

CLIMANÁLISE

BOLETIM DE MONITORAMENTO E ANÁLISE CLIMÁTICA

Climanálise	Cachoeira Paulista - SP	Volume 25	Número 03	Março/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 03

MARÇO/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
Anna Bárbara C. de Melo - CPTEC/INPE
Daniel Andrés Rodriguez - CPTEC/INPE
Francisco Eliseu Aquino - UFRGS
Lúcia Helena Ribas Machado - CPTEC/INPE
Marcelo de Oliveira Romão - CPTEC/INPE

Marcus Jorge Bottino - CPTEC/INPE
Maria Valverde - CPTEC/INPE
Nuri Oyamburo de Calbete - CPTEC/INPE
Prakki Satyamurty - CPTEC/INPE
Raffi Agop Simanoglu - CPTEC/INPE

Instituições Colaboradoras:

ANEEL - Brasília, DF
CEPLAC - Itabuna, BA
CHESF - Recife, PE
CLIMERH - Florianópolis, SC
CODOMAR - Adm. do Porto de Manaus, AM
CPC/NWS - Washington, DC, USA
DAEE - São Paulo, SP
7º DISME/INMET - São Paulo, SP
ELETROBRÁS - Rio de Janeiro, RJ
ELETRONORTE - Brasília, DF
FEPAGRO - Porto Alegre, RS

FUNCEME - Fortaleza, CE
FURB - Blumenau, SC
GEORIO - Rio de Janeiro, RJ
IAC - Instituto Agrônomo de Campinas, SP
INMET - Brasília, DF
ORSTOM - Brest, França
SIMEPAR - Curitiba, PR
Centros Estaduais Meteorologia e Recursos
Hídricos Integrantes do PMTCRH.

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 03

MARÇO/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	29
7. MONITORAMENTO NA ANTÁRTICA	29
NOTAS	37
SIGLAS	39
SIGLAS TÉCNICAS	40
APÊNDICE	41

SUMMARY

The rainfall in March was less than the climatological mean in most parts of the Northeastern and Northern Brazil Regions. The South Atlantic Convergence Zone formation during the first half of the month brought rains to the Southeast Region and the southern portions of the Northeast. Therefore, the two-month long deficiency of water ended in these parts of the country. In the second half of the month the upper tropospheric cyclonic systems inhibited rains in Northeast and Southeast Regions. Only two frontal systems affected the southern, Brazil region.

The El Niño situation has weakened in the Equatorial Pacific. However an extensive area of warm anomalies persisted. The positive SST anomalies in the North Atlantic favored a more northerly position of the ITCZ.

The river flow increased in part of Amazonas, Paraná and Atlântico Sudeste Basins. In the northern portions of the Amazonas, Tocantins and São Francisco Basins the flow was less than expected for the month.

The 1015 bushfires detected in the country were slightly above the number detected in February. There was a 10% increase compared to the number of March 2009.

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

SUMÁRIO

O mês de março apresentou chuvas abaixo da média histórica em grande parte das Regiões Norte e Nordeste do Brasil. Contudo, a Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) configurou-se durante a primeira quinzena, favorecendo a ocorrência de chuvas principalmente na Região Sudeste e no sul do Nordeste, onde predominava uma situação de chuvas abaixo da média histórica nos dois últimos meses. Durante a segunda quinzena de março, os vórtices ciclônicos em altos níveis voltaram a inibir as chuvas sobre estas áreas. Apenas dois sistemas frontais conseguiram atuar na Região Sul do Brasil.

O fenômeno El Niño apresentou sinais de declínio no Pacífico Equatorial, porém ainda persistiu uma extensa área de águas superficiais mais quentes que o normal no decorrer deste mês. No Atlântico Norte, as anomalias positivas de Temperatura da Superfície do Mar (TSM) continuaram favoráveis à atuação da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) ao norte de sua climatologia.

Houve aumento das vazões em parte das bacias do Amazonas, Paraná e Atlântico Sudeste e nas estações monitoradas nas bacias do Tocantins e São Francisco, porém com valores abaixo do esperado no norte das bacias do Amazonas e Paraná e nas bacias do Tocantins e São Francisco.

Os 1.015 focos detectados em todo o País ficaram um pouco acima do número total de focos detectados em fevereiro passado. Em comparação com o mesmo período de 2009, o número de focos aumentou 10%.

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

Os valores da Temperatura da Superfície do Mar (TSM) continuaram acima da média na região do Pacífico Central e Leste (Figura 1), porém notou-se uma pequena diminuição espacial da magnitude das anomalias positivas em comparação com fevereiro passado. Considerando as anomalias médias de TSM nas regiões dos Niños 1+2, 3, 3.4 e 4, os valores ficaram praticamente estáveis (Figura 2 e Tabela 1). A temperatura do mar na camada subsuperficial continuou acima da média, com anomalias de até 5°C próximo à costa oeste da América do Sul. As anomalias positivas de TSM aumentaram no Oceano Atlântico, em ambos os hemisférios, com as maiores magnitudes próximo à costa noroeste da África, em torno de 20°N. Este padrão de anomalias de TSM, especialmente na região do Atlântico Tropical Norte, contribuiu para o posicionamento da ZCIT ao norte de sua climatologia, de maneira ainda mais acentuada quando se compara aos meses anteriores (ver seção 3.3.1).

O campo de anomalia de Radiação de Onda

Longa (ROL) evidenciou uma diminuição da convecção, principalmente na região da Indonésia, sugerindo o início do enfraquecimento do atual episódio El Niño (Figura 5). Sobre o norte da América do Sul e na região do Atlântico Equatorial, a área de anomalias positivas de ROL continuou refletindo a redução da convecção na região de atuação climatológica da ZCIT. Por outro lado, a área de anomalia negativa que se estende desde o setor leste do Brasil até o oceano adjacente foi consistente com a configuração da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) durante a primeira quinzena de março.

No campo de anomalia de Pressão ao Nível Médio do Mar (PNM), destacou-se a considerável diminuição da magnitude das anomalias negativas na região do Atlântico Norte, em comparação com fevereiro passado (Figura 6). Contudo, a Alta dos Açores continuou enfraquecida e, portanto, favorável ao deslocamento da ZCIT ao norte de sua climatologia. Por outro lado, o centro do sistema de alta pressão do Pacífico Sudeste apresentou-se intenso, porém deslocado para leste, sendo consistente com a maior atividade do El Niño no setor central do Pacífico Equatorial.

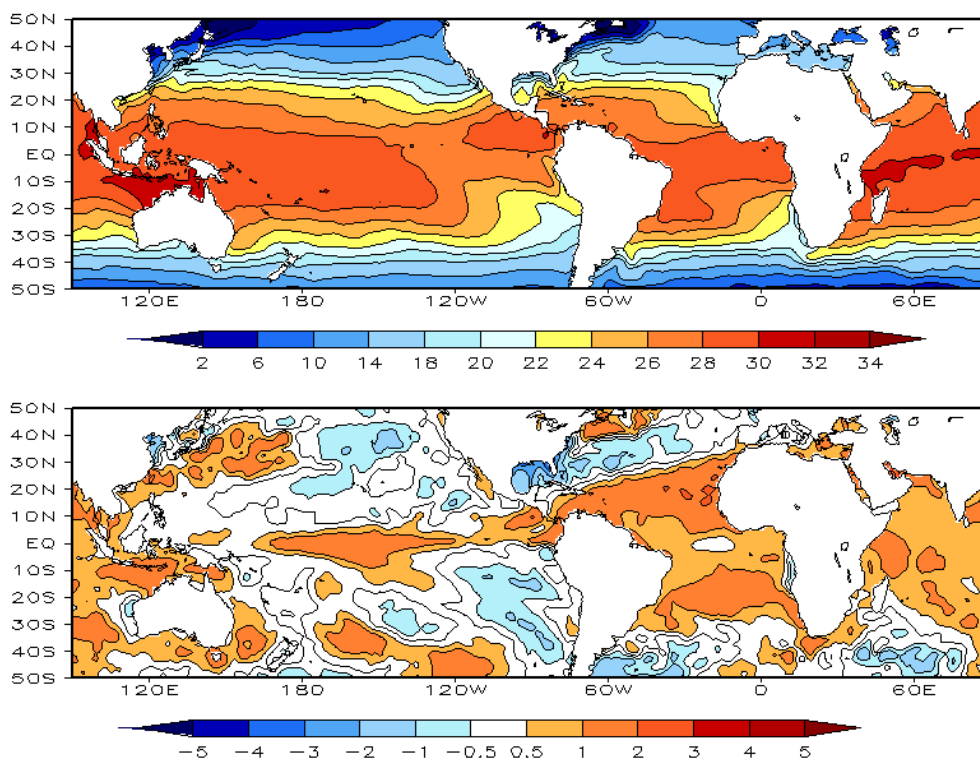


FIGURA 1 – Temperatura da Superfície do Mar (TSM), em MARÇO/2010: a) média, com intervalo das isotermas de 4°C para valores de TSM menores que 18°C. Para TSM maior que 18°C, o intervalo das isotermas é de 2°C; b) anomalias, com intervalo entre as isotermas de 0,5°C para anomalias até 1°C. Para anomalias 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							
2010	Tahiti	Darwin		(5N - 5S)	Niño 1+2 (0 - 10S)		Niño 3 (5N - 5S)		Niño 3.4 (5N - 5S)		Niño 4 (5N - 5S)	
2009				160E - 160W	90W - 80W		150W - 90W		170W - 120W		160E - 150W	
MAR	-0,7	1,5	-1,4	-1,3	-0,2	26,2	0,7	27,7	1,1	28,3	1,1	29,2
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

DATA	ÍNDICE DO VENTO ZONAL			
2010	PACÍFICO 850 hPa			PACÍFICO 200 hPa
2009	5N - 5S	5N - 5S	5N - 5S	5N - 5S
	135E - 180	175W - 140W	135E - 120W	165W - 110W
MAR	0,6	0,4	-1,1	-1,0
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

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).

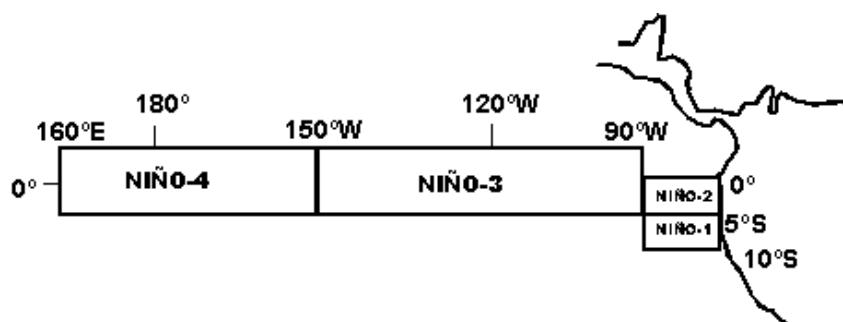
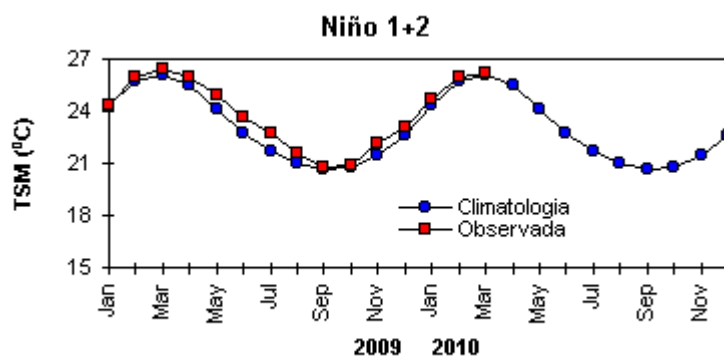
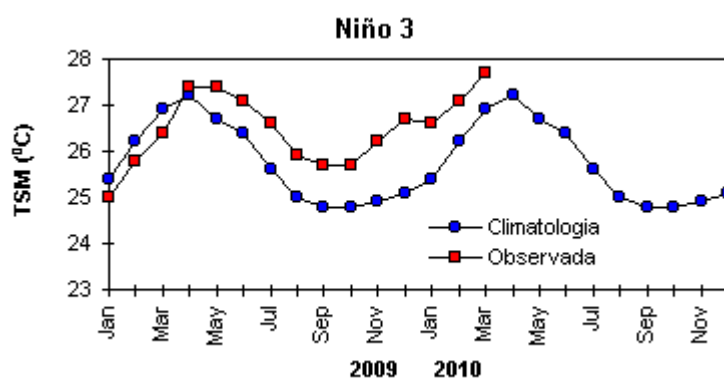
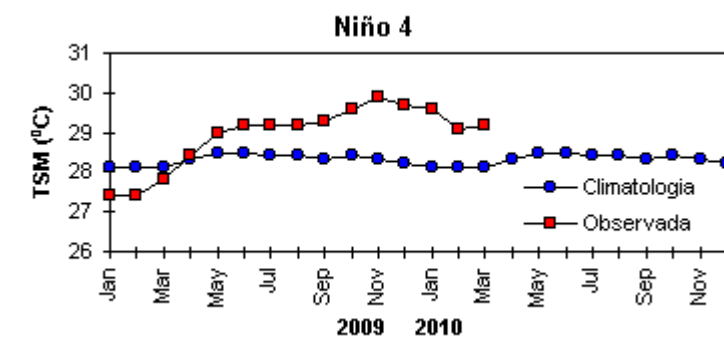


FIGURA 2 - Temperaturas médias da superfície do mar (quadrado) e média climatológica (círculo) no Oceano Pacífico para as regiões indicadas, expressas em °C. (FONTE: CPC/NWS).

Os ventos em 850 hPa, continuaram mais fracos no Pacífico Equatorial Leste, consistente com a atuação do fenômeno El Niño (Figuras 7 e 8). Por outro lado, em torno da Linha Internacional de Data (180°), os alísios apresentaram-se ligeiramente mais intensos, sinalizando, para esta região do Pacífico Equatorial, uma tendência de declínio do atual fenômeno El Niño.

No escoamento em altos níveis (200 hPa), notou-se a persistência do escoamento divergente em torno da Linha de Data (180°) e

as anomalias de circulação anticiclônica próximo à costa oeste da América do Sul, em ambos os hemisférios (Figura 9).

A altura geopotencial em 500 hPa, no Hemisfério Norte, evidenciou anomalia positiva na região polar e anomalia negativa em latitudes subtropicais, repetindo o padrão observado no mês anterior, porém mais fraco (Figura 11). Já no Hemisfério Sul, a altura geopotencial em 500 hPa apresentou dominância de número de onda 2, com destaque para o bloqueio na região do Pacífico Sul (Figura 12).

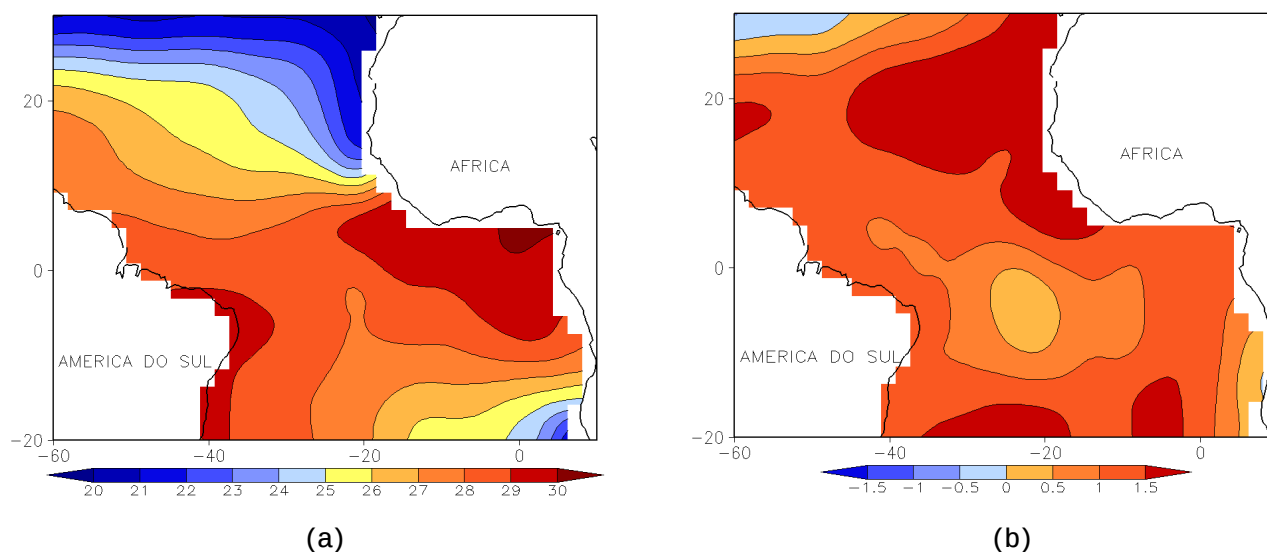


FIGURA 3 - Temperatura da Superfície do Mar (TSM) na região do Oceano Atlântico Tropical, em MARÇO/2010, analisada numa grade de 2°: a) média, com intervalo entre as isotermas de 1°C; b) anomalia, com intervalo entre as isotermas de 0,5°C. As anomalias são desvios das médias mensais em relação à climatologia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

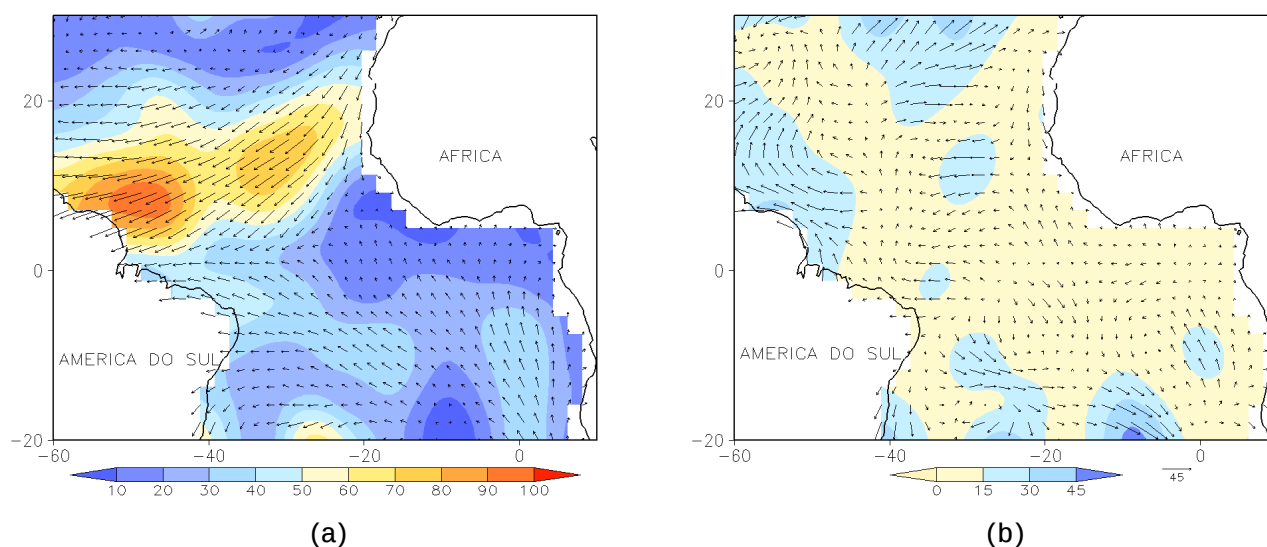


FIGURA 4 - Vetor pseudo-tensão de cisalhamento superficial, relacionado ao vento em superfície para MARÇO/2010: a) média, com intervalo entre as isolinhas de 10 m²/s²; b) anomalia, com intervalo entre as isolinhas de 15 m²/s². As anomalias são desvios das médias mensais para o período base 1964/1985.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

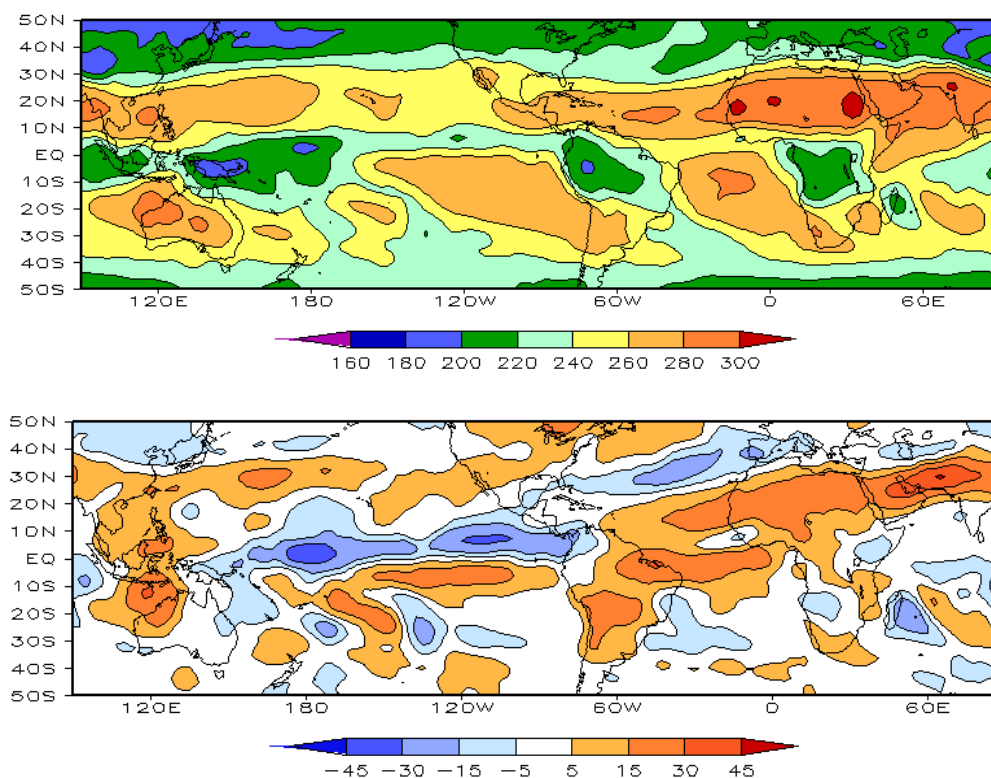


FIGURA 5 – Radiação de Onda Longa (ROL) emitida para o espaço, em MARÇO/2010 (medidas do NESDIS/ESL através do canal IV do AVHRR a bordo do satélite NOAA-12): a) média, com intervalo entre isolinhas de 20 W/m²; b) anomalia, com intervalo entre as isolinhas de 15 W/m². As anomalias são calculadas como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

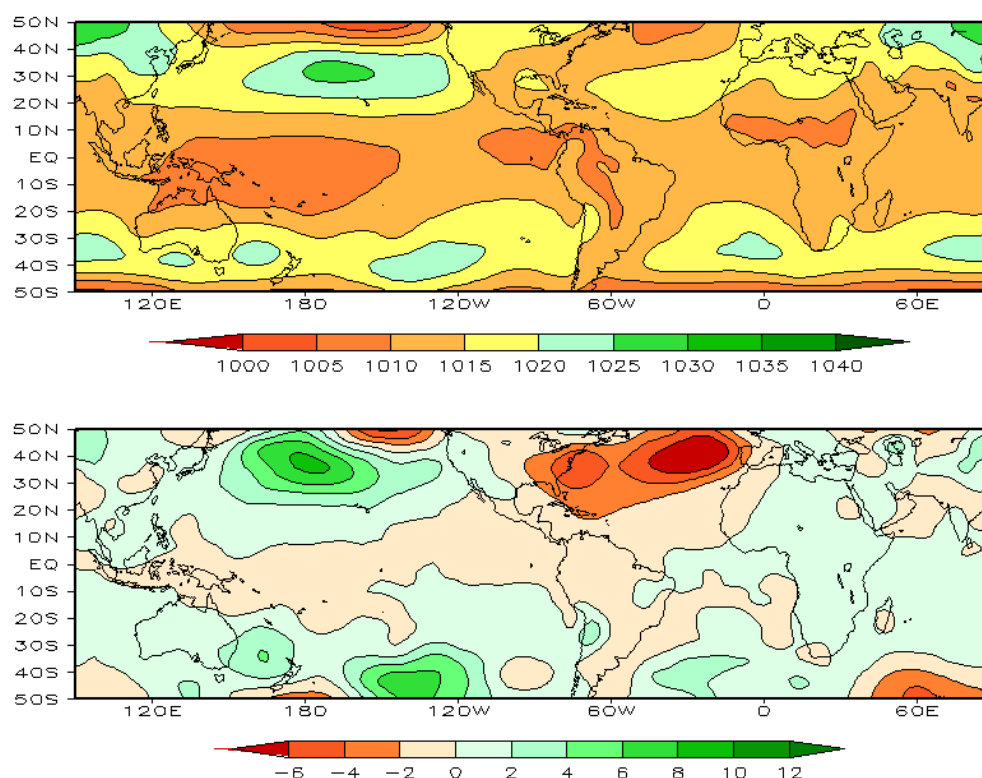


FIGURA 6 – Pressão ao Nível do Mar (PNM), em MARÇO/2010, analisadas numa grade de 2,5° e interpoladas para uma grade de 5° em projeção Mercator para visualização: a) média, com intervalo entre isolinhas de 5 hPa; b) anomalia, com intervalo entre as isolinhas de 2 hPa. As anomalias são calculadas como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

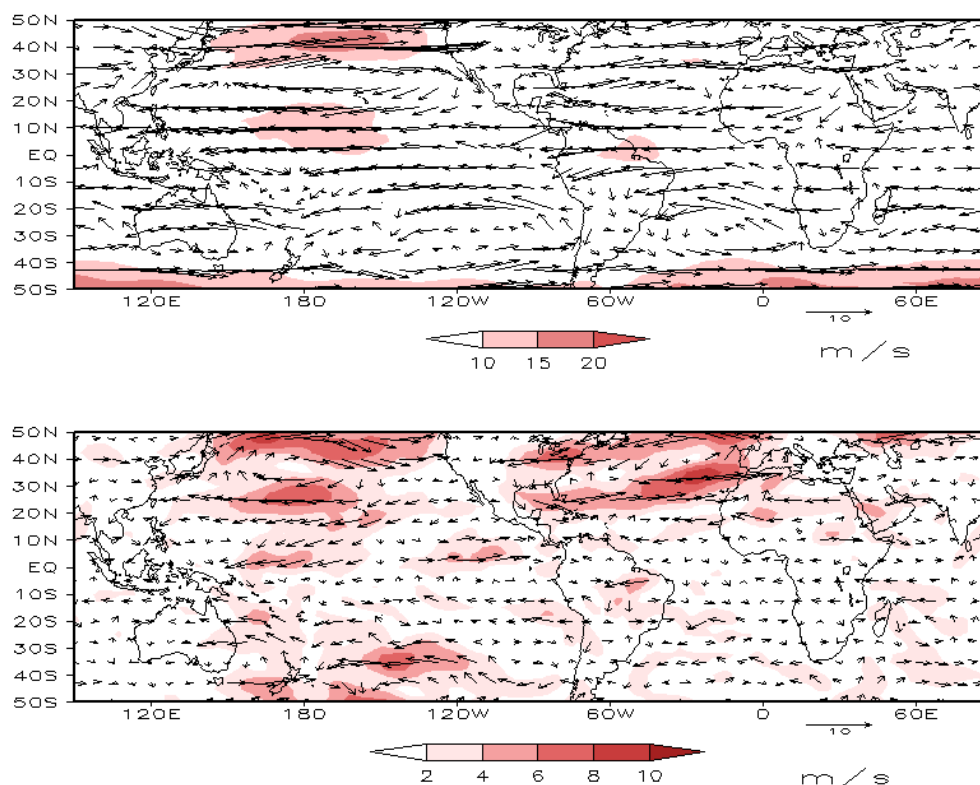


FIGURA 7 – Vetor do vento e magnitude em 850 hPa, em MARÇO/2010. Os ventos são analisados numa grade de 2,5° e interpolados para uma grade de 5° em projeção Mercator para visualização: a) campo médio, com intervalo entre as isotacas de 5 m/s; b) anomalia, com intervalo de 2 m/s. As anomalias são desvios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

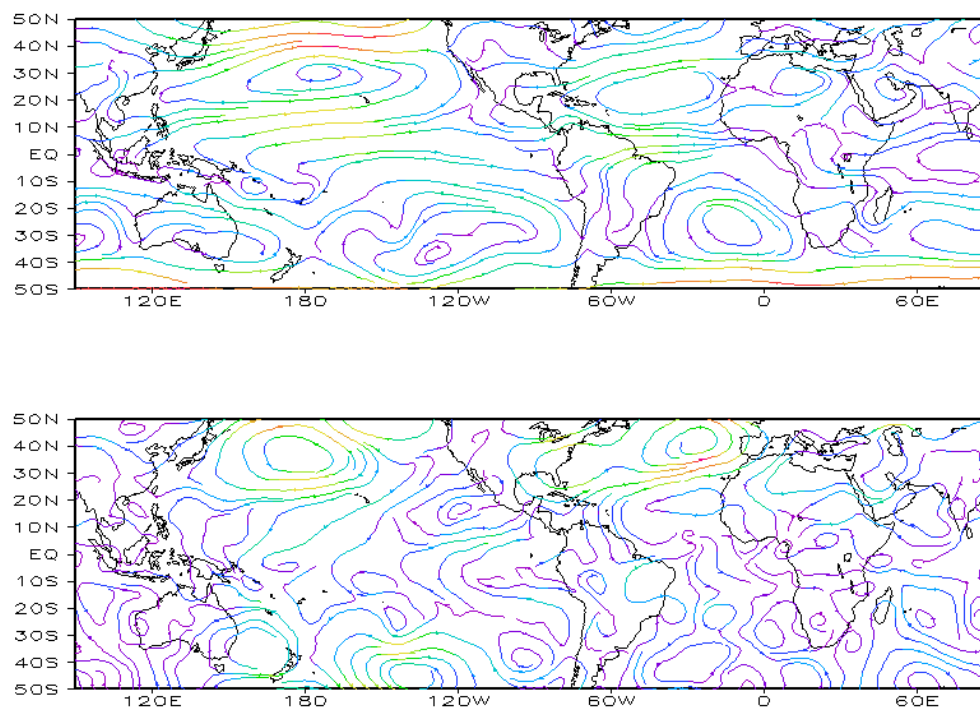


FIGURA 8 – Linhas de corrente em 850 hPa, em MARÇO/2010. Os ventos são analisados numa grade de 2,5° e interpolados para uma grade de 5° em projeção Mercator para visualização: a) média; b) anomalia. (FONTE: CPC/NCEP/NWS).

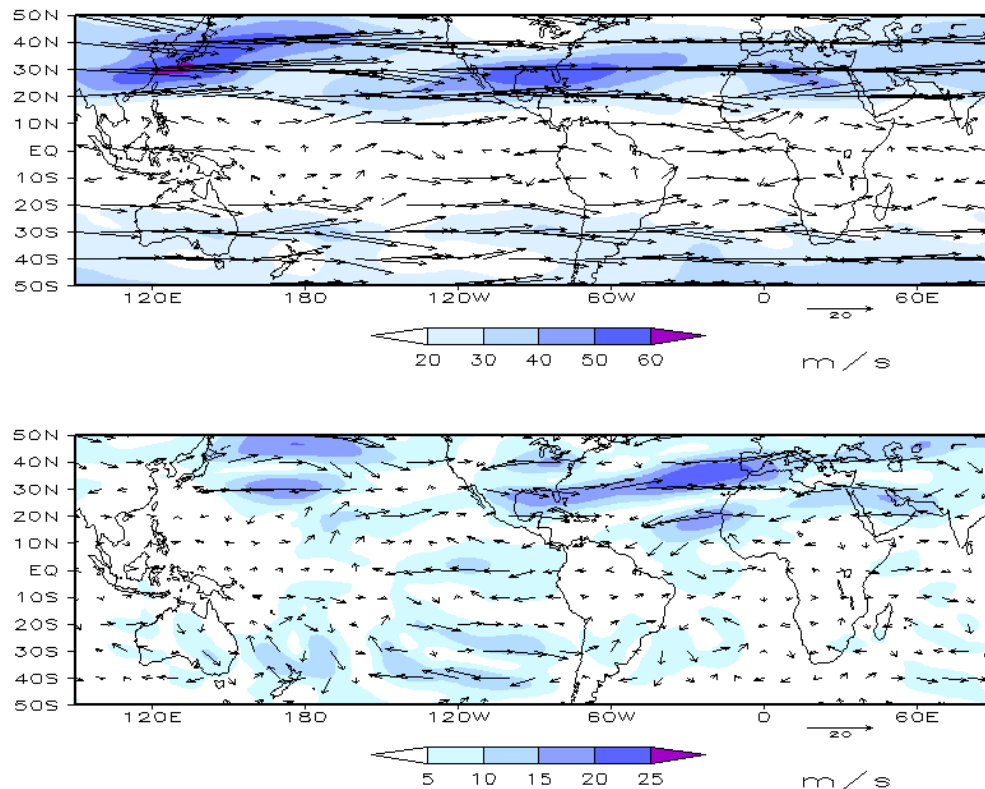


FIGURA 9 – Vetor do vento e magnitude em 200 hPa, em MARÇO/2010. Os ventos são analisados numa grade de 2,5° e interpolados para uma grade de 5° em projeção Mercator para visualização: a) campo médio, com intervalo entre as isotacas de 10 m/s; b) anomalia, com intervalo entre as isotacas de 5 m/s. As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

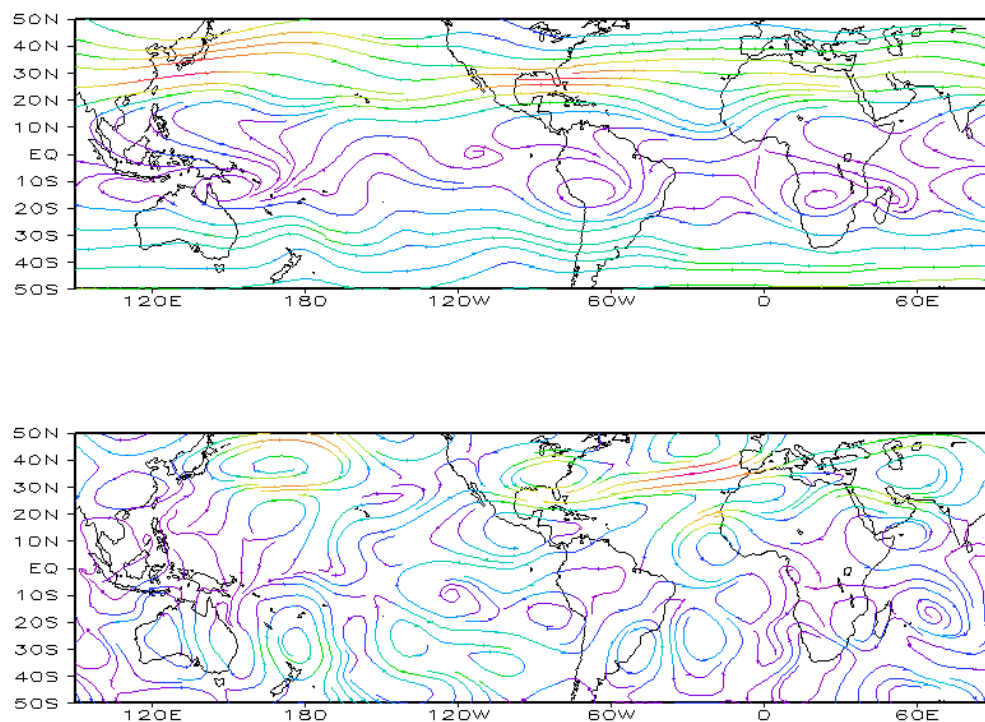


FIGURA 10 – Linhas de Corrente em 200 hPa, em MARÇO/2010. Os ventos são analisados numa grade de 2,5° e interpolados para uma grade de 5° em projeção Mercator para visualização: a) média; b) anomalia. (FONTE: CPC/NCEP/NWS).

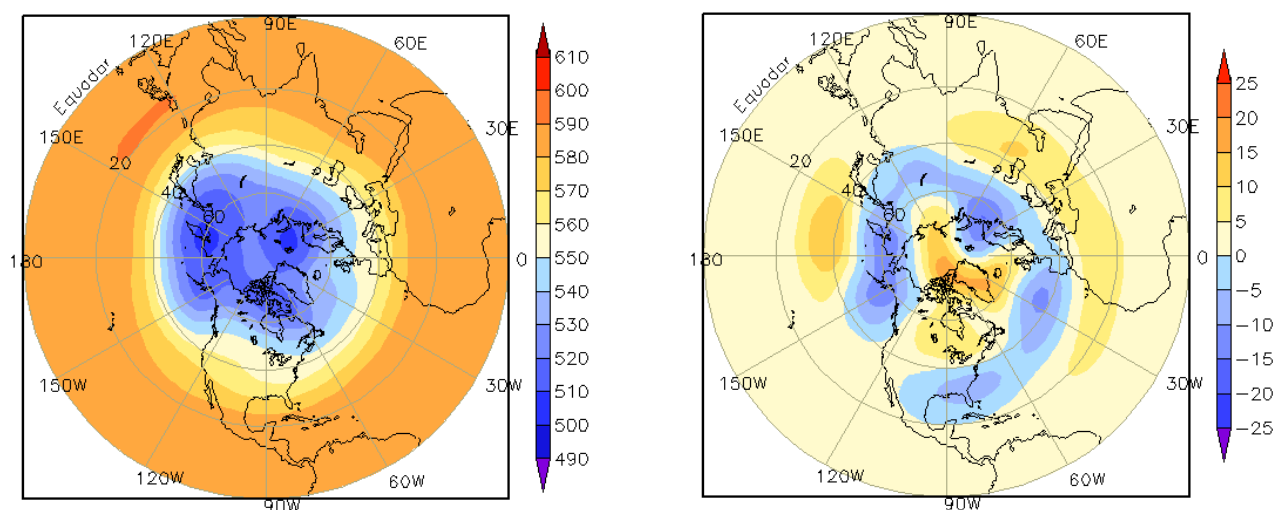


FIGURA 11 – Altura geopotencial em 500 hPa para o Hemisfério Norte, em MARÇO/2010. As alturas são analisadas numa grade de 2,5° e interpoladas para uma grade de 5° em projeção estereográfica polar de 65x65 pontos no Pólo Norte: a) média, com intervalo entre as isolinhas de 10 m; b) anomalia, com intervalo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

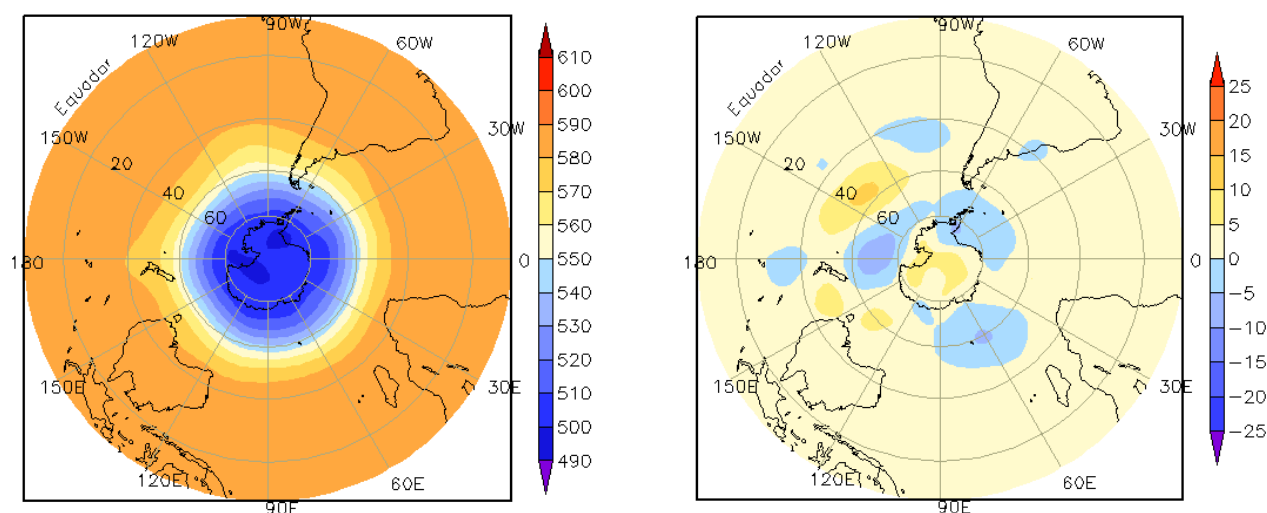


FIGURA 12 – Altura geopotencial em 500 hPa para o Hemisfério Sul, em MARÇO/2010. As alturas são analisadas numa grade de 2,5° e interpoladas para uma grade de 5° em projeção estereográfica polar de 65x65 pontos no Pólo Sul: a) média, com intervalo entre as isolinhas de 10 m; b) anomalia, com intervalo entre as isolinhas de 5 m. 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

A posição da ZCIT ao norte de sua climatologia contribuiu para a ocorrência de chuvas abaixo da média na maior parte das Regiões Norte e Nordeste do Brasil. Por outro lado, a configuração de dois episódios da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) favoreceu o aumento das chuvas principalmente na Bahia, Minas Gerais, Espírito Santo e Rio de Janeiro. Os Vórtices Ciclônicos em Altos Níveis (VCAN), que atuaram próximo e sobre a costa leste do Brasil, ora favoreceram ora inibiram as chuvas em algumas áreas do Nordeste. Na Região Sul, registrou-se a atuação de apenas dois sistemas frontais. 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

Os totais mensais de precipitação continuaram abaixo da média histórica na maior parte da Região, com destaque para o leste do Amapá, norte do Pará e Ilha de Marajó, onde os desvios negativos excederam 200 mm. Mesmo com a escassez de chuva, a atuação de sistemas como a Alta da Bolívia e as Linhas de Instabilidade (LIs), associadas aos efeitos termodinâmicos locais, favoreceu a ocorrência de chuvas mais acentuadas em alguns dias. Destacaram-se os totais diários registrados em Coari-AM (93,4 mm, no dia 01; 93,6 mm, no dia 16), onde a chuva acumulada no mês atingiu aproximadamente 400 mm, enquanto que a climatologia mensal é igual a 231,7 mm; Porto Nacional-TO (86 mm, no dia 08; 81,3 mm, no dia 21); Palmas-TO: 156,5 mm, no dia 23); Rio Branco-AC; 108,7 mm, no dia 27; e Óbidos-PA; 83 mm, no dia 28 (Fonte: INMET). De modo geral, as chuvas ocorreram acima da média histórica em algumas áreas no Amazonas e no sul do Acre e Rondônia.

2.1.2 – Região Centro-Oeste

A atuação da Alta da Bolívia e a configuração

de episódios de ZCAS contribuíram para a ocorrência de chuvas acima da média principalmente no setor central do Mato Grosso e de Goiás e no nordeste do Mato Grosso do Sul. Destacaram as chuvas registradas nas cidades de Cuiabá-MT (95,7 mm, no dia 01 e 79,6 mm, no dia 27); Ponta Porã-MS (70,4 mm, no dia 24); e Jataí-GO (131,2 mm, no dia 25).

2.1.3 – Região Nordeste

A posição dos Vórtices Ciclônicos em Altos Níveis (VCAN) continuou desfavorável à ocorrência de chuvas no centro-norte do Nordeste. A atuação mais ao norte da ZCIT também contribuiu para a maior escassez de chuva desde o norte do Maranhão até o Rio Grande do Norte. Apesar da predominância de chuvas abaixo da média histórica, destacaram-se os valores diários registrados em São João do Piauí-PI: 83,5 mm, no dia 08; São Luís-MA: 162,2 mm, no dia 13; Campos Sales-CE: 100 mm, no dia 21 e Picos-PI: 120,9 mm, no dia 29. Na maior parte da Bahia, as chuvas ocorreram acima da média devido à configuração de episódios de ZCAS. Destacaram-se as chuvas registradas nas cidades de Caetité-BA (87,2 mm, no dia 05); Serrinha-BA (83 mm, no dia 07); Vitória da Conquista-BA (88,9 mm, no dia 08); Canavieiras-BA (76,2 mm, no dia 18) e Porto de Pedras-AL (111,3 mm, no dia 25), segundo dados do INMET.

2.1.4 – Região Sudeste

O episódio de ZCAS que se configurou no início de março favoreceu o aumento das chuvas na maior parte do Sudeste, com anomalias positivas em praticamente todo o Estado de Minas Gerais, Rio de Janeiro e Espírito Santo. Destacaram-se os totais diários de chuva registrados em São Mateus-ES (151,8 mm, no dia 01); Vitória-ES (109 mm, no dia 02); Conceição do Mato Dentro-MG (88,6 mm, no dia 03); Bambuí-MG (108 mm, no dia 04); Salinas-MG (95 mm, no dia 04); Vitória-ES (109 mm, no dia 06); e Rio de Janeiro-RJ (93,3 mm, no dia 07), segundo dados do INMET. Durante a segunda quinzena, a formação de mais duas regiões de convergência de umidade e a proximidade de sistemas frontais que se deslocaram pelo oceano também contribuíram para a formação de áreas de instabilidade no centro-sul da Região, com

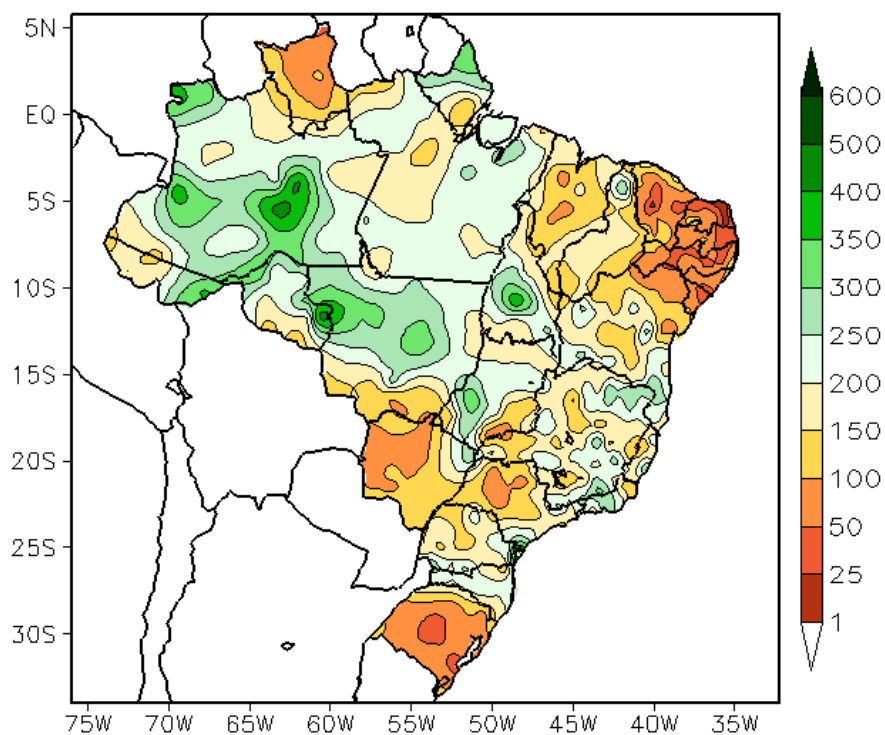


FIGURA 13 - Precipitação total (em mm) para MARÇO/2010.

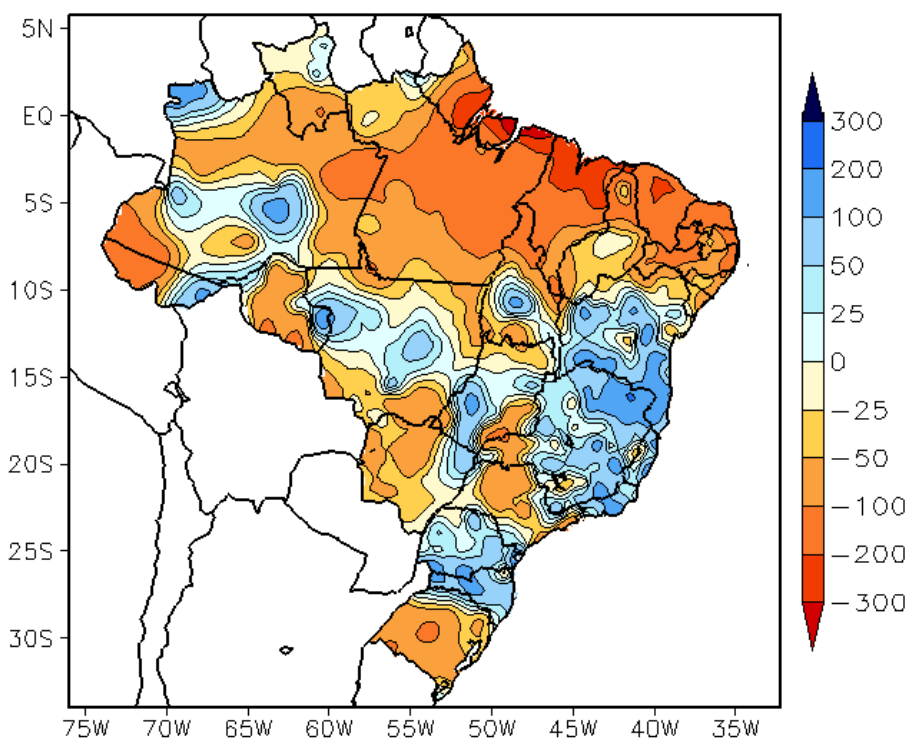


FIGURA 14 - Desvio de precipitação (em mm) em relação à média climatológica para MARÇO/2010 (Climatologia INMET: 1961 - 1990).

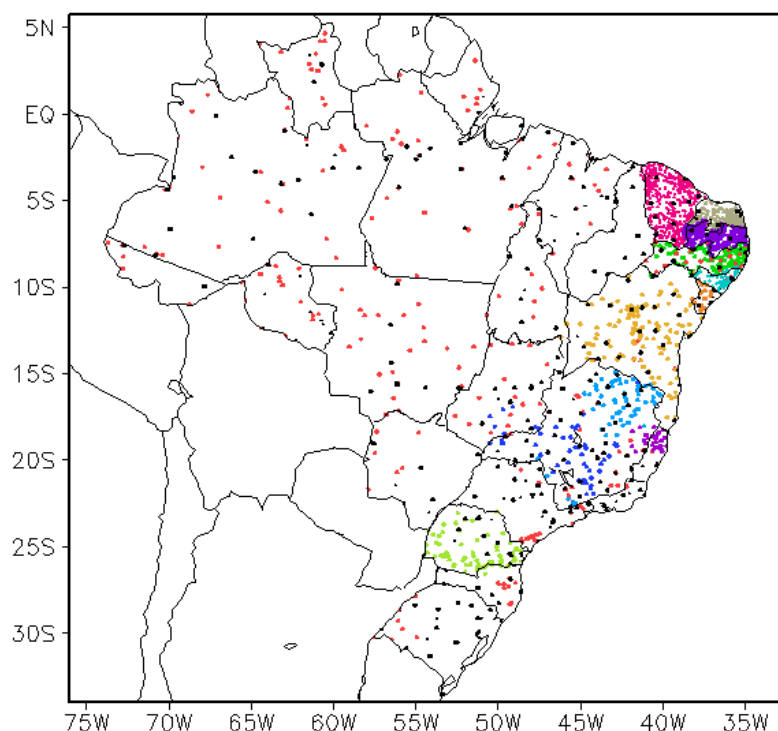


FIGURA 15 – Distribuição espacial das 2.118 estações pluviométricas e meteorológicas utilizadas em MARÇO/2010. (FONTE: CMCD/INPE – INMET – FUNCEME/CE – EMPARN/RN – ITEP/LAMEPE/PE – SEMARHN/DHM/AL – CMRH/SE – SEMARH/BA – SEAG/ES – SIMGE/MG – GEORIO/RJ – IAC/SP – SIMPEPAR/PR – CIRAM/SC – FEPAGRO/RS).

destaque para os totais diários de chuva registrados em São Carlos-SP (97 mm, no dia 15) e Ituiutaba-MG (94 mm, no dia 30). Considerando os totais mensais de chuva, destacou-se o valor acumulado em Vitória-ES (368,5 mm), que excedeu a climatologia em 260,3 mm. Os totais mensais também excederam a média histórica em Juiz de Fora-MG (198 mm) Belo Horizonte-MG (163 mm) e Montes Claros-MG (124,6 mm).

2.1.5 – Região Sul

No início de março, registraram-se elevados totais diários de chuva em Paranaguá-PR (97,8 mm, no dia 05) e Indaial-SC (84,7 mm, no dia 06). Contudo, as chuvas foram mais acentuadas durante a segunda quinzena, quando se observou a atuação do jato em baixos níveis e a incursão de dois sistemas frontais. O segundo sistema frontal, em particular, foi intensificado pela atuação do jato subtropical na alta troposfera, ocasionando temporal no Rio Grande do Sul e rajadas de vento que atingiram 124 km/h em Urubici-SC. Durante a segunda quinzena, a região de convergência de umidade que se formou sobre

Região Sudeste também favoreceu o acumulado de chuva em Londrina-PR (81 mm, no dia 15). Destacaram-se, ainda, os totais diários registrados em Uruguaiana-RS (106 mm, no dia 19); Santa Vitória do Palmar-RS (94,1 mm, no dia 22); Dionísio Cerqueira-SC (112 mm, no dia 25) e Londrina-PR (67,5 mm, no dia 28), segundo dados do INMET.

2.2 – Análise da Temperatura no Brasil

De modo geral, as temperaturas ocorreram acima da média na maior parte do Brasil, no decorrer do mês de março. As temperaturas máximas foram mais elevadas no Nordeste e no Centro-Oeste (Figura 16). Destacaram-se os valores observados nas cidades de Nova Maringá-MT (37,1°C), Sobral-CE (37,7°C) e Caicó-RN (39°C), registrados nos dias 01, 02 e 08, respectivamente. Os maiores desvios positivos foram observados no norte do Nordeste (Figura 17). A temperatura mínima média mensal variou entre 14°C, na serra catarinense, e 24°C, no norte da Região Norte (Figura 18). As temperaturas mínimas também se apresentaram acima da média na maior parte do Brasil (Figura 19). No Estado de São Paulo, a temperatura média

mensal variou entre 18°C e 24°C, com destaque para as anomalias positivas no setor leste (Figuras 20 e 21).

3. PERTURBAÇÕES ATMOSFÉRICAS SOBRE O BRASIL

3.1 – Sistemas Frontais e Frontogênese

Em março, apenas dois sistemas frontais atuaram em território brasileiro, influenciando apenas o litoral e interior da Região Sul (Figura 22). Considerando as latitudes entre 25°S a 35°S, este número ficou abaixo da climatologia para este mês.

No dia 06, notou-se a formação de um acentuado cavado em médios e altos níveis, com eixo sobre as Regiões Sudeste e o Sul do Brasil e que, nos dias subsequentes, tornou-se um vórtice ciclônico na média e alta troposfera. Este sistema se intensificou e contribuiu para a formação de um ciclone extratropical a leste de Santa Catarina no decorrer do dia 09, afetando as condições de tempo principalmente no litoral da Região Sul.

O primeiro sistema frontal deslocou-se desde a Argentina até o sul do Rio Grande do Sul no decorrer do dia 14. No dia seguinte, este sistema passou pela cidade de Porto Alegre-RS e avançou até Florianópolis-SC. Este primeiro sistema propagou-se pelo Atlântico e reforçou o canal de umidade no litoral da Região Sudeste nos dias 17 e 18. Neste período, a atuação conjunta de cavados que se propagavam em médios e altos níveis da atmosfera favoreceu a ocorrência de chuvas entre São Paulo, Minas Gerais e o Rio de Janeiro (ver seção 2.1).

No dia 22, o segundo sistema frontal atuou entre o Uruguai e o Rio Grande do Sul, associado a uma ciclogênese que se configurou a leste do Uruguai. O sistema frontal deslocou-se para o oceano, porém persistiu a atuação do jato em baixos e altos níveis, os quais, associados ao elevado calor e umidade, causaram atividade convectiva mais intensa no Rio Grande do Sul e em Santa Catarina, onde ocorreram rajadas superiores a 100 km/h (ver seção 2.1.5).

3.2 – Massas de Ar Frio e Geadas

Quatro massas de ar frio ingressaram no Brasil durante o mês de março. A maioria dos anticiclones associados apresentou fraca

intensidade, com exceção do segundo sistema, que causou declínio das temperaturas, principalmente no Rio Grande do Sul.

A massa de ar frio que se encontrava próximo ao litoral da Região Sul, no final do mês anterior, estendeu-se para o litoral da Região Sudeste no início de março. Este anticiclone permaneceu estacionário sobre o oceano, deslocando-se lentamente para leste a partir do dia 05. Em São Paulo, capital, registrou-se temperatura mínima igual a 16,2°C, no dia 02 (Fonte: INMET). Nas cidades de Londrina e Campo Mourão, no Paraná, o dia 07 foi o mais frio, com temperaturas mínimas iguais a 16,8°C e 12,6°C, respectivamente.

A primeira massa de ar frio ingressou pelo oeste do Rio Grande do Sul no dia 11, avançando sobre Santa Catarina e o sul do Paraná nos dias 12 e 13, deslocando-se, posteriormente para o oceano. Em Uruguaiana-RS, a temperatura mínima passou de 20,6°C para 14,1°C, entre os dias 11 e 12. Em São Joaquim-SC, a temperatura mínima declinou de 14,4°C no dia 13 para 11,5°C, no dia 15.

No dia 15, a segunda massa de ar frio atuou sobre o sul do Rio Grande do Sul. Esta massa de ar frio estendeu-se para os setores central e litoral de Santa Catarina, Paraná e São Paulo, deslocando-se posteriormente para o oceano. O dia 17 foi o mais frio do mês no Rio Grande do Sul, com temperaturas que variaram entre 11°C a 13°C. Neste dia, os termômetros registraram temperaturas mínimas iguais a 12,2°C em Bom Jesus-RS e 11,2°C em São Joaquim-SC.

A terceira massa de ar frio foi continental e ingressou pelo sul do Rio Grande do Sul no dia 22. No dia seguinte, deslocou-se para o litoral da Região Sul e, posteriormente, para o oceano.

Entre os dias 25 e 29, a quarta massa de ar frio atuou no extremo sul do Rio Grande do Sul. Neste período, o centro do anticiclone associado posicionou-se sobre o oceano, deslocando-se lentamente para leste.

No final do mês, um anticiclone com centro posicionado a leste da Argentina favoreceu a advecção de ar frio em direção à costa leste da Região Sul do Brasil. No dia 30, as temperaturas mínimas declinaram mais que 4°C, passando a 11°C e 10,5°C nas cidades de Bom Jesus-RS e São Joaquim-SC, respectivamente.

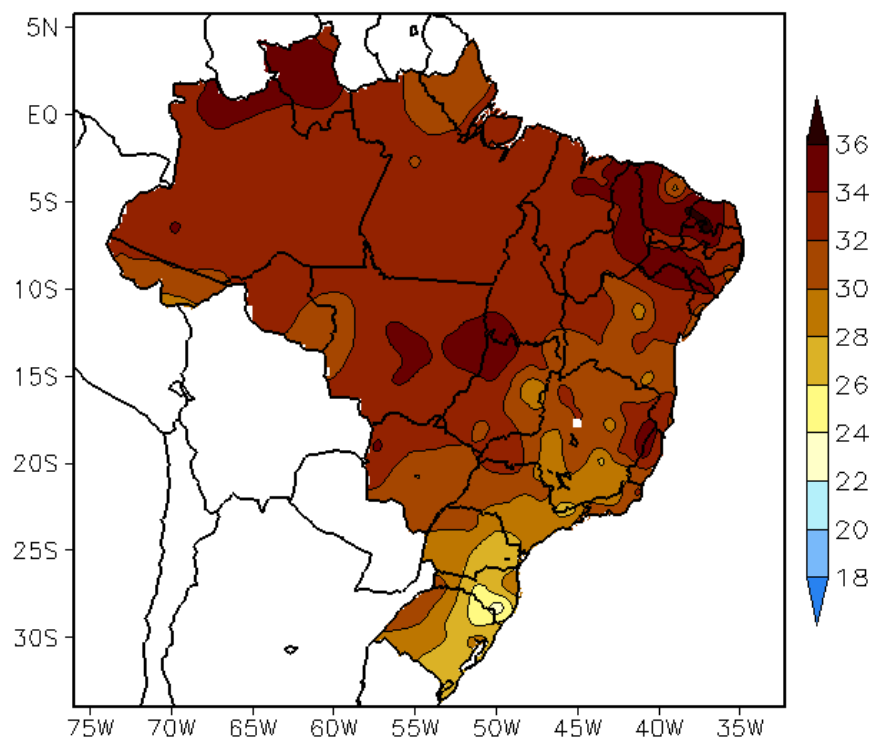


FIGURA 16 - Temperatura máxima do ar à superfície (em °C), em MARÇO/2010. (FONTE: CMCD/INPE - INMET).

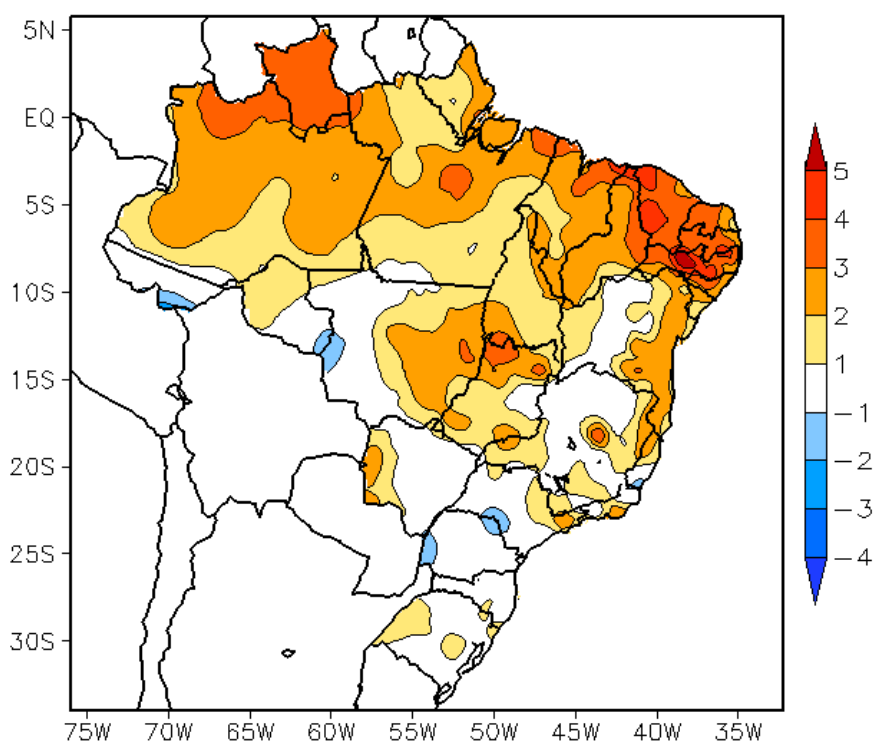


FIGURA 17 - Anomalia de temperatura máxima no Brasil (em °C), em MARÇO/2010. (FONTE: CMCD/INPE - INMET e Climatologia INMET: 1961 a 1990).

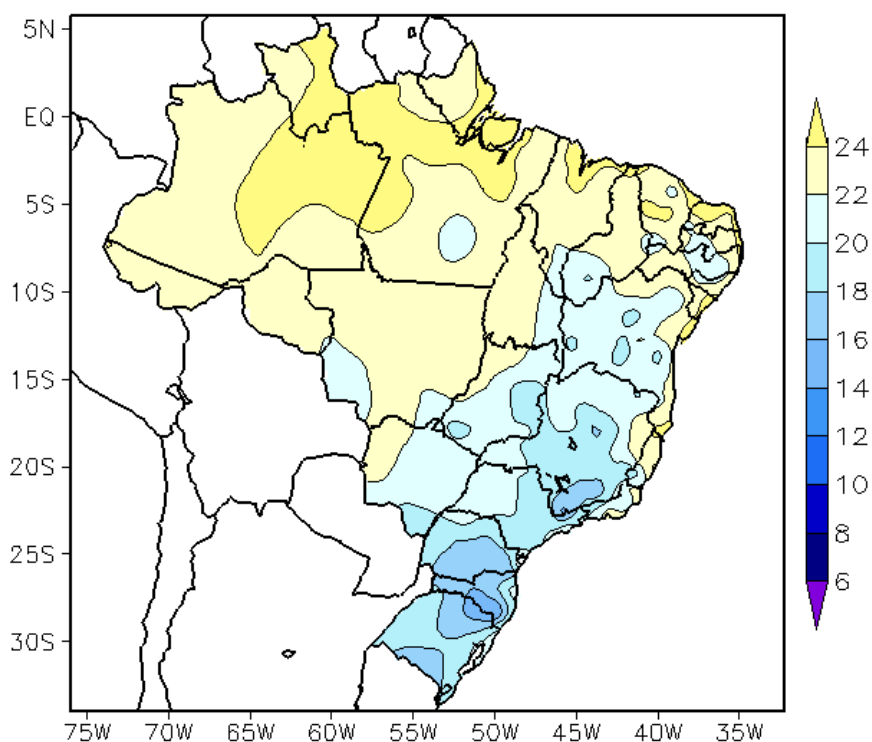


FIGURA 18 - Temperatura mínima média do ar à superfície (em °C), em MARÇO/2010. (FONTE: CMCD/INPE - INMET).

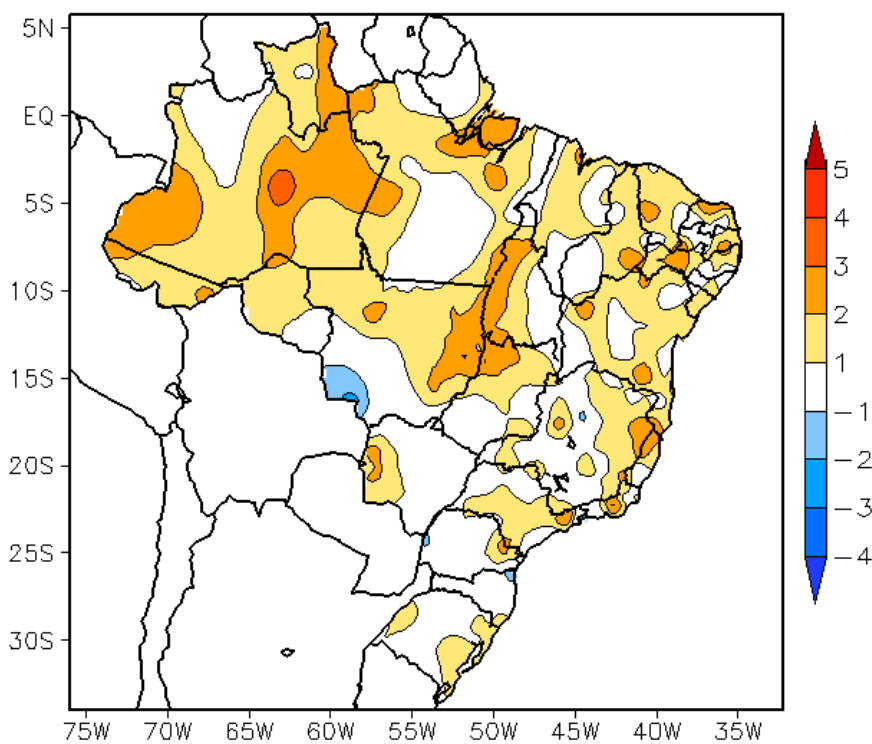


FIGURA 19 - Anomalia de temperatura mínima no Brasil (em °C), em MARÇO/2010. (FONTE: CMCD/INPE - INMET e Climatologia INMET: 1961 a 1990).

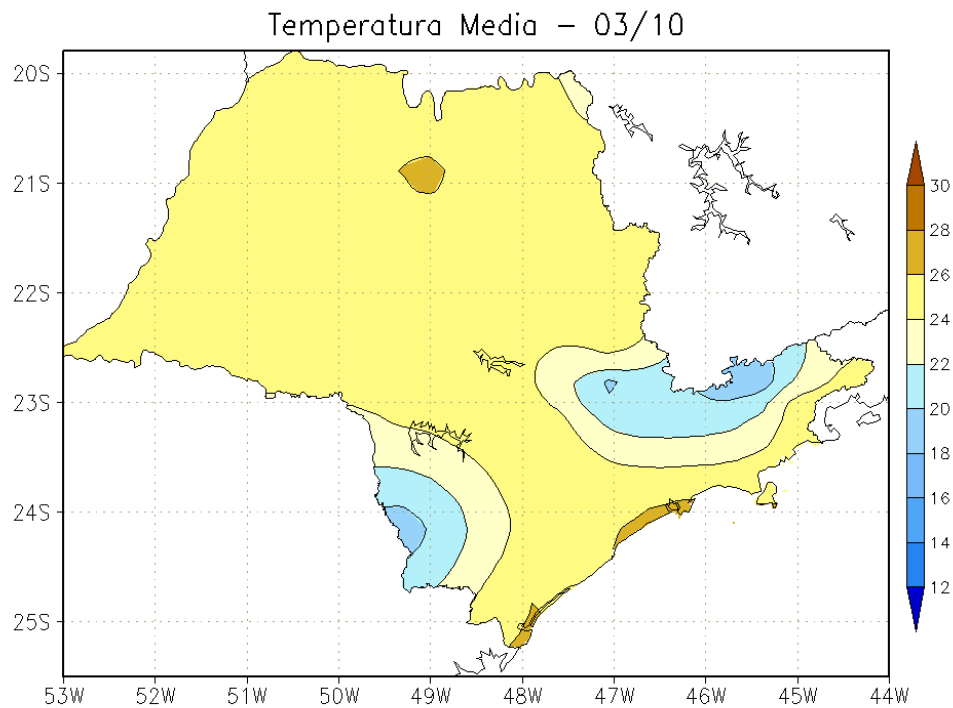


FIGURA 20 - Temperatura média do ar à superfície (em °C), em MARÇO/2010, para o Estado de São Paulo. (FONTE: IAC).

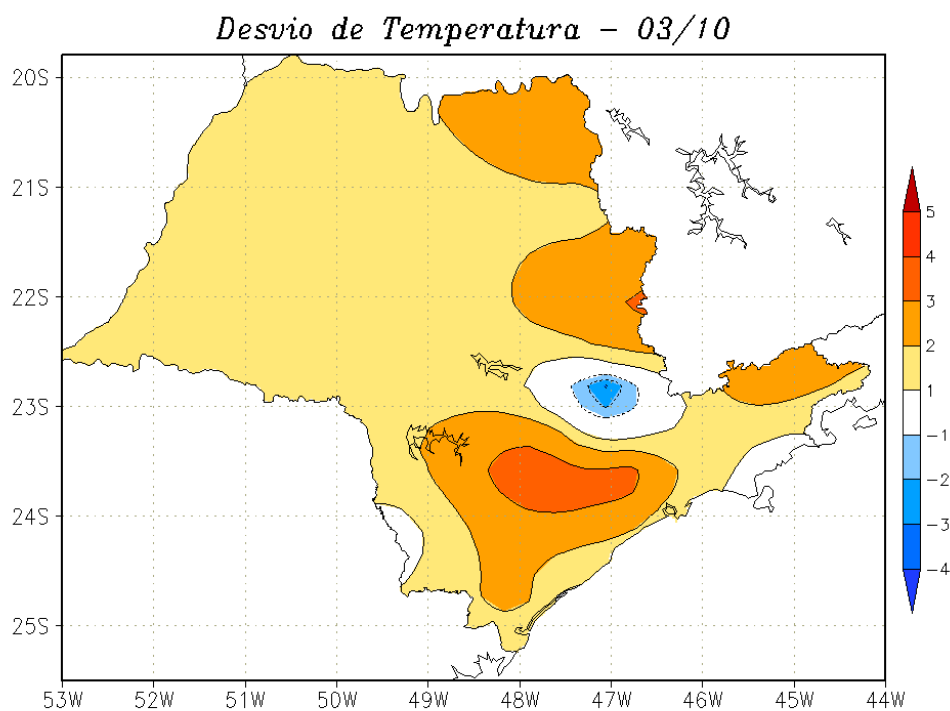
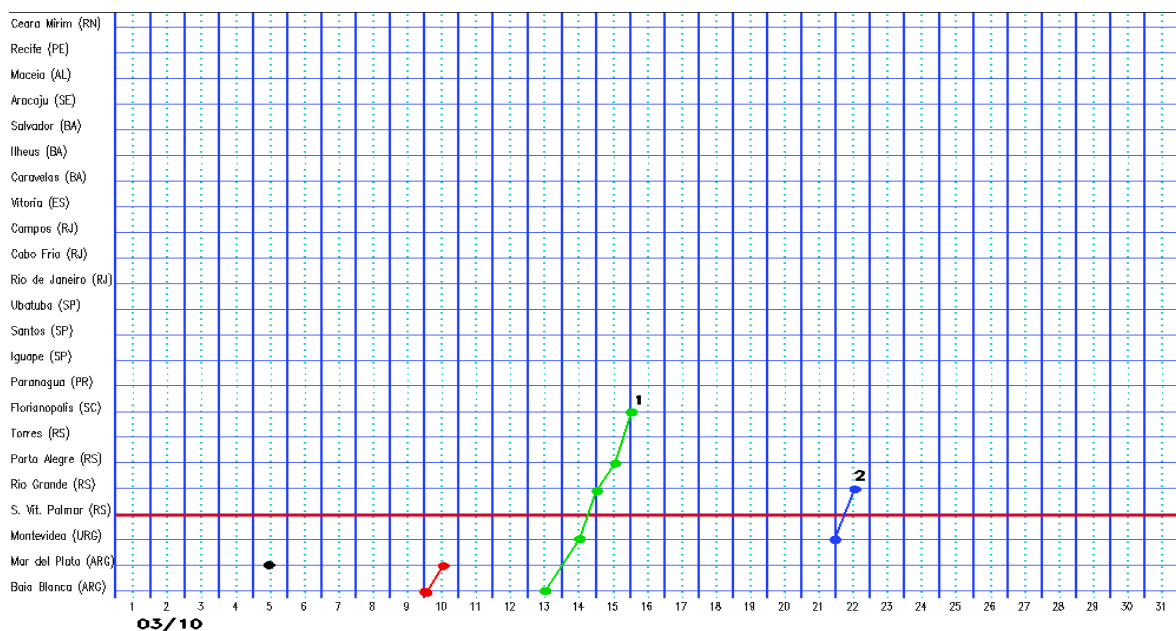
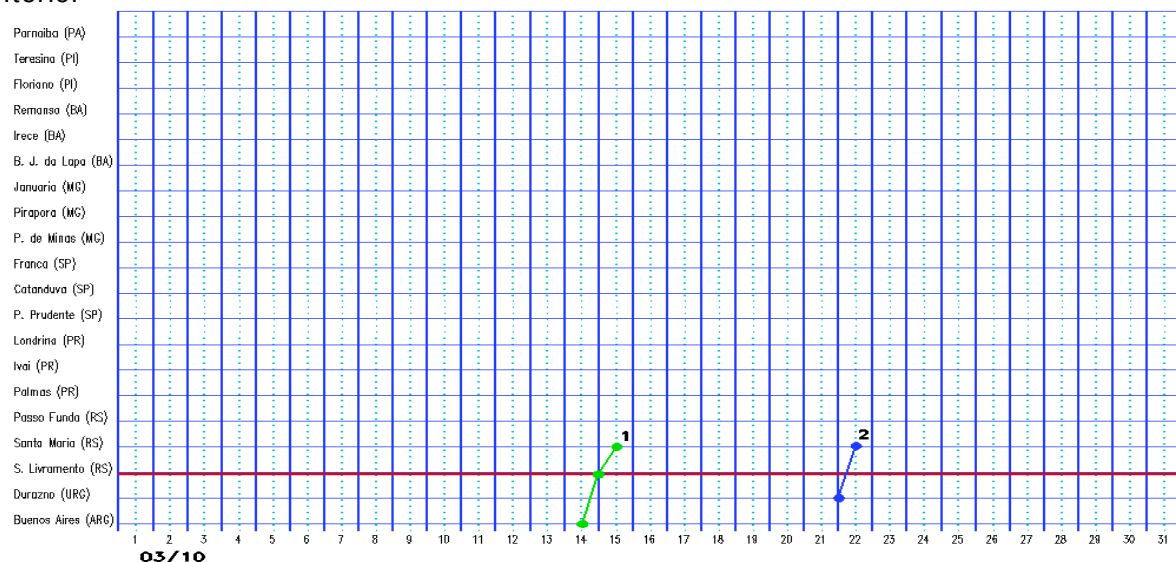


FIGURA 21 - Desvio de temperatura média do ar à superfície (em °C) em relação à média climatológica (1961 -1978), em MARÇO/2010, para o Estado de São Paulo. (Climatologia do INMET: 1961 - 1990) (FONTE: IAC (dados)/CPTEC(anomalia)).

a) Litoral



b) Interior



c) Central

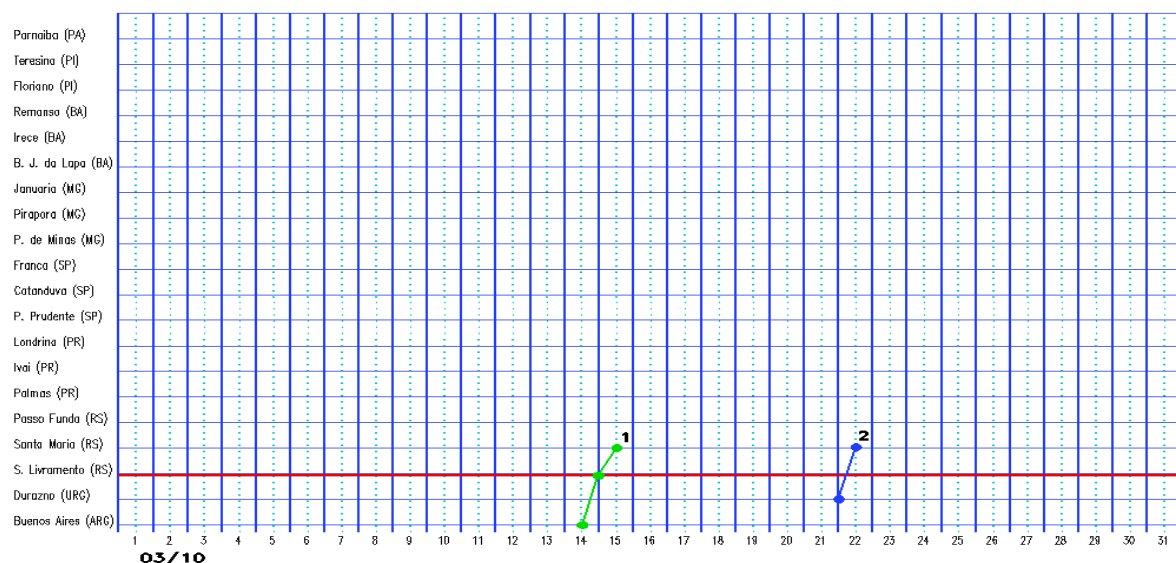


FIGURA 22 - Seções estação versus tempo dos sistemas frontais que penetraram no Brasil em MARÇO/2010. O acompanhamento das frentes é feito nos horários das 00:00 TMG (linha contínua) e 12:00 TMG (linha pontilhada). Os pontos mostram que a frente esteve posicionada na estação no dia e hora indicados.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

3.3 – Atividade Convectiva sobre a América do Sul

Durante o mês de março, destacou-se a atividade convectiva associada ao episódio de ZCAS que se configurou principalmente na 1ª e 2ª pântadas sobre o setor central do Brasil. (Figura 23). Na Região Sul, a atividade convectiva foi um pouco mais acentuada na 2ª, 3ª e 5ª pântadas. Na Região Nordeste, ainda se observou a atuação de vórtices ciclônicos em altos níveis na maioria das pântadas de março, ressaltando-se a 6ª pântada, quando estes sistemas posicionaram-se sobre o continente e inibiram a convecção. A banda de nebulosidade associada à ZCIT aparece melhor configurada sobre o Atlântico Equatorial na 1ª e 2ª pântadas, porém foi mais favorável ao aumento da atividade convectiva sobre o norte do Brasil no decorrer da 5ª pântada (ver seção 3.3.1).

3.3.1 – Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS)

A formação de episódios bem configurados da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) ocorreu nos períodos de 28 de fevereiro a 04 de março e de 06 a 12 de março (Figura 24). Outras duas regiões de convergência de umidade formaram-se sobre as Regiões Sudeste e Centro-Oeste, no período de 15 a 18 e no final de março, porém sem caracterizar um clássico episódio de ZCAS.

No primeiro episódio de ZCAS, a banda de nebulosidade estendeu-se desde o sul da Amazônia e o norte das Regiões Centro-Oeste e Sudeste até o Atlântico (Figura 24a). Nas Figuras 24b a 24c, nota-se a região de convergência de umidade, a área de maior movimento divergente e o cavado em altos níveis mais acentuado sobre áreas oceânicas. As chuvas associadas concentraram-se principalmente nos Estados da Região Sudeste e no sul de Goiás (Figura 24e). No segundo episódio de ZCAS, notou-se a banda de nebulosidade mais restrita ao norte das Regiões Sudeste e Centro-Oeste e no sul da Bahia. Este episódio foi intensificado pela baixa que se formou adjacente ao litoral da Região Sul e que se aprofundou em níveis médios e altos da atmosfera. As chuvas associadas concentraram-se principalmente no sul da Bahia e no norte de Minas Gerais e Espírito Santo (Figura 24j).

No período de 15 a 18, observou-se a formação de uma região de convergência de umidade, porém tanto a banda de nebulosidade como o escoamento e as chuvas associadas apresentaram fraca intensidade (Figuras 24f a 24j). Outra região de convergência de umidade se estabeleceu sobre parte das Regiões Sudeste, Centro-Oeste e Norte do Brasil nos dias 29 a 31 de março, com chuvas mais acentuadas no leste de São Paulo e sul de Minas Gerais.

3.3.2 – Zona de Convergência Intertropical (ZCIT)

A Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) oscilou entre o Equador e 5°N, ao norte de sua posição climatológica para o mês de março (Figura 25). Esta posição da ZCIT foi associada ao aquecimento anômalo das águas do Atlântico Norte, conforme descrito na seção 1, resultando em intensa anomalia negativa de precipitação no centro-norte das Regiões Norte e Nordeste do Brasil (ver seção 2.1). Nas imagens médias de temperatura de brilho mínima, notou-se a banda de nebulosidade da ZCIT com maior atividade convectiva na 5ª pântada e com menor atividade na 6ª pântada, quando houve maior atuação dos vórtices ciclônicos sobre a costa leste do Brasil (Figura 26).

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

Em março, as Linhas de Instabilidade (LIs) estiveram melhor caracterizadas em dezoito episódios, atuando preferencialmente entre as Guianas e o norte do Nordeste (Figura 27). Notou-se que, em alguns episódios, os aglomerados de nuvens que formam as LIs ocorreram em conjunto com a circulação dos vórtices ciclônicos e com a banda de nebulosidade associada à ZCIT (ver seções 3.3.1 e 4.3). Destacaram-se os dias 18, 25 e 28, nos quais as LIs aparecem melhor caracterizadas e associadas à ocorrência de chuvas mais acentuadas no norte do Nordeste (ver seção 2.1).

4. ESCOAMENTO EM ALTOS NÍVEIS

4.1 – Jato sobre a América do Sul

O jato subtropical apresentou posicionamento variável ao longo do mês de março, razão pela qual sua magnitude média foi

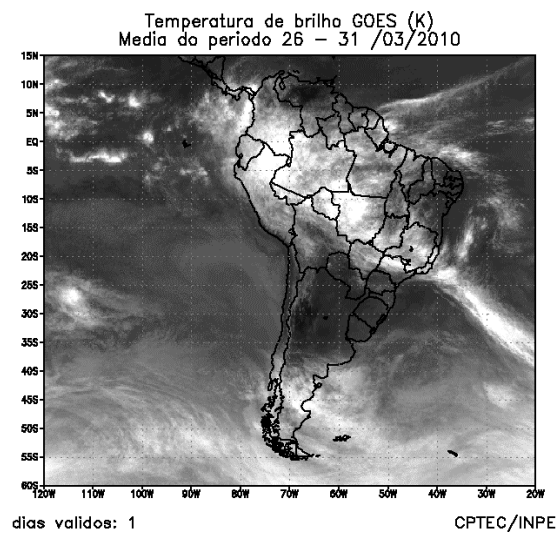
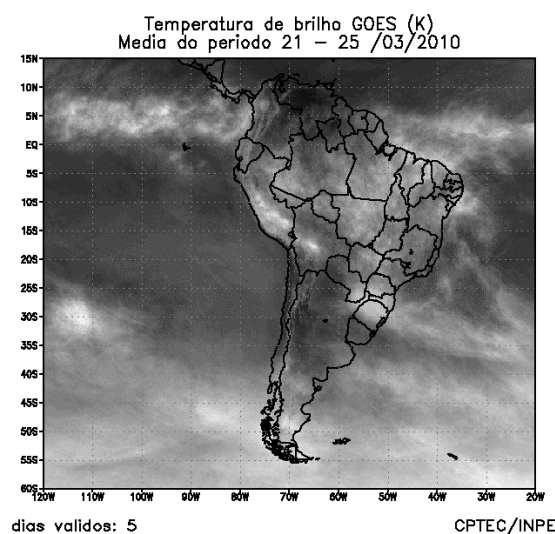
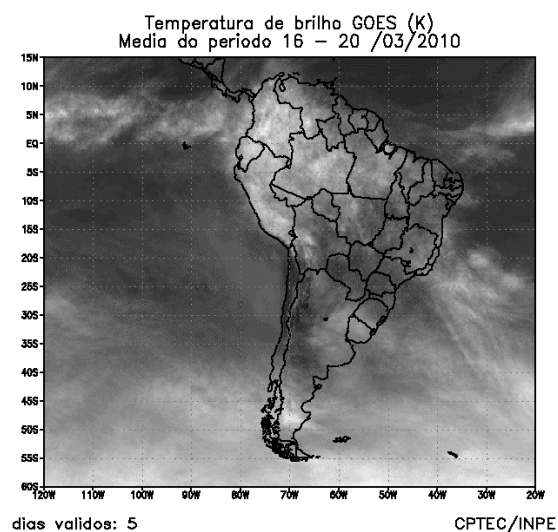
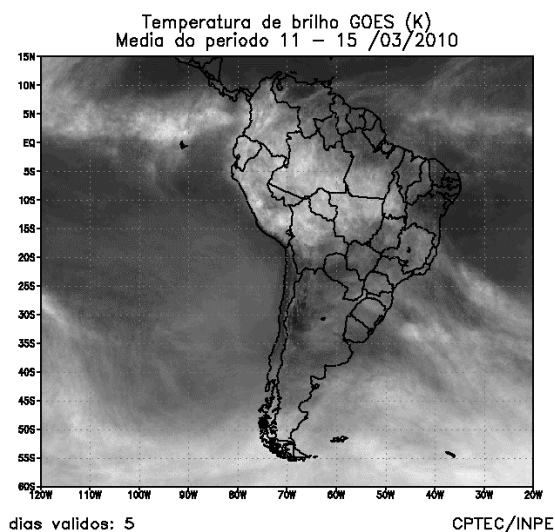
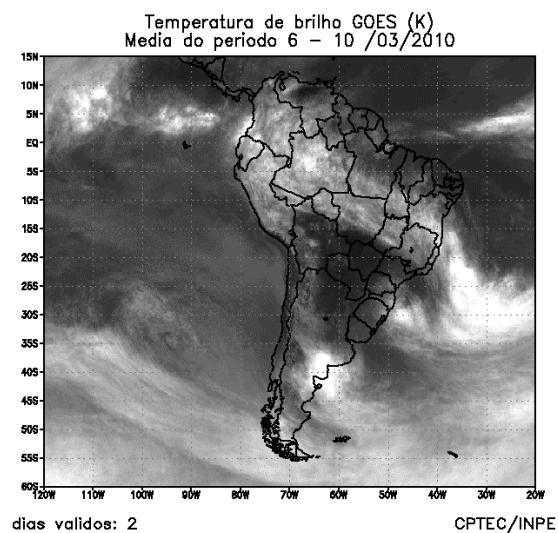
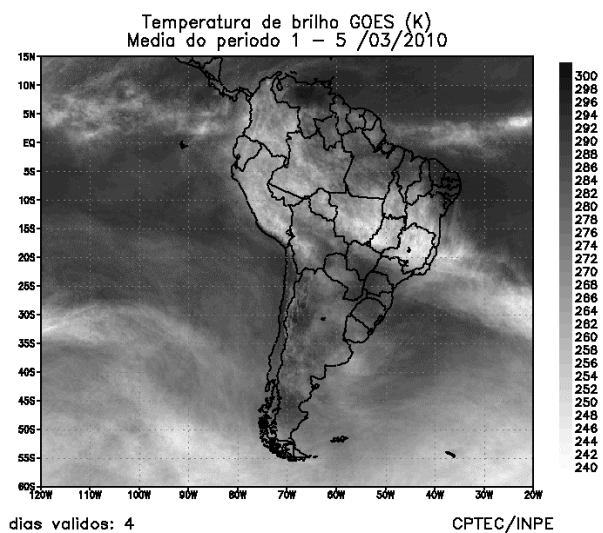


FIGURA 23 - Pêntadas de temperatura de brilho média (K) para o mês de MARÇO/2010.
(FONTE: Satélite GOES 12).

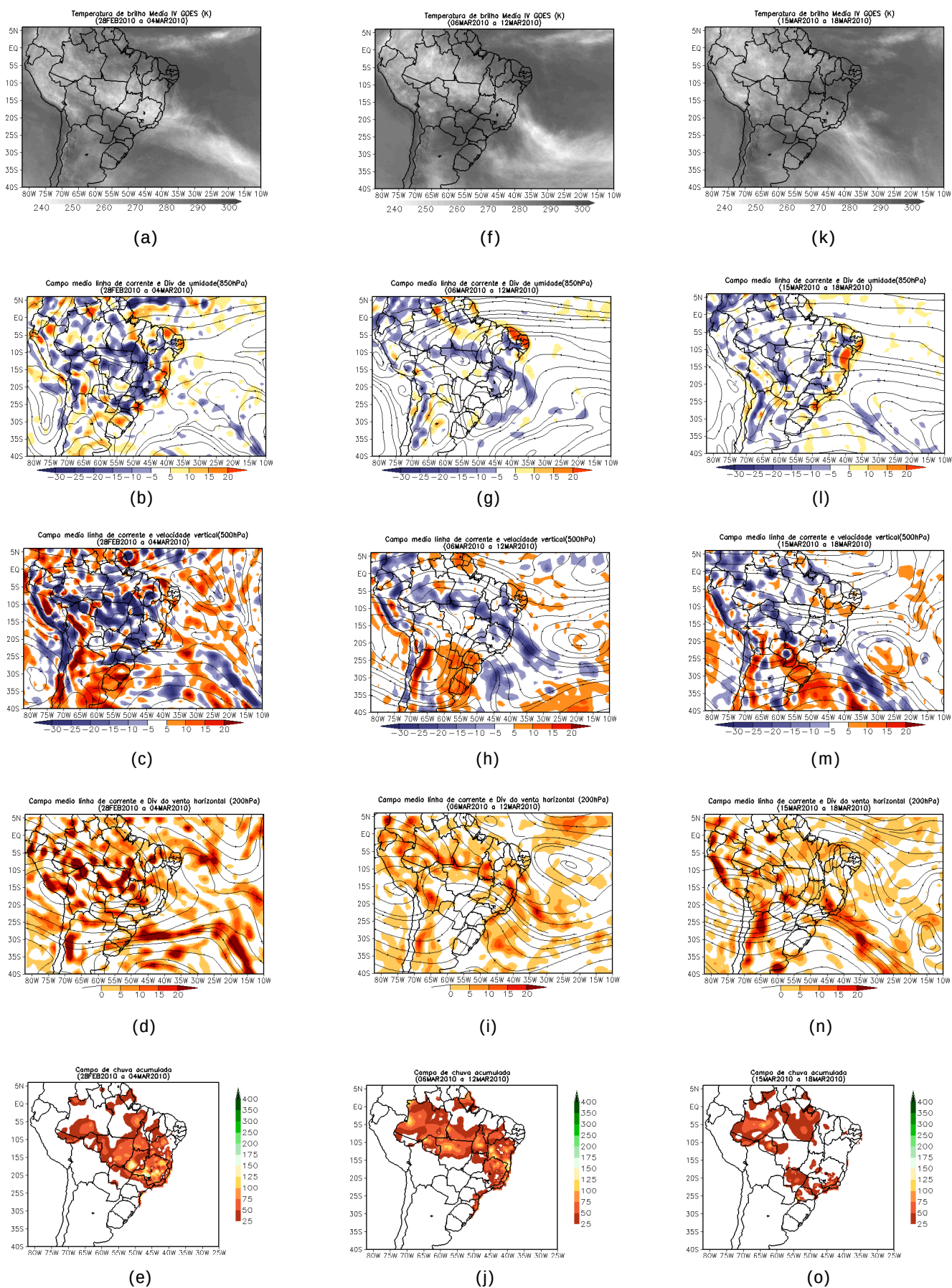


FIGURA 24 - Campos ilustrativos de três episódios de ZCAS nos períodos 28 de FEVEREIRO/2010 a 04 de MARÇO/2010, 06 a 12 de MARÇO/2010 e 15 a 18 de MARÇO/2010 a saber: temperatura de brilho média obtida pelo satélite GOES-12 (a, f e k); campo médio de linha de corrente e divergência de umidade no nível de 850 hPa, em $10^{-8} \text{kg} \cdot \text{s}^{-1}$ (b, g e l); campo médio de linha de corrente e velocidade vertical, em 500 hPa, em $10^{-3} \text{Pa} \cdot \text{s}^{-1}$ (c, h e m); campo médio de linha de corrente e vorticidade relativa no nível de 200 hPa, em 10^{-5}s^{-1} (d, i e n); e campo de precipitação acumulada em mm (e, j e o).

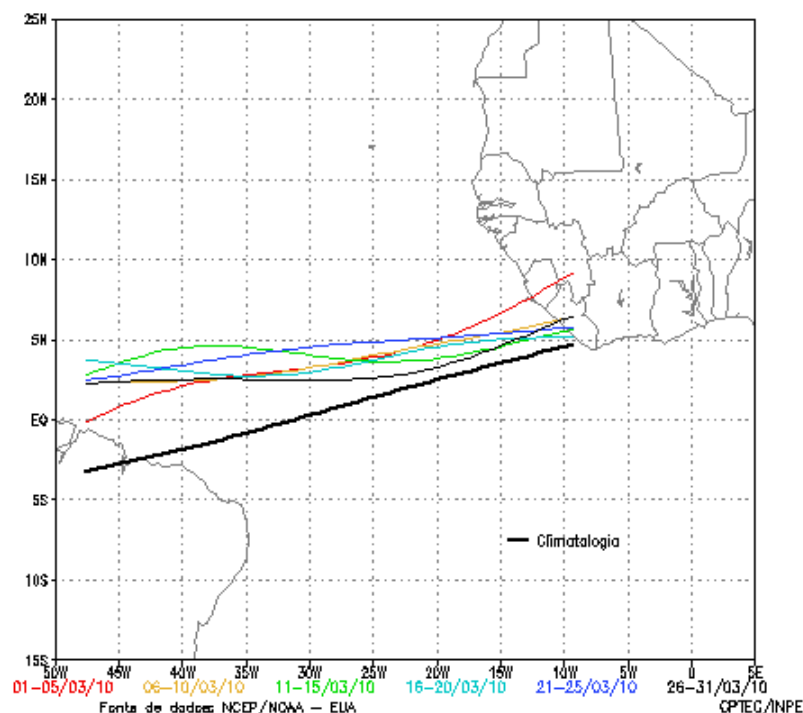


FIGURA 25 - Estimativa da posição média pentadal da ZCIT, em MARÇO/2010, a partir da localização dos mínimos valores de ROL ao longo do Oceano Atlântico Equatorial (a).

inferior a 30 m/s sobre a América do Sul (Figura 28a). Durante a primeira quinzena de março, em particular, o jato subtropical ficou mais intenso que a climatologia sobre o Brasil Central, resultando na configuração do VCAN próximo à Região Sul do Brasil (Figura 28b). Destacou-se, também, a atuação conjunta do jato subtropical e do jato polar norte sobre o sul do Brasil, favorecendo o deslocamento do único sistema frontal que conseguiu avançar até o litoral de Santa Catarina, no decorrer do dia 15 (Figuras 28c e 28d).

4.2 – Circulação da Alta da Bolívia

A Alta da Bolívia esteve bem caracterizada em 23 dias de março, atuando preferencialmente sobre o Peru, Bolívia e oeste do Brasil (Tabela 2). No escoamento médio mensal, o centro da alta troposférica esteve configurado em aproximadamente 16°S/75°W, a oeste de sua posição climatológica (Figura 29a). Neste mês, o escoamento difluente associado à circulação da Alta da Bolívia contribuiu para a formação de áreas de instabilidade principalmente no leste da Região Centro-Oeste e nos setores centro-sul e oeste da Região Norte, como ilustra a imagem do satélite GOES-12 (Figura 29b).

Dia	Posicionamento	Dia	Posicionamento
1	Pe(SE)+MT(SW)	17	Pe(S)
2	Bo(NW)+MT(SW)	18	Pe(S)/Bo(W)
3	MT(S)	19	Pe(S)/Ch(N)
4	Bo(W)+MT(SW)	20	P/Ch(N)
5	Bo(W)	21	Ch(N)
6	Pe(S)	22	Pe(S)
7	P/Pe(SW)	23	MT(SE)
8	*	24	MS(NE)
9	*	25	Bo(SE)+MT(SW)
10	*	26	Pe(S)/Bo(W)
11	*	27	Pe(S)
12	Pe(S)	28	*
13	Pe(S)	29	*
14	Bo(W)	30	*
15	RO(SE)/MT(W)	31	*
16	Pe(S)/Bo(W)		

TABELA 2 – Esta tabela mostra como foi o posicionamento da alta troposférica durante o mês de MARÇO/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.

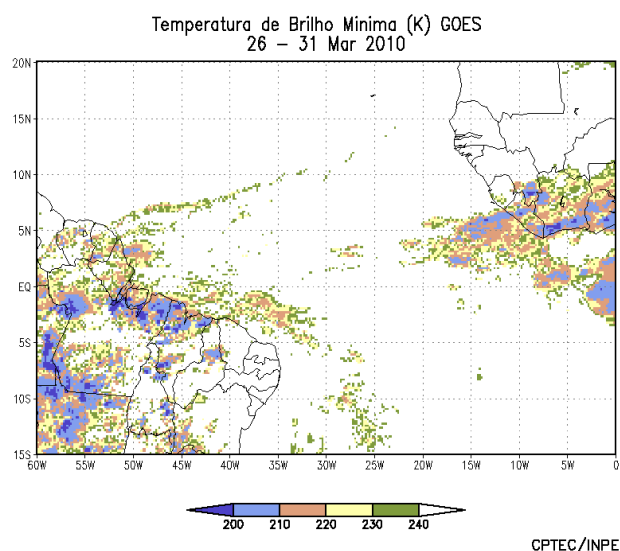
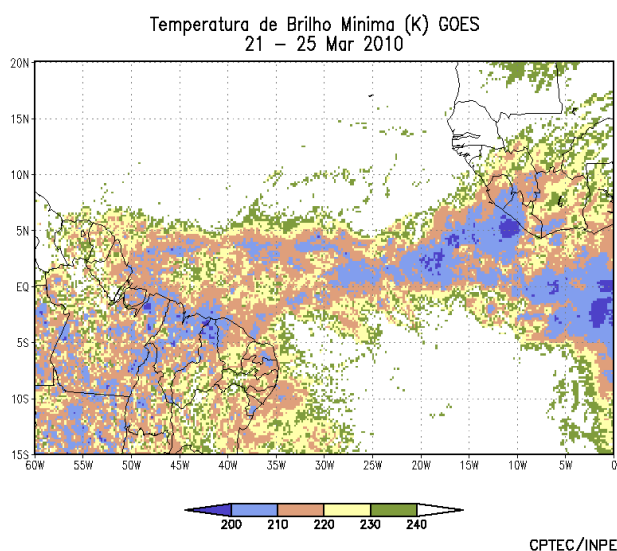
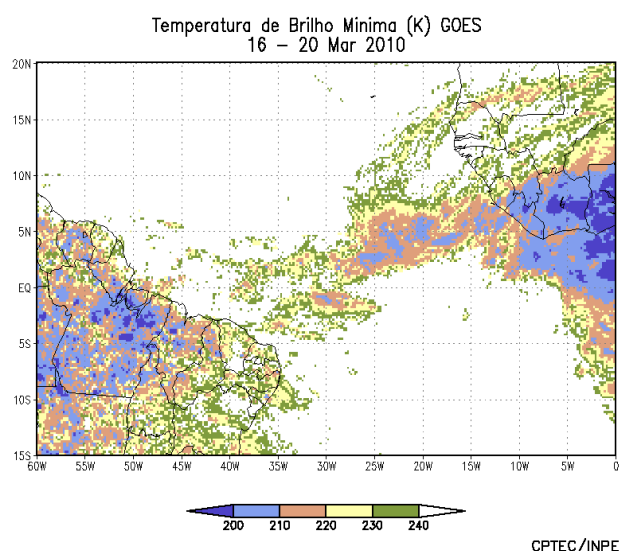
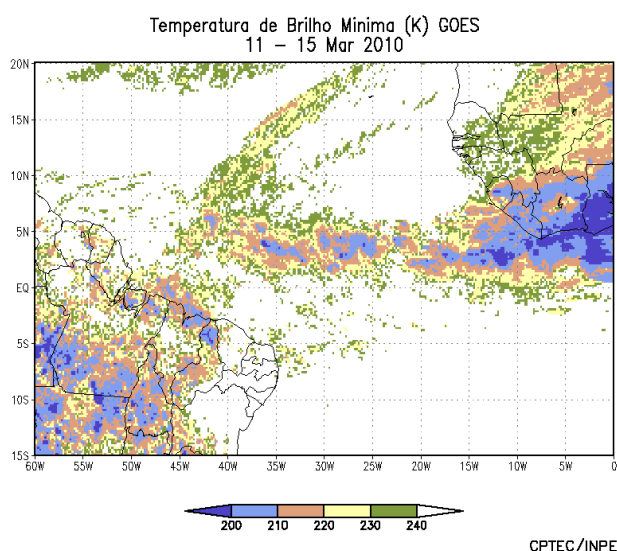
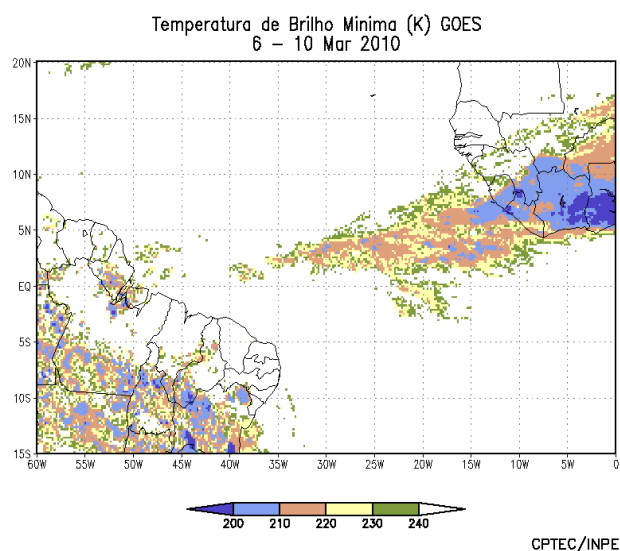
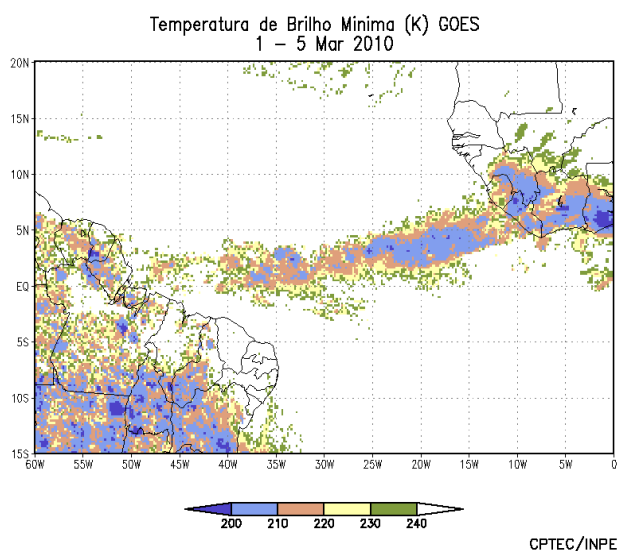


FIGURA 26 - Pêntadas de temperatura de brilho mínima (K) para o mês de MARÇO/2010. (FONTE: Satélite GOES 10).



02/03/10 21:00TMG



04/03/10 23:45TMG



07/03/10 21:00TMG



12/03/10 21:00TMG



13/03/10 21:00TMG



15/03/10 21:00TMG



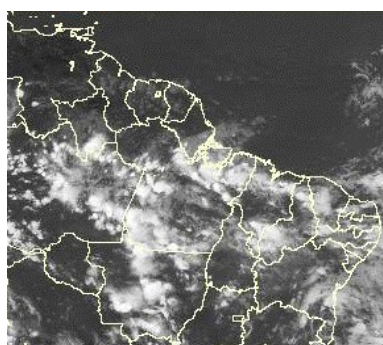
16/03/10 18:00TMG



17/03/10 18:00TMG



18/03/10 21:00TMG



20/03/10 18:00TMG



23/03/10 18:00TMG



24/03/10 21:00TMG



25/03/10 21:00TMG

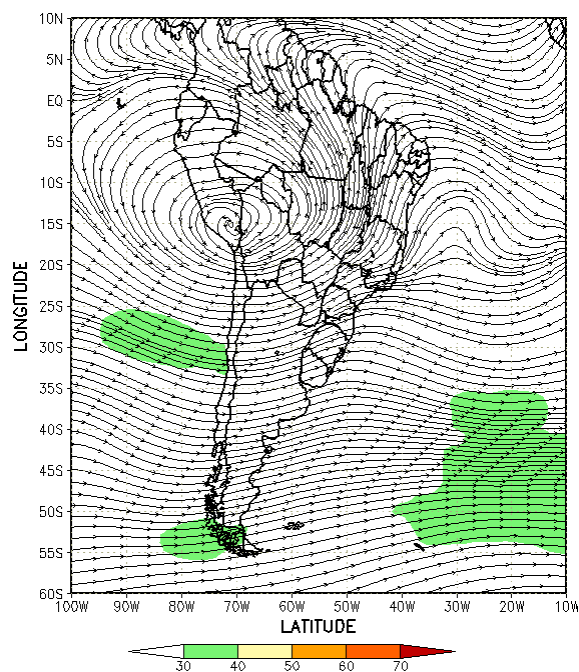


26/03/10 21:00TMG

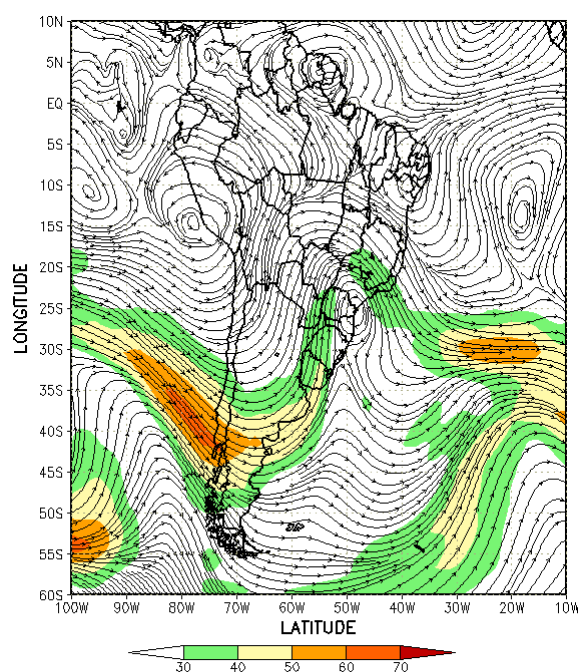


28/03/10 21:00TMG

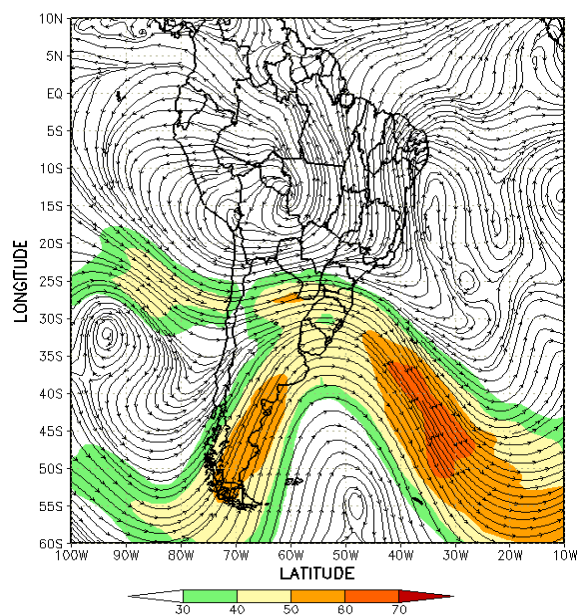
FIGURA 27 - Recortes das imagens do satélite GOES-10, no canal infravermelho, mostrando os dias nos quais ocorreram linhas de Cumulonimbus em MARÇO/2010.



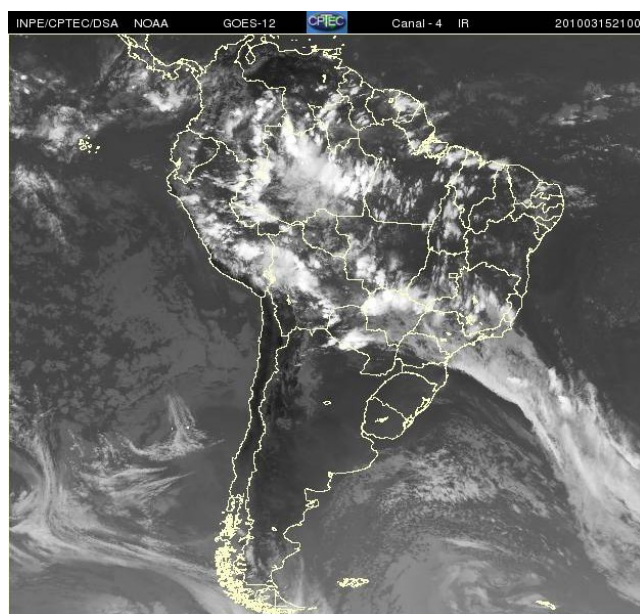
(a)



(b)

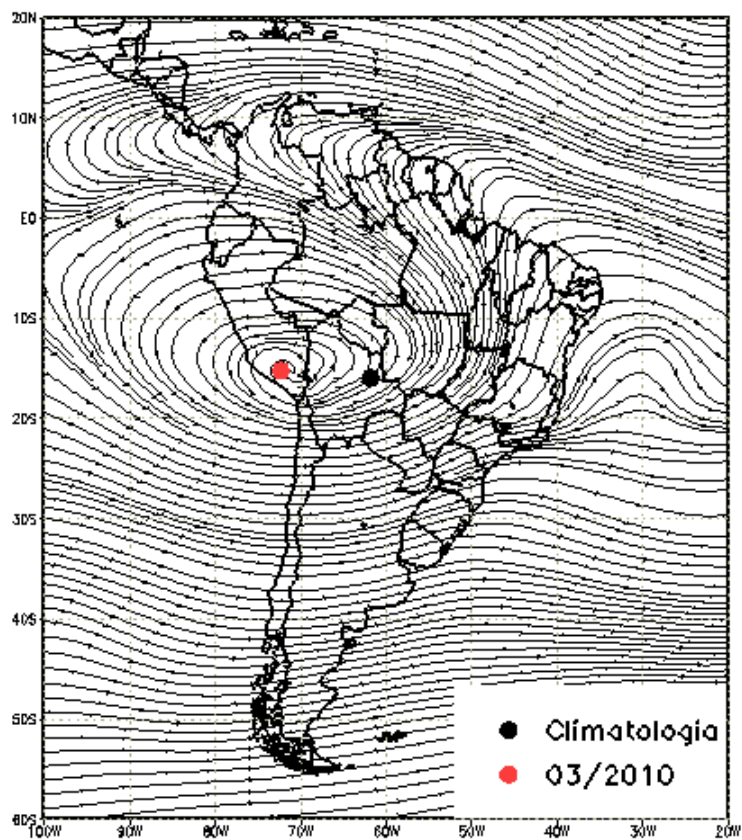


(c)

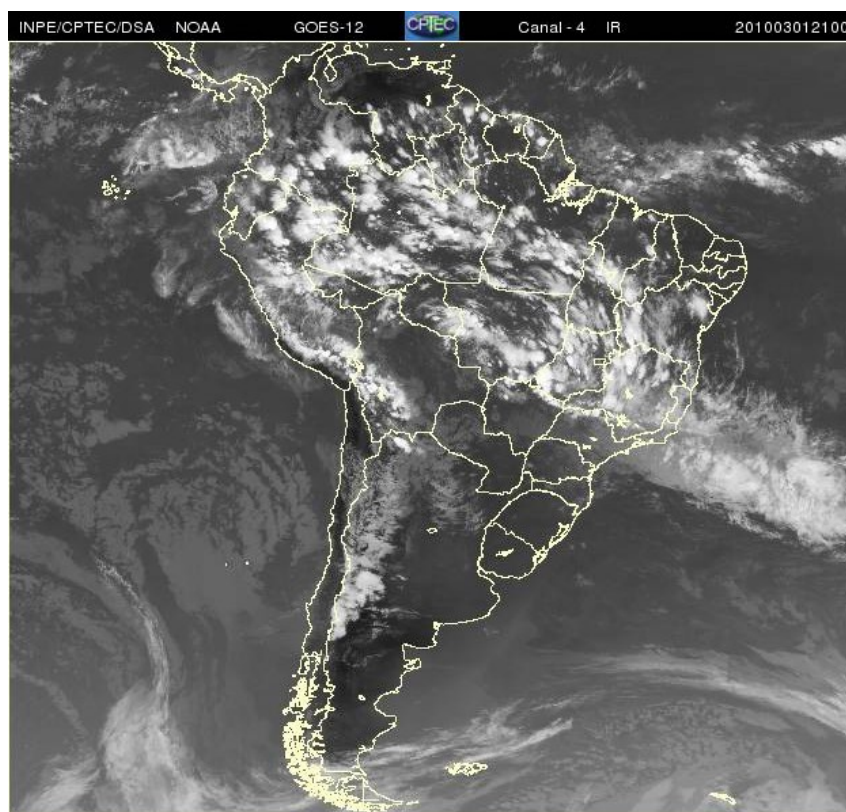


(d)

FIGURA 28 - Escoamento em altos níveis (200 hPa), indicando a posição e magnitude médias do jato subtropical em MARÇO/2010 (a) e os dias 07/03/2010 e 15/03/2010 (b, c), quando foi notada sua maior magnitude sobre a América do Sul. A imagem do satélite GOES-12 (d), canal infravermelho, às 21:00 TMG, ilustra a banda de nebulosidade associada à atuação do jato em 15/03/2010.



(a)



(b)

FIGURA 29 - Posição média climatológica da circulação da alta troposférica em MARÇO/2010 (a). A imagem de satélite ilustra a circulação da Alta da Bolívia no dia 01/03/2010 às 21:00 TMG (b).

4.3 – Vórtices Ciclônicos e Cavados em Altos Níveis

Os Vórtices Ciclônicos em Altos Níveis (VCAN) configuraram-se em cinco episódios no decorrer do mês de março (Figura 30a). Dois destes episódios, localizados sobre o Nordeste e oceano adjacente, apresentaram longa duração. Os demais episódios de VCAN apresentaram curta duração, com destaque para o que se desenvolveu próximo à Região Sul e ao sul da Região Sudeste.

O episódio de VCAN que atuou no período de 01 a 16 foi a continuação do segundo episódio de VCAN que se formou em fevereiro passado. Embora posicionado preferencialmente sobre o oceano, este VCAN atuou em conjunto com o evento de ZCAS que se configurou no início de março e cuja nebulosidade se estendeu pelos Estados da Bahia, Minas Gerais e Espírito Santo, além do centro-norte da Região Centro-Oeste (ver seção 3.1.1), conforme ilustra a imagem de satélite do dia 12 (Figura 30b). O segundo VCAN também afetou a costa leste do Brasil, porém se posicionou um pouco mais ao sul, atuando no período de 20 a 31. A atuação deste VCAN favoreceu a diminuição da convecção na parte sul do Nordeste, principalmente na 6ª pântada de março (ver Figura 22). Por outro lado, o posicionamento do centro deste VCAN no sudeste da Bahia favoreceu o aumento das áreas de instabilidade no norte do Nordeste, também associadas à atuação de LIs ao longo da costa norte da América do Sul (Figura 30b). De modo geral, ao interagir com a região de convergência de umidade que se forma ao longo das Regiões Centro-Oeste e Sudeste, estes VCANs causaram fortes temporais acompanhados por descargas elétricas.

5. ANÁLISE DE DADOS HIDROLÓGICOS NO BRASIL

Durante março, as chuvas foram mais acentuadas na parte sul da bacia do Amazonas, na bacia do Tocantins e no norte da bacia do Paraná. Houve aumento das vazões em parte das bacias do Amazonas, Paraná e Atlântico Sudeste e nas estações monitoradas nas bacias do Tocantins e São Francisco. Considerando a MLT, as vazões ficaram abaixo do esperado principalmente no norte das bacias do Amazonas

e Paraná e nas bacias do Tocantins e São Francisco.

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 2.

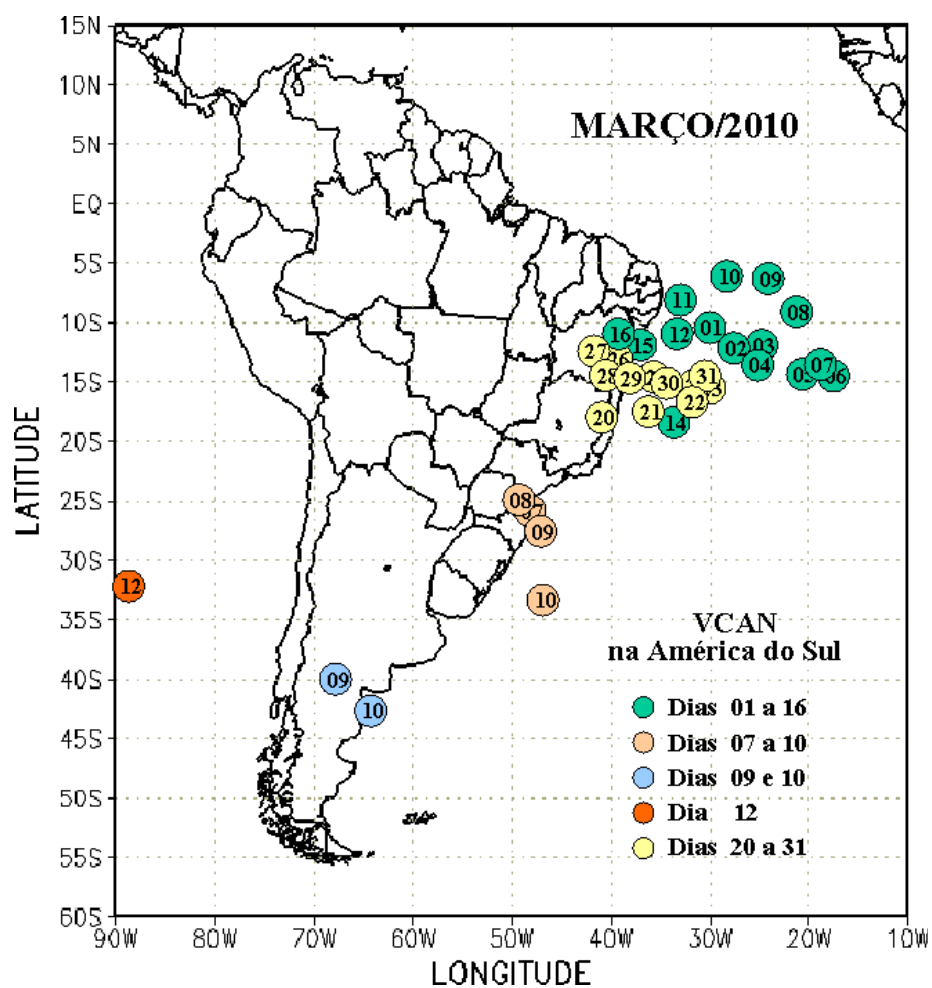
Na estação Manacapuru-AM, as vazões foram calculadas a partir das cotas observadas no Rio Negro, utilizando um modelo estatístico (ver nota nº 8 no final desta edição). Neste mês, a máxima altura registrada foi 24,09 m, a mínima foi 23,10 m e a média igual a 23,56 m (Figura 33).

Como resultado da distribuição espacial das precipitações, as vazões médias mensais aumentaram nas estações de Samuel-RO e Manacapuru-AM e diminuíram nas estações localizadas no norte da bacia do Amazonas. Considerando os correspondentes valores da MLT, apenas a estação Samuel-RO apresentou desvio positivo.

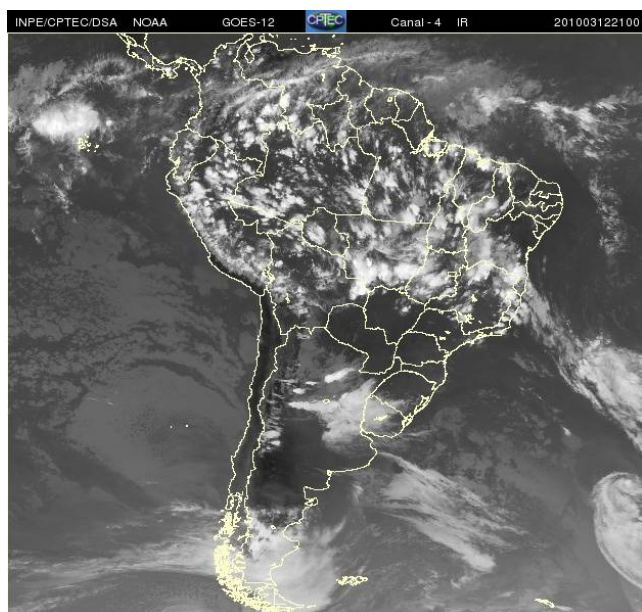
Na bacia do Tocantins, a estação Tucuruí-PA apresentou aumento da vazão média mensal em comparação com o mês anterior, porém abaixo da MLT. Este comportamento foi igualmente observado nas estações monitoradas na bacia do São Francisco.

Na parte norte da bacia do Paraná, as vazões observadas aumentaram em comparação com os valores registrados no mês anterior, porém a maioria das estações apresentou desvio negativo quando considerada a MLT. A exceção ocorreu nas estações de Água Vermelha-SP e Ilha Solteira-SP, onde as vazões ficaram próximas à MLT. Já nas sub-bacias do Paranapanema e Iguaçu, as vazões diminuíram, mas foram superiores aos correspondentes valores da MLT.

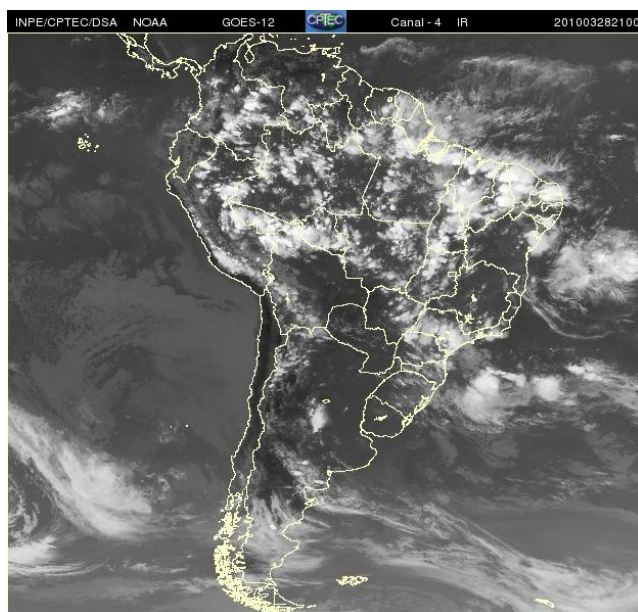
As estações de Passo Real-RS, na bacia do Atlântico Sudeste, e Passo Fundo-RS, na bacia do Uruguai, apresentaram o mesmo comportamento, ou seja, diminuíram em comparação com o mês anterior, porém ficaram um pouco acima da MLT. Já a estação de Blumenau-SC, na bacia do Atlântico Sudeste, apresentou um pequeno aumento da vazão.



(a)



(b)



(c)

FIGURA 30 - Posição do centro dos Vórtices em Altos Níveis (VCAN) com a indicação dos dias de atuação sobre a América do Sul em MARÇO/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). As imagens de satélite ilustram a atuação dos VCANs nos dias 12 e 28/03/2010 às 21:00 TMG. (b).

Esta vazão também ficou um pouco acima da MLT, consistente com a distribuição das chuvas no Vale do Itajaí (Tabela 4).

6. QUEIMADAS NO BRASIL

Março ainda está inserido no período com menor ocorrência de queimadas no ano, com exceção de Roraima (Figura 34). Neste mês, foram detectados 1.015 focos em todo o País, pelo satélite NOAA-15. Este número ficou um pouco acima do total de focos detectados em fevereiro passado.

Em comparação com o mesmo período de 2009, o número de focos aumentou 10%, especialmente nas Regiões Norte e Nordeste do Brasil, como resultado da atuação do fenômeno El Niño que está associado com a ocorrência de secas sobre essas regiões. Destacaram-se os aumentos registrados no Pará (700%, 111 focos), Maranhão (370%, 28 focos), Ceará (92%, 25 focos), Alagoas (54%, 43 focos), Roraima (55%, 275 focos), Mato Grosso (54%, 43 focos), Mato Grosso do Sul (40%, 100 focos) e São Paulo (33%, com 64 focos). As mais importantes reduções foram verificadas na Bahia (49%, 127 focos), Piauí (76%, 5 focos), Espírito Santo (38%, 15 focos) e em Sergipe (35%, 28 focos). Considerando os demais países da América do Sul, as queimadas foram mais intensas no Paraguai, Venezuela e no norte da Argentina.

Detectaram-se 60 focos de queimadas no interior das Unidades de Conservação, federal e estadual, e em suas áreas vizinhas, com destaque para a Fazenda Nacional Rio Preto (Federal/ES) (5 focos); Fazenda Nacional Roraima (Federal/RR) (4 focos); Área de Proteção Especial Soberbo (Estadual/MG) (4 focos); Área de Preservação Ambiental Upaon-Açu/Miritiba/Alto Preguiças (Estadual/MA) (3 focos); Parque Nacional de Ilha Grande (Federal/MS) (3 focos) e Estação Ecológica de Maracá (Federal/RR) (2 focos).

7. MONITORAMENTO NA ANTÁRTICA

Em março, foram observadas anomalias negativas de Pressão ao Nível do Mar (PNM) no Oceano Austral, com valores de até -8 hPa no norte do mar de Ross (Figura 35). No nível de 500 hPa registrou-se anomalia positiva de geopotencial no platô antártico, mantendo a

tendência do mês anterior (ver Figura 12, seção 1).

O campo de anomalia de vento em 925 hPa evidenciou uma marcada tendência anticiclônica organizada ao norte dos mares de Ross e Amundsen (Figura 36). Neste mês não foram registrados episódios 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. A anomalia de norte observada sobre o sudoeste do Atlântico Sul foi consistente com as anomalias positivas na temperatura do sul do Brasil (ver seção 2.2).

O campo de anomalia da temperatura do ar em 925 hPa destacou os desvios negativos sobre o mar de Weddell e a predominância de desvios positivos sobre os outros mares do Oceano Austral, com destaque para as anomalias de até 5°C sobre o mar de Ross (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 do vento, em 925 hPa, no norte dos mares de Ross e Amundsen (ver Figura 36), pode ter contribuído para a retração do gelo marinho nos mares de Bellingshausen, Amundsen e Ross (Figura 38). Destacou-se a expansão do gelo marinho no mar de Weddell.

Na estação brasileira, Estação Antártica Comandante Ferraz (EACF), registraram-se ventos predominantes de oeste e leste (26% e 19%, respectivamente), mesmas direções climatológicas para esse mês. A magnitude média mensal do vento foi igual a 6,7 m/s, valor acima da média climatológica para este mês (5,9 m/s). A temperatura média do ar atingiu 0,4°C, ficando abaixo da climatológica (1,1°C), mantendo o padrão de temperaturas abaixo da média verificado desde junho de 2009. Neste mês, uma frente e doze ciclones extratropicais atingiram a região da Península Antártica, sendo que a média esperada para este mês costuma ficar em torno de cinco frentes e sete ciclones.

Dados anuais completos e resumos mensais, bem como a climatologia da EACF (período de 1986 a 2010), 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).

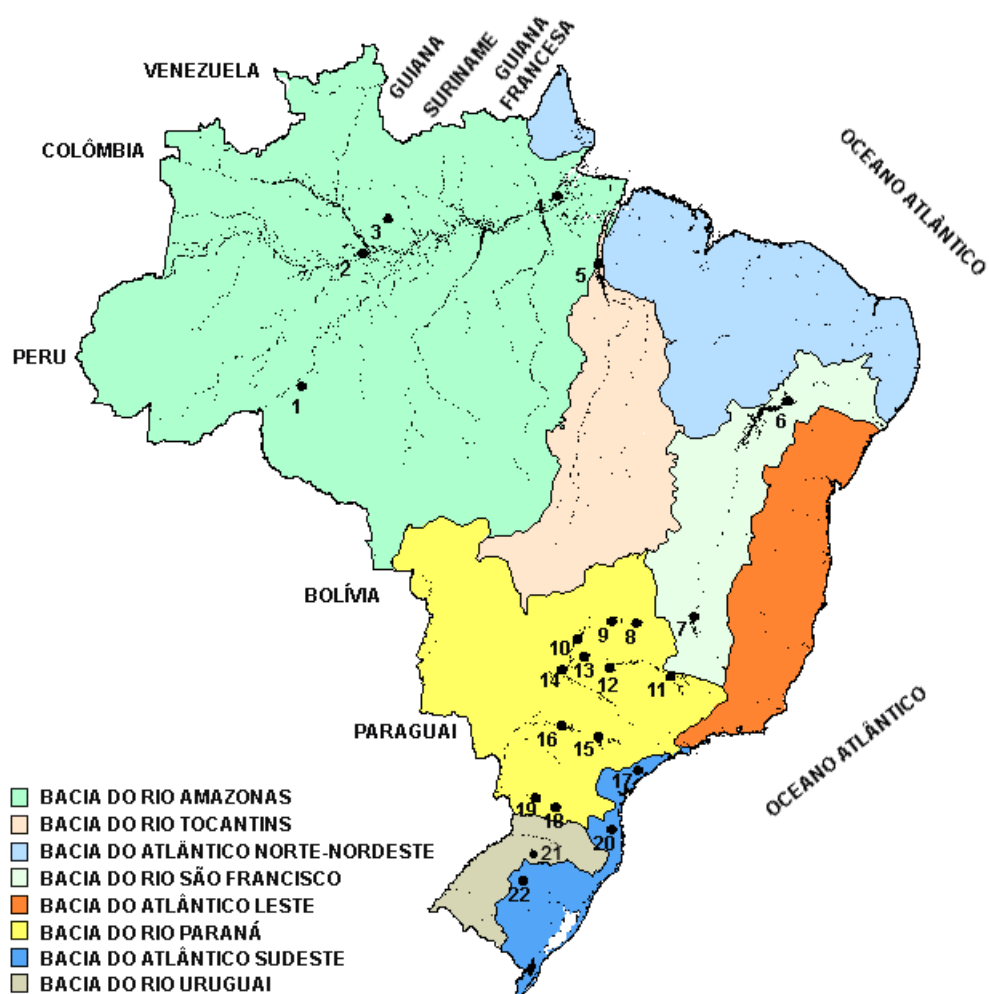


FIGURA 31 - Localização dos postos fluviométricos citados na TABELA 3.

LOCAL	VAZÃO (m³/s)	DESVIO (%)	LOCAL	VAZÃO (m³/s)	DESVIO (%)
1. Samuel-RO	923,0	12,2	12. Marimbondo-SP	2973,0	-0,5
2. Manacapuru-AM	90861,5	-5,5	13. Água Vermelha-SP	3468,0	2,8
3. Balbina-AM	336,0	-51,0	14. Ilha Solteira-SP	9004,0	2,9
4. Coaracy Nunes-AP	1266,0	-13,9	15. Xavantes-SP	626,0	30,4
5. Tucuruí-PA	19012,0	-21,4	16. Capivara-SP	1869,0	51,8
6. Sobradinho-BA	2626,0	-47,9	17. Registro-SP	-	-
7. Três Marias-MG	986,0	-15,3	18. G. B. Munhoz-PR	866,0	42,4
8. Emborcação-MG	546,0	-36,7	19. Salto Santiago-PR	1351,0	62,6
9. Itumbiara-MG	1855,0	-31,9	20. Blumenau-SC	217,0	16,7
10. São Simão-MG	3796,0	-9,4	21. Passo Fundo-RS	27,0	8,0
11. Furnas-MG	1251,0	-17,7	22. Passo Real-RS	116,0	20,8

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

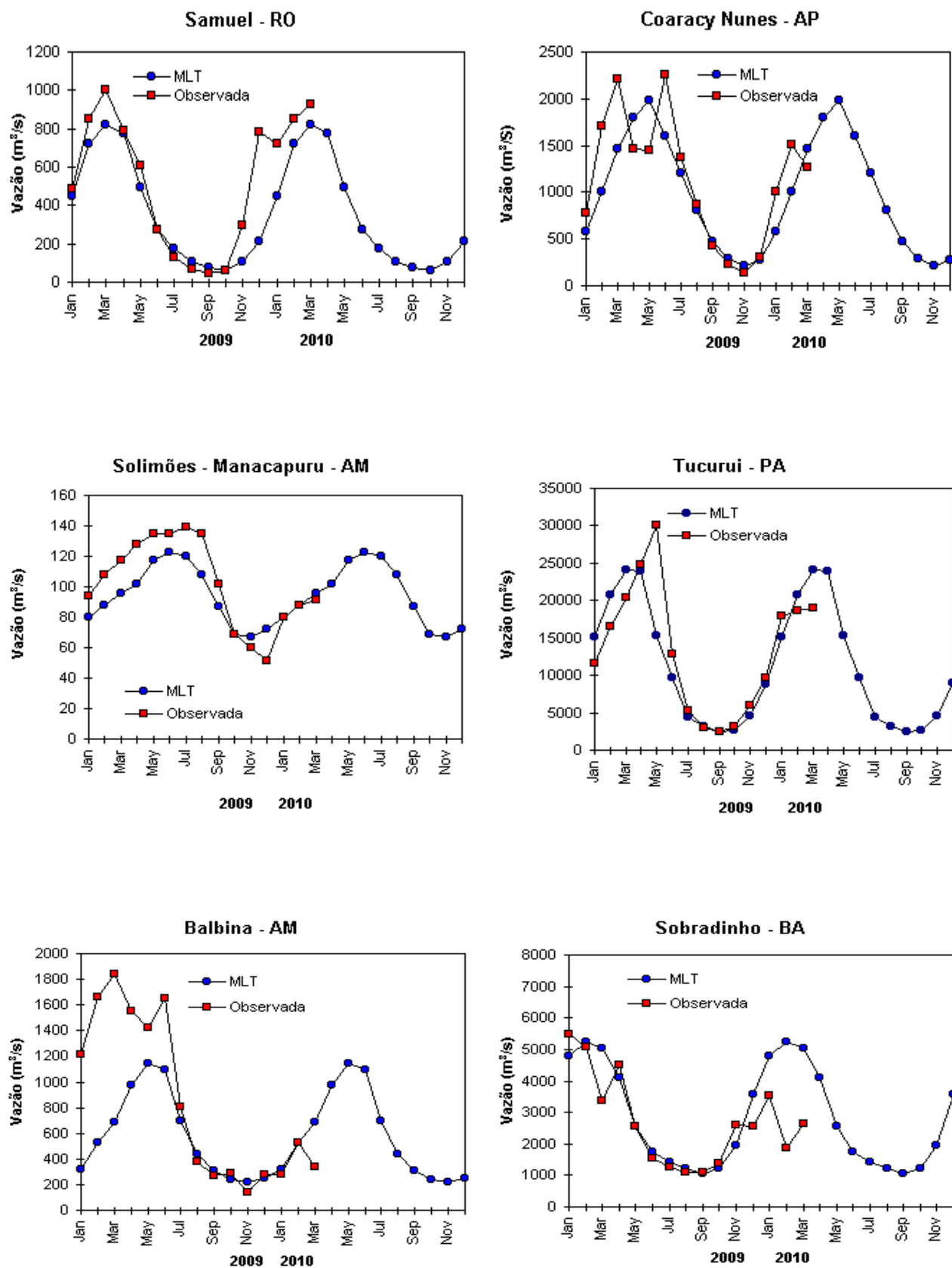


FIGURA 32 – Variação das vazões naturais médias mensais em relação à MLT para 2009 e 2010. No gráfico de Manacapuru-AM, a vazão média em m^3/s foi dividida por mil (FONTE: ELETROBRÁS, ONS, ANEEL, ELETRONORTE e FURB).

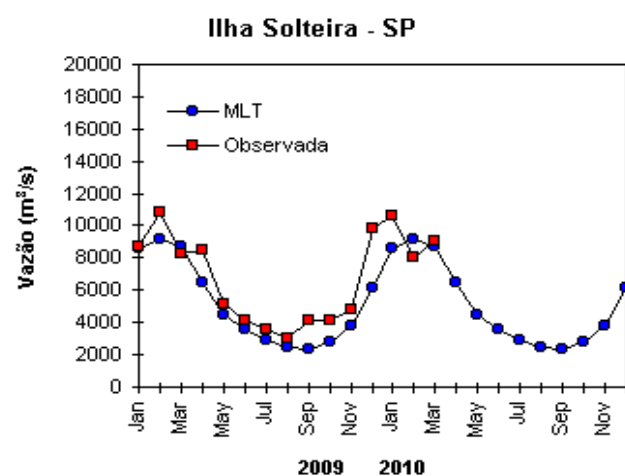
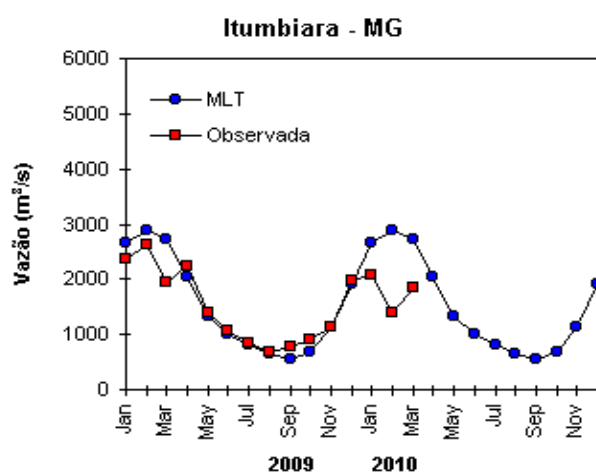
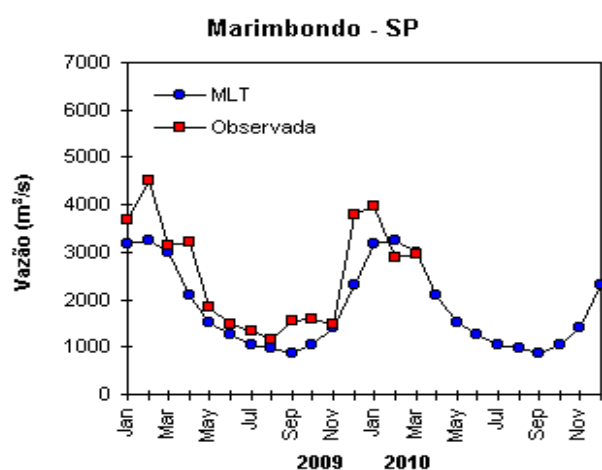
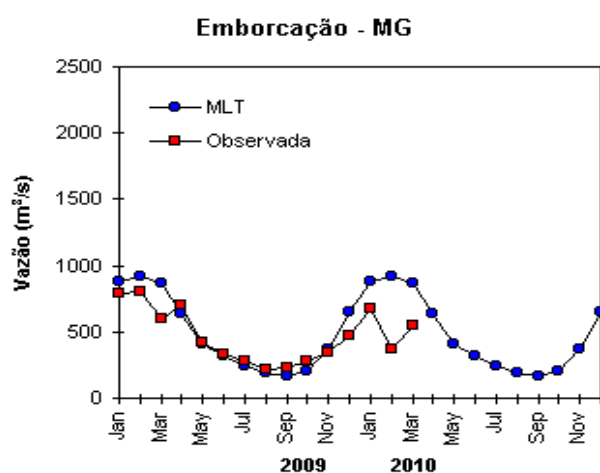
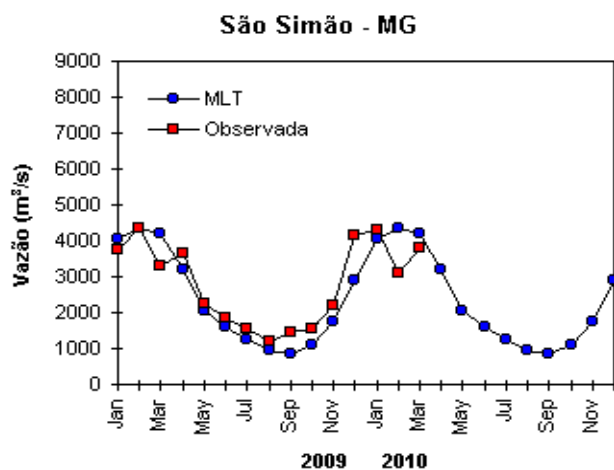
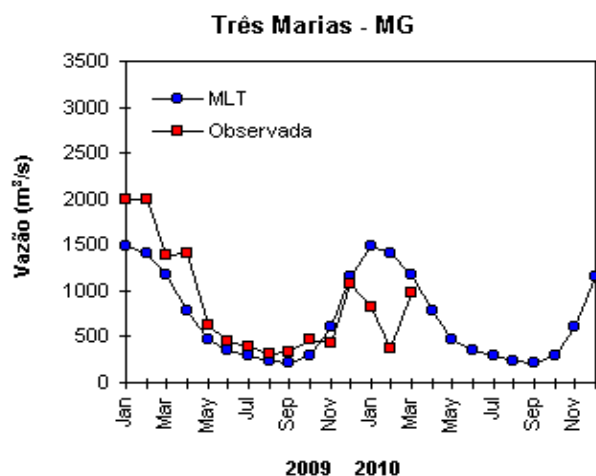


FIGURA 32 – Continuação (A).

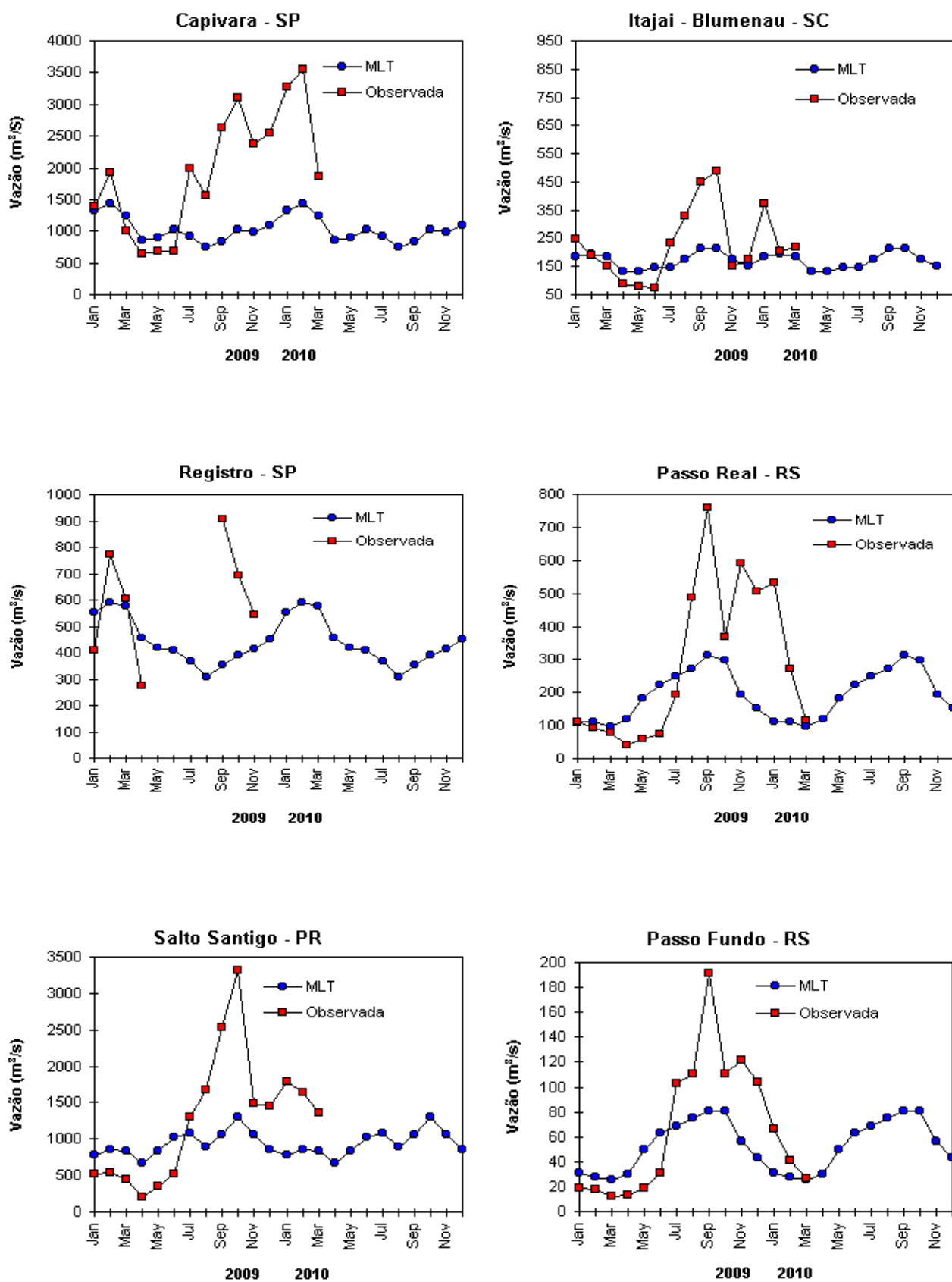


FIGURA 32 – Continuação (B).

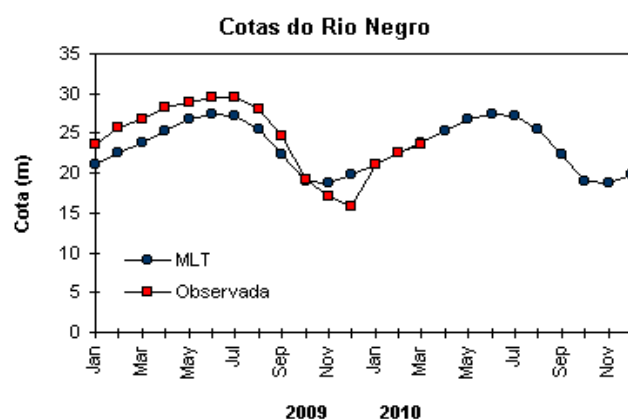


FIGURA 33 – Cotas médias do Rio Negro, expressas em metros acima do nível médio do mar, para 2009 e 2010 (quadrado) e a MLT para a média de 1903 a 1986 (círculo). (FONTE: Adm. do Porto de Manaus – CODOMAR).

VALE DO ITAJAÍ	PRECIPITAÇÃO (mm)	DESVIOS (%)
A piúna - SC	2 12,4	86,4
Blumenau - SC	182,2	25,2
Ibirama - SC	173,5	52,6
Ituporanga - SC	137,7	18,2
Rio do Sul - SC	204,0	83,2
Taió - SC	245,8	106,0
Timbó - SC	248,2	105,9

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

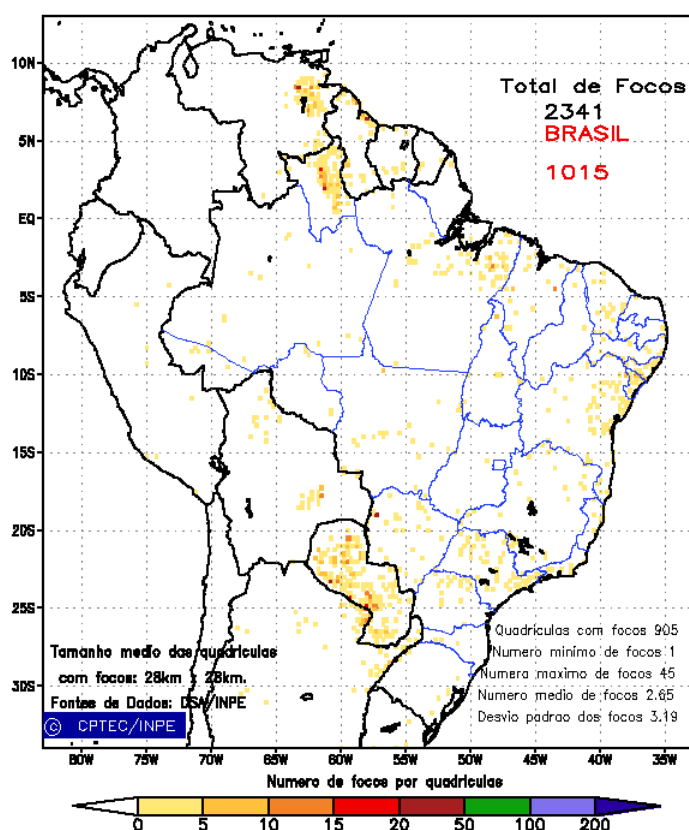


FIGURA 34 - Distribuição espacial de densidade de queimadas, detectadas em quadrículas de 28 km x 28 km no Brasil em MARÇO/2010. Focos de calor detectados através do satélite NOAA 15, às 21:00 TMG. (FONTE: DSA - Queimadas /INPE).

Anomalia de Pressão Nivel Medio do Mar (hPa)

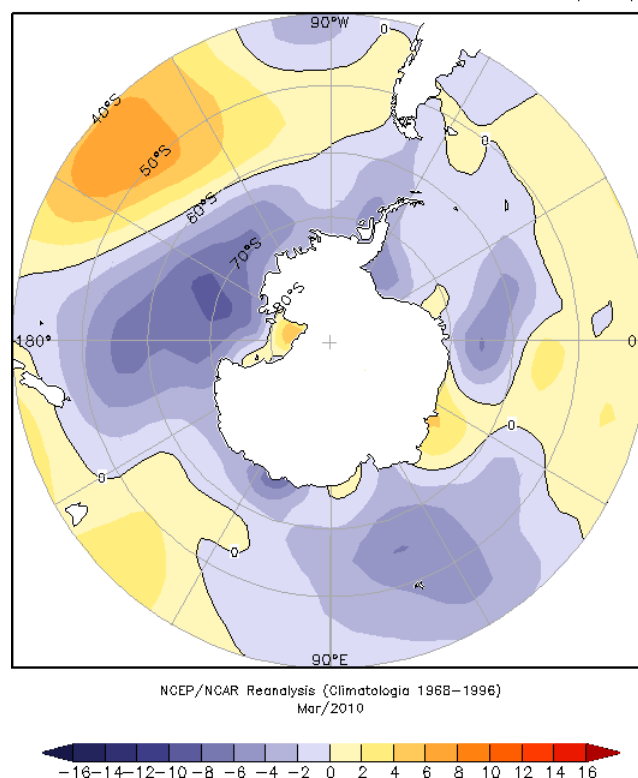


FIGURA 35 – Anomalia de Pressão ao Nível do Mar (PNM), em hPa, em MARÇO/2010. Destacam-se as anomalias negativas na maior parte do Oceano Austral. (FONTE: NOAA/CDC).

Anomalia Vetor Vento (m/s) em 925 hPa

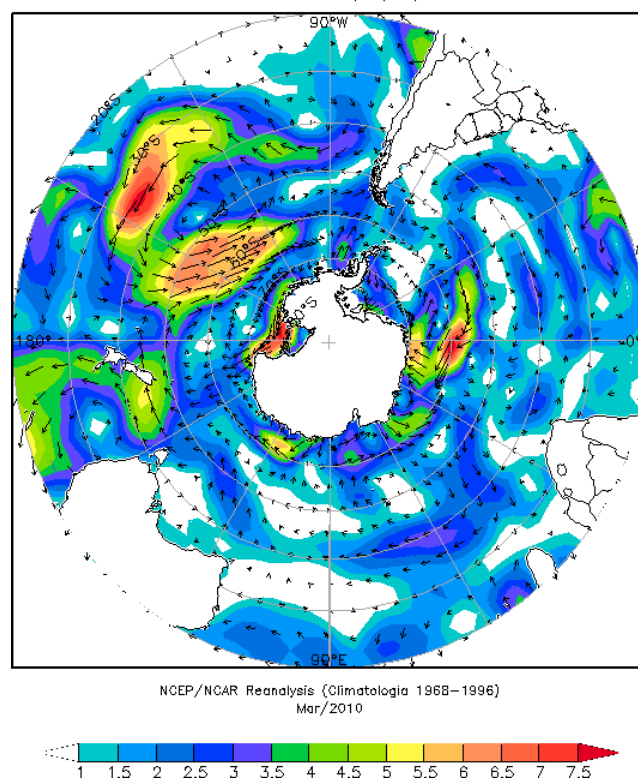


FIGURA 36 - Anomalia de vento (m/s), em 925 hPa, em MARÇO/2010. Destaca-se a circulação anticiclônica ao norte dos mares de Amundsen e Ross. (FONTE: NOAA/CDC).

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

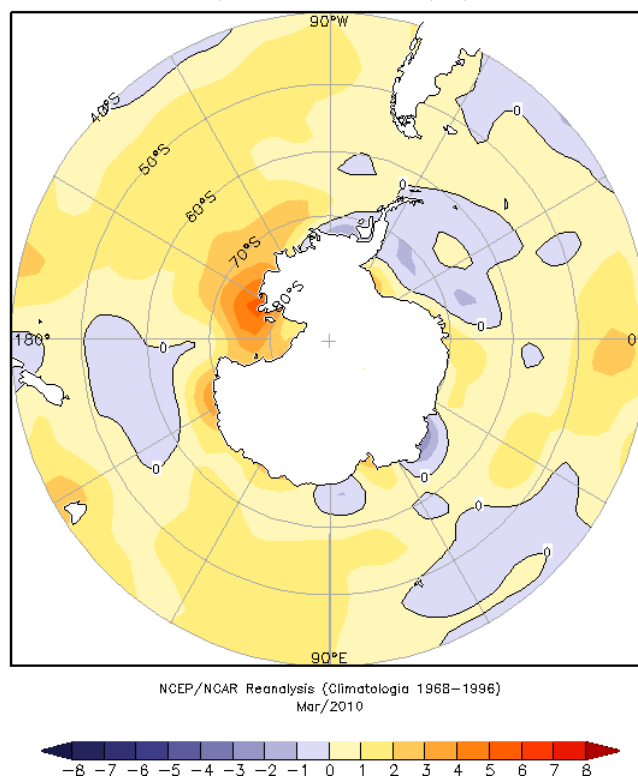


FIGURA 37 - Anomalia de temperatura do ar (°C), em 925 hPa, em MARÇO/2010. Destacam-se as anomalias positivas de temperatura no mar de Ross e as anomalias negativas no mar de Weddell. (FONTE: NOAA/CDC).

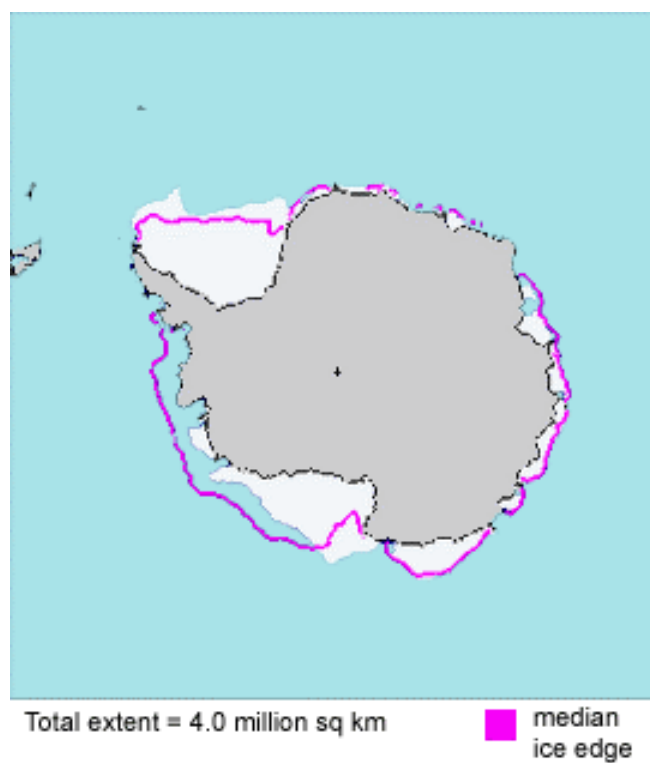


FIGURA 38 - Extensão do gelo marinho no Oceano Austral, em MARÇO/2010. Nota-se a retração na extensão do gelo marinho nos mares de Bellingshausen e Amundsen e a expansão nos mares de Ross e Weddell. (FONTE: NOAA/CDC e NOAA/NSIDC).

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:

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

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

tx = pseudo-tensão de cisalhamento zonal do vento

ty = 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 pêntada 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 contêm 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 **ELETRÓBRÁS**, **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
ELETROBRÁS	-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

S I G L A S T É C N I C A S

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

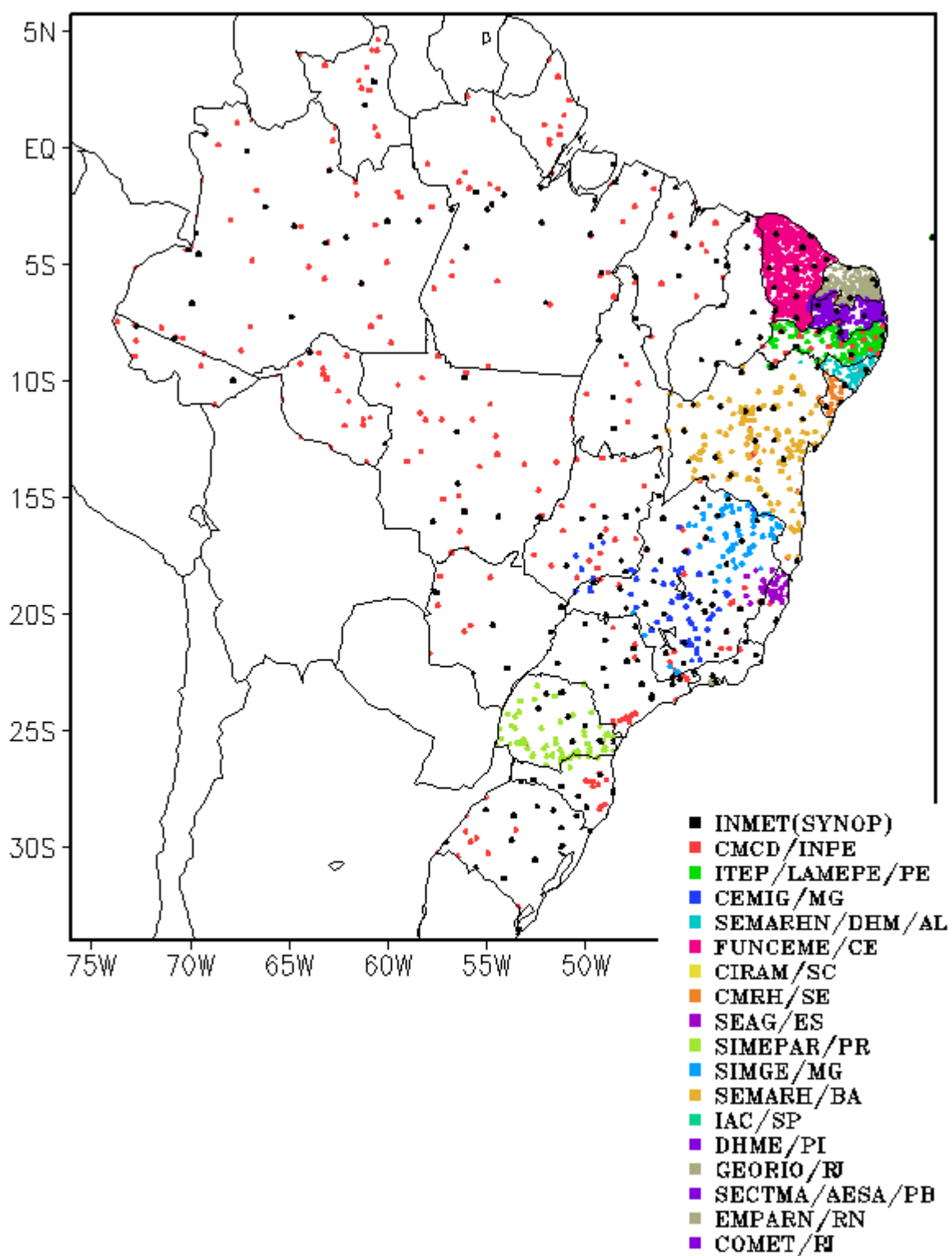


FIGURA A – Distribuição espacial das 2.345 estações pluviométricas e meteorológicas no Brasil.

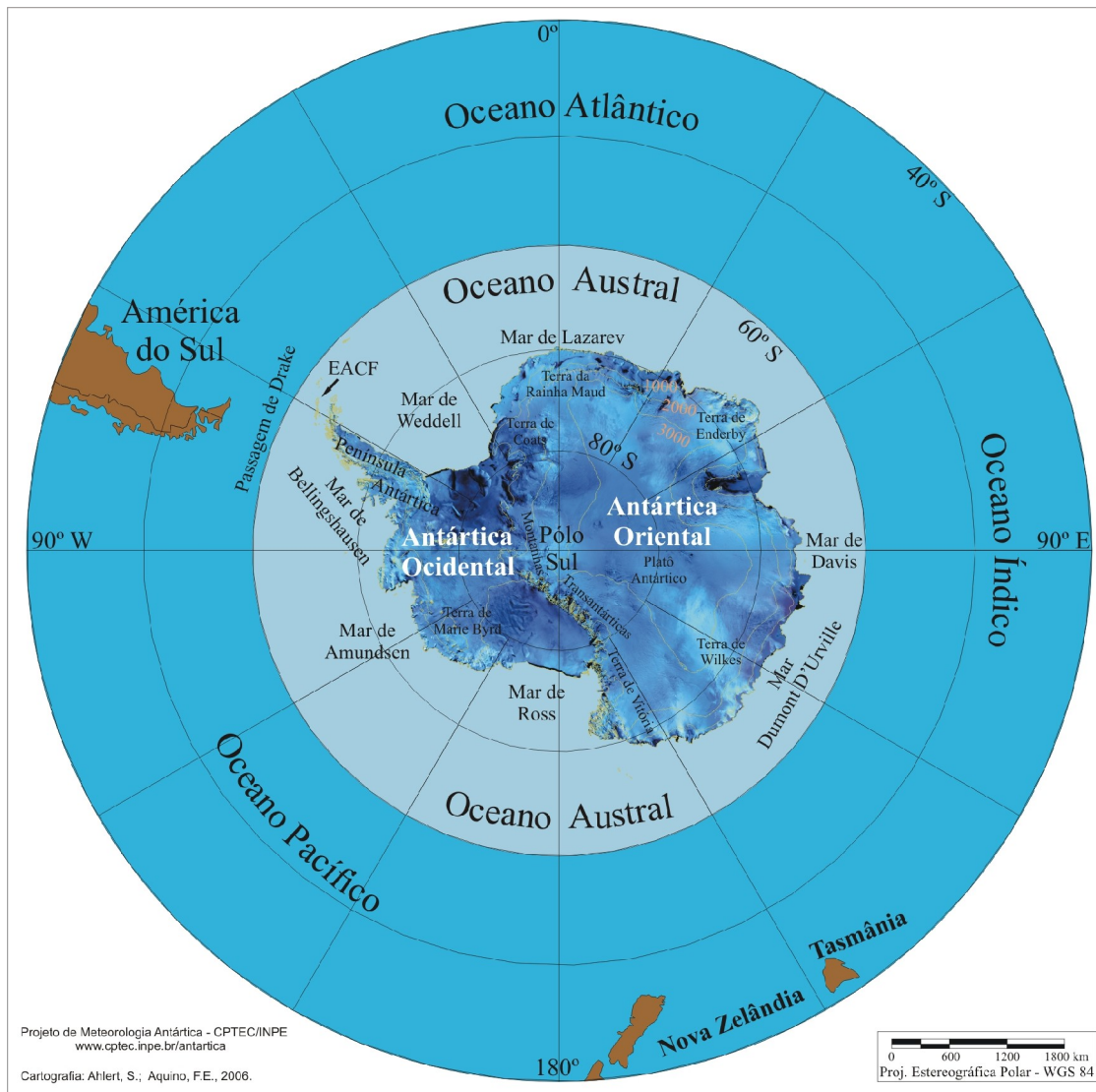


FIGURA B – Mapa da Antártica, ilustrando suas principais regiões. (FONTE: Projeto de Meteorologia Antártica do CPTEC/INPE, 2006)