

CLIMANÁLISE

BOLETIM DE MONITORAMENTO E ANÁLISE CLIMÁTICA

Climanálise	Cachoeira Paulista - SP	Volume 25	Número 02	Fevereiro/2010
-------------	-------------------------	-----------	-----------	----------------

CLIMANÁLISE

Boletim de Monitoramento e Análise Climática

Cachoeira Paulista, SP, Brasil, INPE/CPTEC, 1986. Publicação Mensal.

ISSN 0103-0019 CDU-555.5

Denominação anterior:

Boletim de Monitoramento do Clima do Nordeste.

Palavras chaves:

Meteorologia e Climatologia

CLIMANÁLISE

BOLETIM DE MONITORAMENTO E ANÁLISE CLIMÁTICA

VOLUME 25 - Nº 02

FEVEREIRO/2010

- Editora:** Iracema Fonseca de A. Cavalcanti - CPTEC/INPE
e-mail: iracema@cptec.inpe.br
- Editora Executiva:** Anna Bárbara Coutinho de Melo - CPTEC/INPE
e-mail: barbara@cptec.inpe.br
- Apoio Administrativo:** Coordenação Geral - CPTEC/INPE
- Colaboradores:**
- | | |
|---|---------------------------------------|
| Alberto Waingort Setzer - CPTEC/INPE | Maria Valverde - CPTEC/INPE |
| Anna Bárbara C. de Melo - CPTEC/INPE | Marcus Jorge Bottino - CPTEC/INPE |
| Daniel Andrés Rodriguez - CPTEC/INPE | Nuri Oyamburo de Calbete - CPTEC/INPE |
| Francisco Eliseu Aquino - UFRGS | Prakki Satyamurty - CPTEC/INPE |
| Lúcia Helena Ribas Machado - CPTEC/INPE | Raffi Agop Simanoglu - CPTEC/INPE |
| Marcelo de Oliveira Romão - CPTEC/INPE | |
- Instituições Colaboradoras:**
- | | |
|---------------------------------------|--|
| ANEEL - Brasília, DF | FUNCEME - Fortaleza, CE |
| CEPLAC - Itabuna, BA | FURB - Blumenau, SC |
| CHESF - Recife, PE | GEORIO - Rio de Janeiro, RJ |
| CLIMERH - Florianópolis, SC | IAC - Instituto Agrônomo de Campinas, SP |
| CODOMAR - Adm. do Porto de Manaus, AM | INMET - Brasília, DF |
| CPC/NWS - Washington, DC, USA | ORSTOM - Brest, França |
| DAEE - São Paulo, SP | SIMEPAR - Curitiba, PR |
| 7º DISME/INMET - São Paulo, SP | Centros Estaduais Meteorologia e Recursos
Hídricos Integrantes do PMTCRH. |
| ELETROBRÁS - Rio de Janeiro, RJ | |
| ELETRONORTE - Brasília, DF | |
| FEPAGRO - Porto Alegre, RS | |
- Editoração Técnica:** Raúl Vianna Bastos Júnior - CPTEC/INPE
- Elaboração da Capa¹:** Ana Paula T. Tavares - CPTEC/INPE
Letícia Maria B. de Farias - CPTEC/INPE
- Impressão:** Sala de Editoração da Climanálise - CPTEC/INPE
- Impressão da Capa e Encadernação:** ALPHAGRAPHICS São José dos Campos - SP
- Endereço para Correspondência:** CLIMANÁLISE
Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE
Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos - CPTEC
Rodovia Presidente Dutra, km 40 - Caixa Postal 01
12630-000 - Cachoeira Paulista - SP - BRASIL
Fone: (12)3186-8400; e-mail: climanalise@cptec.inpe.br

¹ Anomalia de TSM e escoamento médio em 850 hPa (lado esquerdo). Anomalia de PNM e imagem de satélite (lado direito). Os campos ilustram a situação observada em janeiro de 1998.

CLIMANÁLISE

BOLETIM DE MONITORAMENTO E ANÁLISE CLIMÁTICA

VOLUME 25 - Nº 02

FEVEREIRO/2010

Índice

SUMMARY	i
SUMÁRIO	i
1. ASPECTOS DE GRANDE ESCALA NA ATMOSFERA GLOBAL E NOS OCEANOS TROPICAIS	3
2. ASPECTOS CLIMÁTICOS E SINÓTICOS NO BRASIL	11
2.1 – Análise da Precipitação no Brasil	11
2.1.1 – Região Norte	11
2.1.2 – Região Centro-Oeste	11
2.1.3 – Região Nordeste	11
2.1.4 – Região Sudeste	11
2.1.5 – Região Sul	13
2.2 – Análise da Temperatura no Brasil	13
3. PERTURBAÇÕES ATMOSFÉRICAS SOBRE O BRASIL	14
3.1 – Sistemas Frontais e Frontogênese	14
3.2 – Massas de Ar Frio e Geadas	14
3.3 – Atividade Convectiva sobre a América do Sul	19
3.3.1 – Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS)	19
3.3.2 – Zona de Convergência Intertropical (ZCIT)	19
3.3.3 – Linha de Cumulonimbus na Costa Norte/Nordeste da América do Sul	19
4. ESCOAMENTO EM ALTOS NÍVEIS	19
4.1 – Jato sobre a América do Sul	19
4.2 – Circulação da Alta da Bolívia	22
4.3 – Vórtices Ciclônicos e Cavados em Altos Níveis	27
5. ANÁLISE DE DADOS HIDROLÓGICOS NO BRASIL	27
6. QUEIMADAS NO BRASIL	27
7. MONITORAMENTO NA ANTÁRTICA	34
NOTAS	37
SIGLAS	39
SIGLAS TÉCNICAS	40
APÊNDICE	41

SUMMARY

The rainfall distribution in February is similar to that observed in January, except for a slight reduction in the monthly totals, especially in the Nordeste and Southeast Regions and parts of South Region. The upper level cyclonic vortices continue to restrict rainfall over Nordeste and northern parts of Southeast Brazil. Only one frontal system advanced along the coast and interior of Southeast Brazil. Positive rainfall anomalies over the South Region and parts of Central-West were associated with intense low-level jet from the Amazon Basin.

The El Niño phenomenon continues to be active with predominantly warm anomalies in the Equatorial Pacific. The temperatures in the North and South Atlantic Oceans were also warmer than normal. This situation favored the ITCZ to remain in a more northerly position than climatology.

The reduction in the rainfall (in comparison with the January situation) resulted in reduction in the runoff in the Parana, Sao Francisco, Atlantico Sudeste and Uruguay Basins. The river flow was lower than MLT in the Sao Francisco and northern parts of Parana basins.

In Brazil 990 vegetation fires (hot spots) were detected. This number is 30% less than the number observed in January. However, compared to the same month last year (2009) the number increased by 85% in February 2010.

This bulletin can be accessed by internet at:
<http://www6.cptec.inpe.br/revclima/boletim/>

SUMÁRIO

A distribuição espacial das chuvas ficou próxima à observada em janeiro passado, porém com diminuição dos totais mensais principalmente nas Regiões Nordeste, Sudeste e em parte da Região Sul do Brasil. Os vórtices ciclônicos em altos níveis continuaram inibindo as chuvas sobre a Região Nordeste e parte do Sudeste e apenas um sistema frontal conseguiu avançar pelo litoral e interior do Brasil no final de fevereiro. As chuvas acima da média em parte das Regiões Centro-Oeste e Sul estiveram associadas principalmente ao jato em baixos níveis, cujo escoamento ficou mais intenso que o normal, trazendo umidade da região tropical em direção ao centro-sul do País.

O fenômeno El Niño continua em sua fase ativa, com predominância de águas superficiais mais quentes que o normal na região do Pacífico Equatorial. Os valores da Temperatura da Superfície do Mar (TSM) também ficaram acima da média na região do Atlântico Norte e Sul. Este padrão de anomalias de TSM do Atlântico continuou favorecendo o posicionamento da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) ao norte de sua climatologia.

A diminuição das chuvas em comparação com janeiro passado resultou em diminuição das vazões nas bacias do Paraná, São Francisco, Atlântico Sudeste e Uruguai. Considerando a MLT, as vazões ocorreram abaixo do esperado principalmente na bacia do São Francisco e no norte da bacia do Paraná.

No Brasil, foram detectados apenas 990 focos de queimadas. Este valor ficou 30% abaixo dos focos detectados em janeiro passado, porém aumentou 85% em comparação com o mesmo período de 2009.

Este boletim pode ser acessado pela internet:
<http://www6.cptec.inpe.br/revclima/boletim/>

1. ASPECTOS DE GRANDE ESCALA NA ATMOSFERA GLOBAL E NOS OCEANOS TROPICAIS

O fenômeno El Niño-Oscilação Sul (ENOS) continuou em sua fase mais ativa no Oceano Pacífico Equatorial durante fevereiro de 2010. Os valores da Temperatura da Superfície do Mar (TSM) ficaram até 2°C acima da média no Pacífico Central e Leste (Figura 1). Considerando as regiões dos Niños 3.4 e 4, as anomalias médias de TSM continuaram maiores que 1°C, consistente com a persistência do episódio quente do ENOS (Figura 2 e Tabela 1). Anomalias negativas de TSM foram observadas no Pacífico Tropical Leste, entre o Equador e 30°S. A termoclina continuou profunda e, embora a TSM tenha ficado próxima à média na região do Niño 1+2, a temperatura do mar na camada subsuperficial ficou até 3°C acima da média neste mês. Anomalias positivas de TSM também foram observadas no Oceano Índico (Figura 1). O Atlântico permaneceu aquecido, com anomalias positivas de TSM em ambos os hemisférios, destacando-se as anomalias de até 2°C próximo à costa noroeste da África, em torno de 20°N, e próximo ao sul do Brasil, em torno de 30°S. No Atlântico Tropical, o gradiente meridional da TSM continuou favorável à atuação

preferencial da ZCIT ao norte de sua posição climatológica (ver seção 3.3.1).

O padrão de anomalias de Radiação de Onda Longa (ROL) ressaltou a diminuição da convecção no Pacífico Oeste (anomalias positivas) e o aumento no Pacífico Central e Leste (anomalias negativas), consistente com o atual episódio El Niño (Figura 5). Sobre a região central e leste da América do Sul, a extensa área de anomalias positivas de ROL ressaltou a ausência de episódios da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS), situação semelhante à observada em janeiro passado. Notou-se, também, a área de anomalias negativas sobre o sul do Brasil, Uruguai e nordeste da Argentina. Já sobre o Atlântico Equatorial, a extensa área de anomalias positivas de ROL refletiu o posicionamento da ZCIT ao norte de sua climatologia.

O campo de anomalia de Pressão ao Nível do Mar (PNM) destacou as anomalias positivas mais acentuadas em toda extensão da Indonésia e continente australiano, consistente com a atual fase do ENOS (Figura 6). Ainda no Hemisfério Sul, destacou-se a anomalia positiva de PNM na região de atuação do sistema de alta

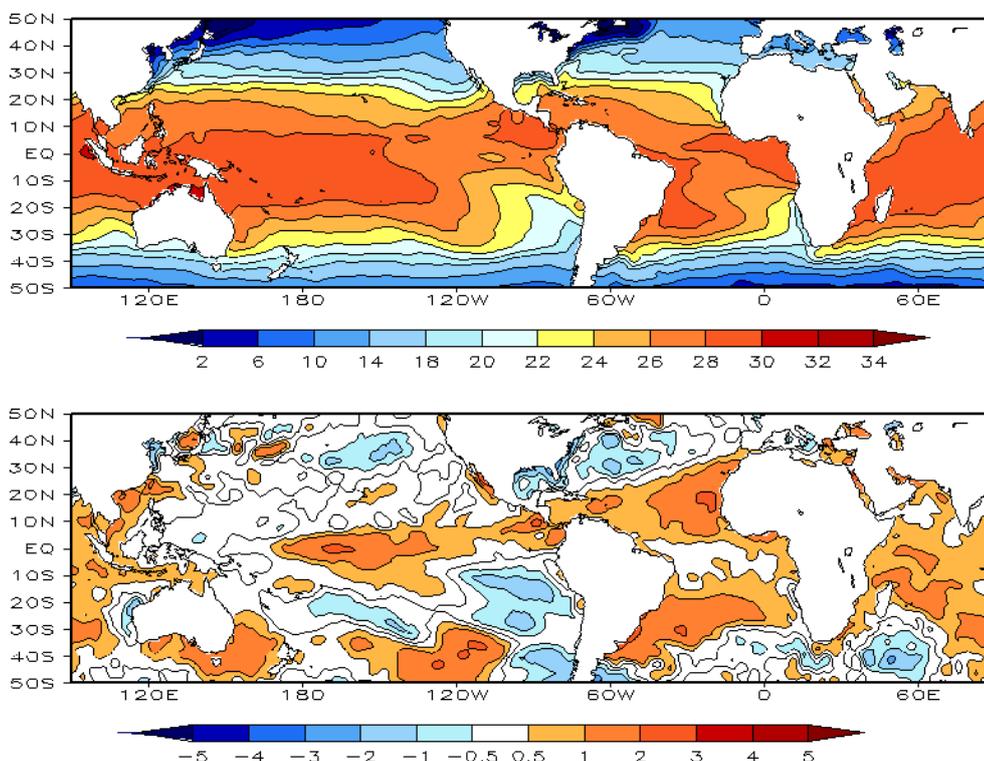


FIGURA 1 – Temperatura da Superfície do Mar (TSM), em FEVEREIRO/2010: a) média, com intervalo das isotermas de 4°C para valores de TSM menores que 18°C. Para TSM maior que 18°C, o intervalo das isotermas é de 2°C; b) anomalias, com intervalo entre as isotermas de 0,5°C para anomalias até 1°C. Para anomalias maiores que 1°C, o intervalo é de 1°C. As anomalias são desvios das médias mensais em relação à climatologia do CPC. (FONTE: CPC/NCEP/NWS).

DATA	ANOMALIAS PNM		IOS (Tahiti/Darwin)	ÍNDICE DE ROL NO PACÍFICO	TSM NO PACÍFICO								
	Tahiti	Darwin			(5N - 5S)	Niño 1+2 (0 - 10S)		Niño 3 (5N - 5S)		Niño 3.4 (5N - 5S)		Niño 4 (5N - 5S)	
2010													
2009				160E - 160W	90W - 80W	150W - 90W	170W - 120W	160E - 150W					
FEV	-1,9	1,4	-2,1	-2,3	0,0	26,0	0,7	27,1	1,2	27,9	1,1	29,1	
JAN	-2,6	-0,3	-1,5	-1,9	0,2	24,7	1,0	26,6	1,6	28,1	1,4	29,6	
DEZ	-1,0	0,6	-1,0	-1,5	0,3	23,1	1,6	26,7	1,8	28,3	1,4	29,7	
NOV	-1,1	0,2	-0,8	0,0	0,5	22,1	1,3	26,2	1,7	28,2	1,5	29,9	
OUT	-1,8	0,8	-1,7	-0,2	0,0	20,9	0,8	25,7	1,0	27,6	1,2	29,6	
SET	0,0	-0,6	0,3	-0,6	0,3	20,8	0,8	25,7	0,8	27,5	0,8	29,3	
AGO	-0,7	0,3	-0,7	0,2	0,8	21,6	1,0	25,9	0,8	27,5	0,8	29,2	
JUL	0,4	0,3	0,1	-0,8	0,9	22,7	1,0	26,6	0,9	28,0	0,6	29,2	
JUN	-0,1	0,4	-0,3	0,3	0,7	23,7	0,7	27,1	0,6	28,1	0,6	29,2	
MAI	-0,9	-0,3	-0,4	0,8	0,6	24,9	0,4	27,4	0,3	28,0	0,3	29,0	
ABR	0,9	-0,1	0,7	1,0	0,5	26,0	0,0	27,4	-0,2	27,5	0,0	28,4	
MAR	0,9	1,1	-0,1	1,4	-0,1	26,4	-0,6	26,4	-0,5	26,7	-0,3	27,8	

DATA	ÍNDICE DO VENTO ZONAL			
	PACÍFICO 850 hPa			PACÍFICO 200 hPa
	5N - 5S	5N - 5S	5N - 5S	5N - 5S
2010				
2009	135E - 180	175W - 140W	135E - 120W	165W - 110W
FEV	-0,2	-0,8	-1,7	-0,5
JAN	0,1	0,2	-0,6	-0,8
DEZ	0,3	-0,7	-1,8	-1,2
NOV	1,1	0,1	-1,0	-0,9
OUT	-0,9	-1,2	-1,5	-1,4
SET	-0,7	0,3	0,1	1,5
AGO	-0,1	-0,6	-1,0	-0,6
JUL	0,0	0,4	-0,6	0,8
JUN	0,2	-0,5	-1,5	-0,4
MAI	0,6	0,2	-0,4	-0,3
ABR	1,5	0,8	0,2	0,3
MAR	0,8	0,7	0,0	1,5

TABELA 1 - Índices atmosféricos e oceânicos para os últimos doze meses. Os índices atmosféricos são adimensionais (padronizados pelo desvio padrão da média mensal apropriada) exceto para as anomalias de PNM de Darwin e Tahiti que estão em hPa. Os índices de TSM (anomalias e médias) estão em °C. Note que os valores positivos (negativos) do índice do vento zonal em 200 hPa significam anomalias de oeste (de leste), ao passo que valores positivos (negativos) dos índices do vento zonal em 850 hPa significam anomalias de leste (oeste). (FONTE: CPC/NCEP/NWS).

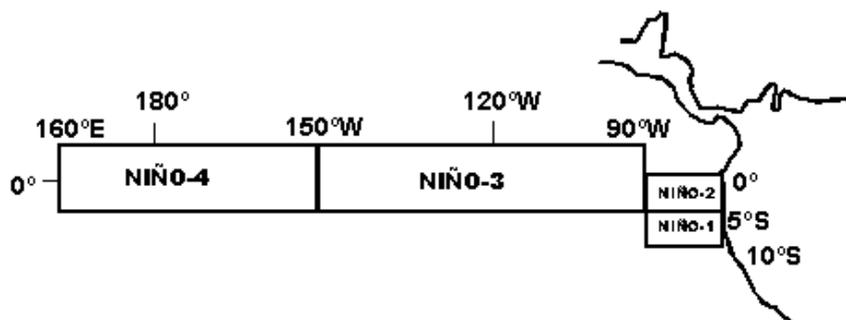
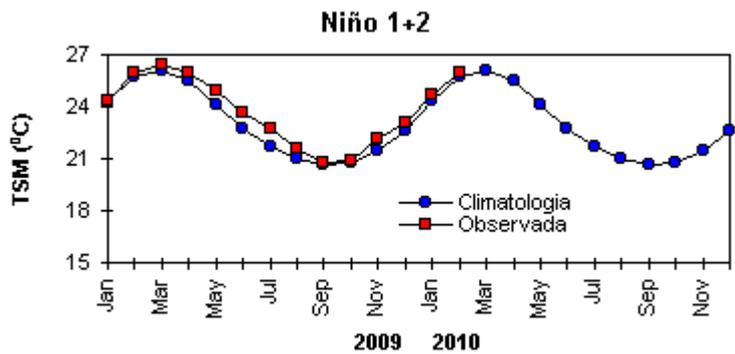
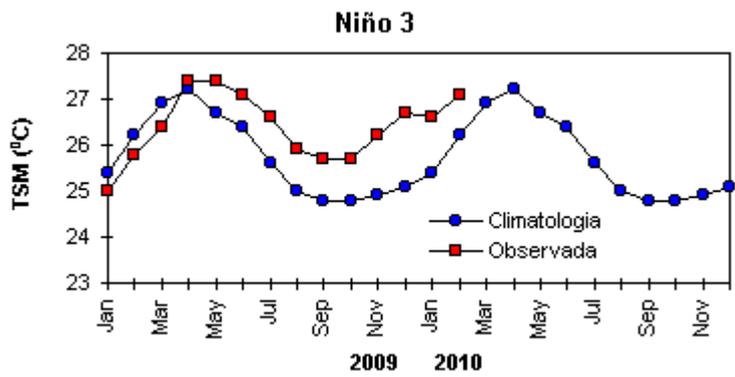
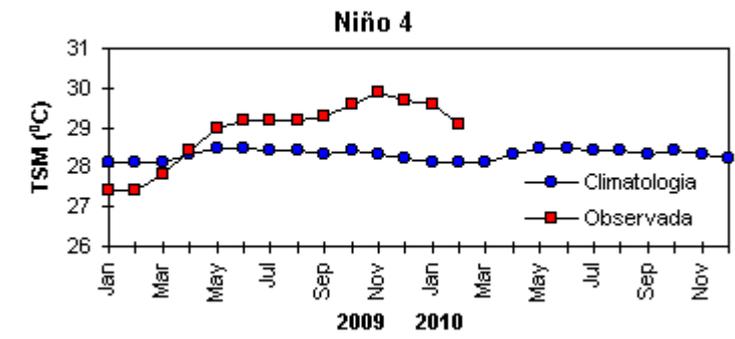


FIGURA 2 - Temperaturas médias da superfície do mar (quadrado) e média climatológica (círculo) no Oceano Pacífico para as regiões indicadas, expressas em °C. (FONTE: CPC/NWS).

pressão semipermanente do Atlântico Sul. Sobre o Atlântico Norte, persistiu a grande área de baixa pressão anômala, que se estendeu pelos continentes africano, europeu e asiático. Este padrão de anomalia também favoreceu o enfraquecimento do sistema de alta subtropical do Atlântico Norte, por sua vez associado ao deslocamento para norte da ZCIT.

O escoamento em baixos níveis (850 hPa) apresentou anomalias de oeste no Pacífico Equatorial, entre aproximadamente 150°W e 90°W, indicando o enfraquecimento dos alísios

(Figuras 7 e 8). Por outro lado, na região do Pacífico Equatorial, em torno da Linha de Data (180°), destacou-se a intensa anomalia ciclônica que refletiu no aumento da convecção associada ao episódio El Niño. Sobre a América do Sul, notou-se a anomalia anticiclônica que resultou no escoamento de norte mais intenso que o normal no interior do continente, sendo consistente com a maior intensidade do jato em baixos níveis. Este padrão contribuiu para aumentar o transporte de umidade da Amazônia em direção ao setor sul da América do Sul e,

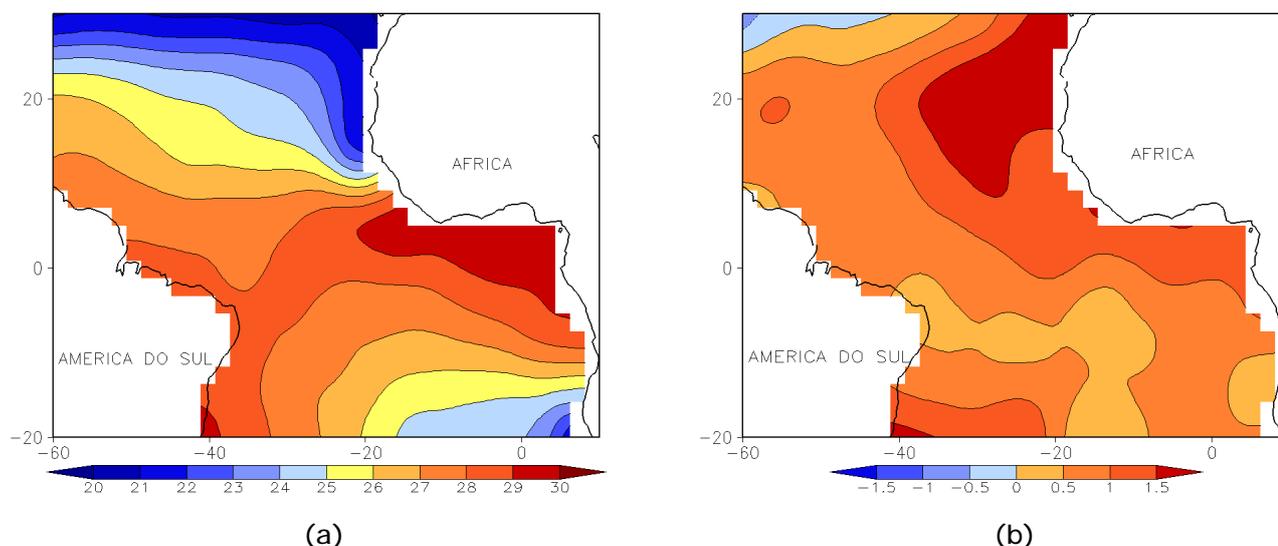


FIGURA 3 - Temperatura da Superfície do Mar (TSM) na região do Oceano Atlântico Tropical, em FEVEREIRO/2010, analisada numa grade de 2°: a) média, com intervalo entre as isotermas de 1°C; b) anomalia, com intervalo entre as isotermas de 0,5°C. As anomalias são desvios das médias mensais em relação à climatologia da ORSTOM-BREST. (FONTE: J.Servain - ORSTOM/BREST).

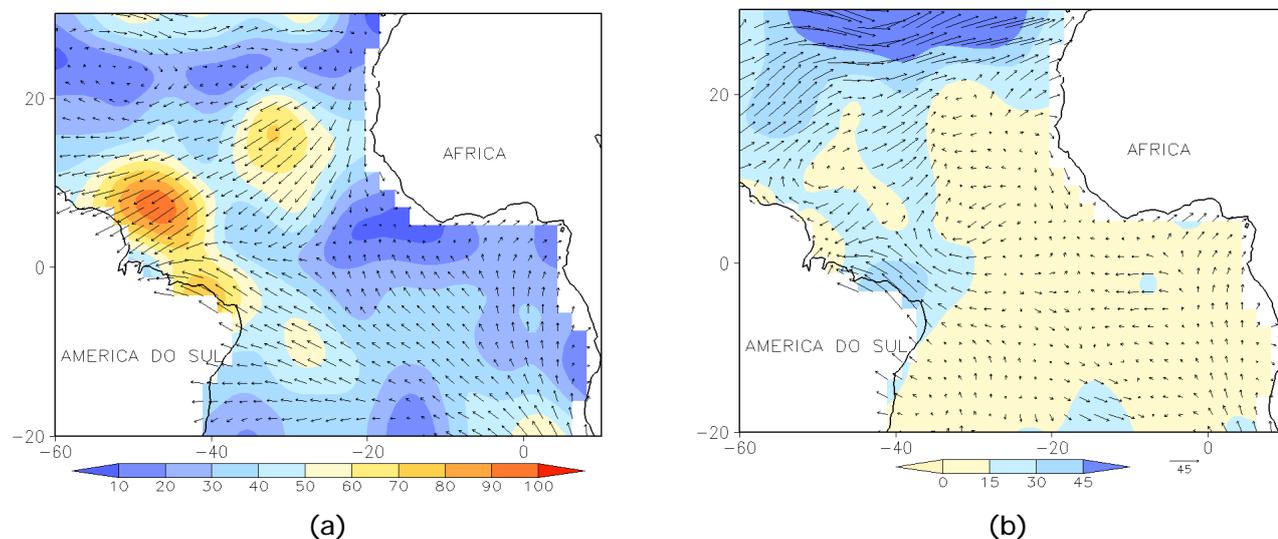


FIGURA 4 - Vetor pseudo-tensão de cisalhamento superficial, relacionado ao vento em superfície para FEVEREIRO/2010: a) média, com intervalo entre as isolinhas de 10 m²/s²; b) anomalia, com intervalo entre as isolinhas de 15 m²/s². As anomalias são desvios das médias mensais para o período base 1964/1985. (FONTE: J.Servain - ORSTOM/BREST).

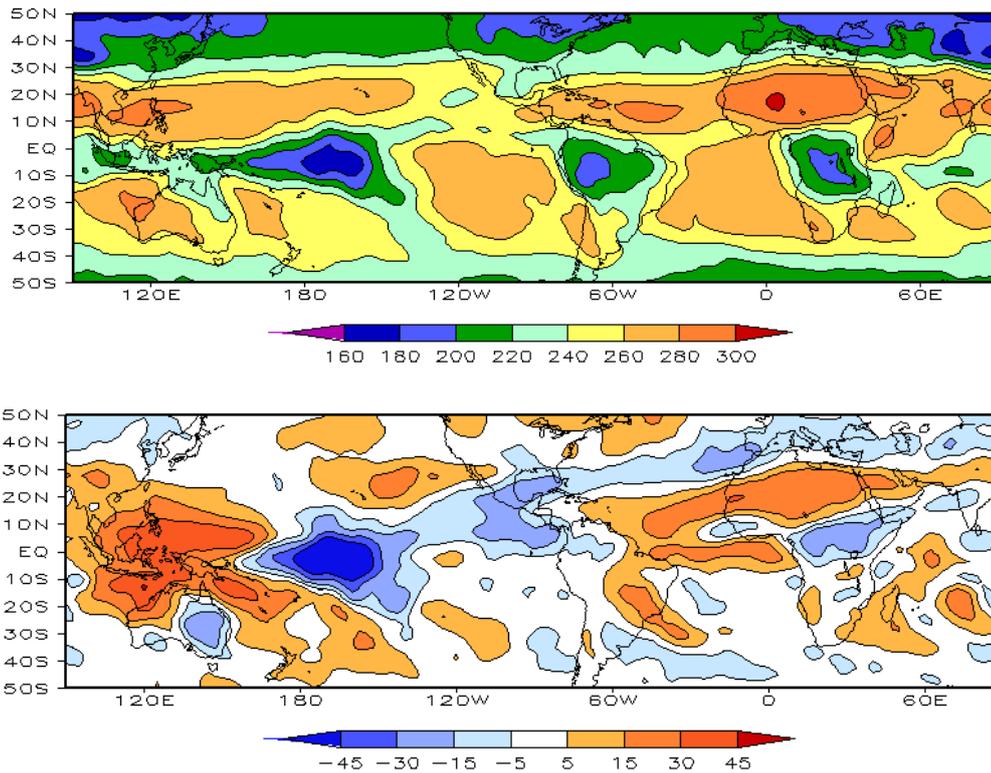


FIGURA 5 – Radiação de Onda Longa (ROL) emitida para o espaço, em FEVEREIRO/2010 (medidas do NESDIS/ESL através do canal IV do AVHRR a bordo do satélite NOAA-12): a) média, com intervalo entre isolinhas de 20 W/m²; b) anomalia, com intervalo entre as isolinhas de 15 W/m². As anomalias são calculadas como desvios das médias para o período base 1979/1995 - Reanálise. (FONTE: CPC/NCEP/NWS).

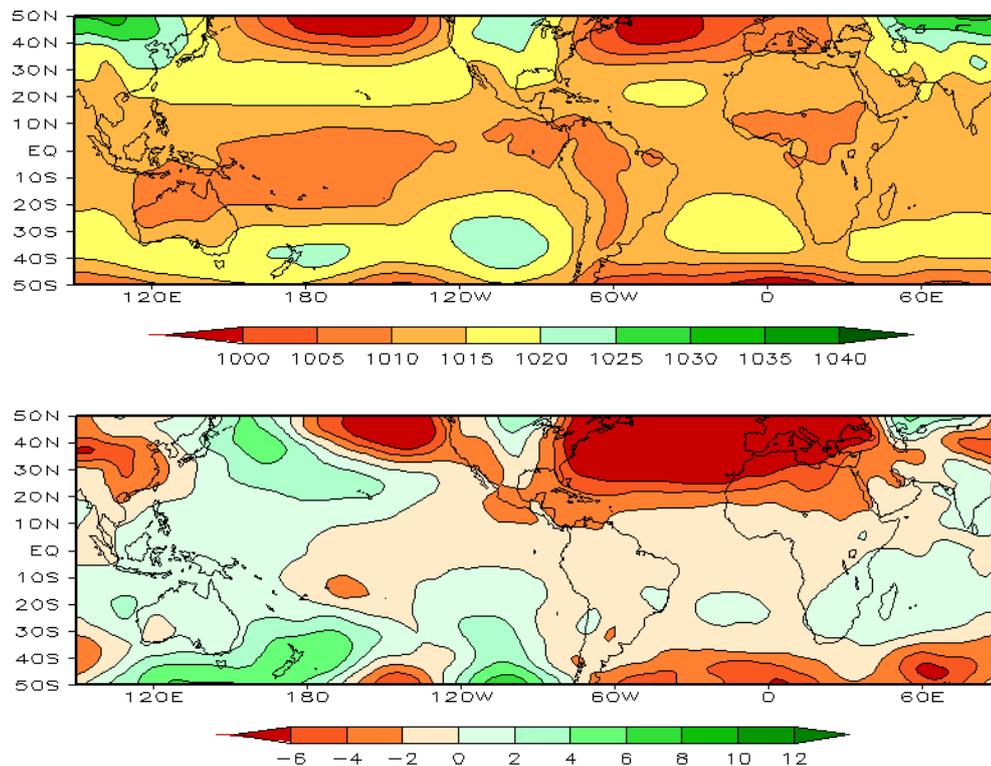


FIGURA 6 – Pressão ao Nível do Mar (PNM), em FEVEREIRO/2010, analisadas numa grade de 2,5° e interpoladas para uma grade de 5° em projeção Mercator para visualização: a) média, com intervalo entre isolinhas de 5 hPa; b) anomalia, com intervalo entre as isolinhas de 2 hPa. As anomalias são calculadas como desvios das médias para o período de 1979/1995 - Reanálise. (FONTE: CPC/NCEP/NWS).

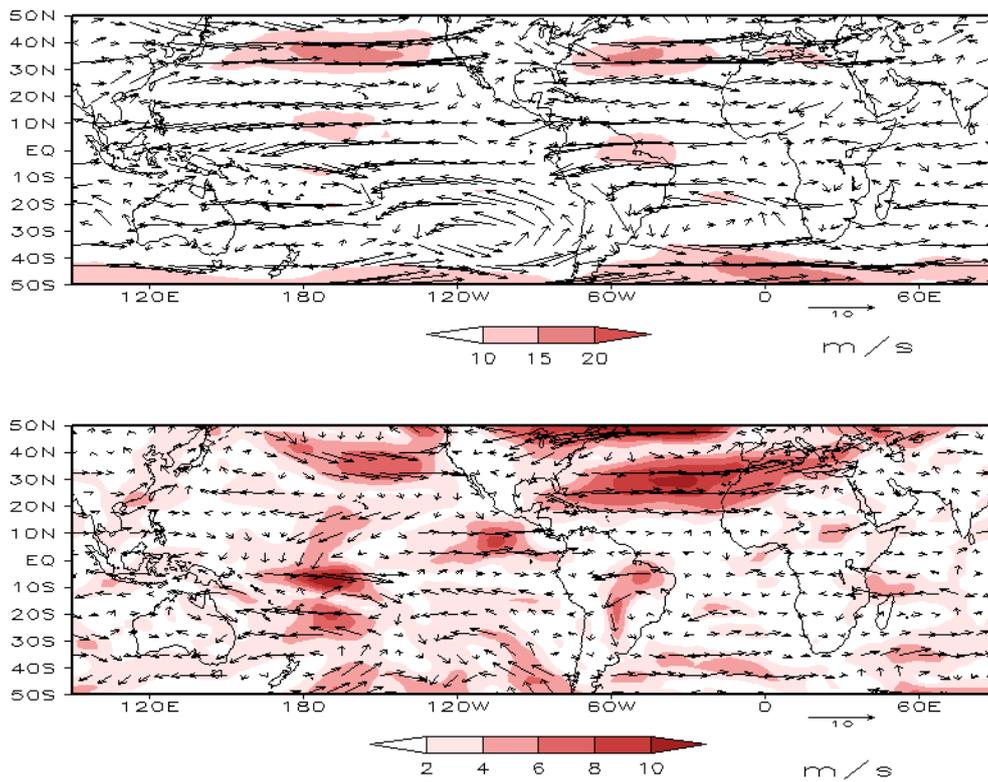


FIGURA 7 – Vetor do vento e magnitude em 850 hPa, em FEVEREIRO/2010. Os ventos são analisados numa grade de 2,5° e interpolados para uma grade de 5° em projeção Mercator para visualização: a) campo médio, com intervalo entre as isotacas de 5 m/s; b) anomalia, com intervalo de 2 m/s. As anomalias são desvios das médias para o período base de 1979/1995 – Reanálise (FONTE: CPC/NCEP/NWS).

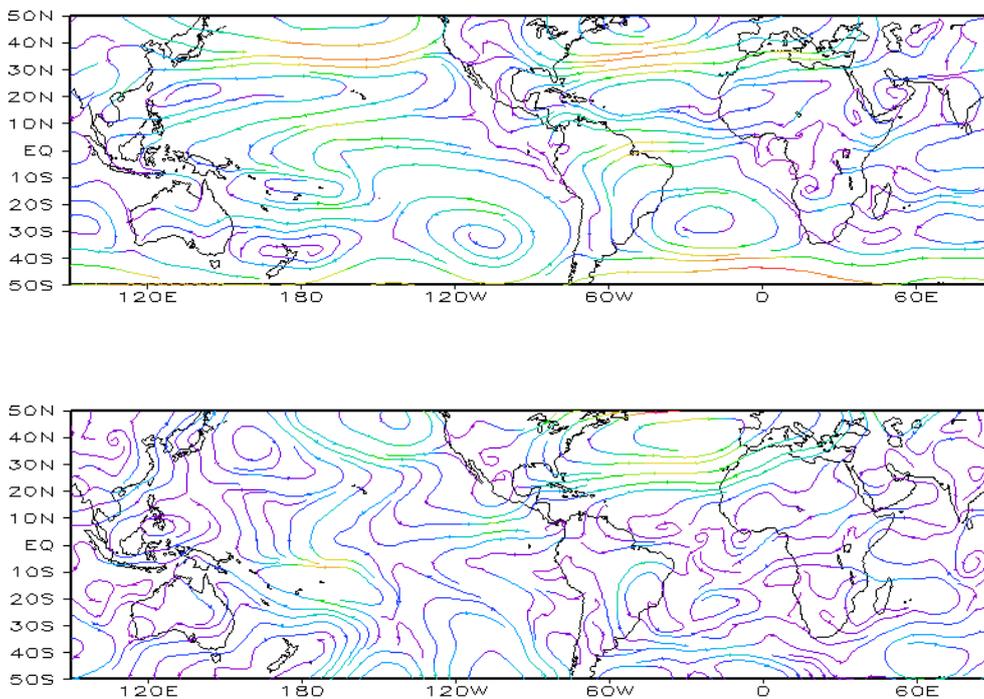


FIGURA 8 – Linhas de corrente em 850 hPa, em FEVEREIRO/2010. Os ventos são analisados numa grade de 2,5° e interpolados para uma grade de 5° em projeção Mercator para visualização: a) média; b) anomalia. (FONTE: CPC/NCEP/NWS).

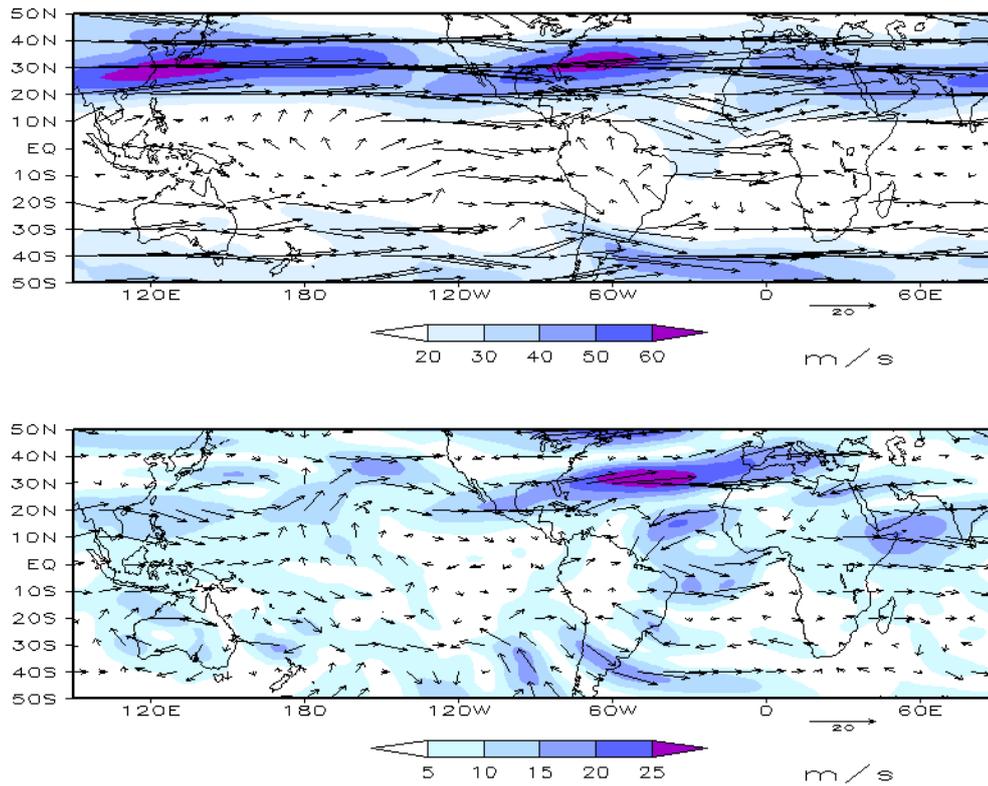


FIGURA 9 – Vetor do vento e magnitude em 200 hPa, em FEVEREIRO/2010. Os ventos são analisados numa grade de 2,5° e interpolados para uma grade de 5° em projeção Mercator para visualização: a) campo médio, com intervalo entre as isotacas de 10 m/s; b) anomalia, com intervalo entre as isotacas de 5 m/s. As anomalias são desvios das médias mensais para o período base de 1979/1995 - Reanálise. (FONTE: CPC/NCEP/NWS).

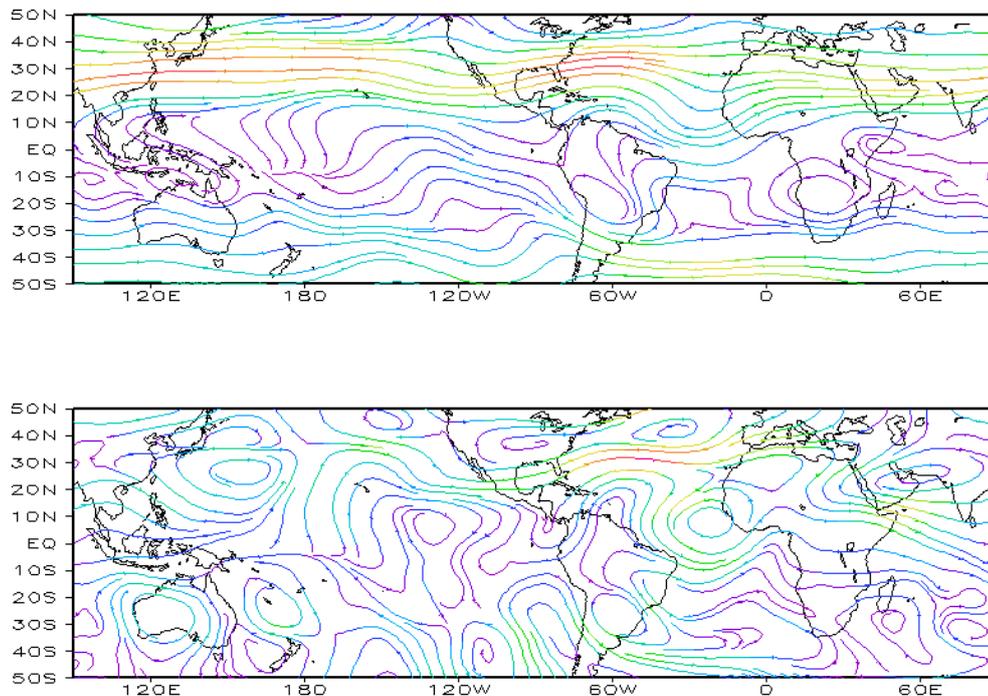


FIGURA 10 – Linhas de Corrente em 200 hPa, em FEVEREIRO/2010. Os ventos são analisados numa grade de 2,5° e interpolados para uma grade de 5° em projeção Mercator para visualização: a) média; b) anomalia. (FONTE: CPC/NCEP/NWS).

consequentemente, a convecção nessa região, conforme descrito na seção 2.1.

Em altos níveis (200 hPa), destacou-se o trem de ondas do tipo PSA (Pacific South America), afetando a circulação sobre a América do Sul, onde predominou uma anomalia anticiclônica (Figura 9). Destacou-se, também, a atuação mais intensa do jato subtropical sobre o sul da América do Sul, especialmente em torno de 35°S.

A altura geopotencial em 500 hPa, no

Hemisfério Norte, evidenciou anomalia positiva na região polar e anomalia negativa em latitudes subtropicais, indicando o padrão anular da Oscilação Ártica e a Oscilação do Atlântico Norte, a qual é consistente com invernos mais rigorosos na Europa (Figura 11). No Hemisfério Sul, a altura geopotencial em 500 hPa mostrou número de onda 2, com destaque para as anomalias positivas sobre a Antártica e negativas em praticamente toda a extensão do Atlântico Sul (Figura 12). Esta configuração também apresenta características da fase negativa da Oscilação Antártica.

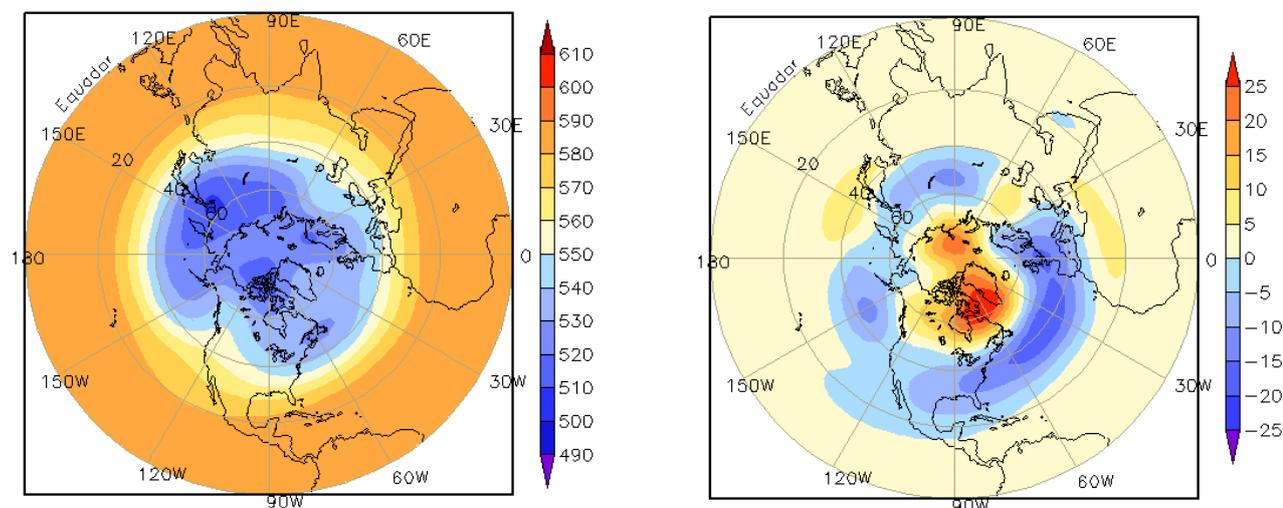


FIGURA 11 – Altura geopotencial em 500 hPa para o Hemisfério Norte, em FEVEREIRO/2010. As alturas são analisadas numa grade de 2,5° e interpoladas para uma grade de 5° em projeção estereográfica polar de 65x65 pontos no Pólo Norte: a) média, com intervalo entre as isolinhas de 10 mgp; b) anomalia, com intervalo entre as isolinhas de 5 mgp. As anomalias são desvios das médias mensais para o período base de 1979/1995 – Reanálise. (FONTE: CPC/NCEP/NWS).

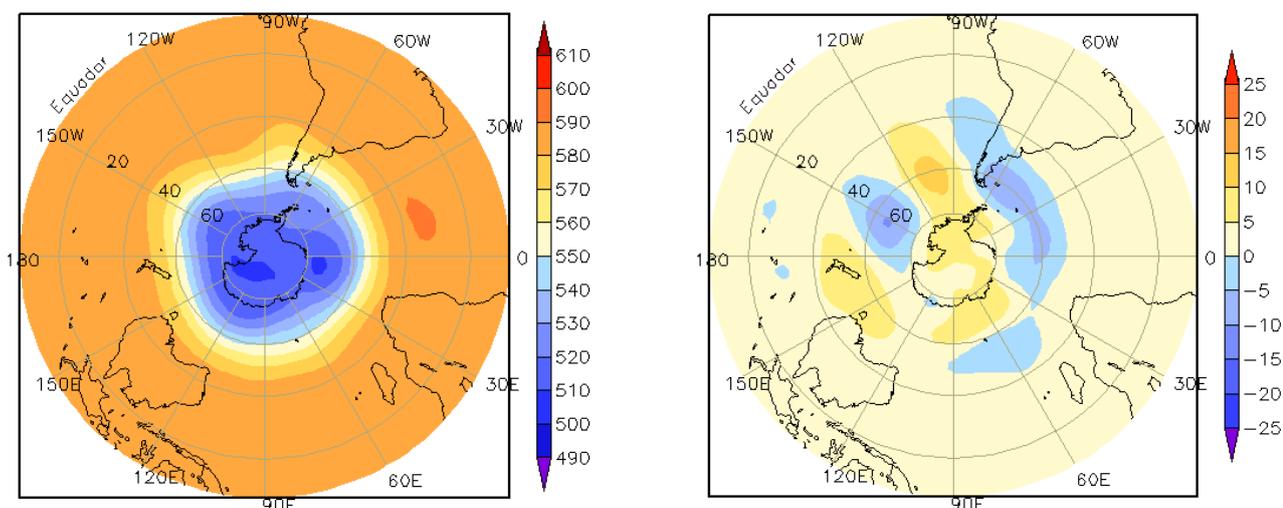


FIGURA 12 – Altura geopotencial em 500 hPa para o Hemisfério Sul, em FEVEREIRO/2010. As alturas são analisadas numa grade de 2,5° e interpoladas para uma grade de 5° em projeção estereográfica polar de 65x65 pontos no Pólo Sul: a) média, com intervalo entre as isolinhas de 10 mgp; b) anomalia, com intervalo entre as isolinhas de 5 mgp. As anomalias são desvios das médias mensais para o período base de 1979/1995 - Reanálise. (FONTE: CPC/NCEP/NWS).

2. ASPECTOS CLIMÁTICOS E SINÓTICOS NO BRASIL

2.1 – Análise da Precipitação no Brasil

Na primeira quinzena de fevereiro, a posição dos Vórtices Ciclônicos em Altos Níveis (VCAN) contribuiu para as chuvas abaixo da média histórica principalmente nos setores centro-leste e nordeste do Brasil. Por outro lado, neste período, a ausência de sistemas frontais e o escoamento anticiclônico anômalo sobre o Atlântico favoreceram o aumento da convergência de umidade no oeste do Brasil, o que, associado às temperaturas elevadas, resultou em áreas de instabilidade mais intensas, nas Regiões Centro-Oeste e Sul. Esta situação também persistiu no decorrer da segunda quinzena de fevereiro, inclusive com formação de regiões de convergência de umidade no setor central do Brasil, sem, contudo, caracterizar episódios da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS), semelhante ao que foi observado no mês anterior. Dos dois sistemas frontais que atuaram no Brasil, apenas um deslocou-se pelo litoral das Regiões Sul e Sudeste, causando declínio acentuado das temperaturas. As Figuras 13 e 14 mostram a precipitação observada em todo o Brasil e os desvios em relação aos valores médios históricos. A distribuição espacial das estações utilizadas na análise de precipitação é mostrada na Figura 15. A análise detalhada do comportamento das chuvas para cada uma das Regiões do Brasil é feita a seguir.

2.1.1 – Região Norte

Choveu abaixo da média histórica em grande parte da Região. Contudo, os totais mensais foram maiores que 400 mm no sudoeste do Amazonas, sul de Rondônia e no norte do Amapá, onde também excederam a climatologia mensal. De modo geral, as chuvas estiveram associadas à configuração da Alta da Bolívia, aos efeitos termodinâmicos locais e à formação de Linhas de Instabilidade (LIs) ao longo da costa, cuja frequência foi maior que a observada em janeiro passado (ver seção 3.3.3). Destacaram-se as chuvas mais acentuadas registradas em Araguaiana-TO (83,2 mm, no dia 08), Manaus-AM (124,8 mm, no dia 10), Itaituba-PA (106,5 mm, no dia 12), Iauaretê-AM (94,7 mm, no dia 18) e Marabá-PA (87,1 mm, no dia 28), segundo dados do INMET.

2.1.2 – Região Centro-Oeste

As chuvas estiveram associadas à formação de áreas de instabilidade decorrentes da circulação da Alta da Bolívia e aos efeitos termodinâmicos locais no centro-sul do Mato Grosso e no Mato Grosso do Sul, onde os totais mensais excederam a média histórica. Em alguns dias, a atuação dos Vórtices Ciclônicos em Altos Níveis (VCAN) foi desfavorável à ocorrência de chuvas em Goiás, onde os totais mensais ocorreram predominantemente abaixo da média histórica. Destacaram as chuvas registradas nas cidades de Diamantino-MT (103 mm, no dia 11); Cuiabá-MT (92,9 mm, no dia 13); Matupá-MT (85,6 mm) e Diamantino-MT (84,9 mm), ambas registradas no dia 15; Gleba Celeste-MT (99,4 mm, no dia 20); São Vicente-MT (102,1 mm, no dia 22); e em Cuiabá-MT (102,6 mm), no dia 27 (Fonte: INMET). Na cidade de Gleba Celeste-MT, o total mensal de chuva atingiu 237,3 mm, enquanto a climatologia para este mês é igual a 364,3 mm.

2.1.3 – Região Nordeste

A atuação de Vórtices Ciclônicos em Altos Níveis (VCAN) foi desfavorável à ocorrência de chuvas na maior parte da Região. Além disso, o posicionamento preferencial da ZCIT ao norte de sua climatologia contribuiu para a maior escassez de chuva desde o nordeste do Maranhão até o Rio Grande do Norte, onde as anomalias negativas variaram entre 100 mm e 200 mm. Em São Luís, capital do Maranhão, o total mensal de chuva atingiu 121,4 mm, sendo o valor climatológico igual a 373 mm, segundo dados do INMET. Nesta localidade, a formação de uma LI pode ter contribuído para o maior total diário de chuva registrado no mês (71 mm, no dia 12). Já a cidade de Imperatriz, no sudoeste do Maranhão, apresentou um acumulado mensal de chuva igual a 189,7 mm e que ficou próximo ao climatológico, que é de 209,3 mm. No interior da Região, observaram-se baixos valores de umidade relativa do ar em razão da escassez de chuva, com destaque para o valor registrado em Bom Jesus da Lapa-BA (24%, no dia 24).

2.1.4 – Região Sudeste

A ausência de episódios de ZCAS e a atuação de VCANs resultaram na diminuição das chuvas durante o mês de fevereiro, especialmente

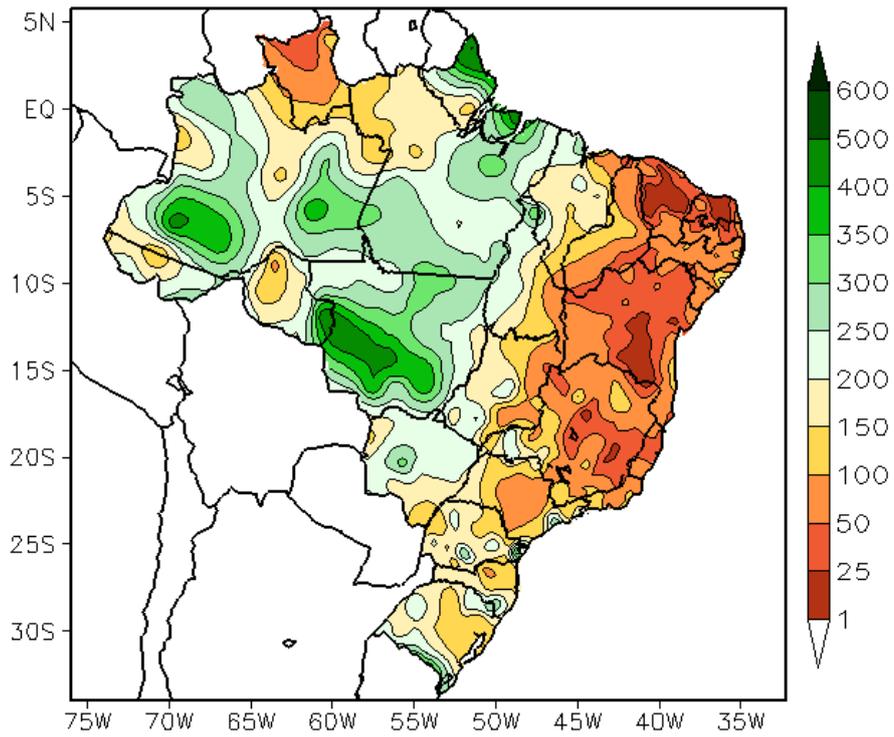


FIGURA 13 - Precipitação total (em mm) para FEVEREIRO/2010.

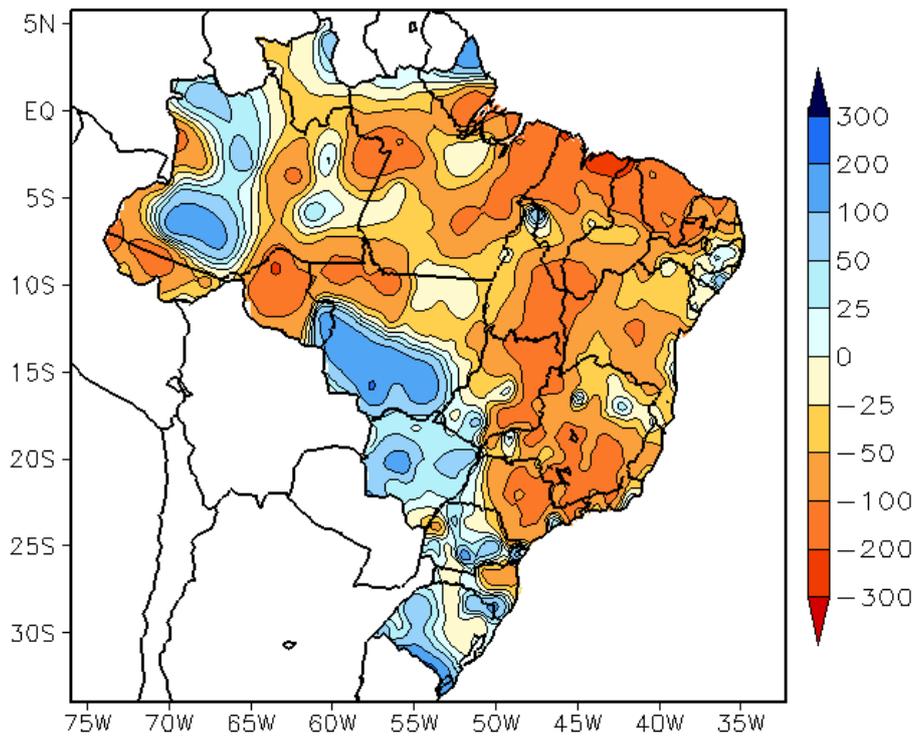


FIGURA 14 - Desvio de precipitação (em mm) em relação à média climatológica para FEVEREIRO/2010 (Climatologia INMET: 1961 - 1990).

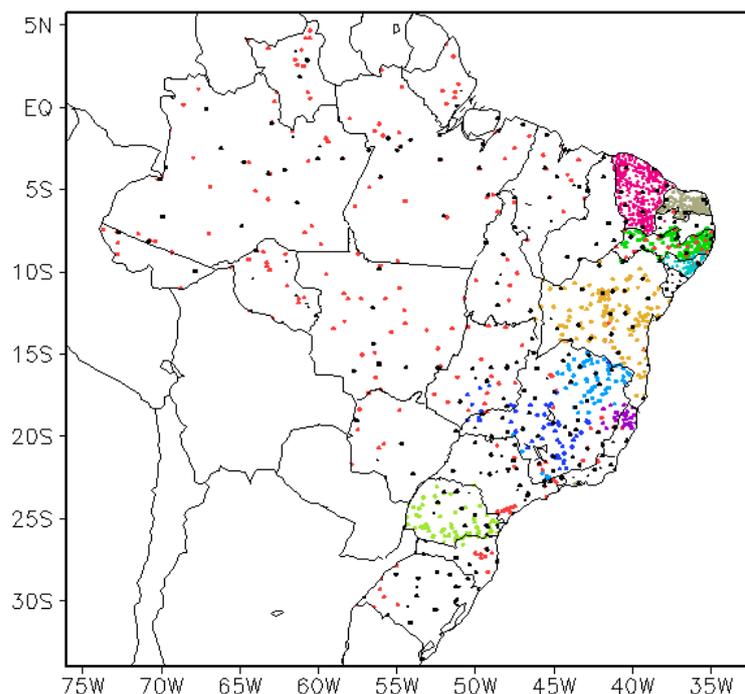


FIGURA 15 – Distribuição espacial das 2.518 estações pluviométricas e meteorológicas utilizadas em FEVEREIRO/2010. (FONTE: CMCD/INPE – INMET – FUNCEME/CE - EMPARN/RN - ITEP/LAMEPE/PE – SEMARHN/DHM/AL - CMRH/SE - SEMARH/BA – SEAG/ES – SIMGE/MG – GEORIO/RJ – IAC/SP - SIMPEPAR/PR - CIRAM/SC - FEPAGRO/RS).

no centro-norte de Minas Gerais e no Espírito Santo (ver seções 3.3.1 e 4.3). Na segunda quinzena de fevereiro, houve a formação de uma região de convergência de umidade que resultou em acumulados de chuva superiores a 50 mm em áreas no leste dos Estados de São Paulo e Rio de Janeiro. Destacaram-se os totais diários de chuva registrados em São Paulo-SP nos dias 04 (90 mm), 18 (61 mm) e 25 (32 mm). Nesta capital, o valor acumulado mensal foi igual a 295,8 mm e a climatologia para este mês é igual a 221,5 mm. Na cidade do Rio de Janeiro, registrou-se 49 mm de chuva no dia 26. Destacaram-se, também, os totais diários registrados em Avaré-SP (76,6 mm, no dia 18) e Aracuai-MG (86,2 mm, no dia 27), segundo dados do INMET.

2.1.5 – Região Sul

A atividade da corrente de jato em baixos níveis continuou intensa, especialmente durante a primeira quinzena de fevereiro. Contudo, a atuação conjunta com as frentes e o jato em altos níveis foi maior durante a segunda quinzena de fevereiro, quando se registraram elevados totais de chuva na Região Sul. Durante a formação do primeiro sistema frontal, destacaram-se os totais diários registrados em Rio Grande-RS (146,6 mm) e em Lagoa Vermelha-RS (84,8 mm),

no dia 16. Em Paranaguá-PR, o total mensal de precipitação atingiu 402,2 mm, ou seja, 134 mm acima da climatologia para este mês, destacando-se os 104,6 mm de chuva registrados no dia 18 e os 109,6 mm ocorridos durante a passagem do quarto sistema frontal, entre os dias 24 e 25. Destacaram-se, também, as chuvas registradas em Castro-PR (62 mm), Curitiba-PR (47 mm) e Maringá-PR (50 mm), no dia 25. De modo geral, choveu acima da média na maior parte da Região Sul, com exceção de áreas isoladas no nordeste de Santa Catarina e no oeste e norte do Paraná, onde os totais mensais ocorreram abaixo da climatologia.

2.2 – Análise da Temperatura no Brasil

Fevereiro foi um mês com temperaturas elevadas e tanto as máximas como as mínimas ficaram acima da média histórica na maior parte do Brasil, principalmente durante a primeira quinzena (Figuras 17 e 19). No centro-norte de Minas Gerais e no nordeste dos Estados de São Paulo e Goiás, as temperaturas máximas excederam a climatologia em mais que 4°C. No leste da Região Sul, as anomalias positivas de temperatura máxima variaram entre 1°C e 3°C, como ocorreu em Florianópolis-SC, onde a temperatura máxima média foi igual a 30,6°C, ficando 2,2°C acima da

média histórica. Ressalta-se que o maior valor registrado nesta localidade foi igual a 34,7°C, no dia 07. Neste mesmo dia, a máxima registrada em Porto Alegre foi igual a 38,8°C, sendo a média mensal igual a 32°C e a correspondente climatologia mensal igual a 30,1°C. Na cidade do Rio de Janeiro, a temperatura máxima média mensal foi igual a 36,5°C, sendo que o maior valor diário foi registrado no dia 16, igual a 41,8°C (Fonte: INMET). Durante a segunda quinzena de fevereiro, a incursão de duas massas de ar frio amenizou tanto a temperatura máxima como a mínima. De modo geral, as maiores anomalias positivas de temperatura mínima ocorreram no norte do Paraná e no sudoeste do Mato Grosso do Sul, com destaque para os 25,7°C registrados em Florianópolis no dia 05, sendo a climatologia mensal igual a 21,8°C. No Estado de São Paulo, a temperatura média mensal variou entre 24°C e 30°C, com as maiores anomalias positivas nos setores leste e sudeste (Figuras 20 e 21).

3. PERTURBAÇÕES ATMOSFÉRICAS SOBRE O BRASIL

3.1 – Sistemas Frontais e Frontogênese

Quatro sistemas frontais atuaram sobre o território brasileiro no decorrer do mês fevereiro (Figura 22). Este número ficou abaixo da climatologia para este mês, que costuma ser de seis sistemas entre as latitudes 25°S a 35°S. Dos quatro sistemas frontais que conseguiram atingir o sul do Brasil, apenas um deslocou-se até o litoral da Região Sudeste, com uma massa de ar frio associada que causou declínio acentuado de temperatura no centro-sul do Brasil (ver seção 3.2).

O primeiro sistema frontal atingiu o extremo sul do Brasil no dia 14. Este sistema frontal deslocou-se desde Baía Blanca, na Argentina, causando aumento da convecção no Uruguai e no sul do Brasil. No dia seguinte, esta frente fria ficou estacionária no Atlântico, a leste do Rio Grande do Sul, sendo intensificada também pelo jato subtropical (ver seção 4.1).

Entre os dias 15 e 16, a formação de uma área de baixa pressão próximo à Região Sul do Brasil contribuiu para a ocorrência de intensa convecção, principalmente no Rio Grande do Sul (ver seção 2.1.5). Este centro de baixa pressão

deu origem ao segundo sistema frontal, cuja atuação ficou restrita ao litoral dos Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina. A partir do dia 17, este sistema deslocou-se para o oceano, intensificando a região de convergência de umidade que se organizou sobre o Paraná, São Paulo e Mato Grosso do Sul. Neste período, também houve atuação de um VCAN, com centro próximo ao litoral sul da Bahia (ver seção 4.3).

Nos dias 20 e 21, observou-se intensa atividade pré-frontal entre o Paraguai, nordeste da Argentina, Uruguai e sul do Brasil. Além disso, a atuação mais intensa do jato em baixos níveis contribuiu para a formação de sistemas convectivos que causaram chuva forte e descargas elétricas na fronteira entre estes países. No dia 22, houve a incursão do terceiro sistema frontal em Santa Vitória do Palmar-RS. No decorrer deste dia, este sistema frontal deslocou-se para o oceano, posicionando-se na altura do Rio Grande do Sul.

O quarto sistema frontal formou-se na altura do litoral da Argentina, posicionando-se em Santa Vitória do Palmar-RS, no dia 23. Este sistema deslocou-se pelo litoral e interior das Regiões Sul e Sudeste, posicionando-se em Campos, litoral norte do Rio de Janeiro, no decorrer do dia 26. As chuvas associadas excederam 50 mm principalmente no norte da Região Sul (ver seção 2.1). O deslocamento deste sistema também favoreceu a organização de uma região de convergência de umidade, conforme descrito na seção 3.3.1. Na retaguarda deste sistema, a massa de ar frio associada causou declínio acentuado da temperatura em boa parte do centro-sul do Brasil (ver seção 3.2).

3.2 – Massas de Ar Frio e Geadas

De modo geral, os anticiclones apresentaram uma trajetória mais zonal durante a primeira quinzena de fevereiro, deslocando-se pelo Uruguai e extremo sul do Brasil e, posteriormente, para o oceano, onde permaneceram por vários dias. Somente durante a segunda quinzena, duas massas de ar frio conseguiram avançar sobre o território brasileiro.

A primeira massa de ar frio ingressou pelo centro-sul do Rio Grande do Sul no decorrer do dia 17. O anticiclone associado posicionou-se sobre o oceano, com pressão central igual a 1032 hPa, no dia 19. No dia seguinte, esta massa

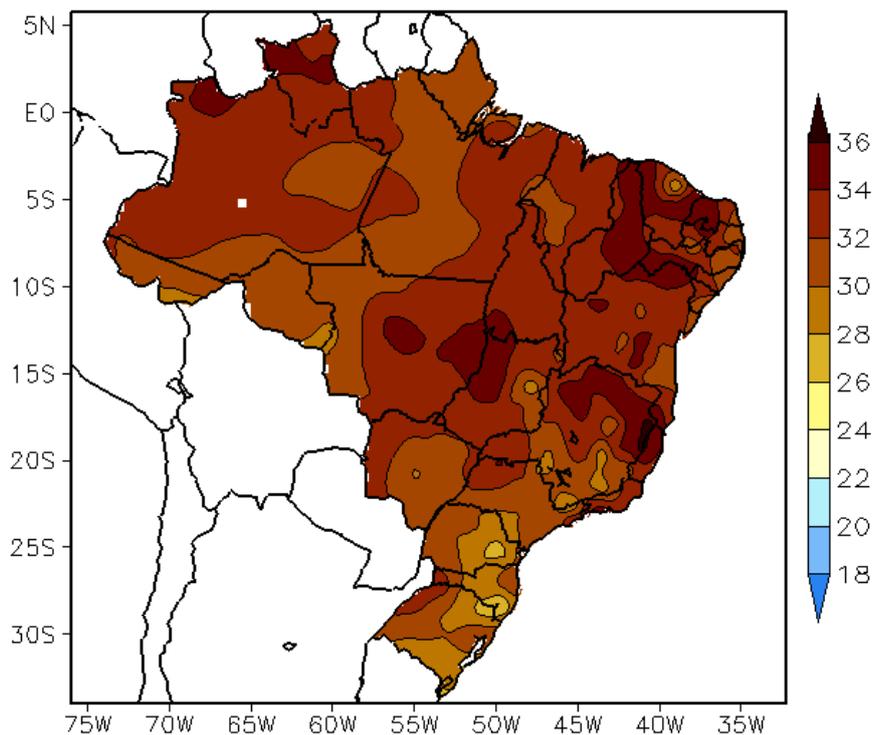


FIGURA 16 - Temperatura máxima do ar à superfície (em °C), em FEVEREIRO/2010. (FONTE: CMCD/INPE - INMET).

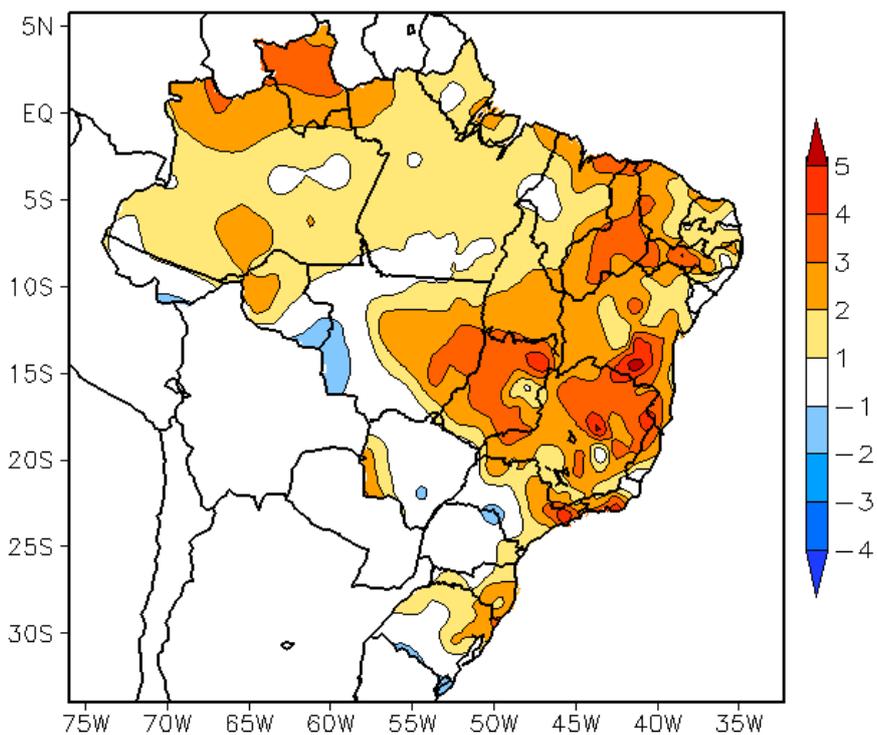


FIGURA 17 - Anomalia de temperatura máxima no Brasil (em °C), em FEVEREIRO/2010. (FONTE: CMCD/INPE - INMET e Climatologia INMET: 1961 a 1990).

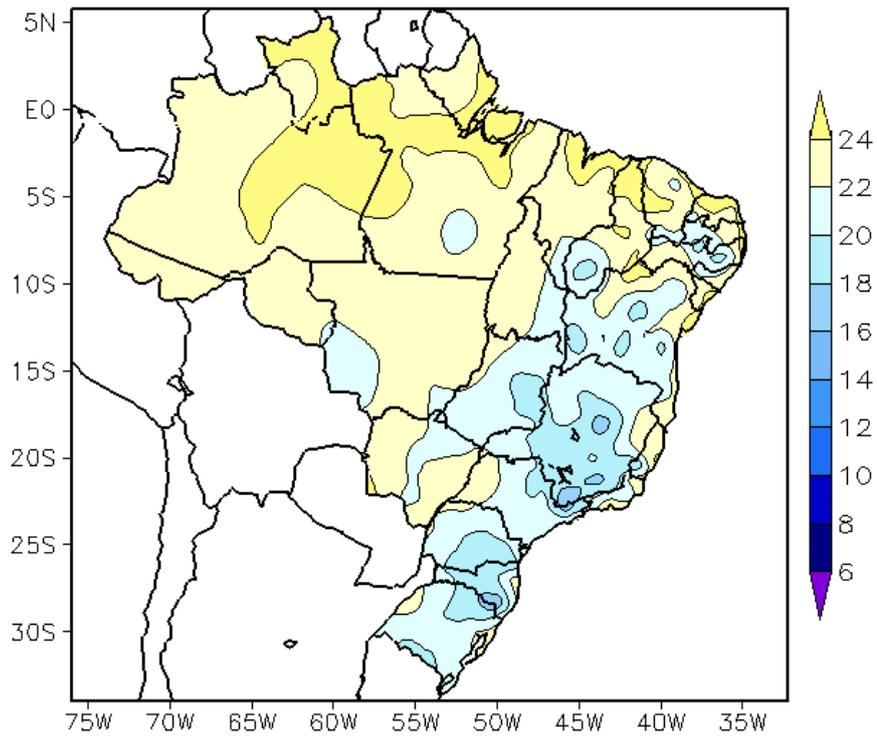


FIGURA 18 - Temperatura mínima média do ar à superfície (em °C), em FEVEREIRO/2010. (FONTE: CMCD/INPE - INMET).

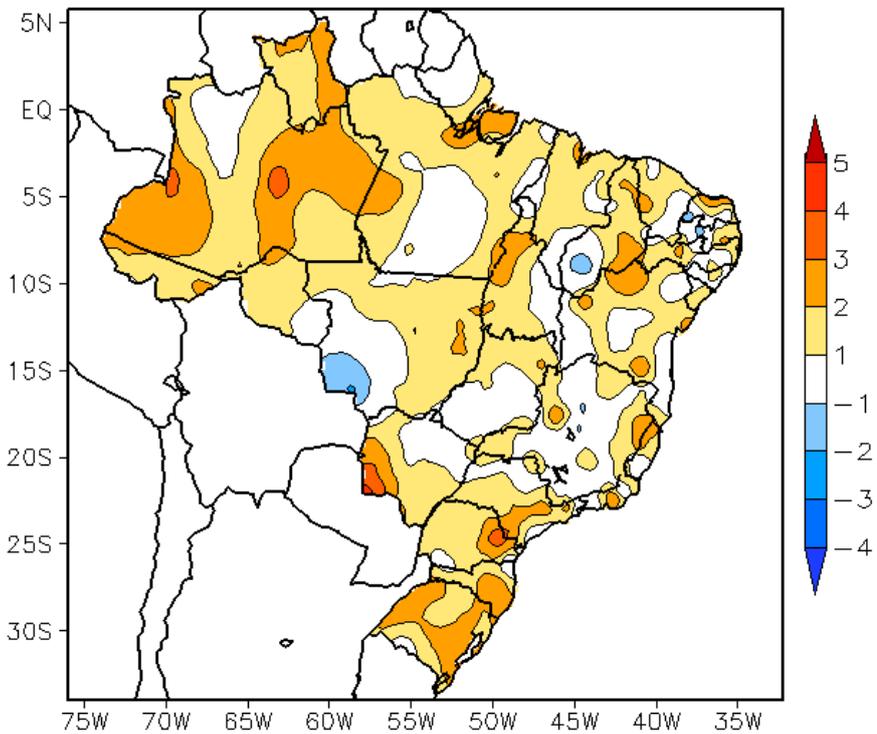


FIGURA 19 - Anomalia de temperatura mínima no Brasil (em °C), em FEVEREIRO/2010. (FONTE: CMCD/INPE - INMET e Climatologia INMET: 1961 a 1990).

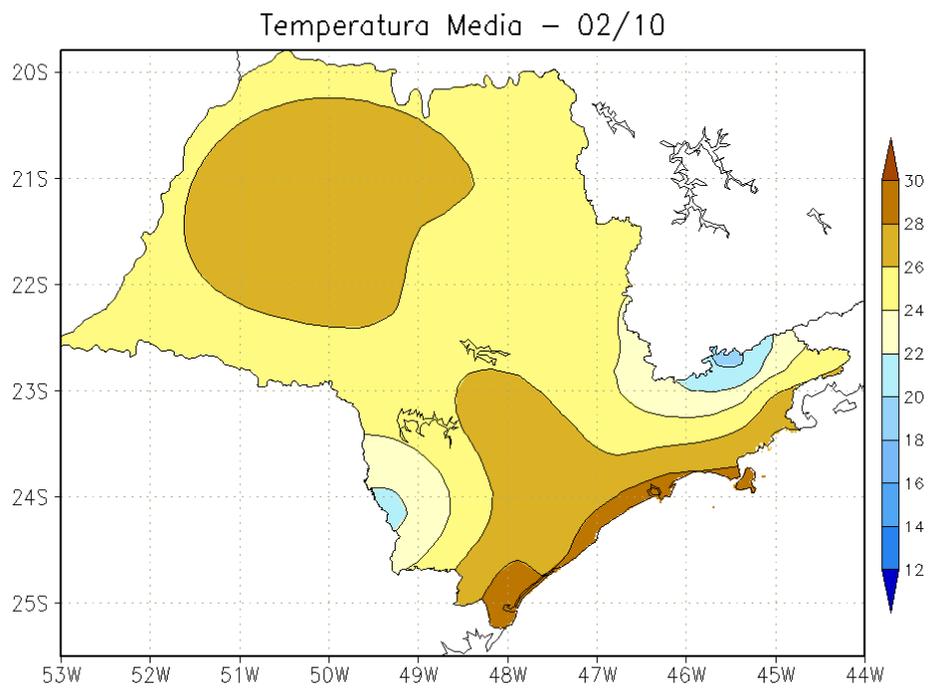


FIGURA 20 - Temperatura média do ar à superfície (em °C), em FEVEREIRO/2010, para o Estado de São Paulo. (FONTE: IAC).

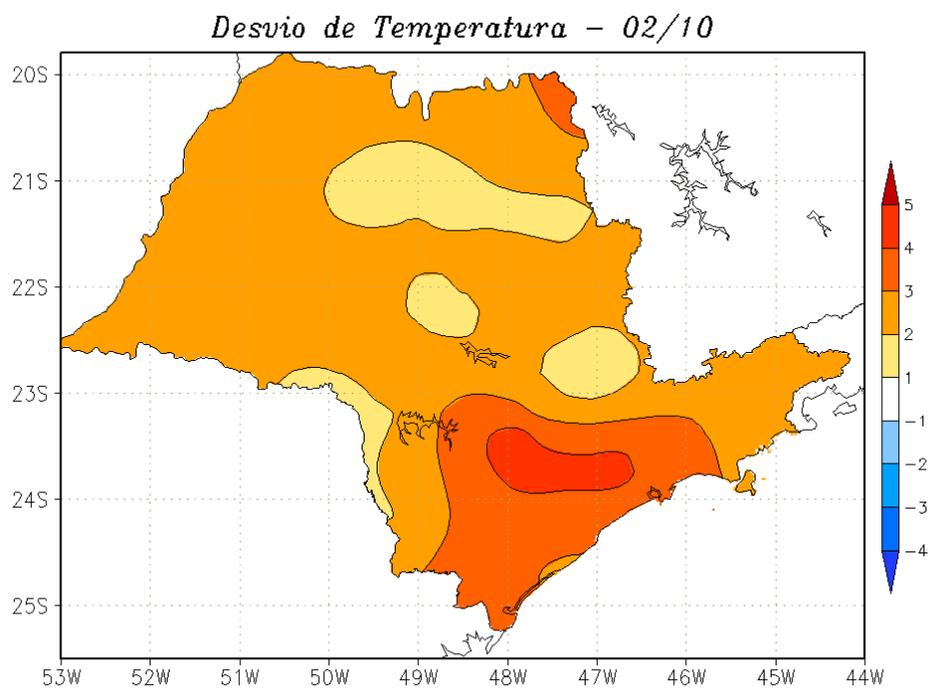
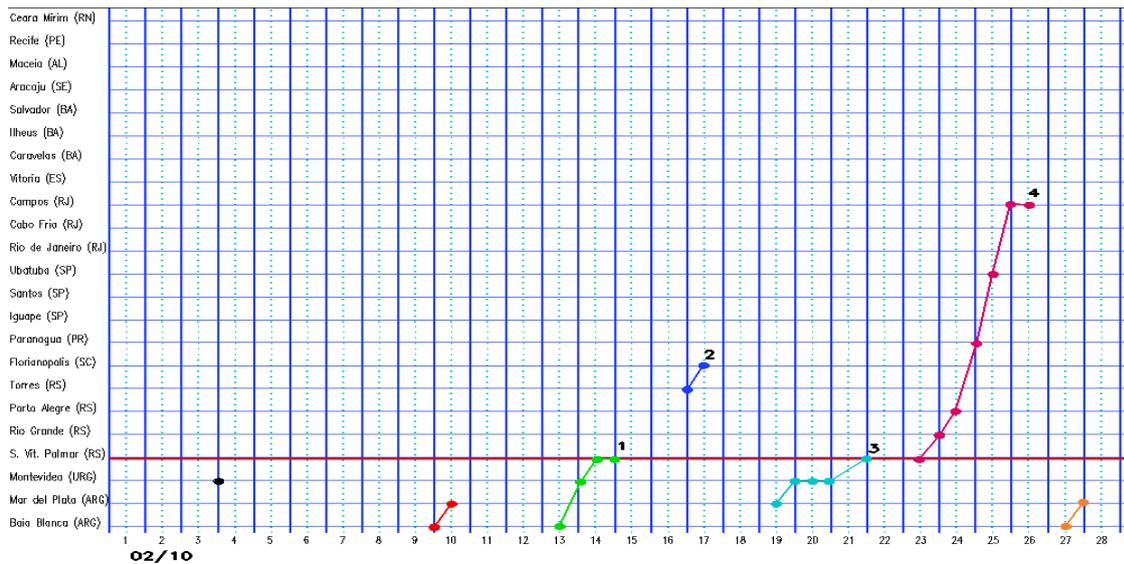
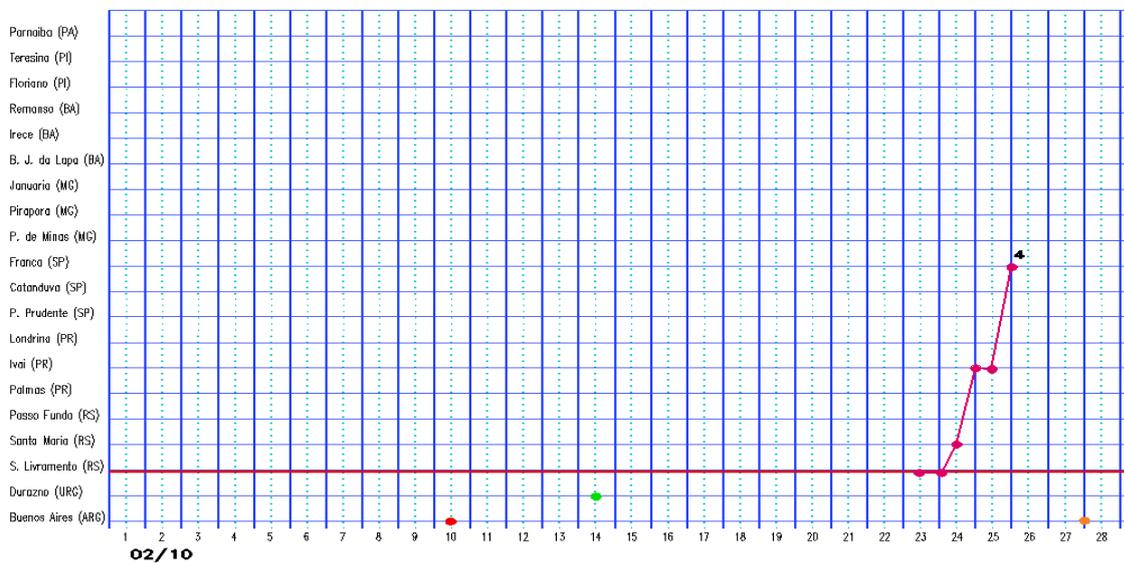


FIGURA 21 - Desvio de temperatura média do ar à superfície (em °C) em relação à média climatológica (1961 -1978), em FEVEREIRO/2010, para o Estado de São Paulo. (Climatologia do INMET: 1961 - 1990) (FONTE: IAC (dados)/CPTEC(anomalia)).

a) Litoral



b) Interior



c) Central

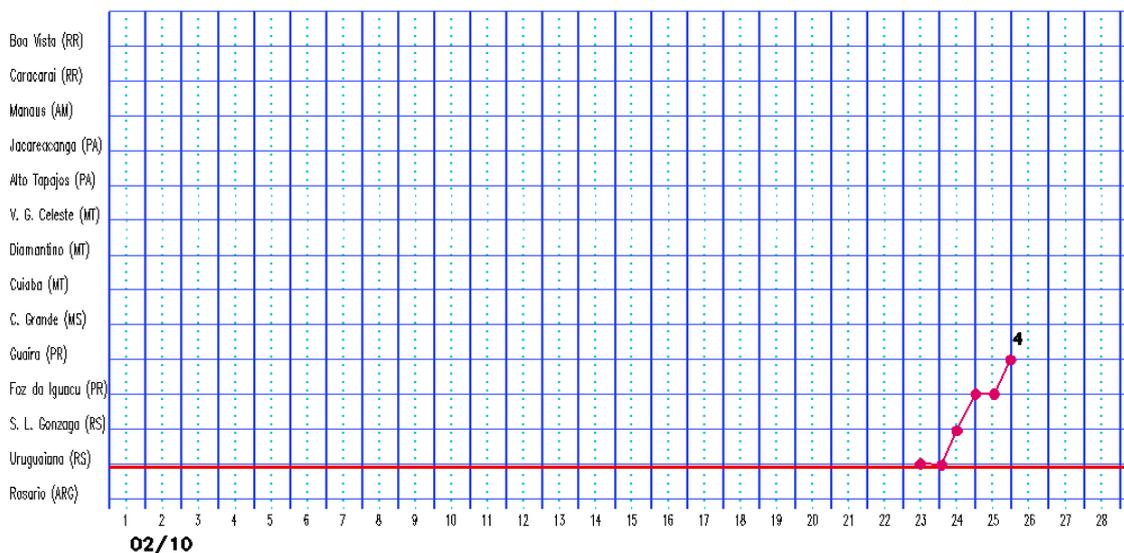


FIGURA 22 - Seções estação versus tempo dos sistemas frontais que penetraram no Brasil em FEVEREIRO/2010. O acompanhamento das frentes é feito nos horários das 00:00 TMG (linha contínua) e 12:00 TMG (linha pontilhada). Os pontos mostram que a frente esteve posicionada na estação no dia e hora indicados. (FONTE: Análises diárias do CPTEC).

de ar frio continuou afetando a costa leste das Regiões Sul e Sudeste do Brasil.

A segunda massa de ar frio ingressou pelo Rio Grande do Sul no dia 24, estendendo-se pela Região Sul e leste do Estado de São Paulo nos dias subsequentes. No dia 25, destacaram-se as temperaturas mínimas registradas em Santa Vitória de Palmar-RS (13,8°C) e Uruguaiana-RS (16,8°C), cujos declínios foram respectivamente iguais a 7,8°C e 5,6°C, em relação ao dia anterior. No município de São Joaquim-SC, a temperatura mínima declinou de 17°C para 7,4°C, entre os dias 24 e 26. Destacaram-se, também, as mínimas registradas em São Carlos-SP (17,1°C) e São Paulo-SP (17,7°C), no dia 26 (Fonte: INMET). No dia 27, o centro do anticiclone associado encontrava-se posicionado próximo ao litoral do Rio Grande do Sul.

3.3 – Atividade Convectiva sobre a América do Sul

Durante o mês de fevereiro, a maior atividade convectiva ocorreu nas Regiões Norte, Centro-Oeste e Sul do Brasil (Figura 23). Na maior parte do leste do Brasil, a fraca atividade convectiva foi consistente com o posicionamento dos vórtices ciclônicos em altos níveis no decorrer deste mês, especialmente na 3^a, 4^a e 6^a pântadas (ver seção 4.3). Esta pouca atividade convectiva refletiu a ausência de episódios de ZCAS, como ocorreu em janeiro passado (ver seção 3.3.1). Na Região Sul, houve diminuição da atividade convectiva em comparação com o mês anterior. Na Região Nordeste, embora algumas pântadas tenham apresentado aumento da nebulosidade associada aos vórtices ciclônicos em altos níveis, como ocorreu nas pântadas 1^a, 2^a e 5^a, também houve diminuição da convecção em relação ao mês anterior e os totais mensais de precipitação ficaram abaixo da média (ver seção 2.1). Esta situação foi reforçada pela atuação preferencial da banda de nebulosidade associada à ZCIT ao norte do Equador, como pode ser notado na 1^a, 4^a e 6^a pântadas de fevereiro (ver seção 3.3.1).

3.3.1 – Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS)

No final do mês de fevereiro, houve a formação de uma região de convergência de umidade sobre o setor central do Brasil (Figura 24). Esta banda de nebulosidade teve duração

de apenas três dias, sem estabelecer, portanto, um episódio clássico de Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS). Nas Figuras 24b e 24c, pode-se notar a região de convergência de umidade em 850 hPa e o cavado associado à região de maior movimento vertical em 500 hPa, sobre a Região Sudeste e o Atlântico adjacente. Em altos níveis, nota-se uma circulação anticiclônica sobre o centro-sul da América do Sul e uma circulação ciclônica sobre o Atlântico, caracterizando o VCAN. As chuvas foram mais acentuadas na faixa litorânea do Estado de São Paulo e no Rio de Janeiro (ver seção 2.1).

3.3.2 – Zona de Convergência Intertropical (ZCIT)

A Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) oscilou entre o Equador e 5°N, próximo à costa norte do Brasil, ligeiramente ao norte da posição climatológica para o mês de fevereiro (Figura 25). Nas imagens médias de temperatura de brilho mínima, notou-se a banda de nebulosidade da ZCIT associada à nebulosidade dos vórtices ciclônicos principalmente na 2^a e 3^a pântadas de fevereiro (Figura 26).

3.3.3 – Linha de Cumulonimbus na Costa Norte/Nordeste da América do Sul

Em fevereiro, as Linhas de Instabilidade (LIs) estiveram caracterizadas em quatorze episódios, atuando preferencialmente entre as Guianas e o norte da Região Nordeste (Figura 27). Destes episódios, destacaram-se os dias 22 e 23, nos quais as LIs aparecem melhor configuradas, e os dias 09, 11 e 13, quando foram registrados totais diários de chuva superiores a 50 mm entre a Ilha de Marajó e o noroeste do Maranhão. Na maioria dos episódios, notou-se que a formação das LIs ocorreu em conjunto com a circulação dos vórtices ciclônicos e o escoamento da Alta da Bolívia sobre o norte do Brasil ao longo deste mês (ver seções 4.2 e 4.3).

4. ESCOAMENTO EM ALTOS NÍVEIS

4.1 – Jato sobre a América do Sul

O jato subtropical atuou com maior frequência sobre a região central do Chile e Argentina e o centro-sul do Uruguai, durante a primeira quinzena de fevereiro, deslocando-se um pouco mais para norte no decorrer da segunda

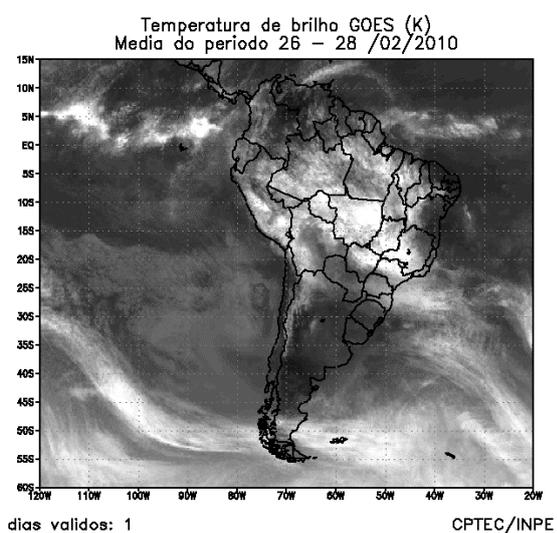
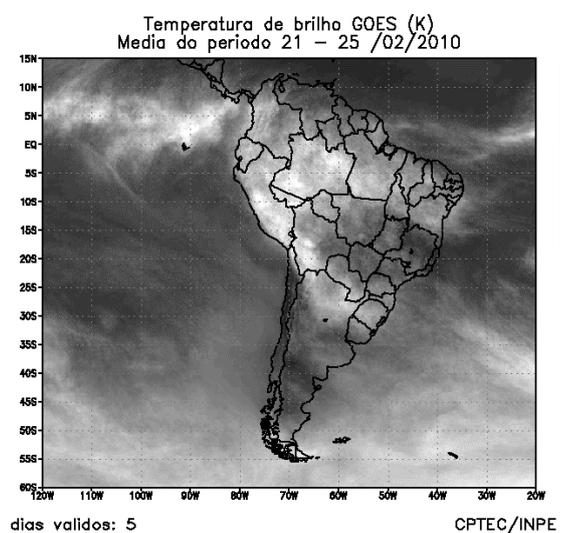
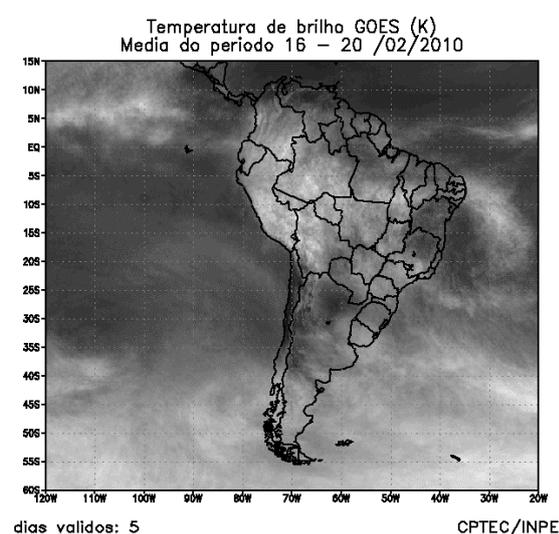
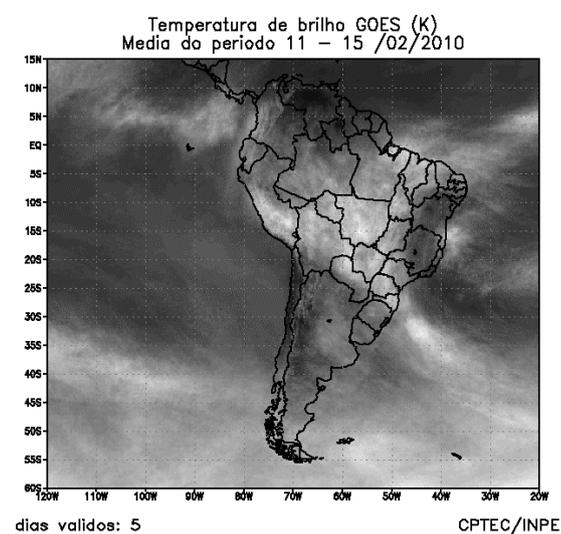
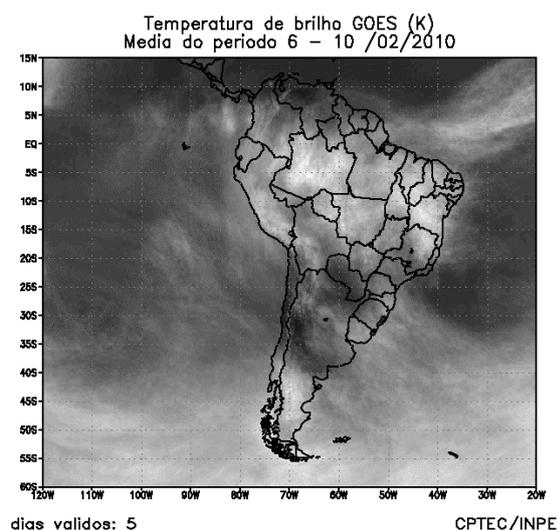
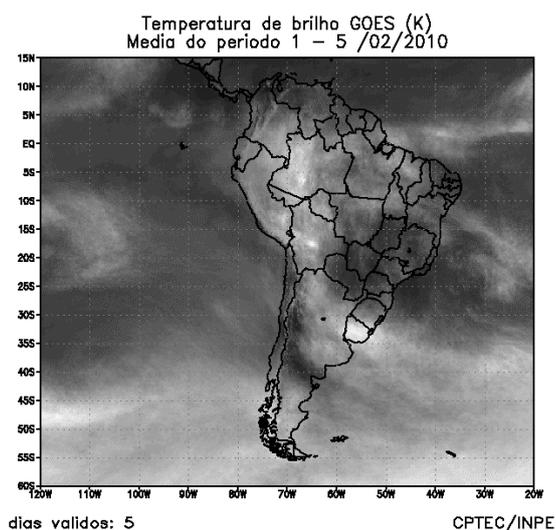


FIGURA 23 - Pêntadas de temperatura de brilho média (K) para o mês de FEVEREIRO/2010. (FONTE: Satélite GOES 12).

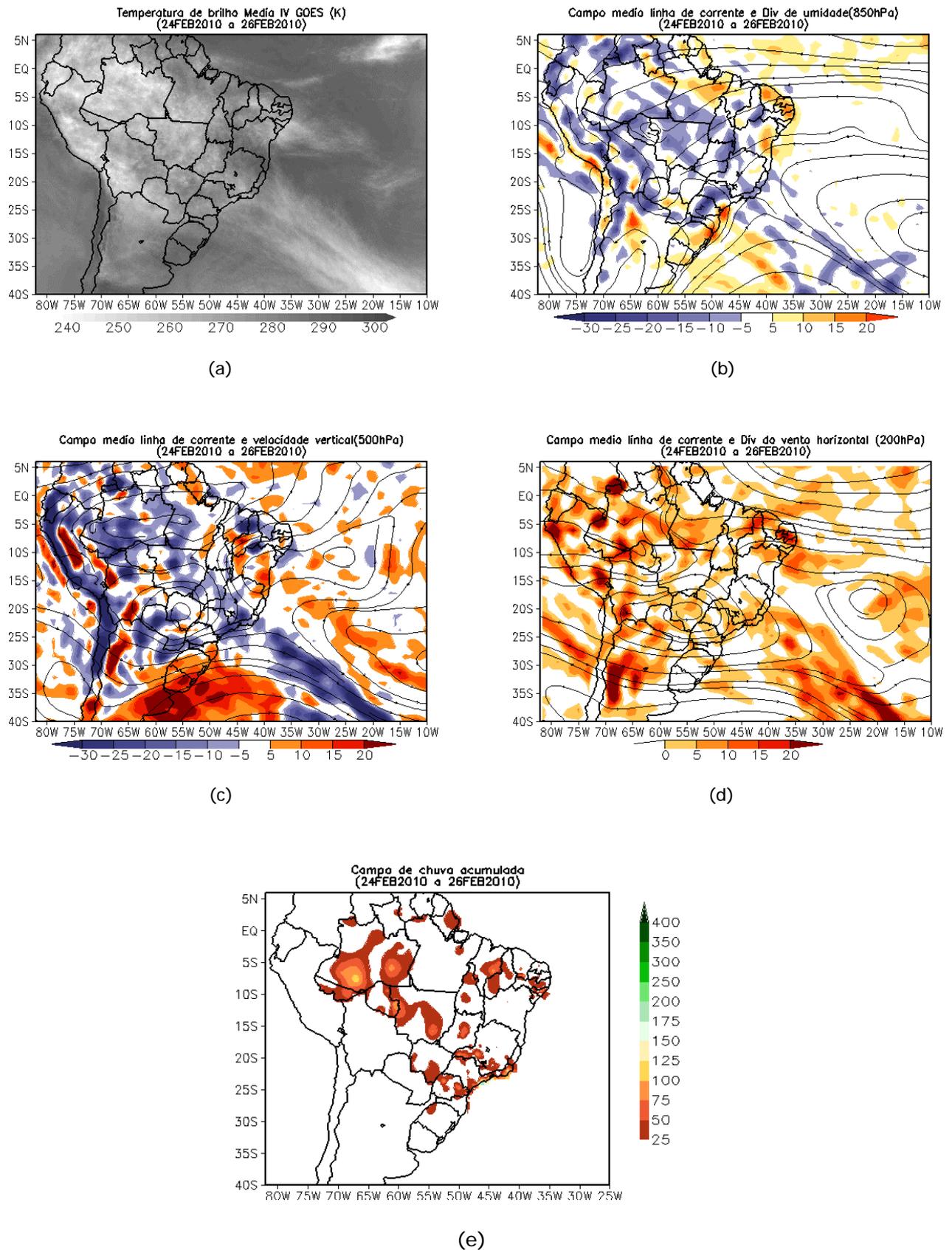


FIGURA 24 - Campos ilustrativos do episódio de ZCAS no período de 24 a 26 de FEVEREIRO/2010, a saber: temperatura de brilho média obtida pelo satélite GOES-12 (a); campo médio de linha de corrente e divergência de umidade no nível de 850 hPa, em $10^{-8} \text{ kg} \cdot \text{s}^{-1}$ (b); campo médio de linha de corrente e velocidade vertical, em 500 hPa, em $10^{-3} \text{ Pa} \cdot \text{s}^{-1}$ (c); campo médio de linha de corrente e vorticidade relativa no nível de 200 hPa, em 10^{-5} s^{-1} (d); e campo de precipitação acumulada em mm (e).

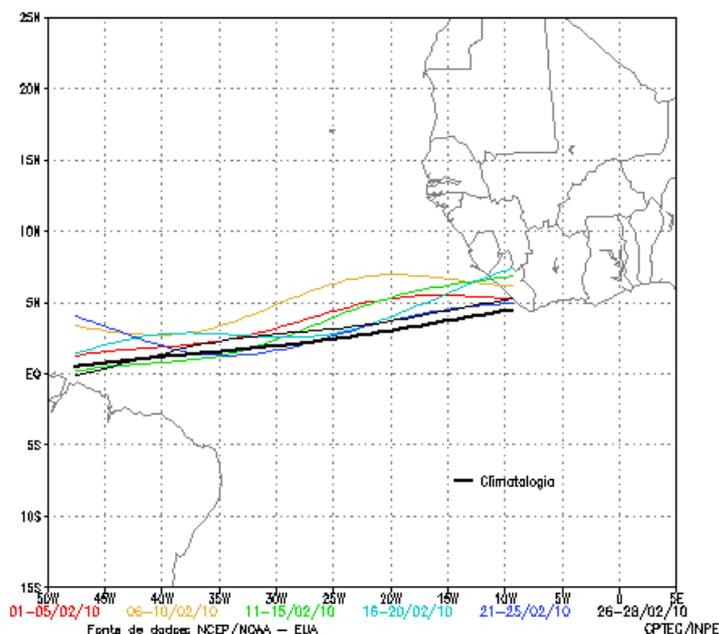


FIGURA 25 - Estimativa da posição média pentadal da ZCIT, em FEVEREIRO/2010, a partir da localização dos mínimos valores de ROL ao longo do Oceano Atlântico Equatorial. A linha preta é indicativa da posição média climatológica da ZCIT neste mês.

quinzena. A magnitude média mensal do jato variou entre 40 m/s e 50 m/s sobre o nordeste da Argentina (Figura 28a). Considerando o escoamento médio climatológico em 200 hPa, o jato subtropical posicionou-se mais ao sul e ficou um pouco mais intenso. As Figuras 28b e 28c ilustram o comportamento do jato subtropical nos dias 06 e 25, quando atingiu magnitude superior a 60 m/s. A atuação conjunta do jato subtropical com o sistema frontal que se encontrava próximo à costa da Região Sudeste do Brasil pode ser visualizada na imagem de satélite do dia 25 (Figura 28d). Ressalta-se, neste período, o estabelecimento de uma região de convergência de umidade, porém sem caracterizar um episódio de ZCAS (ver seção 3.3.1).

4.2 – Circulação da Alta da Bolívia

A Alta da Bolívia esteve bem caracterizada em 23 dias de fevereiro, atuando preferencialmente sobre o Paraguai e a Bolívia (Tabela 2). No escoamento médio mensal, o centro da alta troposférica esteve configurado em aproximadamente 18°S/67°W, ligeiramente a oeste de sua posição climatológica (Figura 29a). O escoamento associado à circulação da Alta da Bolívia contribuiu para a formação de áreas de instabilidade em grande parte do território brasileiro, como ilustra a imagem de satélite obtida no dia 28 (Figura 29b).

Dia	Posicionamento	Dia	Posicionamento
1	Bo (S)	15	Pe (S)
2	Pa	16	Pe (S) / Bo (W)
3	Pa (N) / Bo (SE)	17	Bo (W)
4	*	18	Bo (SE)
5	*	19	Bo (S) / Pa (N)
6	*	20	Ar (N) / Pa (NW)
7	Pa	21	Ar (N)
8	Bo (S)	22	Ar (N) / Pa (SW)
9	Ch (N)	23	Ar (N) / Pa (NW)
10	*	24	Pa
11	*	25	MS
12	Pe (S)	26	MS (N)
13	Pe (S)	27	GO (SW)
14	P / Pe (S)	28	MT (S) / MS (N)

TABELA 2 – Esta tabela mostra como foi o posicionamento da alta troposférica durante o mês de FEVEREIRO/2010. O símbolo (*) indica que a Alta da Bolívia não estava bem caracterizada, enquanto que as letras **nd** significam ausência de dados para análise. Os Estados do Brasil aparecem com suas respectivas siglas. As siglas Bo, Pe, Ar, Ch, Pa e P significam respectivamente Bolívia, Peru, Argentina, Paraguai e Pacífico. Estas siglas podem estar associadas às letras para os pontos cardeais (N,S,E,W), como modo de indicar em que região do estado e/ou país se encontrava o centro de circulação anticiclônica. O símbolo + indica a presença de mais de um centro de circulação. O símbolo / significa que a circulação abrangia as fronteiras entre as regiões indicadas.

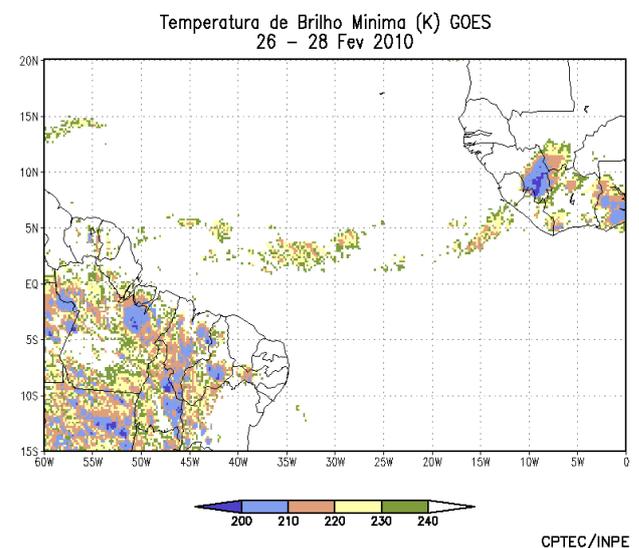
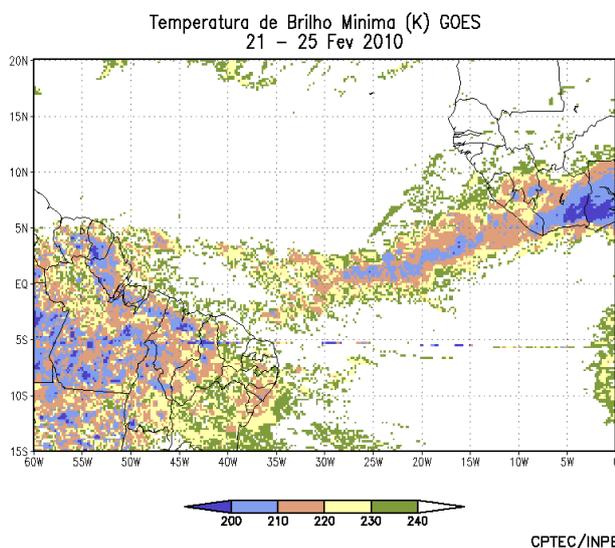
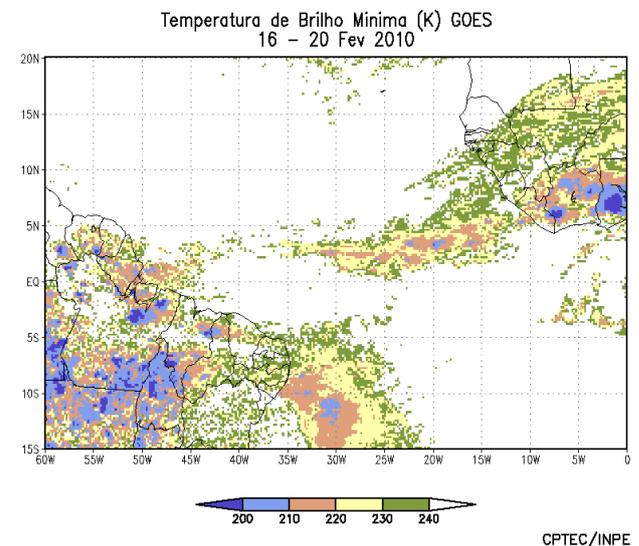
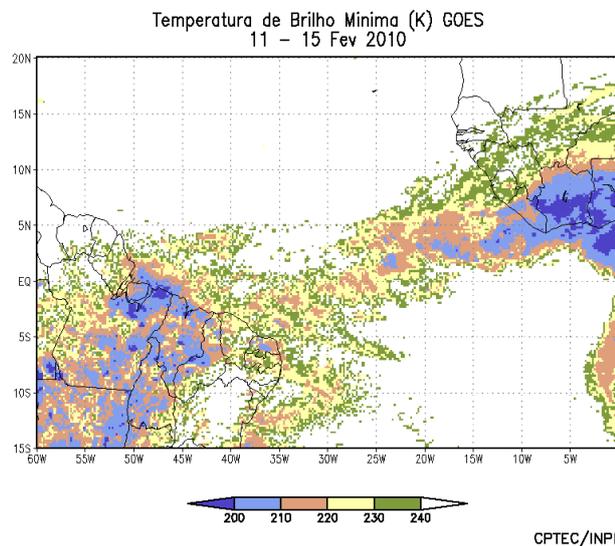
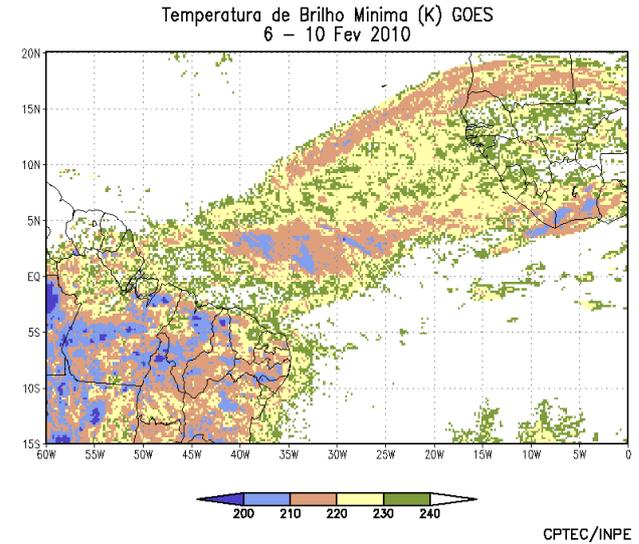
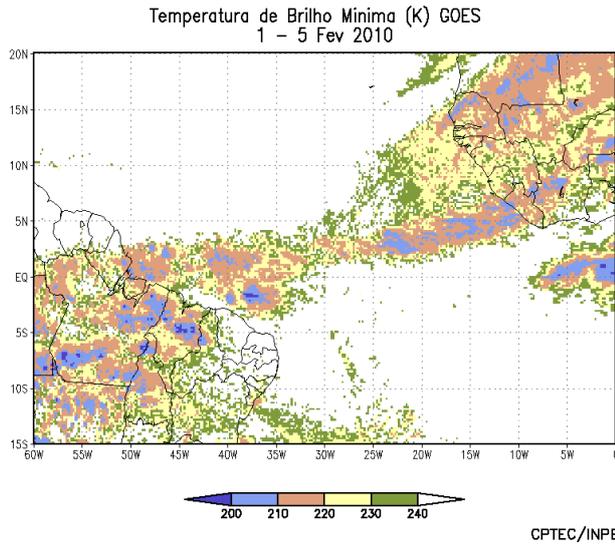


FIGURA 26 - Pêntadas de temperatura de brilho mínima (K) para o mês de FEVEREIRO/2010. (FONTE: Satélite GOES 12).



01/02/10 21:00TMG



02/02/10 21:00TMG



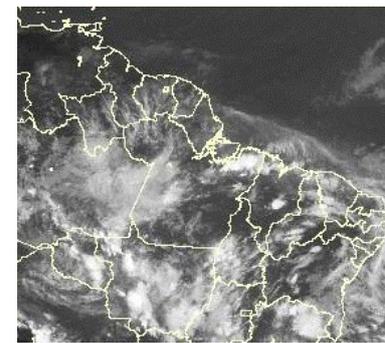
05/02/10 21:00TMG



08/02/10 21:00TMG



09/02/10 21:00TMG



10/02/10 21:00TMG



11/02/10 21:00TMG



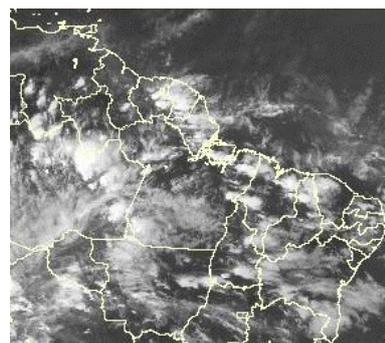
13/02/10 21:00TMG



20/02/10 21:00TMG



21/02/10 21:00TMG



22/02/10 21:00TMG



23/02/10 21:00TMG

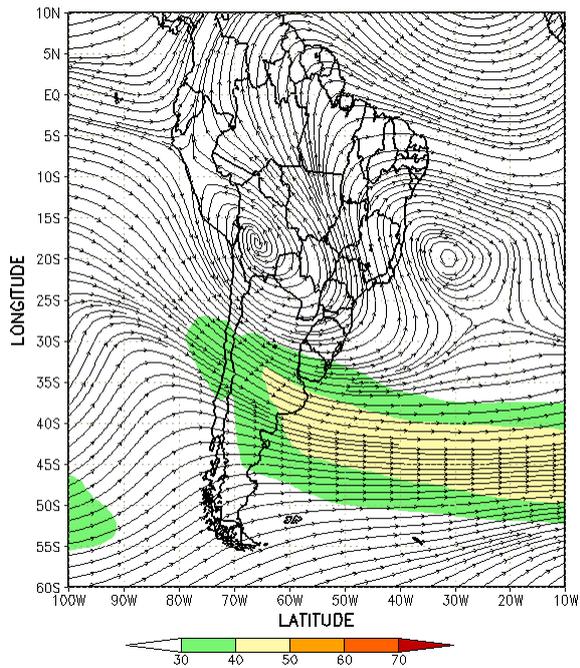


24/02/10 21:00TMG

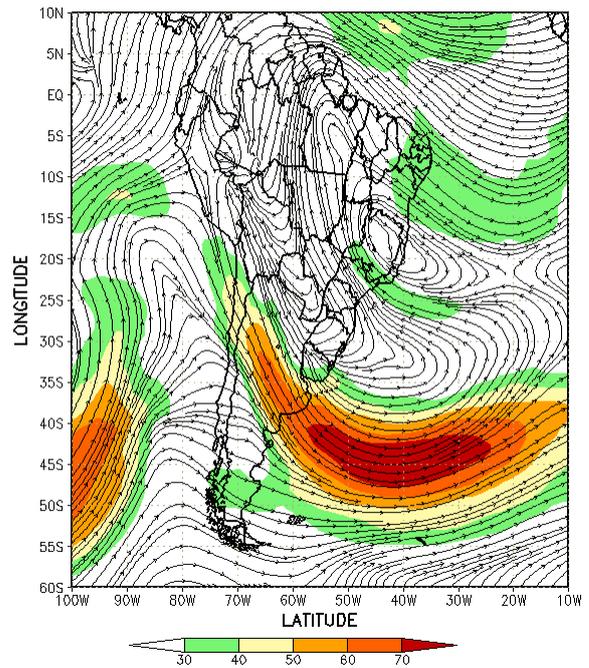


27/02/10 21:00TMG

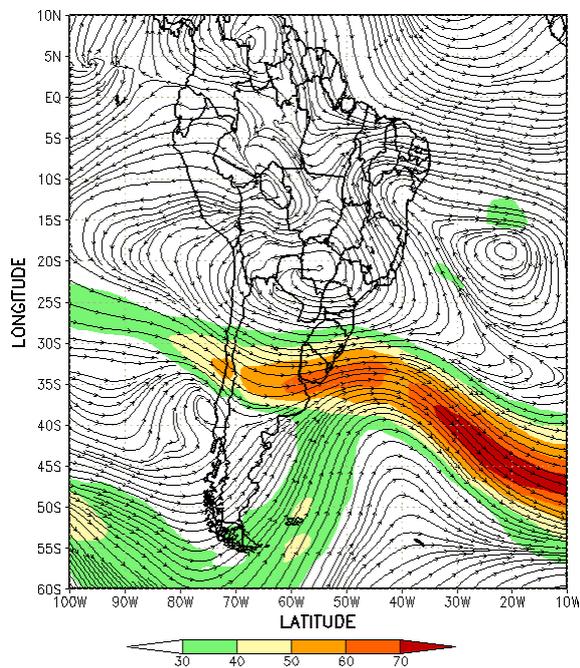
FIGURA 27 - Recortes das imagens do satélite GOES-12, no canal infravermelho, às 21:00TMG, mostrando os dias nos quais ocorreram linhas de Cumulonimbus em FEVEREIRO/2010.



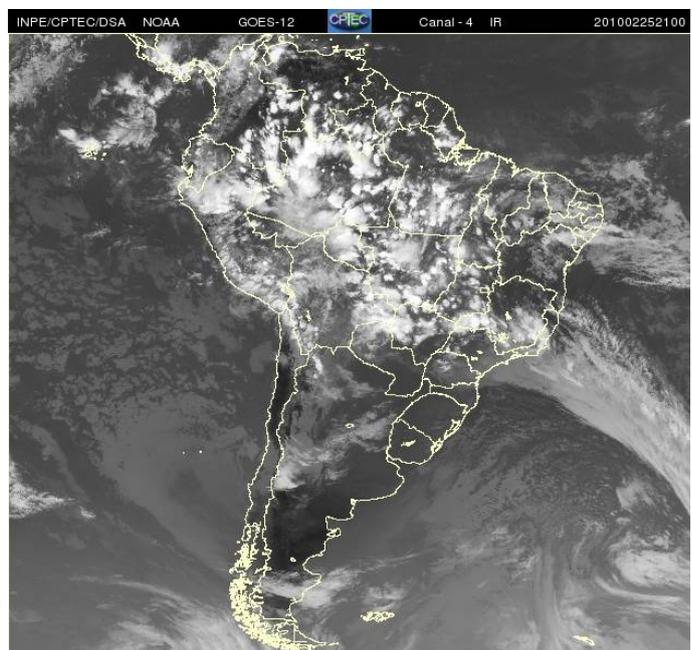
(a)



(b)

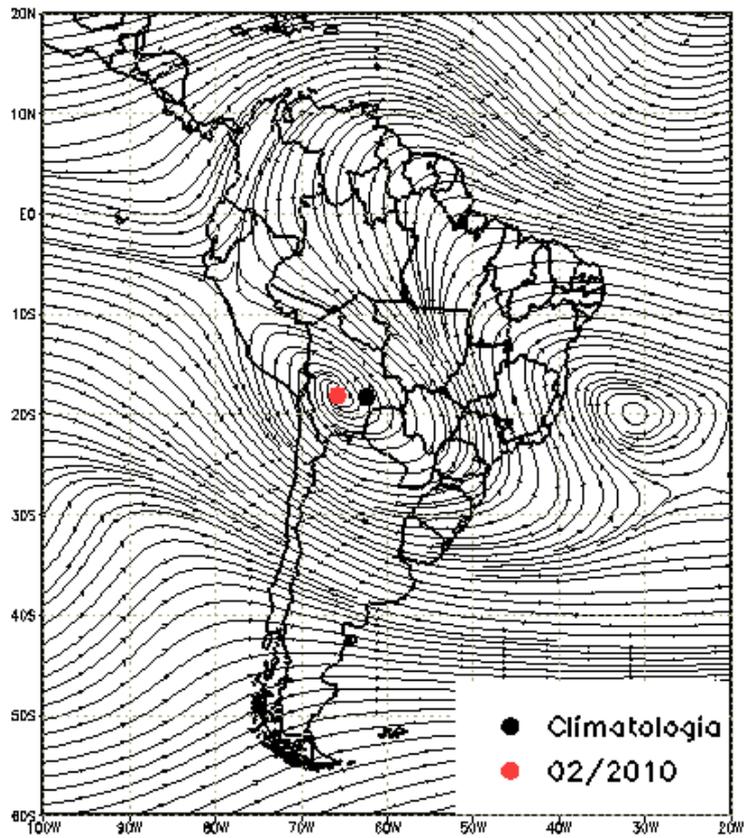


(c)

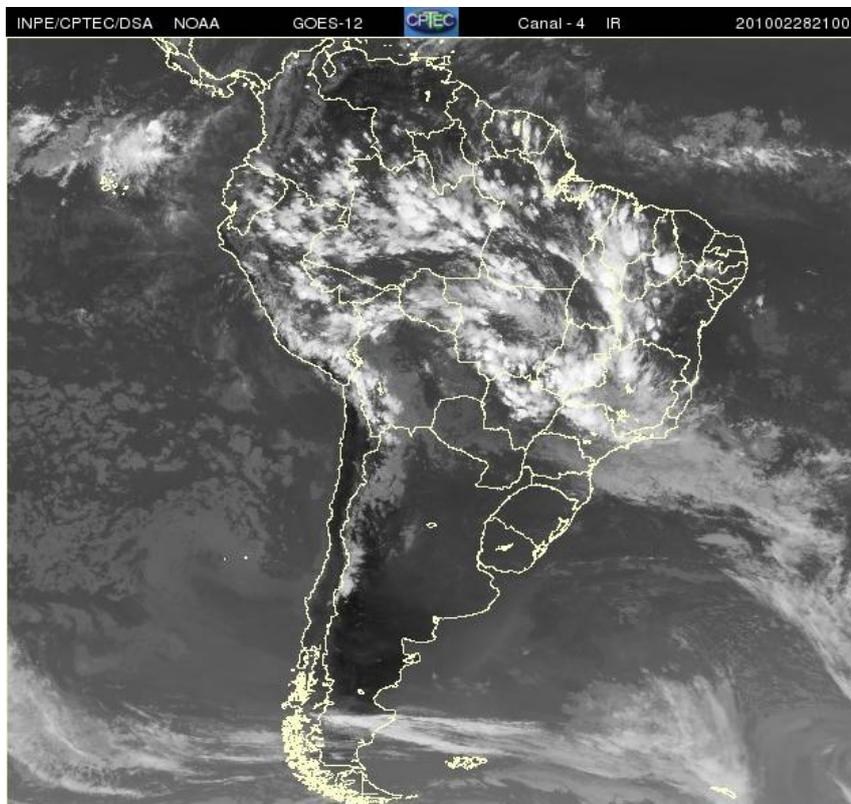


(d)

FIGURA 28 - Escoamento em altos níveis (200 hPa), indicando a posição e magnitude médias do jato subtropical em FEVEREIRO/2010 (a) e os dias 06/02/2010, 25/02/2010 (b, c), quando foi notada sua maior magnitude sobre a América do Sul. A imagem do satélite GOES-12, canal infravermelho, às 21:00TMG, ilustra a banda de nebulosidade associada à atuação do jato em 25/02/2010 (d).



(a)



(b)

FIGURA 29 - Posição média climatológica da circulação da alta troposférica em FEVEREIRO/2010 (a). A imagem de satélite ilustra a circulação da Alta da Bolívia no dia 28/02/2010, às 21:00 TMG, respectivamente (b e c).

4.3 – Vórtices Ciclônicos e Cavados em Altos Níveis

A configuração de Vórtices Ciclônicos em Altos Níveis (VCAN) ocorreu em seis episódios no decorrer do mês de fevereiro (Figura 30a). Destacou-se o primeiro episódio, que foi uma continuação do episódio de VCAN que persistiu desde o início do mês anterior. Este evento prolongou-se até o dia 11 de fevereiro e, assim como o segundo episódio, contribuiu para a predominância de anomalias negativas de precipitação principalmente nos setores norte e leste do Brasil (ver seção 2.1). O segundo episódio configurou-se no período de 08 a 28 sobre o Atlântico, a leste de 20°W. A Figura 30b ilustra a atuação deste VCAN próximo à costa do Nordeste no dia 21, às 21:00 TMG.

O primeiro VCAN atuou mais sobre o continente e sua borda causou chuvas consideráveis sobre o leste da Região Centro-Oeste e o norte de Minas Gerais. Já o segundo VCAN causou chuvas mais acentuadas sobre a Região Nordeste. Uma característica destes vórtices é que os seus centros estiveram deslocados para o sul em comparação com o mês anterior. Este deslocamento para sul dos VCANS resultou em anomalias negativas de precipitação sobre grande parte das Regiões Nordeste e Sudeste e leste da Região Centro-Oeste (ver seção 2.1). O posicionamento médio do centro dos VCANS pode ser visto no escoamento médio em 200 hPa mostrado na Figura 28a.

Os demais VCANS atuaram com núcleo no Pacífico Sul, próximo à costa sul do Chile e sobre o Atlântico Sul, próximo ao sul da Argentina.

5. ANÁLISE DE DADOS HIDROLÓGICOS NO BRASIL

A diminuição das chuvas em comparação com janeiro passado resultou em diminuição das vazões nas bacias do Paraná, São Francisco, Atlântico Sudeste e Uruguai, porém houve aumento das vazões médias mensais nas bacias do Amazonas e Tocantins. Em comparação com os valores médios históricos, as vazões ficaram abaixo do esperado principalmente nas bacias do

São Francisco e no norte da bacia do Paraná.

A Figura 31 mostra a localização das estações utilizadas nestas análises. A evolução temporal da vazão, para cada uma destas estações, e as respectivas Médias de Longo Termo (MLT) são mostradas na Figura 32. Os valores médios das vazões nas estações monitoradas e os desvios em relação à MLT são mostrados na Tabela 3.

Na estação Manacapuru-AM, as vazões foram calculadas a partir das cotas observadas no Rio Negro, utilizando um modelo estatístico (ver nota nº8 no final desta edição). Neste mês, a máxima altura registrada foi 23,07 m, a mínima foi 21,84 m e a média igual a 22,49 m, próximo ao valor climatológico (Figura 33).

Na bacia do Amazonas, as vazões médias mensais foram superiores às observadas no mês anterior, com valores próximos à MLT nas estações de Manacapuru-AM e Balbina-AM e acima da MLT nas demais estações monitoradas. Na bacia do Tocantins, a vazão observada continuou a aumentar na estação Tucuruí-PA, porém o valor registrado foi menor que o correspondente valor da MLT.

Na bacia do São Francisco e no norte da bacia do Paraná, houve diminuição das vazões em comparação com o mês de janeiro e com os valores da MLT. Nas sub-bacias de Paranapanema e Iguaçu, sul da bacia do Paraná, as vazões excederam a MLT. Em comparação com o valor registrado em janeiro passado, houve aumento em Tucuruí-PA e diminuição em Sobradinho BA.

Nas bacias do Atlântico Sudeste e do Uruguai, as vazões observadas diminuíram em comparação com o mês anterior, porém excederam a MLT. No Vale do Itajaí, as precipitações apresentaram desvios negativos na maioria das estações monitoradas.

6. QUEIMADAS NO BRASIL

Fevereiro está inserido no período de menor ocorrência de queimadas do ano. Neste mês, foram detectados apenas 990 focos de queimadas no Brasil, pelo satélite NOAA-15 (Figura 34). Este

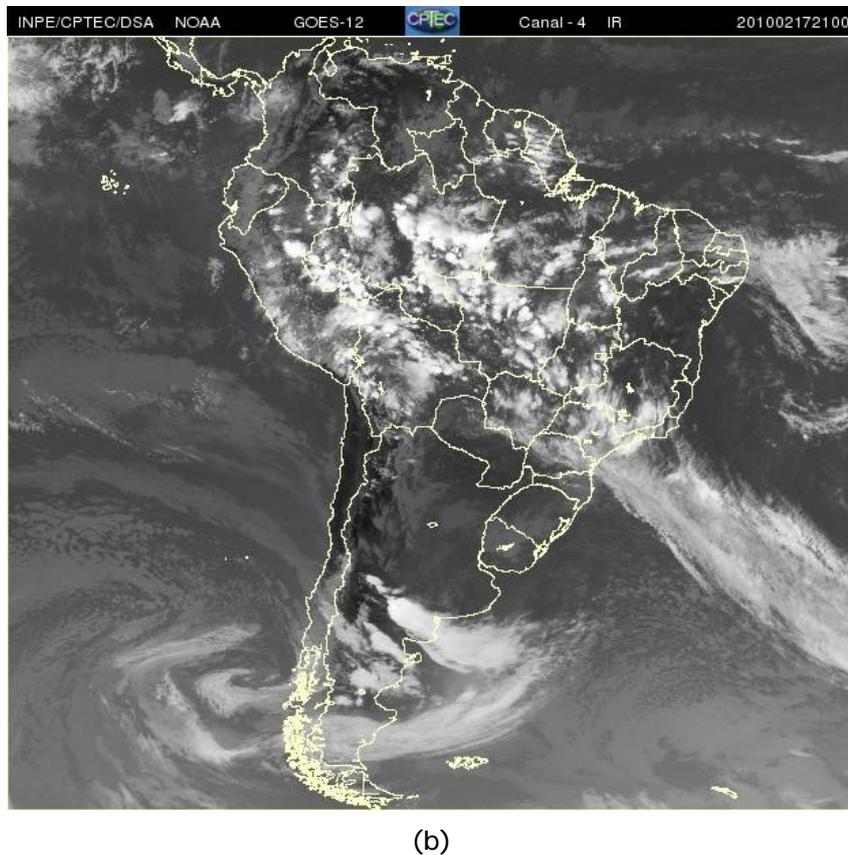
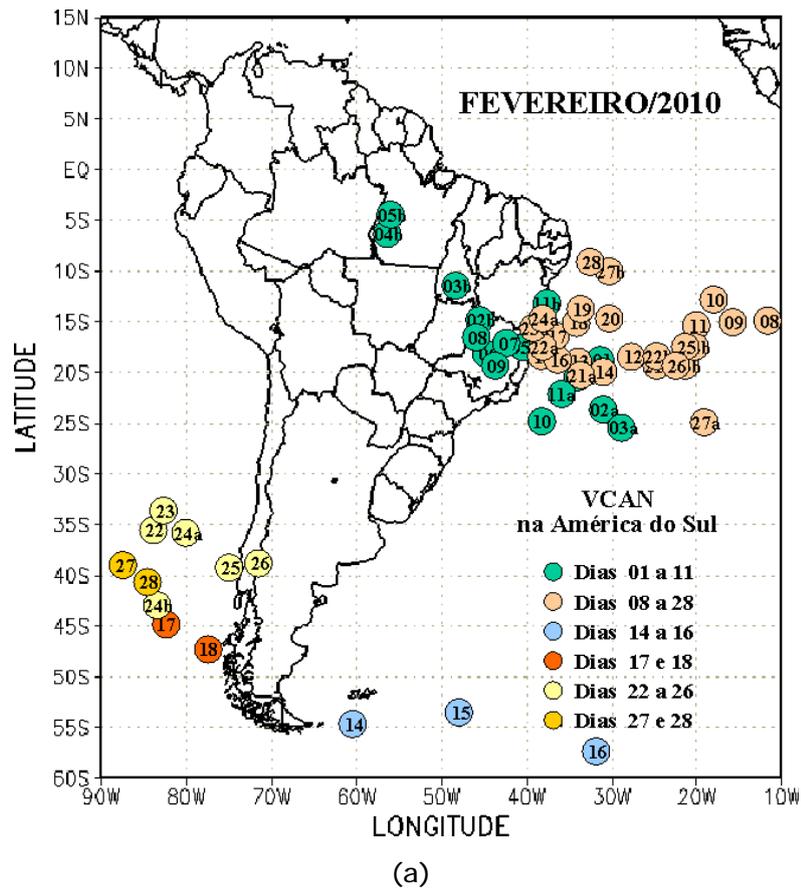


FIGURA 30 - Posição do centro dos Vórtices em Altos Níveis (VCAN) com a indicação dos dias de atuação sobre a América do Sul em FEVEREIRO/2010. O centro do VCAN foi localizado subjetivamente através do campo de linhas de corrente em 200 hPa, a partir das análises diárias do NCEP/EUA, pós-processadas pelo CPTEC/INPE (a). A imagem de satélite ilustra a atuação do VCAN no dia 17/02/2010 às 21:00 TMG (b).

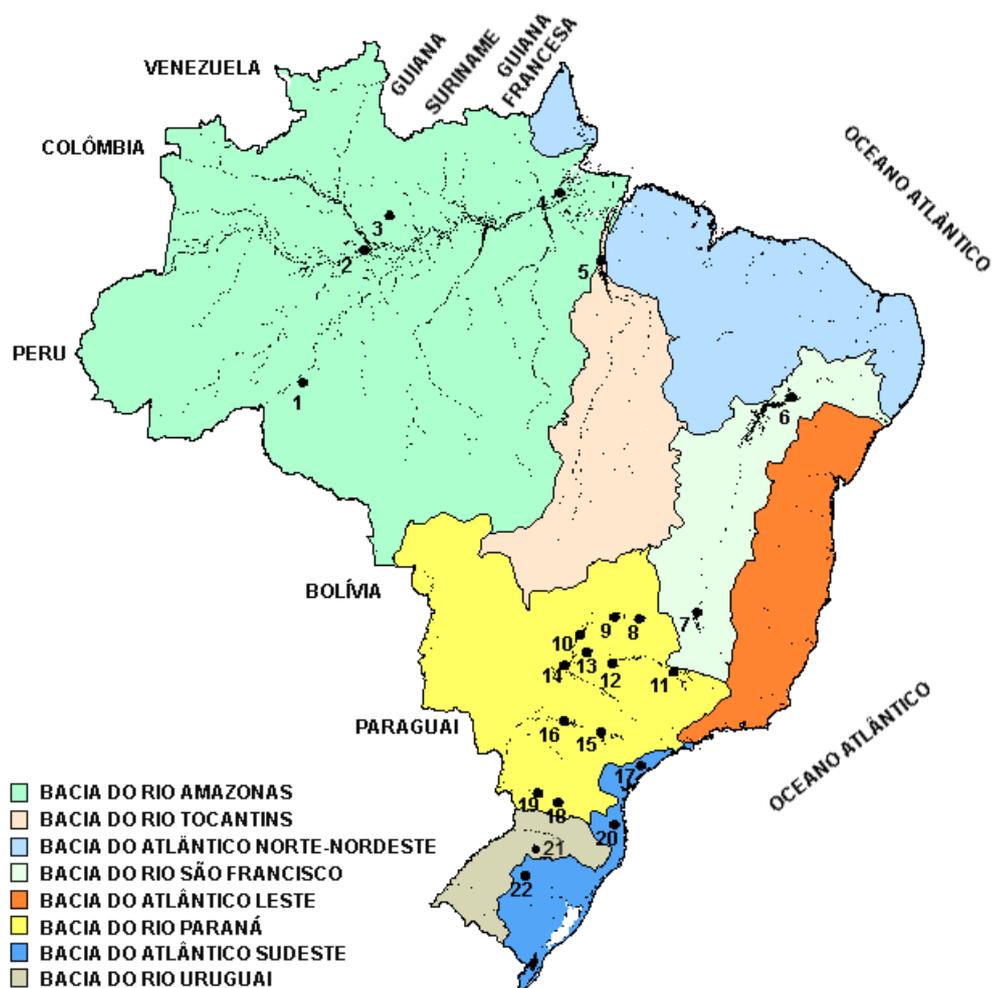


FIGURA 31 - Localização dos postos fluviométricos citados na TABELA 3.

LOCAL	VAZÃO (m³/s)	DESVIO (%)	LOCAL	VAZÃO (m³/s)	DESVIO (%)
1. Samuel-RO	853,0	17,7	12. Marimbondo-SP	2903,0	-10,1
2. Manacapuru-AM	8771,8	-0,8	13. Água Vermelha-SP	3453,0	-5,6
3. Balbina-AM	526,0	-0,6	14. Ilha Solteira-SP	8004,0	-12,3
4. Coaracy Nunes-AP	1502,0	49,8	15. Xavantes-SP	1165,0	146,8
5. Tucuruí-PA	18633,0	-10,6	16. Capivara-SP	3559,0	147,0
6. Sobradinho-BA	1878,0	-64,1	17. Registro-SP	-	-
7. Três Marias-MG	377,0	-73,2	18. G. B. Munhoz-PR	1182,0	91,9
8. Emborcação-MG	373,0	-59,5	19. Salto Santiago-PR	1635,0	89,5
9. Itumbiara-MG	1388,0	-51,7	20. Blumenau-SC	203,0	4,6
10. São Simão-MG	3083,0	-28,7	21. Passo Fundo-RS	41,0	46,4
11. Furnas-MG	991,0	-41,0	22. Passo Real-RS	272,0	145,0

TABELA 3 - Vazões em m³/s e desvios em relação à MLT, expressos em porcentagem, em FEVEREIRO/2010. (FONTE: ELETROBRÁS, ONS, FURB, CODOMAR, ELETRONORTE e ANEEL).

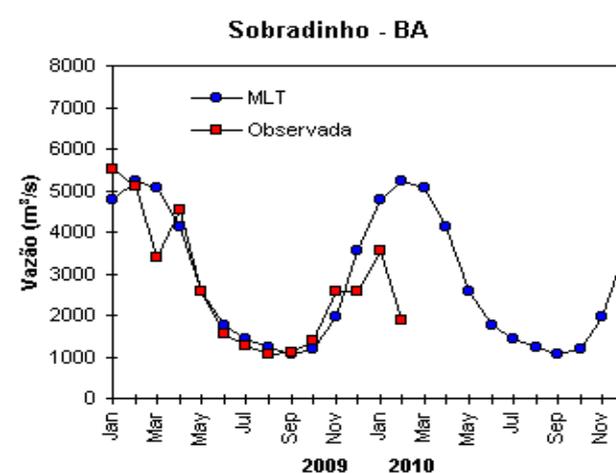
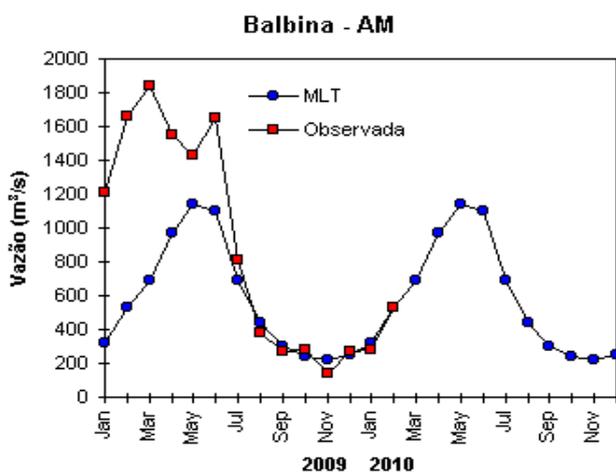
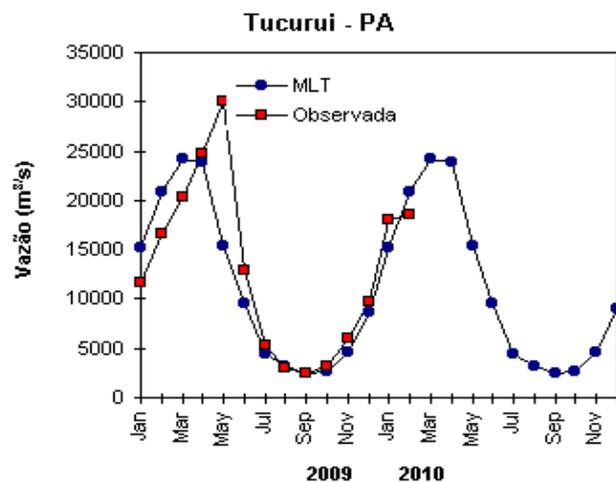
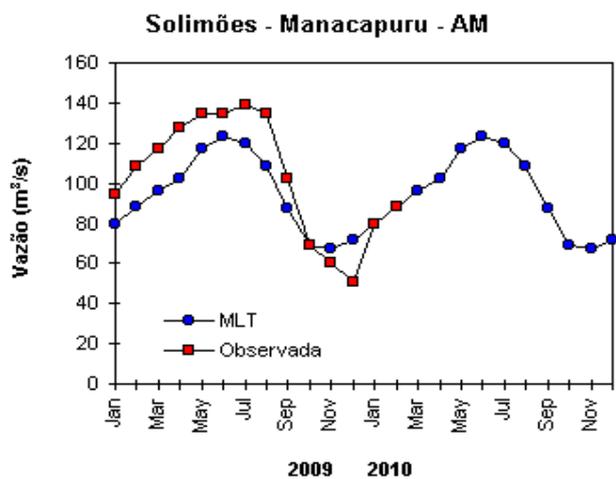
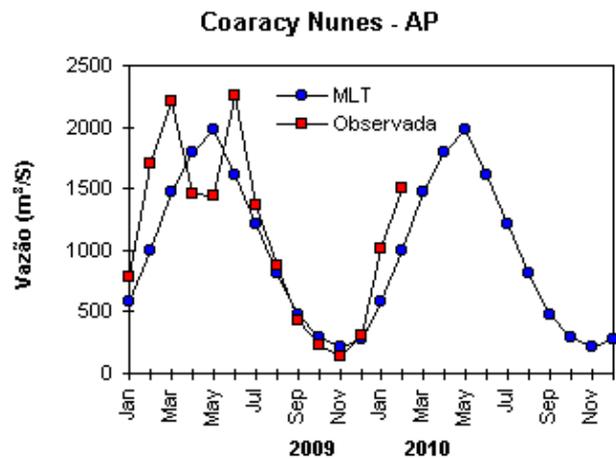
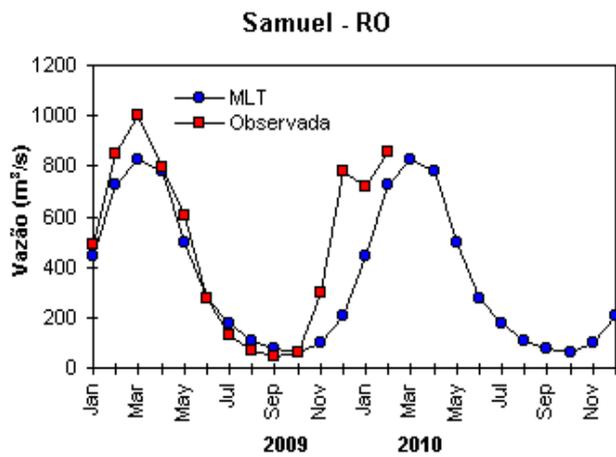


FIGURA 32 – Variação das vazões naturais médias mensais em relação à MLT para 2009 e 2010. No gráfico de Manacapuru-AM, a vazão média em m^3/s foi dividida por mil (FONTE: ELETROBRÁS, ONS, ANEEL, ELETRONORTE e FURB).

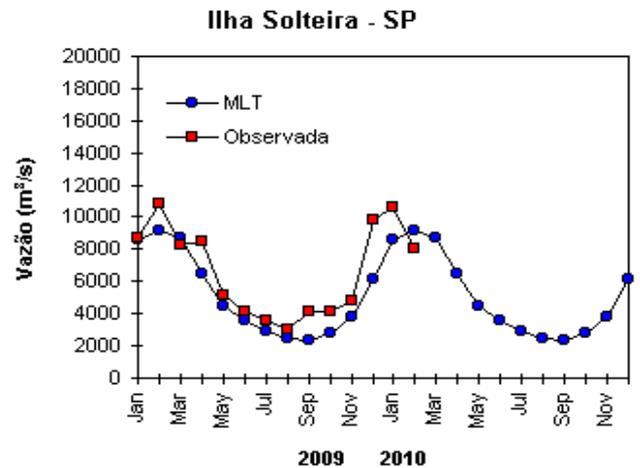
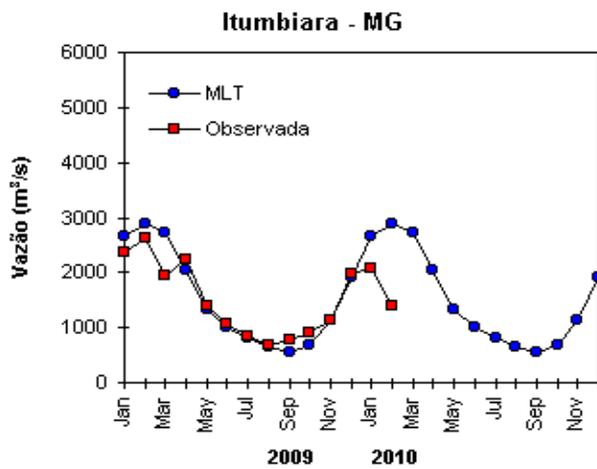
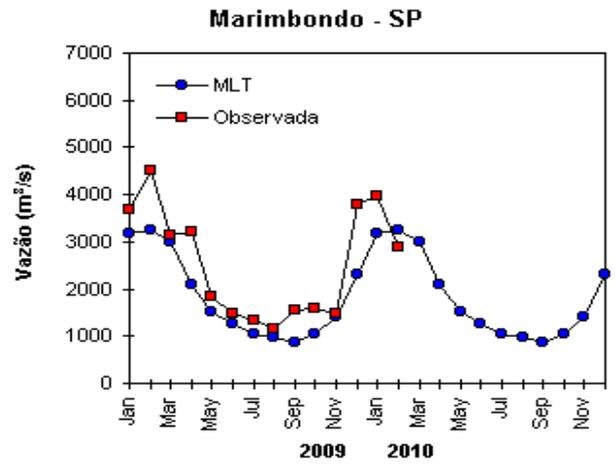
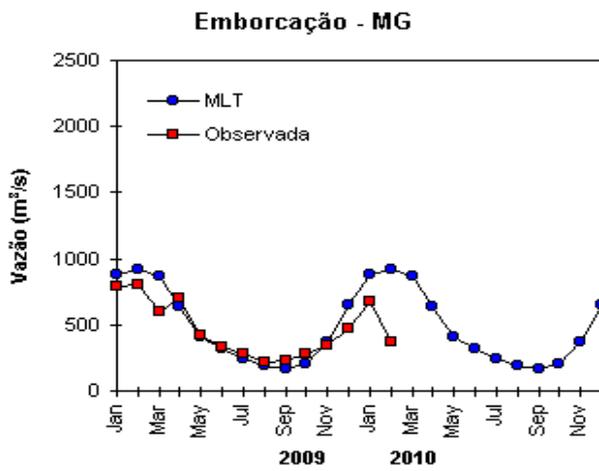
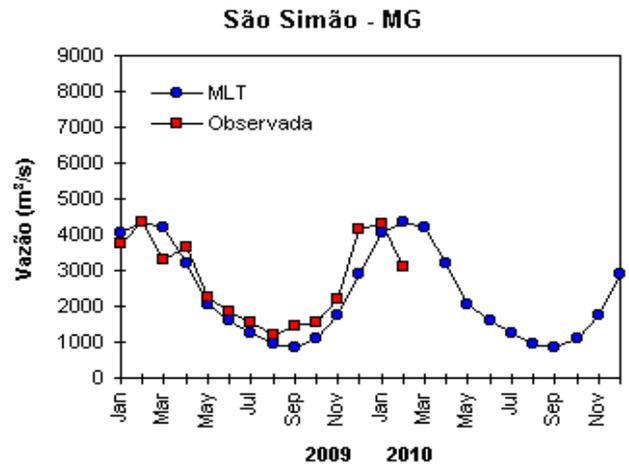
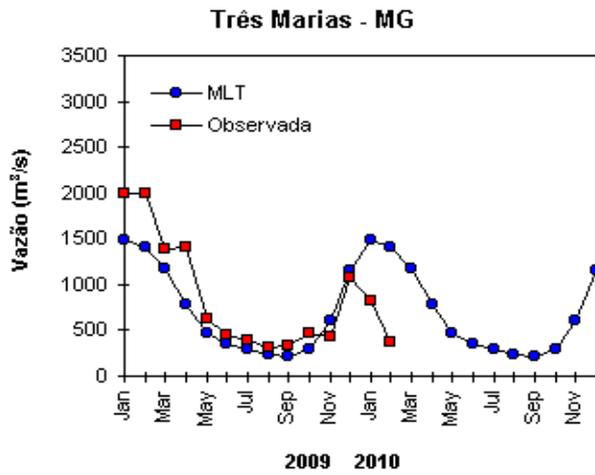


FIGURA 32 – Continuação (A).

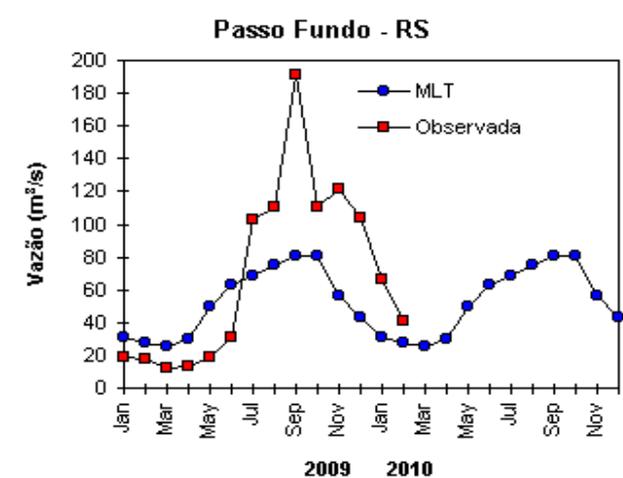
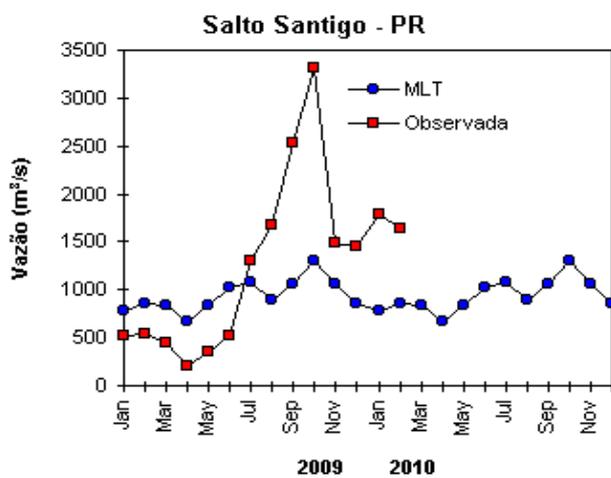
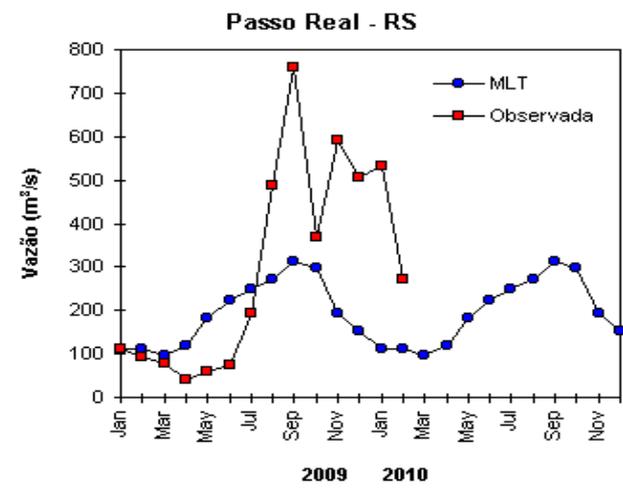
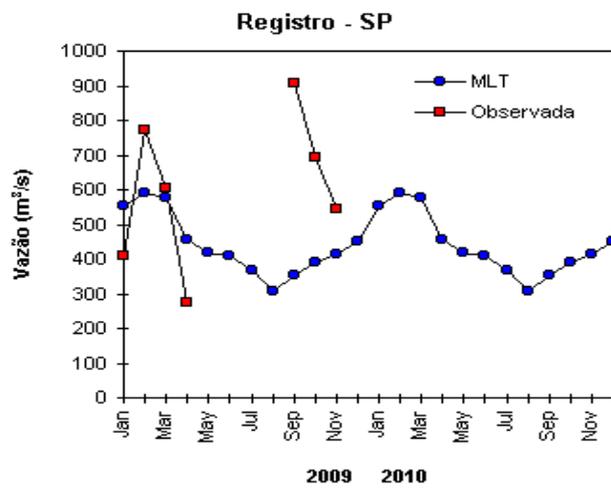
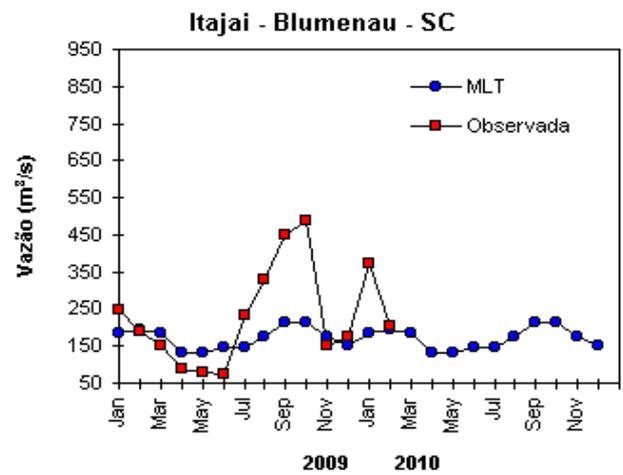
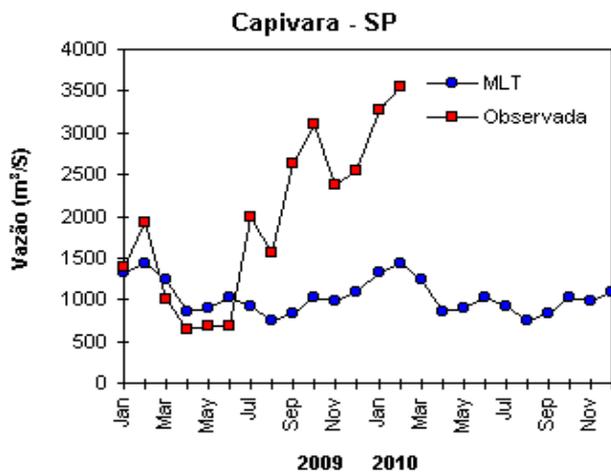


FIGURA 32 – Continuação (B).

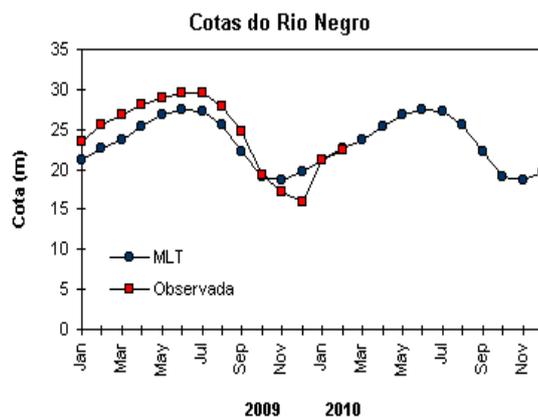


FIGURA 33 – Cotas médias do Rio Negro, expressas em metros acima do nível médio do mar, para 2009 e 2010 (quadrado) e a MLT para a média de 1903 a 1986 (círculo). (FONTE: Adm. do Porto de Manaus – CODOMAR).

VALE DO ITAJAÍ	PRECIPITAÇÃO (m m)	DESVIOS (%)
Apiúna -SC	178,1	40,3
Blumenau -SC	126,9	-66,1
Ibirama -SC	96,9	-48,2
Ituporanga -SC	76,3	-82,0
Rio do Sul -SC	59,3	-91,8
Taió -SC	134,9	-28,0
Timbó -SC	225,2	19,0

TABELA 4 - Precipitação no Vale do Itajaí, em Santa Catarina, em FEVEREIRO/2010. (FONTE: FURB/ANNEL).

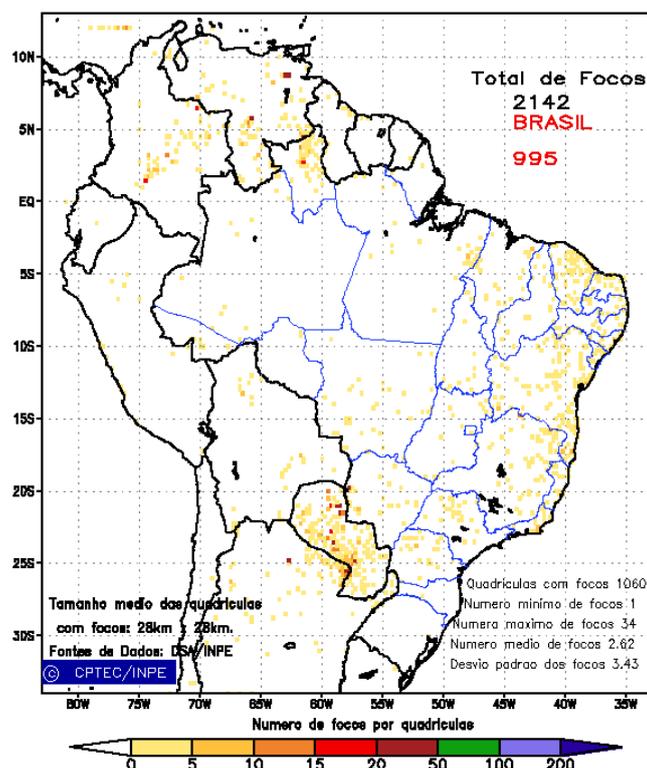


FIGURA 34 - Distribuição espacial de densidade de queimadas, detectadas em quadrículas de 28 km x 28 km no Brasil em FEVEREIRO/2010. Focos de calor detectados através do satélite NOAA 15, às 21:00 TMG. (FONTE: DSA - Queimadas /INPE).

valor ficou 30% abaixo dos focos detectados em janeiro passado. Entretanto, este número aumentou 85% em comparação com o mesmo período de 2009, em função da estiagem e temperaturas máximas elevadas no Nordeste, Sudeste e em parte das Regiões Norte e Centro-Oeste. Destacaram-se os aumentos registrados em Roraima (900%, com 107 focos), Ceará (250%, com 41 focos), Minas Gerais (210%, 116 focos), São Paulo (100%, com 44 focos) e na Bahia (50%, com 214 focos).

Observou-se, neste mês, o avanço de novas frentes de destruição da vegetação, especialmente no sul da Bahia e no norte de Roraima, em função da estiagem. No restante da América do Sul, as queimadas foram intensas no Paraguai, Venezuela, Colômbia e em parte do norte da Argentina.

Detectaram-se 60 focos de queimadas no interior das Unidades de Conservação, federal e estadual, e em suas áreas vizinhas, destacando-se a Reserva Extrativista das Veredas do Oeste Baiano (Bahia, 9 focos) e o Parque Nacional do Monte Pascoal (Bahia, 6 focos).

7. MONITORAMENTO NA ANTÁRTICA

Em fevereiro, foram observadas anomalias positivas de Pressão ao Nível do Mar (PNM) nos mares de Bellingshausen, Weddell, Davis e no sul do mar de Ross (até 10 hPa). Anomalias negativas de PNM ocorreram no mar de Dumont D'Urville e no norte dos mares de Ross e Amundsen (Figura 35). No nível de 500 hPa, registrou-se anomalia positiva de geopotencial no platô antártico, mantendo a tendência do mês anterior e retornando ao padrão de anomalias positivas observadas desde maio de 2009 (ver Figura 12, seção 1).

No escoamento em 925 hPa, destacou-se a anomalia anticiclônica organizada no norte dos mares de Bellingshausen e Amundsen (Figura 36). Neste mês, observou-se a ausência de escoamento de ar de sul para norte, a partir do norte e nordeste do mar de Bellingshausen e noroeste do mar Weddell em direção ao sul do

Brasil. Esta situação pode ter contribuído para as anomalias positivas de temperatura do ar observadas no sul do Brasil, igualmente associadas ao escoamento anômalo de norte proveniente do setor central do Brasil e oeste do Atlântico Sul.

A temperatura do ar em 925 hPa apresentou anomalias negativas de até -2°C no setor norte dos mares de Ross e Weddell, nos mares de Dumont D'Urville e na Passagem de Drake. Anomalias positivas ocorreram no sul dos mares de Ross e Bellingshausen e no mar de Davis (Figura 37). No nível de 500 hPa, foram registradas temperaturas cerca de 5°C acima da climatologia no interior do continente, mantendo a tendência iniciada em fevereiro de 2008.

A anomalia anticiclônica que se observou no norte dos mares de Bellingshausen e Amundsen, no nível de 925 hPa (ver Figura 36), inversa àquela observada no mês anterior, provavelmente contribuiu para a retração na extensão do gelo marinho no mar de Bellingshausen e para a expansão no mar de Weddell (Figura 37).

Na estação brasileira, Estação Antártica Comandante Ferraz (EACF), registraram-se ventos predominantes de leste e sudeste (32% e 15%, respectivamente), sendo as direções padrões para o mês de fevereiro de oeste e norte. A magnitude média mensal do vento foi de 6 m/s, acima da média climatológica para este mês (5,5 m/s). A temperatura média do ar, igual a $0,2^{\circ}\text{C}$, ficou abaixo da normal ($2,2^{\circ}\text{C}$), tornando-se a média mais baixa para o mês de fevereiro na série histórica da EACF. Neste mês, duas frentes e nove ciclones extratropicais atingiram a região da Península Antártica, sendo que a média esperada para este mesmo período costuma ficar em torno de quatro frentes e seis ciclones.

Dados anuais completos e resumos mensais, bem como a climatologia da EACF (período de 1986 a 2009), encontram-se disponíveis no site <http://antartica.cptec.inpe.br/~rantar/data/resumos/climatoleacf.xls>. As indicações geográficas dos mares da Antártica estão disponíveis no final desta edição (ver Figura B, no Apêndice).

Anomalia de Pressao Nivel Medio do Mar (hPa)

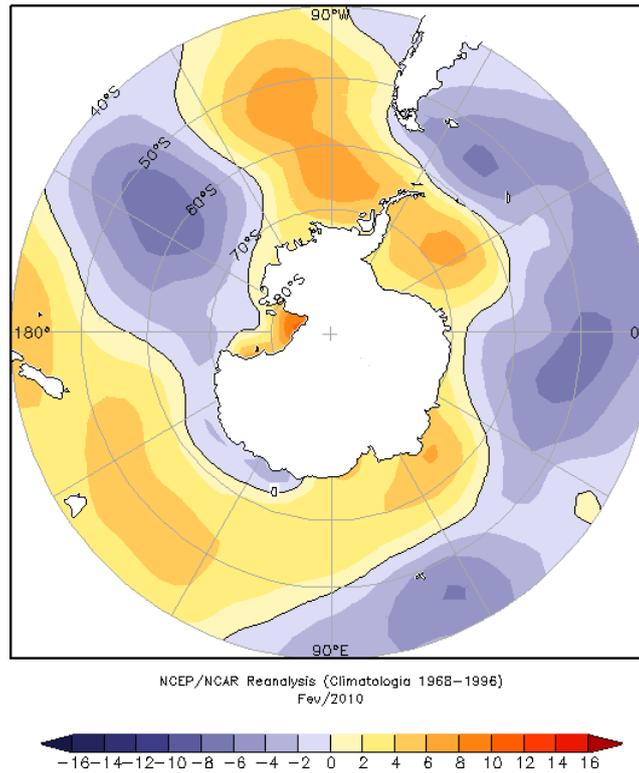


FIGURA 35 – Anomalia de Pressao ao Nivel do Mar (PNM), em hPa, em FEVEREIRO/2010. Destacam-se as anomalias positivas na maior parte do Oceano Austral. (FONTE: NOAA/CDC).

Anomalia Vetor Vento (m/s) em 925 hPa

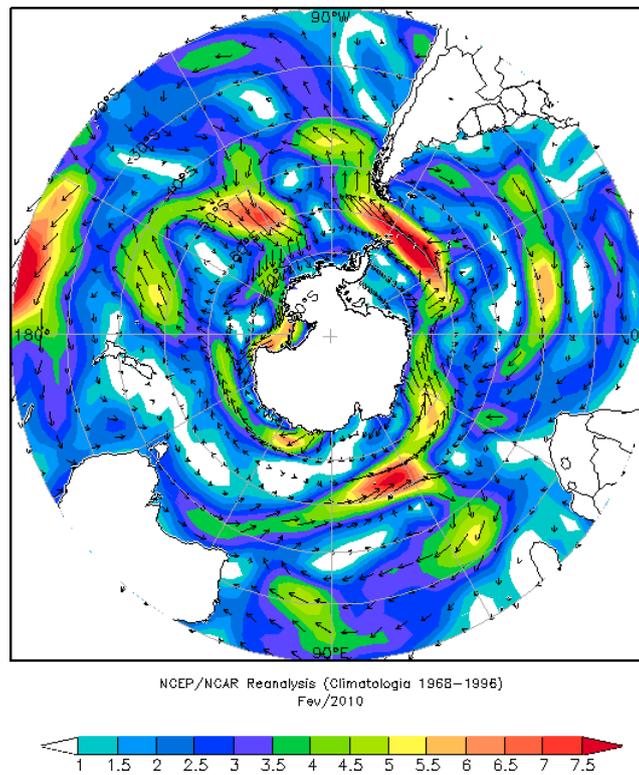


FIGURA 36 - Anomalia de vento (m/s), em 925 hPa, em FEVEREIRO/2010. Nota-se a circulação anticiclônica entre o mar de Bellingshausen e o sudeste do Oceano Pacífico. (FONTE: NOAA/CDC).

Anomalia de Temperatura do ar (°C) em 925 hPa

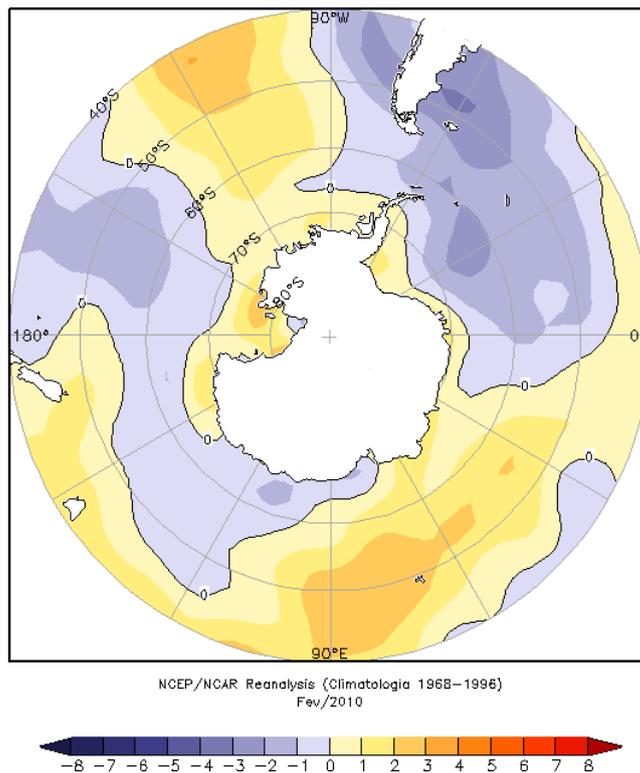


FIGURA 37 - Anomalia de temperatura do ar (°C), em 925 hPa, em FEVEREIRO/2010. Notam-se as anomalias positivas no sul do mar de Ross e as anomalias negativas no norte do mar de Weddell, Península Antártica e Passagem de Drake. (FONTE: NOAA/CDC).

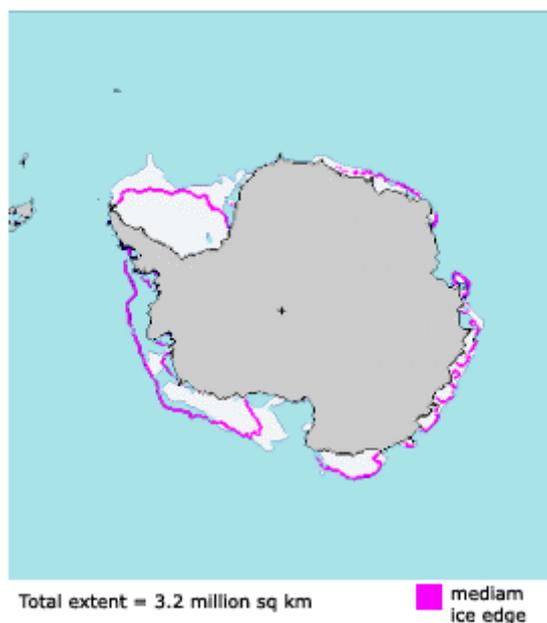


FIGURA 38 - Extensão do gelo marinho no Oceano Austral, em FEVEREIRO/2010. Nota-se a retração na extensão do gelo marinho nos mares de Bellingshausen e Amundsen e a expansão nos mares de Ross e Weddell. (FONTE: NOAA/CDC e NOAA/NSIDC).

NOTAS

1 - As figuras provenientes do **CPC/NCEP/NWS** (Washington) baseiam-se em procedimentos de análise numérica, utilizando dados recebidos via GTS (dados de satélites, aviões, etc.). A confiabilidade dos campos de circulação (análises) é incerta em áreas onde os dados são esparsos.

2 – As figuras de pseudo-tensão de cisalhamento do vento ao nível do mar e de temperatura da superfície do mar são provenientes da análise de J. Servain, **ORSTOM/BREST**, e utilizam somente dados de ventos e **TSM's** coletados por navios. A partir dos dados de ventos, a pseudo-tensão de cisalhamento é calculada da seguinte maneira:

$$t_x = u^* (u^2 + v^2)^{1/2}$$

$$t_y = v^* (u^2 + v^2)^{1/2}$$

t_x = pseudo-tensão de cisalhamento zonal do vento

t_y = pseudo-tensão de cisalhamento meridional do vento

u = componente zonal (leste-oeste) do vento

v = componente meridional (norte-sul) do vento.

Onde u^* e v^* são as componentes zonal e meridional da velocidade de fricção.

A diferença básica entre estas análises de **TSM** e as geradas pelo **NMC/CAC** está no fato de que as análises geradas por este último órgão utilizam também **TSM's** derivadas de informações de satélites meteorológicos.

3 - Na figura correspondente à variável **ROL**, mensal estimada no topo da atmosfera, os valores são modulados principalmente por temperatura e cobertura de nuvens. Como nos trópicos os gradientes horizontais de temperatura são geralmente pequenos, a **ROL** nestas regiões é primariamente função da distribuição da cobertura de nuvens. Os valores da **ROL** são menores sobre as principais áreas convectivas dos trópicos, onde nuvens altas, médias e cumulonimbus são predominantes. Os valores máximos ocorrem sobre os desertos onde não há cobertura de nuvens e as temperaturas da superfície são as mais altas. Sobre as regiões convectivamente ativas, anomalias de **ROL** negativas (positivas) indicam, em geral, atividade convectiva, isto é, precipitação acima (abaixo) da média.

4 - A localização da ZCIT sobre o Atlântico Tropical vem sendo determinada, desde os primeiros números do boletim "**CLIMANÁLISE**", devido à sua importância para o monitoramento da precipitação no norte do Nordeste do Brasil, que possui sua estação chuvosa nos meses de fevereiro a maio. Até o Vol.4, Nº 2 desta revista, a posição da **ZCIT** era determinada apenas através de imagens no canal infravermelho (IV) dos satélites da série **NOAA** que abrangem todo o Atlântico Tropical. Depois, uma nova técnica de determinação da posição da ZCIT, a partir de imagens de satélite, foi aplicada. Essa técnica, desenvolvida pelo **CRODT/ORSTOM**, utilizava imagens digitais **IV** do satélite **METEOSAT**. Eram usadas 8 imagens diariamente, e ao fim de 5 dias, era gerada uma imagem chamada síntese, utilizando-se as 40 imagens obtidas na pênstada em questão. A imagem síntese era uma imagem digital onde, em cada ponto (pixel) era retida apenas a temperatura mais alta encontrada no mesmo ponto das 40 imagens utilizadas para criá-la. Atualmente, são utilizadas duas técnicas para a avaliação da posição média da ZCIT. A primeira consiste na utilização de imagens do satélite GOES-8 para gerar imagens médias pentadais de temperatura de brilho em K. Nesta técnica, baixos valores de temperatura indicam, em geral, ocorrência de atividade convectiva. A contaminação por nuvens cirriformes é normalmente eliminada através de análise subjetiva, considerando os conceitos dos sistemas meteorológicos que atuam na região. A segunda técnica consiste na localização dos mínimos valores de ROL, a partir de campos médios pentadais, ao longo do Oceano Atlântico Equatorial. Os dados de ROL utilizados são provenientes do NOAA/EUA e os dados para obtenção da posição climatológica mensal da ZCIT foram obtidos das reanálises do NCEP/EUA. A Figura é elaborada pelo Grupo de Previsão de Clima do CPTEC/INPE.

5 – Os mapas de precipitação contém informações de instituições no Brasil ligadas direta ou indiretamente à área de meteorologia: FUNCEME, ITEP/LAMEPE-PE, EMPARN-RN, SEMARH-BA, CMRH -SE, SEMARHN/DHM -AL, SECTMA/AESA-PB, DHME-PI, CEMIG/SIMGE-MG, SEAG-ES, SIMEPAR-PR, CIRAM-SC, FEPAGRO-RS, IAC-SP, GEORIO-RJ e estações automáticas de coleta de dados (PCD's), mantidas pelo INPE e dados SYNOP fornecidos pelo INMET (APÊNDICE - FIGURA A). Os eventos meteorológicos mais significativos em todo o Brasil, descritos na seção 2.1, são monitorados diariamente pelo Grupo de Previsão do Tempo do CPTEC/INPE.

6 - Durante a estação do verão, observa-se a presença de atividade convectiva sobre a América do Sul. Essa convecção tropical é consequência do aquecimento do continente e associada à atuação de alguns sistemas dinâmicos, como, por exemplo, a Alta da Bolívia e à Zona de Convergência do Atlântico Sul. A técnica utilizada para estimar a região de maior atividade convectiva sobre o Brasil é a mesma utilizada nas imagens de temperatura de brilho em K, que resalta a banda de nebulosidade associada à ZCIT.

7 - Para a determinação do centro da Alta da Bolívia e do Jato Subtropical sobre a América do Sul são utilizados campos diários de vento em altos níveis (200 hPa) provenientes de análises diárias do NCEP/EUA. A posição climatológica da Alta da Bolívia foi feita a partir das reanálises do NCEP para o período de 1948 a 1999. A Figura é elaborada pelo Grupo de Previsão de Clima do CPTEC/INPE.

8 - Os valores de vazões medidos são fornecidos pela **ELETOBRÁS, ONS e DAEE** e são obtidos por procedimentos hidrológicos padrões, através do uso de curvas cota/vazão. O valor de vazão estimado para o **Rio Solimões** em **Manacapuru** é obtido a partir do valor da cota média mensal do **Rio Negro** em **Manaus** fornecido pela **CODOMAR**, utilizando-se a formulação descrita por Fonseca e Nobre (1988) (Fonseca, L. B. e C. A. Nobre), um modelo estatístico que relaciona os valores de cota e vazão (**CLIMANÁLISE**, 3 (9):32, SET., 1988).

9 - Os termos *estiagem*, *enchente*, *cheia* e *vazante* referem-se ao ciclo sazonal das medidas nos postos. A *estiagem* corresponde ao período de baixas vazões; a *cheia* ao de altas vazões. A *enchente* à transição de *estiagem* para a *cheia*, enquanto a *vazante* corresponde à transição da *cheia* para a *estiagem*.

10 - Os sistemas frontais são localizados através das análises diárias das cartas sinóticas de superfície, níveis médios (500 hPa) e altitude (250 hPa), nos horários das 00:00 e 12:00 TMG. A análise do posicionamento e deslocamento dos sistemas frontais é feita pelo Grupo de Previsão do Tempo do CPTEC/INPE. Foram incluídas novas cidades do Brasil e, nesta nova versão da figura (implementada em SETEMBRO/2006), o acompanhamento das frentes frias é feito desde sua passagem e/ou formação sobre a Argentina e o Uruguai. Para validação da posição dos sistemas, também são analisados alguns campos derivados, a saber: convergência de umidade na camada limite, temperatura potencial equivalente em 850 hPa e advecção de temperatura potencial equivalente em 850 hPa.

11 - O mapa da Antártica foi elaborado pelo grupo que integra o Projeto de Meteorologia Antártica do CPTEC/INPE, visando facilitar a localização das principais regiões da Antártica e dos mares no Oceano Austral (APÊNDICE - FIGURA B).

12 - Os dados do satélite NOAA-12 foram descontinuados definitivamente em 10 de agosto de 2007, às 17:10 TMG, após 16 anos de operação. Apesar de existirem diversos outros dados de satélites, a quantificação padrão das queimadas apresentada nos mapas mensais e anuais, disponibilizados no site de Queimadas e nos boletins INFOCLIMA e Climanálise até julho de 2007, era feita exclusivamente com os dados do satélite NOAA-12. A partir de agosto de 2007, foram padronizados os dados das passagens do NOAA-15, o qual possui as mesmas características orbitais do NOAA-12. A proporção de focos detectados pelo NOAA-15 em relação ao NOAA-12 foi reprocessada para correção dos mapas divulgados no Boletim Climanálise, a partir da edição de agosto de 2007.

SIGLAS

ANEEL	-Agência Nacional de Energia Elétrica
CPC/NWS	-Climate Prediction Center/National Weather Services (Centro de Previsão Climáticas do Serviço Meteorológico dos EUA)
CEMIG/SIMGE	-Companhia Energética de Minas Gerais
CEPLAC	-Comissão Executiva do Plano de Lavoura Cacaueira
CHESF	-Companhia Hidroelétrica do São Francisco
CIRAM/SC	-Centro de Informações de Recursos Ambientais e de Hidrometeorologia de Santa Catarina
CMCD/INPE	-Centro de Missão de Coleta de Dados do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
CMRH	-Centro Estadual de Meteorologia e dos Recursos Hídricos de Sergipe
CODOMAR	-Companhia Docas do Maranhão
CRODT	-Centro de Pesquisas Oceanográficas de Dakar-Thiaroye
DAEE	-Departamento de Águas e Energia Elétrica
DISME	-Distrito de Meteorologia
DHME/PI	-Departamento de Hidrometeorologia do Piauí
ELETOBRÁS	-Centrais Elétricas Brasileiras S/A
ELETRONORTE	-Centrais Elétricas do Norte do Brasil S/A
EMPARN	-Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte
FEPAGRO	-Fundação Estadual de Pesquisas Agropecuárias
FURB	-Universidade Regional de Blumenau
FUNCEME	-Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos do Ceará
GEORIO	-Fundação Instituto de Geotécnica
INMET	-Instituto Nacional de Meteorologia
IAC	-Instituto Agrônomo de Campinas
IBAMA	-Instituto Brasileiro do Meio Ambiente
ITEP/LAMEPE/PE	-Instituto Tecnológico de Pernambuco / Laboratório de Meteorologia
METSUL	-Empresa de Meteorologia do Rio Grande do Sul
NMC	-National Meteorological Center (Centro Nacional de Meteorologia dos EUA)
NOAA	-National Oceanic and Atmospheric Administration (Administração Nacional dos Oceanos e da Atmosfera dos EUA)
ORSTOM	-Instituto Francês de Pesquisa Científica para o Desenvolvimento e Cooperação
PMTCRH	-Programa de Monitoramento de Tempo, Clima e Recursos Hídricos
SEMARH/BA	-Secretaria Extraordinária do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos/Bahia
SEAG/ES	-Secretaria de Agricultura do Estado do Espírito Santo
SECTMA/AESA/PB	-Secretaria do Estado da Ciência e Tecnologia e do Meio Ambiente / Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba

SEMARHN/DHM/AL	-Secretaria Executiva de Meio Ambiente, Recursos Hídricos e Naturais de Alagoas Diretoria de Hidrometeorologia.
SIMEPAR/PR	-Sistema Meteorológico do Paraná
SIMGE/MG	-Sistema Meteorologia e Recursos Hídricos de Minas Gerais

SIGLAS TÉCNICAS

AB	-Alta da Bolívia
Cb	-Cumulonimbus
ENOS	-El Niño-Oscilação Sul
GOES	-Satélite Meteorológico Geoestacionário da NOAA
GTS	-Global Telecommunications System (Sistema Global de telecomunicações da Organização Meteorológica Mundial)
HL	-Hora Local
IOS	-Índice de Oscilação Sul
LI	-Linha de Instabilidade
METEOSAT	-Satélite Meteorológico Geoestacionário da Agência Espacial Européia
MLT	-Média de Longo Tempo
PCD	-Plataforma de Coleta de Dados
PNM	-Pressão ao Nível do Mar
ROL	-Radiação de Onda Longa emitida para o Espaço
SF	-Sistema Frontal
TMG	-Tempo Médio Greenwich
TSM	-Temperatura da Superfície do Mar
VCAN	-Vórtice Ciclônico de Altos Níveis
ZCAS	-Zona de Convergência do Atlântico Sul
ZCIT	-Zona de Convergência Intertropical
ZCPS	-Zona de Convergência do Pacífico Sul

APÊNDICE

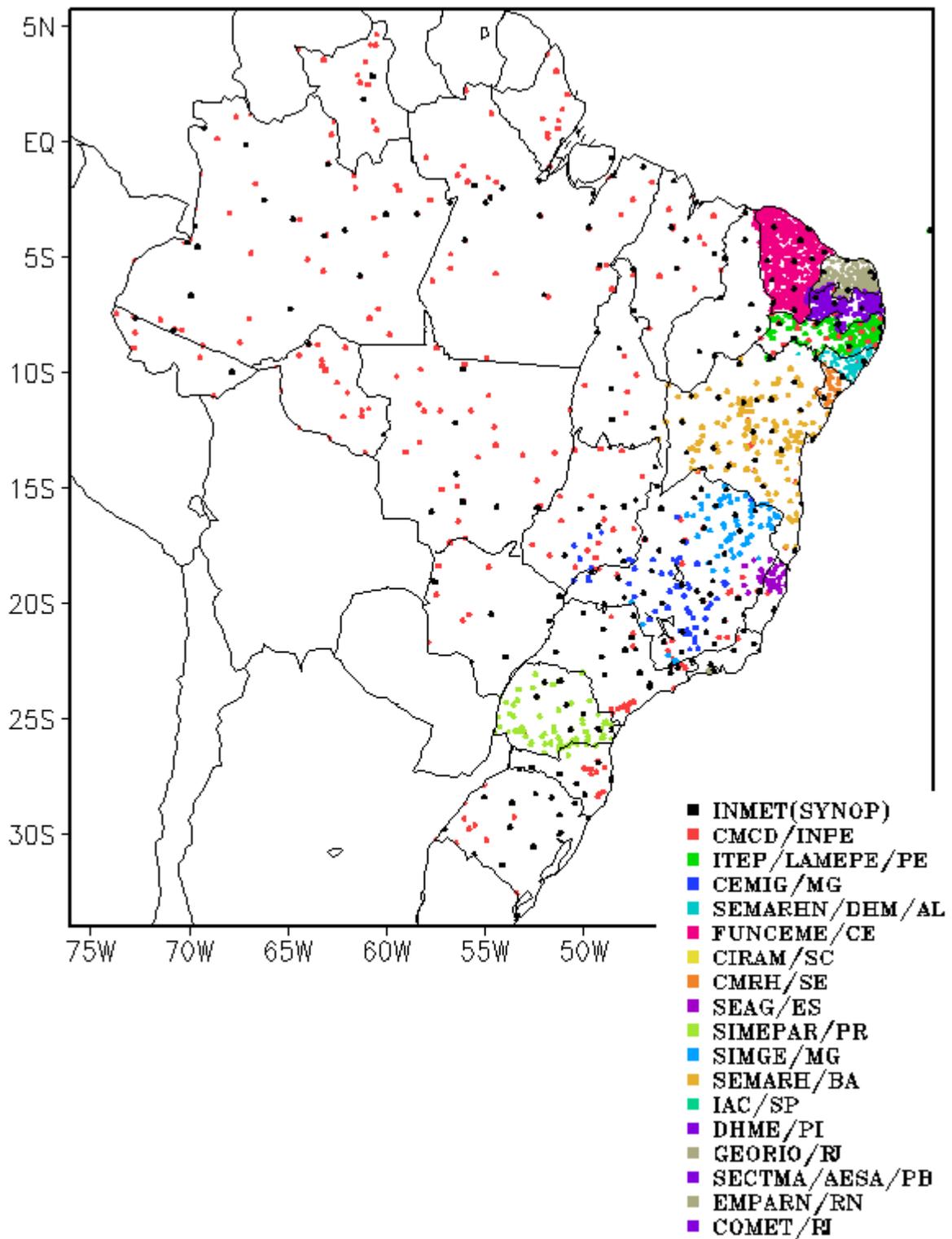


FIGURA A – Distribuição espacial das 2.345 estações pluviométricas e meteorológicas no Brasil.

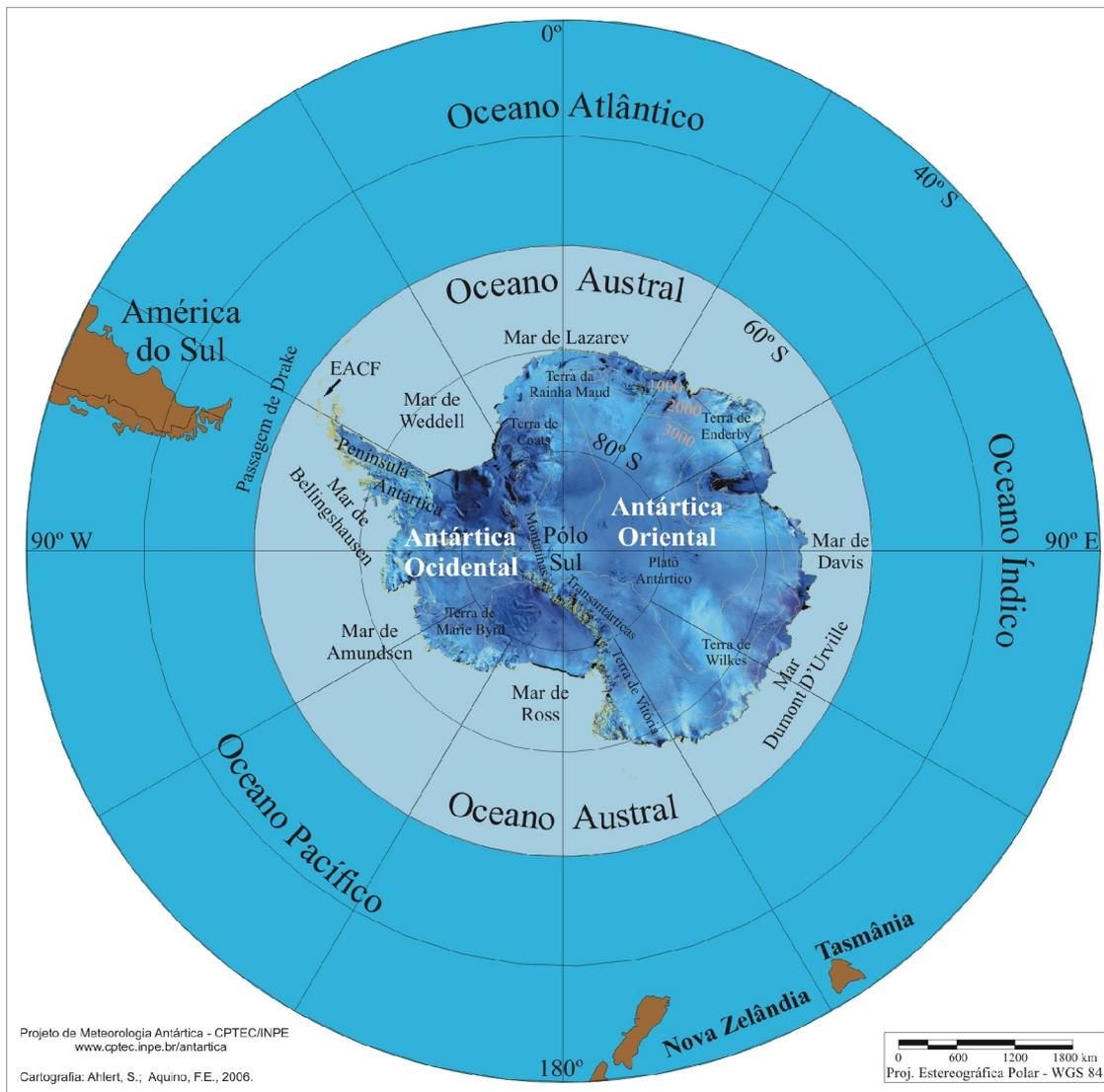


FIGURA B – Mapa da Antártica, ilustrando suas principais regiões. (FONTE: Projeto de Meteorologia Antártica do CPTEC/INPE, 2006)