

CLIMANÁLISE

BOLETIM DE MONITORAMENTO E ANÁLISE CLIMÁTICA

Climanálise	Cachoeira Paulista - SP	Volume 22	Número 03	Março/2007
-------------	-------------------------	-----------	-----------	------------

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 22 - Nº 03

MARÇO/2007

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: Maria Assunção Faus da Silva Dias - CPTEC/INPE
Paulo Antonio de Oliveira - CPTEC/INPE

Colaboradores:

Alberto Waingort Setzer - CPTEC/INPE	Marcos Barbosa Sanches - CPTEC/INPE
Ana Cláudia de Araújo Prestes - CPTEC/INPE	Marcus Jorge Bottino - CPTEC/INPE
Anna Bárbara C. de Melo - CPTEC/INPE	Nuri Oyamburo de Calbete - CPTEC/INPE
Daniel Andrés Rodriguez - CPTEC/INPE	Prakki Satyamurty - CPTEC/INPE
Francisco Eliseu Aquino - UFRG	Raffi Agop Simanoglu - CPTEC/INPE
Kelen Martins Andrade - 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 Agrônômico 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
ELETROBRÁS - Rio de Janeiro, RJ	Hídricos Integrantes do PMTCRH.
ELETRONORTE - Brasília, DF	
FEPAGRO - Porto Alegre, RS	

Editoração Técnica: Raul 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 Acabamento: Grafmídia

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 22 - Nº 03

MARÇO/2007

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	20
3.3.1 – Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS)	20
3.3.2 – Zona de Convergência Intertropical (ZCIT)	20
3.3.3 – Linha de Cumulonimbus na Costa Norte/Nordeste da América do Sul	22
4. ESCOAMENTO EM ALTOS NÍVEIS	22
4.1 – Jato sobre a América do Sul	22
4.2 – Circulação da Alta da Bolívia	22
4.3 – Vórtices Ciclônicos e Cavados em Altos Níveis	25
5. ANÁLISE DE DADOS HIDROLÓGICOS NO BRASIL	29
6. QUEIMADAS NO BRASIL	29
7. MONITORAMENTO NA ANTÁRTICA	29
NOTAS	37
SIGLAS	39
SIGLAS TÉCNICAS	40
APÊNDICE	41

SUMMARY

The dry air mass that predominated part of South America in the beginning of the month of March 2007 caused the temperatures to rise and the relative humidity to fall over Southeastern and Central-West Brazil. Only one of the seven frontal systems that affected the southern portions of the country could advance up to the Rio de Janeiro coast and stay there for a few days to characterize the South Atlantic Convergence Zone. The rainfall was above climatological average over north-central parts of Amazon Basin and below climatological average over southeastern and northeastern regions of Brazil. In southern Brazil the frontal activity contributed to the above average rainfall in the states of Rio Grande do Sul and Santa Catarina.

The atmospheric and oceanic conditions during the month were typical of a starting cold phase of ENSO phenomenon. The Outgoing Longwave Radiation (OLR) field shows two areas of above-average convective activity, one over the South Pacific Convergence Zone (SPCZ) and the other over northeastern Australia and Indonesia.

The monthly mean discharge increased in Amazon and Tocantins basins and over south of Parana and Southeastern Atlantic basins.

This bulletin can be accessed by internet at:

<http://www.cptec.inpe.br/products/climanalise>

SUMÁRIO

A massa de ar seco que atuou no início de março sobre parte da América do Sul ocasionou temperaturas elevadas e baixos valores de umidade relativa do ar, principalmente nas Regiões Sudeste e Centro-Oeste do Brasil. Somente um dos sete sistemas frontais que atingiram o sul do País conseguiu avançar até o litoral do Rio de Janeiro, caracterizando o único episódio da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS). Destacaram-se as chuvas acima da média histórica sobre a parte centro-norte da Amazônia e abaixo da média em grande parte das Regiões Centro-Oeste, Sudeste e Nordeste do Brasil. Na Região Sul, a atuação dos sistemas frontais contribuiu para a ocorrência de chuvas acima da média nos Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina.

Os campos oceânicos e atmosféricos apresentaram uma configuração característica do início de um episódio frio do fenômeno ENOS. O campo de anomalia de Radiação de Onda Longa (ROL) evidenciou duas áreas onde a atividade convectiva esteve acima da climatologia: na região de atuação da Zona de Convergência do Pacífico Sul (ZCPS) e sobre o noroeste da Austrália e região da Indonésia.

As vazões médias mensais aumentaram na bacia do Amazonas, na bacia do Tocantins e no sul das bacias do Paraná e do Atlântico Sudeste.

O número de focos de queimadas detectados foi de aproximadamente 2.300 no País, 90% superior ao observado em fevereiro passado. Em Roraima, o aumento ocorreu dentro do esperado.

Este boletim pode ser acessado pela internet:

<http://www.cptec.inpe.br/products/climanalise>

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

Em março, destacou-se a expansão da área com anomalias negativas de Temperatura da Superfície do Mar (TSM) nas regiões dos Niños 1+2 e 3 (Figura 1 e Tabela 1), caracterizando a transição entre as fases quente e fria do fenômeno El Niño-Oscilação Sul (ENOS), ou seja, o desenvolvimento do fenômeno La Niña a partir deste mês. Na região do Niño 4, o valor médio de TSM (28,6°C) manteve-se estável, com anomalia positiva igual a 0,5°C (Figura 2). No Atlântico Norte, houve uma redução da área de anomalias positivas de TSM. Contudo, a magnitude das anomalias positivas de TSM atingiu 2°C adjacente à costa noroeste da África e surgiram anomalias negativas no Atlântico Tropical Sul. Esta configuração caracterizou um padrão de dipolo de TSM, que, por sua vez, manteve a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) ao norte da climatologia (ver seção 3.3.1) e foi desfavorável às chuvas no Nordeste do Brasil (ver seção 2.1). Notou-se uma intensificação considerável das anomalias positivas de TSM na altura do Rio da Prata, cuja área voltou a se expandir sobre a região do Atlântico Sul, até a longitude 0°, em

em comparação com fevereiro passado.

O campo de anomalia de Radiação de Onda Longa (ROL) evidenciou uma alteração significativa sobre o norte da Austrália, onde as anomalias tornaram-se negativas neste mês de março (Figura 5). Esta configuração pode estar associada ao desenvolvimento do fenômeno La Niña, conforme mencionado anteriormente. A convecção esteve acima da média na região de atuação da Zona de Convergência do Pacífico Sul (ZCPS) e abaixo da média na região de atuação da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS). No sul do Brasil e Uruguai, a área de anomalia negativa de ROL foi consistente com a maior atuação dos sistemas frontais sobre estas áreas durante quase todo o mês (ver seção 2.1).

O campo de anomalia de Pressão ao Nível do Mar (PNM) ainda evidenciou anomalias positivas de PNM na região de atuação da alta subtropical do Pacífico Sudeste, porém a magnitude das anomalias foi menor em comparação ao mês anterior. Sobre o continente australiano e sobre áreas ao sul de 45°S, houve predominância de anomalias negativas de PNM (Figura 6). Destacou-se o posicionamento mais ao norte do sistema de alta pressão semi-estacionário do Atlântico Norte, cujo valor em seu centro esteve até

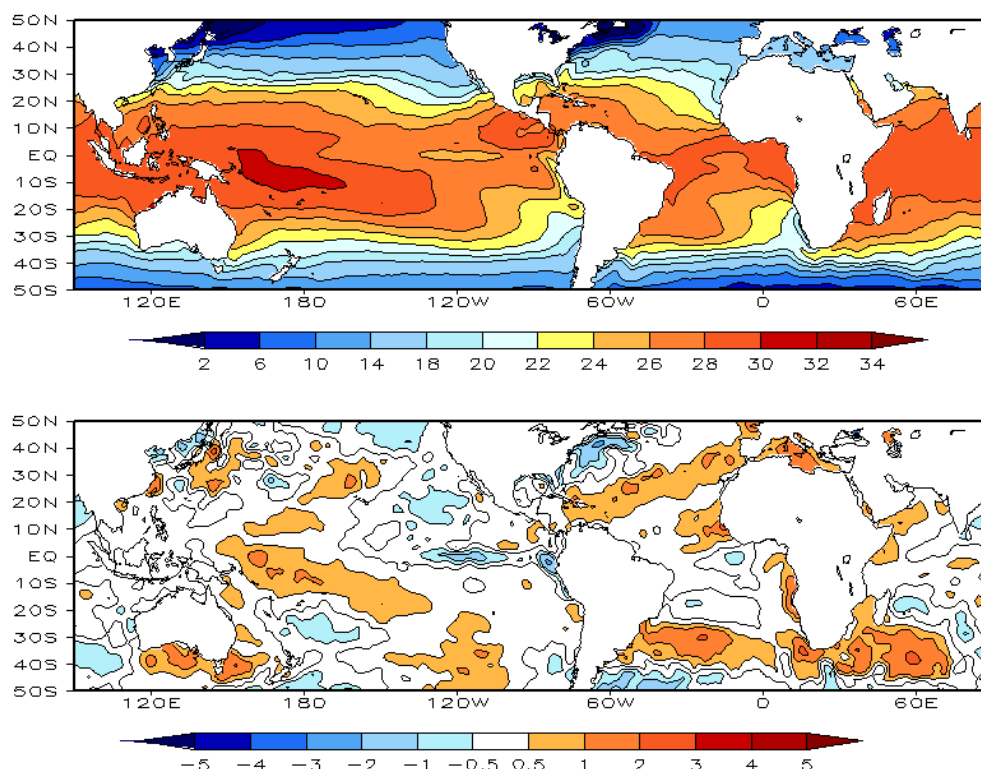


FIGURA 1 – Temperatura da Superfície do Mar (TSM), em MARÇO/2007: a) média, com intervalo das isotermas de 4°C para valores de TSM menores que 18°C. Para TSM maior que 18°C, o intervalo das isotermas é de 2°C. b) anomalias, com intervalo entre as isotermas de 0,5°C para anomalias até 1°C. Para anomalias 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							
2007	Tahiti	Darwin		(5N - 5S)	Niño 1+2 (0 - 10S)		Niño 3 (5N - 5S)		Niño 3.4 (5N - 5S)		Niño 4 (5N - 5S)	
2006				160E - 160W	90W - 80W		150W - 90W		170W - 120W		160E - 150W	
MAR	-0,3	0,3	-0,4	0,8	-0,7	25,8	-0,3	26,8	0,0	27,1	0,5	28,6
FEV	0,0	0,7	-0,5	0,1	0,2	26,3	0,1	26,5	0,1	26,8	0,6	28,6
JAN	-1,2	0,5	-1,1	-1,2	0,5	25,0	0,9	26,5	0,7	27,3	0,8	28,9
DEZ	0,6	1,4	-0,5	-0,3	0,5	22,3	1,3	26,3	1,3	27,8	1,2	29,5
NOV	1,1	1,1	0,1	-0,2	1,0	22,7	1,1	26,1	1,2	27,7	1,3	29,6
OUT	-0,4	2,3	-1,7	-0,8	1,2	22,1	1,1	26,0	0,9	27,4	1,0	29,4
SET	0,3	1,4	-0,7	-0,2	0,9	21,4	0,9	25,8	0,7	27,4	0,9	29,4
AGO	-0,6	2,0	-1,6	-0,3	0,8	21,6	0,5	25,4	0,5	27,2	0,8	29,2
JUL	0,2	1,6	-0,8	0,4	0,4	22,2	0,3	25,8	0,3	27,4	0,5	29,1
JUN	0,1	1,2	-0,7	-0,3	-0,2	22,8	0,1	26,5	0,4	27,9	0,5	29,2
MAI	-0,1	1,2	-0,8	0,9	-0,4	24,0	0,0	27,1	0,1	27,9	0,2	28,9
ABR	-0,2	-1,7	0,9	0,5	-1,2	24,2	-0,1	27,3	-0,1	27,8	-0,1	28,4

DATA	ÍNDICE DO VENTO ZONAL			
2006	PACÍFICO 850 hPa			PACÍFICO 200 hPa
	5N - 5S	5N - 5S	5N - 5S	5N - 5S
2005	135E - 180	175W - 140W	135E - 120W	165W - 110W
MAR	0,8	1,2	0,1	0,9
FEV	0,9	1,1	-0,5	-0,4
JAN	0,4	0,9	-0,7	0,2
DEZ	1,6	0,7	-0,7	-1,3
NOV	0,2	-0,2	-1,6	-1,2
OUT	-1,2	-0,8	-0,9	-1,2
SET	-0,5	0,1	-0,1	0,2
AGO	-0,9	-0,5	-1,5	0,2
JUL	-0,7	-0,4	-1,8	-0,3
JUN	0,5	0,4	-0,4	-0,3
MAI	0,0	0,1	-1,0	0,0
ABR	1,6	0,9	-0,1	0,6

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).

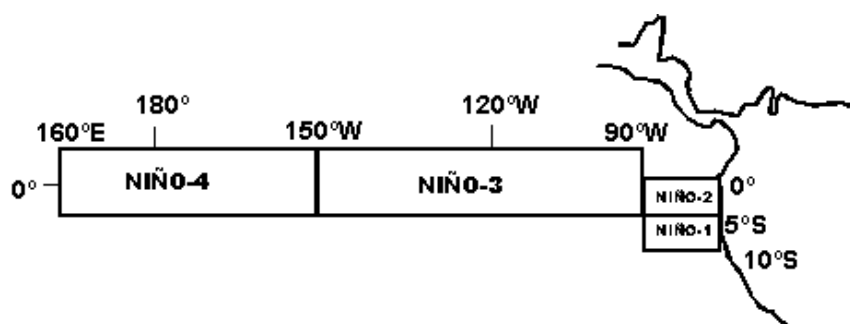
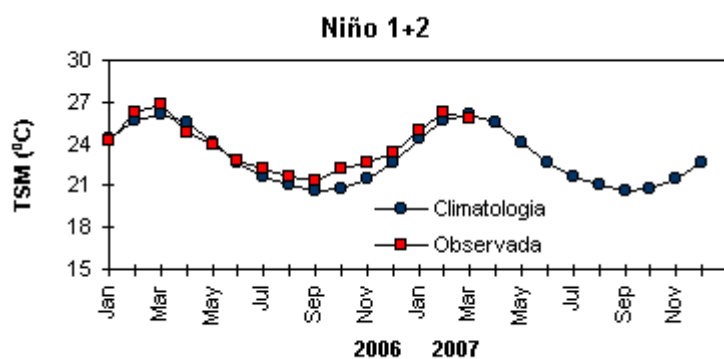
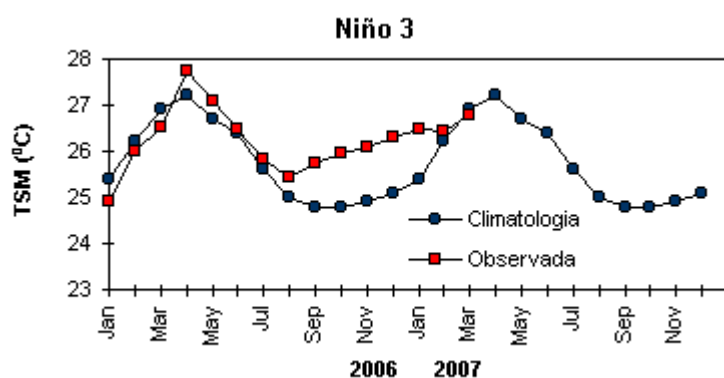
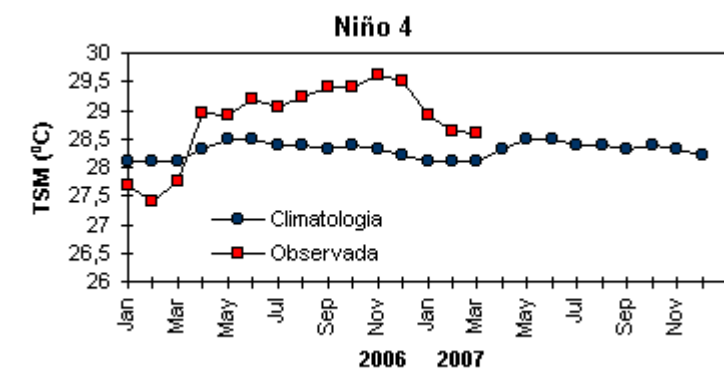


FIGURA 2 - Temperaturas médias da superfície do mar (quadrado) e média climatológica (círculo) no Oceano Pacífico para as regiões indicadas, expressas em °C. (FONTE: CPC/NWS).

6 hPa acima da climatologia. Esta configuração também contribuiu para o deslocamento preferencial da ZCIT ao norte da posição média climatológica para este mês (ver seção 3.3.2). No Oceano Atlântico Sul, a alta subtropical apresentou-se centrada em aproximadamente 0° e 35°S, ligeiramente mais intensa que a climatologia.

O escoamento em 850 hPa evidenciou a circulação anticiclônica anômala sobre o setor leste da América do Sul, a qual, conjuntamente com a persistência de vórtices ciclônicos

em altos níveis (ver seção 4.3), inibiu o avanço de maior número de sistemas frontais e a ocorrência de chuvas sobre grande parte do Brasil. (Figuras 7 e 8). Na faixa equatorial do Pacífico Leste, os ventos apresentaram-se ligeiramente mais fracos entre o Equador e 10°N e mais intensos na região da alta subtropical do Pacífico Sudeste, o que foi consistente com o resfriamento das águas nas regiões dos Niños 1+2 e 3.

Em 200 hPa, notou-se o deslocamento para o oeste do escoamento de verão sobre a América do Sul, em comparação ao mês anterior,

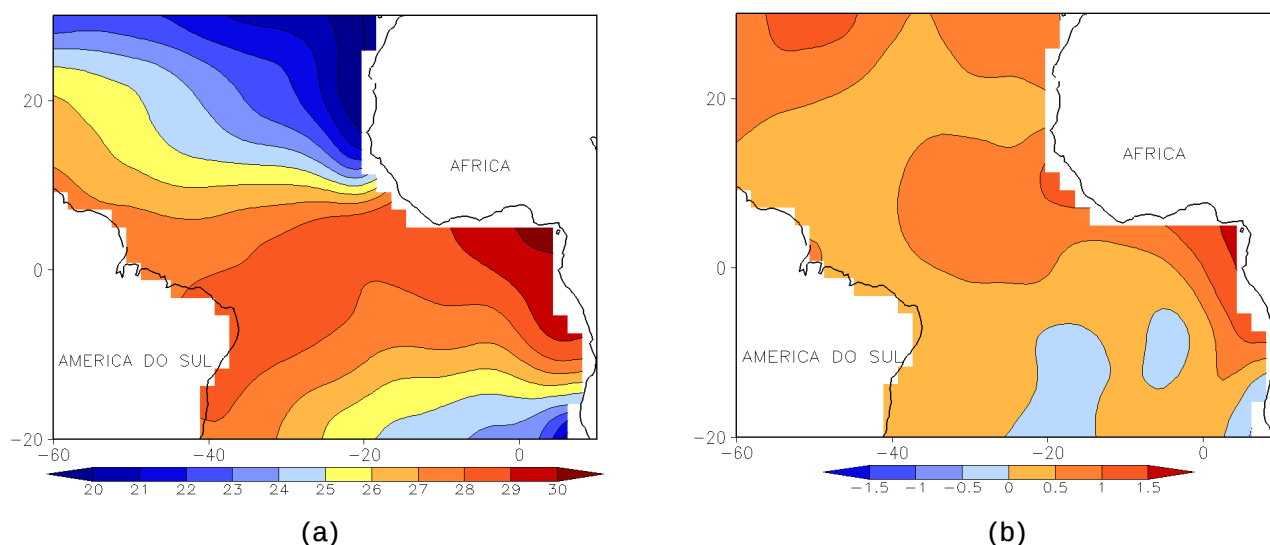


FIGURA 3 - Temperatura da Superfície do Mar (TSM) na região do Oceano Atlântico Tropical, em MARÇO/2007, analisada numa grade de 2°: a) média, com intervalo entre as isotermas de 1°C; b) anomalia, com intervalo entre as isotermas de 0,5°C. As anomalias são desvios das médias mensais em relação à climatologia da ORSTOM-BREST. (FONTE: J.Servain - ORSTOM/BREST).

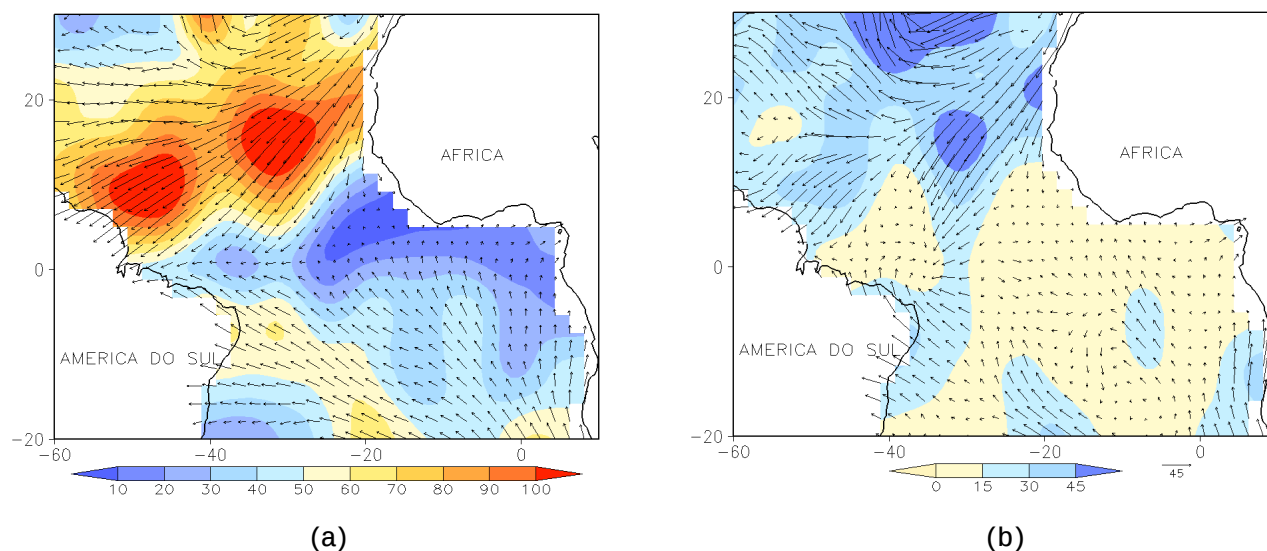


FIGURA 4 - Vetor pseudo-tensão de cisalhamento superficial, relacionado ao vento em superfície para MARÇO/2007: a) média, com intervalo entre as isolinhas de 10 m²/s². b) anomalia, com intervalo entre as isolinhas de 15 m²/s². As anomalias são desvios das médias mensais para o período base 1964/1985. (FONTE: J.Servain - ORSTOM/BREST).

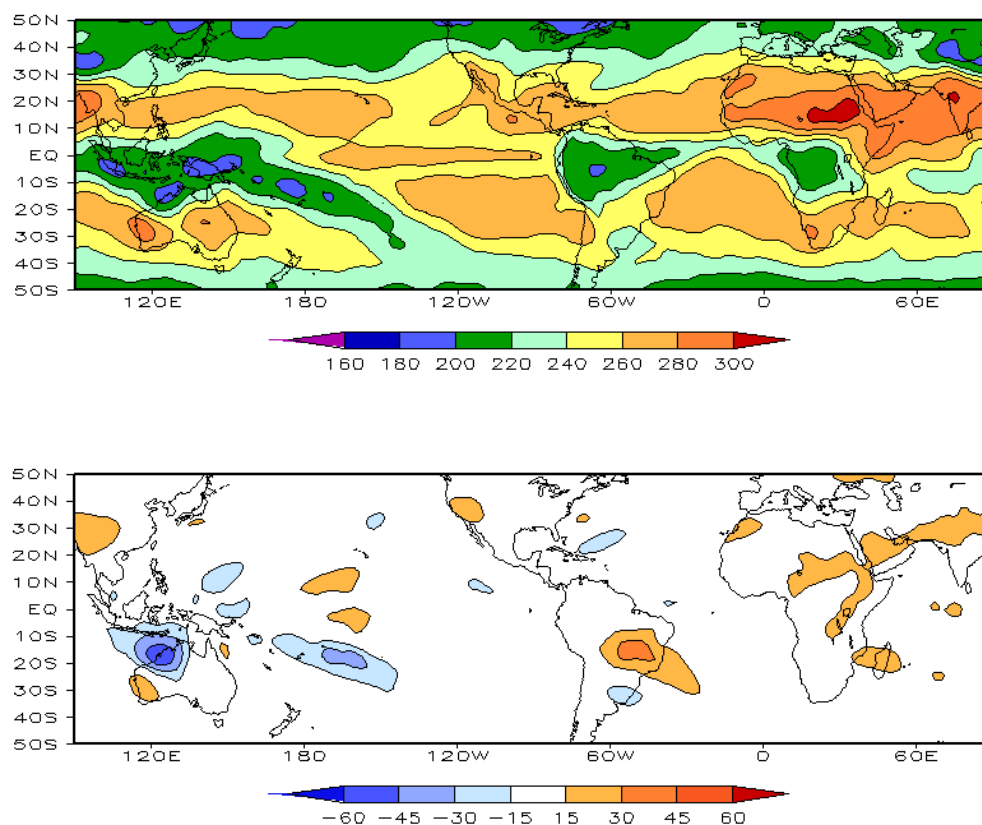


FIGURA 5 – Radiação de Onda Longa (ROL) emitida para o espaço, em MARÇO/2007 (medidas do NESDIS/ESL através do canal IV do AVHRR a bordo do satélite NOAA-12): a) média, com intervalo entre isolinhas de 20 W/m²; b) anomalia, com intervalo entre as isolinhas de 15 W/m². As anomalias são calculadas como desvios das médias para o período base 1979/1995 - Reanálise. (FONTE: CPC/NCEP/NWS).

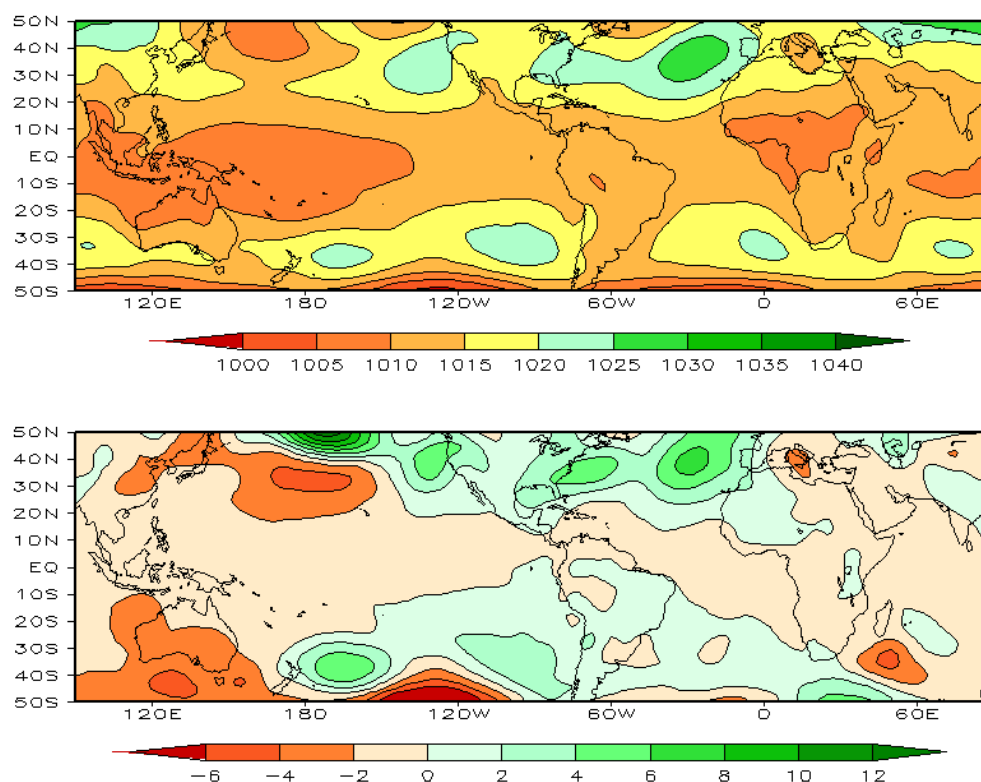


FIGURA 6 – Pressão ao Nível do Mar (PNM), em MARÇO/2007, analisadas numa grade de 2,5° e interpoladas para uma grade de 5° em projeção Mercator para visualização: a) média, com intervalo entre isolinhas de 5 hPa; b) anomalia, com intervalo entre as isolinhas de 2 hPa. As anomalias são calculadas como desvios das médias para o período de 1979/1995 - Reanálise. (FONTE: CPC/NCEP/NWS).

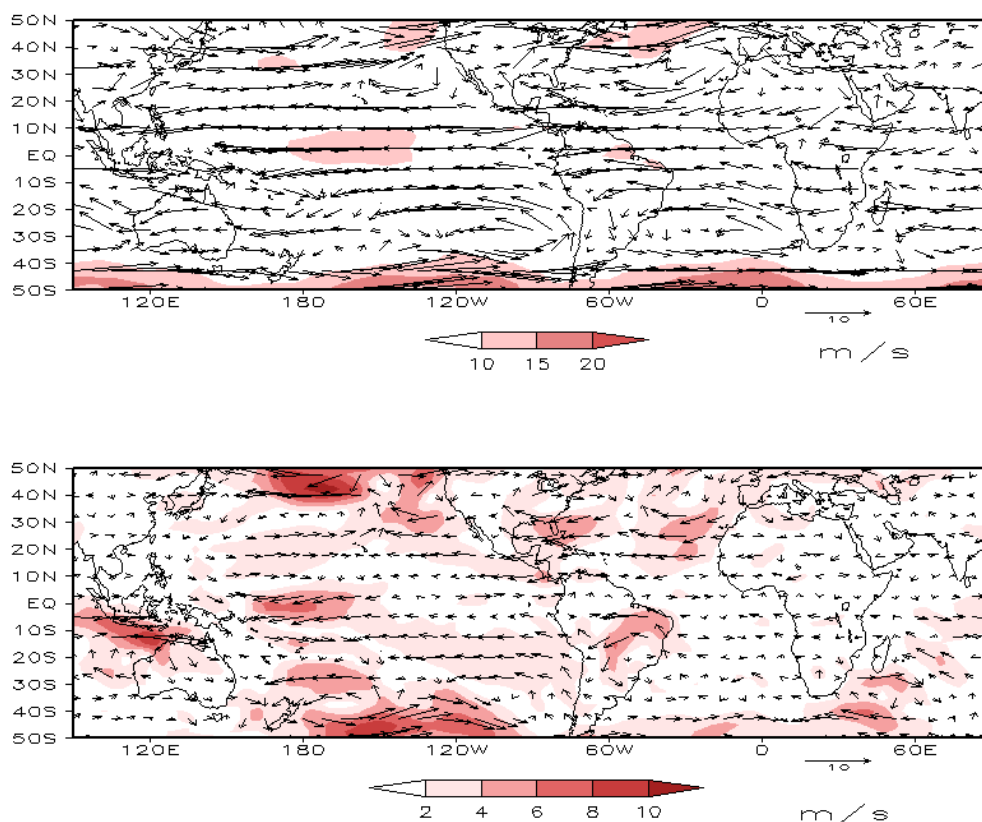


FIGURA 7 – Vetor do vento e magnitude em 850 hPa, em MARÇO/2007. Os ventos são analisados numa grade de 2,5° e interpolados para uma grade de 5° em projeção Mercator para visualização: a) campo médio, com intervalo entre as isotacas de 5 m/s; b) anomalia, com intervalo de 2 m/s. As anomalias são desvios das médias para o período base de 1979/1995 – Reanálise (FONTE: CPC/NCEP/NWS).

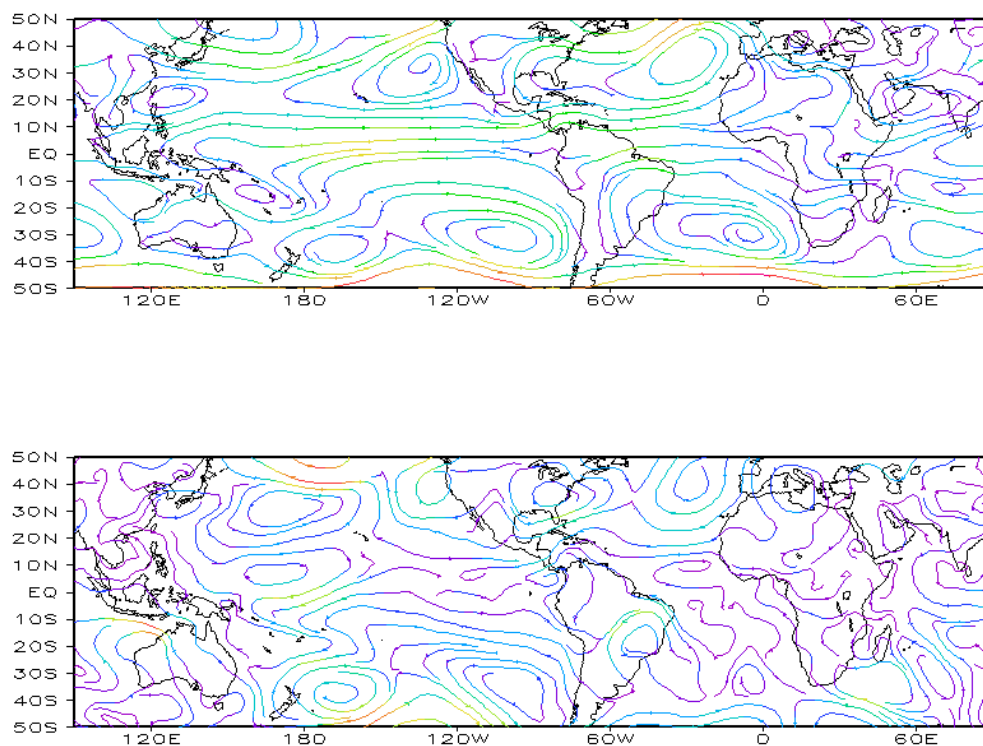


FIGURA 8 – Linhas de corrente em 850 hPa, em MARÇO/2007. Os ventos são analisados numa grade de 2,5° e interpolados para uma grade de 5° em projeção Mercator para visualização: a) média; b) anomalia. (FONTE: CPC/NCEP/NWS).

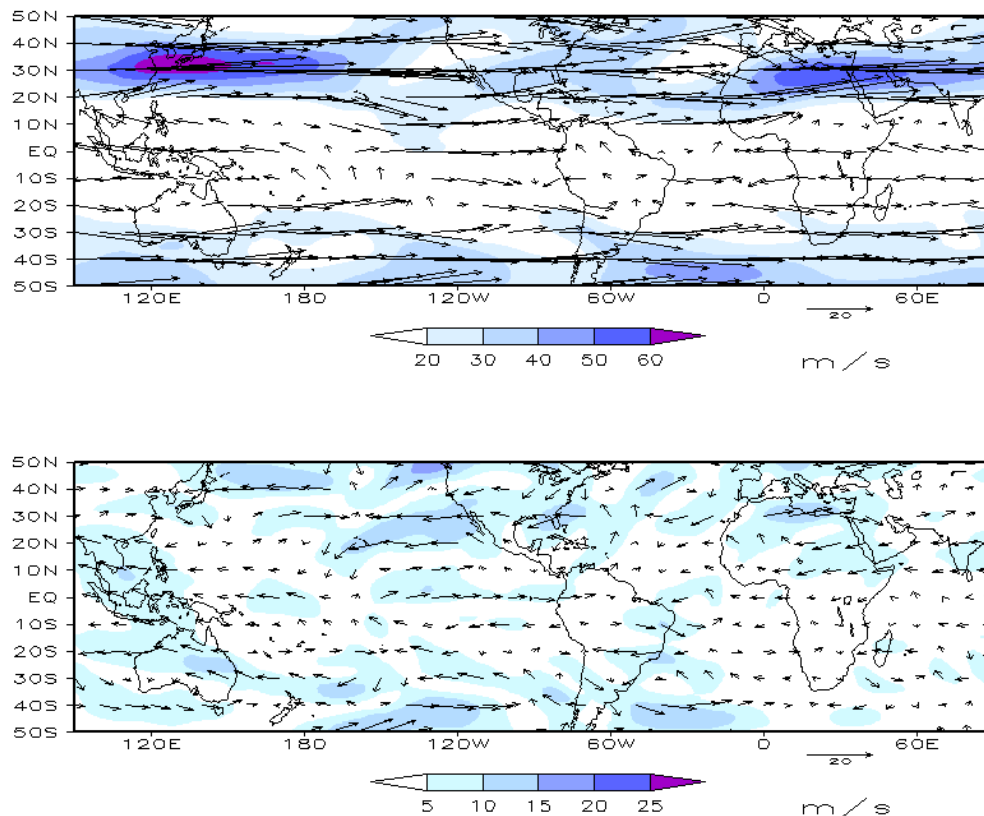


FIGURA 9 – Vetor do vento e magnitude em 200 hPa em MARÇO/2007. Os ventos são analisados numa grade de 2,5° e interpolados para uma grade de 5° em projeção Mercator para visualização: a) campo médio, com intervalo entre as isotacas de 10 m/s; b) anomalia, com intervalo entre as isotacas de 5 m/s. As anomalias são desvios das médias mensais para o período base de 1979/1995 - Reanálise. (FONTE: CPC/NCEP/NWS).

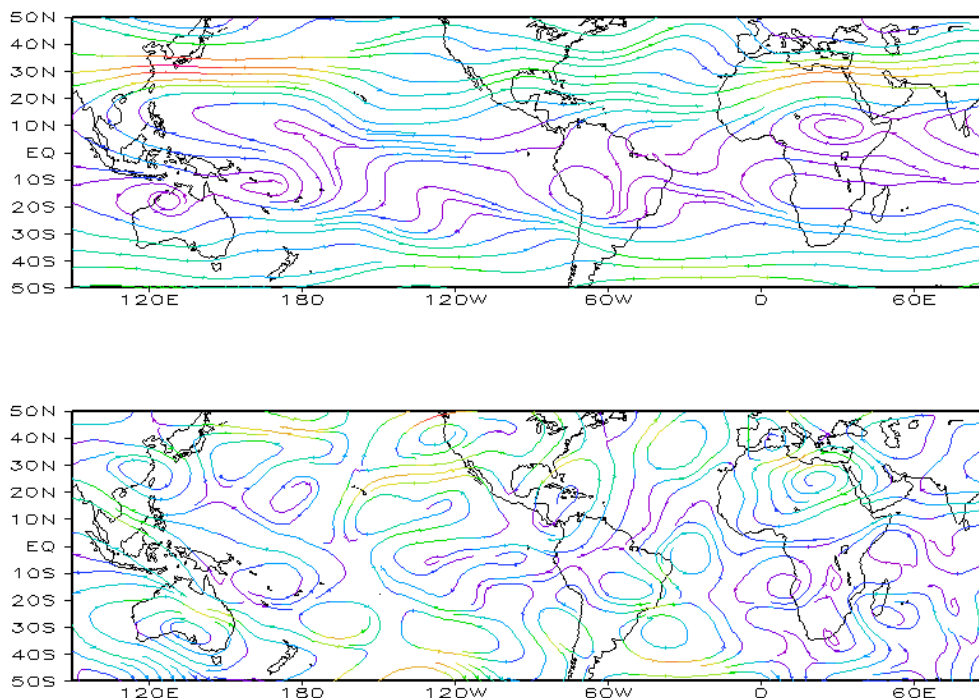


FIGURA 10 – Linhas de Corrente em 200 hPa, em MARÇO/2007. Os ventos são analisados numa grade de 2,5° e interpolados para uma grade de 5° em projeção Mercator para visualização: a) média; b) anomalia. (FONTE: CPC/NCEP/NWS).

o que aumentou a frequência de vórtices e cavados, principalmente sobre as Regiões Sudeste e Nordeste do Brasil, ocasionando deficiência de chuvas. No campo de anomalia, a circulação ciclônica anômala sobre o Brasil Central e a anticiclônica sobre o Atlântico adjacente

refletiu a situação estacionária que dominou durante quase todo o mês (Figuras 9 e 10).

No campo de altura geopotencial em 500 hPa, observou-se número de onda 3 no Hemisfério Sul (Figura 12).

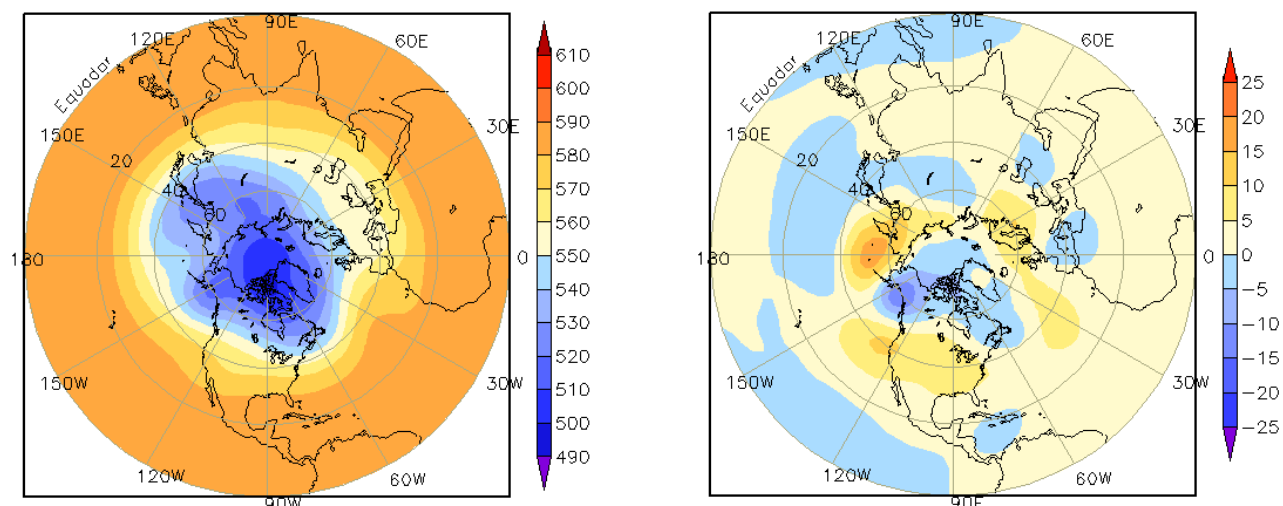


FIGURA 11 – Altura geopotencial em 500 hPa para o Hemisfério Norte, em MARÇO/2007. As alturas são analisadas numa grade de 2,5° e interpoladas para uma grade de 5° em projeção estereográfica polar de 65x65 pontos no Pólo Norte: a) média, com intervalo entre as isolinhas de 10 mgp; b) anomalia, com intervalo 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).

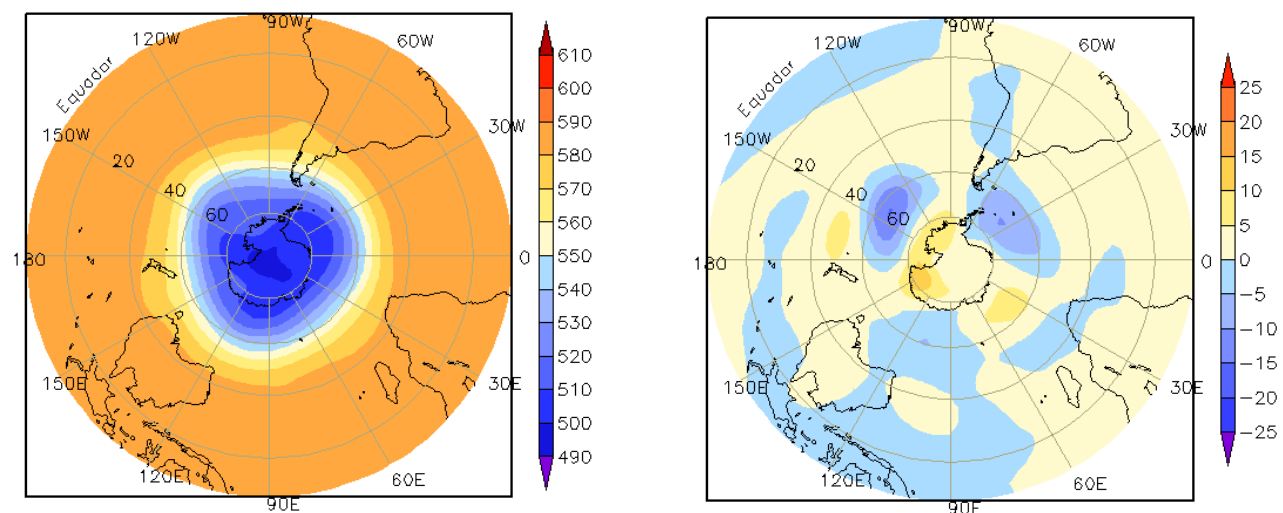


FIGURA 12 – Altura geopotencial em 500 hPa para o Hemisfério Sul, em MARÇO/2007. As alturas são analisadas numa grade de 2,5° e interpoladas para uma grade de 5° em projeção estereográfica polar de 65x65 pontos no Pólo Sul: a) média, com intervalo entre as isolinhas de 10 mgp; b) anomalia, com intervalo 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

O maior destaque em março foi a ocorrência de chuvas abaixo da média histórica em grande parte do Brasil, com exceção de áreas nas Regiões Norte e Sul, onde as chuvas excederam a média. Durante os episódios mais prolongados de estiagem, a umidade relativa do ar atingiu valores inferiores a 30%. Apesar da presença da massa de ar seco e da predominância de anomalias negativas de precipitação, destacaram-se alguns eventos extremos em São Paulo e no Mato Grosso do Sul, onde ocorreram rajadas de vento e precipitação de granizo, principalmente nos dias 07, 12, 17 e 23. A configuração de um único episódio de ZCAS, no período de 19 a 23, também causou chuvas intensas em parte das Regiões Sudeste e Centro-Oeste. 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

A Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) apresentou-se deslocada para norte, relativamente à sua posição climatológica para este mês, proporcionando totais pluviométricos mensais que atingiram 500 mm sobre a parte centro-norte da Amazônia e estiveram acima da média histórica em mais que 100 mm. Na cidade de Itaituba-PA, choveu 127 mm no dia 12, aproximadamente a metade do total climatológico mensal (Fonte: INMET). Ressalta-se que estas chuvas também estiveram associadas à formação de Linhas de Instabilidade (LI's) e ao escoamento difluente da Alta da Bolívia sobre o norte da Região Norte. No dia 21, a chuva registrada no município de Iauaratê-AM totalizou 132,9 mm (Fonte: INMET). Esta chuva esteve associada à formação de áreas de instabilidade provocadas pela ocorrência do episódio de ZCAS entre os dias 19 e 23. No sudeste do Amazonas, a situação de chuvas abaixo da média histórica está sendo observada pelo sexto mês consecutivo. Nesta área e no sul do Pará, as chuvas estiveram abaixo da média em até 200 mm.

2.1.2 – Região Centro-Oeste

Chuvas mais intensas ocorreram no norte do Mato Grosso e no sudoeste de Goiás, favorecidas pela atuação da Alta da Bolívia e pelo posicionamento dos vórtices ciclônicos, principalmente durante a segunda quinzena (ver seções 4.2 e 4.3). Com a configuração do episódio de ZCAS no período de 19 a 23, houve aumento de áreas de instabilidade em toda a Região. Na cidade de Rio Verde-GO, registrou-se 114,3 mm no dia 19. Este valor ultrapassou o recorde de precipitação diária neste município, que foi de 90,5 mm no ano de 1992 (Fonte: INMET).

2.1.3 – Região Nordeste

Na Região Nordeste, a atuação de vórtices ciclônicos inibiu a ocorrência de chuvas na maior parte do mês, porém, em alguns dias, o posicionamento destes sistemas foi favorável às chuvas no Piauí, Rio Grande do Norte e em Pernambuco, destacando-se os 91,6 mm de chuva registrados em Natal-RN, no dia 01, e os 49,1 mm ocorridos em Recife-PE no dia 16 (Fonte: INMET). No norte do Nordeste, a atuação da ZCIT foi mais intensa sobre o noroeste do Maranhão, onde choveu até 200 mm acima da pluviometria média mensal. A ZCIT também causou transtorno em Fortaleza-CE, onde se registrou 138 mm de chuva no dia 03 e várias ruas ficaram alagadas. Na cidade de Mossoró-RN, registrou-se 81,1 mm no dia 06, sendo a climatologia mensal igual a 151 mm (Fonte: INMET).

2.1.4 – Região Sudeste

O escoamento anticiclônico anômalo que se observou ao longo do mês, em baixos níveis, e o posicionamento de cavados e vórtices ciclônicos em altos níveis contribuiu para a permanência de uma massa de ar seco e para a ocorrência de chuvas abaixo da média histórica na maior parte da Região Sudeste (ver seção 4.3). Os mais baixos valores de umidade relativa do ar ocorreram no início de março, com destaque para os dados fornecidos pelos aeroportos de Guarulhos, Congonhas e São José dos Campos, no Estado de São Paulo, onde, no dia 04, registraram-se 22%, 27% e 28%, respectivamente. Segundo o INMET, a umidade relativa atingiu 28% na cidade de Resende-RJ, no dia 12. As chuvas ocorreram preferencialmente

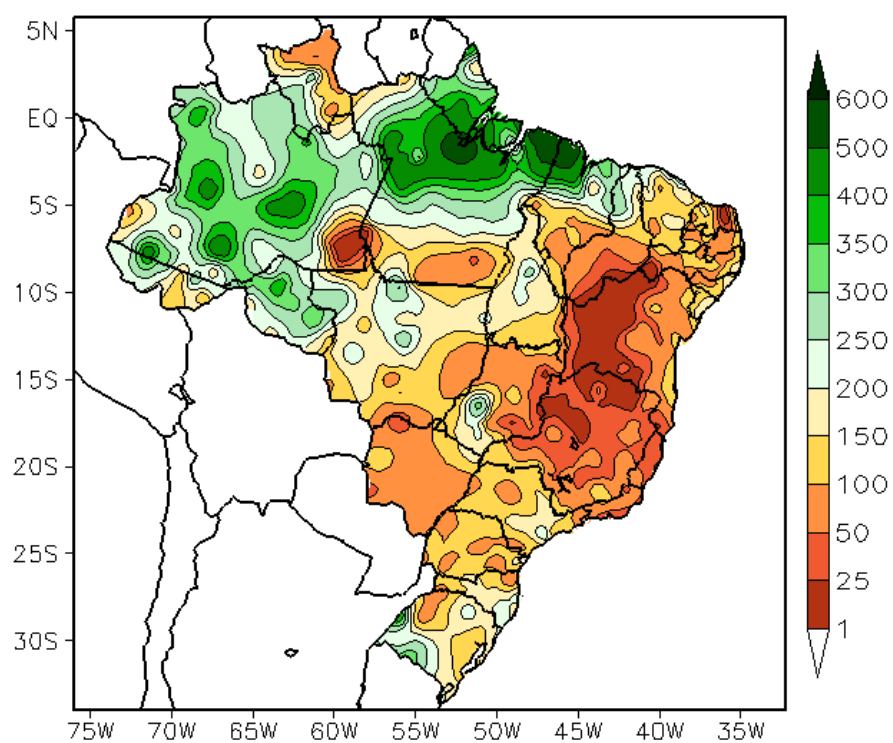


FIGURA 13 - Precipitação total (em mm) para MARÇO/2007.

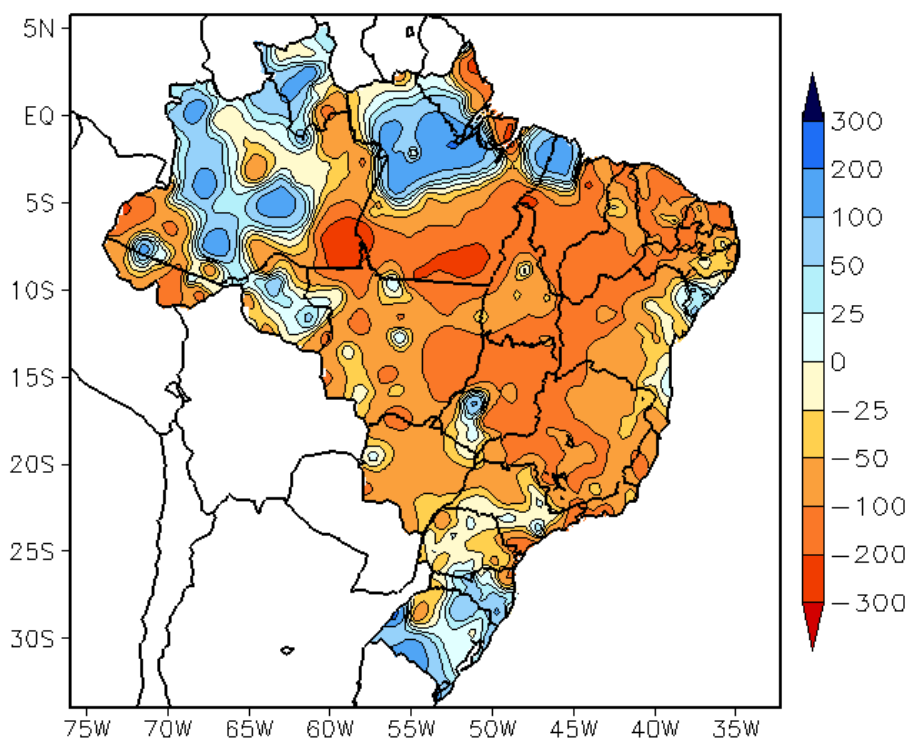


FIGURA 14 - Desvio de precipitação (em mm) em relação à média climatológica para MARÇO/2007 (Climatologia INMET: 1961 - 1990).

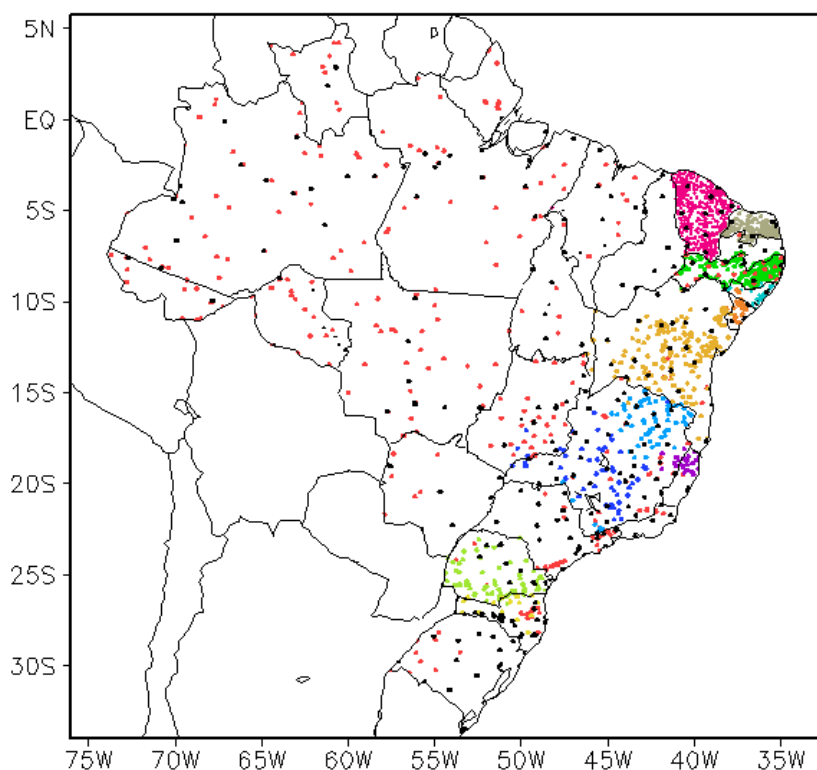


FIGURA 15 – Distribuição espacial das 2156 estações pluviométricas e meteorológicas utilizadas em MARÇO/2007. (FONTE: CMCD/INPE – INMET – FUNCME/CE – EMPARN/RN – ITEP/LAMEPE/PE – SEMARHN/DHM/AL – CMRH/SE – SEMARH/BA – SEAG/ES – CEMIG/MG – SIMGE/MG – GEORIO/RJ – IAC/SP – SIMPEPAR/PR – CIRAM/SC – FEPAGRO/RS).

em forma de pancadas. Em algumas cidades de São Paulo, ocorreram temporais, queda de granizo e rajadas de vento, em particular durante a primeira quinzena. No aeroporto de Campinas-SP, foram registradas rajadas de vento de até 55,6 km/h no dia 09. No dia 12, as cidades de São Paulo e Sorocaba sofreram com os ventos fortes que derrubaram árvores e interromperam o fornecimento de energia elétrica. Em São Paulo, capital, chuvas intensas causaram 32 pontos de alagamento no dia 14 e houve problemas nos aeroportos e rodovias do Estado no dia 16; na cidade de São Simão-SP, choveu 82,8 mm no dia 17; em São José dos Campos-SP, houve queda de granizo e rajadas de vento que atingiram 40 km/h no dia 23. A atuação do episódio de ZCAS foi notada principalmente em Belo Horizonte-MG, onde choveu forte e houve queda de granizo entre os dias 20 e 21, registrando-se 47,8 mm de precipitação. Em Sete Lagoas-MG, o volume de chuva atingiu 72,4 mm em 24 horas. No dia 31, voltou a chover forte em São Paulo, capital, com ocorrência de alagamentos, enxurradas e queda de granizo (Fonte: METAR, INMET e Globo).

2.1.5 – Região Sul

A massa de ar quente e seco que afetou grande parte do Brasil Central no início de março também proporcionou baixos valores de umidade relativa do ar em localidades do Paraná. Em Curitiba-PR e Campo Mourão-PR, a umidade relativa chegou a 28% e 36%, respectivamente, no dia 06 (Fonte: INMET). De modo geral, a passagem dos sistemas frontais proporcionou chuvas intensas e ventos fortes em cidades do Rio Grande do Sul e Santa Catarina, principalmente durante a primeira quinzena. Nestas áreas, os totais mensais estiveram preferencialmente acima da climatologia mensal (ver seção 3.1).

2.2 – Análise da Temperatura no Brasil

A temperatura máxima variou entre valores superiores a 36°C, no norte de Goiás, e 24°C, no sudeste de Santa Catarina (Figura 16). Os valores de temperatura máxima excederam a média em grande parte do centro-sul do Brasil, onde dominou uma situação de estiagem, principalmente no início de março. Destacaram-se as anomalias positivas

a 5°C no nordeste dos Estados de Goiás e São Paulo e no noroeste do Paraná (Figura 17). Na cidade de Florianópolis, onde a anomalia média mensal atingiu 4°C, ocorreram 16 dias consecutivos com altas temperaturas entre o final de fevereiro e o dia 09 de março, fato que não ocorria desde o verão de 1987 (Fonte: EPAGRI). As temperaturas mínimas ocorreram próximas à média no centro-norte do Brasil, onde os valores variaram entre 14°C e 24°C (Figuras 18 e 19). Na Região Sul e nos Estados de São Paulo e Mato Grosso do Sul, os valores excederam a média entre 1°C e 5°C. A temperatura média variou entre 25°C e 26°C no leste de São Paulo (Figura 20), onde ocorreram desvios positivos de até 3°C (Figura 21).

3. PERTURBAÇÕES ATMOSFÉRICAS SOBRE O BRASIL

3.1 – Sistemas Frontais e Frontogênese

Em março, sete frentes frias atuaram no Brasil, sendo a climatologia igual a seis sistemas frontais entre as latitudes 25°S e 35°S. Neste mês, a persistência de um sistema de alta pressão em níveis médios e baixos inibiu o avanço das frentes frias para latitudes mais ao norte, sendo a maioria desviada para o oceano. Por esta razão, a frequência das frentes frias foi maior em latitudes altas, onde, no total, foram contabilizados onze sistemas frontais entre a Argentina e o Brasil. No Brasil, os sistemas frontais ficaram restritos à Região Sul durante a primeira quinzena, enquanto que, na segunda quinzena, o quarto sistema frontal conseguiu avançar para latitudes mais ao norte e deu origem ao único episódio de ZCAS do mês.

A primeira frente fria ingressou em Santa Vitória do Palmar-RS no dia 02, às 00:00 TMG, avançando tanto pelo interior como pelo litoral do Rio Grande do Sul. A passagem desta frente fria foi intensificada pela atuação de um cavado em 500 hPa e do jato subtropical em altos níveis no dia 02 (ver seção 4.1). Em Erechin-RS, choveu 90 mm em 24 horas (Fonte: FEPAGRO). Em Uruguaiana-RS, registrou-se vento de aproximadamente 98 km/h na estação da FAB. Pelo litoral, esta frente deslocou-se até Porto Alegre-RS, no dia 04.

A segunda frente fria originou-se de uma ciclogênese sobre o Uruguai e oceano adjacente,

na madrugada do dia 09. Este sistema deslocou-se rapidamente, posicionando-se em Porto Alegre-RS às 00:00 TMG do dia 10. Durante sua trajetória ocorreram descargas elétricas e rajadas de vento no Rio Grande do Sul. Entre os dias 08 e 09, a chuva acumulada atingiu 88 mm em Santana do Livramento-RS e 48,6 mm em Uruguaiana-RS (Fonte: INMET).

Nos dias 15 e 16, o terceiro sistema frontal ingressou em Santa Vitória do Palmar-RS e deslocou-se até Rio Grande-RS, posicionando-se sobre o oceano no dia seguinte.

O quarto sistema também originou-se de uma ciclogênese que se configurou sobre a Região Sul do Brasil, no dia 18. Esta frente conseguiu atingir a cidade do Rio de Janeiro-RJ no dia 19, às 12:00 TMG. Pelo interior, esta frente deslocou-se até Franca-SP e Campo Grande-MS. A partir do dia 19, esta frente ficou estacionária sobre o oceano e, junto com a presença de vórtices ciclônicos em médios e altos níveis, deu origem ao episódio da ZCAS que se configurou entre os dias 19 e 23. Houve chuva significativa em parte das Regiões Sudeste e Centro-Oeste (ver seção 2.1).

A quinta frente fria originou-se de uma onda frontal sobre o Uruguai, na madrugada do dia 24. Esta frente deslocou-se rapidamente, posicionando-se em Florianópolis-SC no dia 25. A atuação de uma baixa pressão associada a esta frente fria sobre o oceano provocou chuva forte e temporais localizados em Santa Catarina, destacando-se as cidades de Matos Costa (65 mm), Angelina (74 mm), Águas Mornas (61 mm) e Schroeder (52 mm). As rajadas de vento atingiram 58 km/h em Angelina, e chegaram a 40 km/h em São José, Indaial, Campos Novos e Celso Ramos (Fonte: EPAGRI/CIRAM).

O sexto e o sétimo sistemas frontais atuaram apenas no Rio Grande do Sul entre os dias 28 e 31. Ressalta-se que o último sistema frontal foi intensificado pelos ventos em altitude (ver seção 4.1). Em Passo Fundo-RS, choveu 64 mm entre os dias 31 e 01 de abril, inclusive com ocorrência de descargas elétricas.

3.2 – Massas de Ar Frio e Geadas

Em março, cinco massas de ar frio atuaram no Brasil. De modo geral, estas massas apresentaram fraca intensidade, causando

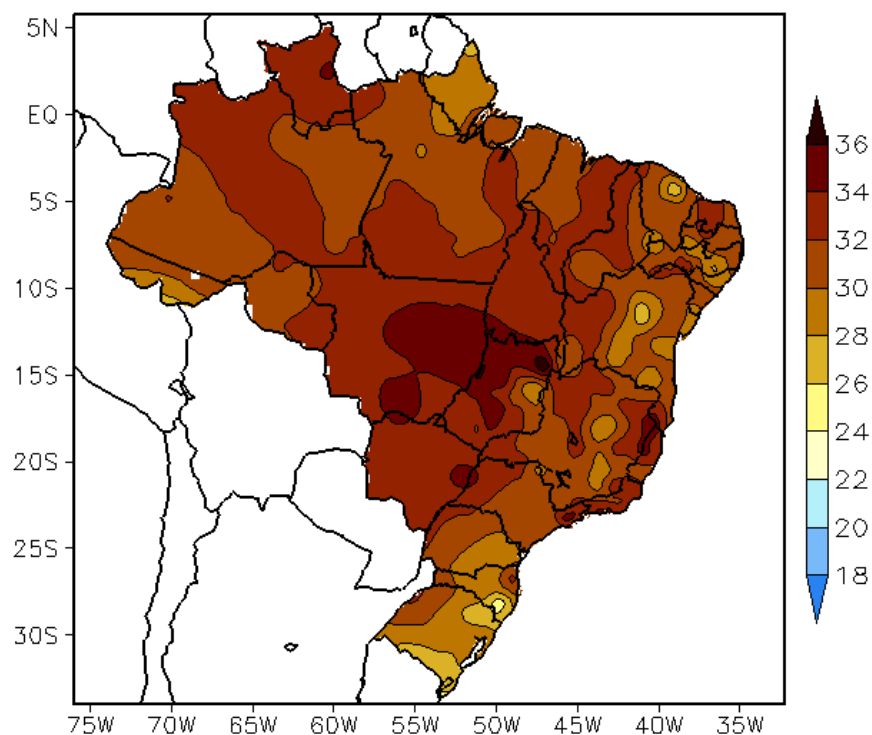


FIGURA 16 - Temperatura máxima do ar à superfície (em °C), em MARÇO/2007. (FONTE: CMCD/INPE - INMET).

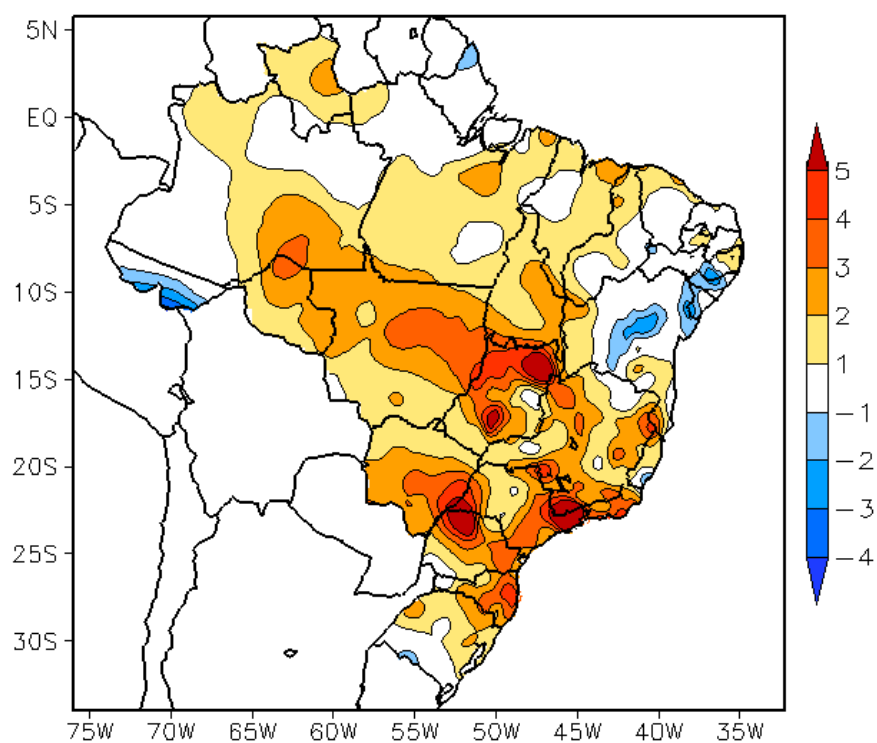


FIGURA 17 - Anomalia de temperatura máxima no Brasil (em °C), em MARÇO/2007. (FONTE: CMCD/INPE - INMET e Climatologia INMET: 1961 a 1990).

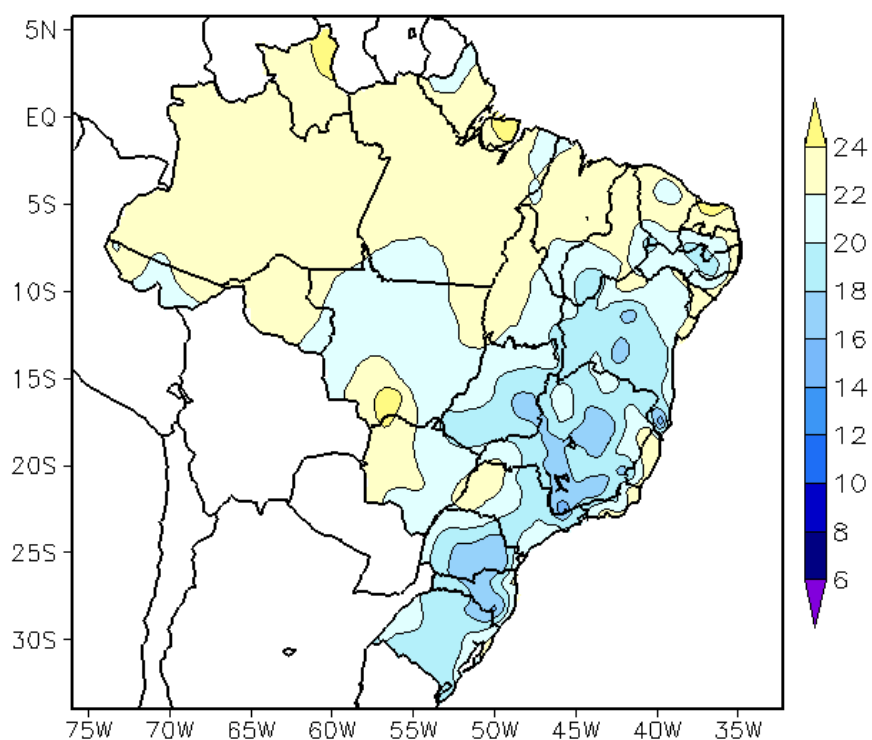


FIGURA 18 - Temperatura mínima média do ar à superfície (em °C), em MARÇO/2007. (FONTE: CMCD/INPE - INMET).

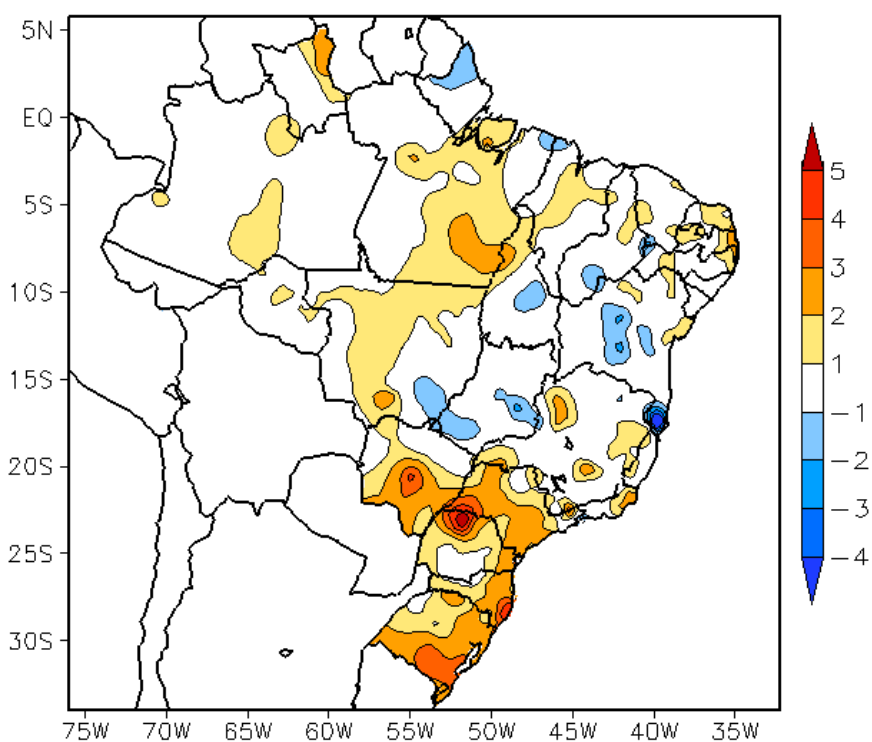


FIGURA 19 - Anomalia de temperatura mínima no Brasil (em °C), em MARÇO/2007. (FONTE: CMCD/INPE - INMET e Climatologia INMET: 1961 a 1990).

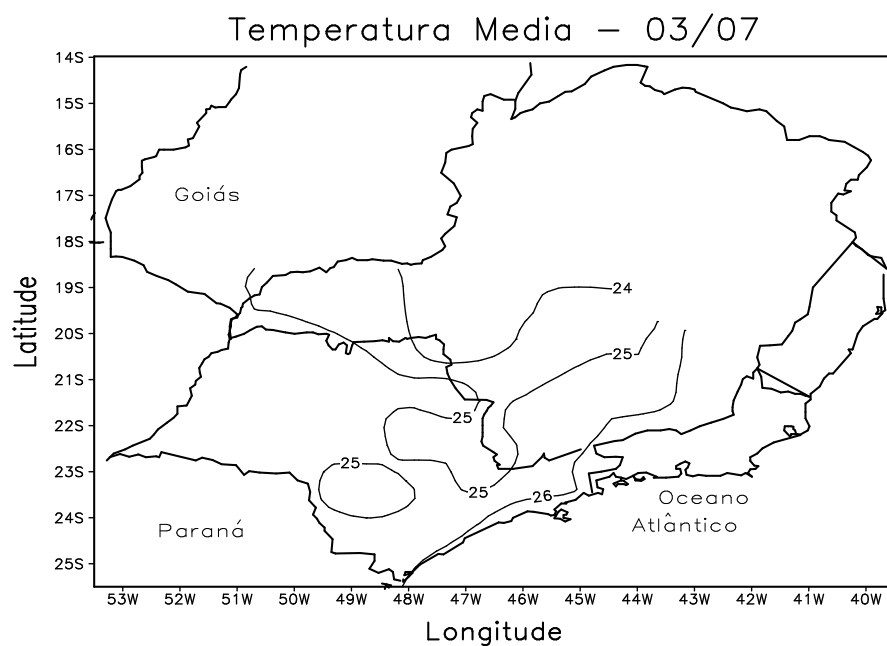


FIGURA 20 - Temperatura média do ar à superfície (em °C), em MARÇO/2007, para a Região Sudeste do Brasil. (FONTE: IAC).

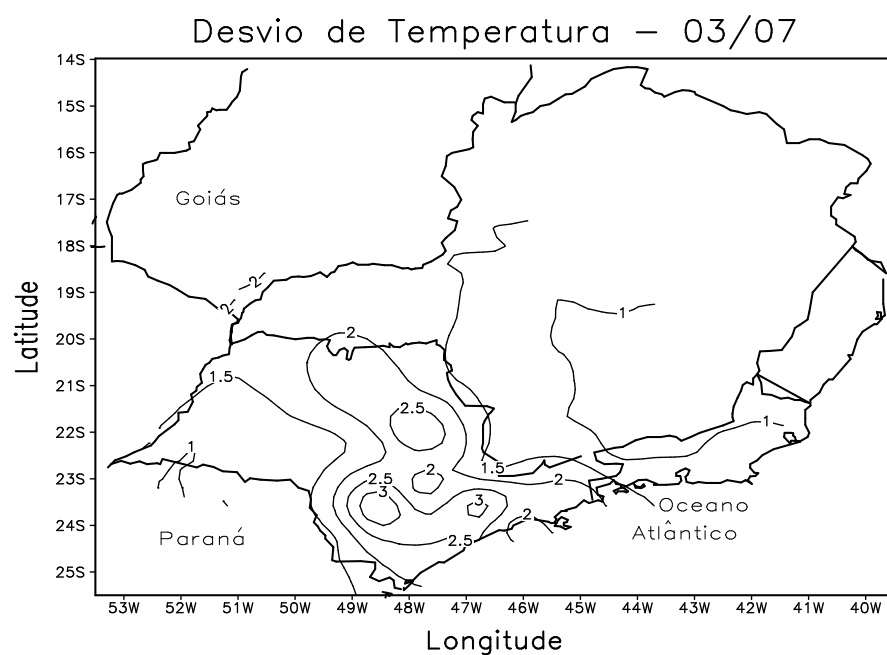
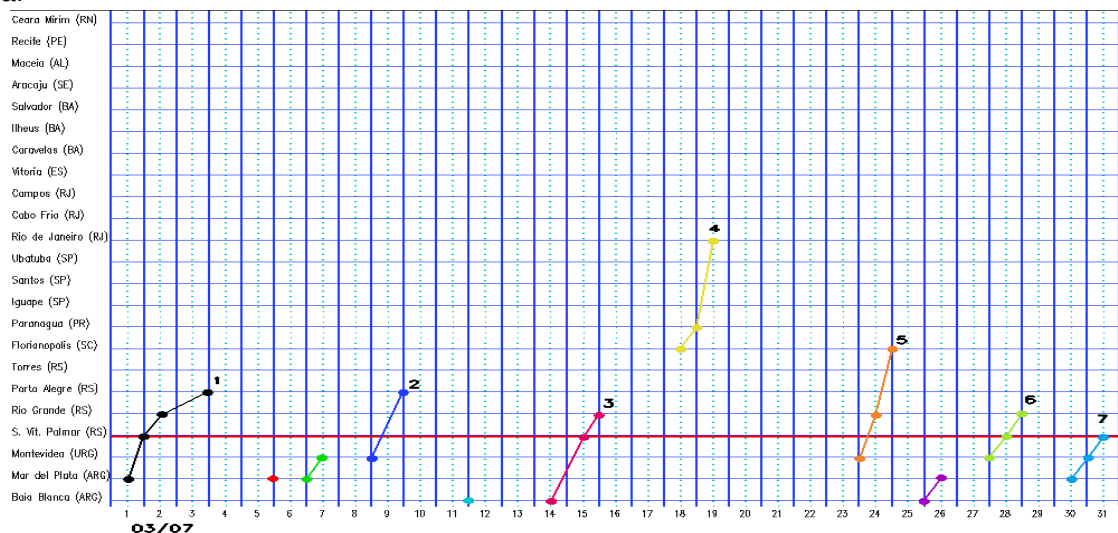
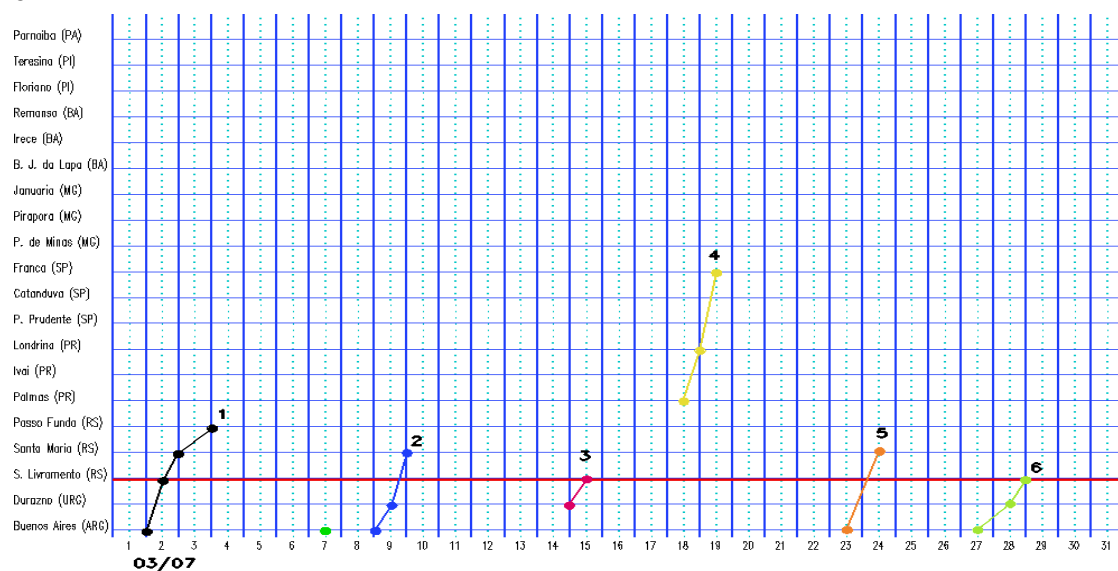


FIGURA 21 - Desvio de temperatura média do ar à superfície (em °C) em relação à média climatológica (1961 -1978), em MARÇO/2007, para Região Sudeste do Brasil. (Climatologia do INMET: 1961 - 1990) (FONTE: IAC (dados)/CPTEC(anomalia)).

a) Litoral



b) Interior



c) Central

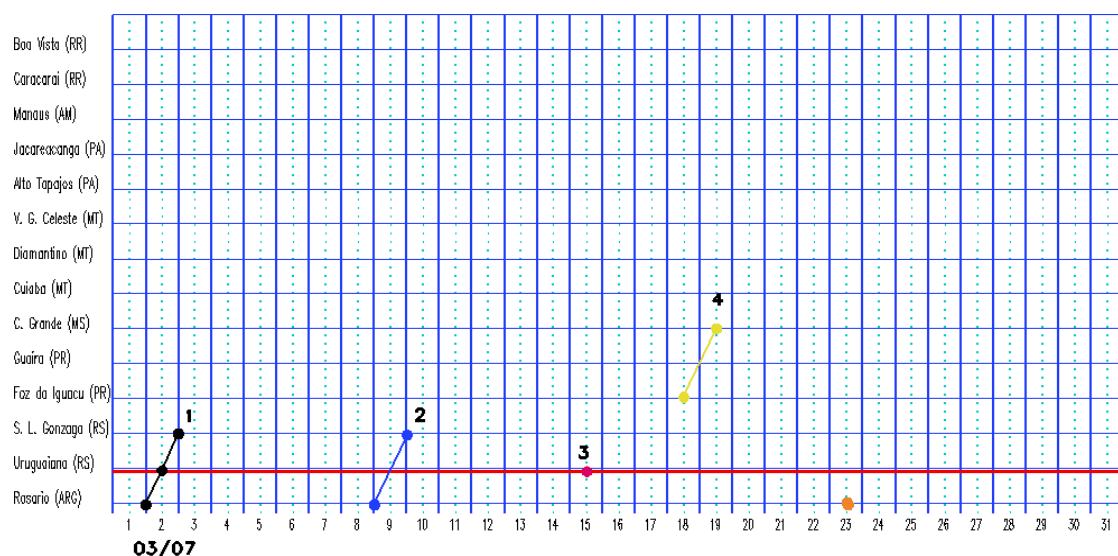


FIGURA 22 - Seções estação versus tempo dos sistemas frontais que penetraram no Brasil em MARÇO/2007. O acompanhamento das frentes é feito nos horários das 00:00 TMG (linha contínua) e 12:00 TMG (linha pontilhada). Os pontos mostram que a frente esteve posicionada na estação no dia e hora indicados. (FONTE: Análises diárias do CPTEC).

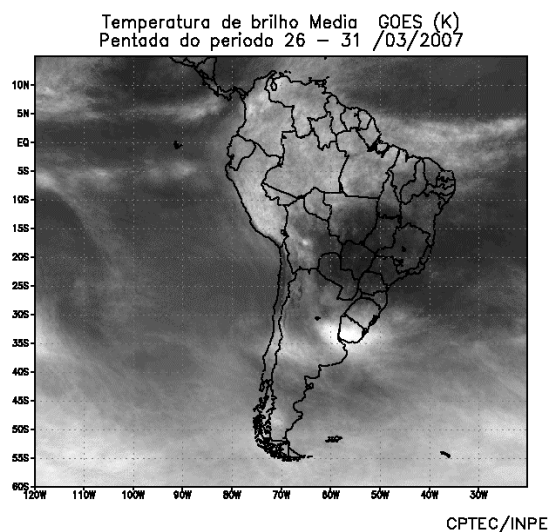
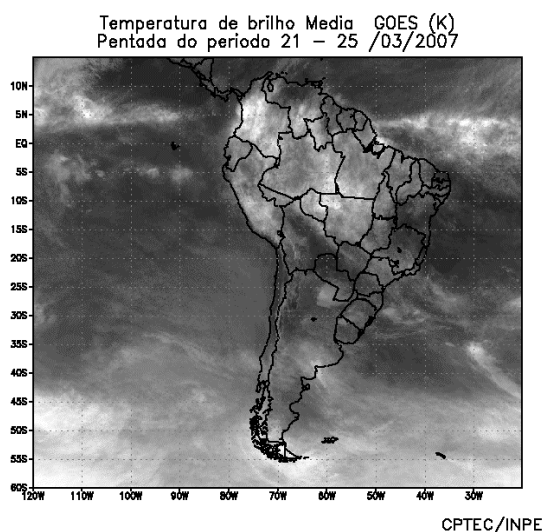
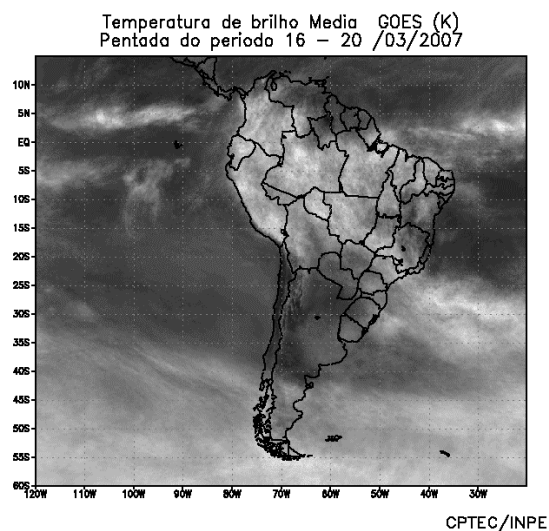
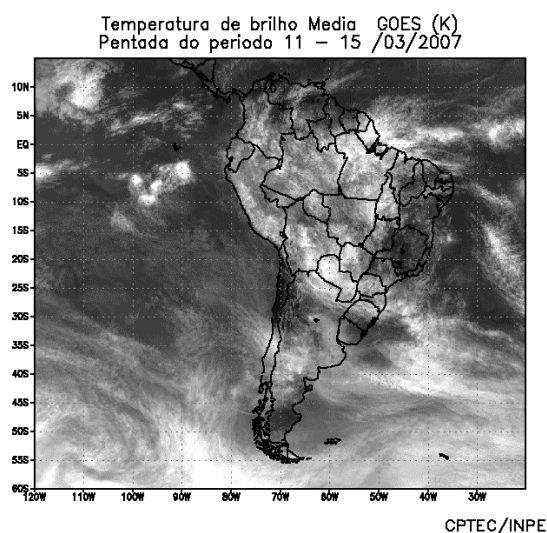
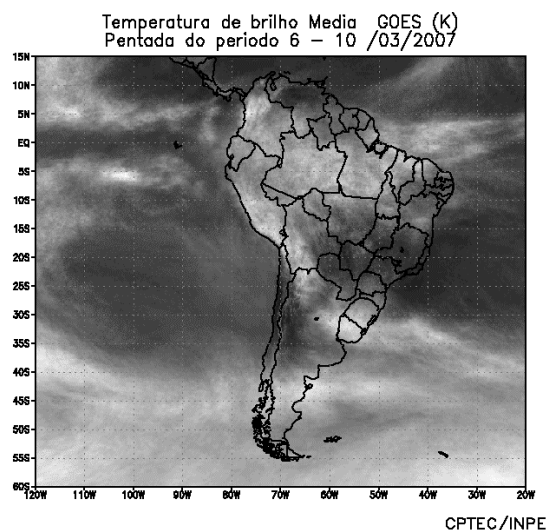
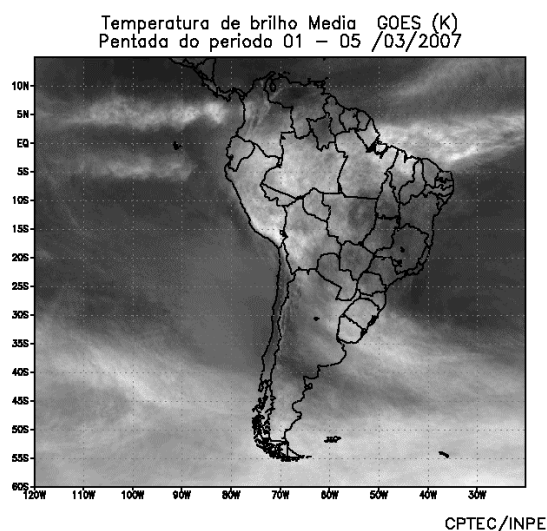


FIGURA 23 - Pêntadas de temperatura de brilho média (K) para o mês de MARÇO/2007. (FONTE: Satélite GOES-10).

declínio de temperatura apenas em alguns setores do sul do País.

A primeira massa de ar frio ingressou pelo extremo sul do Rio Grande do Sul no dia 03, deslocando-se para o oceano no dia seguinte. Em algumas áreas, houve declínio na temperatura de 2°C a 4°C em relação ao dia anterior.

Os anticiclones associados à segunda e terceira massas de ar frio ingressaram pelo sul do Rio Grande do Sul nos dias 05 e 11, respectivamente. Estes anticiclones deslocaram-se posteriormente para o oceano.

No dia 16, a quarta massa de ar frio atuou nos setores sul e oeste do Rio Grande do Sul, afetando quase toda a Região Sul nos dias 19 e 20. O anticiclone associado deslocou-se para o Oceano Atlântico no dia seguinte. Em quase toda a Região Sul, houve uma queda de temperatura de até 4°C entre os dias 16 e 17.

No dia 24, o último anticiclone do mês atuou no extremo sul do Rio Grande do Sul, posicionando-se sobre o oceano no dia seguinte.

3.3 – Atividade Convectiva sobre a América do Sul

Em março, a diminuição da atividade convectiva foi notada principalmente na 1ª e 6ª pântadas, em particular sobre as Regiões Centro-Oeste, Sudeste e Nordeste (Figura 23). Somente na 4ª pântada, o avanço do quarto sistema frontal e a configuração de um episódio de ZCAS proporcionou aumento mais significativo da nebulosidade sobre estas áreas (ver seção 3.3.1). Em todas as pântadas, destacou-se a inclinação da nebulosidade associada à Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) sobre o norte da Região Norte, onde choveu acima da média histórica (ver seção 2.1). A ocorrência de vórtices ciclônicos em altos níveis também contribuiu para a inibição da atividade convectiva, em particular sobre a Bahia e o norte de Minas Gerais (ver seção 4.3).

3.3.1 – Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS)

No período de 19 a 23 de março, ocorreu mais um episódio da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS). Com este, totalizaram-se nove episódios desde outubro de 2006 até este

mês. Como nos eventos anteriores, esta ZCAS também proporcionou grande volume de chuva no período de 24 horas, conforme descrito na seção 2.1.

Neste episódio de ZCAS, a banda de nebulosidade estendeu-se sobre as Regiões Norte, Centro-Oeste e Sudeste e oceano adjacente, como pode ser visto através do campo de temperatura de brilho média (Figura 24a). Nas Figuras 24b e 24c, notam-se a convergência e o movimento ascendente na região de atuação da ZCAS nos níveis de 850 hPa e 500 hPa, respectivamente. Ressalta-se o escoamento anticiclônico em baixos e médios níveis, centrado sobre o Oceano Atlântico e que se estendeu sobre o sul da Região Nordeste e parte do Sudeste, onde ocorreram anomalias negativas de precipitação. Em altos níveis, destacou-se a área de maior divergência sobre as Regiões Sudeste e Centro-Oeste e a circulação ciclônica centrada em aproximadamente 10°S/20°W, as quais contribuíram para a configuração de mais este episódio de ZCAS (Figura 24d).

Apesar da fraca intensidade deste episódio de ZCAS, no que se refere à distribuição espacial de totais acumulados de precipitação (Figura 24e), houve ocorrências significativas nas Regiões Norte, Centro-Oeste e Sudeste. Destacam-se, aqui, as chuvas de até 100 mm registradas em alguns bairros de Belo Horizonte-MG, inclusive com queda de granizo, e que causaram deslizamentos de terra, queda de árvores e alagamentos entre os dias 20 e 21 (Fonte: O Globo).

3.3.2 – Zona de Convergência Intertropical (ZCIT)

A banda de nebulosidade associada à Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) oscilou preferencialmente ao norte da sua posição climatológica durante março, porém manteve sua inclinação favorável às chuvas sobre o norte do Brasil (Figura 25). Na 1ª, 4ª e 6ª pântadas, em particular, notou-se a maior influência da ZCIT sobre o extremo norte das Regiões Norte e Nordeste do Brasil (Figura 26). Nestas pântadas, a organização das Linhas de Instabilidade (LI's) pode ser notada dentro da nebulosidade associada à ZCIT, intensificando a atividade convectiva sobre a costa norte brasileira, conforme ilustram as imagens de satélite descritas na seção 3.3.3.

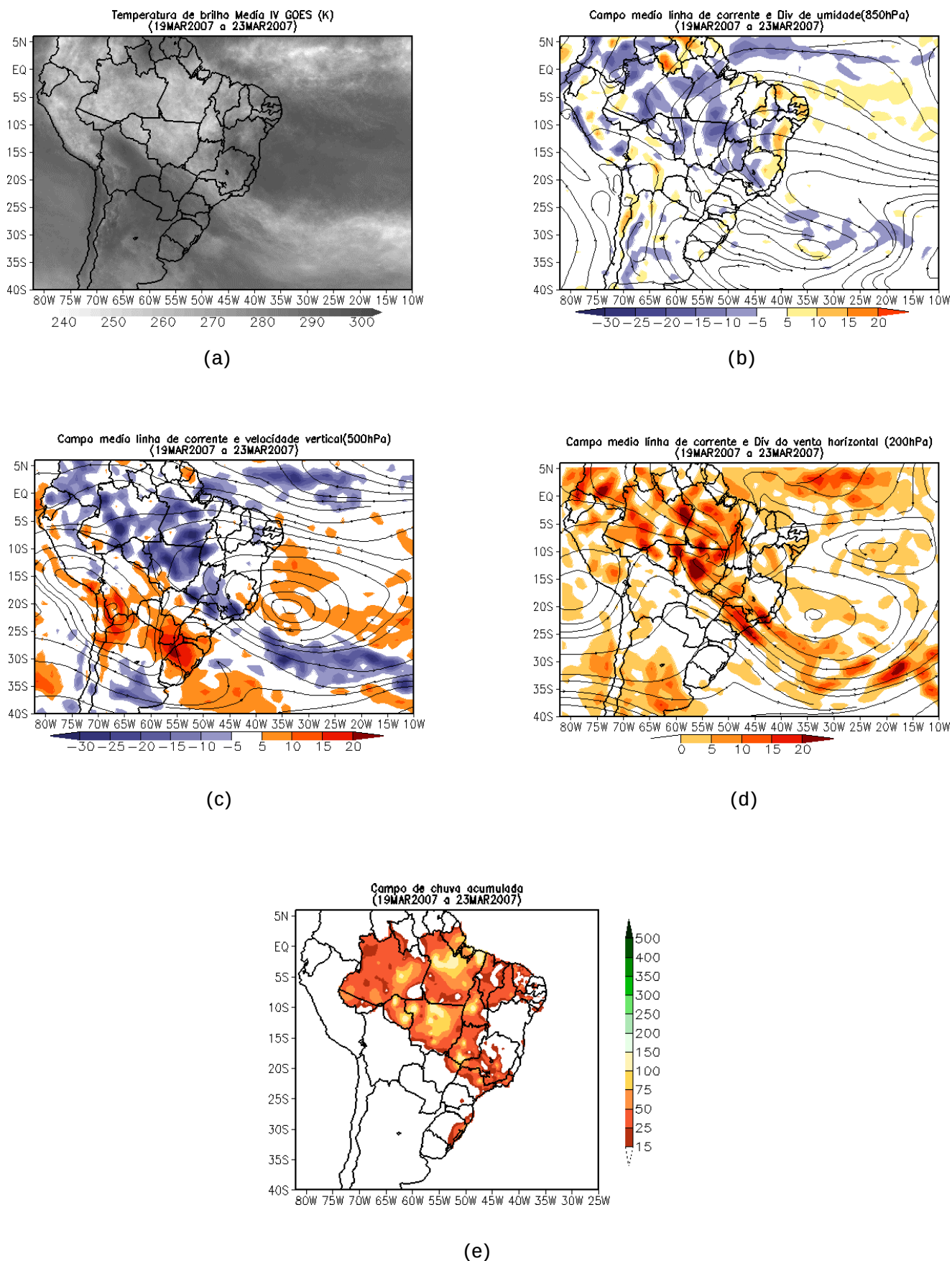


FIGURA 24 - Campos ilustrativos de dois episódios de ZCAS no período 19 a 23 de MARÇO/2007 a saber: temperatura de brilho média obtida pelo satélite GOES-10 (a); campo médio de linha de corrente e divergência de umidade no nível de 850 hPa, em $10^{-8} \text{ kg s}^{-1}$ (b); campo médio de linha de corrente e velocidade vertical, em 500 hPa, em $10^{-3} \text{ Pa s}^{-1}$ (c); e campo médio de linha de corrente e vorticidade relativa no nível de 200 hPa, em 10^{-5} s^{-1} (d); campo de precipitação acumulada em mm (e).

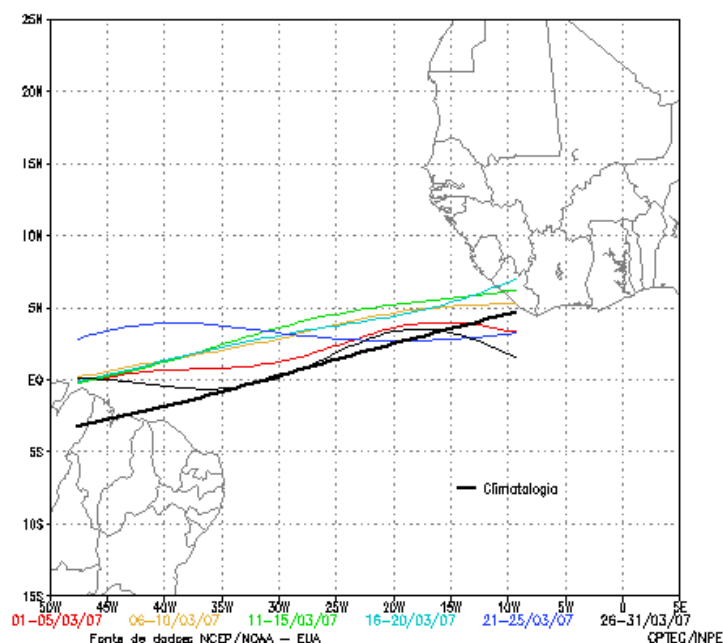


FIGURA 25 - Estimativa da posição média pentadal da ZCIT, em MARÇO/2007, a partir da localização dos mínimos valores de ROL ao longo do Oceano Atlântico Equatorial. A linha preta é indicativa da posição média climatológica da ZCIT neste mês.

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

Em março, as Linhas de Instabilidade (LI's) estiveram bem configuradas em 21 episódios (Figura 27). De modo geral, as LI's caracterizaram-se entre as Guianas e o norte do Nordeste e foram intensificadas pela proximidade da ZCIT, principalmente durante a primeira quinzena. Destacou-se a LI que se configurou no dia 02, proporcionando chuvas mais significativas no sul do Amapá, norte do Pará e noroeste do Maranhão. Nestas áreas, os totais mensais de precipitação estiveram acima da média histórica (ver Figura 14).

4. ESCOAMENTO EM ALTOS NÍVEIS

4.1 – Jato sobre a América do Sul

O jato subtropical atuou preferencialmente sobre o nordeste da Argentina, e Oceano Atlântico Sul, com magnitude média mensal entre 30 m/s e 40 m/s (Figura 28a). Considerando o escoamento climatológico, notou-se o jato subtropical próximo à sua posição e magnitude médias para este mês. Entre os dias 01 e 02, o jato subtropical intensificou sobre a Argentina e o sul do Brasil, com magnitude de até 70 m/s, contribuindo para a intensificação do sistema frontal à superfície (Figura 28b). Chuvas significativas foram registradas nos Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina nos dias 02

e 03 (ver seção 3.1). Destacou-se a bifurcação do jato subtropical em dois episódios: o primeiro sobre o sul do Brasil e nordeste da Argentina no período de 16 a 21, quando teve início a configuração do único episódio de ZCAS deste mês; o segundo foi notado sobre o Pacífico Sudeste e sul da América do Sul no período de 28 a 31. As Figuras 28c e 28d ilustram, respectivamente, o escoamento representativo destes dois episódios. Ressalta-se, no segundo episódio, a configuração do vórtice ciclônico que atravessou a Cordilheira dos Andes e causou eventos extremos no norte da Argentina (ver seção 4.3).

4.2 – Circulação da Alta da Bolívia

Em março, o centro da alta troposférica configurou-se em 25 dias, situando-se preferencialmente sobre a Bolívia e o Peru (Tabela 2). Na média mensal, o centro da Alta da Bolívia posicionou-se em aproximadamente 17°S/70°W, a oeste de sua posição climatológica (Figura 29). Esta configuração foi consistente com o deslocamento do escoamento característico dos meses de verão para oeste, relativamente ao mês anterior, resultando também no aumento das chuvas sobre a Região Norte do Brasil (ver seção 2.1). No final de março, notou-se a descaracterização do centro da circulação anticiclônica sobre a América do Sul.

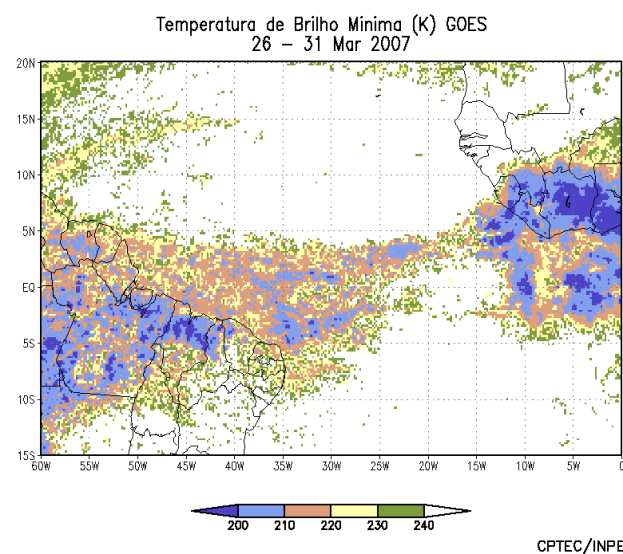
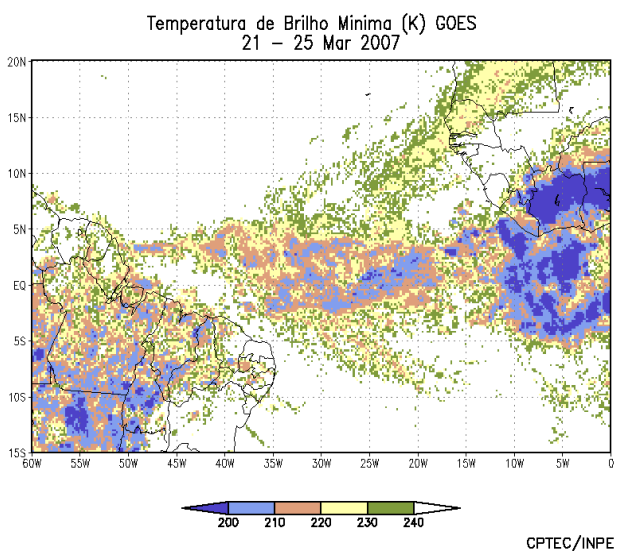
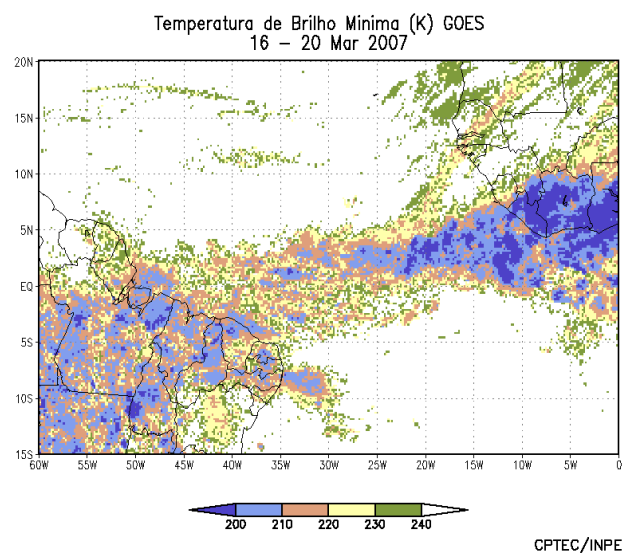
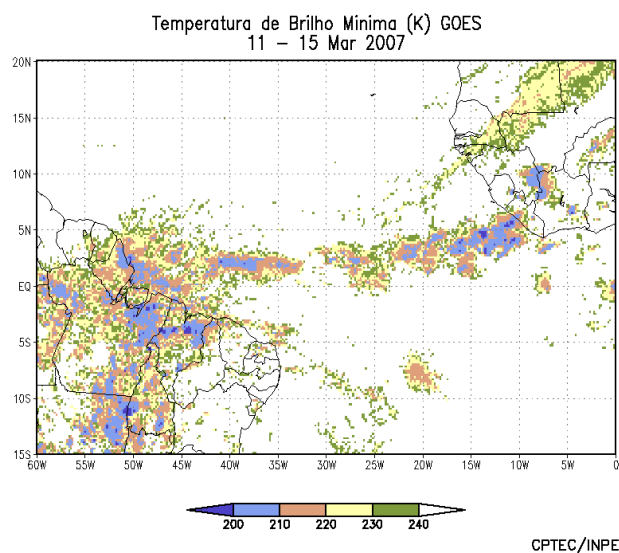
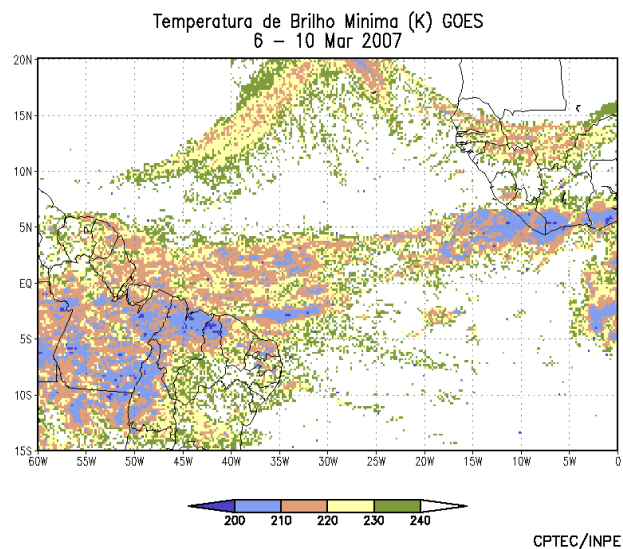
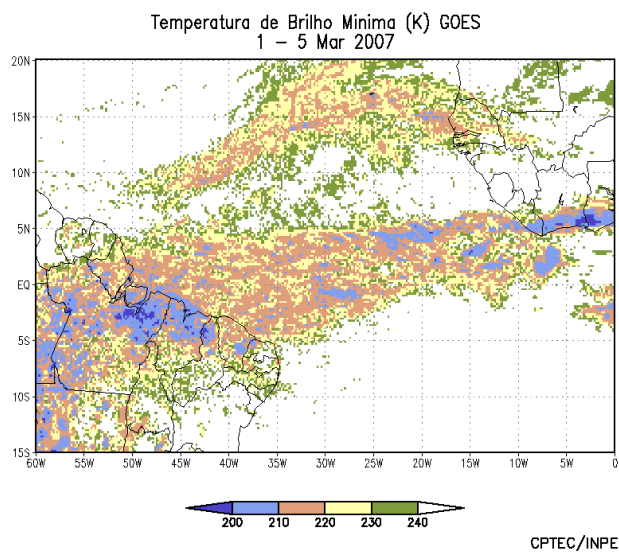
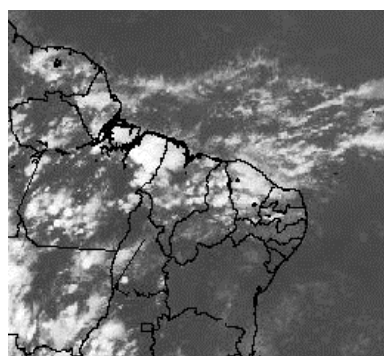
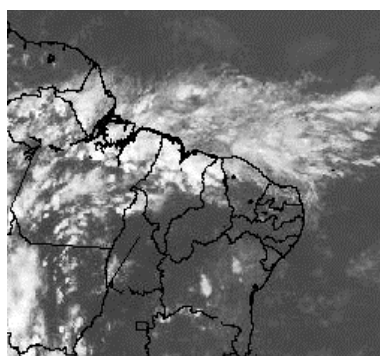


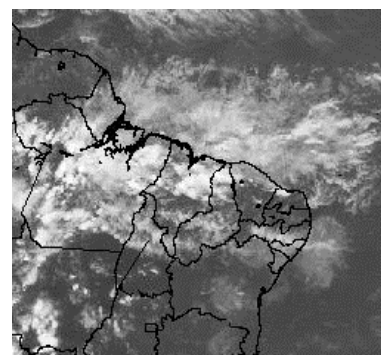
FIGURA 26 - Pêntadas de temperatura de brilho mínima (K) para o mês de MARÇO/2007. (FONTE: Satélite GOES-10).



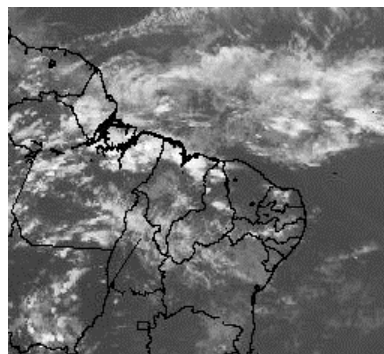
01/03/07 21:00TMG



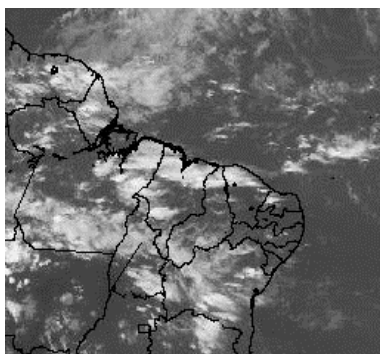
02/03/07 21:00TMG



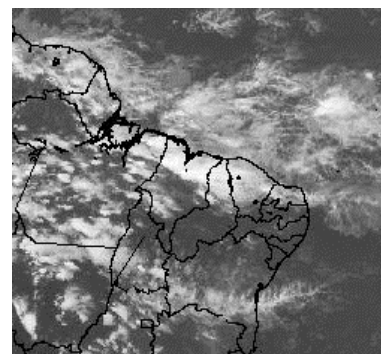
03/03/07 21:00TMG



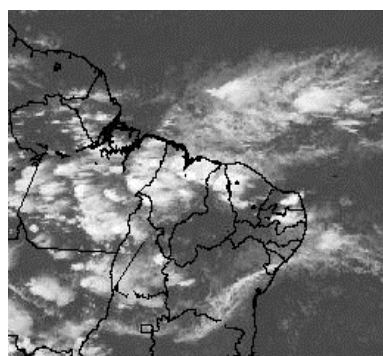
04/03/07 21:00TMG



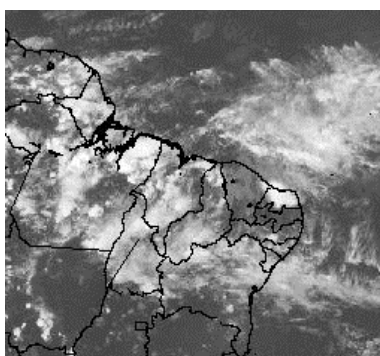
06/03/07 21:00TMG



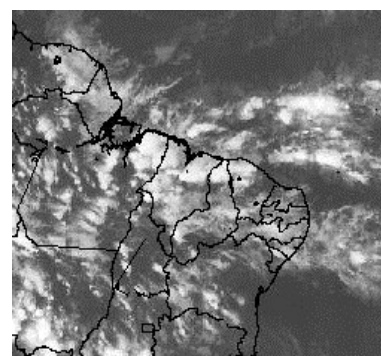
07/03/07 21:00TMG



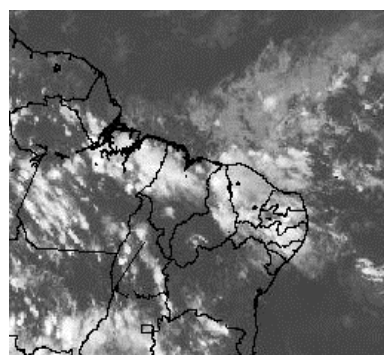
09/03/07 21:00TMG



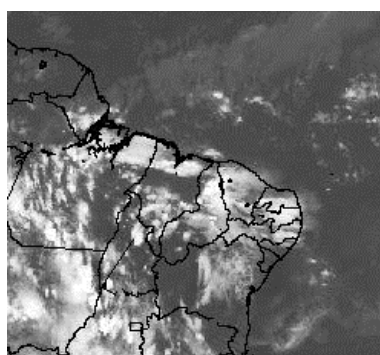
12/03/07 21:00TMG



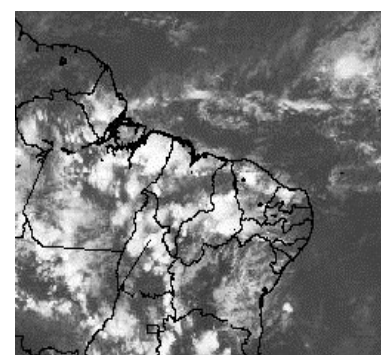
16/03/07 21:00TMG



17/03/07 21:00TMG



18/03/07 21:00TMG



19/03/07 21:00TMG

FIGURA 27 - Recortes das imagens do satélite GOES-10, no canal infravermelho, às 21:00TMG, mostrando os dias nos quais ocorreram linhas de Cumulonimbus em MARÇO/2007.

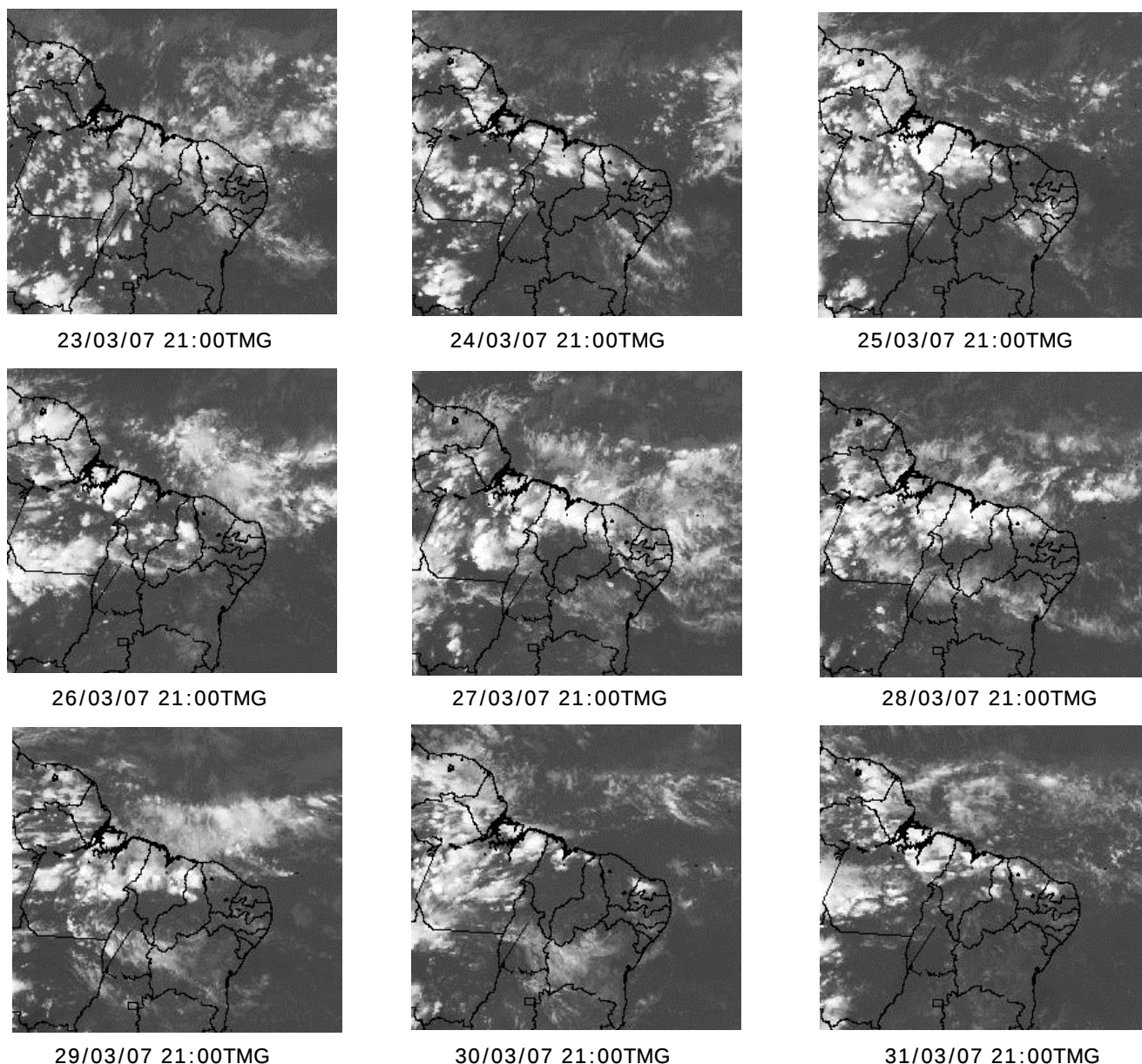


FIGURA 27 – Continuação.

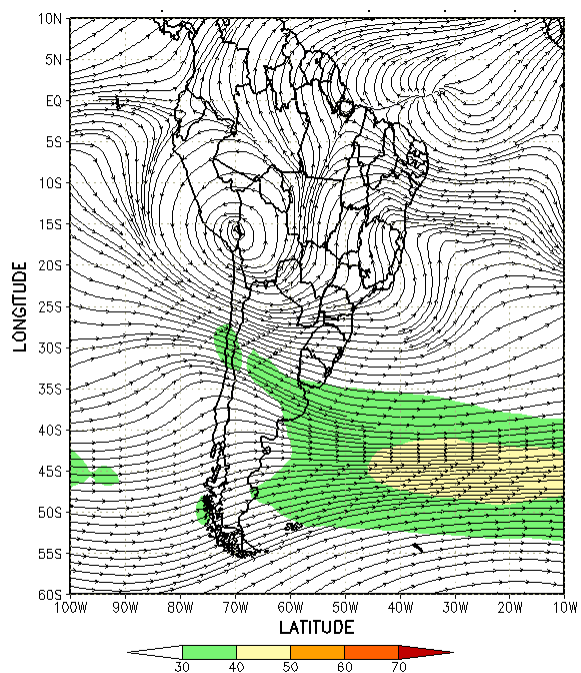
4.3 – Vórtices Ciclônicos e Cavados em Altos Níveis

A análise do escoamento em 200 hPa mostrou a ocorrência de treze episódios de Vórtices Ciclônicos em Altos Níveis (VCAN), durante o mês de março (Figura 30a).

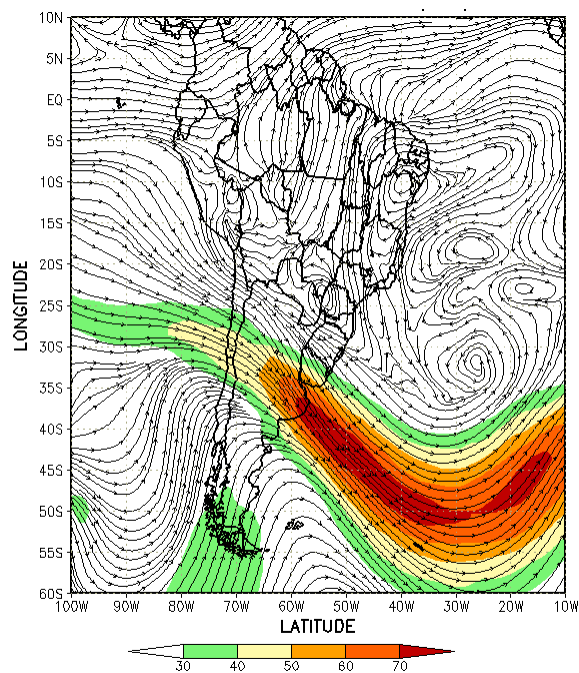
De modo geral, a configuração destes sistemas foi notada sobre o leste do Brasil, o que explica as anomalias negativas de precipitação na maior parte das Regiões Nordeste, Sudeste e Centro-Oeste. O episódio que se configurou entre os dias 17 e 21 esteve associado à configuração da ZCAS, conforme ilustra a imagem de satélite na Figura 30b.

No final de março, destacaram-se dois

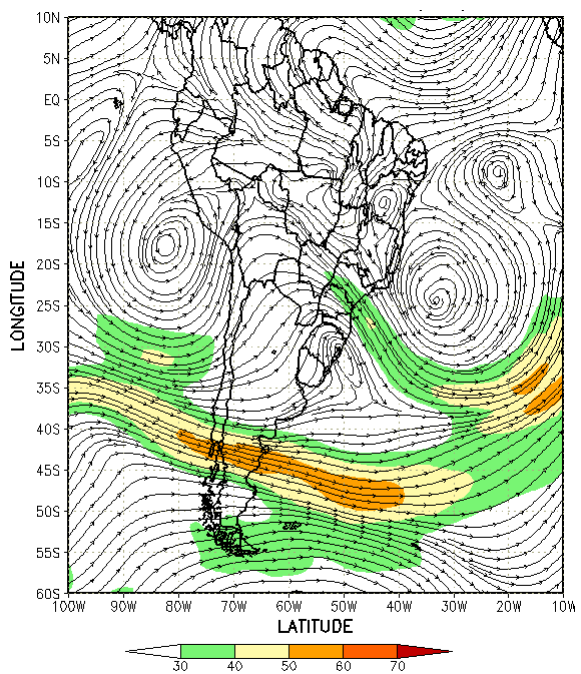
episódios que se configuram no período de 28 a 31, um sobre o sudeste do Brasil e outro sobre o setor central do Chile e Argentina (Figura 30c). O primeiro, associado ao escoamento anticiclônico em médios e baixos níveis, causou inibição da atividade convectiva sobre sua área de atuação. Já o segundo episódio atravessou a cordilheira dos Andes e causou chuva forte no norte da Argentina, com o registro de perdas humanas e materiais. Segundo o jornal argentino Clarin, mais de cinco mil pessoas ficaram desabrigadas na Província de Santa Fé, onde a chuva acumulada entre os dias 25 e 30 foi de 396 mm, sendo a média histórica igual a 553 mm. Na cidade de Rosário, choveu 170 mm no dia 28.



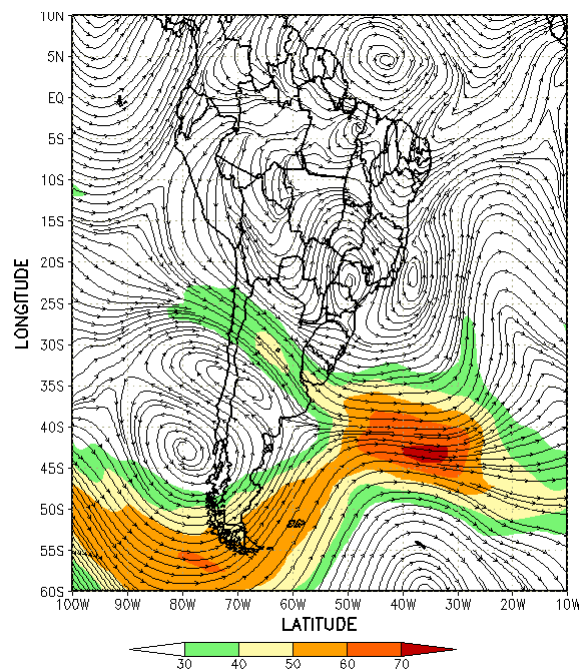
(a)



(b)



(c)



(d)

FIGURA 28 - Escoamento em altos níveis (200 hPa), indicando a posição e magnitude médias do jato subtropical em MARÇO/2007 (a) e os dias 02/03/2007, 20/03/2007 e 31/03/2007 (b, c e d), quando foi notada sua maior magnitude sobre a América do Sul.

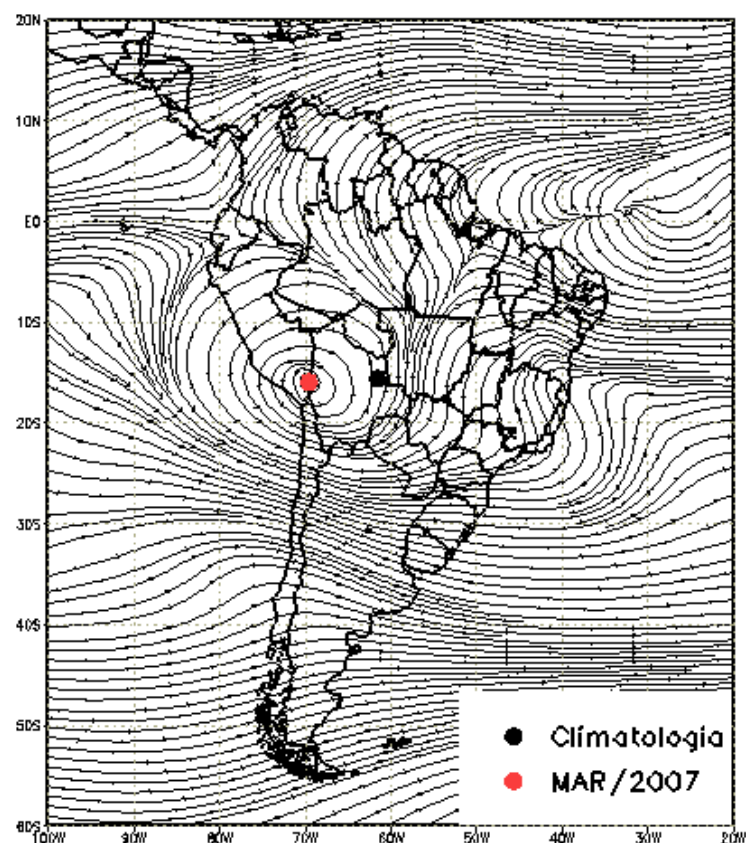
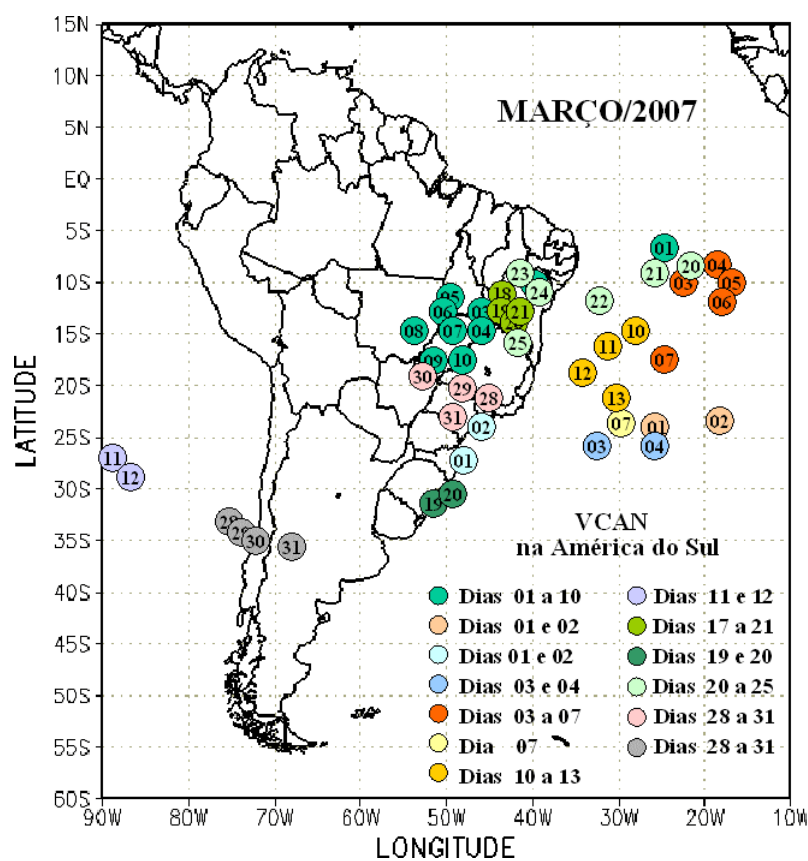


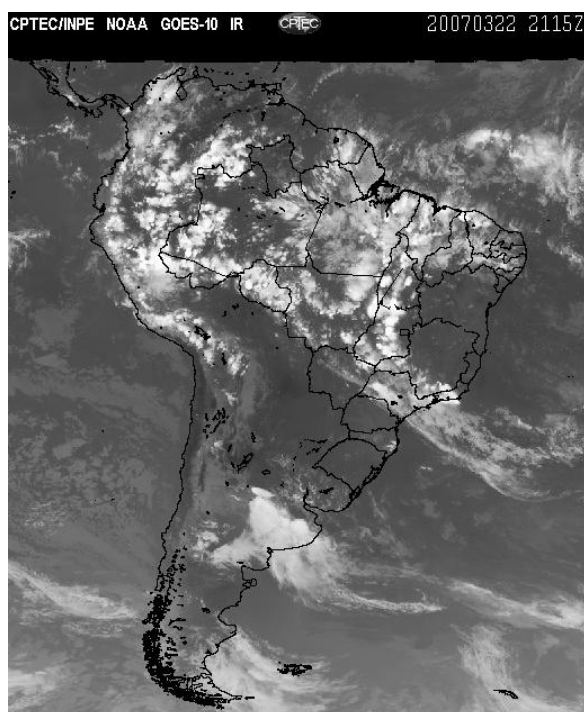
FIGURA 29 - Posição média climatológica da circulação da alta troposférica em MARÇO/2007.

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

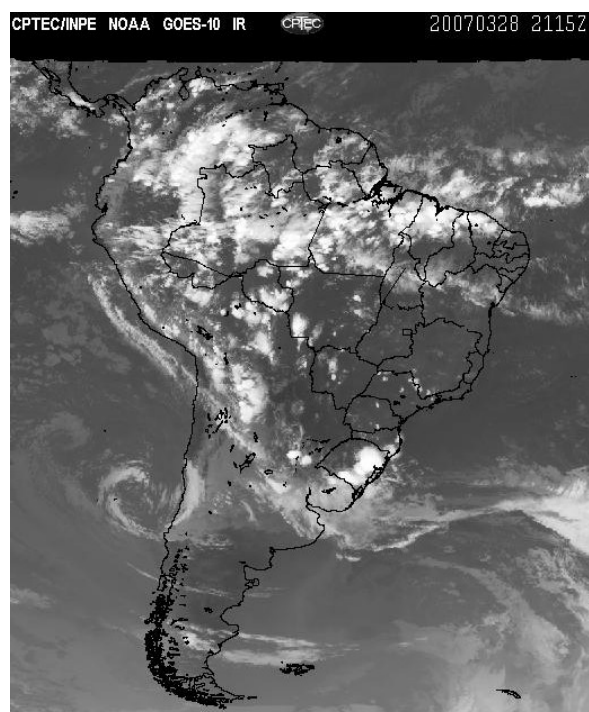
TABELA 2 – Esta tabela mostra como foi o posicionamento da alta troposférica durante o mês de MARÇO/2007. O símbolo (*) indica que a Alta da Bolívia não estava bem caracterizada, enquanto que as letras **nd** significam ausência de dados para análise. Os Estados do Brasil aparecem com suas respectivas 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.



(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/2007. O centro do VCAN foi localizado subjetivamente através do campo de linhas de corrente em 200 hPa, gerado pelo modelo do CPTEC/INPE no horário das 12:00 TMG (a). As imagens do satélite GOES-12, ilustra a atuação do VCAN no dia 22, às 21:15 TMG (b), e no dia 28, às 21:15 TMG (c).

5. ANÁLISE DE DADOS HIDROLÓGICOS NO BRASIL

Em março, a bacia do Amazonas e o sul da bacia do Uruguai apresentaram precipitações elevadas, que excederam a média histórica. Nas demais bacias brasileiras, predominaram baixos valores e anomalias negativas de precipitação. De modo geral, as vazões médias mensais aumentaram na bacia do Amazonas, na bacia do Tocantins e no sul das bacias do Paraná e do Atlântico Sudeste.

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 utilizadas 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 nº 8 no final desta edição). Em março, as cotas do Rio Negro apresentaram uma altura média de 23,61 m, com máxima de 24,10 m e mínima de 23,61 m (Figura 33).

Nas estações da bacia do rio Amazonas, as vazões foram superiores às observadas no mês de fevereiro e excederam a MLT, exceto na estação Manacapuru-AM. O mesmo foi notado na estação Tucuruí-PA, na bacia do Tocantins.

Na bacia do São Francisco, ambas as estações apresentaram diminuição da vazão média mensal em relação ao mês anterior. Considerando a MLT, ocorreu desvio positivo na estação Sobradinho-BA e negativo na estação Três Marias-MG.

A maioria das estações na bacia do Paraná mostrou uma diminuição das vazões médias neste mês, com exceção das estações de G.B. Munhoz-PR e Salto Santiago-PR, no sul desta bacia. Os desvios em relação aos correspondentes valores da MLT apresentaram um comportamento variável.

No norte da bacia do Atlântico Sudeste, a vazão média observada em Registro-SP foi menor que o valor observado no mês anterior e abaixo da MLT. Em Blumenau-SC, a vazão aumentou em comparação com fevereiro passado e esteve acima da MLT, apesar da precipitação ter ocorrido abaixo da média histórica (Tabela 4). Na parte sul desta bacia, a vazão na estação de Passo Real-RS também excedeu o valor observado em fevereiro passado, porém ficou abaixo da MLT.

Na estação de Passo Fundo-RS, na bacia do rio Uruguai, a vazão também superou àquela observada no mês anterior e esteve acima da MLT.

6. QUEIMADAS NO BRASIL

No Brasil, o número de focos de queimadas foi de aproximadamente 2.300 (Figura 34), detectados pelo satélite NOAA-12. Este número foi 90% superior ao observado em fevereiro passado. Em Roraima, o aumento das queimadas ocorreu dentro do esperado de acordo com a definição do período crítico de estiagem. Em grande parte das Regiões Centro-Oeste, Nordeste e Sudeste do Brasil, verificaram-se anomalias negativas de precipitação (ver Figura 14, seção 2.1).

O número de focos aumentou 150% em comparação com o mesmo período de 2006 e 50% em relação à climatologia das queimadas para este mês. Dessa forma, houve aumento das queimadas em quase todo o País, destacando-se: 300% em Roraima (1.550 focos); 160% em São Paulo (136 focos) e 50% no Mato Grosso do Sul (81 focos). No Mato Grosso, foram detectados 160 focos.

Detectaram-se 350 focos de queimadas em várias Unidades de Conservação, federal e estadual, e áreas vizinhas, em particular nos Estados do Maranhão e Piauí e em Roraima, onde se destacou a Estação Ecológica de Caracarái.

7. MONITORAMENTO NA ANTÁRTICA

Em março, foram observadas anomalias negativas de Pressão ao Nível do Mar (PNM) na Passagem de Drake e no mar de Weddell. Ocorreram anomalias positivas de PNM nos mares de Bellingshausen, Amundsen, Ross e no mar de Lazarev (Figura 35). No nível de 500 hPa registrou-se anomalia positiva de geopotencial no platô antártico (ver Figura 12, seção 2.1).

No campo mensal de anomalia de vento em 925 hPa foi registrado um único dia com escoamento de ar de sul para norte, a partir do nordeste do mar de Bellingshausen e noroeste de Weddell em direção ao sul do Brasil (Figura 36). Este fraco escoamento foi consistente com a ocorrência de anomalia positiva de temperatura no sul do Brasil (ver Figura 19).

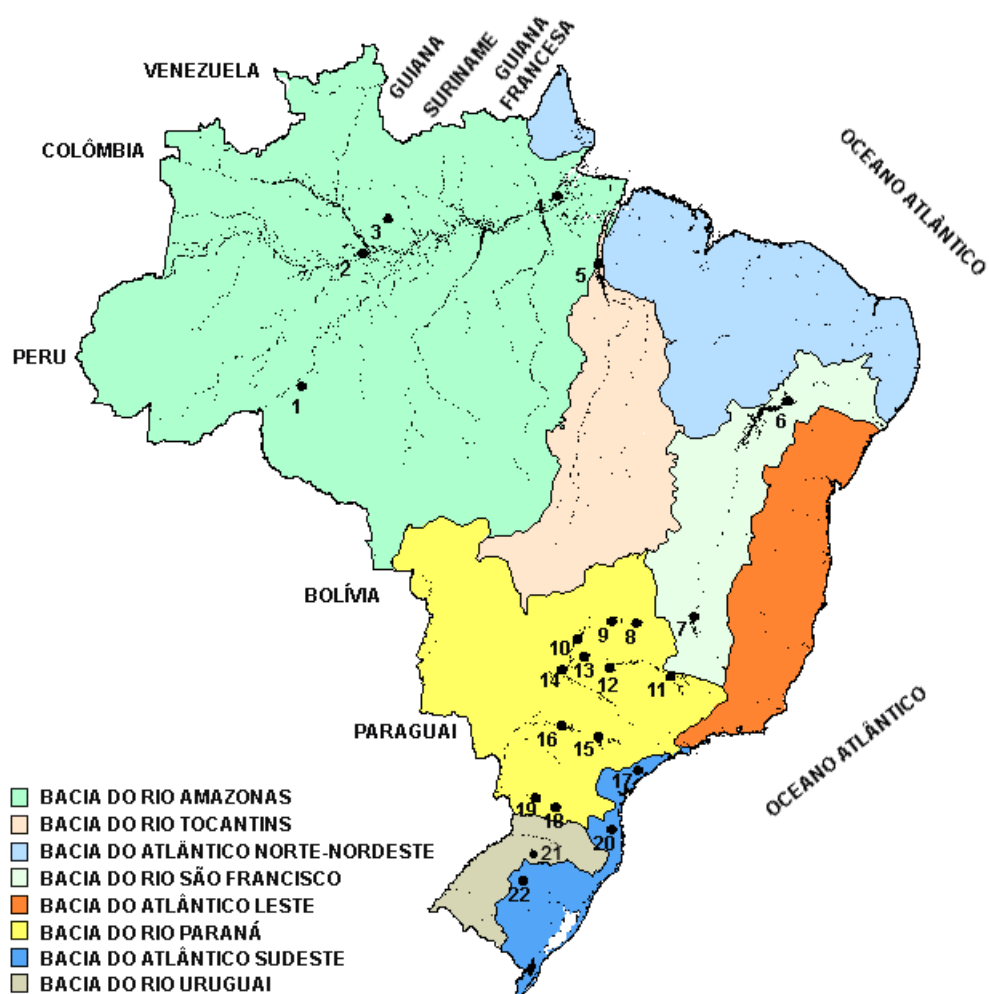


FIGURA 31 - Localização dos postos fluviométricos citados na TABELA 3.

LOCAL	VAZÃO (m³/s)	DESVIO (%)	LOCAL	VAZÃO (m³/s)	DESVIO (%)
1. Samuel-RO	916,0	11,3	12. Marimbondo-SP	2657,0	-11,1
2. Manacapuru-AM	94738,8	-1,5	13. Água Vermelha-SP	2929,0	-13,2
3. Balbina-AM	722,0	5,2	14. Ilha Solteira-SP	8900,0	1,7
4. Coaracy Nunes-AP	1599,0	8,7	15. Xavantes-SP	399,0	-16,9
5. Tucuruí-PA	26305,0	8,8	16. Capivara-SP	1458,0	18,4
6. Sobradinho-BA	6767,0	34,2	17. Registro-SP	289,3	-49,9
7. Três Marias-MG	802,0	-31,1	18. G. B. Munhoz-PR	682,0	12,2
8. Emborcação-MG	917,0	6,4	19. Salto Santiago-PR	1066,0	28,3
9. Itumbiara-MG	2661,0	-2,3	20. Blumenau-SC	212,0	14,0
10. São Simão-MG	4543,0	8,5	21. Passo Fundo-RS	38,0	52,0
11. Furnas-MG	917,0	-39,7	22. Passo Real-RS	73,0	-24,0

TABELA 3 - Vazões em m³/s e desvios em relação à MLT, expressos em porcentagem, em MARÇO/2007. (FONTE: ELETROBRÁS, ONS, FURB, CODOMAR, ELETRONORTE e ANEEL).

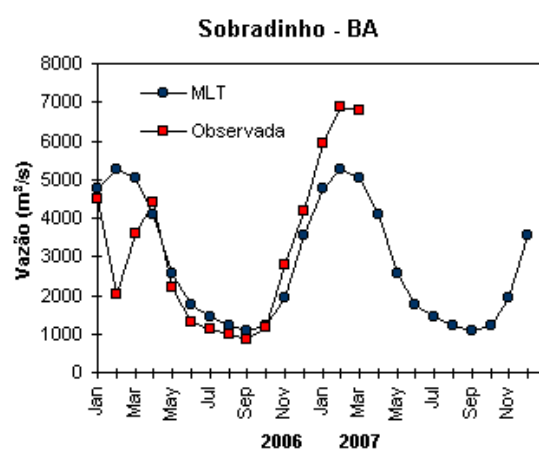
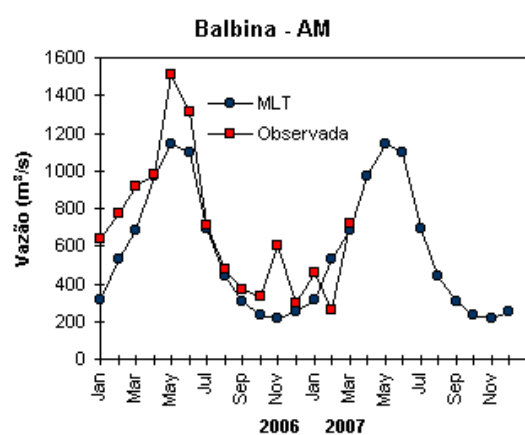
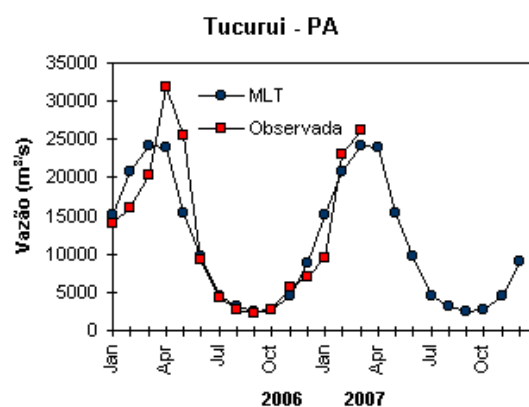
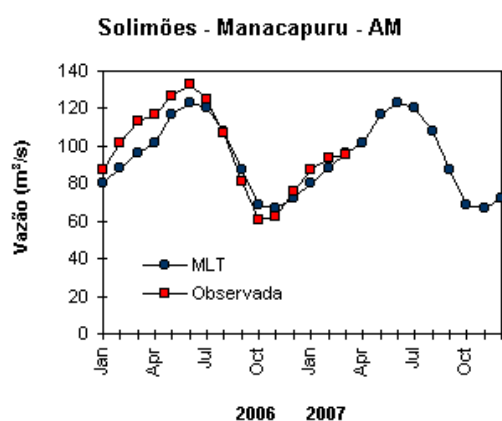
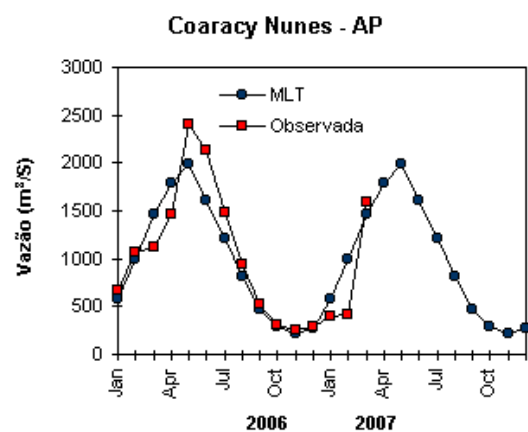
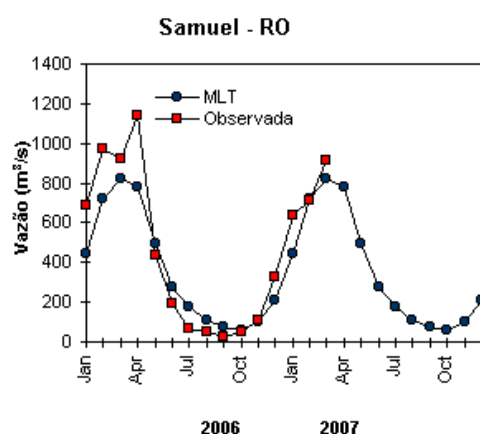


FIGURA 32 – Variação das vazões naturais médias mensais em relação à MLT para 2006 e 2007. (FONTE: ELETROBRÁS, ONS, ANEEL, ELETRONORTE e FURB).

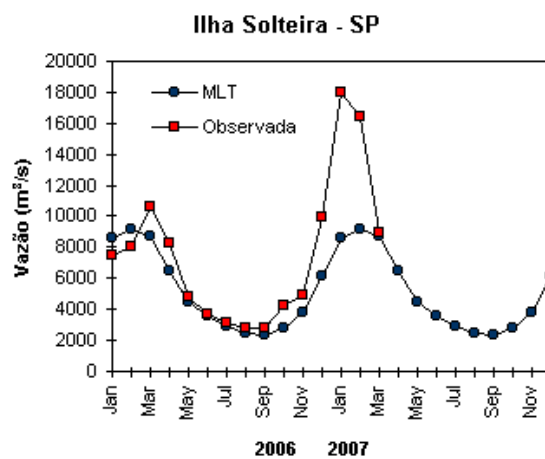
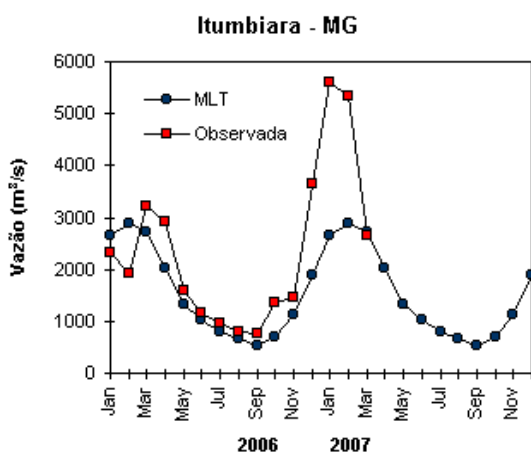
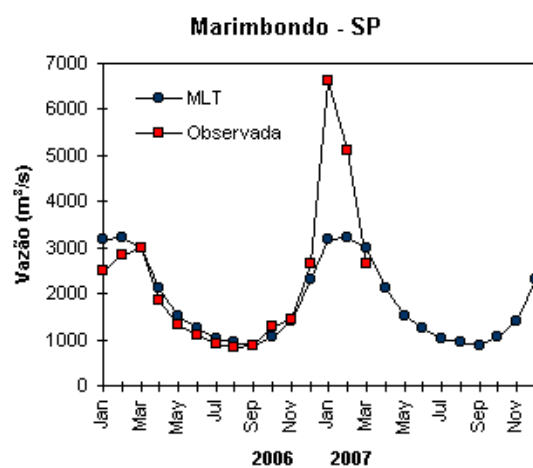
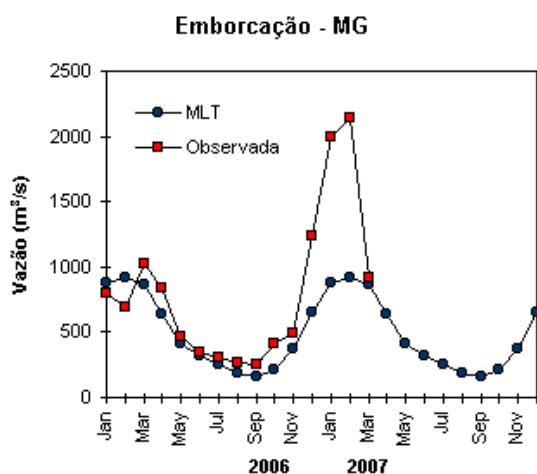
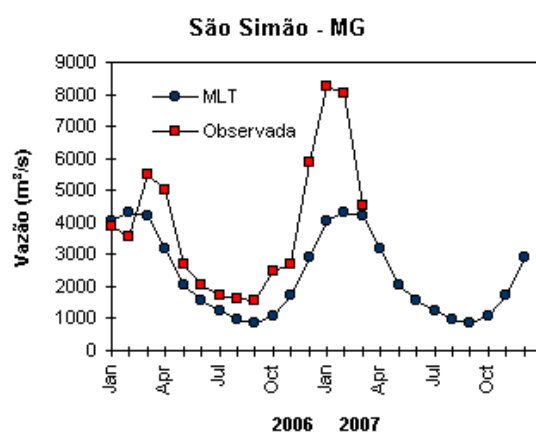
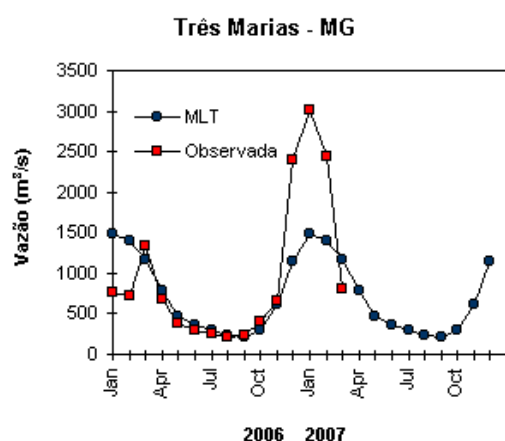


FIGURA 32 – Continuação (A).

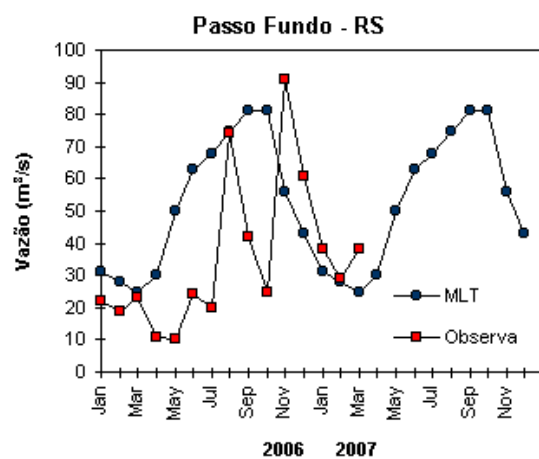
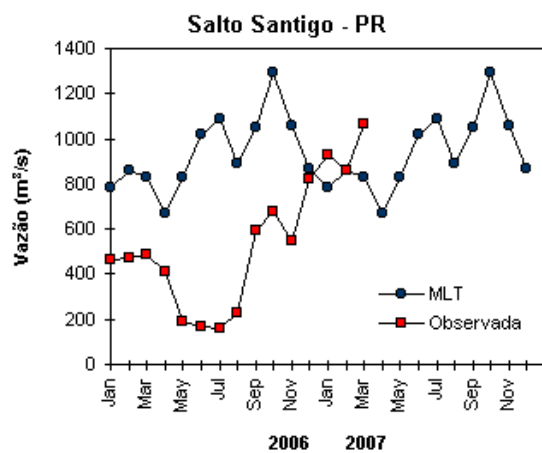
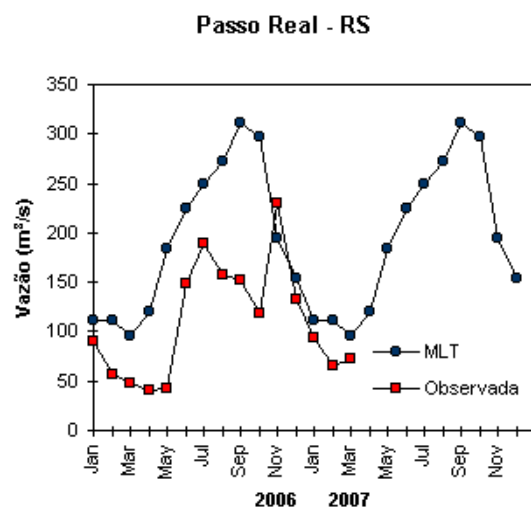
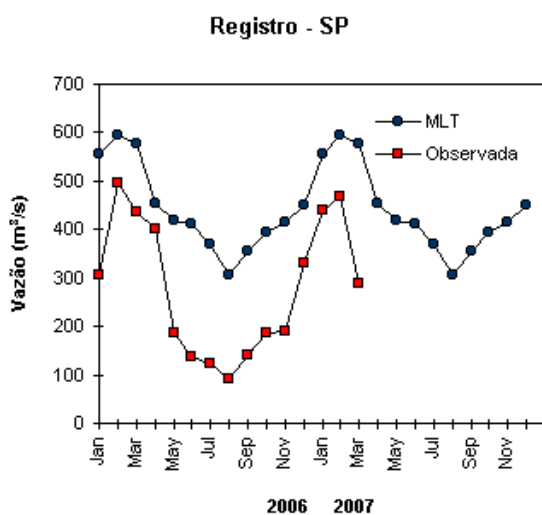
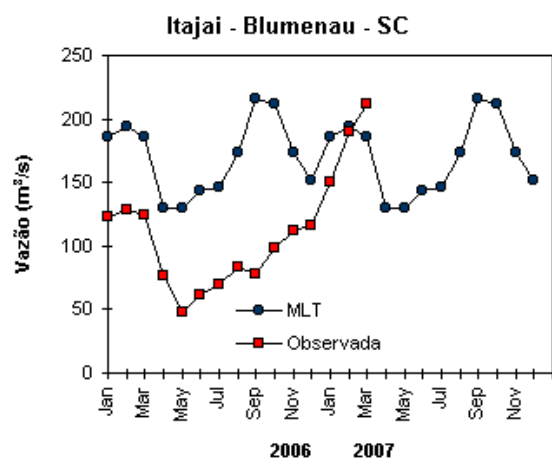
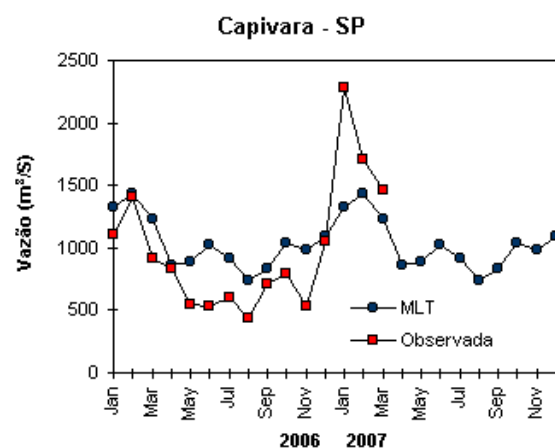


FIGURA 32 – Continuação (B).

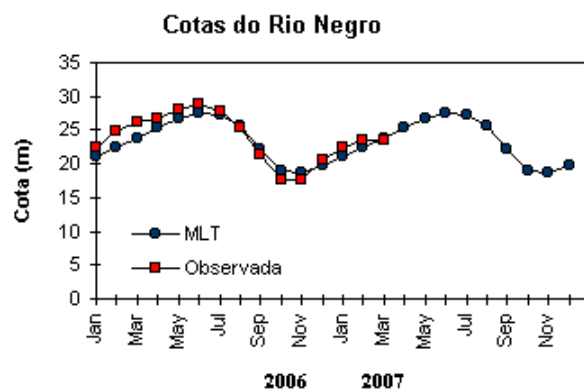


FIGURA 33 – Cotas médias do Rio Negro, expressas em metros acima do nível médio do mar, para 2006 e 2007 (quadrado) e a MLT para a média de 1903 a 1986 (círculo). (FONTE: Adm. do Porto de Manaus – CODOMAR).

VALE DO ITAJAÍ	PRECIPITAÇÃO (m m)	DESVIOS (%)
Apiúna-SC	90,2	-35,8
Blumenau-SC	91,9	-65,1
Ibirama-SC	135,8	14,9
Ituporanga-SC	208,5	89,0
Rio do Sul-SC	147,1	26,3
Taió-SC	*	*
Timbó-SC	105,7	-36,6

TABELA 4 - Precipitação no Vale do Itajaí, em Santa Catarina, em MARÇO/2007 (FONTE: FURB/ANNEL)

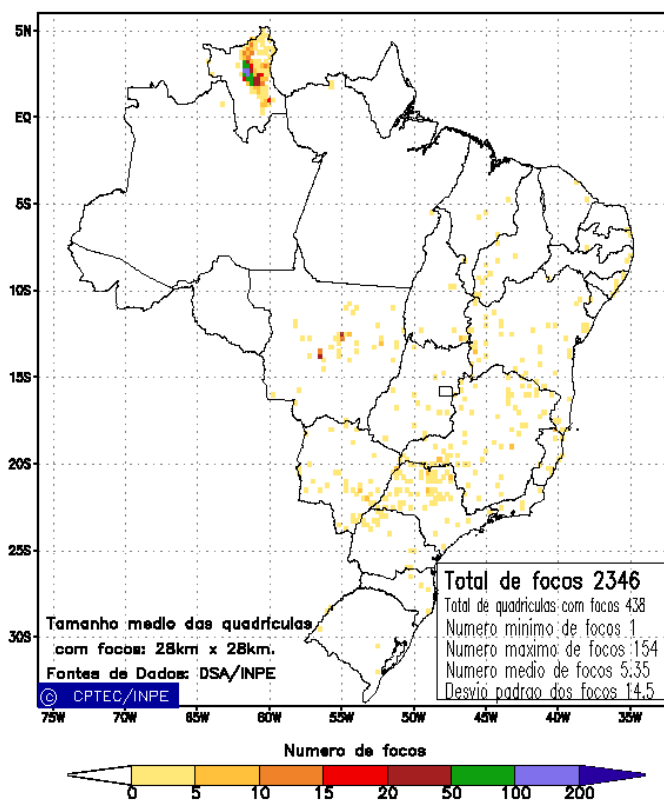


FIGURA 34 - Distribuição espacial de densidade de queimadas em unidades de grade no Brasil em MARÇO/2007. Focos de calor detectados através do satélite NOAA 12, às 21:00 TMG. (FONTE: DSA - Queimadas /INPE).

A temperatura do ar em 925 hPa esteve até 2°C acima da média nos mares de Ross, Amundsen e Bellingshausen. Ocorreram anomalias negativas de até -2°C próximo à Península Antártica (Figura 37). No nível de 500 hPa, foram registradas temperaturas cerca de 2°C acima da climatologia no interior do continente.

Considerando, ainda, o campo de anomalia

do vento no nível de 925 hPa (ver Figura 36), destacou-se uma circulação ciclônica anômala organizada ao norte do mar de Amundsen, propiciando advecção de ar de mais aquecido em direção à costa. Esta configuração contribuiu, possivelmente, para a manutenção da retração na extensão do gelo marinho nos mares de Amundsen e Bellingshausen (Figura 38).

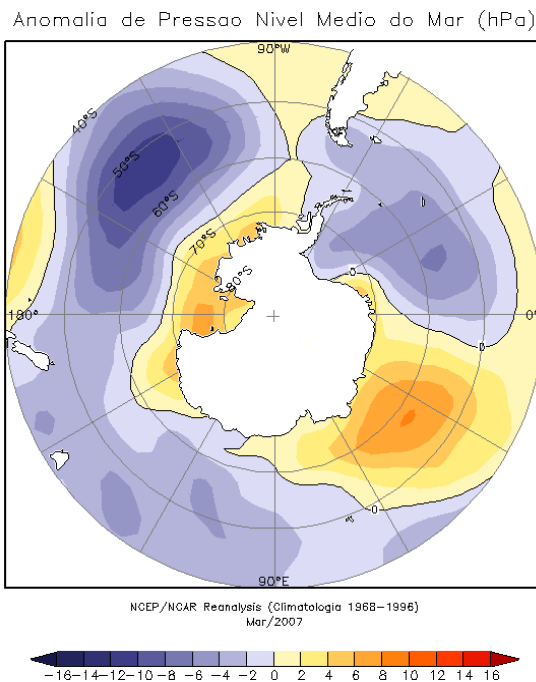


FIGURA 35 – Anomalia de Pressão ao Nível do Mar (PNM), em hPa, em MARÇO/2007. Destacam-se anomalias negativas de PNM na passagem de Drake e no mar de Weddell e as anomalias positivas principalmente nos mares de Ross, Amundsen e Lazarev. (FONTE: NOAA/CDC).

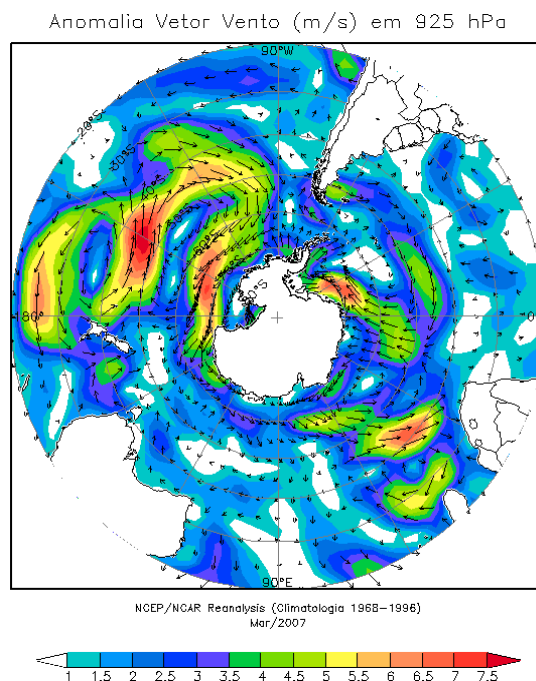


FIGURA 36 - Anomalia de vento em m/s (925 hPa), em MARÇO/2007. Nota-se o fraco escoamento do ar da região antártica e subantártica para o setor sudoeste do Oceano Atlântico Sul e uma circulação ciclônica anômala nos mares de Amundsen e Weddell. (FONTE: NOAA/CDC).

Na estação brasileira, Estação Antártica Comandante Ferraz (EACF), registraram-se ventos predominantes de leste e oeste. A velocidade média mensal foi de 6,2 m/s, pouco acima da média climatológica para este mês (5,9 m/s). A temperatura média do ar foi igual a

-0,9°C, ficando abaixo da climatologia (1,1°C). Dados anuais completos e resumos mensais, bem como a climatologia da EACF (período de 1985 a 2007), encontram-se disponíveis no site http://www.cptec.inpe.br/prod_antartica/data/resumos/climatoleacf.xls.

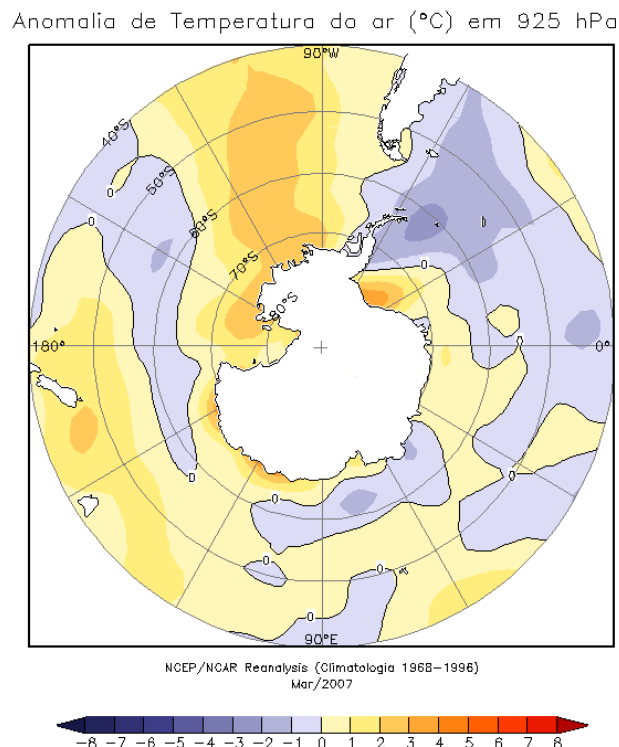


FIGURA 37 - Anomalia de temperatura do ar (°C), em 925 hPa, em MARÇO/2007. Notam-se anomalias positivas de temperatura nos mares de Ross, Amundsen, Bellingshausen e sul do mar de Weddell e anomalias negativas no norte do mar de Weddell e na Passagem de Drake. (FONTE: NOAA/CDC).

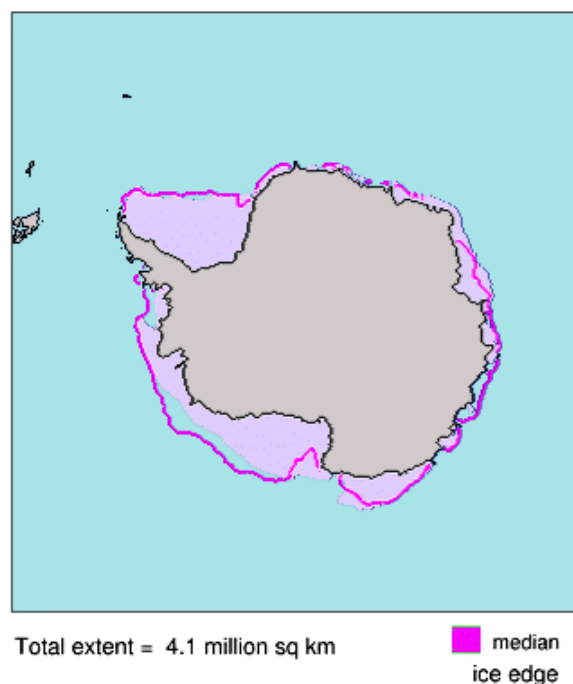


FIGURA 38 - Extensão do gelo marinho no Oceano Austral em MARÇO/2007. Nota-se a retração do gelo marinho nos mares de Bellingshausen e Amundsen. (FONTE: NOAA/CDC e NOAA/NSIDC).

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 pêntrada 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 de 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).

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 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

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
NOAA	-Satélite Meteorológico de Órbita Polar da NOAA
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

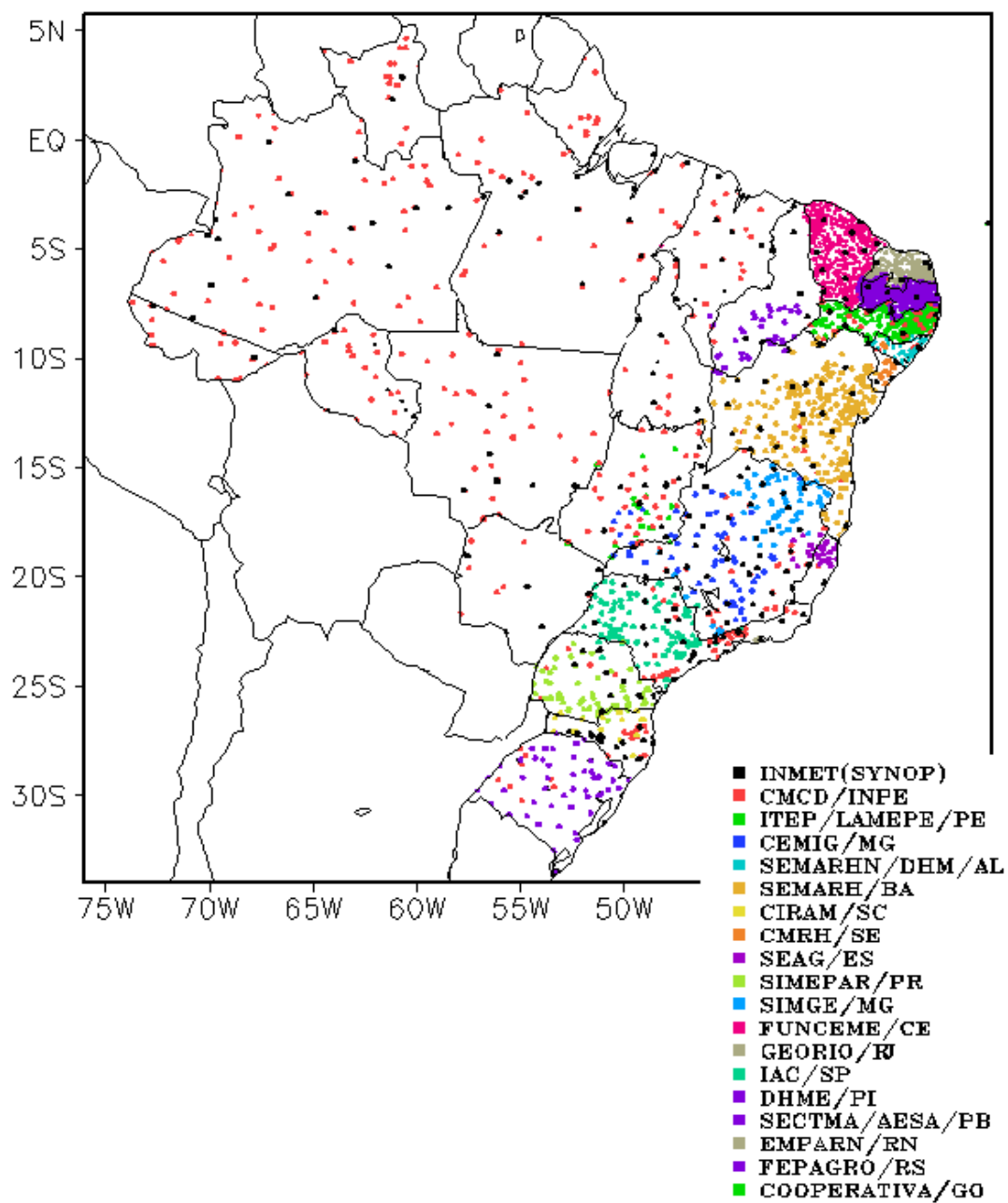


FIGURA A – Distribuição espacial das 2.902 estações pluviométricas e meteorológicas no Brasil.

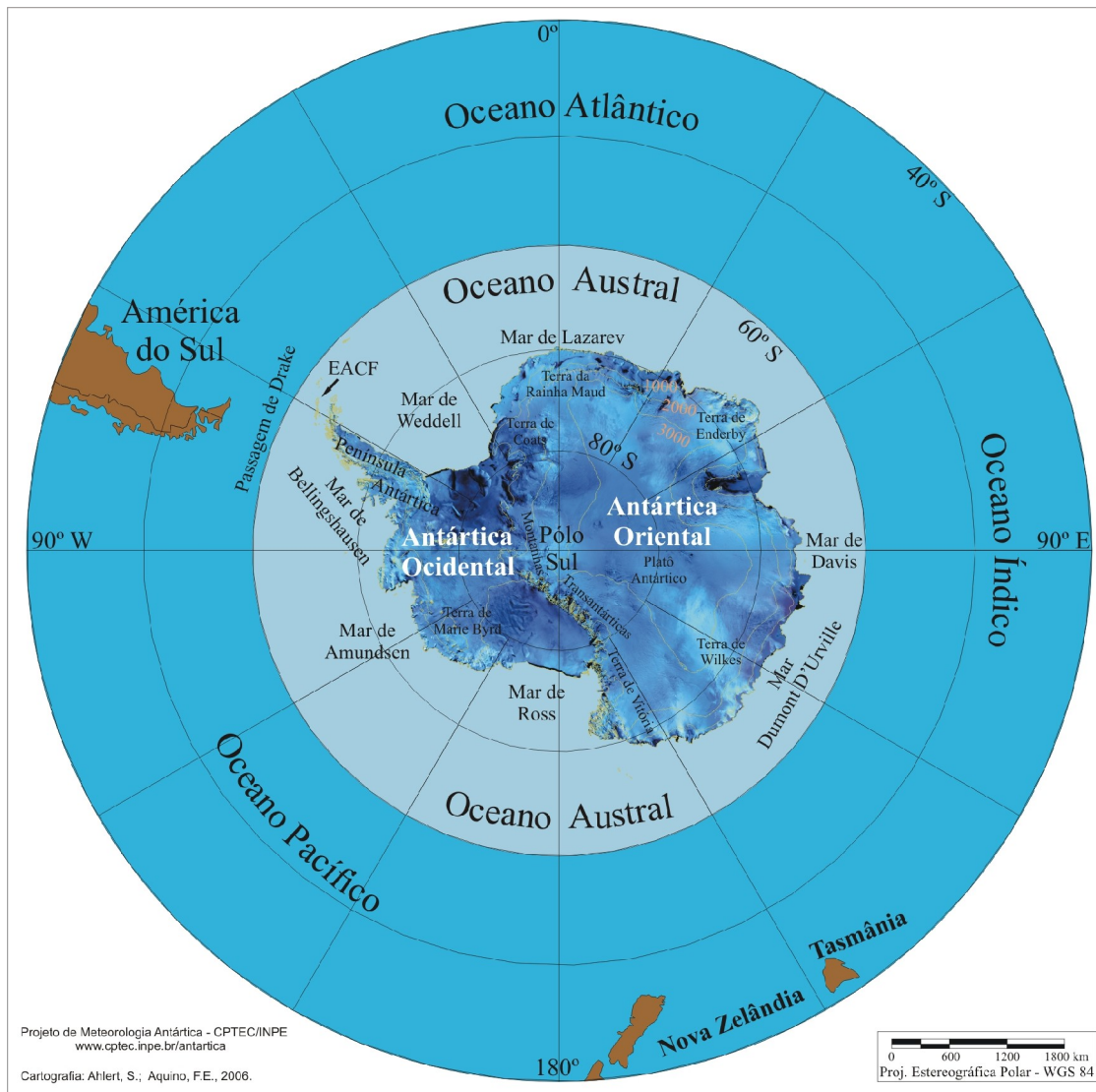


FIGURA B – Mapa da Antártica, ilustrando suas principais regiões. (FONTE: Projeto de Meteorologia Antártica do CPTEC/INPE, 2006)