sendo o menor valor para previsão de 6h e maior valor para previsão de 48h. O V calculado apresentou valores negativos a partir de 18h para todos os experimentos, isso implica que a análise teve maior valor na área calculada do que a previsão, ver apêndice A.

- 3º Conjunto de experimentos: Fase antes do evento: A resolução com grade reduzida apresenta um núcleo de AGP a sudoeste do TO enquanto que a outra resolução não apresenta nada na mesma região (Figura 4.6 a).

Durante o evento: a faixa a oeste do TO é mais estreita na resolução com grade reduzida e um pouco mais alongada ao norte do PA em relação à resolução sem grade reduzida (Figura 4.6 b).

Depois do evento: diferenças muito pequenas na região de interesse (Figura 4.6 c). Em ambos os experimentos as previsões subestimaram as análises, as análises apresentaram AGP em praticamente toda a região central do PA enquanto que as previsões apresentaram menor intensidade.

Nas análises de ZGEO verifica-se um centro fechado sobre a divisa dos estados do PA e TO, antes do evento para os três conjuntos de experimentos. Nas previsões de 18h, ZGEO superestima as análises, com valores um pouco mais altos na divisa entre AM e PA, sendo a resolução do experimento F com maior valor.

No horário das 00 Z de 21/01/2004 o campo de análise mostra um cavado não muito intenso à sudeste do MT, enquanto que nas previsões esse cavado é melhor detalhado e não está muito intenso como na análise. Essa configuração desaparece no final do evento tanto na análise como nas previsões.

A ZGEO variou mais durante o evento para as previsões em relação à análise, antes e após o evento o Skill foi alto, sendo maior para a resolução TQ254L42 semilagrangiana de 94, 77 e 96%, antes, durante e depois do evento, respectivamente. O EM variou de 5 a 13, apresentando maior e menor valor para o experimento D. Para os três conjuntos de experimentos aparece valor negativo de V após 12 e 18h de simulação, ver apêndice A.

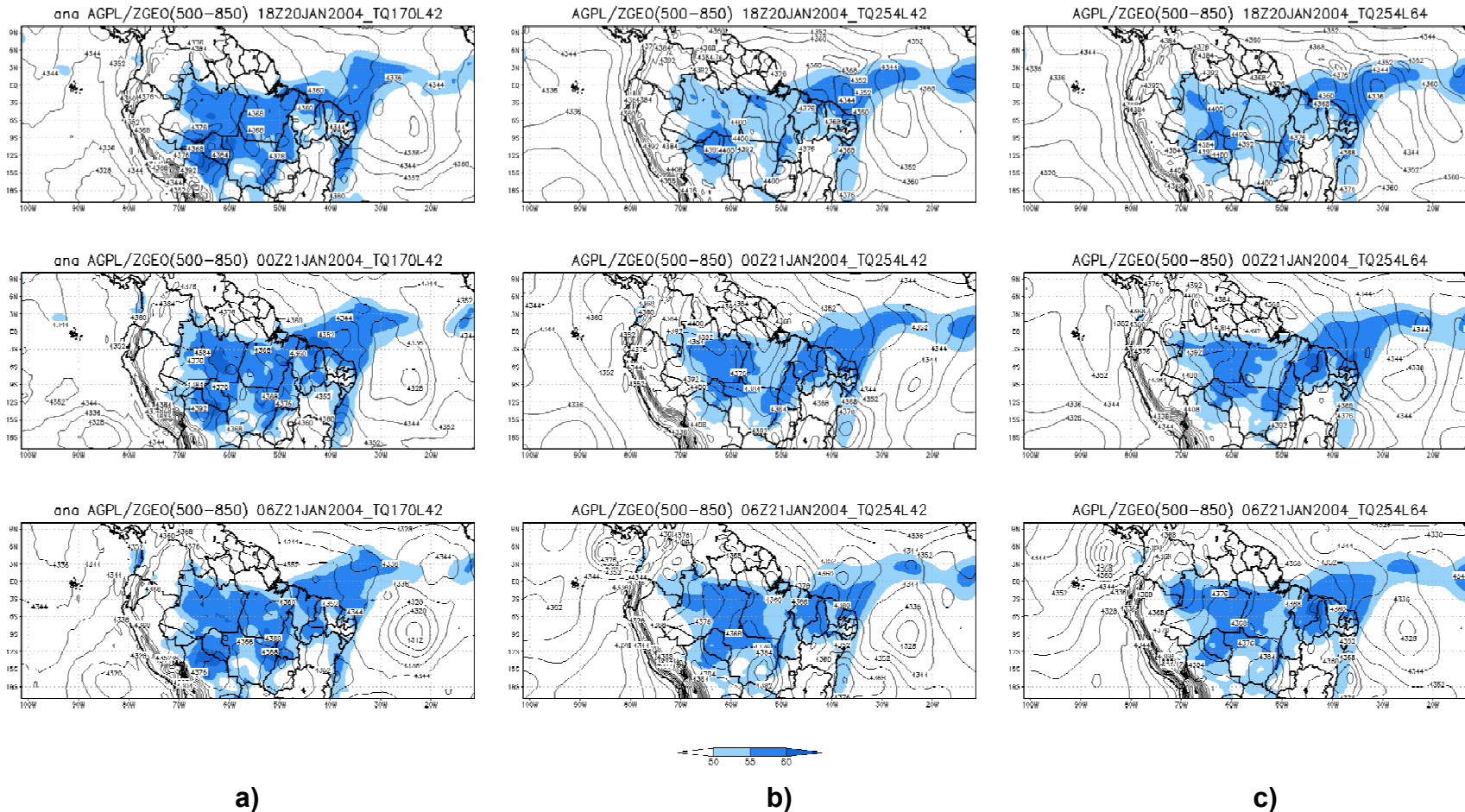
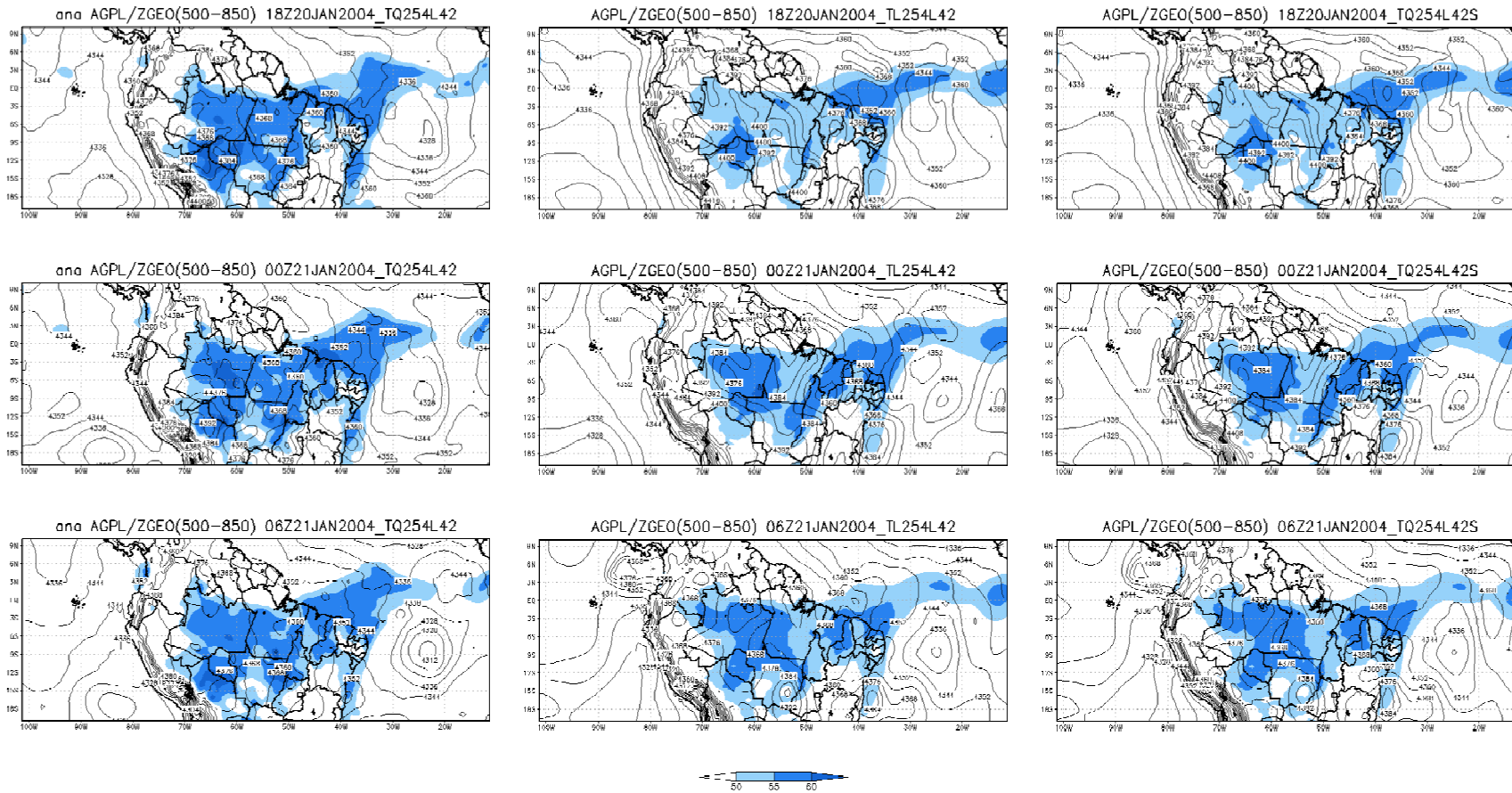


Figura 4.4 – 1º conjunto de experimentos – Altura geopotencial (m) em 500 hPa (linhas) e água precipitável (mm) (shaded) para às 18Z do dia 20/01/04 e para as 00 e 06Z do dia 21/01/04: (a) experimento controle na resolução TQ170L42, (b) previsão na resolução TQ254L42 e (c) previsão na resolução TQ254L64

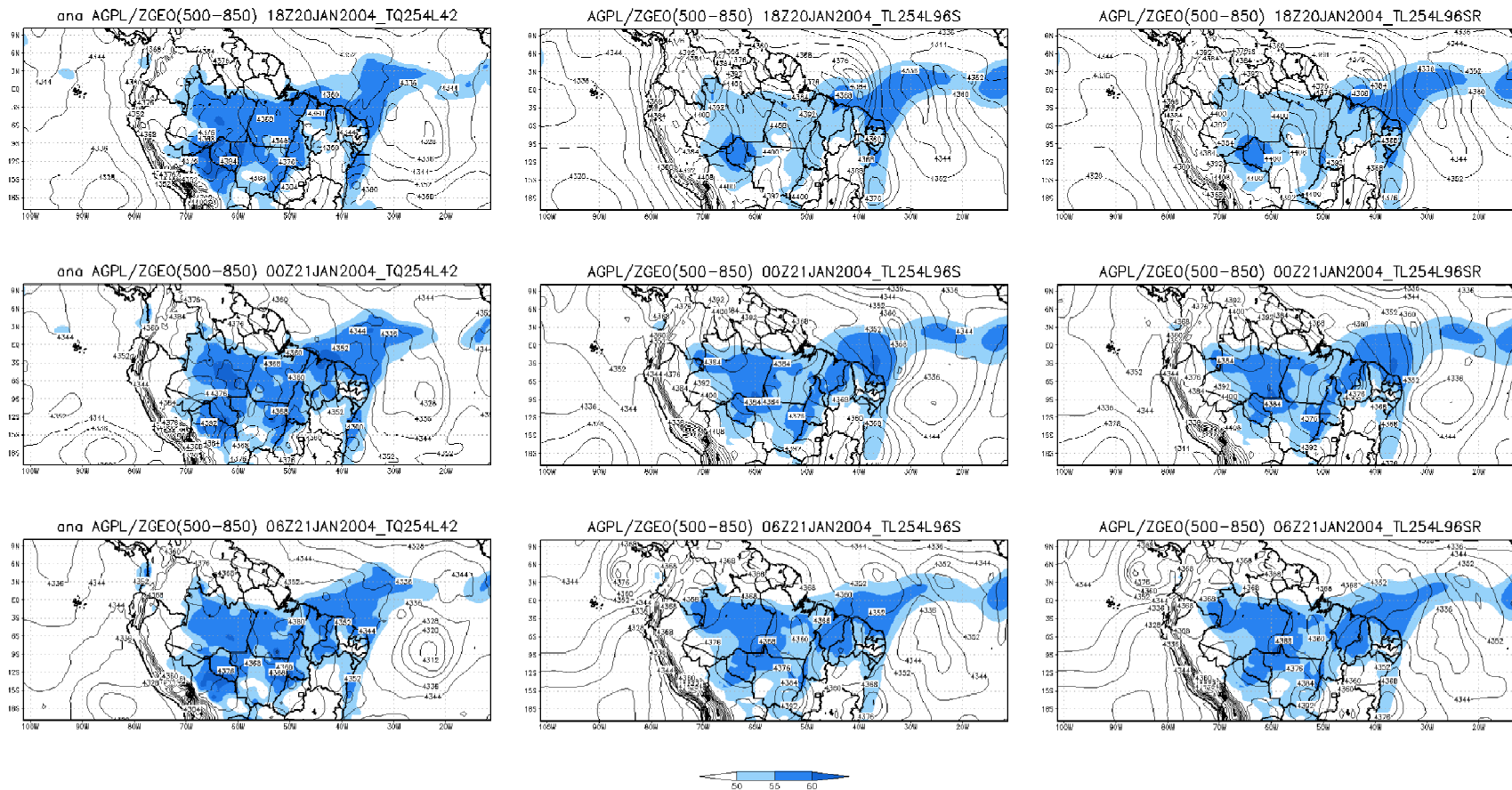


a)

b)

c)

Figura 4.5 – 2º conjunto de experimentos – Altura geopotencial (m) em 500 hPa (linhas) e água precipitável(mm) (shaded) para às 18Z do dia 20/01/04 e para às 00 e 06Z do dia 21/01/04: (a) experimento controle na resolução TQ254L42,(b) previsão na resolução TL254L42 e (c) previsão na resolução TQ254L42 semilagrangiana



a)

b)

c)

Figura 4.6 – 3º conjunto de experimentos – Altura geopotencial (m) em 500 hPa (linhas) e água precipitável (mm) (shaded) para às 18Z do dia 20/01/04 e para as 00 e 06Z do dia 21/01/04: (a) experimento controle na resolução TQ254L42, (b) previsão na resolução TL254L96 semilagrangiana e (c) idem a (b) com grade reduzida.

4.1.3 Divergência e linhas de corrente

Nesse capítulo serão mostrados os campos previstos e as análises de divergência de umidade e linhas de corrente em baixos níveis para antes, durante e depois do evento, ou seja, para 18, 24 e 30 horas de simulação, valores negativos indicam convergência (azul) e valores positivos indicam divergência (vermelho).

- 1º Conjunto de experimentos: Fase antes do evento: a região de convergência se estende por uma extensa faixa contínua do centro do AM passando pelo sul do PA e chegando até a região central do MT, com divergência numa longa faixa mais estreita sobre o nordeste do TO, na resolução TQ254L42, superestimando a análise, que produz convergência numa faixa mais estreita e descontínua e produz divergência à oeste do TO. Em relação à convergência sobre o sul do AM e PA a previsão da resolução TQ254L64 foi bem consistente com a análise.

Durante o evento: as duas previsões superestimaram a análise em relação à divergência, pois mostrou uma grande extensão a oeste da divisa do estado do PA com o AM e a leste da divisa do PA com o TO. A primeira previsão apresentou um núcleo de convergência ao sul do PA menos alongado do que o que aparece na análise enquanto que a segunda previsão esse núcleo é ínfimo em relação à análise.

Depois do evento: nem uma das duas previsões mostrou a convergência que é vista na análise sobre o sul do PA.

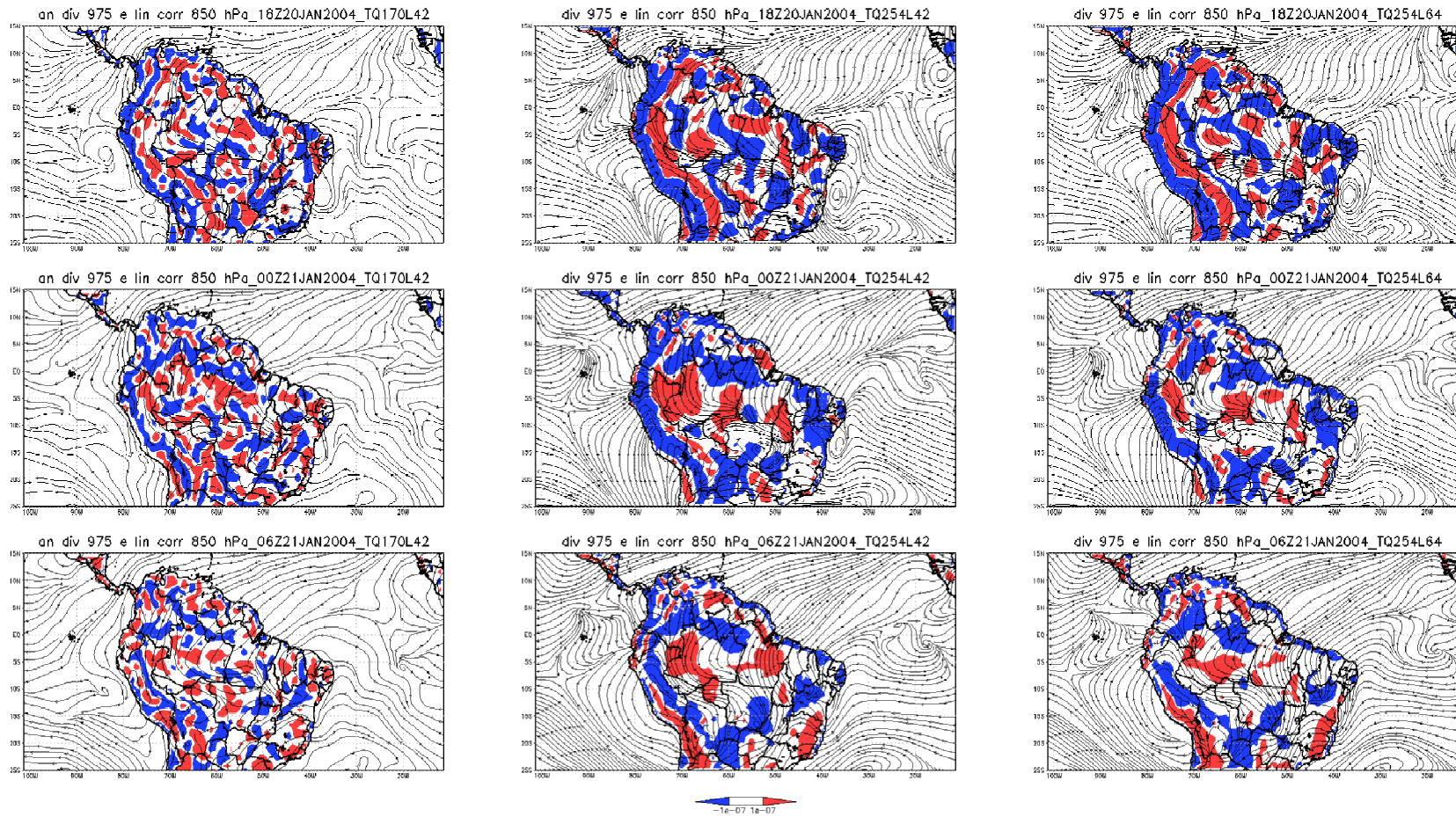
- 2º Conjunto de experimentos: Antes do evento aparece a região de convergência, em uma grande faixa contínua que se estende do centro do AM passando pelo sul do PA e chegando até a região central do MT. Essa convergência se desintensifica mantendo um núcleo sobre o sudoeste do PA, durante o evento. Após o evento a convergência de umidade não é verificada

sobre a região central da Amazônia. Nas três fases, antes, durante e depois do evento, as previsões do modelo são bem consistentes com o campo de análise.

- 3º Conjunto de experimentos: Antes do evento: Nas previsões a oeste do estado do TO a divergência aparece mais estendida na grade reduzida, o que difere da análise que reproduz a divergência a leste do TO. A região de convergência sobre a região de estudo é mais estreita nas previsões do que na análise. Durante o evento: a convergência é subestimada em relação à análise. Depois do evento: há um centro de divergência na região central do PA nas análises que é reduzido nas previsões tanto na resolução de grade normal quanto na grade reduzida.

Em todos os três experimentos realizados, no campo de linhas de corrente em 850 hPa é possível observar um centro ciclônico se formando no horário das 06 Z do dia 20 de janeiro de 2004 e se deslocando para o sul da região amazônica. No horário das 00 Z do dia 21 de janeiro, na mesma região onde aparece a LICon no campo de precipitação, observa-se uma área de confluência com carregamento de umidade vinda tanto da Amazônia quanto do Oceano Atlântico. Em 200 hPa (não apresentado) ocorre o centro anticiclônico, alta da Bolívia (AB) sobre o sul da região amazônica e uma região de difluência, o que condiz com o campo de 850 hPa. Todas as previsões estão consistentes com as análises.

Ressalta-se que o modelo tende a configurar a LICon ao sul dos estados do AM e PA, isso pode ser verificado observando o campo de linhas de corrente, a região onde aparece confluência, é a mesma região onde aparece convergência e onde apareceu a configuração de LICon no campo de precipitação, bem como é a região em que há grande concentração de AGPL, no horário das 00 Z do dia 21 de janeiro de 2004. Isso ocorreu em todos os conjuntos de experimentos realizados.

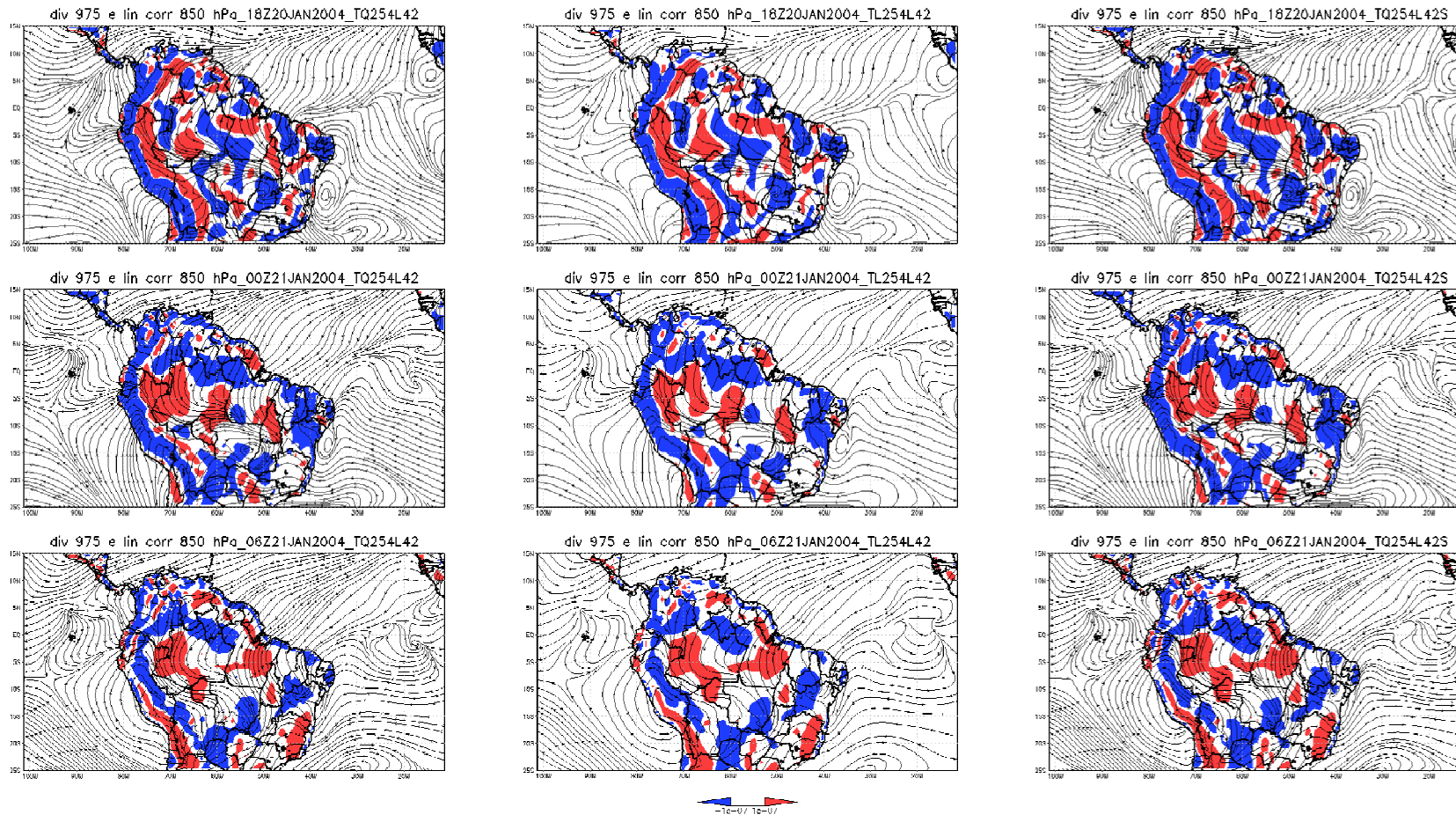


a)

b)

c)

Figura 4.7 – 1º conjunto de experimentos – Divergência ($\text{kg}/\text{kg}\cdot\text{s}^{-1}$) em 975 hPa (shaded) e linha de corrente em 850 hPa (linhas) para às 18Z do dia 20/01/04 e para as 00 e 06Z do dia 21/01/04: (a) análise na resolução TQ170L42, (b) previsão na resolução TQ254L42 e (c) previsão na resolução TQ254L64.

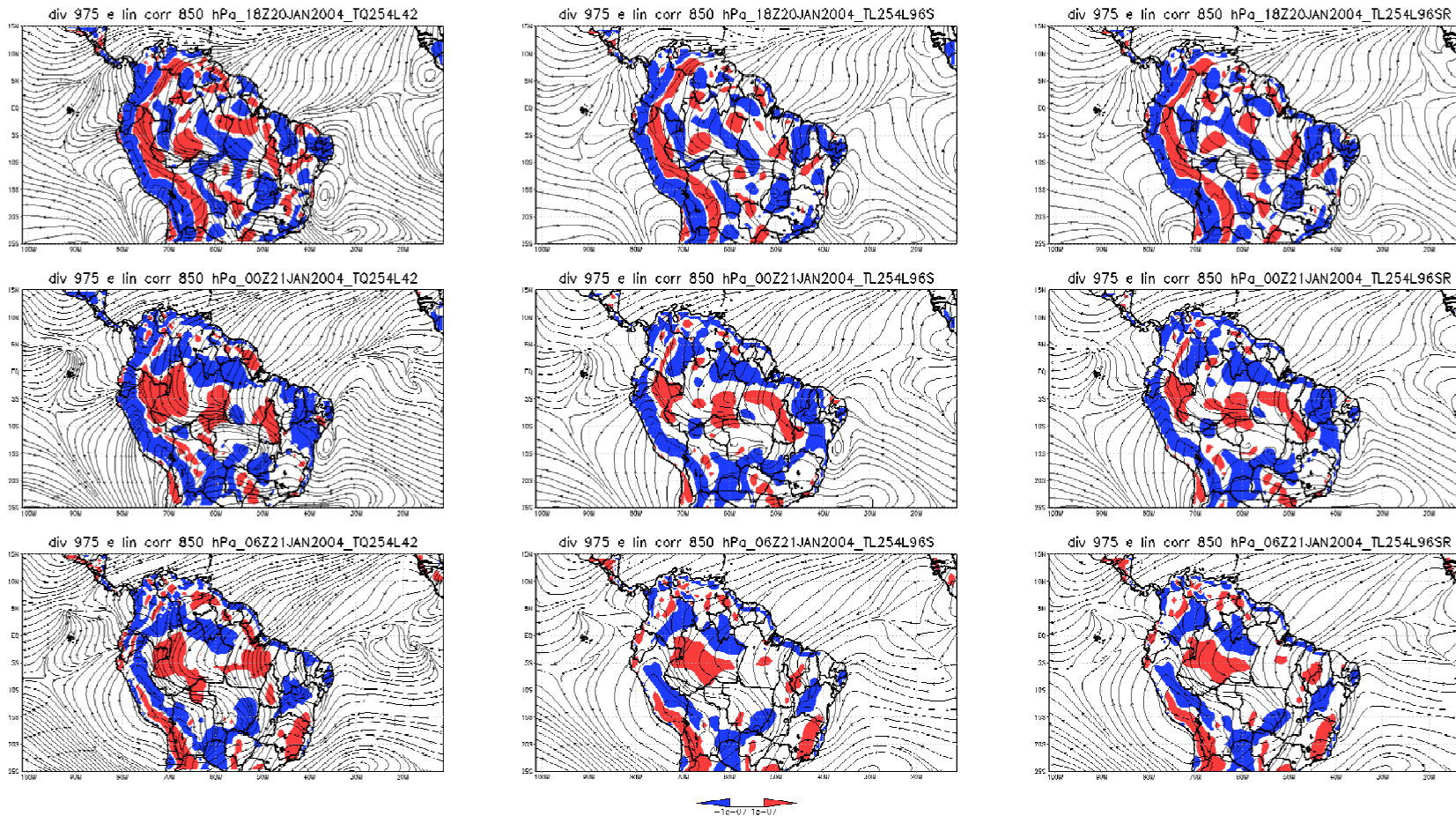


a)

b)

c)

Figura 4.8 – 2º conjunto de experimentos – Divergência ($\text{kg}/\text{kg}\cdot\text{s}^{-1}$) em 975 hPa (shaded) e linha de corrente em 850 hPa (linhas) para às 18Z do dia 20/01/04 e para as 00 e 06Z do dia 21/01/04: (a) análise na resolução TQ254L42, (b) previsão na resolução TL254L42 e (c) previsão na resolução TQ254L42 semilagrangiana.



a)

b)

c)

Figura 4.9 – 3º conjunto de experimentos – Divergência ($\text{kg}/\text{kg}\cdot\text{s}^{-1}$) em 975 hPa (shaded) e linha de corrente em 850 hPa (linhas) para às 18Z do dia 20/01/04 e para as 00 e 06Z do dia 21/01/04: (a) análise na resolução TQ254L42, (b) previsão na resolução TL254L96 semilagrangiana e (c) idem a (b) com grade reduzida.

A correlação de anomalias, erro quadrático médio e viés, apresentados no apêndice A, foram verificados para outras variáveis que não foram apresentadas neste capítulo por meio de figuras, como a PNMM, as componentes horizontal e vertical do vento (u e v, respectivamente) e temperatura na superfície. A seguir será comentado os resultados encontrados para o skill das variáveis citadas acima.

Para o 1º conjunto de experimentos, o experimento C apresentou melhor desempenho em relação à análise para os campos de pressão e vento na horizontal, apresentando melhor resultado (92%) com previsão de 30 horas e 94% com 6 horas, respectivamente. Para temperatura tanto o experimento B quanto o C apresentaram índice mais alto após 6 horas de simulação para o campo de temperatura (92%).

No 2º conjunto de experimentos, a grade linear, experimento D, teve melhor desempenho em relação à análise para PNMM e componente do vento na horizontal, com skill de 91% após 30 horas e 94% após 6 horas de simulação, respectivamente. Ambos os experimentos D e E tiveram skill semelhantes em todos os horários, sendo o maior após 6 horas de rodada.

A grade reduzida (experimento G), no 3º conjunto de experimentos, teve maior skill depois de 30 horas também para PNMM e 6 horas para o vento na horizontal, sendo de 91% e 94%, respectivamente. Maior índice de temperatura depois de 6 horas de previsão e com valores semelhantes entre os experimentos F e G.

4.2 2º Evento: 1º Caso de Friagem

Um evento de friagem ocorreu entre os dias 02 e 03 de fevereiro de 2005. A temperatura mínima caiu cerca de 5°C na região sul da Amazônia e teve menor valor no horário das 12 Z do dia 02/02/2005. Segue nesse capítulo uma discussão de como o modelo reproduz esse evento. Os conjuntos de experimentos estão distribuídos em cada figura de acordo com os horários. É apresentado na seqüência o dia que antecede a friagem, o dia do evento e o dia de dissipação, com intervalos de 12 horas.

4.2.1 Pressão ao nível médio do mar

A seqüência de figuras do campo de pressão ao nível médio do mar (PNMM) ou equivalente geopotencial em 1000 hPa indica o desenvolvimento do centro de alta pressão em direção à região sul amazônica, responsável pela friagem.

No dia 1º/02/2005, no horário da 00 Z, aparece uma crista, nos campos de análise, aproximando-se do sudoeste do estado do MT (Figura 4.10), com centro de alta pressão atingindo 1016 hPa, empurrando ar mais frio da região sul para as baixas latitudes, as previsões de 24h do modelo não produziram o deslocamento da crista na direção sul amazônica (Figura 4.10 a-c), como apresentado nas análises, permanecendo estacionária sobre os Andes.

No horário das 12 Z do dia 1º/02/2005, para o 1º conjunto de experimentos, na análise, o avanço da crista chega a atingir o sudoeste do MT e sul de Rondônia (RO), o centro da alta é de 1020 hPa. As duas previsões mostraram esse avanço menos intenso, mas já alcançando o MT (Figura 4.11 a), embora a resolução TQ254L64 esteja mais similar à análise ao sul de RO.

Na análise do 2º conjunto de experimentos verifica-se o mesmo padrão da análise anterior, com a previsão na resolução TL254L42 (Figura 4.11 b) mais próxima da análise na região à sudoeste do MT.

No 3º conjunto de experimentos, a análise é a mesma do experimento anterior e as previsões são muito similares entre si, mas a crista é menos intensa na região analisada, como mostra a figura 4.11 c.

No dia de menor temperatura mínima, às 00 Z, a análise do 1º conjunto de experimentos tem maior detalhamento, reproduzindo bem o avanço da alta subtropical em direção ao território brasileiro, trazendo assim ar frio da região sul para a região tropical. O centro da alta foi bem reproduzido pelas previsões de 48h, mas sua propagação na direção sul amazônica foi produzida com menos intensidade, como mostra a figura 4.12 a.

Nos segundo e terceiro conjunto de experimentos (Figura 4.12 b-c), as análises têm o mesmo padrão da análise anterior com menos detalhamento. As previsões de 48h são bem similares nos dois conjuntos de experimentos, a crista nem chega ao Brasil como ocorreu no primeiro experimento.

No mesmo dia, no horário das 12 Z, o avanço da crista é mais significativo, as análises dos três experimentos estão mostrando a propagação da crista com maior detalhamento, com o centro de alta pressão atingindo 1020 hPa sobre o sudeste da Venezuela.

No 1º conjunto de experimentos (Figura 4.13 a), as duas previsões de 60h subestimam a propagação da crista, com um destaque para a resolução TQ254L64 que reproduz melhor a intensidade e localização do centro de alta pressão.

Nas duas previsões de 60h do 2º conjunto de experimentos (Figura 4.13 b), a crista não desenvolveu como na análise e o centro de alta atingiu 1018 hPa. No 3º

conjunto de experimentos não foi produzido o avanço da crista, mas o centro de alta pressão foi bem representado.

Na figura 4.14, é possível observar as mesmas condições nas três análises, um centro de alta pressão se fecha sobre o sudeste da Venezuela, enquanto que a alta sobre a Bolívia começa a se dissipar. As previsões de 72h do modelo, em todas as resoluções estudadas não representam o centro fechado sobre a Venezuela e a crista sobre a Bolívia apresenta desintensificação. As temperaturas a partir desse dia começam a aumentar.

Os maiores valores de skill nos campos de pressão são para 24 horas de previsão foram os dos experimentos C, D e G com 77, 79 e 78%, respectivamente, sendo os dois últimos com integração semilagrangiana e grade linear. Os valores de V foram muito pequenos. Os EMs também foram baixos, variaram de 0,72 para o experimento B a 1,57 e para os experimentos D e E.

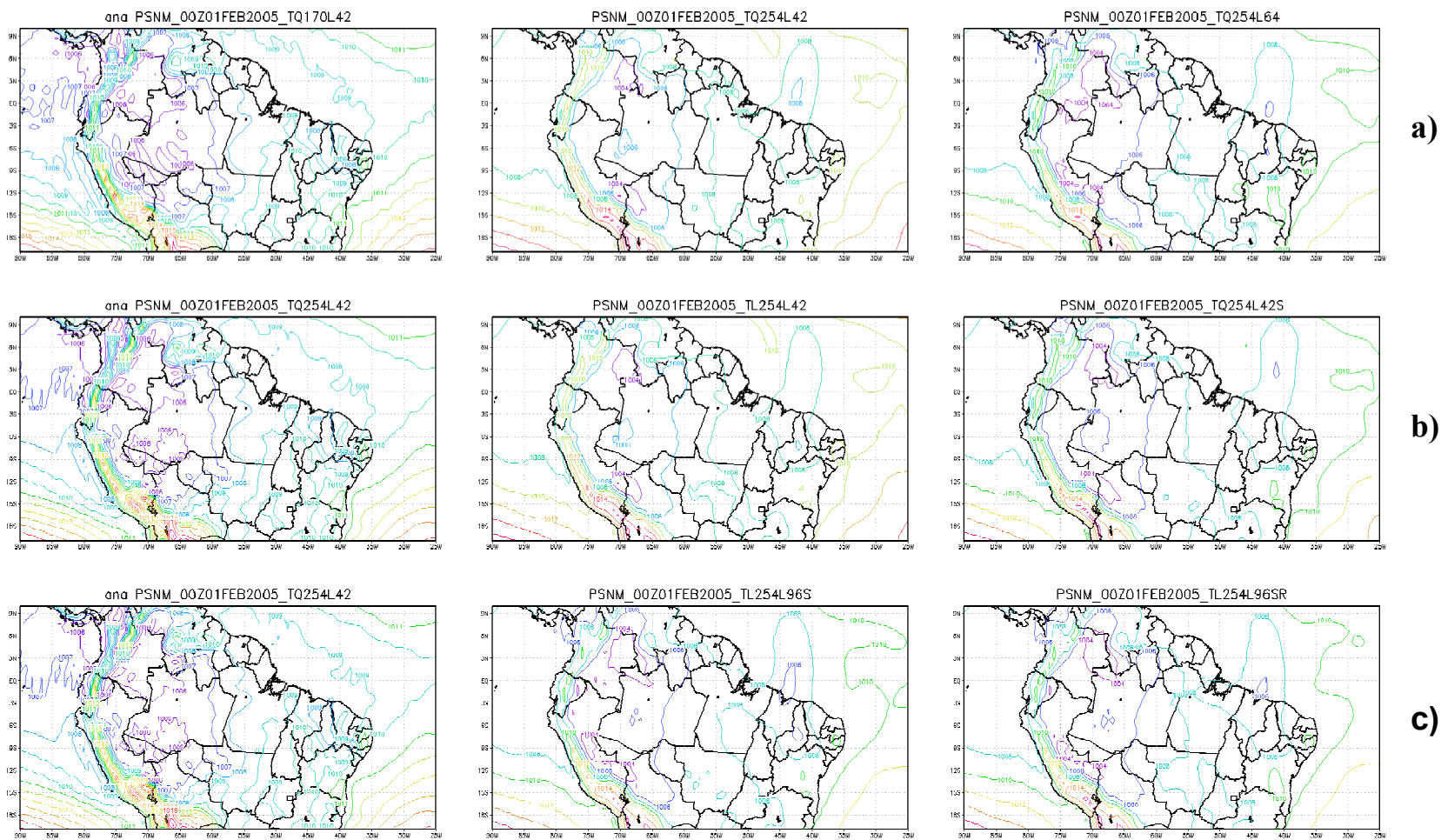
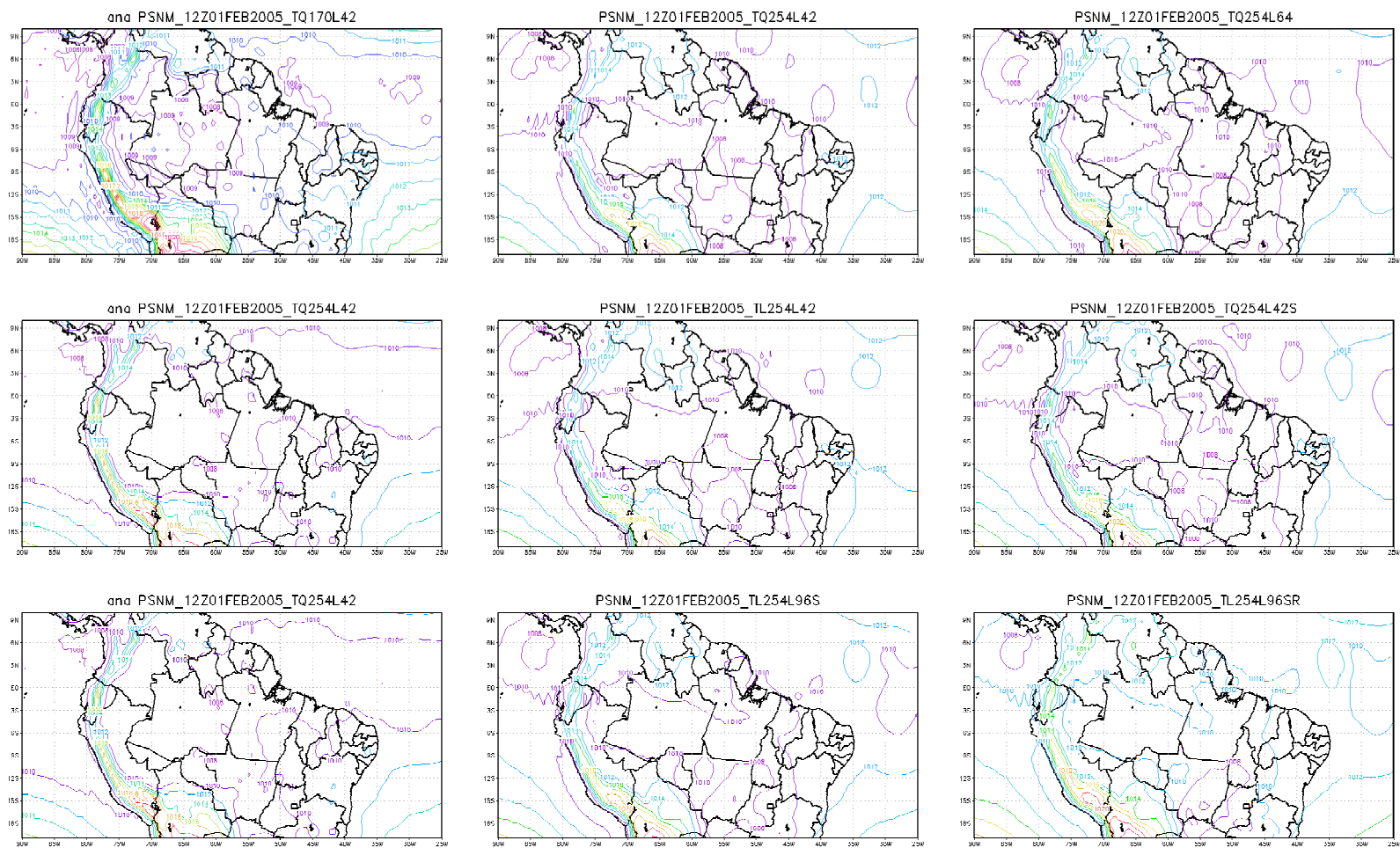


Figura 4.10 – Pressão (hPa) ao nível médio do mar para às 00Z do dia 1º/02/05, (a) 1º , (b) 2º (c) 3º conjunto de experimentos.



a)

b)

c)

Figura 4.11 – Pressão (hPa) ao nível médio do mar para às 12Z do dia 1º/02/05, (a) 1º, (b) 2º e (c) 3º conjunto de experimentos.

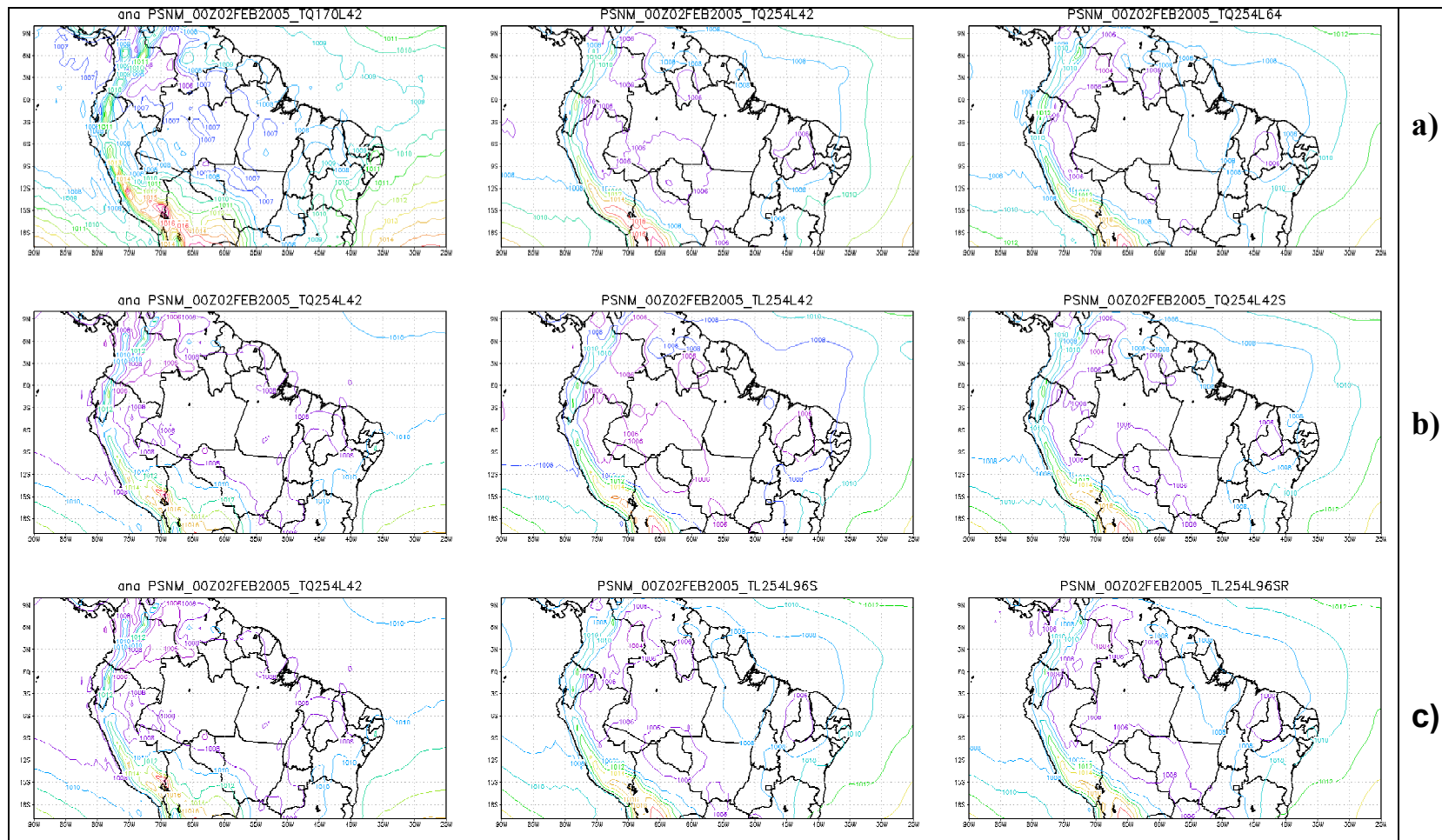


Figura 4.12 – Pressão (hPa) no nível médio do mar para às 00Z do dia 02/02/05, (a) 1º, (b) 2º e (c) 3º conjunto de experimentos

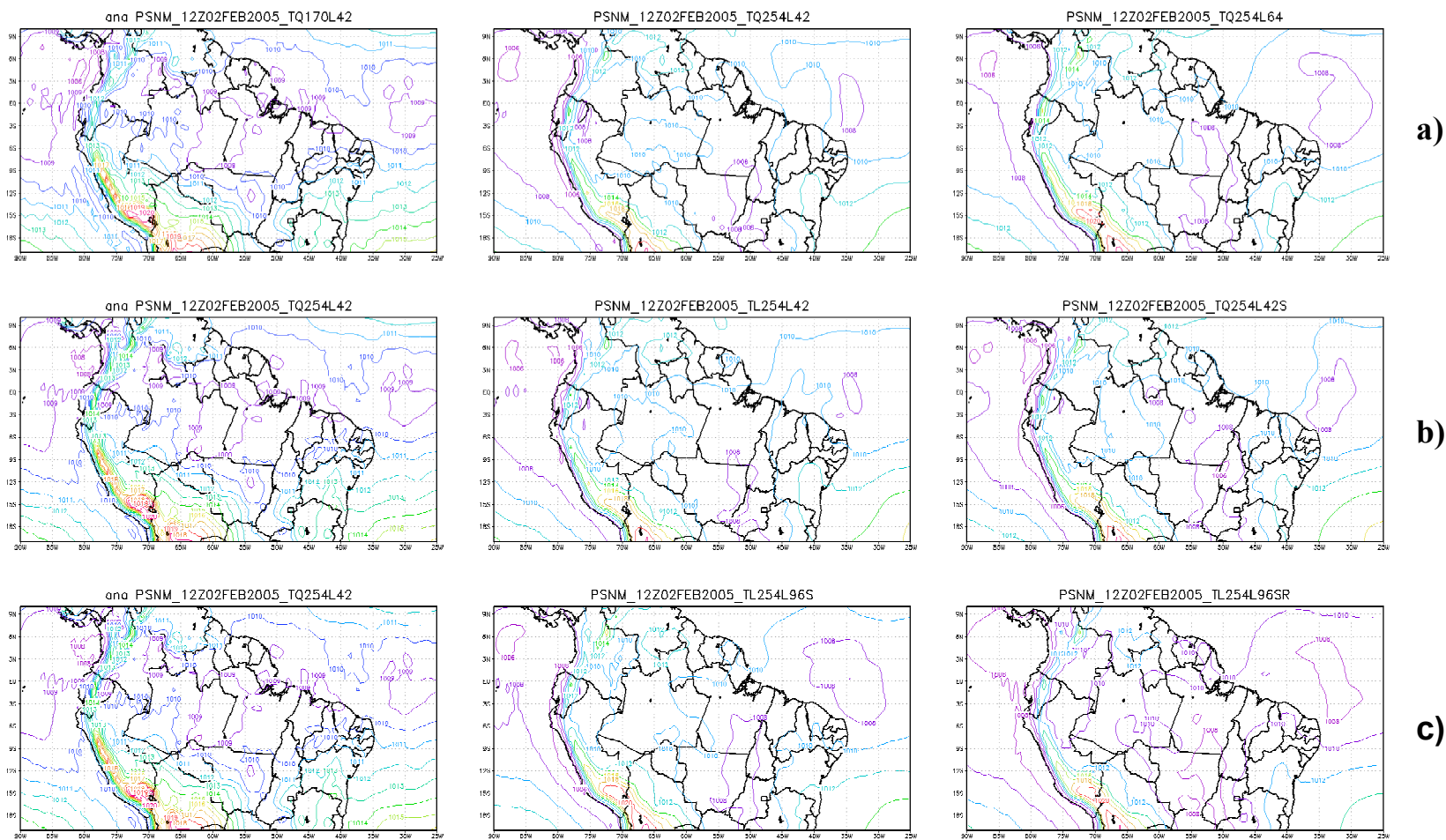


Figura 4.13 – Pressão (hPa) no nível médio do mar para às 12Z do dia 02/02/05, (a) 1º , (b) 2º e (c) 3º conjunto de experimentos.

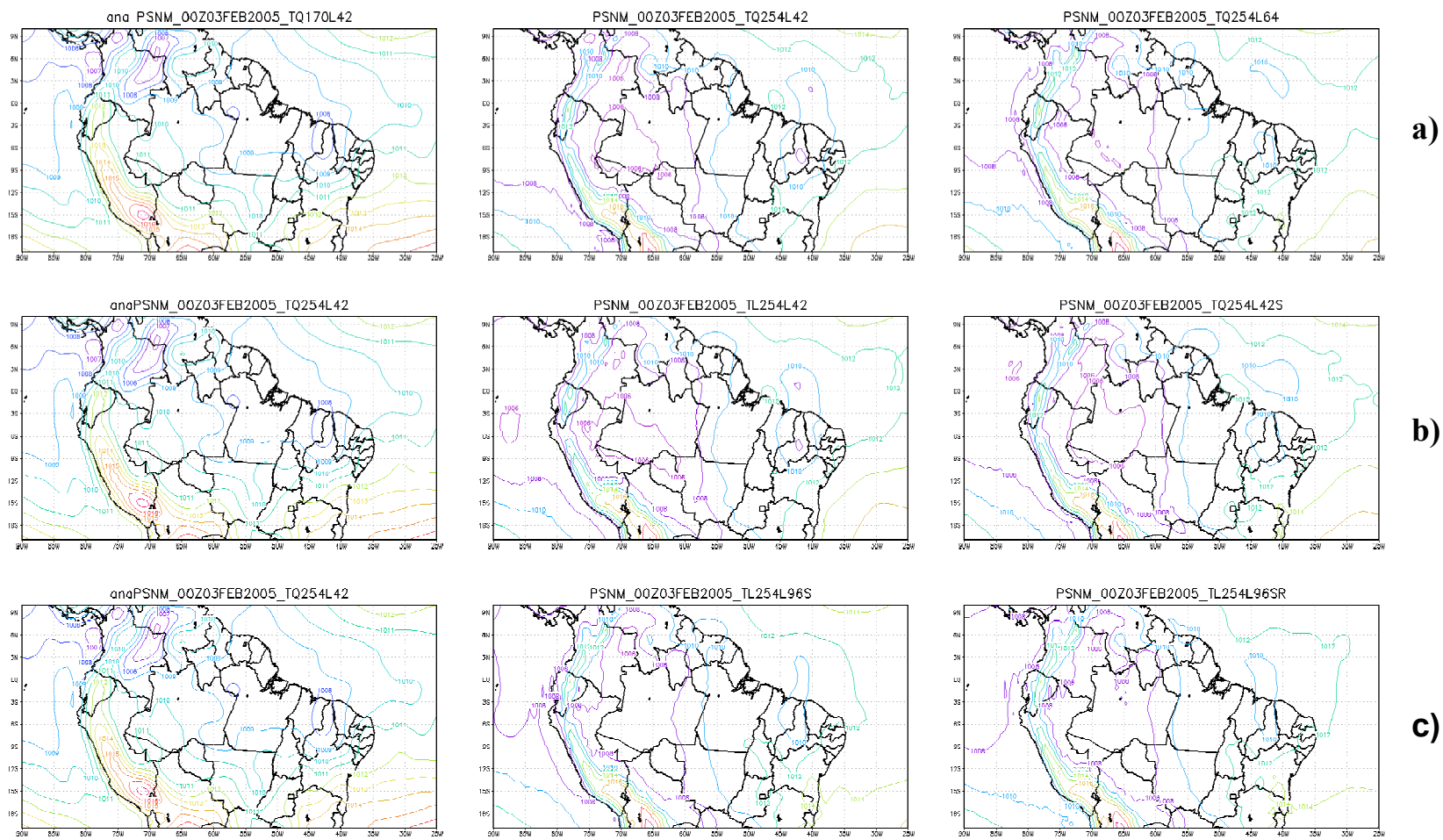


Figura 4.14 – Pressão (hPa) no nível médio do mar para às 00Z do dia 03/02/05, (a) 1º , (b) 2º e (c) 3º conjunto de experimentos.

4.2.2 Ventos em 925 hPa e Espessura geopotencial (700 hPa – 1000 hPa)

Os centros de alta pressão na retaguarda dos sistemas frontais intensos são, em geral, rasos e, portanto o nível de 925 hPa foi escolhido para estudar o escoamento de baixa troposfera associado a friagens (Mattos, 2003). Uma das formas usadas para identificar um evento de friagem é quando há inversão do vento, se os ventos são de sul, então isso implica em entrada de ar frio vindo do sul.

São apresentados os campos de espessura com a diferença da altura geopotencial em 700 hPa e 1000 hPa e os campos de ventos em 925 hPa. É possível observar que em todos os experimentos, tanto nas análises como nas previsões existe a inversão do vento. Neste caso os ventos são de sul, o que é visto em eventos de friagens, como foi verificado por Mattos (2003). A intensidade e velocidade dos ventos variam um pouco, há diferenças entre as resoluções lineares e quadráticas e entre os controles. O modelo representa bem a direção do vento para eventos de friagens que atigem a região amazônica.

Os campos de espessura geopotencial são semelhantes aos campos de pressão apresentados anteriormente. Neste capítulo será destacado somente o dia em que ocorreu o evento de friagem, nos horários das 00 Z e 12 Z.

Às 00 Z, na análise do 1º conjunto de experimentos (Figura 4.15 a) os ventos vêm de sul na direção da região amazônica enquanto que a crista mostrada no campo de espessura geopotencial se estende até o sudoeste do MT. Nas previsões de 24h o vento é representado com maior detalhamento do que na análise, isso justifica o skill atingindo 60 e 59%, nos experimentos B e C, respectivamente e 69% nos dois experimentos de previsão para a variável do vento na vertical, como mostra o apêndice A.

O vento é visto com maior detalhamento no campo de análise dos 2º e 3º conjuntos de experimentos (Figura 4.15 b-c), e a crista tem o mesmo desenvolvimento comentado na análise anterior. Nos campos de previsão de 24h do vento, para os

experimentos D e E, a resolução semilagrangiana quadrática apresenta correlação mais alta do que a semilagrangiana linear, e mesmo valor (83%) para a ZGEO em 500 hPa. Os experimentos F e G são muito similares e subestimam a análise tanto na intensidade do vento quanto no desenvolvimento da crista.

A análise do 1º conjunto de experimentos (Figura 4.16 a) mostra a intensificação da crista na direção sul amazônica, no horário da 12 Z, com ventos vindos de sul acompanhando a alta. As previsões mostram uma subestimativa da propagação da crista com ventos mais intensificados do que a análise.

No 2º conjunto de experimentos (Figura 4.16 b), a análise tem maior detalhamento do vento com a crista avançando até o sudoeste do MT. As previsões de 36h subestimam o avanço da crista. O vento na resolução TQ254L42 semilagrangiana é mais consistente com a análise.

A análise do 3º conjunto de experimentos (Figura 4.16 c), idem a análise anterior. As previsões de 36h também subestimam a análise com relação à propagação da crista e a intensidade do vento.

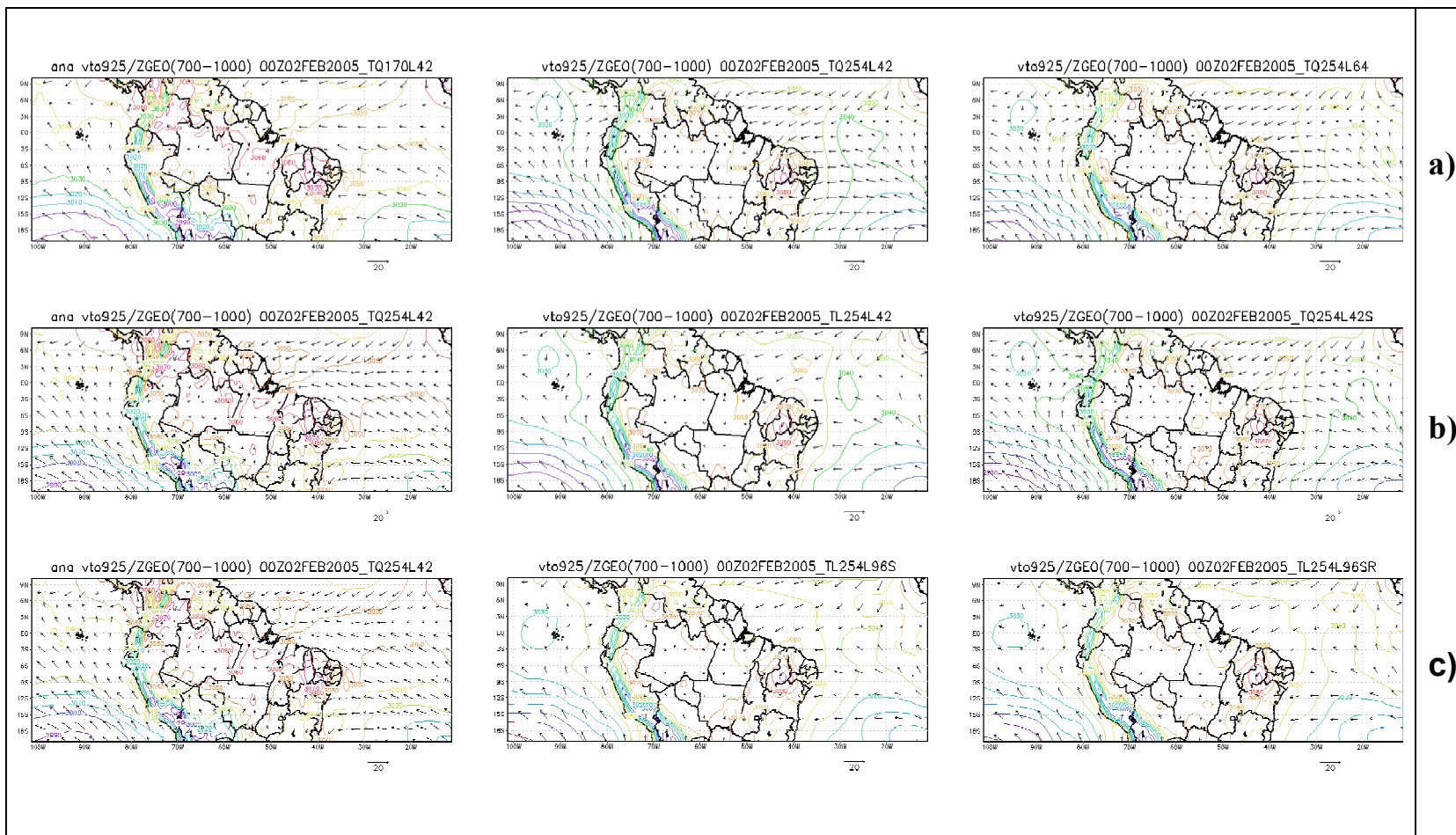


Figura 4.15 – Vento (m/s) em 925 hPa (vetor) e espessura geopotencial (m) em (700 – 1000)hPa (linhas) para às 00Z do dia 00/02/05, (a) 1º , (b) 2º e (c) 3º conjunto de experimentos

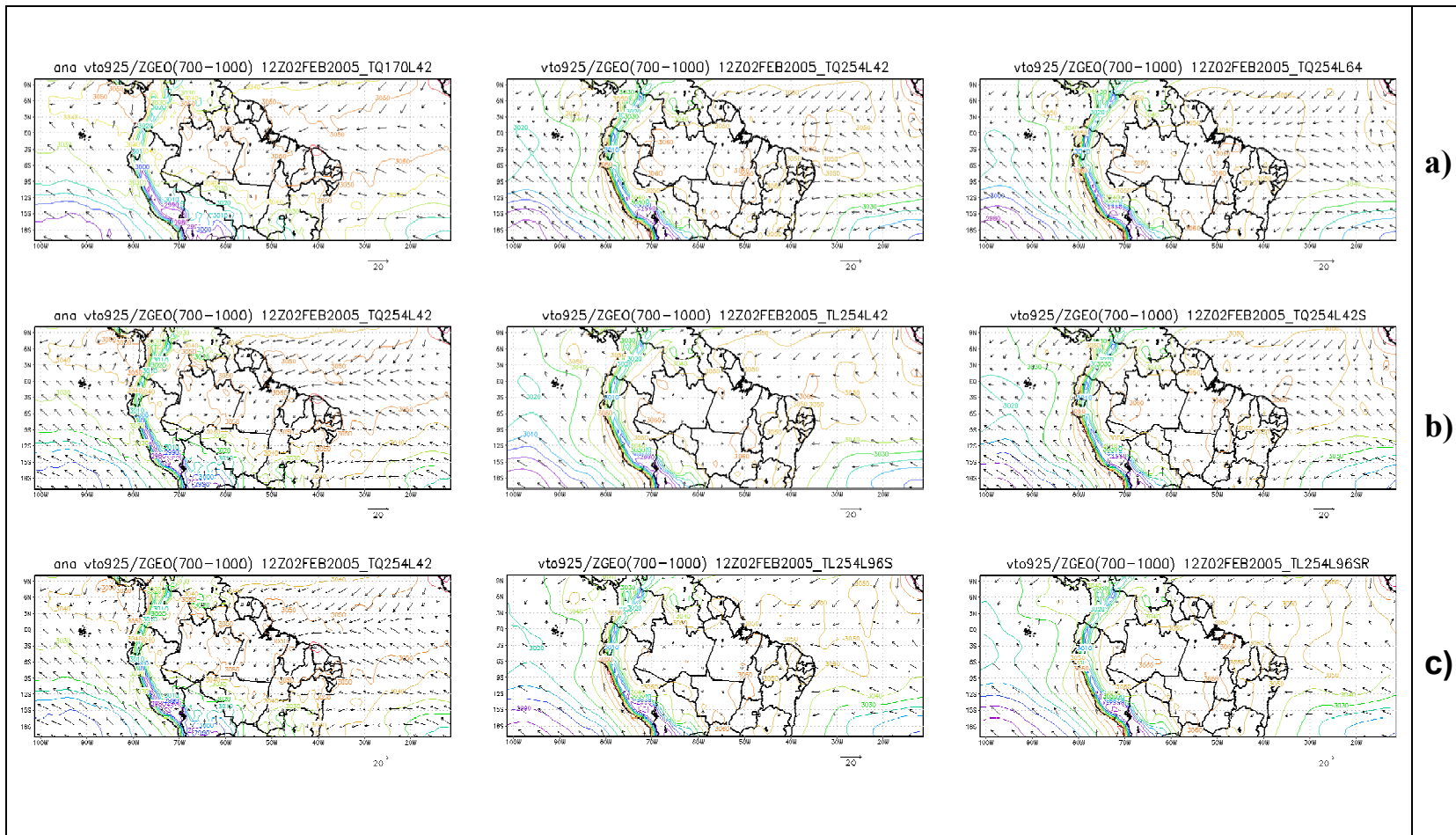


Figura 4.16 – Vento (m/s) em 925 hPa (vetor) e espessura geopotencial (m) em (700 – 1000)hPa (linhas) para às 12Z do dia 02/02/05, (a) 1º, (b) 2º e (c) 3º conjunto de experimentos.

4.2.3 Temperatura

A friagem atingiu a região sul da Amazônia entre os dias 1º/02/2005 e 03/02/2005, em torno das 12 UTC do dia 2 de fevereiro de 2005 foi o dia de menor temperatura registrada. Segundo dados de PCDs/CPTEC, a temperatura mínima do ar caiu de 24,5°C para 19°C, na cidade de Cuiabá - MT, uma redução de quase 6°C em menos de 24h. A temperatura começou a aumentar a partir do dia 3 de fevereiro. A amplitude das alterações causadas pela penetração do sistema indica que a intensidade do fenômeno pode ser considerada significativa para essa região em que a temperatura média é em torno de 31,5°C.

Realizando os três experimentos, citados no capítulo 3, para a evolução temporal da anomalia de temperatura do ar, observam-se pelas análises que houve queda no dia 02/02/2005, seguindo também de queda nos dois dias subsequentes, voltando a aumentar a temperatura no dia 05/02/2005.

As previsões para o 1º conjunto de experimentos (Figura 4.17 a) são muito similares, mostram uma brusca queda de temperatura no dia 1º/02/2005 e no dia de menor temperatura do ar uma pequena elevação da temperatura, caindo novamente no dia 03/02/2005. Ressalta-se que em comparação com a análise o modelo não teve um bom resultado, embora no horário das 06UTC do dia 3 de fevereiro a previsão sobrepôs a análise no gráfico apresentado. O mesmo ocorreu com o segundo experimento (Figura 4.17 b).

No terceiro experimento (Figura 4.17 c) é que a previsão representou melhor o dia de ocorrência da menor temperatura do ar, nos horários entre 00 UTC e 18 UTC do dia 02/02/2005, onde pode-se verificar no gráfico linhas das previsões quase sobrepondo as da análise.

O skill para temperatura atingiu maior índice após 12 horas de simulação para todos os experimentos, com valores entre 84 e 85%. Os EMs e V tiveram valores pequenos, aumentando à medida que o tempo de previsão também aumentava.

O V variou de 0,21 a 1,02 para os experimentos A e D e para o experimento B, respectivamente. O EM apresentou maior valor para os experimentos F e G após 84h simulação.

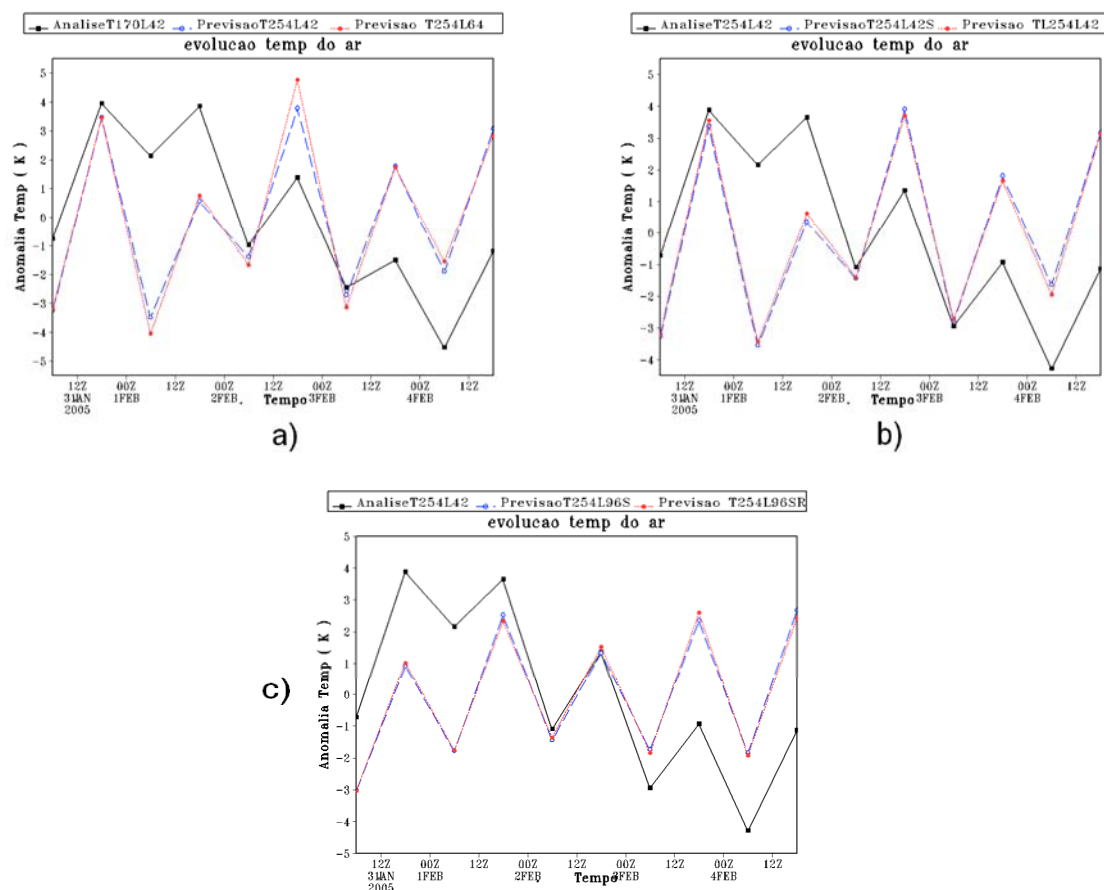


Figura 4.17 – Evolução temporal da anomalia da temperatura do ar na área onde ocorreu o evento de friagem – período de 31 de janeiro a 05 de fevereiro de 2005: (a) 1º, (b) 2º e (c) 3º conjunto de experimentos.

4.3 3º Evento: 2º Caso de Friagem

4.3.1 Vento em 925 hPa e Espessura (700 hPa – 1000 hPa)

O campo de vento representa os ventos vindos das altas latitudes, alcançando o sul dos estados do AM e PA e os mapas dos campos de espessura geopotencial mostram a intensificação da alta em direção da região amazônica, indicando a entrada de ar mais frio nessa região. Esse padrão de vento está representado em todos os experimentos e nos horários de ocorrência do evento de friagem.

Nos três conjuntos de experimentos, no dia 12/09/2004 (Figura 4.18-19), verifica-se nos campos das análises que uma crista se alonga até o sudoeste do MT, trazendo ar mais frio, com um centro de alta pressão no sul da Bolívia atingindo 1020hPa (não apresentado). Na região ao sul do AM, a espessura geopotencial é bem mais alta, caracterizando um centro de temperatura mais elevada. As previsões são bem compatíveis com as análises em relação à crista, embora estejam menos intensificadas, as resoluções estudadas reproduzem o desenvolvimento da crista na direção da Amazônia.

Em relação ao centro de baixa pressão registrado, os experimentos superestimaram os controles, apresentando um centro de baixa pressão bem centralizado e fechado ao sul do estado do AM, atingindo 1008 hPa (não apresentado). A presença desse centro de baixa pressão pode mascarar o avanço do anticiclone para a região tropical, e os máximos de gradientes de temperatura associados às ondas baroclínicas, que estão normalmente mais ao sul. Esse centro de baixa pressão ou cavado térmico sobre o continente também foi observado por Garreaud (2002) e é considerada uma característica de verão apresentada nos dias próximos à ocorrência de friagens.

Nas análises do dia 13/9/2004 (Figura 4.20 – 4.21), dia de menor temperatura do ar observada, verifica-se que os ventos que acompanham a crista são mais intensos do que os ventos que estão na região central da Amazônia. A crista

continua se intensificando no sentido nordeste, encontrando o cavado térmico ainda bem configurado. Nas previsões de espessura geopotencial, um centro de altas ZGEO se reproduz na mesma região da baixa pressão, enquanto que o centro de baixas ZGEO se amplifica na direção dessa mesma região. No horário das 12 UTC (Figura 4.21) a crista chega a atingir a região central do MT, com a pressão atingindo 1022 hPa no centro da alta, nos três experimentos houve subestimativa em relação aos controles. Houve superestimativa do cavado térmico em relação às análises.

As análises (Figura 4.22) mostram a regressão da crista, com o centro de baixa pressão aumentando para a região mais ao sul, novamente observa-se subestimativa das previsões em relação à crista e superestimativa em relação ao centro de baixa pressão.

Os maiores valores de skill para ZGEO foram após 24 horas de simulação com 92, 90 e 92% para os experimentos B, D e G, respectivamente. Para PNMM os valores máximos foram após 30 horas de previsão para os experimentos B, E e G com 83, 82 e 83%, respectivamente. As componentes do vento u e v, apresentaram valores semelhantes de skill para todos os experimentos como pode ser visto no apêndice A.

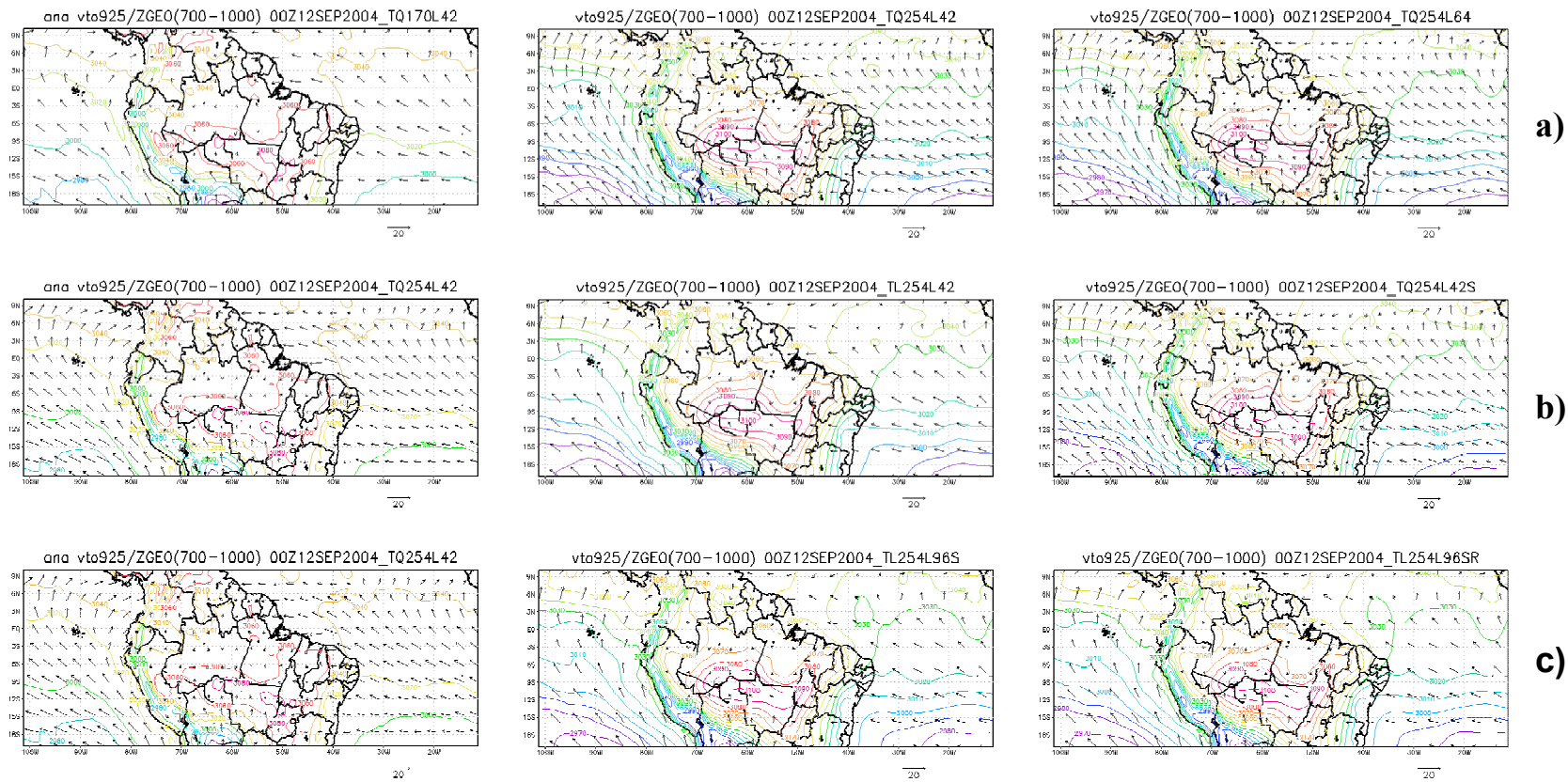


Figura 4.18 – Vento (m/s) em 925 hPa (vetor) e espessura geopotencial (m) em (700 – 1000)hPa (linhas) para às 00Z do dia 12/09/04, (a) 1º, (b) 2º e (c) 3º conjunto de experimentos.

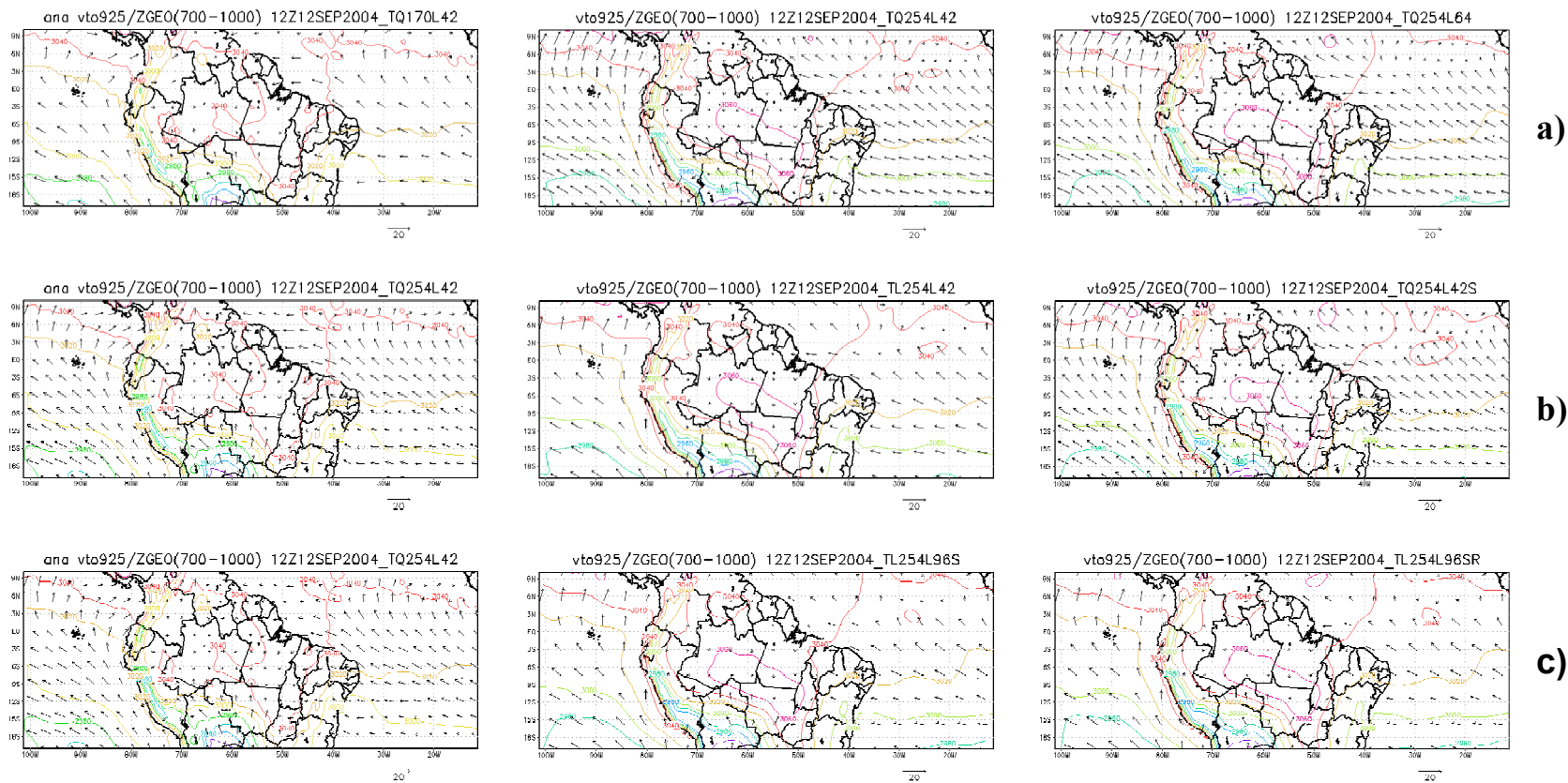


Figura 4.19 – Vento (m/s) em 925 hPa (vetor) e espessura geopotencial (m) em (700 – 1000)hPa (linhas) para às 12Z do dia 12/09/04, (a) 1º, (b) 2º e (c) 3º conjunto de experimentos.

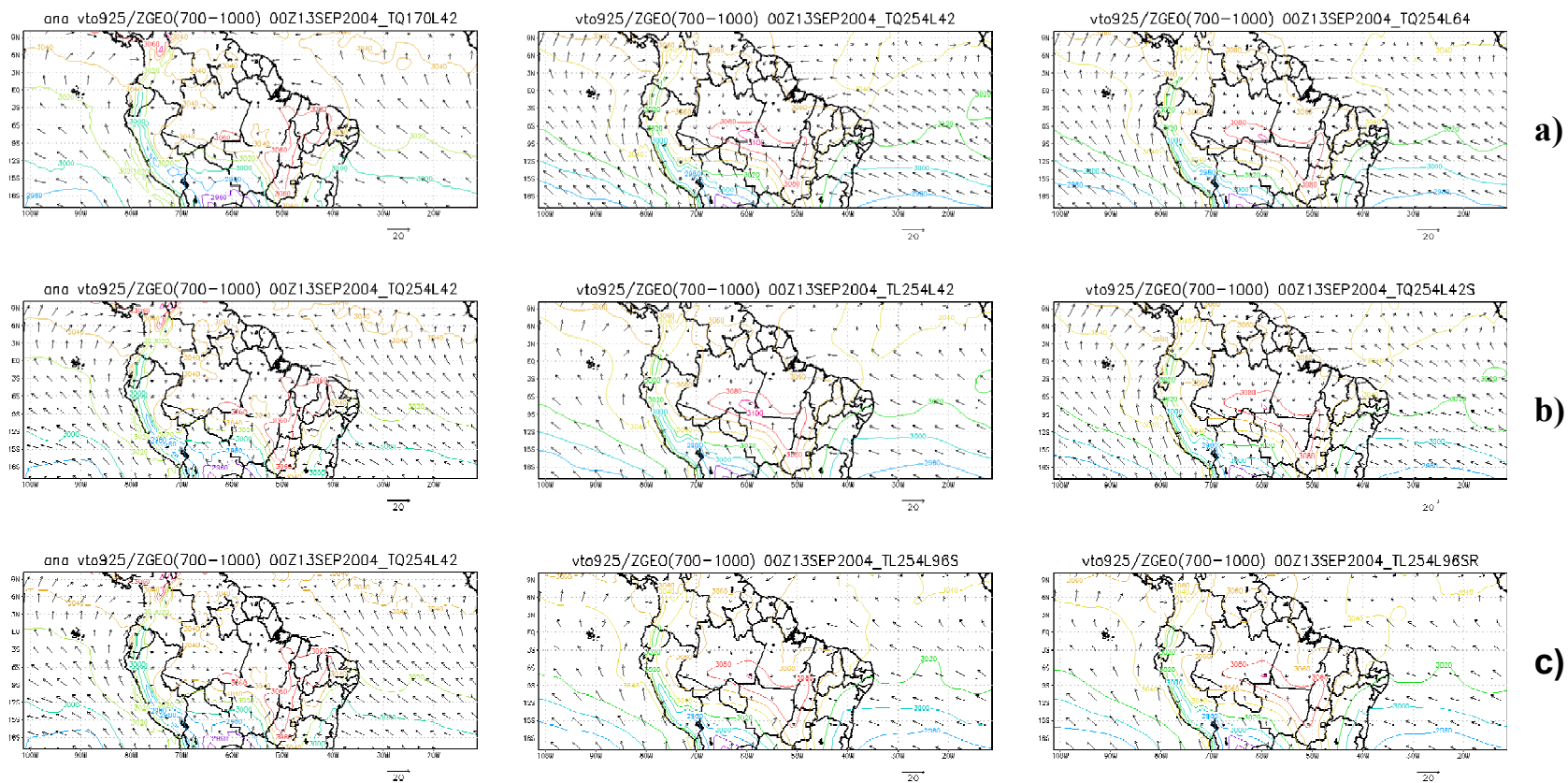


Figura 4.20 – Vento (m/s) em 925 hPa (vetor) e espessura geopotencial (m) em (700 – 1000)hPa (linhas) para às 00Z do dia 13/09/04, (a) 1º, (b) 2º e (c) 3º conjunto de experimentos.

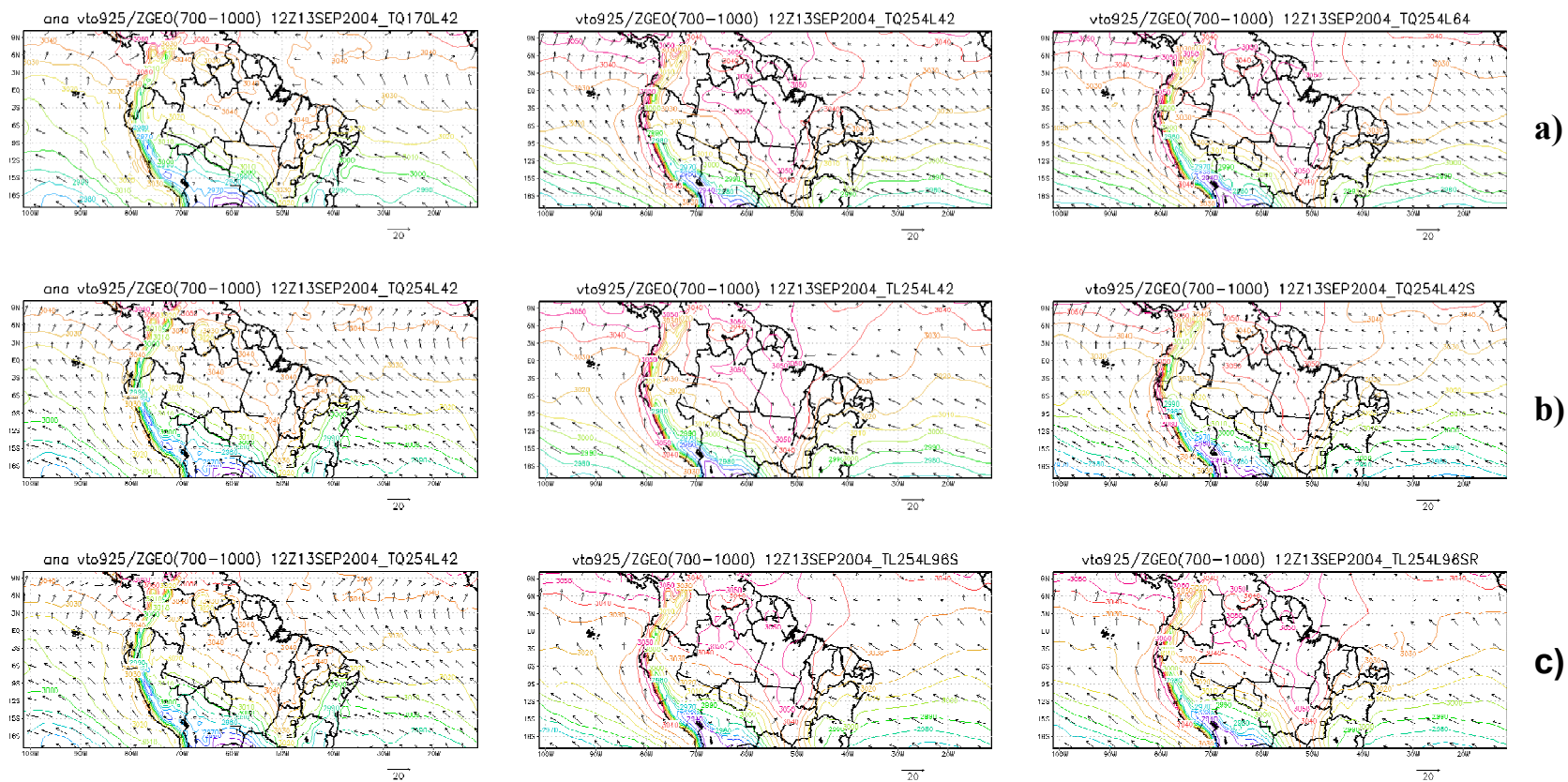


Figura 4.21 – Vento (m/s) em 925 hPa (vetor) e espessura geopotencial (m) em (700 – 1000)hPa (linhas) para às 12Z do dia 13/09/04, (a) 1º, (b) 2º e (c) 3º conjunto de experimentos.

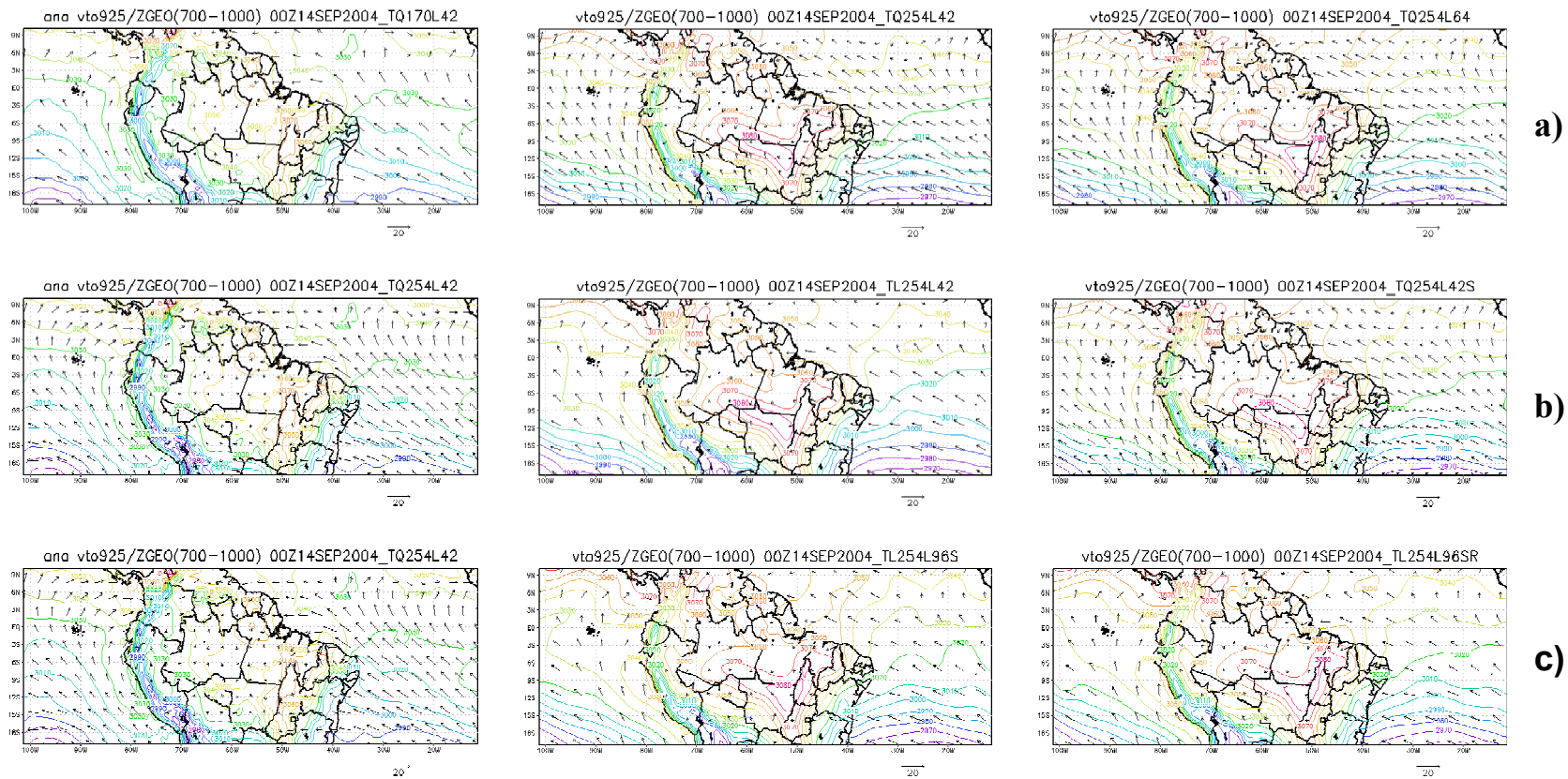


Figura 4.22 – Vento (m/s) em 925 hPa (vetor) e espessura geopotencial (m) em (700 – 1000)hPa (linhas) para às 00Z do dia 14/09/04, (a) 1º, (b) 2º e (c) 3º conjunto de experimentos.

4.3.2 Temperatura

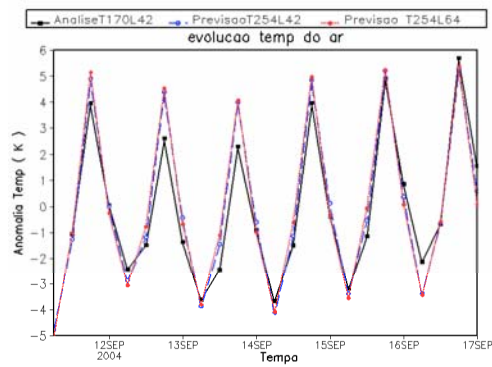
A Figura 4.23 mostra a evolução temporal da anomalia da temperatura do ar para o evento de friagem tratado neste capítulo. O dia de menor temperatura mínima do ar registrada foi no dia 13/09/2004, em Cuiabá, a temperatura caiu de 20°C para 12°C em 48h (Fonte PCDs/CPTEC).

A linha do gráfico correspondente à análise (traço preto), para o 1º conjunto de experimentos (Figura 4.23 a) mostra o declínio maior da temperatura nos dias 13 e 14 de setembro para as temperaturas mínimas, começando a subir a partir do dia 15 de setembro de 2004. As previsões acompanham bem a análise apresentando temperaturas um pouco mais baixas no horário das 06 Z (horário de temperatura mínima) e são um pouco mais elevadas no horário das 18 Z (horário de máxima). O campo de temperatura, calculado na área próxima a cidade de Cuiabá, apresentou melhor desempenho após 96 horas de previsão.

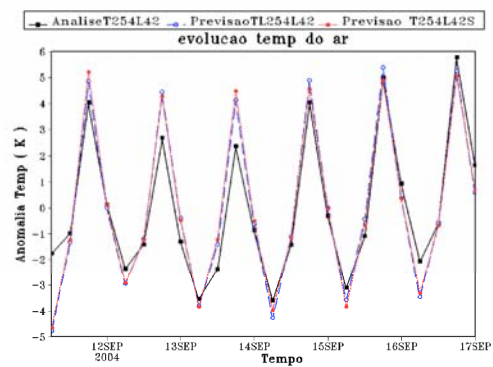
No 2º conjunto de experimentos (Figura 4.23 b), a análise se comporta da mesma forma da figura anterior. As previsões reproduzem temperaturas máximas mais elevadas e mínimas mais baixas do que na análise. O experimento D sobressai com temperatura mínima no horário das 06 Z do dia 14 de setembro de 2004 e máximas no horário das 18 Z dos dias 14 e 15 de setembro.

No 3º conjunto de experimentos verifica-se o mesmo padrão dos experimentos anteriores para as análises. As previsões superestimaram as análises nos horários de mínimas e máximas.

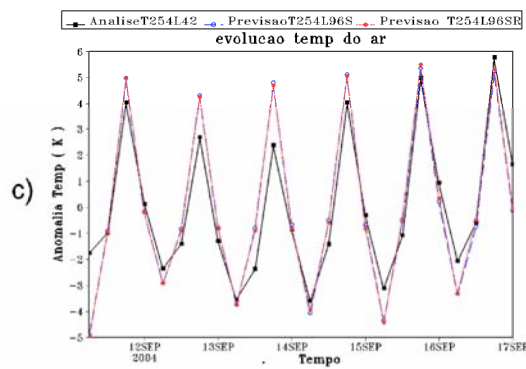
O skill calculado para a temperatura foi de 79% para o experimento B e 77% para o experimento D para 36h de previsão. O EM teve valores muito baixos variando entre 0,66 e 1,39.



a)



b)



c)

Figura. 4.23 – Evolução temporal da anomalia da temperatura do ar na área onde ocorreu o evento de friagem – período de 11 a 17 de setembro de 2004: (a) 1º, (b) 2º e (c) 3º conjunto de experimentos.

5 CONCLUSÕES

Neste trabalho foi discutida a capacidade do modelo em simular um evento meteorológico de mesoescala que pode atingir a escala sinótica (LICon) e dois eventos de Friagem para a região tropical, utilizando diferentes configurações do MCGA/CPTEC, tais como métodos de integração no tempo, resoluções horizontais e verticais, tipos de grade.

Com base nos experimentos numéricos, pode-se averiguar a capacidade do modelo para simular LICon ocorrida entre os dias 20 e 21 de janeiro de 2004. Onde constatou-se que a intensidade dos núcleos de precipitação é maior em relação à simulada pelo método semilagrangiano. Em relação às resoluções verticais, o incremento de camadas na vertical demonstra uma melhora na configuração e intensidade de precipitação na região onde ocorreu a LICon. Nas previsões de 18 e 24 horas aparece uma diferença no aumento de resolução horizontal, quanto maior a resolução melhor a configuração da LICon, ressaltando que essa diferença não é significativa quando é utilizado o método semilagrangiano para resoluções horizontais diferentes, apresentadas neste trabalho.

As diferenças observadas no campo de AGP, quando integradas com métodos euleriano e semilagrangiano não foram tão evidentes quanto às observadas para o campo de precipitação. Já para as resoluções verticais há uma intensificação com o aumento de camadas, não há diferenças significativas quando modificam-se as resoluções horizontais, para a região e período estudados.

As correlações (previsão x controle) de anomalias calculadas para AGP, utilizando o método estatístico citado na metodologia, apresentaram valores similares para todos os métodos de integração, para as diferentes resoluções verticais e horizontais em todos os horários de simulação.

Com relação à previsão do fenômeno de friagem ocorrido em fevereiro de 2005, os resultados obtidos apresentaram uma configuração similar para a evolução do sistema de alta pressão, com as diferentes resoluções do MCGA/CPTEC. Esses resultados apresentaram melhor configuração nos horários das 12 Z, provavelmente atribuído ao fato de que neste horário existe pouca influência do aquecimento diurno, assim sendo as características da massa de ar polar fria atua diretamente sobre a superfície.

O centro de baixa pressão sobre a região amazônica no episódio de friagem citado anteriormente, não está bem configurado como o citado por Garreaud (2002). Uma das possíveis causas da baixa intensidade do centro de baixa pressão pode estar relacionada à influência remota (TSM), ou às condições regionais de temperatura e umidade do solo.

A configuração da alta pressão e do cavado térmico está melhor detalhada para a friagem ocorrida em setembro de 2004, tanto às 00 Z quanto às 12 Z, sendo que no horário das 12 Z a intensidade é melhor definida para ambos. Os resultados obtidos, para este episódio estão compatíveis com os encontrados por Garreaud (2002).

Os campos de temperatura, tanto para as análises quanto para as previsões não apresentaram resultados compatíveis com o observado (PCDs/CPTEC), a queda de temperatura observada na simulação é pequena em relação à observada pelos PCDs. Esse resultado foi verificado para os dois experimentos de friagem.

A partir dos resultados analisados neste trabalho conclui-se que, para a previsão de friagem na região amazônica é mais importante ter uma boa condição inicial (análise) do que modificar as configurações do modelo. Porém para a simulação de LIs conclui-se que, tanto a condição inicial e de contorno quanto o tipo de resolução horizontal e vertical como o esquema de integração são importantes para obter uma boa previsão da evolução da LI.

6 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

- Repetir os experimentos para resoluções mais refinadas;
- Avaliar o impacto das resoluções para outros fenômenos meteorológicos para a região tropical em épocas diferentes;
-
- Utilizar diferentes esquemas de convecção nas simulações dos fenômenos meteorológicos para a região tropical;

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARROS, S. **Inovações no Modelo Global do CPTEC (CPTEC/INPE, 2006)**. (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, Cachoeira Paulista).

<http://www.cptec.inpe.br/pad>. Comunicação **pessoal ou e-mail**.

BONATTI, J.P., 1996: Modelo de circulação geral do CPTEC. **Climanálise – Boletim de Monitoramento e Análise Climática**, n. especial 10 anos, 1996.

Disponível em:

<<http://www.cptec.inpe.br/products/climanalise/cliesp10a/bonatti.html>>. Acesso em: 28 mar. 2009.

BONATTI, J.P., Verificação estatística do modelo global do CPTEC. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 9., 1996, Campos do Jordão, Brasil. **Anais...** Rio de Janeiro: SBMet, 1996 p. 1453-1456.

BRINKMAN, W.L.F. E RIBEIRO, M.N.G. Air temperatures in Central Amazônia. III Vertical temperature distribution on a clearcut area and in a secondary forest near Manaus (cold front conditions July 10th 1969). **Acta Amazônica**, v. 2, n. 3 p. 25 - 29, 1972.

CAVALCANTI, I. F. A., MARENGO, J. A., SATYAMURTY, P., NOBRE, C.A, TROSNIKOV, I., BONATTI, J.P., MANZI, A O., TARASOVA, T., PEZZI, L.P. , D'ALMEIDA, C., SAMPAIO, G., CASTRO, C.C., SANCHES, M. B., CAMARGO, H., 2002. Global climatological features in a simulation using CPTEC/COLA AGCM. **J.Climate**, v.15, 2965-2988.

CAVALCANTI, I. F. A. **Um estudo sobre interações entre sistemas de circulação de escala sinótica e circulações locais**. 1982. 133 p. (INPE-2494-TDL/097). Dissertação (Mestrado em Meteorologia)- Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos. 1982. Disponível em: <<http://urlib.net/sid.inpe.br/MTC-m13@80/2005/08.24.13.44>>. Acesso em: 01 jun. 2009.

COHEN, J. C. P. O projeto desmata : impacto do desmatamento junto ao litoral atlântico da Amazônia. **Boletim da Sociedade Brasileira de Meteorologia**, v.25, n.3, pp. 27-31, 2001.

COHEN, J. C. P.; GANDU, A. W.: Linha de instabilidade continental na Amazônia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 12. 2002, Foz do Iguaçu (PR). **Anais...** Rio de Janeiro: SBMET, 2002.

COHEN, J.C.P.; SILVA DIAS, M.A.F.; NOBRE, C.A. Aspectos Climatológicos das Linhas de Instabilidade na Amazônia. **Climanálise – Boletim de Monitoramento e Análise Climática**, v.4, n.11, p. 34-40, 1989.

COHEN, J.C.P.; SILVA DIAS, M.A.F.; Nobre, C.A. Environmental Conditions Associated with Amazonian Squall Lines: A Case Study. **Monthly Weather Review**, v. 13, n.11, p. 3163-3174, 1995.

DAVIES, R. **Documentation of the solar radiation parameterization in the GLAS climate model.**, 1982. 57 p. NASA Tech. Memo. 83961

FIGUEROA, S.N.; TARASOVA, T.; BARBOSA, J.H.M.; BONATTI, J.P AND SILVA DIAS, P.L. The impact of cumulus and radiation parameterization schemes on Southern Hemisphere summer climate simulate by CPTEC Atmospheric General Circulation Model. In:INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOUTHERN HEMISPHERE METEOROLOGY AND OCEANOGRAPHY, 8., 2006. Foz do Iguaçu. **Proceedings...** Foz do Iguaçu, Paraná, Brazil: American Meteorology Society, 24-28 April, , 2006.

FISCH, G. F. **Camada limite Amazonia:** aspectos observacionais e de modelagem. 1995. 201 p. (INPE-6123-TDI/584). Tese (Doutorado em Meteorologia) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos. 1995. Disponível em: <<http://urlib.net/sid.inpe.br/MTC-m13@80/2005/08.30.17.33>>. Acesso em: 01 jun. 2009.

FISCH, G.; TOTA, J.; MACHADO, L. A. T.; SILVA DIAS, M. A. F.; LYRA, R. F. D.; NOBRE, C. A.; DOLMAN, A. J.; GASH, J. H. C. The convective boundary layer over pasture and forest in Amazonia. **Theoretical and Applied Climatology**, v. 78, n. 1-3, p. 47-59, Jun. 2004. (INPE-11144-PRE/6600). Disponível em: <<http://www.springerlink.com/app/home/contribution.asp?wasp=6cclymvhlm5jf40wmj13&referrer=parent&backto=issue,5,14;journal,2,38;linkingpublicationresults,1:101580,1>>. Acesso em: 01 jun. 2009.

FISCH, G. E CULF, A.D. Thermodynamic and CO2 profiles developed during the nocturnal boundary layer in the Amazonian Region. **Revista Brasileira de Meteorologia**, 1996b. Disponível em: <http://climanalise.cptec.inpe.br/~rclimanl/boletim/cliesp10a/fish.html>. Acesso em: 01 jun. 2009.

FISCH, G., LEAN, J., WRIGHT, I.R.; NOBRE, C.A. Simulações climáticas do efeito do desmatamento na região Amazônica; estudo de um caso em Rondônia. **Revista Brasileira de Meteorologia**, 1996c. Disponível em: <http://climanalise.cptec.inpe.br/~rclimanl/boletim/cliesp10a/fish.html> Acesso em: 01 jun. 2009.

GARREAUD, R. D. Cold air incursions over subtropical South America: mean structure and dynamics. **Mon. Weather Rev.**, v. 128, n. 7, p. 2544-2559, 2000.

GARSTANG, M.; MASSIE JR., H. L.; HALVERSON, J.; GRECO, S.; SCALA, J. Amazon coastal squall lines, part I: Structure and kinematics. **Mon. Wea. Rev.**, v. 112, pp. 608-622, 1994.

GRELL, GEORG A. Prognostic Evaluation of Assumptions Used by Cumulus Parameterizations. **Monthly Weather Review** 1993 121: 764-787.

HAMILTON, M. G., TARIFA, J. R. Synoptic aspects of a polar outbreak leading to frost in tropical Brazil, July, 1972. **Mon. Weather Rev.**, v. 106, n. 11, p. 1545-1556, 1978.

HARSHVARDHAN, T.; DAVIS, R.; RANDALL, D.A; CORSETTI, T.G. A fast radiation parameterization for general circulation models. **J. Geophys. Res.**, v. 92, p. 1009-1016, 1987.

HOUZE JR., R. A.: Observed structure of mesoscale convective systems and implications for largescale heating. **Quart. Jour. Roy. Meteor. Soc.**, v. 115, pp 425-461, 1989.

KIDDER, S.Q. E VONDER HAAR, T.H. **Satellite meteorology: an introduction.** San Diego: Academic Press, 1995. p.466.

KINTER, J.L., DEWITT, D., DIRMEYER, P.A., FENNESSY, M.J., KIRTMAN, B.P., MARX, L., SCHNEIDER, E.K., SHUKLA, J., STRAUS, D.M., 1997: **The COLA atmosphere-biosphere general circulation model Volume 1: formulation.** Calverton, MD: COLA Staff - Center for Ocean-Land-Atmosphere Studies., Report N.o 51.

KOUSKY, V.E.; VIRJI, H. A Entrada de um sistema frontal em latitudes baixas e seus efeitos na atividade convectiva tropical. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 2. 1982, Pelotas. **Anais...** UFPel, Pelotas, RS: UFPel, 1982. p. 162-179.

KUO, H. L., 1965: On the formation and intensification of tropical cyclones through latent heat release by cumulus convection. **J. Atmos. Sci.**, 22, 40-63.

LACIS A. AND J. E. HANSEN, 1974: A parameterization of the absorption of solar radiation in the Earth's atmosphere. **J. Atmos. Sci.**, 31, 118-133.

MARENGO, J. Factores medio ambientales del area de estudio: Climatología en la Zona de Iquitos. Parte III. In: Kalliola, R ; Flores, S. (Eds.), **Geoecología y desarrollo de la Zona de Iquitos, Peru.** Finland: University of Turku, 1996.

MARENGO, J., NOBRE, C.A., CULF, A.D. Climatic impacts of "Frigens" in forested and deforested areas of the Amazon Basin. **Journal Of Applied Meteorology**, v. 36, p. 1553–1566, 1997.

MATTOS, L. F. **Frontogênese na América do Sul e precursores de friagem no estado de São Paulo**. 2003. 213 p. (INPE-11519-TDI/957). Tese (Doutorado em Meteorologia) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos. 2003. Disponível em:

<<http://urlib.net/sid.inpe.br/jeferson/2004/01.05.09.13>>. Acesso em: 01 jun. 2009.

MELLOR, G.L.; YAMADA, T. Development of a turbulence closure model geophysical fluid problem. **Rev. Geophys. Space Phys.**, v. 20, p. 851-875, 1982.

MOLION, L. C. B. 1987: Climatologia dinâmica da região Amazônica: mecanismo de precipitação. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 2, n.1, p.107-117.

MOLION, L. C. B. Amazonia rainfall and its variability. In: Bonell, M.; Hufschmidt M. M.; Gladwell J. S. (eds). **Hidrology and water management in the humid tropics**. Cambridge, UK: University Press, 1993. p. 99-111.

NMC Development Division Staff Research version of the medium range forecast model NMC Documentation Series 1 (available from the Development Division, NMC, Washington, D.C. 20233), 1988.

OLIVEIRA, P.J.; FISCH, G. 2001. Perfil Médio do Vento em Áreas de Floresta e Pastagem na Amazônia. **Acta Amazonica**, v.31, n. 4, p.581-595.

OLIVEIRA, P. J., ROCHA, E. J. P., FISCH, G. Efeitos de um evento de friagem nas condições meteorológicas na Amazônia: um estudo de caso. **Acta Amazônica**, Manaus, v. 34, n. 4, 2004. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=s0044-59672004000400013&lng=em&nrm=iso> Acesso em 11 nov 2007.

PONTES, A. L., SILVA DIAS, M. A. F. Análise das características físicas e termodinâmicas de uma Linha de Instabilidade ocorrida no dia 08 de outubro de 2002 em Rondônia durante o experimento LBA: Um estudo de caso. CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 14., 2006, Florianópolis SC. **Anais...** Rio de Janeiro: SBMet, 2006.

SOUZA, E. P. **Estudo teórico e numérico da relação entre convecção e superfícies heterogêneas na região amazônica**. 121 p. Tese (Doutorado em Meteorologia) – Universidade de São Paulo, São Paulo-SP, 1999.

TARASOVA, T.A., H.M.J. BARBOSA, S.N. FIGUEROA, **Incorporation of new solar radiation scheme into CPTEC GCM**. São José dos Campos: INPE/CPTEC, 44 p., 2006. (INPE-14052-NTE/371).

TIEDTKE, M. The sensitivity of the time-mean large-scale flow to cumulus convection in the ECMWF model. In: WORKSHOP ON CONVECTION IN

LARGE-SCALE NUMERICAL MODELS, 1983. Reading, UK. **Proceedings...**
Reading, UK: ECMWF, 1983, p. 297-316.

XUE, Y.; SELLERS, P.J.; KINTER III, J.L.; SHUKLA, J.A simplified biosphere
model for global climate studies. **J. Climate**, v. 4, p. 345-364, 1991.

ZISPER, E. J.: Mesoscale and convective – scale downdrafts as distinct
components of squall-line circulation. **Mon. Wea. Rev.**, v. 105, p. 1568-1589,
1977.

APÊNDICE A – CÁLCULO DE ÍNDICES ESTATÍSTICOS

Para quantificar e avaliar o desempenho do modelo, em cada experimento, alguns índices estatísticos foram utilizados (correlação de anomalias (Skill), erro quadrático médio (EM) e viés (V)). Esses cálculos são apresentados nas tabelas abaixo. Os cálculos foram feitos comparando as previsões com as análises.

A primeira linha de tabelas corresponde ao 1º conjunto de experimentos, a segunda linha tabelas corresponde ao 2º conjuntos de experimentos e a terceira linha de tabelas corresponde ao 3º conjunto de experimentos.

1º Evento: Linha de Instabilidade

Altura Geopotencial

T254L42/T170L42	Skill	V	EM
20/01/04 06	92,85	1,06	6,38
20/01/04 12	66,44	-1,60	8,22
20/01/04 18	93,51	-0,81	5,04
21/01/04 00	75,14	4,58	6,58
21/01/04 06	95,44	8,83	9,08
21/01/04 12	87,71	11,51	11,65
21/01/04 18	92,22	9,13	10,60
22/01/04 00	60,71	7,98	9,96

T254L64/T170L42	Skill	V	EM
20/01/04 06	93,06	0,60	6,34
20/01/04 12	71,23	-1,57	7,67
20/01/04 18	92,63	-1,43	5,52
21/01/04 00	76,74	4,23	6,53
21/01/04 06	94,95	7,76	8,23
21/01/04 12	87,79	11,82	11,88
21/01/04 18	90,48	5,84	9,67
22/01/04 00	65,83	8,17	9,89

T254L42S/T254L42	Skill	V	EM
20/01/04 06	93,47	1,04	6,20
20/01/04 12	67,62	-1,49	8,04
20/01/04 18	94,18	-0,65	4,83
21/01/04 00	77,39	5,05	6,62
21/01/04 06	96,04	9,28	9,47
21/01/04 12	88,25	12,03	12,11
21/01/04 18	91,66	9,62	10,57
22/01/04 00	60,28	8,85	10,63

TL254L42/T254L42	Skill	V	EM
20/01/04 06	93,40	0,95	6,19
20/01/04 12	67,60	-1,74	8,06
20/01/04 18	93,92	-0,98	5,01
21/01/04 00	75,38	5,15	6,87
21/01/04 06	95,90	8,71	8,92
21/01/04 12	89,06	12,12	12,21
21/01/04 18	91,69	9,91	10,97
22/01/04 00	59,50	8,08	10,03

T254L96/T254L42	Skill	V	EM
20/01/04 06	93,76	0,23	6,00
20/01/04 12	73,20	-1,61	7,32
20/01/04 18	92,16	-2,03	5,77
21/01/04 00	76,41	2,74	6,02
21/01/04 06	95,70	4,91	6,17
21/01/04 12	88,81	9,76	10,07
21/01/04 18	90,33	3,91	9,62
22/01/04 00	67,00	5,76	7,96

T254L96R/T254L42	Skill	V	EM
20/01/04 06	93,78	0,18	5,97
20/01/04 12	73,56	-1,58	7,32
20/01/04 18	92,68	-2,16	5,69
21/01/04 00	75,94	2,93	6,12
21/01/04 06	95,74	5,07	6,27
21/01/04 12	88,58	9,49	9,82
21/01/04 18	91,17	3,75	9,36
22/01/04 00	68,15	5,76	7,94

Pressão no nível médio do mar

T254L42/T170L42	Skill	V	EM
20/01/04 06	81,39	0,14	0,82
20/01/04 12	44,86	-0,43	1,40
20/01/04 18	87,75	-1,12	1,37
21/01/04 00	80,45	-0,35	1,10
21/01/04 06	91,12	-0,02	0,96
21/01/04 12	73,32	-0,07	0,89
21/01/04 18	86,85	-1,14	1,53
22/01/04 00	70,42	-1,16	1,52

T254L64/T170L42	Skill	V	EM
20/01/04 06	82,86	0,14	0,79
20/01/04 12	51,12	-0,32	1,24
20/01/04 18	87,21	-1,19	1,41
21/01/04 00	83,27	-0,34	1,04
21/01/04 06	92,33	-0,02	0,82
21/01/04 12	74,20	0,07	0,88
21/01/04 18	83,82	-1,41	1,89
22/01/04 00	71,54	-1,11	1,57

T254L42S/T254L42	Skill	V	EM
20/01/04 06	82,39	0,14	0,80
20/01/04 12	45,81	-0,46	1,43
20/01/04 18	87,65	-1,17	1,41
21/01/04 00	79,11	-0,37	1,13
21/01/04 06	91,09	-0,06	0,99
21/01/04 12	72,34	-0,11	0,92
21/01/04 18	87,59	-1,24	1,58
22/01/04 00	72,81	-1,20	1,54

TL254L42/T254L42	Skill	V	EM
20/01/04 06	82,26	0,14	0,80
20/01/04 12	45,37	-0,44	1,42
20/01/04 18	87,39	-1,19	1,42
21/01/04 00	77,64	-0,34	1,13
21/01/04 06	91,06	-0,05	0,97
21/01/04 12	69,92	-0,09	0,98
21/01/04 18	87,24	-1,14	1,52
22/01/04 00	72,25	-1,24	1,57

T254L96/T254L42	Skill	V	EM
20/01/04 06	83,11	0,13	0,78
20/01/04 12	55,04	-0,20	1,18
20/01/04 18	84,83	-1,19	1,48
21/01/04 00	79,63	-0,47	1,16
21/01/04 06	91,01	-0,30	0,95
21/01/04 12	76,75	0,02	0,86
21/01/04 18	81,46	-1,33	1,90
22/01/04 00	73,27	-1,00	1,55

T254L96R/T254L42	Skill	V	EM
20/01/04 06	83,12	0,13	0,78
20/01/04 12	55,77	-0,20	1,17
20/01/04 18	85,10	-1,20	1,47
21/01/04 00	80,15	-0,45	1,17
21/01/04 06	91,28	-0,27	0,94
21/01/04 12	74,39	-0,03	0,89
21/01/04 18	82,11	-1,37	1,88
22/01/04 00	73,67	-1,00	1,52

Componente do Vento na horizontal (Uvel)

T254L42/T170L42	Skill	V	EM
20/01/04 06	94,41	0,01	1,02
20/01/04 12	86,31	-0,31	1,53
20/01/04 18	73,99	-0,09	2,03
21/01/04 00	63,17	-0,67	2,38
21/01/04 06	60,29	-0,52	2,53
21/01/04 12	62,65	-0,57	2,41
21/01/04 18	55,23	-0,33	2,49
22/01/04 00	63,95	-1,24	2,49

T254L64/T170L42	Skill	V	EM
20/01/04 06	94,80	-0,01	0,98
20/01/04 12	86,51	-0,31	1,52
20/01/04 18	75,10	-0,03	1,96
21/01/04 00	63,86	-0,62	2,33
21/01/04 06	59,13	-0,56	2,59
21/01/04 12	61,15	-0,74	2,52
21/01/04 18	51,31	-0,46	2,55
22/01/04 00	58,05	-1,40	2,65

T254L42S/T254L42	Skill	V	EM
20/01/04 06	94,37	0,02	1,03
20/01/04 12	85,88	-0,30	1,55
20/01/04 18	72,72	-0,10	2,08
21/01/04 00	62,46	-0,65	2,41
21/01/04 06	59,64	-0,52	2,57
21/01/04 12	62,50	-0,64	2,47
21/01/04 18	55,93	-0,35	2,51
22/01/04 00	64,36	-1,32	2,58

TL254L42/T254L42	Skill	V	EM
20/01/04 06	94,48	0,02	1,02
20/01/04 12	86,07	-0,30	1,54
20/01/04 18	73,07	-0,08	2,07
21/01/04 00	63,04	-0,64	2,39
21/01/04 06	60,07	-0,52	2,56
21/01/04 12	62,89	-0,65	2,45
21/01/04 18	56,70	-0,37	2,49
22/01/04 00	65,80	-1,30	2,50

T254L96/T254L42	Skill	V	EM
20/01/04 06	94,73	0,01	0,99
20/01/04 12	86,65	-0,28	1,50
20/01/04 18	75,04	0,06	1,97
21/01/04 00	64,97	-0,58	2,34
21/01/04 06	58,47	-0,66	2,62
21/01/04 12	57,72	-0,90	2,68
21/01/04 18	50,16	-0,45	2,63
22/01/04 00	55,61	-1,40	2,74

T254L96R/T254L42	Skill	V	EM
20/01/04 06	94,73	0,01	0,99
20/01/04 12	86,61	-0,28	1,51
20/01/04 18	74,83	0,06	1,99
21/01/04 00	64,99	-0,57	2,33
21/01/04 06	59,31	-0,64	2,59
21/01/04 12	57,85	-0,92	2,67
21/01/04 18	49,77	-0,53	2,69
22/01/04 00	56,33	-1,48	2,76

Componente do Vento na vertical (Vvel)

T254L42/T170L42	Skill	V	EM
20/01/04 06	85,95	-0,02	1,16
20/01/04 12	69,54	0,11	1,65
20/01/04 18	68,94	0,12	1,94
21/01/04 00	60,28	-0,33	2,25
21/01/04 06	30,44	-0,22	2,44
21/01/04 12	14,61	-0,10	2,70
21/01/04 18	24,30	0,15	2,72
22/01/04 00	34,72	0,01	2,45

T254L64/T170L42	Skill	V	EM
20/01/04 06	86,16	-0,02	1,15
20/01/04 12	72,25	0,12	1,56
20/01/04 18	66,82	0,05	1,96
21/01/04 00	60,04	-0,31	2,23
21/01/04 06	30,11	-0,04	2,40
21/01/04 12	12,02	0,13	2,77
21/01/04 18	25,05	0,17	2,68
22/01/04 00	33,40	0,00	2,48

T254L42S/T254L42	Skill	V	EM
20/01/04 06	86,02	-0,01	1,16
20/01/04 12	69,10	0,11	1,68
20/01/04 18	68,78	0,15	1,96
21/01/04 00	59,76	-0,32	2,29
21/01/04 06	30,01	-0,19	2,51
21/01/04 12	14,98	-0,08	2,79
21/01/04 18	25,43	0,19	2,79
22/01/04 00	35,25	0,12	2,47

TL254L42/T254L42	Skill	V	EM
20/01/04 06	86,20	-0,01	1,15
20/01/04 12	69,88	0,11	1,65
20/01/04 18	69,28	0,14	1,92
21/01/04 00	60,02	-0,34	2,28
21/01/04 06	29,10	-0,18	2,52
21/01/04 12	15,05	-0,05	2,78
21/01/04 18	26,63	0,22	2,75
22/01/04 00	36,12	0,08	2,42

T254L96/T254L42	Skill	V	EM
20/01/04 06	86,47	-0,02	1,14
20/01/04 12	73,54	0,13	1,53
20/01/04 18	69,06	0,10	1,88
21/01/04 00	58,65	-0,39	2,29
21/01/04 06	28,92	-0,10	2,47
21/01/04 12	10,81	0,09	2,76
21/01/04 18	23,05	0,27	2,83
22/01/04 00	35,80	0,00	2,52

T254L96R/T254L42	Skill	V	EM
20/01/04 06	86,48	-0,02	1,14
20/01/04 12	73,49	0,12	1,53
20/01/04 18	69,20	0,10	1,88
21/01/04 00	58,76	-0,38	2,29
21/01/04 06	29,91	-0,09	2,47
21/01/04 12	10,27	0,09	2,77
21/01/04 18	23,07	0,29	2,82
22/01/04 00	35,78	-0,01	2,51

Temperatura

T254L42/T170L42	Skill	V	EM
20/01/04 06	92,94	-0,02	0,46
20/01/04 12	84,69	0,10	0,62
20/01/04 18	65,48	0,44	0,94
21/01/04 00	73,43	0,41	0,87
21/01/04 06	81,58	0,32	0,74
21/01/04 12	82,23	0,26	0,70
21/01/04 18	66,20	0,46	0,92
22/01/04 00	73,34	0,26	0,88

T254L64/T170L42	Skill	V	EM
20/01/04 06	92,37	-0,05	0,47
20/01/04 12	83,98	0,11	0,64
20/01/04 18	66,12	0,51	0,95
21/01/04 00	73,20	0,46	0,89
21/01/04 06	79,84	0,38	0,77
21/01/04 12	79,90	0,34	0,75
21/01/04 18	60,38	0,53	0,99
22/01/04 00	67,23	0,41	0,97

T254L42S/T254L42	Skill	V	EM
20/01/04 06	92,87	-0,01	0,47
20/01/04 12	84,13	0,12	0,63
20/01/04 18	66,41	0,46	0,95
21/01/04 00	74,22	0,44	0,88
21/01/04 06	82,08	0,35	0,75
21/01/04 12	82,44	0,30	0,71
21/01/04 18	66,90	0,53	0,95
22/01/04 00	72,43	0,36	0,92

TL254L42/T254L42	Skill	V	EM
20/01/04 06	92,61	-0,02	0,47
20/01/04 12	83,90	0,11	0,63
20/01/04 18	66,10	0,46	0,95
21/01/04 00	74,19	0,43	0,87
21/01/04 06	81,32	0,32	0,74
21/01/04 12	81,87	0,29	0,71
21/01/04 18	66,35	0,52	0,94
22/01/04 00	72,35	0,35	0,91

T254L96/T254L42	Skill	V	EM
20/01/04 06	90,76	-0,06	0,50
20/01/04 12	81,64	0,06	0,68
20/01/04 18	64,87	0,48	0,99
21/01/04 00	71,89	0,54	0,92
21/01/04 06	78,37	0,43	0,80
21/01/04 12	76,24	0,43	0,79
21/01/04 18	58,50	0,61	1,04
22/01/04 00	67,79	0,45	0,95

T254L96R/T254L42	Skill	V	EM
20/01/04 06	90,77	-0,06	0,50
20/01/04 12	81,74	0,06	0,68
20/01/04 18	64,99	0,49	0,98
21/01/04 00	71,89	0,55	0,92
21/01/04 06	78,68	0,43	0,80
21/01/04 12	75,55	0,44	0,80
21/01/04 18	59,02	0,62	1,04
22/01/04 00	68,09	0,44	0,95

Água Precipitável (AGPL)

T254L42/T170L42	Skill	V	EM
20/01/04 06	96,79	0,36	2,00
20/01/04 12	93,45	0,42	2,70
20/01/04 18	88,21	-0,25	3,60
21/01/04 00	86,68	-0,34	3,84
21/01/04 06	85,17	-0,34	3,93
21/01/04 12	82,07	-0,70	4,28
21/01/04 18	77,28	-1,27	5,02
22/01/04 00	76,24	-1,36	5,21

T254L64/T170L42	Skill	V	EM
20/01/04 06	96,89	0,39	1,97
20/01/04 12	93,63	0,55	2,69
20/01/04 18	88,79	-0,23	3,52
21/01/04 00	86,74	-0,27	3,82
21/01/04 06	85,59	-0,25	3,88
21/01/04 12	81,74	-0,57	4,30
21/01/04 18	76,79	-1,17	5,04
22/01/04 00	75,60	-1,33	5,27

T254L42S/T254L42	Skill	V	EM
20/01/04 06	96,92	0,36	1,95
20/01/04 12	93,52	0,37	2,68
20/01/04 18	88,23	-0,33	3,60
21/01/04 00	86,67	-0,44	3,85
21/01/04 06	85,00	-0,48	3,97
21/01/04 12	81,80	-0,87	4,32
21/01/04 18	76,75	-1,49	5,12
22/01/04 00	75,85	-1,59	5,29

TL254L42/T254L42	Skill	V	EM
20/01/04 06	97,06	0,38	1,93
20/01/04 12	93,74	0,43	2,66
20/01/04 18	88,56	-0,31	3,58
21/01/04 00	86,96	-0,40	3,81
21/01/04 06	85,03	-0,39	3,95
21/01/04 12	82,12	-0,85	4,27
21/01/04 18	76,75	-1,42	5,09
22/01/04 00	75,77	-1,57	5,28

T254L96/T254L42	Skill	V	EM
20/01/04 06	97,14	0,44	1,91
20/01/04 12	94,11	0,70	2,64
20/01/04 18	88,71	-0,18	3,54
21/01/04 00	86,40	-0,32	3,87
21/01/04 06	86,47	-0,37	3,77
21/01/04 12	83,19	-0,60	4,13
21/01/04 18	75,69	-1,19	5,15
22/01/04 00	75,96	-1,28	5,21

T254L96R/T254L42	Skill	V	EM
20/01/04 06	97,15	0,44	1,91
20/01/04 12	94,12	0,70	2,64
20/01/04 18	88,78	-0,18	3,53
21/01/04 00	86,39	-0,32	3,88
21/01/04 06	86,43	-0,37	3,78
21/01/04 12	83,17	-0,63	4,14
21/01/04 18	75,95	-1,21	5,13
22/01/04 00	76,14	-1,27	5,20

2º Evento: 1º Caso de Friagem

Altura Geopotencial

T254L42/T170L42	Skill	V	EM
31/01/05 12	75,99	2,60	6,94
01/02/05 00	86,21	4,91	6,12
01/02/05 12	75,41	18,79	18,80
02/02/05 00	82,17	12,33	12,95
02/02/05 12	75,73	11,78	13,13
03/02/05 00	66,28	21,67	22,51
03/02/05 12	72,04	18,20	19,23
04/02/05 00	74,40	11,80	13,12
04/02/05 12	73,80	18,23	19,09
05/02/05 00	72,14	18,22	19,29

T254L64/T170L42	Skill	V	EM
31/01/05 12	75,42	0,66	6,95
01/02/05 00	85,11	4,84	6,15
01/02/05 12	68,30	19,22	19,31
02/02/05 00	77,93	14,04	14,54
02/02/05 12	66,12	10,32	11,80
03/02/05 00	59,03	20,99	21,64
03/02/05 12	67,37	16,84	17,88
04/02/05 00	67,14	13,73	15,02
04/02/05 12	51,40	21,13	22,55
05/02/05 00	63,77	18,68	20,01

T254L42S/T254L42	Skill	V	EM
31/01/05 12	76,43	2,76	7,07
01/02/05 00	88,93	5,01	5,78
01/02/05 12	74,89	20,61	20,64
02/02/05 00	83,30	13,83	14,40
02/02/05 12	77,40	11,99	13,29
03/02/05 00	67,97	22,84	23,86
03/02/05 12	73,96	20,40	21,37
04/02/05 00	75,18	12,16	13,37
04/02/05 12	71,30	19,97	20,69
05/02/05 00	76,07	19,29	20,12

TL254L42/T254L42	Skill	V	EM
31/01/05 12	76,63	2,40	6,89
01/02/05 00	88,54	4,92	5,87
01/02/05 12	79,14	18,93	18,93
02/02/05 00	83,06	11,51	12,42
02/02/05 12	75,95	12,07	13,21
03/02/05 00	68,56	21,84	22,76
03/02/05 12	73,96	17,42	18,56
04/02/05 00	75,18	12,16	13,37
04/02/05 12	74,57	18,51	19,43
05/02/05 00	76,47	16,01	17,22

T254L96/T254L42	Skill	V	EM
31/01/05 12	77,26	0,77	6,71
01/02/05 00	88,88	3,09	4,81
01/02/05 12	74,23	19,44	19,47
02/02/05 00	81,19	12,83	13,40
02/02/05 12	72,32	8,33	10,59
03/02/05 00	60,20	20,35	21,22
03/02/05 12	67,46	14,06	15,26
04/02/05 00	61,81	12,56	14,86
04/02/05 12	46,85	17,91	20,69
05/02/05 00	59,73	16,23	18,26

T254L96R/T254L42	Skill	V	EM
31/01/05 12	77,58	0,80	6,71
01/02/05 00	88,29	4,27	5,51
01/02/05 12	74,70	18,50	18,53
02/02/05 00	82,39	11,53	12,41
02/02/05 12	73,68	9,43	11,10
03/02/05 00	58,80	19,81	20,71
03/02/05 12	66,47	15,27	16,29
04/02/05 00	65,40	12,62	14,76
04/02/05 12	47,92	18,15	20,71
05/02/05 00	54,72	17,70	19,83

Pressão no nível médio do mar

T254L42/T170L42	Skill	V	EM
31/01/05 12	19,10	-0,19	1,55
01/02/05 00	78,81	-0,44	0,72
01/02/05 12	57,53	0,38	1,15
02/02/05 00	65,93	-0,40	1,09
02/02/05 12	60,52	-0,77	1,20
03/02/05 00	27,60	-0,21	1,58
03/02/05 12	61,89	-0,59	1,23
04/02/05 00	47,56	-1,14	1,54
04/02/05 12	78,09	-0,48	0,95
05/02/05 00	59,96	-0,61	1,25

T254L64/T170L42	Skill	V	EM
31/01/05 12	21,53	-0,36	1,55
01/02/05 00	77,21	-0,44	0,76
01/02/05 12	54,50	0,55	1,22
02/02/05 00	68,20	-0,16	0,88
02/02/05 12	60,29	-0,62	1,20
03/02/05 00	32,01	-0,08	1,37
03/02/05 12	69,59	-0,45	1,09
04/02/05 00	44,35	-0,59	1,23
04/02/05 12	62,21	0,24	1,23
05/02/05 00	56,60	-0,24	1,19

T254L42S/T254L42	Skill	V	EM
31/01/05 12	18,27	-0,20	1,57
01/02/05 00	77,51	-0,53	0,79
01/02/05 12	57,59	0,50	1,16
02/02/05 00	67,29	-0,34	1,03
02/02/05 12	58,01	-0,86	1,34
03/02/05 00	28,64	-0,14	1,58
03/02/05 12	58,84	-0,38	1,23
04/02/05 00	48,89	-1,09	1,40
04/02/05 12	79,54	-0,27	0,92
05/02/05 00	63,59	-0,38	1,12

TL254L42/T254L42	Skill	V	EM
31/01/05 12	19,91	-0,22	1,57
01/02/05 00	78,93	-0,45	0,73
01/02/05 12	59,50	0,46	1,11
02/02/05 00	65,45	-0,55	1,09
02/02/05 12	65,00	-0,70	1,12
03/02/05 00	28,86	-0,28	1,66
03/02/05 12	60,88	-0,67	1,25
04/02/05 00	48,89	-1,09	1,40
04/02/05 12	80,51	-0,43	0,88
05/02/05 00	58,45	-0,81	1,34

T254L96/T254L42	Skill	V	EM
31/01/05 12	22,77	-0,30	1,51
01/02/05 00	78,37	-0,58	0,83
01/02/05 12	56,83	0,71	1,16
02/02/05 00	65,67	-0,23	0,91
02/02/05 12	65,84	-0,85	1,24
03/02/05 00	31,17	0,08	1,43
03/02/05 12	70,44	-0,40	1,01
04/02/05 00	46,76	-0,28	1,09
04/02/05 12	60,31	0,18	1,29
05/02/05 00	47,54	0,11	1,25

T254L96R/T254L42	Skill	V	EM
31/01/05 12	23,10	-0,30	1,51
01/02/05 00	78,63	-0,44	0,76
01/02/05 12	60,54	0,60	1,07
02/02/05 00	67,00	-0,43	1,00
02/02/05 12	66,83	-0,58	1,06
03/02/05 00	33,69	0,04	1,32
03/02/05 12	68,86	-0,23	1,01
04/02/05 00	51,21	-0,30	1,08
04/02/05 12	59,63	0,24	1,26
05/02/05 00	51,72	0,24	1,22

Componente do Vento na horizontal (Uvel)

T254L42/T170L42	Skill	V	EM
31/01/05 12	77,44	0,62	1,83
01/02/05 00	67,54	-0,01	2,04
01/02/05 12	53,12	0,51	2,60
02/02/05 00	60,35	0,20	2,76
02/02/05 12	59,71	0,16	3,10
03/02/05 00	69,49	0,67	2,69
03/02/05 12	54,63	-0,20	3,32
04/02/05 00	49,38	-0,87	3,44
04/02/05 12	43,37	-1,48	3,72
05/02/05 00	45,30	-0,64	3,45

T254L64/T170L42	Skill	V	EM
31/01/05 12	78,66	0,54	1,77
01/02/05 00	67,34	-0,09	2,04
01/02/05 12	55,98	0,44	2,52
02/02/05 00	58,96	-0,01	2,80
02/02/05 12	60,97	0,04	3,00
03/02/05 00	68,80	0,43	2,70
03/02/05 12	53,83	-0,24	3,33
04/02/05 00	49,13	-0,82	3,59
04/02/05 12	44,66	-1,38	3,79
05/02/05 00	46,40	-0,95	3,48

T254L42S/T254L42	Skill	V	EM
31/01/05 12	76,79	0,61	1,84
01/02/05 00	66,31	-0,01	2,07
01/02/05 12	51,12	0,58	2,71
02/02/05 00	61,05	0,13	2,76
02/02/05 12	58,88	0,07	3,16
03/02/05 00	68,32	0,77	2,67
03/02/05 12	52,41	-0,25	3,35
04/02/05 00	50,41	-0,72	3,43
04/02/05 12	43,59	-1,39	3,73
05/02/05 00	44,77	-0,78	3,38

TL254L42/T254L42	Skill	V	EM
31/01/05 12	77,12	0,62	1,85
01/02/05 00	67,69	0,01	2,03
01/02/05 12	53,34	0,51	2,61
02/02/05 00	59,87	0,22	2,80
02/02/05 12	61,09	0,12	3,00
03/02/05 00	69,75	0,67	2,62
03/02/05 12	55,49	-0,31	3,27
04/02/05 00	50,41	-0,72	3,43
04/02/05 12	43,12	-1,32	3,71
05/02/05 00	44,97	-0,72	3,42

T254L96/T254L42	Skill	V	EM
31/01/05 12	78,46	0,55	1,79
01/02/05 00	67,51	-0,14	2,07
01/02/05 12	53,34	0,42	2,57
02/02/05 00	56,25	-0,06	2,94
02/02/05 12	59,95	-0,23	3,06
03/02/05 00	69,56	0,28	2,63
03/02/05 12	51,13	-0,12	3,39
04/02/05 00	48,85	-0,66	3,63
04/02/05 12	38,92	-1,13	3,87
05/02/05 00	45,45	-0,96	3,39

T254L96R/T254L42	Skill	V	EM
31/01/05 12	78,51	0,55	1,79
01/02/05 00	67,64	-0,11	2,07
01/02/05 12	53,14	0,40	2,61
02/02/05 00	56,48	-0,29	2,88
02/02/05 12	60,84	-0,09	3,00
03/02/05 00	71,34	0,32	2,55
03/02/05 12	51,02	-0,25	3,42
04/02/05 00	48,28	-0,64	3,67
04/02/05 12	39,08	-1,21	3,89
05/02/05 00	45,95	-0,99	3,42

Componente do Vento na horizontal (Vvel)

T254L42/T170L42	Skill	V	EM
31/01/05 12	59,84	0,27	1,81
01/02/05 00	69,23	0,08	2,01
01/02/05 12	66,52	-0,29	2,45
02/02/05 00	68,92	-0,16	2,42
02/02/05 12	64,33	0,34	2,76
03/02/05 00	61,75	0,45	2,51
03/02/05 12	52,39	0,50	2,62
04/02/05 00	44,29	-0,03	2,59
04/02/05 12	47,90	-0,68	2,67
05/02/05 00	44,76	-0,88	2,55
T254L42S/T254L42	Skill	V	EM
31/01/05 12	59,14	0,25	1,82
01/02/05 00	68,57	0,08	2,03
01/02/05 12	66,21	-0,12	2,44
02/02/05 00	71,06	-0,08	2,34
02/02/05 12	65,42	0,31	2,69
03/02/05 00	61,40	0,36	2,53
03/02/05 12	53,34	0,60	2,64
04/02/05 00	43,85	-0,06	2,59
04/02/05 12	47,74	-0,76	2,67
05/02/05 00	46,69	-1,15	2,57

T254L64/T170L42	Skill	V	EM
31/01/05 12	60,86	0,32	1,79
01/02/05 00	67,96	-0,01	2,06
01/02/05 12	64,45	-0,23	2,52
02/02/05 00	68,90	-0,22	2,42
02/02/05 12	62,20	0,39	2,86
03/02/05 00	59,78	0,47	2,53
03/02/05 12	50,99	0,37	2,67
04/02/05 00	40,28	0,01	2,55
04/02/05 12	47,70	-0,67	2,68
05/02/05 00	42,24	-0,93	2,54
TL254L42/T254L42	Skill	V	EM
31/01/05 12	59,96	0,28	1,81
01/02/05 00	68,83	0,06	2,02
01/02/05 12	66,81	-0,34	2,45
02/02/05 00	69,14	-0,15	2,42
02/02/05 12	63,31	0,47	2,85
03/02/05 00	62,81	0,43	2,46
03/02/05 12	53,27	0,31	2,58
04/02/05 00	43,85	-0,06	2,59
04/02/05 12	48,34	-0,48	2,59
05/02/05 00	47,34	-0,82	2,44

T254L96/T254L42	Skill	V	EM
31/01/05 12	62,22	0,35	1,75
01/02/05 00	68,82	-0,02	2,06
01/02/05 12	64,79	-0,22	2,46
02/02/05 00	67,52	-0,14	2,53
02/02/05 12	61,43	0,33	2,99
03/02/05 00	58,02	0,25	2,57
03/02/05 12	46,97	0,17	2,70
04/02/05 00	31,55	-0,06	2,78
04/02/05 12	47,96	-0,68	2,56
05/02/05 00	46,04	-0,95	2,44

T254L96R/T254L42	Skill	V	EM
31/01/05 12	61,96	0,35	1,76
01/02/05 00	68,93	-0,03	2,05
01/02/05 12	64,93	-0,18	2,47
02/02/05 00	67,63	-0,24	2,54
02/02/05 12	62,47	0,35	2,91
03/02/05 00	57,75	0,31	2,60
03/02/05 12	48,13	0,18	2,66
04/02/05 00	33,13	-0,17	2,79
04/02/05 12	46,41	-0,60	2,60
05/02/05 00	40,67	-0,92	2,53

Temperatura

T254L42/T170L42	Skill	V	EM
31/01/05 12	85,59	0,21	0,66
01/02/05 00	73,79	0,36	0,87
01/02/05 12	73,05	0,59	0,96
02/02/05 00	63,86	0,55	1,07
02/02/05 12	62,13	0,57	1,18
03/02/05 00	8,60	0,87	1,55
03/02/05 12	48,28	0,96	1,49
04/02/05 00	20,86	0,83	1,70
04/02/05 12	35,88	0,70	1,51
05/02/05 00	32,64	0,93	1,61

T254L64/T170L42	Skill	V	EM
31/01/05 12	84,94	0,22	0,67
01/02/05 00	70,91	0,41	0,92
01/02/05 12	72,25	0,64	1,00
02/02/05 00	61,41	0,63	1,13
02/02/05 12	62,62	0,55	1,16
03/02/05 00	9,54	0,86	1,53
03/02/05 12	47,16	1,01	1,55
04/02/05 00	20,66	0,90	1,74
04/02/05 12	39,76	0,80	1,48
05/02/05 00	34,09	1,02	1,64

T254L42S/T254L42	Skill	V	EM
31/01/05 12	85,60	0,22	0,68
01/02/05 00	74,44	0,41	0,88
01/02/05 12	72,88	0,66	0,99
02/02/05 00	65,19	0,62	1,08
02/02/05 12	61,48	0,63	1,19
03/02/05 00	10,10	0,93	1,59
03/02/05 12	49,38	0,99	1,47
04/02/05 00	19,24	0,83	1,68
04/02/05 12	33,37	0,75	1,53
05/02/05 00	28,77	0,86	1,62

TL254L42/T254L42	Skill	V	EM
31/01/05 12	85,27	0,21	0,68
01/02/05 00	73,44	0,38	0,88
01/02/05 12	71,96	0,56	0,97
02/02/05 00	64,53	0,58	1,08
02/02/05 12	63,27	0,53	1,15
03/02/05 00	11,13	0,90	1,55
03/02/05 12	47,18	0,95	1,50
04/02/05 00	19,24	0,83	1,68
04/02/05 12	35,09	0,71	1,49
05/02/05 00	32,33	0,91	1,60

T254L96/T254L42	Skill	V	EM
31/01/05 12	84,62	0,23	0,68
01/02/05 00	70,66	0,46	0,97
01/02/05 12	70,94	0,70	1,06
02/02/05 00	60,52	0,74	1,19
02/02/05 12	61,69	0,66	1,19
03/02/05 00	5,60	0,95	1,65
03/02/05 12	45,30	0,93	1,57
04/02/05 00	17,93	0,90	1,78
04/02/05 12	44,10	0,82	1,47
05/02/05 00	36,27	0,89	1,55

T254L96R/T254L42	Skill	V	EM
31/01/05 12	84,64	0,23	0,68
01/02/05 00	70,61	0,46	0,96
01/02/05 12	71,49	0,69	1,06
02/02/05 00	58,75	0,76	1,20
02/02/05 12	64,52	0,64	1,17
03/02/05 00	5,02	0,95	1,62
03/02/05 12	50,62	0,92	1,50
04/02/05 00	18,47	0,91	1,78
04/02/05 12	41,40	0,81	1,46
05/02/05 00	34,17	0,92	1,57

Água Precipitável (AGP)

T254L42/T170L42	Skill	V	EM
31/01/05 12	88,57	0,14	2,52
01/02/05 00	80,24	-0,88	3,52
01/02/05 12	68,46	-1,32	4,41
02/02/05 00	59,36	-1,72	5,26
02/02/05 12	55,77	-1,84	5,62
03/02/05 00	52,71	-1,84	5,87
03/02/05 12	41,74	-1,71	6,64
04/02/05 00	38,93	-1,76	6,87
04/02/05 12	35,49	-1,26	7,12
05/02/05 00	38,13	-1,52	6,95

T254L64/T170L42	Skill	V	EM
31/01/05 12	89,05	0,16	2,47
01/02/05 00	79,27	-0,95	3,62
01/02/05 12	69,97	-1,32	4,29
02/02/05 00	58,51	-1,77	5,30
02/02/05 12	55,38	-1,67	5,58
03/02/05 00	54,50	-1,76	5,72
03/02/05 12	41,93	-1,51	6,56
04/02/05 00	40,64	-1,57	6,85
04/02/05 12	38,14	-1,10	7,04
05/02/05 00	33,61	-1,62	7,20

T254L42S/T254L42	Skill	V	EM
31/01/05 12	88,96	0,12	2,49
01/02/05 00	80,87	-1,04	3,52
01/02/05 12	69,36	-1,51	4,40
02/02/05 00	57,98	-2,00	5,45
02/02/05 12	56,47	-2,23	5,70
03/02/05 00	53,33	-2,26	5,88
03/02/05 12	42,06	-2,24	6,71
04/02/05 00	40,46	-1,69	6,70
04/02/05 12	36,46	-1,68	7,05
05/02/05 00	32,76	-1,88	7,28

TL254L42/T254L42	Skill	V	EM
31/01/05 12	89,05	0,12	2,47
01/02/05 00	80,67	-0,89	3,48
01/02/05 12	69,28	-1,26	4,33
02/02/05 00	59,14	-1,80	5,26
02/02/05 12	55,96	-1,82	5,58
03/02/05 00	51,87	-1,95	5,89
03/02/05 12	41,71	-1,72	6,61
04/02/05 00	40,46	-1,69	6,70
04/02/05 12	36,98	-1,22	6,97
05/02/05 00	37,02	-1,53	6,97

T254L96/T254L42	Skill	V	EM
31/01/05 12	89,76	0,22	2,40
01/02/05 00	80,06	-0,95	3,56
01/02/05 12	70,18	-1,32	4,29
02/02/05 00	60,62	-2,04	5,29
02/02/05 12	56,94	-2,15	5,67
03/02/05 00	57,64	-2,14	5,64
03/02/05 12	41,88	-1,86	6,58
04/02/05 00	43,33	-1,87	6,69
04/02/05 12	38,34	-1,63	7,12
05/02/05 00	33,43	-1,91	7,29

T254L96R/T254L42	Skill	V	EM
31/01/05 12	89,69	0,21	2,41
01/02/05 00	79,99	-0,92	3,56
01/02/05 12	70,42	-1,35	4,28
02/02/05 00	61,39	-2,09	5,27
02/02/05 12	56,59	-2,00	5,62
03/02/05 00	57,20	-2,11	5,68
03/02/05 12	43,34	-1,82	6,52
04/02/05 00	42,93	-1,91	6,72
04/02/05 12	35,81	-1,61	7,21
05/02/05 00	32,87	-1,91	7,27

3º Evento: 2º Caso de Friagem

Altura Geopotencial

T254L42/T170L42	Skill	V	EM
11/09/04 12	86,18	-5,66	8,23
12/09/04 00	91,97	0,00	4,98
12/09/04 12	88,22	1,15	5,13
13/09/04 00	85,49	2,56	7,30
13/09/04 12	83,66	0,82	6,02
14/09/04 00	68,02	8,56	11,21
14/09/04 12	70,63	3,35	8,40
15/09/04 00	58,60	8,24	11,74
15/09/04 12	58,76	10,03	11,79
16/09/04 00	27,32	12,89	14,12
16/09/04 12	9,92	17,56	19,33
17/09/04 00	-6,13	11,88	16,48

T254L64/T170L42	Skill	V	EM
11/09/04 12	82,48	-6,99	9,57
12/09/04 00	89,31	-0,89	6,01
12/09/04 12	87,77	2,23	5,52
13/09/04 00	85,03	2,19	7,19
13/09/04 12	81,14	2,24	7,00
14/09/04 00	68,37	7,84	11,00
14/09/04 12	75,48	3,64	7,91
15/09/04 00	59,71	11,63	13,77
15/09/04 12	68,67	12,25	13,76
16/09/04 00	36,57	12,58	14,23
16/09/04 12	6,55	15,36	17,52
17/09/04 00	-25,17	10,63	17,55

T254L42S/T254L42	Skill	V	EM
11/09/04 12	84,60	-5,46	8,27
12/09/04 00	89,87	-0,10	5,45
12/09/04 12	88,39	1,10	5,06
13/09/04 00	85,53	3,57	7,89
13/09/04 12	84,29	0,37	5,73
14/09/04 00	64,47	8,35	11,60
14/09/04 12	70,93	4,71	8,53
15/09/04 00	49,43	9,60	12,58
15/09/04 12	50,23	12,56	13,82
16/09/04 00	27,60	13,91	15,17
16/09/04 12	7,88	20,19	21,65
17/09/04 00	-3,78	15,65	19,04

TL254L42/T254L42	Skill	V	EM
11/09/04 12	86,11	-5,61	8,18
12/09/04 00	90,29	-0,91	5,54
12/09/04 12	87,26	1,11	5,35
13/09/04 00	84,99	2,53	7,35
13/09/04 12	83,17	-0,62	5,85
14/09/04 00	66,39	8,42	11,57
14/09/04 12	70,83	4,71	8,47
15/09/04 00	56,87	7,75	11,53
15/09/04 12	63,34	12,02	13,26
16/09/04 00	37,49	14,20	15,17
16/09/04 12	8,60	16,83	18,67
17/09/04 00	-16,40	13,78	17,91

T254L96/T254L42	Skill	V	EM
11/09/04 12	83,83	-6,87	9,34
12/09/04 00	91,64	-1,98	5,53
12/09/04 12	88,31	1,04	5,19
13/09/04 00	86,52	-0,04	6,83
13/09/04 12	82,62	-0,55	6,73
14/09/04 00	67,95	6,49	10,22
14/09/04 12	69,95	3,82	7,82
15/09/04 00	48,77	9,26	12,38
15/09/04 12	66,19	9,29	11,35
16/09/04 00	25,10	9,70	12,27
16/09/04 12	4,51	12,45	15,48
17/09/04 00	-20,27	6,91	14,72

T254L96R/T254L42	Skill	V	EM
11/09/04 12	84,79	-6,70	9,15
12/09/04 00	91,97	-1,87	5,35
12/09/04 12	88,56	0,73	4,97
13/09/04 00	86,96	0,45	7,02
13/09/04 12	82,41	-0,72	6,34
14/09/04 00	69,46	5,52	9,59
14/09/04 12	69,42	3,82	8,06
15/09/04 00	46,47	8,15	11,64
15/09/04 12	65,10	9,81	11,45
16/09/04 00	22,27	8,55	11,60
16/09/04 12	-0,06	10,89	14,40
17/09/04 00	-35,98	8,24	16,78

Pressão no nível médio do mar

T254L42/T170L42	Skill	V	EM
11/09/04 12	65,74	-1,06	1,41
12/09/04 00	55,90	-1,43	1,76
12/09/04 12	82,81	-1,91	2,05
13/09/04 00	78,14	-2,34	2,42
13/09/04 12	81,17	-1,94	2,12
14/09/04 00	71,40	-1,15	1,70
14/09/04 12	69,70	-1,42	1,90
15/09/04 00	67,67	-1,27	1,69
15/09/04 12	81,62	-0,80	1,21
16/09/04 00	49,57	-1,01	1,54
16/09/04 12	71,51	-0,41	1,11
17/09/04 00	32,93	-0,89	1,47

T254L64/T170L42	Skill	V	EM
11/09/04 12	64,92	-1,08	1,44
12/09/04 00	53,00	-1,32	1,71
12/09/04 12	82,70	-1,57	1,81
13/09/04 00	77,47	-2,12	2,23
13/09/04 12	82,20	-1,54	1,82
14/09/04 00	72,82	-1,02	1,71
14/09/04 12	71,56	-1,09	1,70
15/09/04 00	71,06	-0,65	1,36
15/09/04 12	77,24	-0,32	1,17
16/09/04 00	55,96	-0,59	1,28
16/09/04 12	67,38	-0,50	1,20
17/09/04 00	33,44	-0,77	1,34

T254L42S/T254L42	Skill	V	EM
11/09/04 12	65,40	-1,05	1,41
12/09/04 00	53,69	-1,50	1,83
12/09/04 12	82,28	-2,00	2,14
13/09/04 00	79,71	-2,30	2,39
13/09/04 12	81,15	-2,02	2,17
14/09/04 00	73,21	-1,27	1,73
14/09/04 12	69,84	-1,26	1,83
15/09/04 00	70,29	-1,21	1,62
15/09/04 12	80,44	-0,50	1,08
16/09/04 00	57,56	-0,72	1,28
16/09/04 12	73,07	-0,07	1,04
17/09/04 00	37,17	-0,51	1,33

TL254L42/T254L42	Skill	V	EM
11/09/04 12	64,75	-1,07	1,42
12/09/04 00	53,65	-1,50	1,81
12/09/04 12	81,54	-1,87	2,03
13/09/04 00	75,88	-2,36	2,44
13/09/04 12	79,62	-2,06	2,21
14/09/04 00	69,53	-1,13	1,65
14/09/04 12	69,76	-1,20	1,73
15/09/04 00	69,54	-1,28	1,68
15/09/04 12	84,18	-0,57	1,01
16/09/04 00	59,22	-0,89	1,36
16/09/04 12	72,72	-0,58	1,13
17/09/04 00	26,63	-0,73	1,47

T254L96/T254L42	Skill	V	EM
11/09/04 12	67,21	-1,04	1,38
12/09/04 00	52,00	-1,37	1,74
12/09/04 12	82,26	-1,48	1,76
13/09/04 00	75,56	-2,35	2,44
13/09/04 12	80,96	-1,78	2,02
14/09/04 00	70,91	-1,26	1,70
14/09/04 12	72,42	-0,93	1,46
15/09/04 00	68,40	-0,73	1,30
15/09/04 12	76,26	-0,28	1,14
16/09/04 00	60,80	-0,57	1,17
16/09/04 12	71,04	-0,30	1,09
17/09/04 00	28,55	-0,71	1,39

T254L96R/T254L42	Skill	V	EM
11/09/04 12	67,44	-1,03	1,37
12/09/04 00	52,32	-1,37	1,74
12/09/04 12	82,86	-1,55	1,82
13/09/04 00	76,18	-2,26	2,34
13/09/04 12	80,65	-1,81	2,03
14/09/04 00	69,66	-1,28	1,75
14/09/04 12	71,01	-1,01	1,54
15/09/04 00	65,86	-0,93	1,43
15/09/04 12	76,48	-0,23	1,12
16/09/04 00	60,50	-0,70	1,19
16/09/04 12	68,35	-0,46	1,21
17/09/04 00	20,46	-0,68	1,45

Componente do Vento na horizontal (Uvel)

T254L42/T170L42	Skill	V	EM
11/09/04 12	87,28	-0,45	1,64
12/09/04 00	69,80	-0,09	2,21
12/09/04 12	59,69	-1,81	3,80
13/09/04 00	58,51	-1,08	3,72
13/09/04 12	58,99	-2,18	4,19
14/09/04 00	44,95	-2,10	3,79
14/09/04 12	47,61	-3,09	4,10
15/09/04 00	32,34	-2,58	4,07
15/09/04 12	30,40	-3,29	4,46
16/09/04 00	44,89	-3,17	4,18
16/09/04 12	27,60	-3,32	4,86
17/09/04 00	28,98	-1,91	3,85

T254L64/T170L42	Skill	V	EM
11/09/04 12	87,50	-0,45	1,61
12/09/04 00	70,76	-0,13	2,15
12/09/04 12	60,94	-1,79	3,58
13/09/04 00	59,88	-1,25	3,62
13/09/04 12	58,97	-2,43	4,19
14/09/04 00	44,26	-2,63	3,97
14/09/04 12	45,68	-3,27	4,13
15/09/04 00	35,45	-2,68	3,94
15/09/04 12	39,60	-3,18	4,24
16/09/04 00	40,82	-3,03	4,22
16/09/04 12	20,53	-3,30	4,91
17/09/04 00	27,20	-2,04	3,92

T254L42S/T254L42	Skill	V	EM
11/09/04 12	87,17	-0,47	1,66
12/09/04 00	70,07	-0,13	2,26
12/09/04 12	60,66	-1,86	3,85
13/09/04 00	59,54	-1,00	3,74
13/09/04 12	60,05	-2,19	4,22
14/09/04 00	48,45	-2,20	3,80
14/09/04 12	50,07	-3,08	4,06
15/09/04 00	33,10	-2,56	4,06
15/09/04 12	33,62	-3,24	4,34
16/09/04 00	44,23	-3,08	4,06
16/09/04 12	27,73	-3,21	4,52
17/09/04 00	30,39	-1,90	3,76

TL254L42/T254L42	Skill	V	EM
11/09/04 12	87,09	-0,46	1,65
12/09/04 00	69,15	-0,08	2,24
12/09/04 12	59,73	-1,78	3,74
13/09/04 00	58,86	-1,03	3,66
13/09/04 12	58,31	-2,24	4,30
14/09/04 00	45,99	-2,09	3,71
14/09/04 12	48,30	-3,02	4,08
15/09/04 00	35,48	-2,52	3,91
15/09/04 12	33,30	-3,19	4,35
16/09/04 00	41,77	-3,18	4,27
16/09/04 12	25,40	-3,37	4,84
17/09/04 00	28,21	-1,85	3,81

T254L96/T254L42	Skill	V	EM
11/09/04 12	87,43	-0,44	1,62
12/09/04 00	70,41	-0,08	2,13
12/09/04 12	62,26	-1,71	3,42
13/09/04 00	58,50	-1,12	3,50
13/09/04 12	58,50	-2,45	4,15
14/09/04 00	48,88	-2,43	3,86
14/09/04 12	51,54	-3,16	4,24
15/09/04 00	41,15	-2,48	3,89
15/09/04 12	37,04	-2,71	4,02
16/09/04 00	42,82	-2,84	4,14
16/09/04 12	21,35	-2,94	4,74
17/09/04 00	30,02	-1,61	3,78

T254L96R/T254L42	Skill	V	EM
11/09/04 12	87,32	-0,44	1,62
12/09/04 00	69,78	-0,08	2,18
12/09/04 12	61,95	-1,68	3,43
13/09/04 00	57,43	-1,18	3,57
13/09/04 12	59,18	-2,36	4,11
14/09/04 00	47,18	-2,46	3,92
14/09/04 12	49,49	-3,01	4,16
15/09/04 00	38,66	-2,52	3,91
15/09/04 12	34,40	-2,74	4,08
16/09/04 00	44,87	-2,80	4,03
16/09/04 12	20,74	-2,87	4,73
17/09/04 00	27,03	-1,47	3,81

Componente do Vento na horizontal (Vvel)

T254L42/T170L42	Skill	V	EM
11/09/04 12	79,43	-0,11	1,34
12/09/04 00	75,89	0,98	2,16
12/09/04 12	68,70	1,92	3,05
13/09/04 00	66,89	0,42	2,61
13/09/04 12	46,57	-0,67	3,03
14/09/04 00	13,18	0,08	3,33
14/09/04 12	21,43	1,37	3,14
15/09/04 00	31,36	1,34	2,71
15/09/04 12	17,12	0,86	2,83
16/09/04 00	23,43	-0,08	2,67
16/09/04 12	42,99	0,49	2,47
17/09/04 00	26,16	-0,24	2,79

T254L64/T170L42	Skill	V	EM
11/09/04 12	80,57	-0,25	1,31
12/09/04 00	75,69	0,75	2,04
12/09/04 12	69,71	1,73	2,95
13/09/04 00	63,16	0,40	2,74
13/09/04 12	43,78	-0,65	3,16
14/09/04 00	11,25	0,11	3,36
14/09/04 12	22,73	1,16	3,04
15/09/04 00	23,24	1,22	2,77
15/09/04 12	11,58	1,02	2,86
16/09/04 00	24,26	-0,20	2,68
16/09/04 12	44,52	0,00	2,43
17/09/04 00	19,73	-0,81	3,03

T254L42S/T254L42	Skill	V	EM
11/09/04 12	80,72	-0,11	1,31
12/09/04 00	75,26	0,97	2,18
12/09/04 12	69,47	1,84	2,99
13/09/04 00	67,50	0,53	2,55
13/09/04 12	48,74	-0,45	2,88
14/09/04 00	12,62	0,17	3,37
14/09/04 12	21,67	1,30	3,12
15/09/04 00	33,96	1,15	2,65
15/09/04 12	18,20	0,74	2,74
16/09/04 00	23,77	-0,25	2,68
16/09/04 12	40,96	0,33	2,52
17/09/04 00	31,75	-0,28	2,64

TL254L42/T254L42	Skill	V	EM
11/09/04 12	79,27	-0,10	1,33
12/09/04 00	76,72	0,95	2,11
12/09/04 12	68,66	1,79	2,99
13/09/04 00	67,07	0,51	2,66
13/09/04 12	46,63	-0,61	2,98
14/09/04 00	14,19	0,00	3,29
14/09/04 12	21,14	1,04	3,05
15/09/04 00	36,02	1,18	2,56
15/09/04 12	17,07	0,94	2,76
16/09/04 00	24,82	-0,07	2,62
16/09/04 12	43,07	0,40	2,50
17/09/04 00	27,33	-0,16	2,72

T254L96/T254L42	Skill	V	EM
11/09/04 12	80,82	-0,28	1,30
12/09/04 00	76,30	0,63	1,94
12/09/04 12	68,83	1,67	2,95
13/09/04 00	62,01	0,50	2,81
13/09/04 12	40,11	-0,19	3,18
14/09/04 00	12,53	0,70	3,48
14/09/04 12	18,63	1,08	3,11
15/09/04 00	16,86	0,96	2,87
15/09/04 12	18,36	0,86	2,78
16/09/04 00	16,11	-0,15	2,81
16/09/04 12	39,03	-0,03	2,67
17/09/04 00	11,18	-0,78	3,16

T254L96R/T254L42	Skill	V	EM
11/09/04 12	80,79	-0,27	1,30
12/09/04 00	76,62	0,65	1,92
12/09/04 12	69,53	1,68	2,92
13/09/04 00	62,61	0,43	2,79
13/09/04 12	41,24	-0,21	3,13
14/09/04 00	12,35	0,70	3,48
14/09/04 12	17,62	1,18	3,26
15/09/04 00	19,52	1,10	2,86
15/09/04 12	18,05	0,68	2,80
16/09/04 00	11,96	-0,18	2,91
16/09/04 12	34,01	0,19	2,74
17/09/04 00	14,20	-0,59	3,15

Temperatura

T254L42/T170L42	Skill	V	EM
11/09/04 12	89,07	0,31	0,70
12/09/04 00	80,57	0,58	1,04
12/09/04 12	76,27	0,84	1,22
13/09/04 00	72,49	0,91	1,34
13/09/04 12	73,20	0,67	1,24
14/09/04 00	58,29	0,56	1,16
14/09/04 12	67,69	0,47	1,10
15/09/04 00	56,83	0,56	1,11
15/09/04 12	65,29	0,46	1,11
16/09/04 00	58,73	0,43	1,12
16/09/04 12	57,73	0,25	1,12
17/09/04 00	49,25	0,28	1,20

T254L64/T170L42	Skill	V	EM
11/09/04 12	89,07	0,28	0,69
12/09/04 00	80,48	0,58	1,03
12/09/04 12	79,48	0,85	1,18
13/09/04 00	74,84	0,91	1,31
13/09/04 12	76,72	0,60	1,15
14/09/04 00	60,06	0,59	1,18
14/09/04 12	69,95	0,46	1,07
15/09/04 00	54,73	0,56	1,13
15/09/04 12	66,94	0,56	1,15
16/09/04 00	61,13	0,42	1,06
16/09/04 12	59,97	0,34	1,12
17/09/04 00	51,52	0,31	1,14

T254L42S/T254L42	Skill	V	EM
11/09/04 12	89,50	0,29	0,69
12/09/04 00	80,54	0,62	1,06
12/09/04 12	77,89	0,93	1,24
13/09/04 00	73,00	1,00	1,38
13/09/04 12	75,80	0,80	1,22
14/09/04 00	57,53	0,65	1,24
14/09/04 12	69,14	0,48	1,10
15/09/04 00	55,84	0,53	1,11
15/09/04 12	64,37	0,44	1,16
16/09/04 00	57,46	0,39	1,17
16/09/04 12	61,71	0,25	1,07
17/09/04 00	50,28	0,33	1,19

TL254L42/T254L42	Skill	V	EM
11/09/04 12	88,85	0,31	0,71
12/09/04 00	80,12	0,56	1,04
12/09/04 12	76,82	0,85	1,20
13/09/04 00	72,07	0,93	1,36
13/09/04 12	72,45	0,60	1,23
14/09/04 00	57,84	0,53	1,18
14/09/04 12	66,29	0,40	1,10
15/09/04 00	54,90	0,54	1,10
15/09/04 12	63,95	0,47	1,14
16/09/04 00	58,41	0,41	1,13
16/09/04 12	56,37	0,27	1,16
17/09/04 00	48,36	0,27	1,23

T254L96/T254L42	Skill	V	EM
11/09/04 12	90,14	0,23	0,67
12/09/04 00	80,42	0,69	1,08
12/09/04 12	77,73	0,92	1,27
13/09/04 00	72,80	1,07	1,39
13/09/04 12	75,72	0,73	1,22
14/09/04 00	60,77	0,75	1,22
14/09/04 12	68,16	0,54	1,13
15/09/04 00	52,12	0,63	1,17
15/09/04 12	68,60	0,52	1,10
16/09/04 00	59,22	0,38	1,10
16/09/04 12	62,53	0,35	1,10
17/09/04 00	47,89	0,23	1,22

T254L96R/T254L42	Skill	V	EM
11/09/04 12	90,19	0,23	0,66
12/09/04 00	80,35	0,69	1,08
12/09/04 12	78,39	0,92	1,26
13/09/04 00	74,74	1,04	1,36
13/09/04 12	76,19	0,70	1,20
14/09/04 00	61,80	0,71	1,20
14/09/04 12	67,43	0,55	1,14
15/09/04 00	54,55	0,70	1,18
15/09/04 12	63,03	0,53	1,20
16/09/04 00	60,10	0,42	1,06
16/09/04 12	62,90	0,35	1,09
17/09/04 00	50,13	0,32	1,20

Água Precipitável (AGP)

T254L42/T170L42	Skill	V	EM
11/09/04 12	92,95	0,09	2,25
12/09/04 00	81,77	-0,91	3,53
12/09/04 12	76,74	-1,81	4,28
13/09/04 00	72,34	-2,47	5,20
13/09/04 12	69,71	-2,32	5,68
14/09/04 00	64,27	-2,55	6,02
14/09/04 12	59,32	-2,46	5,99
15/09/04 00	46,10	-2,76	6,56
15/09/04 12	45,37	-2,64	6,21
16/09/04 00	31,30	-3,32	7,12
16/09/04 12	29,38	-3,20	6,91
17/09/04 00	15,26	-3,46	7,17

T254L64/T170L42	Skill	V	EM
11/09/04 12	92,75	0,25	2,29
12/09/04 00	81,39	-0,68	3,50
12/09/04 12	76,63	-1,46	4,14
13/09/04 00	72,68	-2,02	5,01
13/09/04 12	69,48	-1,92	5,54
14/09/04 00	62,70	-2,27	6,03
14/09/04 12	58,49	-2,06	5,93
15/09/04 00	44,64	-2,34	6,50
15/09/04 12	43,65	-2,34	6,20
16/09/04 00	34,31	-2,83	6,79
16/09/04 12	27,78	-3,10	7,02
17/09/04 00	12,36	-3,30	7,36

T254L42S/T254L42	Skill	V	EM
11/09/04 12	93,02	0,08	2,23
12/09/04 00	81,47	-0,99	3,58
12/09/04 12	76,99	-1,96	4,33
13/09/04 00	72,29	-2,65	5,27
13/09/04 12	69,66	-2,61	5,71
14/09/04 00	63,52	-2,97	6,19
14/09/04 12	59,30	-2,79	6,14
15/09/04 00	46,89	-3,09	6,56
15/09/04 12	46,87	-2,91	6,23
16/09/04 00	31,55	-3,49	7,05
16/09/04 12	30,29	-3,54	6,98
17/09/04 00	17,50	-3,94	7,31

TL254L42/T254L42	Skill	V	EM
11/09/04 12	92,81	0,07	2,27
12/09/04 00	81,93	-0,88	3,47
12/09/04 12	76,54	-1,76	4,24
13/09/04 00	71,88	-2,50	5,19
13/09/04 12	69,08	-2,34	5,72
14/09/04 00	63,46	-2,55	6,04
14/09/04 12	57,99	-2,40	6,06
15/09/04 00	45,73	-2,67	6,51
15/09/04 12	44,45	-2,59	6,21
16/09/04 00	31,15	-3,34	7,11
16/09/04 12	26,73	-3,32	7,03
17/09/04 00	14,24	-3,59	7,30

T254L96/T254L42	Skill	V	EM
11/09/04 12	93,37	0,33	2,20
12/09/04 00	82,06	-0,62	3,43
12/09/04 12	78,39	-1,27	3,93
13/09/04 00	73,79	-2,10	4,90
13/09/04 12	71,02	-2,06	5,41
14/09/04 00	65,10	-2,63	5,88
14/09/04 12	63,19	-2,21	5,60
15/09/04 00	49,42	-2,56	6,18
15/09/04 12	44,48	-2,33	6,04
16/09/04 00	33,56	-2,88	6,60
16/09/04 12	30,25	-3,02	6,57
17/09/04 00	16,58	-3,35	6,98

T254L96R/T254L42	Skill	V	EM
11/09/04 12	93,40	0,32	2,20
12/09/04 00	81,94	-0,63	3,44
12/09/04 12	78,38	-1,33	3,94
13/09/04 00	73,96	-2,07	4,90
13/09/04 12	69,87	-2,12	5,55
14/09/04 00	65,79	-2,60	5,86
14/09/04 12	63,30	-2,30	5,62
15/09/04 00	49,68	-2,69	6,26
15/09/04 12	45,49	-2,40	5,97
16/09/04 00	31,68	-2,98	6,77
16/09/04 12	31,13	-3,07	6,57
17/09/04 00	14,96	-3,61	7,08

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](#)