

CLIMANÁLISE

BOLETIM DE MONITORAMENTO E ANÁLISE CLIMÁTICA

Climanálise	Cachoeira Paulista - SP	Volume 23	Número 03	Março/2008
-------------	-------------------------	-----------	-----------	------------

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 23 - Nº 03

MARÇO/2008

- 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 | 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 - UFRGS | Raffi Agop Simanoglu - CPTEC/INPE |
| Marcelo de Oliveira Romão - CPTEC/INPE | |
- Instituições Colaboradoras:**
- | | |
|---------------------------------------|--|
| ANEEL - Brasília, DF | FUNCEME - Fortaleza, CE |
| CEPLAC - Itabuna, BA | FURB - Blumenau, SC |
| CHESF - Recife, PE | GEORIO - Rio de Janeiro, RJ |
| CLIMERH - Florianópolis, SC | IAC - Instituto Agrônomo de Campinas, SP |
| CODOMAR - Adm. do Porto de Manaus, AM | INMET - Brasília, DF |
| CPC/NWS - Washington, DC, USA | ORSTOM - Brest, França |
| DAEE - São Paulo, SP | SIMEPAR - Curitiba, PR |
| 7º DISME/INMET - São Paulo, SP | Centros Estaduais Meteorologia e Recursos
Hídricos Integrantes do PMTCRH. |
| ELETRORÁS - Rio de Janeiro, RJ | |
| ELETRONORTE - Brasília, DF | |
| FEPAGRO - Porto Alegre, RS | |
- Editoração Técnica:** Raul Vianna Bastos Júnior - CPTEC/INPE
- Elaboração da Capa¹:** Ana Paula T. Tavares - CPTEC/INPE
Leticia Maria B. de Farias - CPTEC/INPE
- Impressão:** Sala de Editoração da Climanálise - CPTEC/INPE
- Impressão da Capa e Acabamento:** Grafmidia
- 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 23 - Nº 03

MARÇO/2008

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	13
3.1 – Sistemas Frontais e Frontogênese	13
3.2 – Massas de Ar Frio e Geadas	18
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	25
4.3 – Vórtices Ciclônicos e Cavados em Altos Níveis	26
5. ANÁLISE DE DADOS HIDROLÓGICOS NO BRASIL	26
6. QUEIMADAS NO BRASIL	26
7. MONITORAMENTO NA ANTÁRTICA	34
NOTAS	38
SIGLAS	40
SIGLAS TÉCNICAS	41
APÊNDICE	42

SUMMARY

The month of March 2008 is considered the wettest in the past several years in most parts of Nordeste of Brazil. However, the rainfall was below normal in some parts of Bahia state. In the southeastern and central-west regions of Brazil the rains were associated with the formation of South Atlantic Convergence Zone (SACZ). In the northern region, the rainfall exceeded the historical mean in the northern parts of Amapa state and the central and northern sectors of the states of Para and Tocantins.

The global-scale atmospheric and oceanic conditions show the persistence of La Niña over the central and western equatorial Pacific, where negative sea-surface temperature anomalies and stronger than normal trade winds predominate. The phase of the intraseasonal Madden-Julian Oscillation was favorable for intense rains over Nordeste in the last week of March and beginning of April.

The river flow in the Amazonas and Tocantins basins and in the northern sectors of the Paraná and São Francisco basins increased. The runoff decreased in the southern sector of Parana basin and the Atlantico Sudeste basin, due to less-than-normal rainfall.

About 775 hot spots (vegetations fires) were detected by the satellite NOAA-15. Considering the previous moth, the number was almost the same.

This bulletin can be accessed by internet at:

<http://www6.cptec.inpe.br/revclima/boletim/>

SUMÁRIO

Março foi considerado um dos meses mais chuvosos dos últimos anos em grande parte da Região Nordeste do Brasil. Contudo, as chuvas continuaram abaixo da média histórica em algumas áreas no leste da Bahia. Nas Regiões Sudeste e Centro-Oeste, as chuvas estiveram associadas principalmente à atuação da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS). Na Região Norte, as chuvas excederam a climatologia mensal no norte do Amapá e nos setores central e norte do Pará e em Tocantins.

Os campos oceânicos e atmosféricos de escala global destacaram a persistência de condições associadas ao fenômeno La Niña sobre os setores central e oeste do Pacífico Equatorial, onde predominaram anomalias negativas de Temperatura da Superfície do Mar (TSM) e alísios mais intensos que a climatologia. O sinal da Oscilação Intrazonal Madden-Julian (OMJ) favoreceu a ocorrência de chuvas acima da média sobre o Nordeste do Brasil entre o final de março e início de abril.

Considerando as estações fluviométricas monitoradas, as vazões aumentaram principalmente nas bacias do Amazonas, Tocantins e no setor norte das bacias do Paraná e São Francisco e diminuíram no sul das bacias do Paraná e do Atlântico Sudeste, onde choveu abaixo da média histórica.

A ocorrência de queimadas continuou estável em comparação com fevereiro passado, com o registro de 775 focos detectados pelo satélite NOAA-15.

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

Em março, persistiram anomalias negativas de Temperatura da Superfície do Mar (TSM) numa grande extensão do Pacífico Equatorial (Figura 1). Ressaltando que, nas regiões dos Niños 3, 3.4 e 4, a magnitude das anomalias diminuiu em comparação com o mês anterior, passando a $-0,6^{\circ}\text{C}$, $-1,1^{\circ}\text{C}$ e $-1,3^{\circ}\text{C}$, respectivamente (Figura 2 e Tabela 1). O Índice de Oscilação Sul (IOS), que passou de 2,7 para 1,1 neste mês, também refletiu a diminuição do resfriamento das águas superficiais na região do Pacífico Equatorial, onde se desenvolve o atual fenômeno La Niña. No Oceano Atlântico, destacou-se a expansão da área de anomalias positivas de TSM, particularmente entre a costa oeste da África e a costa nordeste da América do Sul. Esta configuração também foi consistente com a atuação da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) próximo à costa norte do Brasil (ver seção 3.3.2).

O campo de anomalia de Radiação de Onda Longa (ROL) continua destacando a atividade do fenômeno La Niña na região Equatorial do

Pacífico Central e Oeste, através das áreas de anomalias negativa sobre a região da Indonésia e positiva sobre áreas oceânicas, entre 130°E e 130°W (Figura 5). Destacou-se, também, uma grande área de anomalia positiva de ROL, estendendo-se desde o norte da África até a Ásia. Sobre o Atlântico Equatorial, a anomalia negativa de ROL adjacente à costa norte do Brasil foi indicativa da maior atividade convectiva da ZCIT neste mês. As anomalias de ROL, filtradas na faixa compreendida entre 30 e 60 dias continuaram mostrando um intenso sinal da Oscilação Intr sazonal Madden-Julian (OMJ) sobre os oceanos Pacífico e Índico (ver Figura C, no Apêndice). A propagação para leste desta oscilação pode ter favorecido o aumento das chuvas no Nordeste do Brasil (ver seção 2.1.3).

O campo de Pressão ao Nível do Mar (PNM) evidenciou a extensa área de anomalia positiva sobre o Oceano Pacífico, com destaque para a região de atuação da alta subtropical do Pacífico Sul, (Figura 6). Na bacia do Atlântico Sul, a alta subtropical apresentou-se deslocada para sudeste, consistente com o enfraquecimento dos ventos adjacente à costa da Região Nordeste do Brasil (ver seção 3.1).

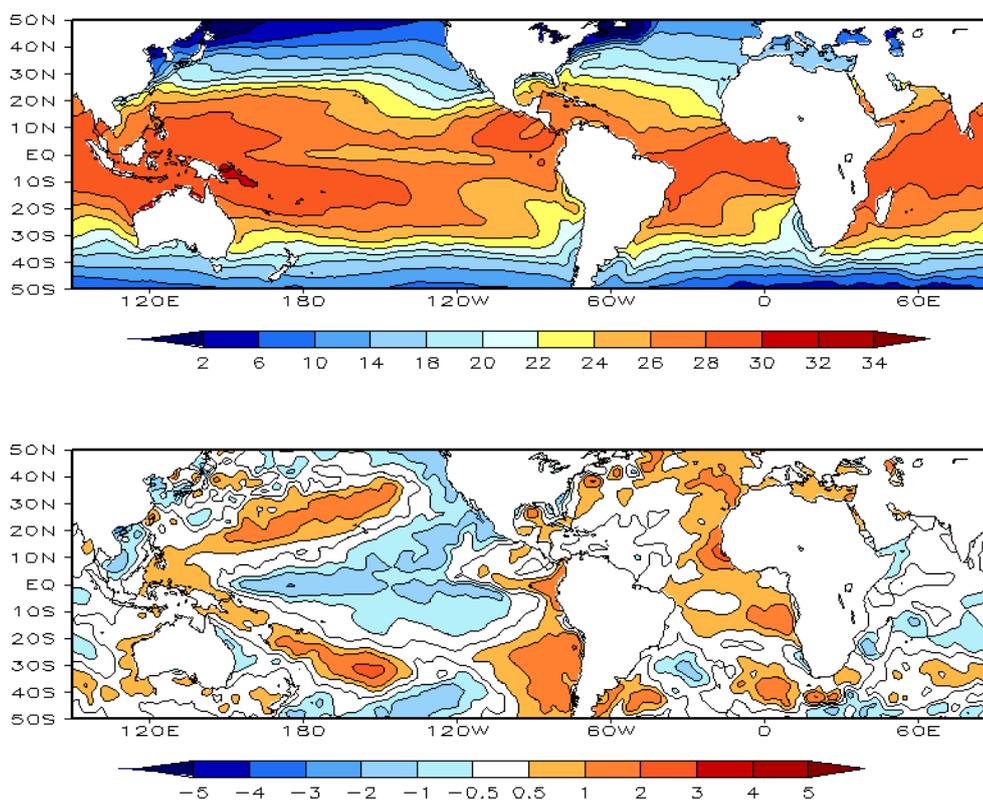


FIGURA 1 – Temperatura da Superfície do Mar (TSM), em MARÇO/2008: a) média, com intervalo das isotermas de 4°C para valores de TSM menores que 18°C . Para TSM maior que 18°C , o intervalo das isotermas é de 2°C . b) anomalias, com intervalo entre as isotermas de $0,5^{\circ}\text{C}$ para anomalias até 1°C . Para anomalias maiores que 1°C , o intervalo é de 1°C . As anomalias são desvios das médias mensais em relação à climatologia do CPC. (FONTE: CPC/NCEP/NWS).

DATA	ANOMALIAS PNM		IOS (Tahiti/Darwin)	ÍNDICE DE ROL NO PACÍFICO	TSM NO PACÍFICO							
	Tahiti	Darwin			(5N - 5S)	Niño 1+2 (0 - 10S)	Niño 3 (5N - 5S)	Niño 3.4 (5N - 5S)	Niño 4 (5N - 5S)			
2008												
2007				160E - 160W	90W - 80W	150W - 90W	170W - 120W	160E - 150W				
MAR	2,7	1,0	1,1	2,4	0,8	27,3	-0,6	26,5	-1,1	26,0	-1,3	26,8
FEV	2,6	-1,7	2,7	2,5	0,2	26,3	-1,4	25,0	-1,9	24,8	-1,6	26,4
JAN	1,7	-1,3	1,9	1,0	-0,7	23,8	-1,5	24,1	-1,8	24,7	-1,5	26,6
DEZ	1,5	-1,3	1,8	2,2	-2,0	20,8	-1,5	23,6	-1,5	25,0	-0,9	27,4
NOV	0,3	-1,1	0,9	0,8	-2,2	19,5	-1,8	23,2	-1,5	25,1	-0,9	27,4
OUT	0,3	-0,6	0,6	1,4	-2,1	18,8	-1,5	23,4	-1,4	25,2	-0,6	27,9
SET	-0,1	-0,4	0,2	0,8	-1,9	18,6	-1,3	23,6	-0,8	25,8	-0,4	28,1
AGO	0,9	0,8	0,1	0,6	-1,6	19,2	-1,1	23,9	-0,5	26,2	0,1	28,6
JUL	0,5	1,4	-0,5	1,1	-1,5	20,4	-0,7	24,9	-0,2	26,9	0,2	28,8
JUN	-0,5	-0,8	0,2	0,6	-1,4	21,7	-0,5	25,9	0,1	27,6	0,4	29,0
MAI	0,3	0,9	-0,4	0,2	-1,6	22,8	-0,7	26,4	-0,2	27,6	0,2	28,9
ABR	0,0	1,2	-0,4	0,1	-1,1	24,4	-0,3	27,1	0,1	27,8	0,3	28,7

DATA	ÍNDICE DO VENTO ZONAL			
	PACÍFICO 850 hPa			PACÍFICO 200 hPa
2008	5N - 5S	5N - 5S	5N - 5S	5N - 5S
2007	135E - 180	175W - 140W	135E - 120W	165W - 110W
MAR	2,8	1,1	-1,1	1,2
FEB	2,7	1,6	-0,6	2,5
JAN	1,1	1,6	-0,1	1,8
DEZ	3,7	1,7	-0,1	0,8
NOV	1,3	1,8	1,0	1,7
OUT	1,1	0,6	-0,1	0,2
SET	1,0	1,3	1,2	1,5
AGO	0,9	0,4	0,1	0,2
JUL	1,1	0,1	-1,0	0,2
JUN	1,8	0,8	-0,1	1,2
MAI	0,5	0,6	-0,5	-0,1
ABR	1,5	1,1	-0,6	0,4

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).

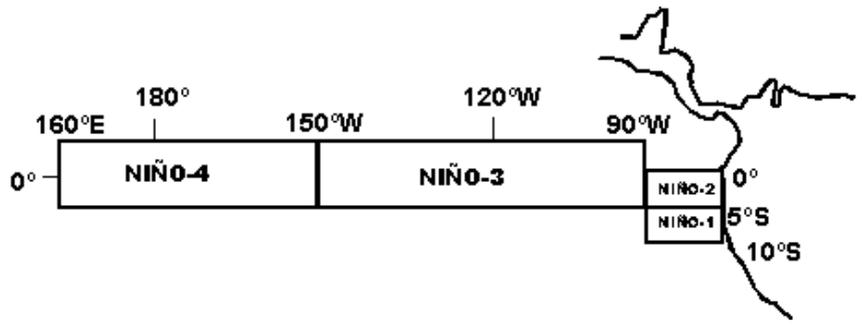
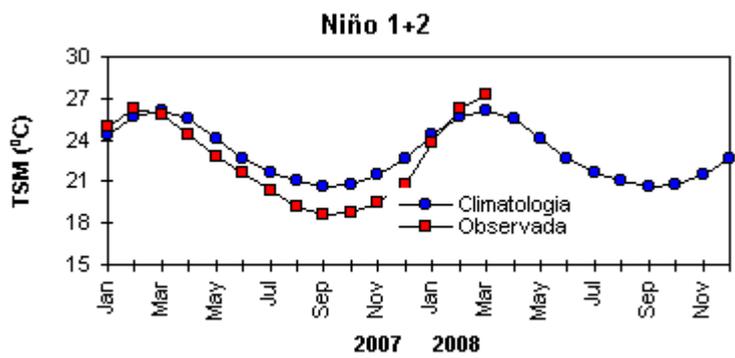
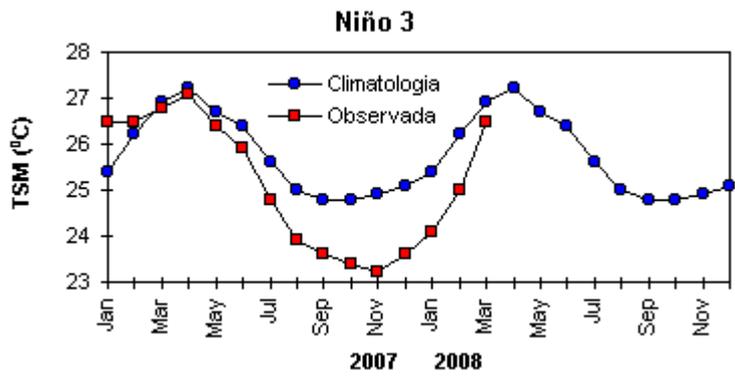
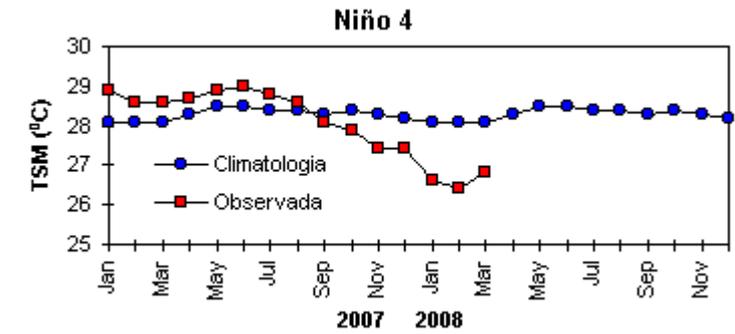


FIGURA 2 - Temperaturas médias da superfície do mar (quadrado) e média climatológica (círculo) no Oceano Pacífico para as regiões indicadas, expressas em °C. (FONTE: CPC/NWS).

Os ventos em 850 hPa continuaram anormalmente intensos em torno e a oeste da Linha Internacional de Data (180°) e mais fracos na região do Pacífico Equatorial Leste, adjacente à costa oeste da América do Sul (Figuras 7 e 8). Na região do Atlântico Sul, destacou-se o centro da alta subtropical mais intenso próximo à costa sudeste da África, o que refletiu em ventos de sudeste mais fracos que a climatologia adjacente à costa nordeste da América do Sul.

No campo de vento em 200 hPa, permanece

a configuração do par de ciclones anômalos na região central do Pacífico, característico de anos de La Niña (Figuras 9 e 10). Sobre a América do Sul, a Alta da Bolívia apresentou-se bem configurada e próximo à sua posição climatológica (ver seção 4.1).

No campo de altura geopotencial em 500 hPa, notou-se a configuração do número de onda 3 nas latitudes médias do Hemisfério Sul (Figura 12).

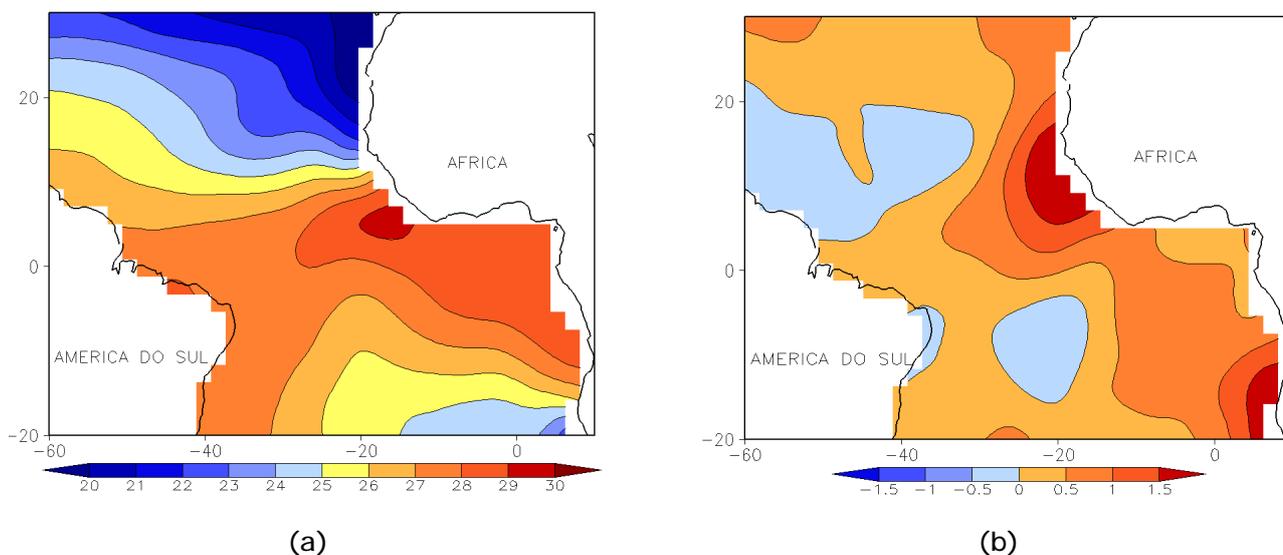


FIGURA 3 - Temperatura da Superfície do Mar (TSM) na região do Oceano Atlântico Tropical, em MARÇO/2008, analisada numa grade de 2°: a) média, com intervalo entre as isotermas de 1°C; b) anomalia, com intervalo entre as isotermas de 0,5°C. As anomalias são desvios das médias mensais em relação à climatologia da ORSTOM-BREST. (FONTE: J.Servain - ORSTOM/BREST).

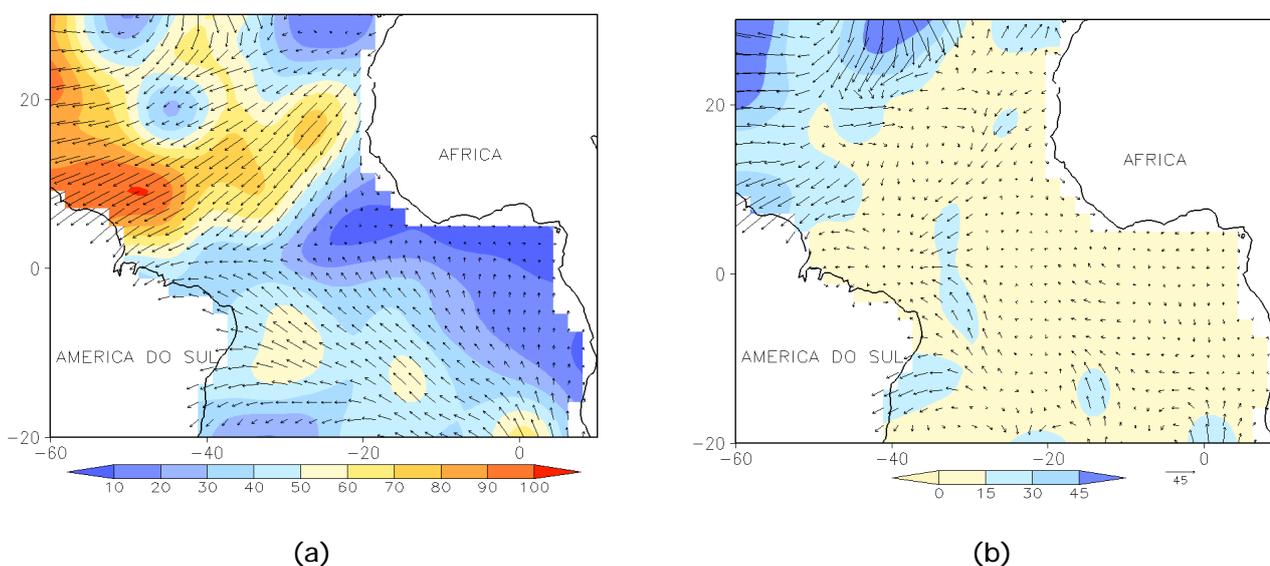


FIGURA 4 - Vetor pseudo-tensão de cisalhamento superficial, relacionado ao vento em superfície para MARÇO/2008: a) média, com intervalo entre as isolinhas de 10 m²/s²; b) anomalia, com intervalo entre as isolinhas de 15 m²/s². As anomalias são desvios das médias mensais para o período base 1964/1985. (FONTE: J.Servain - ORSTOM/BREST).

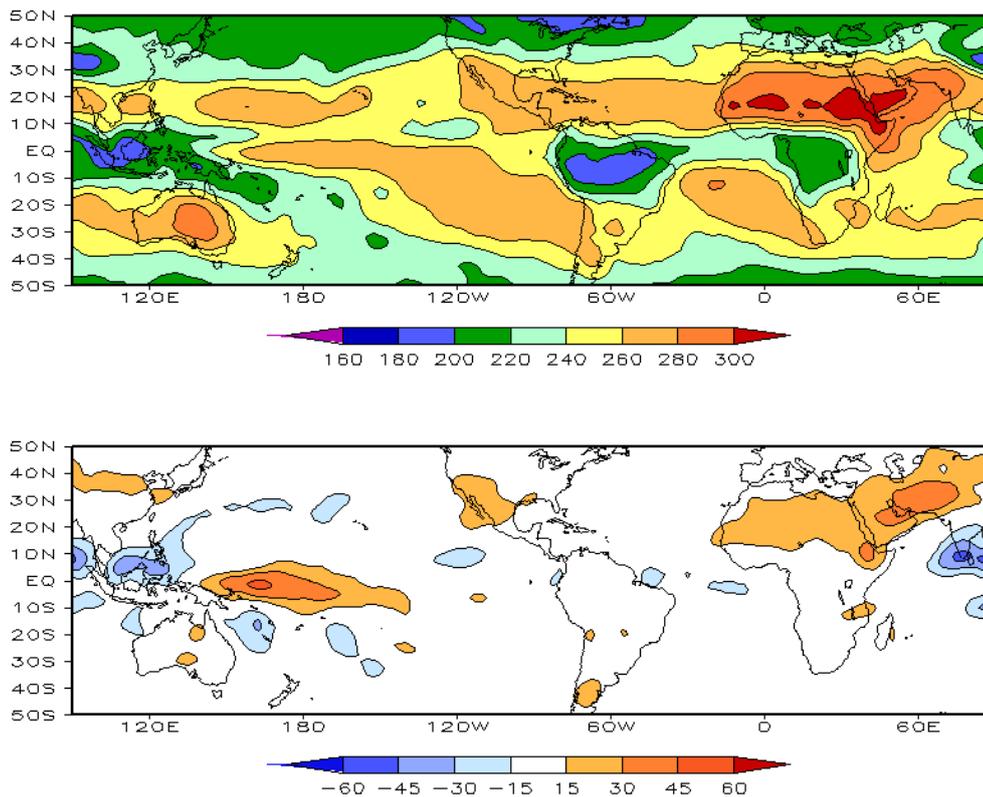


FIGURA 5 – Radiação de Onda Longa (ROL) emitida para o espaço, em MARÇO/2008 (medidas do NESDIS/ESL através do canal IV do AVHRR a bordo do satélite NOAA-12): a) média, com intervalo entre isolinhas de 20 W/m²; b) anomalia, com intervalo entre as isolinhas de 15 W/m². As anomalias são calculadas como desvios das médias para o período base 1979/1995 - Reanálise. (FONTE: CPC/NCEP/NWS).

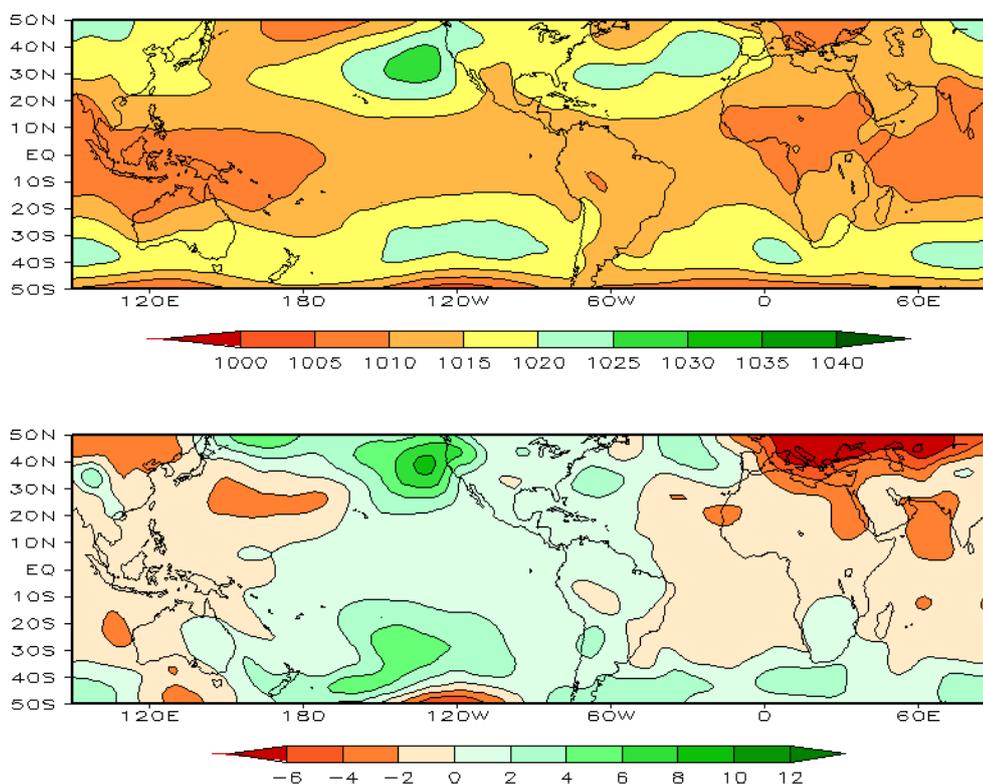


FIGURA 6 – Pressão ao Nível do Mar (PNM), em MARÇO/2008, analisadas numa grade de 2,5° e interpoladas para uma grade de 5° em projeção Mercator para visualização: a) média, com intervalo entre isolinhas de 5 hPa; b) anomalia, com intervalo entre as isolinhas de 2 hPa. As anomalias são calculadas como desvios das médias para o período de 1979/1995 - Reanálise. (FONTE: CPC/NCEP/NWS).

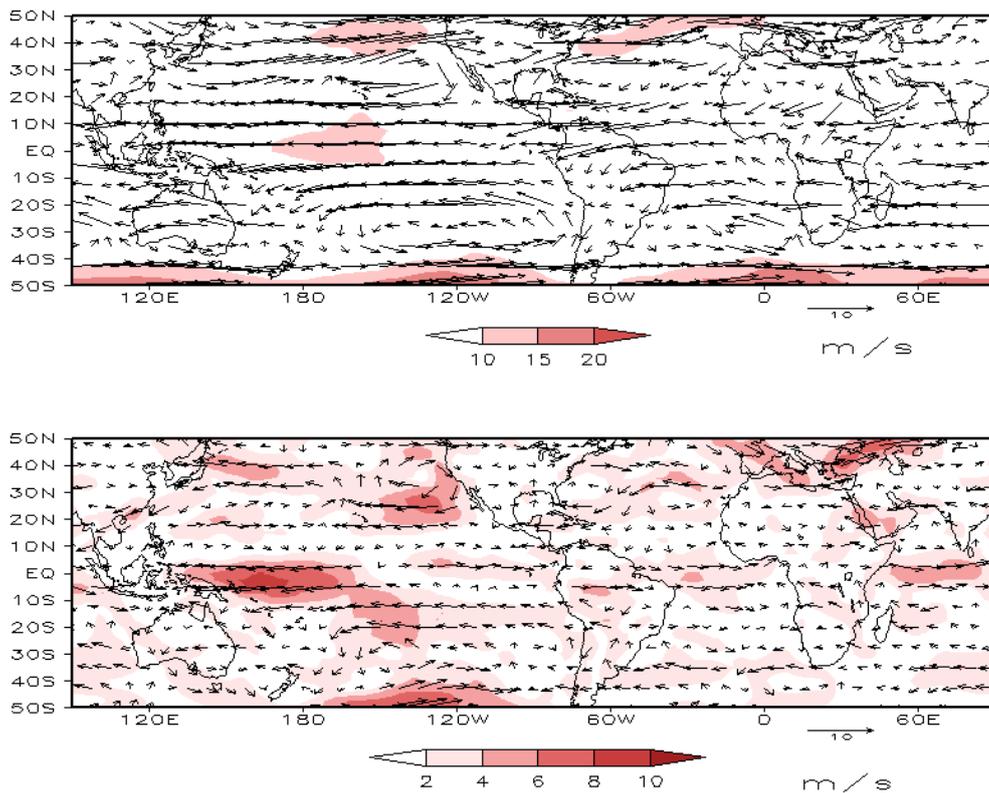


FIGURA 7 – Vetor do vento e magnitude em 850 hPa, em MARÇO/2008. Os ventos são analisados numa grade de 2,5° e interpolados para uma grade de 5° em projeção Mercator para visualização: a) campo médio, com intervalo entre as isotacas de 5 m/s; b) anomalia, com intervalo de 2 m/s. As anomalias são desvios das médias para o período base de 1979/1995 – Reanálise (FONTE: CPC/NCEP/NWS).

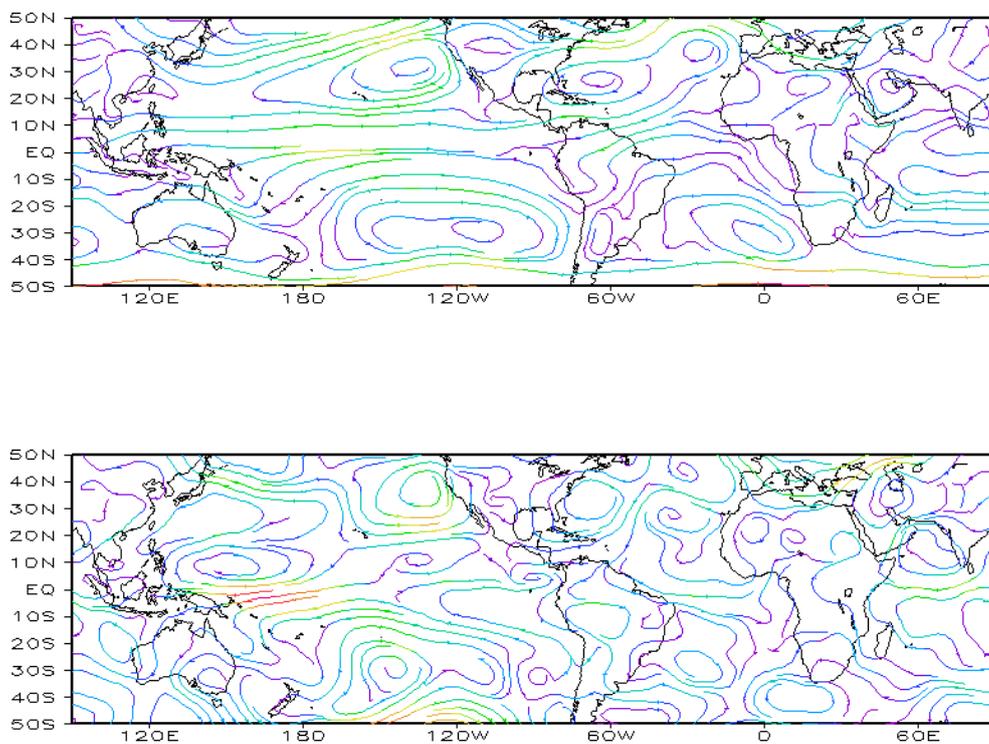


FIGURA 8 – Linhas de corrente em 850 hPa, em MARÇO/2008. Os ventos são analisados numa grade de 2,5° e interpolados para uma grade de 5° em projeção Mercator para visualização: a) média; b) anomalia. (FONTE: CPC/NCEP/NWS).

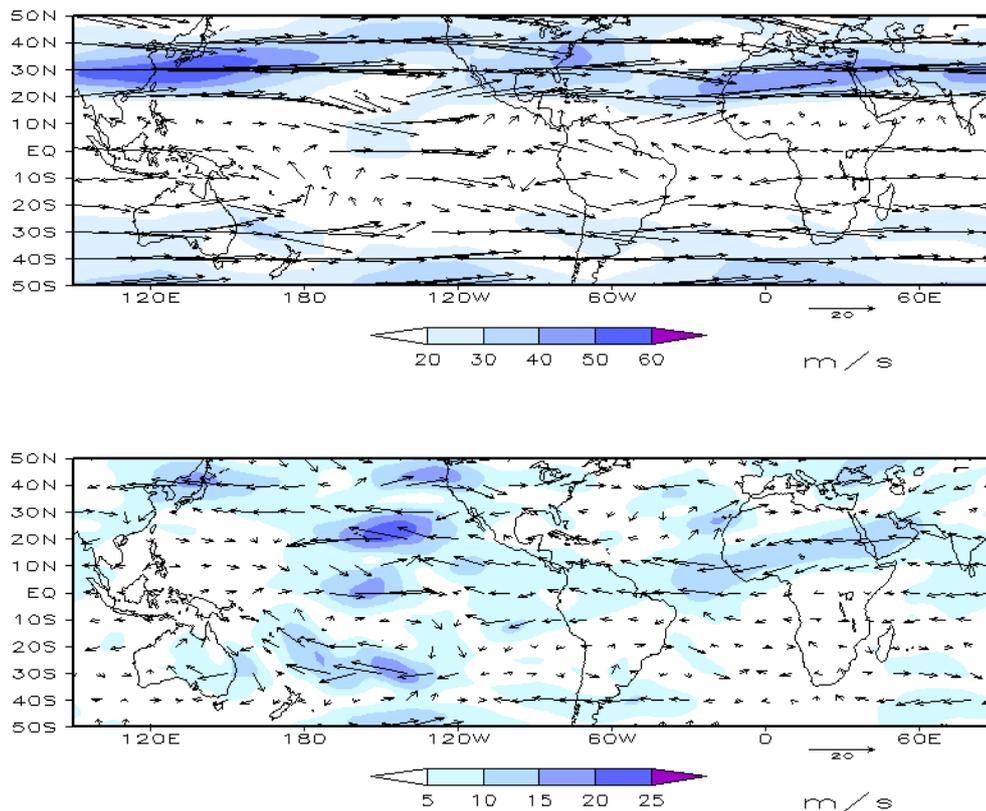


FIGURA 9 – Vetor do vento e magnitude em 200 hPa, em MARÇO/2008. Os ventos são analisados numa grade de 2,5° e interpolados para uma grade de 5° em projeção Mercator para visualização: a) campo médio, com intervalo entre as isotacas de 10 m/s; b) anomalia, com intervalo entre as isotacas de 5 m/s. As anomalias são desvios das médias mensais para o período base de 1979/1995 - Reanálise. (FONTE: CPC/NCEP/NWS).

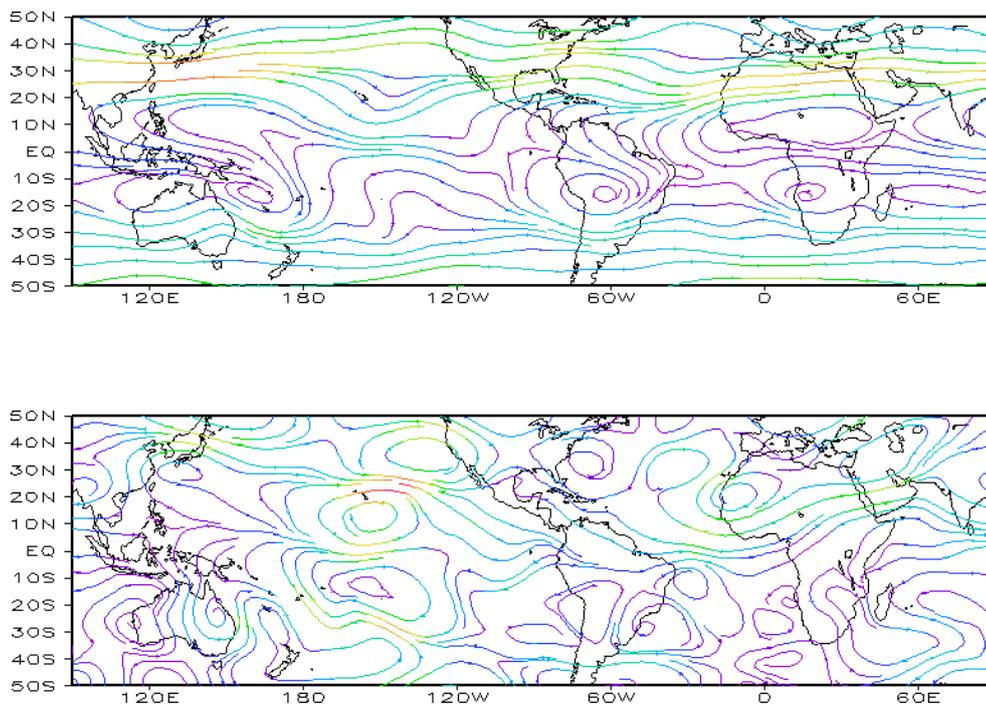


FIGURA 10 – Linhas de Corrente em 200 hPa, em MARÇO/2008. Os ventos são analisados numa grade de 2,5° e interpolados para uma grade de 5° em projeção Mercator para visualização: a) média; b) anomalia. (FONTE: CPC/NCEP/NWS).

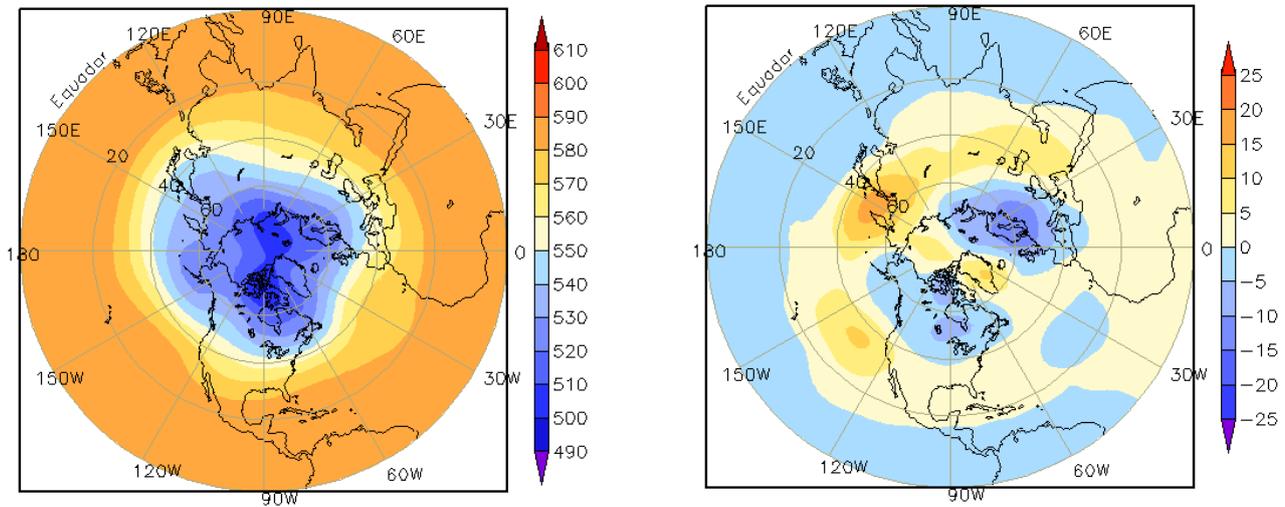


FIGURA 11 – Altura geopotencial em 500 hPa para o Hemisfério Norte, em MARÇO/2008. As alturas são analisadas numa grade de 2,5° e interpoladas para uma grade de 5° em projeção estereográfica polar de 65x65 pontos no Pólo Norte: a) média, com intervalo entre as isolinhas de 10 mgp; b) anomalia, com intervalo 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).

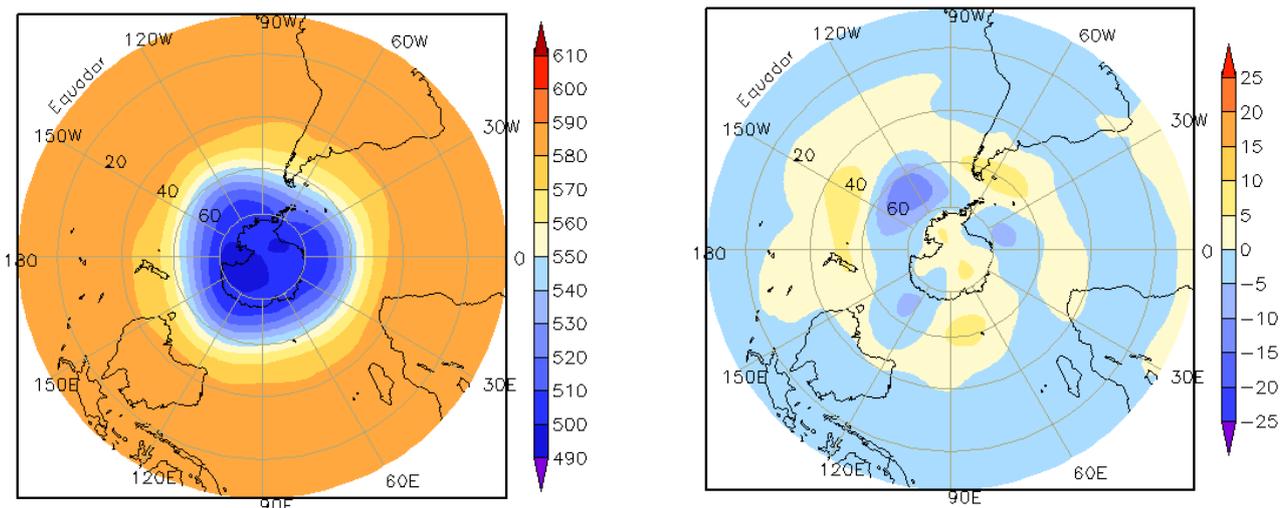


FIGURA 12 – Altura geopotencial em 500 hPa para o Hemisfério Sul, em MARÇO/2008. As alturas são analisadas numa grade de 2,5° e interpoladas para uma grade de 5° em projeção estereográfica polar de 65x65 pontos no Pólo Sul: a) média, com intervalo entre as isolinhas de 10 mgp; b) anomalia, com intervalo entre as isolinhas de 5 mgp. As anomalias são desvios das médias mensais para o período base de 1979/1995 - Reanálise. (FONTE: CPC/NCEP/NWS).

2. ASPECTOS CLIMÁTICOS E SINÓTICOS NO BRASIL

2.1 – Análise da Precipitação no Brasil

Na primeira quinzena de março, a atuação de dois episódios de ZCAS ocasionou chuvas acima da média em várias localidades das Regiões Sudeste e Centro-Oeste. No final de março, a atuação da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) sobre a faixa equatorial do Atlântico e a formação de cavados em médios e altos níveis sobre o Nordeste do Brasil foram importantes mecanismos responsáveis pela ocorrência de elevados totais de precipitação que causaram inundações, deslizamentos e perdas humanas e materiais em vários municípios das Regiões Norte e Nordeste. 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

As chuvas foram mais elevadas no centro-norte do Pará e no Tocantins, onde os totais mensais excederam a climatologia. Os principais mecanismos causadores de precipitação foram a Alta da Bolívia, que favoreceu a formação de intensas áreas de instabilidade (ver seção 4.2), a ZCIT e a organização de Linhas de Instabilidade (LI's) ao longo da costa norte, assim como os efeitos termodinâmicos relacionados ao intenso calor e umidade em toda a Região. Destacaram-se os totais registrados em Belém-PA (95 mm, no dia 01; 92,1 mm, no dia 03), em Cruzeiro do Sul-AC (83,7 mm, no dia 09); em Soure-PA (116 mm, no dia 29), e em Altamira-PA (130 mm, no dia 30).

2.1.2 – Região Centro-Oeste

A ocorrência de episódios de ZCAS e a atuação da Alta da Bolívia foram os principais responsáveis pelas chuvas acima da média em grande parte do Mato Grosso e de Goiás e no setor nordeste do Mato Grosso do Sul. Destacaram-se os totais de precipitação registrados nas cidades de Matupá-MT (101,8 mm, no dia 04), Goiânia (89 mm, no dia

07), e nas cidades de Três Lagoas-MS (98,4 mm) e Paranaíba-MS (97,4 mm), ambas registradas no dia 11. Em Diamantino-MT, os 81,6 mm de chuva registrados no dia 14 estiveram associados à atuação do segundo episódio de ZCAS (Fonte: INMET).

2.1.3 – Região Nordeste

Em grande parte da Região Nordeste, principalmente no Maranhão, Piauí, sul do Ceará e oeste da Paraíba, este foi um dos meses mais chuvosos dos últimos 47 anos. Por outro lado, na Bahia, predominaram totais de chuva inferiores a 200 mm. Mesmo assim, na maior parte deste Estado as chuvas ficaram acima da média. A ZCIT e os Vórtices Ciclônicos em Altos Níveis (VCAN) foram os principais sistemas responsáveis pela ocorrência de chuvas. Destacaram-se as chuvas diárias registradas em Iguatu-CE (115,2 mm, no dia 12 e 130 mm, no dia 22), Mossoró-RN (95,2 mm, no dia 13), Petrolina-PE (105,4 mm, no dia 16) e Chapadinha-MA (123,4 mm, no dia 21). No dia 26, a proximidade da ZCIT e a formação de LI's resultou em elevados totais diários em várias cidades do Ceará (Hidrolândia: 115 mm; Nova Russas: 108 mm; Santa Quitéria: 103 mm, entre outras) e da Paraíba (Areia: 91 mm), segundo dados da FUNCEME e do INMET. Na cidade de Lençóis, localizada no centro da Bahia, registraram-se 134,2 mm de chuva no dia 29. Entre os dias 30 e 31, as fortes chuvas deixaram em estado de atenção localidades do agreste da Paraíba e região metropolitana de Recife, onde, em algumas cidades, os acumulados de precipitação excederam 90 mm, como os 116 mm registrados em Recife-PE, no dia 31.

2.1.4 – Região Sudeste

As chuvas mais intensas estiveram associadas à atuação do sistema frontal que deu origem ao segundo episódio de ZCAS (ver seção 3.3.1). Em Iguape, litoral sul de São Paulo, o sistema frontal que deu suporte a este episódio de ZCAS favoreceu a ocorrência de uma chuva acumulada igual a 123,2 mm no dia 13. Entre os dias 13 e 14, destacaram os elevados totais de chuva nos Estados de São Paulo e Rio de Janeiro, como os registrados em Guarulhos (84 mm) e no Rio de Janeiro (67,2 mm). Ressalta-se que vários bairros da capital fluminense ficaram

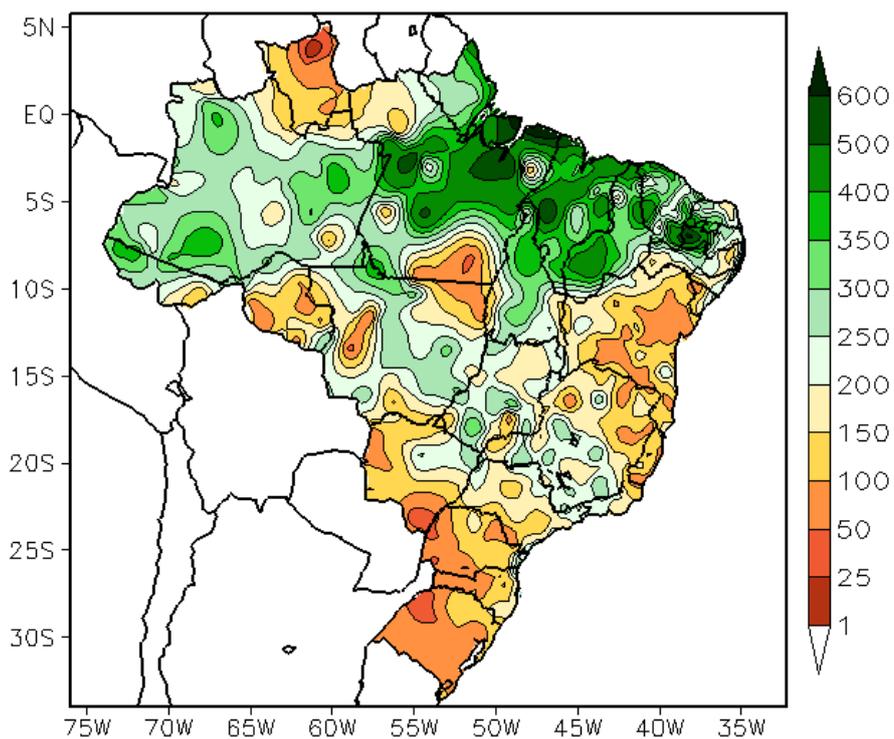


FIGURA 13 - Precipitação total (em mm) para MARÇO/2008.

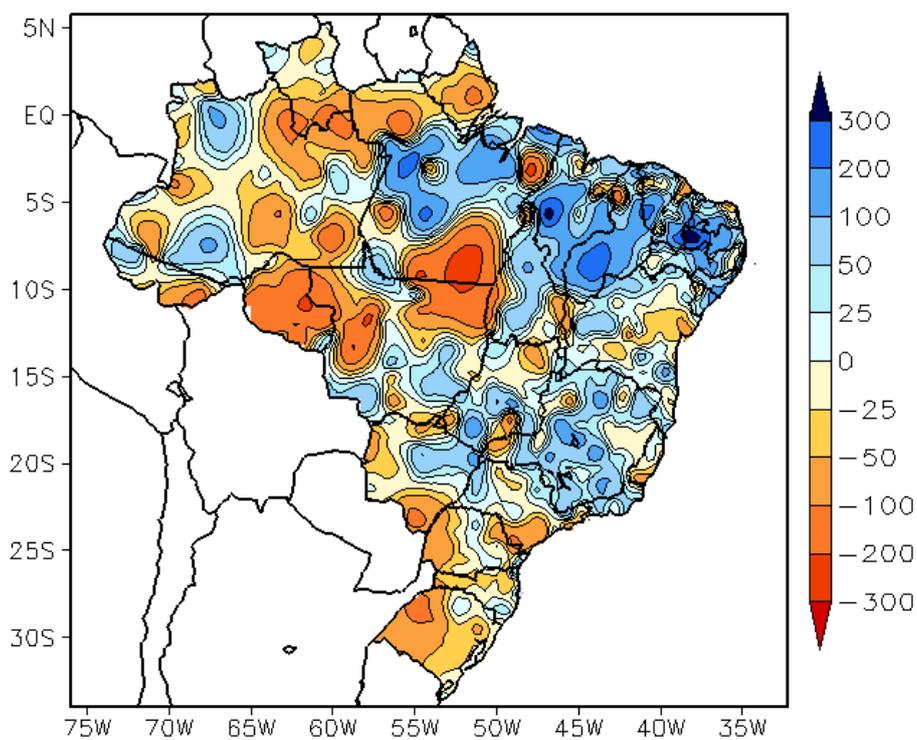


FIGURA 14 - Desvio de precipitação (em mm) em relação à média climatológica para MARÇO/2008 (Climatologia INMET: 1961 - 1990).

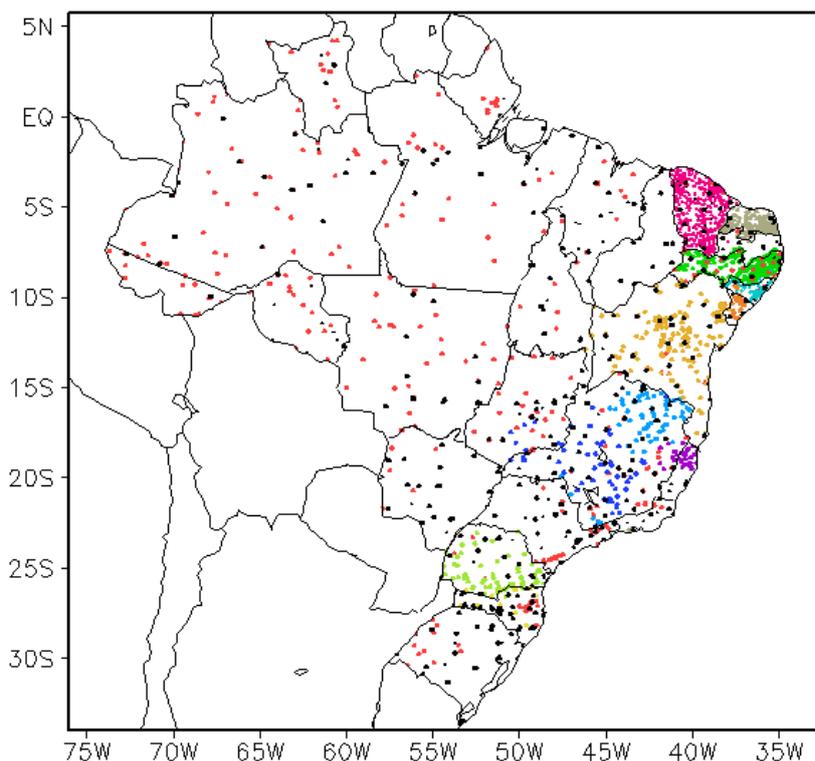


FIGURA 15 – Distribuição espacial das 2.778 estações pluviométricas e meteorológicas utilizadas em MARÇO/2008. (FONTE: CMCD/INPE – INMET – FUNCEME/CE - EMPARN/RN - ITEP/LAMEPE/PE – SEMARHN/DHM/AL - CMRH/SE - SEMARH/BA – SEAG/ES – SIMGE/MG – GEORIO/RJ – IAC/SP - SIMPEPAR/PR - CIRAM/SC - FEPAGRO/RS).

sem energia elétrica e houve registro de queda de árvores e deslizamento de terra, situação que resultou em perda humana. As chuvas também foram intensas em cidades do Rio de Janeiro e Minas Gerais entre os dias 15 e 16, com ocorrência de alagamentos e queda de barreiras em várias localidades. No dia 16, destacaram-se os totais registrados em Resende-RJ (68,8 mm), Belo Horizonte-MG (68,8 mm) e Araxá-MG (67,7 mm).

2.1.5 – Região Sul

A ocorrência de chuvas abaixo da média na maior parte da Região Sul foi consistente com a atuação de apenas quatro sistemas frontais (ver seção 3.1). Contudo, no início de março, destacou-se a configuração de um vórtice ciclônico em médios e altos níveis da atmosfera que causou vento forte, descargas elétricas e granizo especialmente em cidades do litoral de Santa Catarina. No dia 01, registrou-se 93 mm de chuva na cidade de Balneário Camboriú-SC e 91,7 mm em Florianópolis-SC.

2.2 – Análise da Temperatura no Brasil

Em março, as temperaturas máximas médias mensais variaram entre 22°C, no sudeste de

Santa Catarina, e 36°C, no centro-norte do Brasil, destacando-se os valores mais elevados no interior da Região Centro-Oeste (Figura 16). De modo geral, os valores médios mensais de temperatura mínima variaram entre 16°C e 22°C nas Regiões Sul e Sudeste e entre 20°C e 24°C nas demais Regiões do País (Figura 18). A distribuição espacial das anomalias de temperaturas máximas e mínimas foi irregular em praticamente todas as Regiões do Brasil (Figuras 17 e 19). Contudo, destacaram-se as áreas de anomalias negativas sobre a Região Nordeste e em áreas do Sudeste, principalmente no campo de temperatura mínima, decorrentes do aumento de nebulosidade associada aos sistemas meteorológicos que atuaram no decorrer deste mês, a saber: ZCAS, VCAN's e Alta da Bolívia. No Estado de São Paulo, a temperatura média variou entre 16°C e 24°C, com anomalias positivas de até 2°C no setor leste deste Estado (Figuras 20 e 21).

3. PERTURBAÇÕES ATMOSFÉRICAS SOBRE O BRASIL

3.1 – Sistemas Frontais e Frontogênese

Em março, quatro sistemas frontais atuaram no País (Figura 22). Este número ficou abaixo da

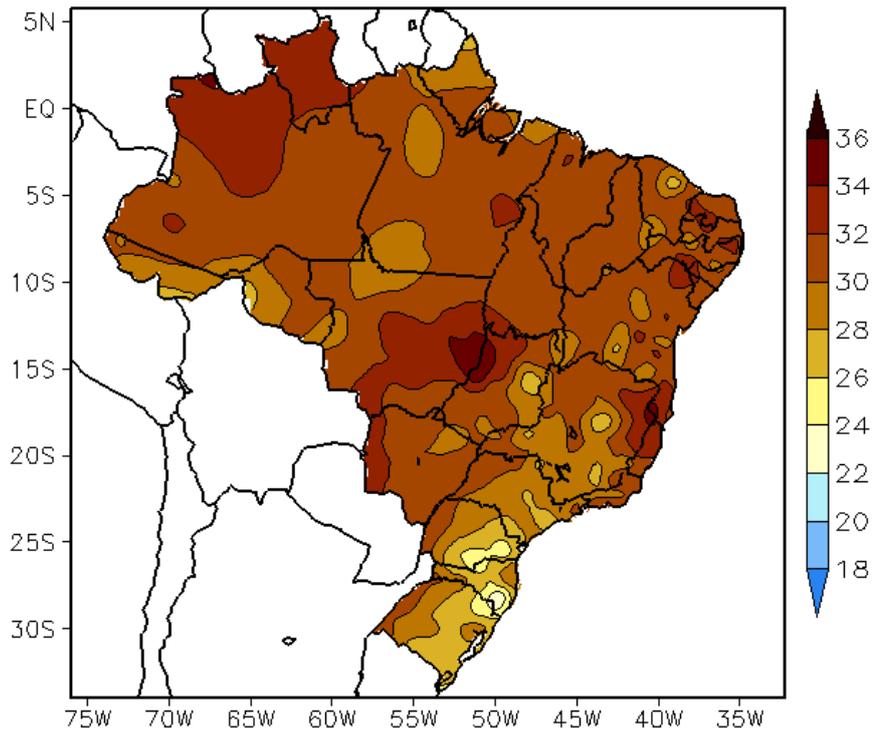


FIGURA 16 - Temperatura máxima do ar à superfície (em °C), em MARÇO/2008. (FONTE: CMCD/INPE - INMET).

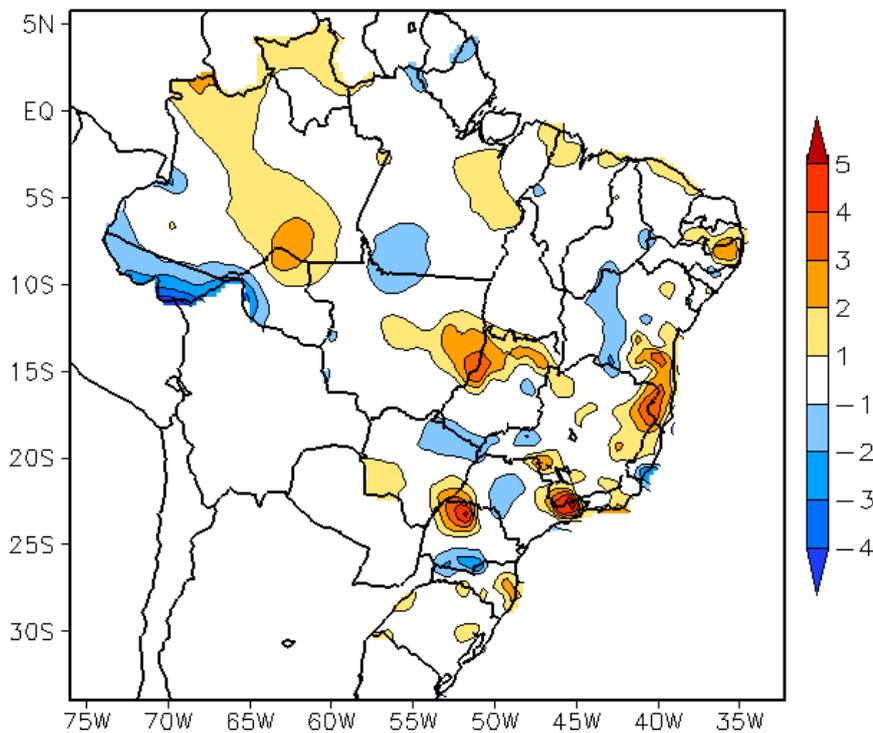


FIGURA 17 - Anomalia de temperatura máxima no Brasil (em °C), em MARÇO/2008. (FONTE: CMCD/INPE - INMET e Climatologia INMET: 1961 a 1990).

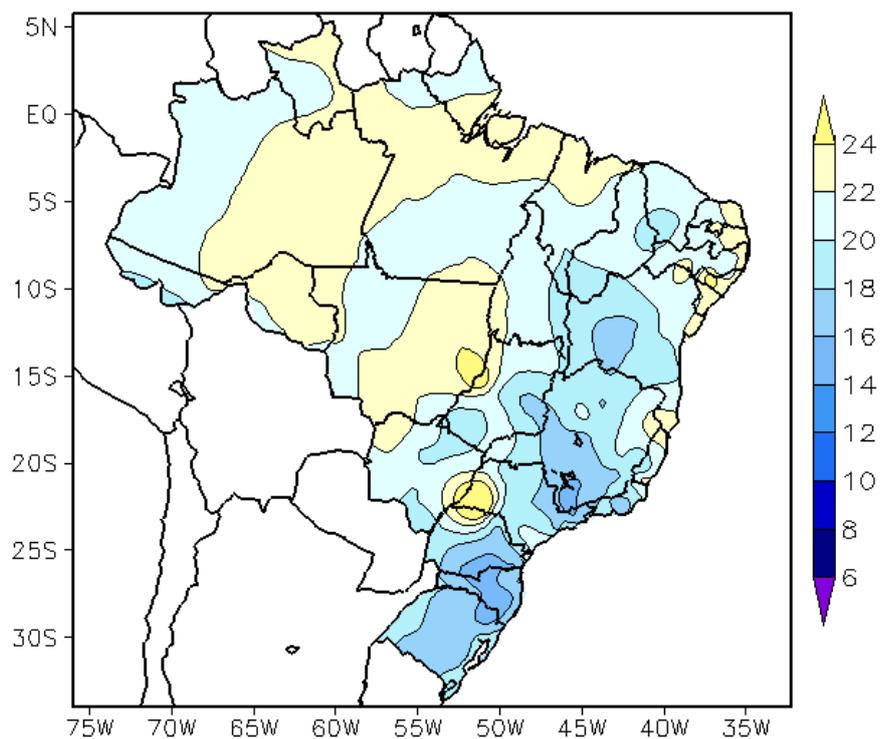


FIGURA 18 - Temperatura mínima média do ar à superfície (em °C), em MARÇO/2008. (FONTE: CMCD/INPE - INMET).

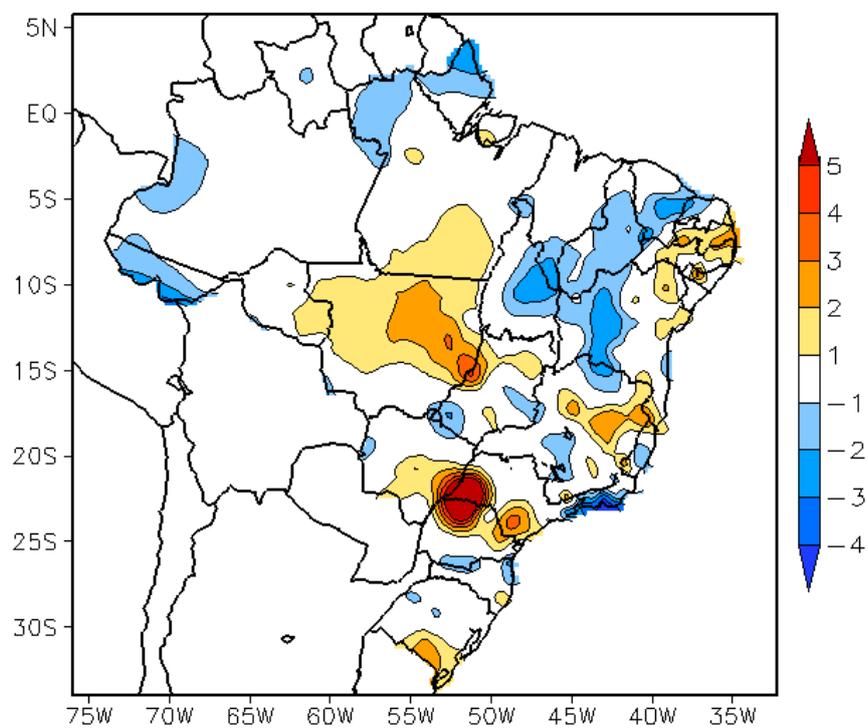


FIGURA 19 - Anomalia de temperatura mínima no Brasil (em °C), em MARÇO/2008. (FONTE: CMCD/INPE - INMET e Climatologia INMET: 1961 a 1990).

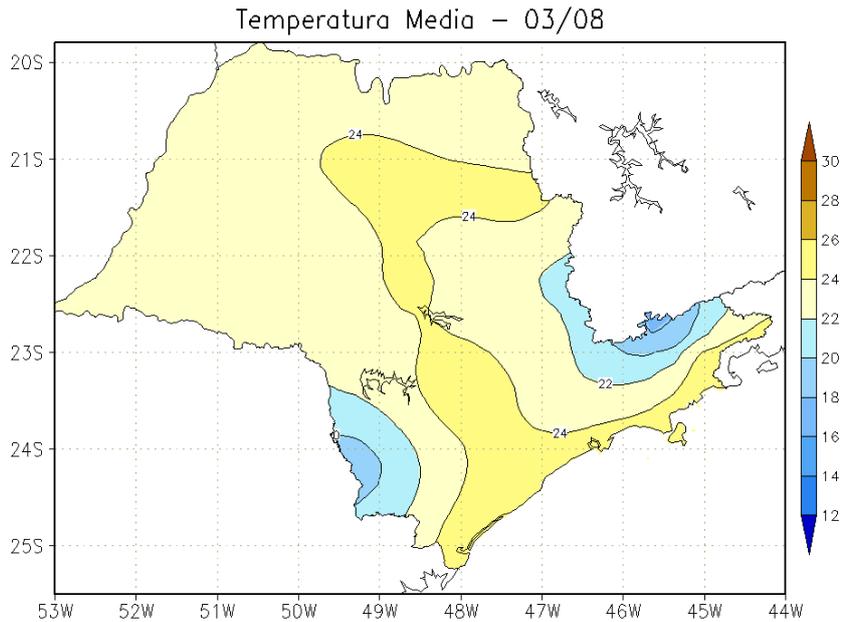


FIGURA 20 - Temperatura média do ar à superfície (em °C), em MARÇO/2008, para o Estado de São Paulo. (FONTE: IAC).

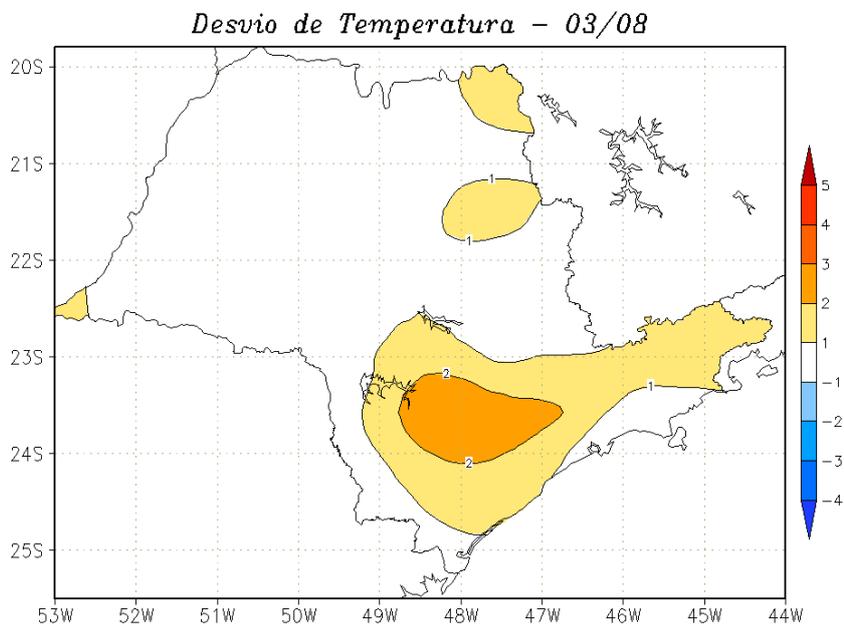


FIGURA 21 - Desvio de temperatura média do ar à superfície (em °C) em relação à média climatológica (1961 -1978), em MARÇO/2008, para o Estado de São Paulo. (Climatologia do INMET: 1961 - 1990) (FONTE: IAC (dados)/CPTEC(anomalia)).

climatologia para latitudes entre 25°S e 35°S. No início deste mês, destacou-se o sistema de baixa pressão que se configurou sobre o Uruguai e Região Sul do Brasil. Este sistema foi forçado dinamicamente pelo vórtice ciclônico que se configurou na média e alta troposfera (ver seção 4.3).

O primeiro sistema frontal chegou ao sul do Brasil no dia 10. Pelo interior, este sistema atuou apenas na Região Sul e, pelo litoral, deslocou-se até a Região Sudeste, posicionando-se em Campos-RJ no dia 14. Durante sua trajetória, causou chuvas mais significativas entre os Estados de São Paulo e Rio de Janeiro. Este sistema contribuiu para a formação do segundo episódio de ZCAS (ver seção 3.3.1).

A segunda frente fria atingiu a cidade de Santa Vitória do Palmar-RS no dia 21, às 00:00 TMG. No decorrer deste dia, este segundo sistema deslocou-se para leste e afastou-se do continente, mantendo um ramo estacionário próximo ao sudeste do Rio Grande do Sul.

O terceiro sistema frontal ingressou pelo interior e litoral do Rio Grande do Sul no dia 22. Este sistema favoreceu a ocorrência de chuvas moderadas neste Estado, onde os totais acumulados de precipitação foram iguais a 35 mm em Santa Vitória do Palmar-RS e 41 mm em Bom Jesus-RS, no dia 23. Esta frente apresentou-se mais intensa sobre o oceano e, pelo litoral, atingiu Florianópolis-SC no dia 24.

No dia 26, a quarta frente fria deslocou-se rapidamente entre o litoral norte da Argentina e o sul do Brasil, posicionando-se na cidade de Rio Grande-RS no dia seguinte, às 12:00 TMG. Neste período, destacou-se também a atuação de um cavado em altos níveis, o qual intensificou este quarto sistema sobre o oceano. No dia 28, esta frente posicionou-se sobre o oceano, a leste de Santa Catarina, onde enfraqueceu.

3.2 – Massas de Ar Frio e Geadas

Seis massas de ar frio atuaram no País, durante o mês de março. De modo geral, os anticiclones associados apresentaram intensidade moderada e, ao atingir o sul do Brasil, deslocavam-se para o oceano. Não houve registro de geadas neste mês.

No dia 04, a primeira massa de ar frio atuava sobre os Estados do Rio Grande do Sul e Santa

Catarina, deslocando-se para o oceano no dia seguinte. Durante a sua trajetória, houve declínio de temperatura mínima de até 2°C na Região Sul.

A segunda massa de ar frio atuou no oeste Rio Grande do Sul e Santa Catarina no dia 05. O anticiclone associado, cuja pressão em seu centro atingiu 1018 hPa, posicionou-se sobre o oceano no dia seguinte. Esta massa de ar estendeu-se pela faixa litorânea da Região Sudeste, onde permaneceu até o dia 09. Na cidade de Santa Maria-RS, a temperatura mínima declinou 4°C entre os dias 05 e 06.

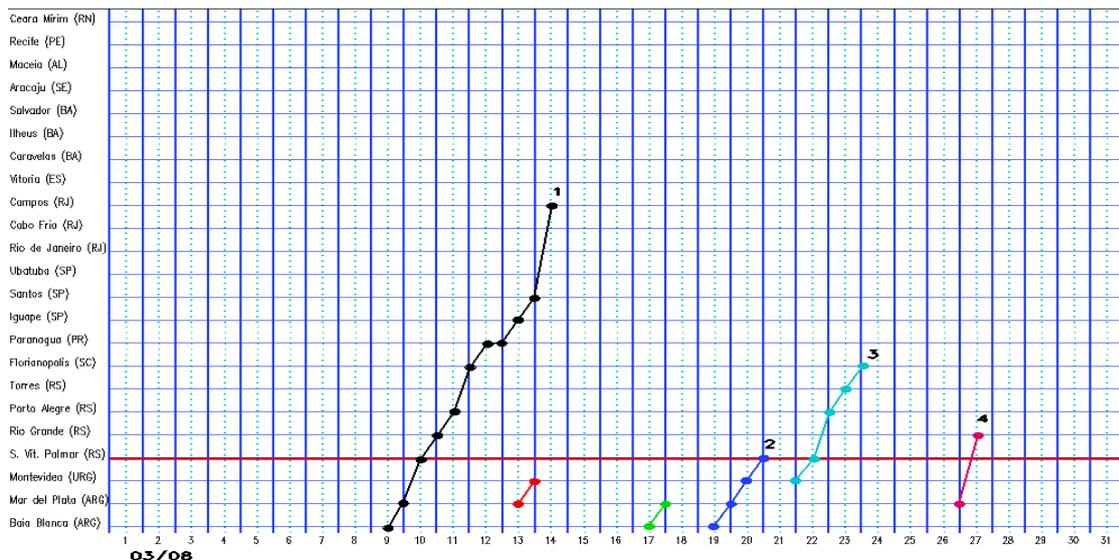
A terceira massa de ar frio ingressou pelo Rio Grande do Sul no dia 12. O anticiclone associado estendeu-se por toda a Região Sul e litoral de São Paulo nos dias subseqüentes. Na Região Sul, o declínio de temperatura variou de 2°C a 3°C, entre os dias 11 e 12. No dia 15, esta massa de ar frio atuou nas Regiões Centro-Oeste e sul da Região Norte. No dia 15, em Campo Grande e em Cáceres, no Mato Grosso, registraram-se as temperaturas mínimas mais baixas do mês, iguais a 16,9°C e 18,1°C, respectivamente. Nas cidades de São Paulo, Franca e Catanduva, no Estado de São Paulo, a temperatura mínima foi igual a 15°C, no dia 18.

A quarta massa de ar frio ingressou pelo sul do Rio Grande do Sul no dia 23, onde permaneceu até o dia seguinte. Na cidade de Rio Grande-RS, o dia 24 foi o mais frio, com temperatura mínima igual a 14,4°C. Em Santa Vitória do Palmar-RS, houve declínio de 3°C.

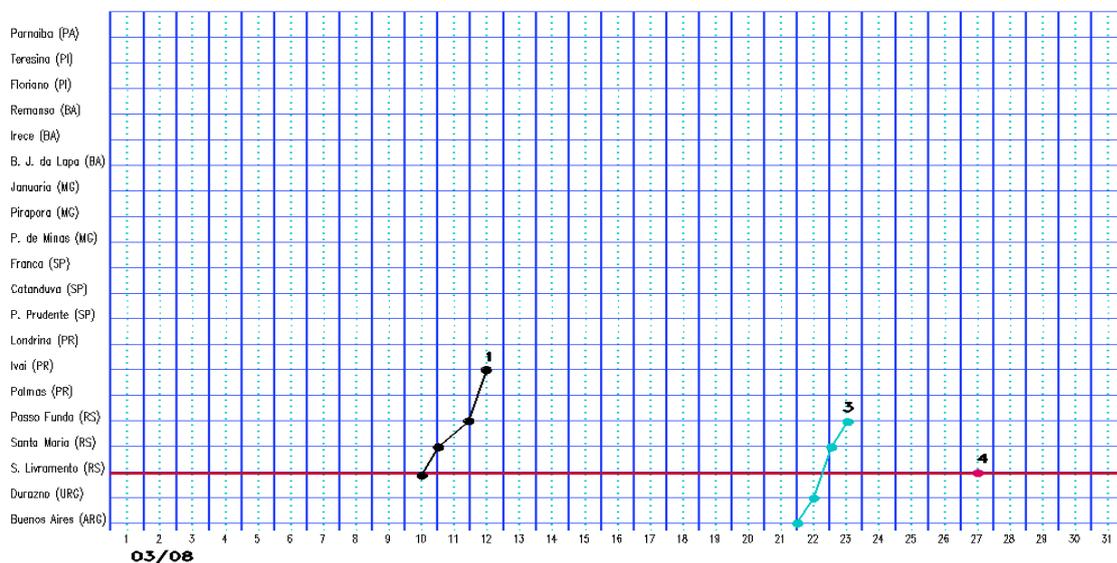
No dia 25, a quinta massa de ar frio atuou na retaguarda de um sistema frontal que se deslocou pelo oceano. O anticiclone associado influenciou o litoral das Regiões Sul e Sudeste nos dias 26 e 27. Na Região Sul, a temperatura mínima declinou até 4°C entre os dias 27 e 28.

A sexta e última massa de ar frio ingressou pelo extremo sul do Rio Grande do Sul no dia 28. O anticiclone associado permaneceu sobre o oceano até o dia 31, atuando desde o litoral da Região Sul até a Região Sudeste. Ressaltou-se a presença de um cavado em 500 hPa, a leste da Região Sul, cujo eixo se estendeu entre o nordeste do Estado de São Paulo e oceano adjacente, favorecendo a intensificação deste anticiclone pós-frontal. Na Região Sul, a temperatura mínima declinou entre 2°C a 4°C. Em Iguape-SP, o dia 31 foi o mais frio, com mínima igual 17,6°C. Em Belo Horizonte-MG, este dia também registrou a temperatura mínima mais baixa, igual a 16,8°C.

a) Litoral



b) Interior



c) Central

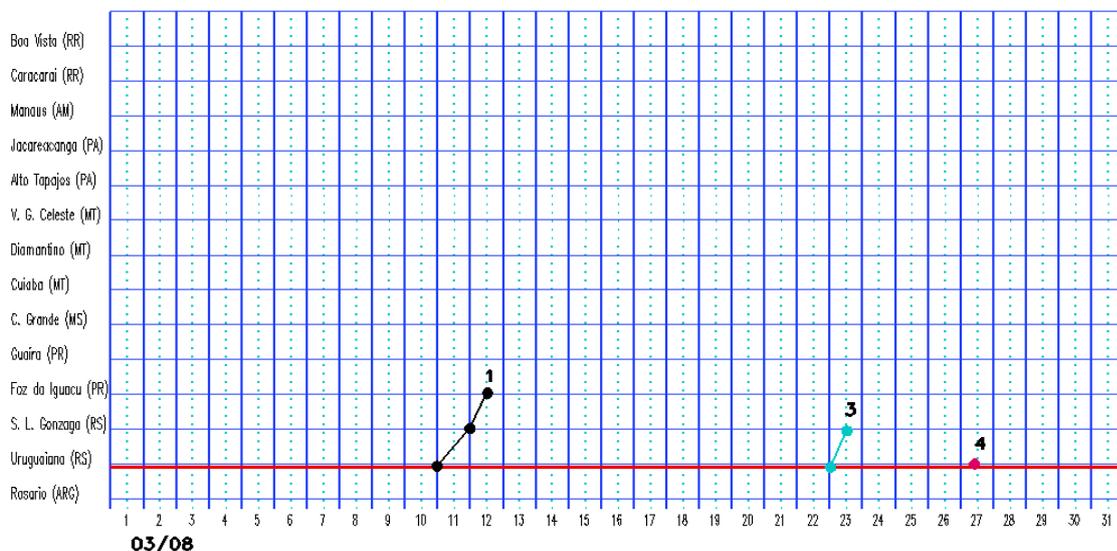


FIGURA 22 - Seções estação versus tempo dos sistemas frontais que penetraram no Brasil em MARÇO/2008. O acompanhamento das frentes é feito nos horários das 00:00 TMG (linha contínua) e 12:00 TMG (linha pontilhada). Os pontos mostram que a frente esteve posicionada na estação no dia e hora indicados. (FONTE: Análises diárias do CPTEC).

3.3 – Atividade Convectiva sobre a América do Sul

A atividade convectiva foi maior no leste da Região Norte e na Região Nordeste do Brasil, como pode ser observado em praticamente todas as pântadas de março (Figura 23). Nas Regiões Centro-Oeste e Sudeste, a atuação de dois episódios de ZCAS pode ser notada na 1^a, 2^a e 3^a pântadas (ver seção 3.3.1). Os Vórtices Ciclônicos em Altos Níveis (VCAN), que favoreceram o aumento da atividade convectiva sobre a Região Nordeste, estão bem configurados nas pântadas 1^a a 4^a, com a região de maior subsidência sobre áreas oceânicas adjacentes ao leste do Brasil. Em todas as pântadas, a banda de nebulosidade associada à ZCIT aparece próxima à costa norte da América do Sul, intensificando a convecção especialmente sobre o norte dos Estados do Amapá, Pará, Maranhão, Piauí e Ceará, onde choveu acima da média histórica (ver seção 2.1).

3.3.1 – Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS)

A Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) configurou-se em dois episódios no decorrer do mês de março (Figura 24). O primeiro episódio ocorreu no período de 03 a 08 e o segundo no período de 12 a 17. Ambos atuaram preferencialmente sobre as Regiões Centro-Oeste e Sudeste do Brasil e em parte da Região Norte do Brasil.

A banda de nebulosidade convectiva associada ao primeiro episódio de ZCAS organizou-se principalmente sobre os Estados de Minas Gerais, Rio de Janeiro, Goiás, Mato Grosso, norte do Mato Grosso do Sul e sul da Região Norte (Figura 24a). Embora tenha sido observada uma região de convergência de umidade em 850 sobre o norte das Regiões Sudeste e Centro-Oeste hPa (Figura 24b), este episódio foi considerado fraco do ponto de vista conceitual, pois evidenciou um cavado pouco acentuado sobre áreas oceânicas em médio e altos níveis da atmosfera (Figuras 24c e 24d). Por esta razão, os totais acumulados de chuva foram inferiores a 100 mm sobre a região afetada (Figura 24b).

O segundo episódio de ZCAS foi mais intenso sobre o centro-sul de Minas Gerais, Rio de Janeiro e nordeste do Estado de São Paulo, onde a convecção foi mais acentuada (Figura 24f). No

escoamento em médios e altos níveis, observou-se o cavado com eixo sobre o centro-sul do Brasil e a região de máximo movimento ascendente e divergência horizontal na fronteira entre os Estados de Minas Gerais, São Paulo, Rio de Janeiro e oceano adjacente (Figuras 24h e 24i). Nestas áreas, os totais acumulados no período atingiram 200 mm (Figura 24j). Este episódio de ZCAS causou chuvas significativas em algumas localidades da Região Sudeste, parte do Centro-Oeste e no sul da Região Norte do Brasil (ver seção 2.1).

3.3.2 – Zona de Convergência Intertropical (ZCIT)

A Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) oscilou em torno da sua posição climatológica adjacente à costa norte do Brasil e ao sul de sua climatologia próximo à costa africana (Figura 25). É importante mencionar que a atividade convectiva da ZCIT foi intensa em praticamente todas as pântadas, conforme ilustra a Figura 26. A ZCIT também contribuiu para a maior intensidade das Linhas de Instabilidade (LI's) que se formaram na costa norte do Brasil, com ocorrência de chuvas acima da média, especialmente entre o norte do Pará e o norte da região semi-árida do Nordeste do Brasil (ver seção 2.1).

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

Em março, as Linhas de Instabilidade (LI's) estiveram melhor caracterizadas em 16 episódios ao longo da costa norte da América do Sul, atuando entre o norte das Regiões Norte e Nordeste (Figura 27). De modo geral, as LI's atuaram em conjunto com a ZCIT, com os vórtices ciclônicos e com a Alta da Bolívia, como notado no mês anterior. Destacaram-se os dias 12, 23, 25 e 26, nos quais as LI's foram intensificadas pelo escoamento na média e alta troposfera e proporcionaram elevados totais diários de precipitação no norte do Nordeste, onde os totais mensais de precipitação excederam à média histórica em mais que 200 mm (ver seção 2.1).

4. ESCOAMENTO EM ALTOS NÍVEIS

4.1 – Jato sobre a América do Sul

O jato subtropical apresentou comportamento similar ao mês anterior, ou seja,

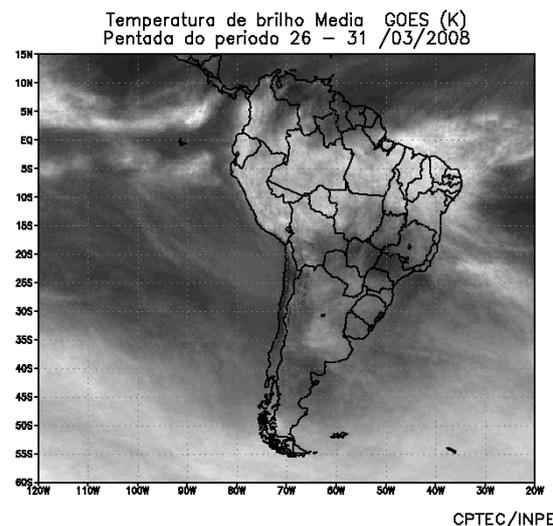
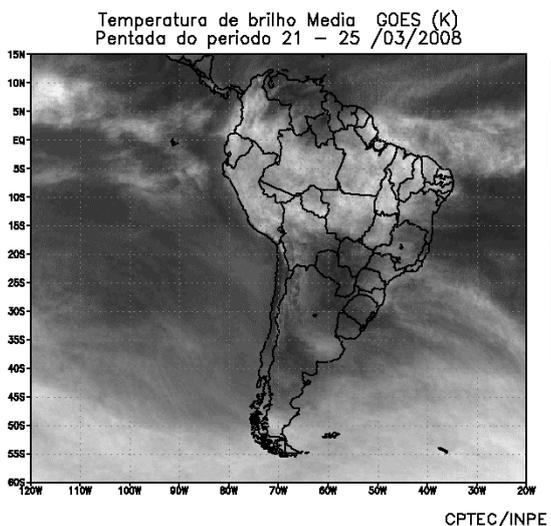
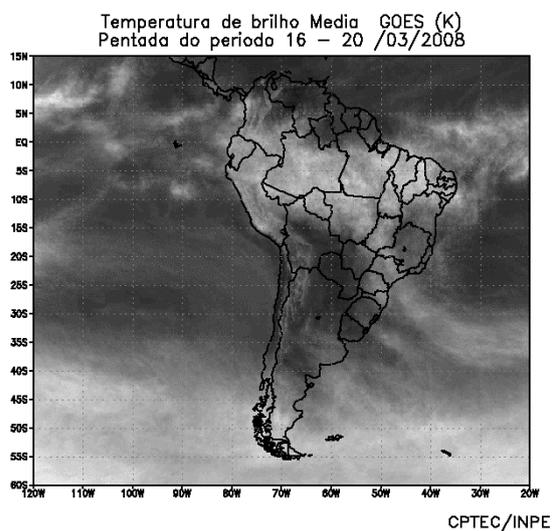
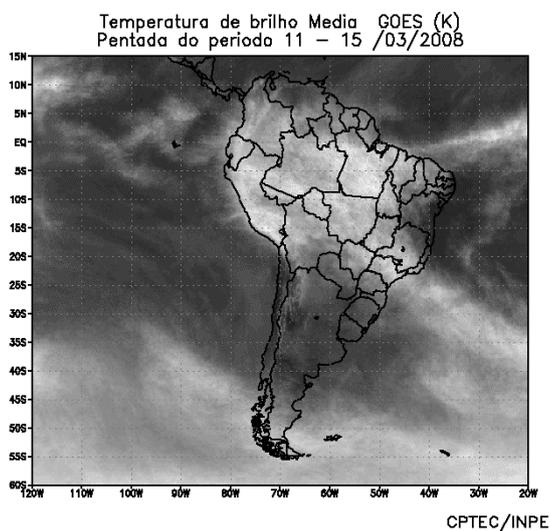
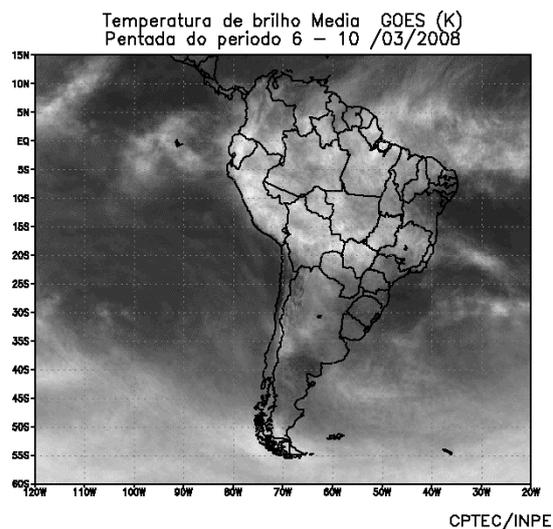
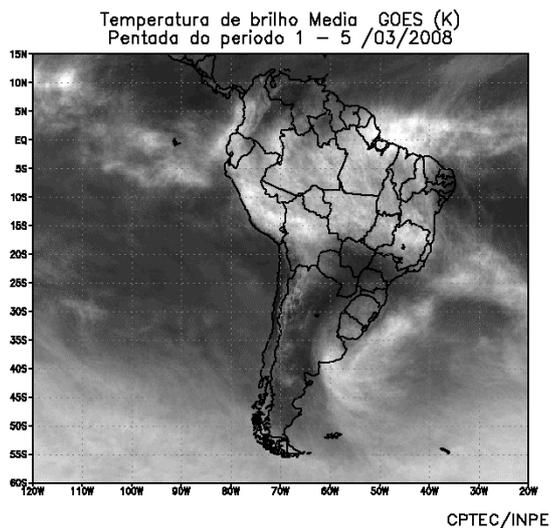
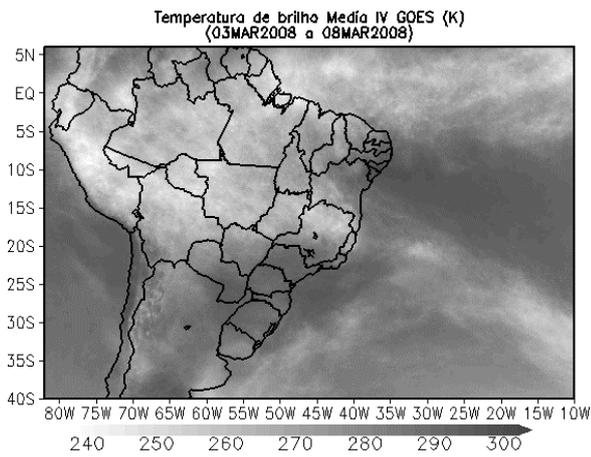
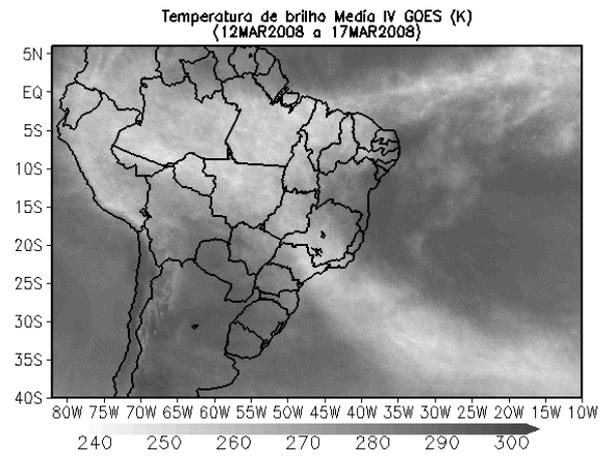


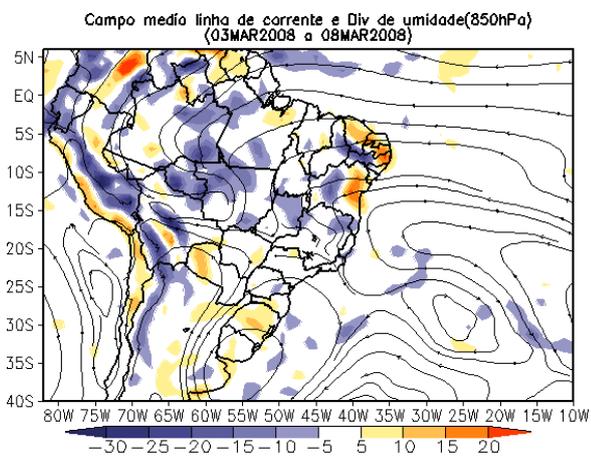
FIGURA 23 - Pêntadas de temperatura de brilho média (K) para o mês de MARÇO/2008. (FONTE: Satélite GOES 10).



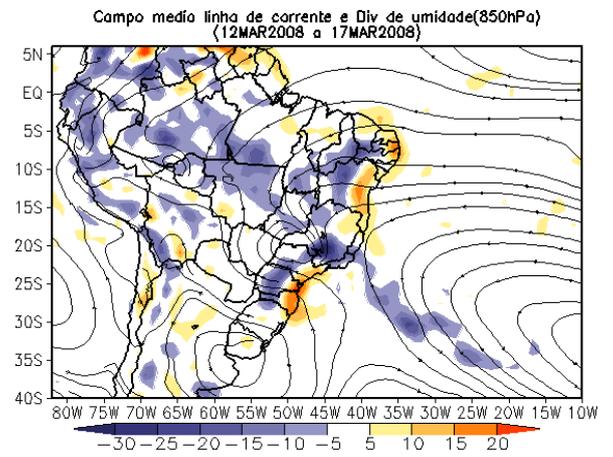
(a)



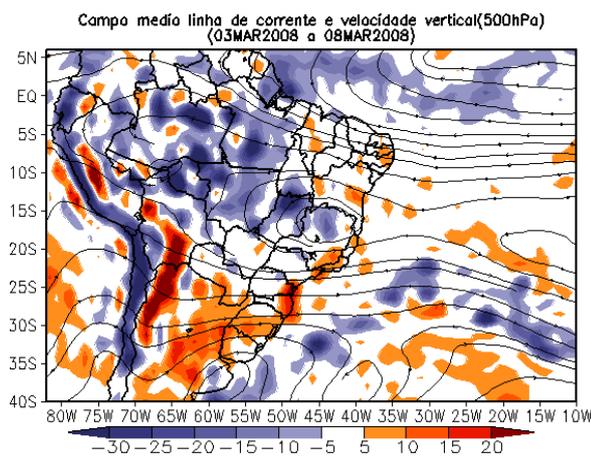
(f)



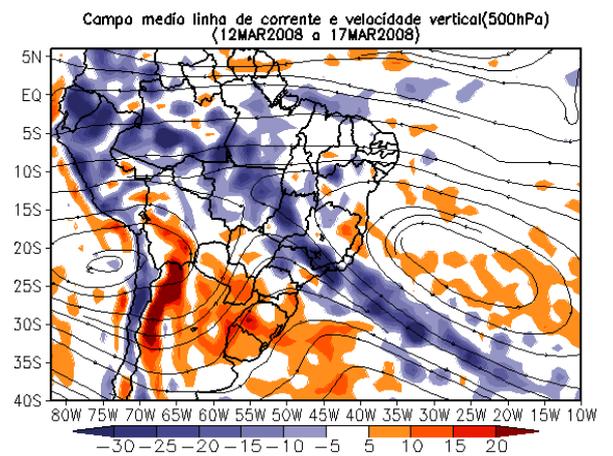
(b)



(g)



(c)



(h)

FIGURA 24 - Campos ilustrativos de três episódios de ZCAS nos períodos 03 a 08 de MARÇO/2008 e 12 a 17 de MARÇO/2008 a saber: temperatura de brilho média obtida pelo satélite GOES-10 (a, f); 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); campo médio de linha de corrente e velocidade vertical, em 500 hPa, em $10^{-3} \text{Pa} \cdot \text{s}^{-1}$ (c, h); campo médio de linha de corrente e vorticidade relativa no nível de 200 hPa, em 10^{-5}s^{-1} (d, i); e campo de precipitação acumulada em mm (e, j).

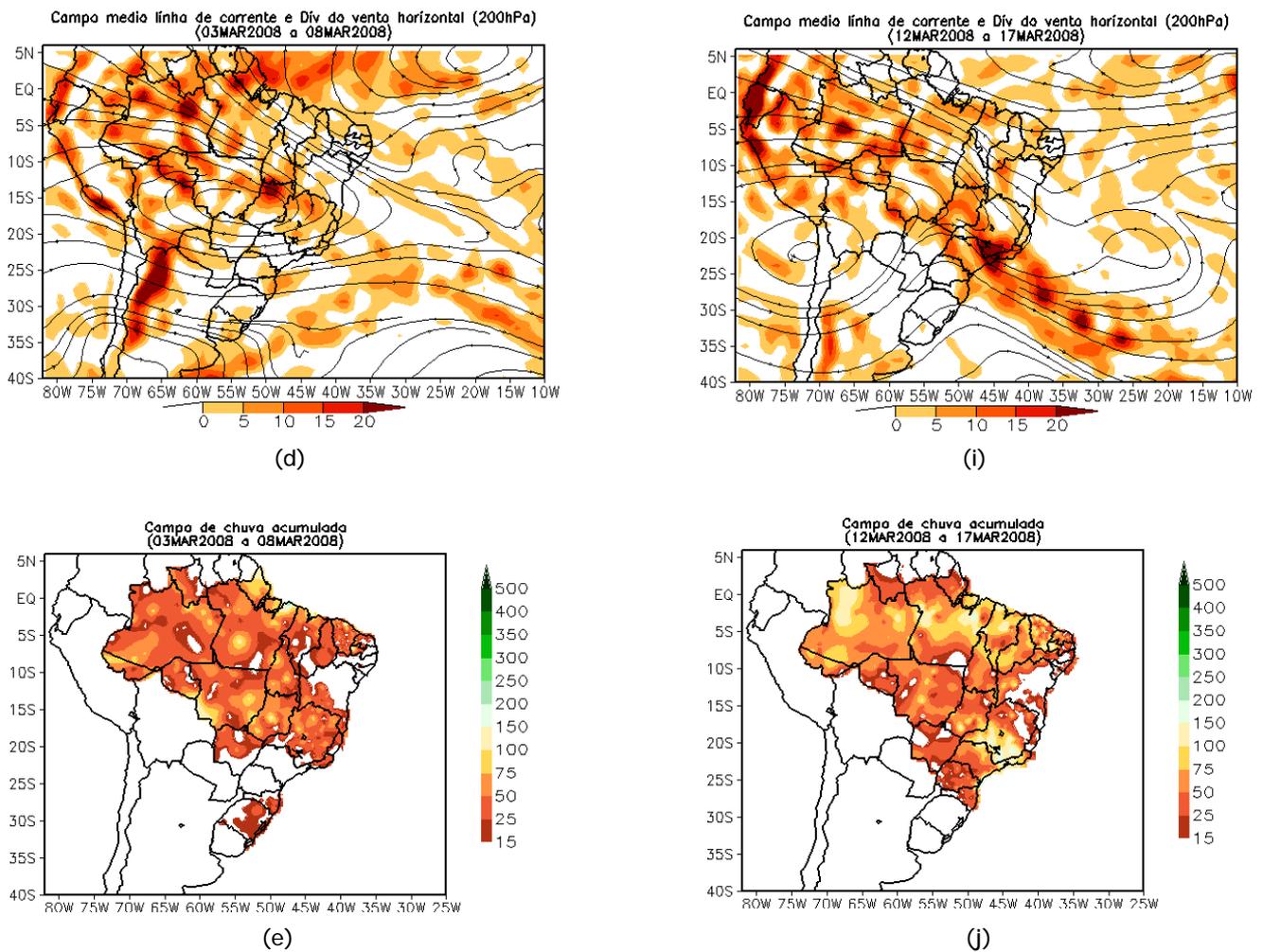


Figura 24 - Continuação

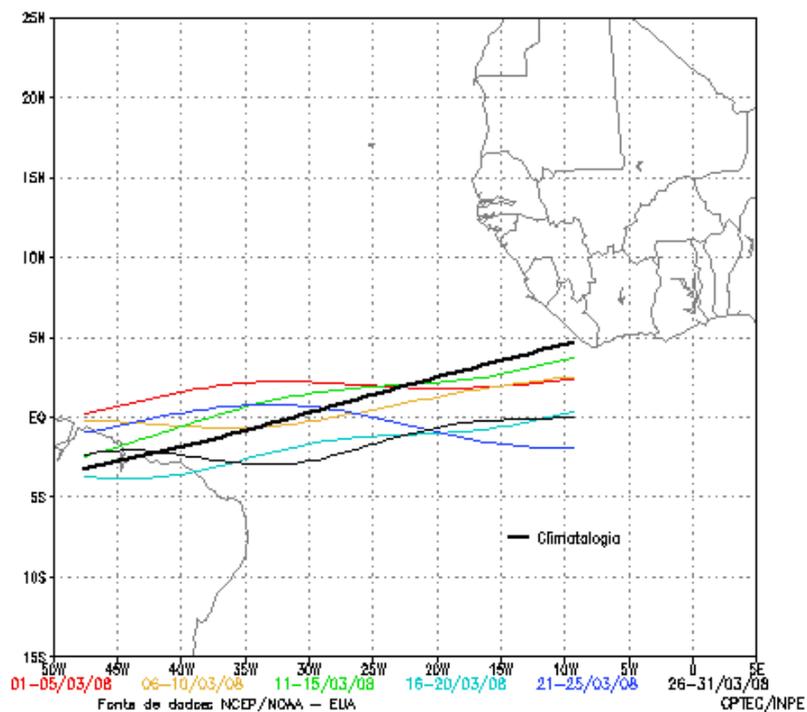


FIGURA 25 - Estimativa da posição média pentadal da ZCIT, em MARÇO/2008, a partir da localização dos mínimos valores de ROL ao longo do Oceano Atlântico Equatorial. A linha preta é indicativa da posição média climatológica da ZCIT neste mês.

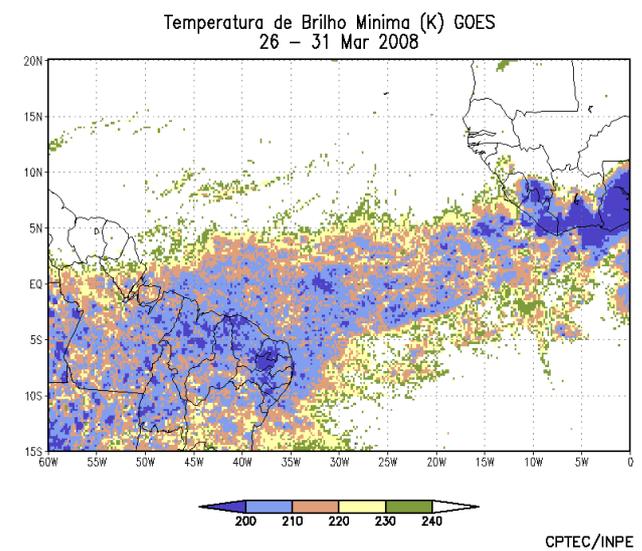
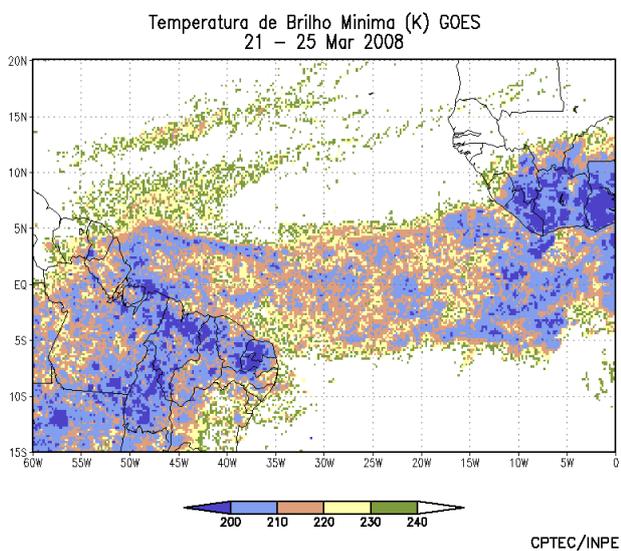
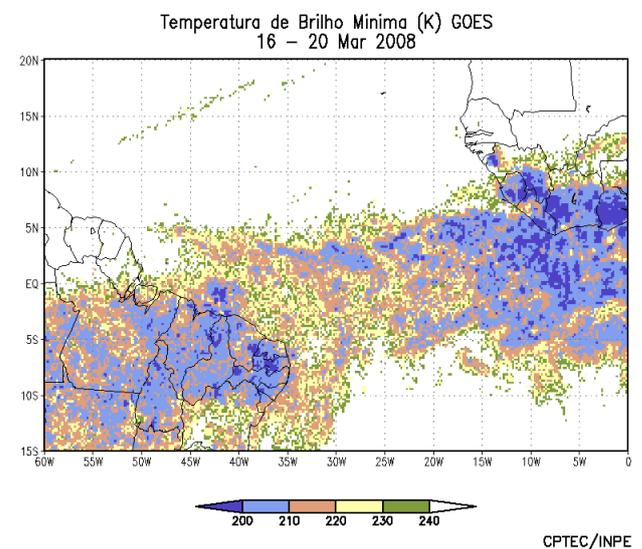
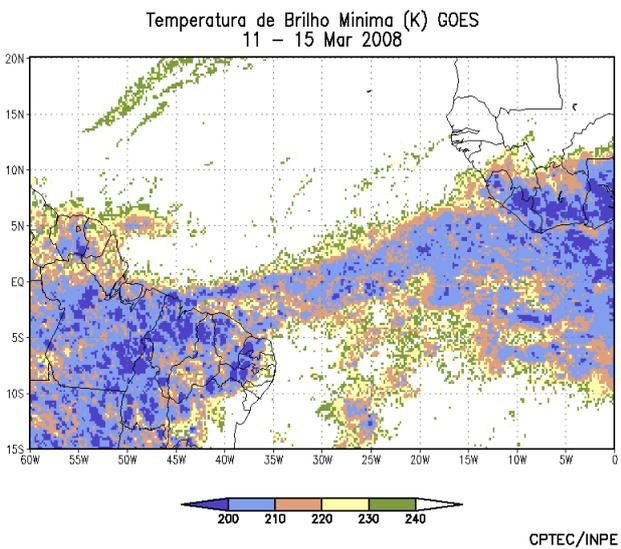
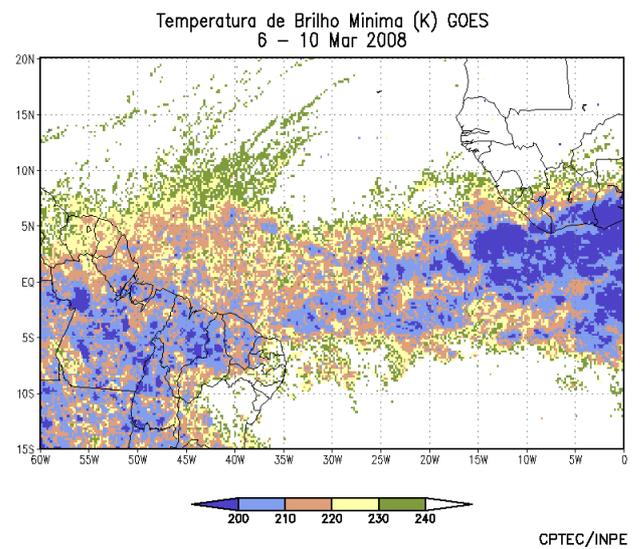
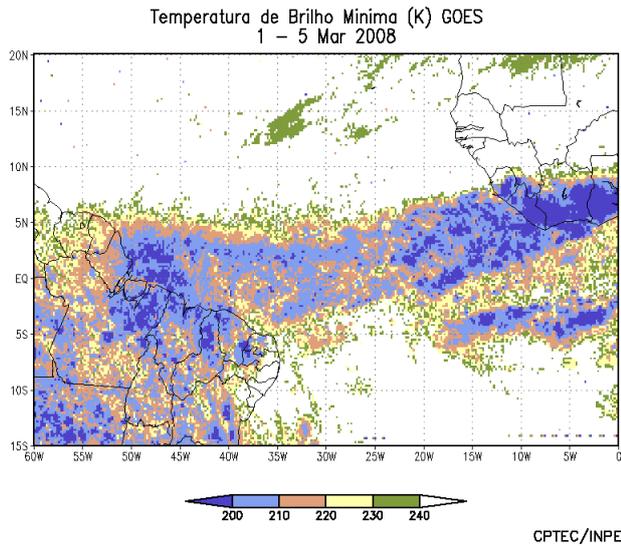
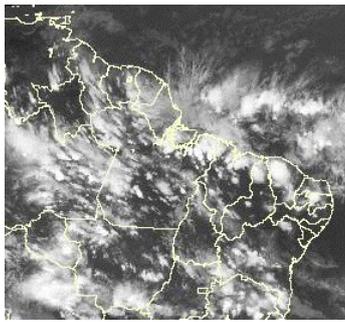


FIGURA 26 - Pêntadas de temperatura de brilho mínima (K) para o mês de MARÇO/2008. (FONTE: Satélite GOES 10).



04/03/08 21:00TMG



08/03/08 21:00TMG



10/03/08 21:00TMG



12/03/08 21:00TMG



13/03/08 21:00TMG



14/03/08 21:00TMG



15/03/08 21:00TMG



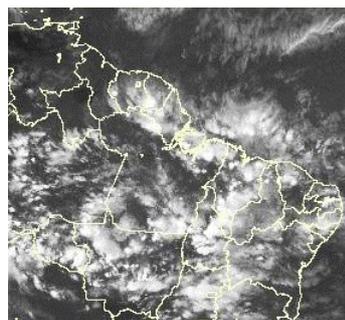
19/03/08 21:00TMG



22/03/08 21:00TMG



23/03/08 21:00TMG



24/03/08 21:00TMG



25/03/08 21:00TMG



26/03/08 20:15TMG

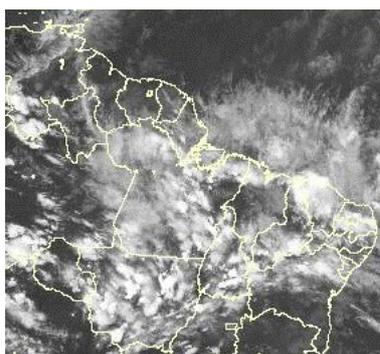


29/03/08 21:00TMG



30/03/08 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/2008.



24/03/08 21:00TMG

Figura 27 - Continuação.

sua posição também foi bastante variável sobre a América do Sul neste mês de março, o que refletiu numa magnitude média mensal inferior a 30 m/s (Figura 28a). Na média mensal, o jato subtropical apresentou-se ligeiramente mais intenso que a sua climatologia sobre o norte da Argentina, Paraguai e nos setores central e leste do Brasil. A Figura 28b ilustra a atuação do jato subtropical no dia 15, margeando dois centros de circulação anticiclônica e amplificando o cavado que se configurou sobre a América do Sul e deu suporte dinâmico para a manutenção do segundo episódio de ZCAS. A Figura 28c ilustra a formação de áreas de instabilidade entre o sul da Região Norte e o Sudeste do Brasil neste mesmo dia, quando os totais diários de precipitação excederam 50 mm (ver seção 2.1).

4.2 – Circulação da Alta da Bolívia

O centro da Alta da Bolívia esteve bem caracterizado em 24 dias de março, atuando preferencialmente sobre a Bolívia, Paraguai e Região Centro-Oeste do Brasil (Tabela 2). No escoamento médio mensal, o centro da alta troposférica foi observado em aproximadamente 16°S/62°W, próximo à sua posição climatológica (Figura 29a). O escoamento difluente que se configurou entre o centro da Alta da Bolívia e o cavado a leste foi favorável à formação de áreas de instabilidade em grande parte do Brasil, como ilustra a imagem do satélite GOES-10 obtida no dia 01 (Figura 29b).

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

TABELA 2 – Esta tabela mostra como foi o posicionamento da alta troposférica durante o mês de MARÇO/2008. 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.

4.3 – Vórtices Ciclônicos e Cavados em Altos Níveis

Em março, os Vórtices Ciclônicos em Altos Níveis (VCAN) atuaram preferencialmente sobre o Oceano Atlântico e faixa leste do Brasil (Figura 30a). De modo geral, estes VCAN's atuaram em conjunto com o escoamento associado à Alta da Bolívia. Destacou-se o VCAN que se configurou no início de março sobre a Região Sul do Brasil (Figura 30b). Este VCAN deu origem a um sistema de baixa subtropical que se manteve até o dia 08 e que causou ventos fortes, descargas elétricas e granizo especialmente em cidades do litoral de Santa Catarina (ver seção 2.1.5). A imagem do satélite GOES-10 ilustra o vórtice ciclônico observado no dia 17 (Figura 30c). Os demais episódios estiveram associados à bifurcação do jato subtropical.

5. ANÁLISE DE DADOS HIDROLÓGICOS NO BRASIL

Em março, as precipitações foram elevadas na maioria das bacias brasileiras, com aumento das vazões principalmente nas bacias do Amazonas, Tocantins e no setor norte das bacias do Paraná e São Francisco. Por outro lado, houve diminuição das vazões no sul das bacias do Paraná e do Atlântico Sudeste, onde choveu abaixo da média histórica.

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

Na estação Manacapuru-AM, as vazões foram calculadas a partir das cotas observadas no Rio Negro, utilizando um modelo estatístico (ver nota nº 8 no final desta edição). Durante o mês de março, as vazões atingiram um valor máximo de 26,38 m, sendo a mínima igual a 25,05 m e a média igual a 25,76 m (Figura 33).

Nas estações monitoradas na bacia do Amazonas, as vazões excederam os correspondentes valores da MLT e, somente na estação Balbina-AM, a vazão diminuiu em comparação com fevereiro passado.

Nas estações estações Tucuruí-PA, na bacia do Tocantins, e Sobradinho-BA, na bacia do São Francisco, as vazões aumentaram em relação ao mês anterior e ficaram abaixo da MLT. Já na estação Três Marias-MG, no alto São

Francisco, a vazão diminuiu, porém ficou acima da MLT.

A maioria das estações localizadas na parte norte da bacia do Paraná apresentou aumento das vazões e desvios positivos se comparados à MLT, com exceção das estações Marimbondos-SP e Água Vermelha-SP, nas quais houve diminuição dos valores de vazão em comparação com fevereiro passado. Na parte sul desta bacia, a ocorrência de chuvas abaixo da média resultou em diminuição das vazões e desvios negativos se comparadas aos correspondentes valores da MLT.

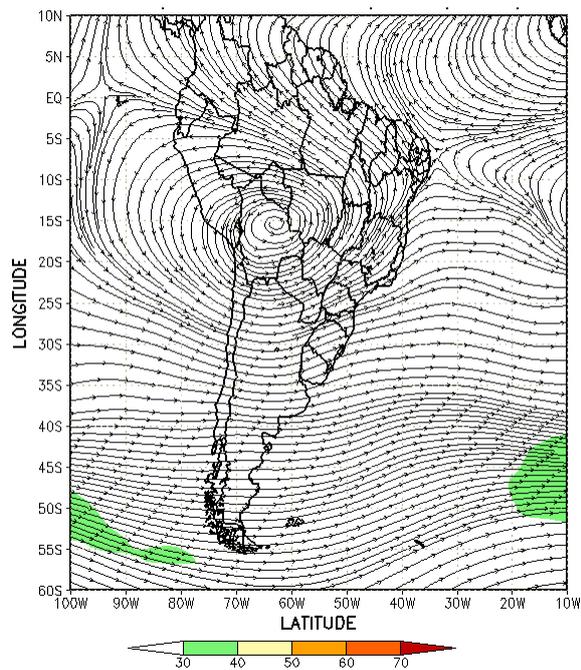
Nas estações monitoradas na bacia do Atlântico Sudeste, as vazões ficaram abaixo da MLT, consistente com as chuvas abaixo da média histórica no Vale do Itajaí (Tabela 4). Somente a estação Registro-SP apresentou aumento da vazão em relação ao mês anterior. Comportamento similar ocorreu na estação Passo Fundo-RS, na bacia do Uruguai, onde também foi registrado aumento da vazão e desvio negativo se comparado à MLT.

6. QUEIMADAS NO BRASIL

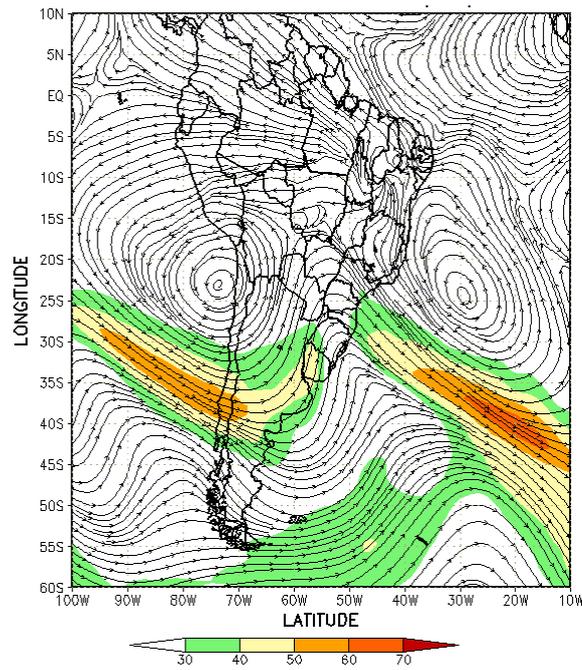
Detectaram-se 775 focos de queimadas no País, pelo satélite NOAA-15¹, no decorrer deste mês de março (Figura 34). Este número ficou estável em comparação com o mês anterior e apresentou-se dentro do esperado considerando a ocorrência de chuvas na maior parte das Regiões Norte e Nordeste e em áreas das Regiões Sudeste e Centro-Oeste.

Considerando o mesmo período de 2007, o número de focos diminuiu 84% em todo o País, especialmente na Região Sudeste e em parte da Região Centro-Oeste. As reduções mais significativas ocorreram no Mato Grosso (100%, nenhum foco), Goiás (96%, 1 foco), Tocantins (80%, 4 focos), Minas Gerais (63%, 41 focos), Mato Grosso do Sul (60%, 32 focos) e em São Paulo (50%, 69 focos). Houve aumento das queimadas no Amazonas (15 focos). Na América do Sul, houve redução significativa na Venezuela (85%, 160 focos), na Colômbia (97%, 13 focos), no Paraguai (30%, 310 focos). Houve aumento apenas no norte da Argentina (110%, com 481 focos).

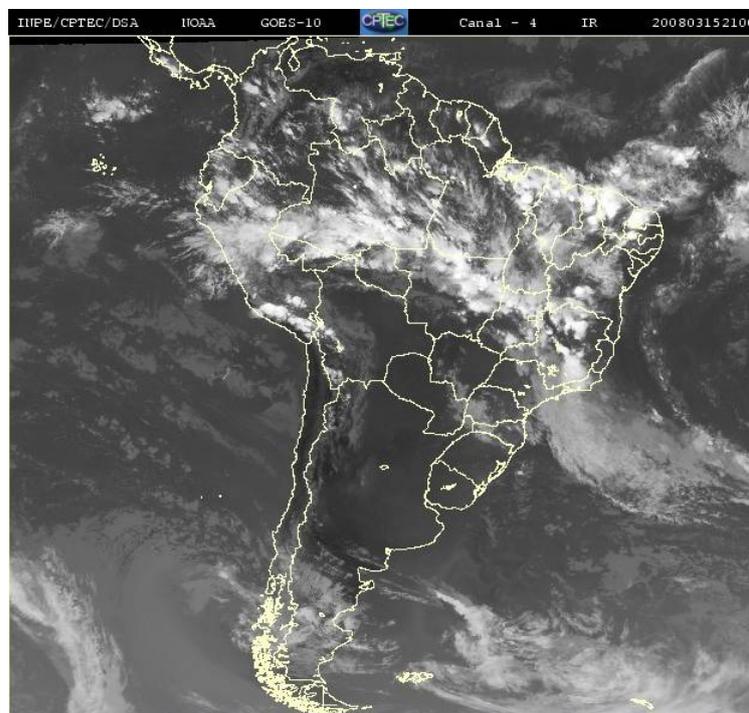
¹ Dados dos satélites NOAA-12 e NOAA-15 reprocessados em janeiro de 2010 e texto atualizado em 01/02/2010. Ver nota explicativa, nº 12, no final desta edição.



(a)

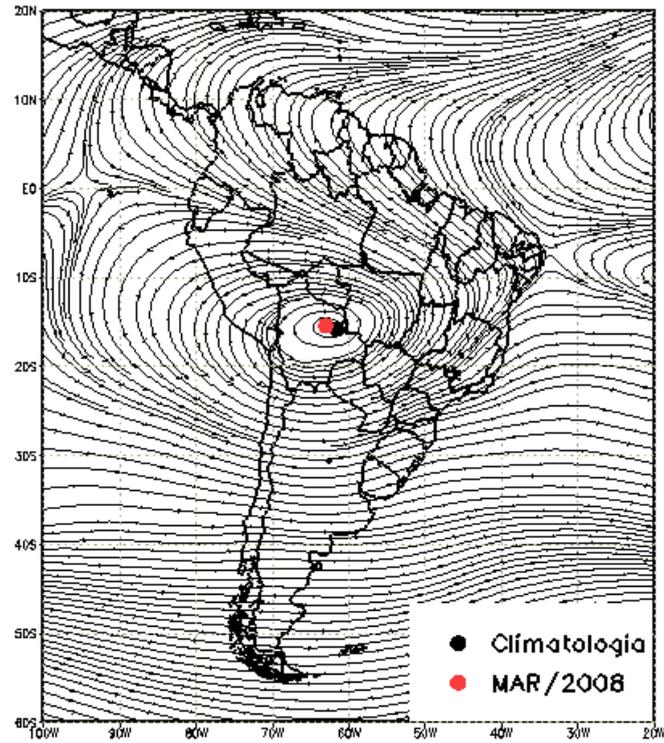


(b)

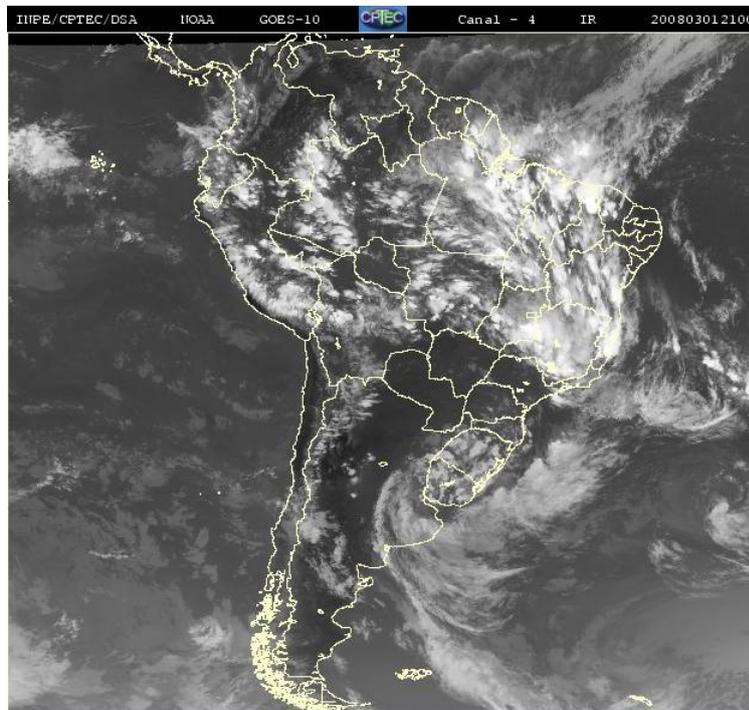


(c)

FIGURA 28 - Escoamento em altos níveis (200 hPa), indicando a posição e magnitude médias do jato subtropical em MARÇO/2008 (a) e o dia 15/03/2008 (b), quando foi notada sua maior magnitude sobre a América do Sul. A imagem do satélite GOES-10, canal infra-vermelho, às 21:00TMG, ilustra a banda de nebulosidade associada à atuação do jato em 15/03/2008 (c).

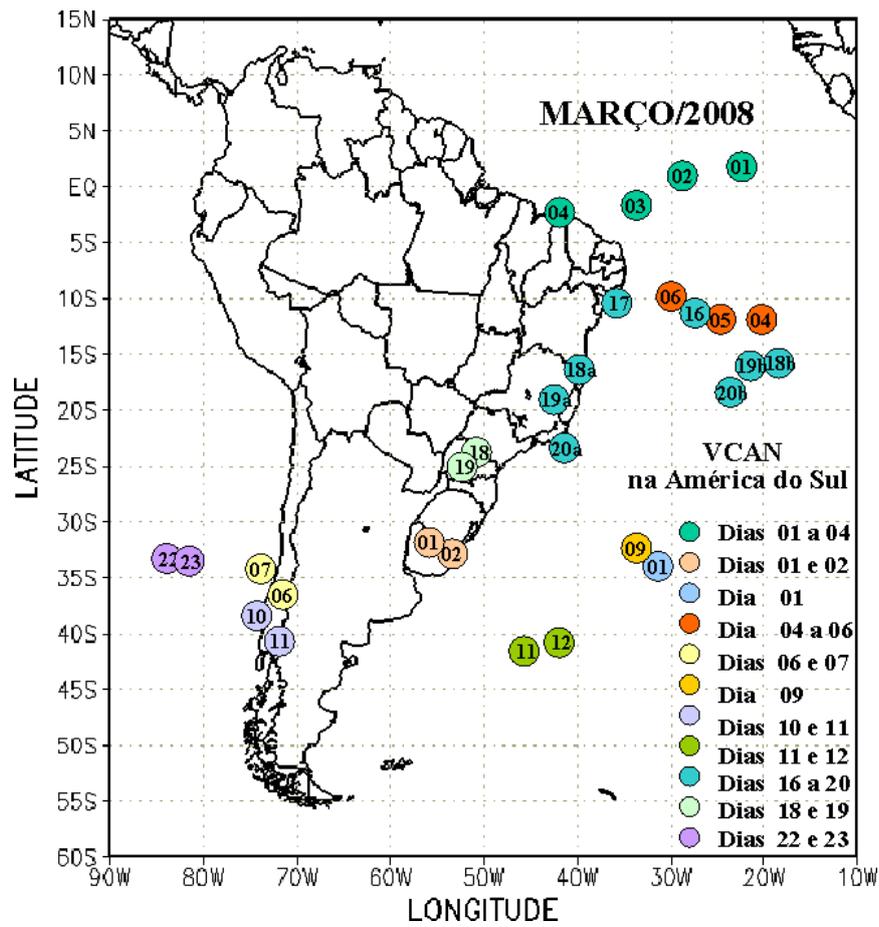


(a)

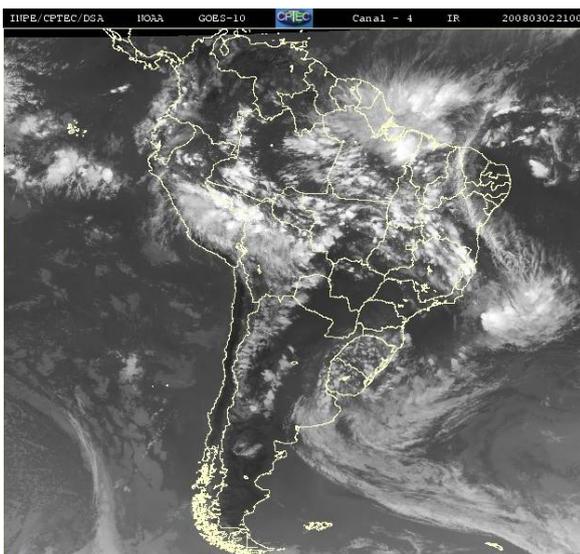


(b)

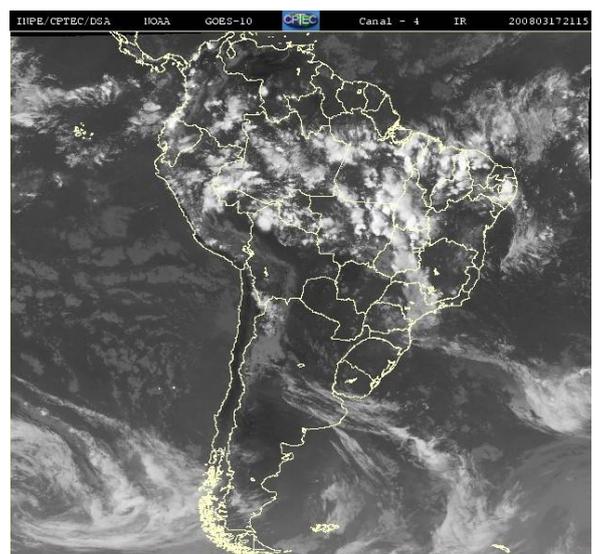
FIGURA 29 - Posição média climatológica da circulação da alta troposférica, em MARÇO/2008(a). A imagem do satélite ilustra a circulação da Alta da Bolívia no dia 01, às 21:00 TMG (b)



(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/2008. 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 do VCAN nos dias 02/03/2008 17/03/2008, às 21:00 TMG e 21:15 TMG, respectivamente. (b e c).



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

LOCAL	VAZÃO (m³/s)	DESVIO (%)	LOCAL	VAZÃO (m³/s)	DESVIO (%)
1. Samuel-RO	1005,0	22,1	12. Marimbondo-SP	3612,0	20,9
2. Manacapuru-AM	109459,0	13,8	13. Água Vermelha-SP	4119,0	22,1
3. Balbina-AM	842,0	22,7	14. Ilha Solteira-SP	11831,0	35,2
4. Coaracy Nunes-AP	2035,0	38,3	15. Xavantes-SP	389,0	-19,0
5. Tucuruí-PA	22341,0	-7,6	16. Capivara-SP	1111,0	-9,7
6. Sobradinho-BA	4408,0	-12,6	17. Registro-SP	383,1	-33,7
7. Três Marias-MG	1559,0	33,9	18. G. B. Munhoz-PR	399,0	-34,4
8. Emborcação-MG	925,0	7,3	19. Salto Santiago-PR	512,0	-38,4
9. Itumbiara-MG	3321,0	22,0	20. Blumenau-SC	150,0	-19,4
10. São Simão-MG	5720,0	36,5	21. Passo Fundo-RS	19,0	-24,0
11. Furnas-MG	1758,0	15,7	22. Passo Real-RS	45,0	-53,1

TABELA 3 - Vazões em m³/s e desvios em relação à MLT, expressos em porcentagem, em MARÇO/2008. (FONTE: ELETROBRÁS, ONS, FURB, CODOMAR, ELETRONORTE e ANEEL).

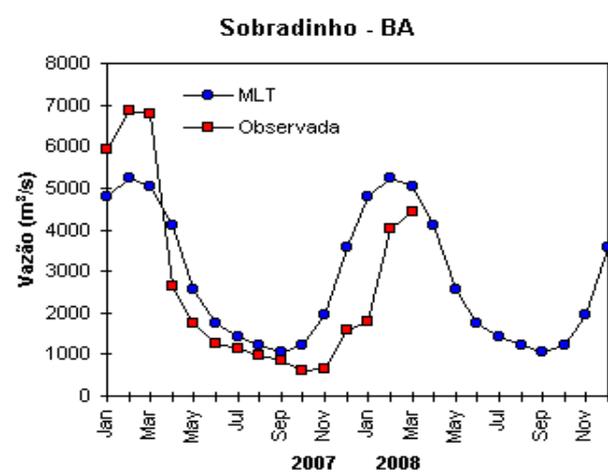
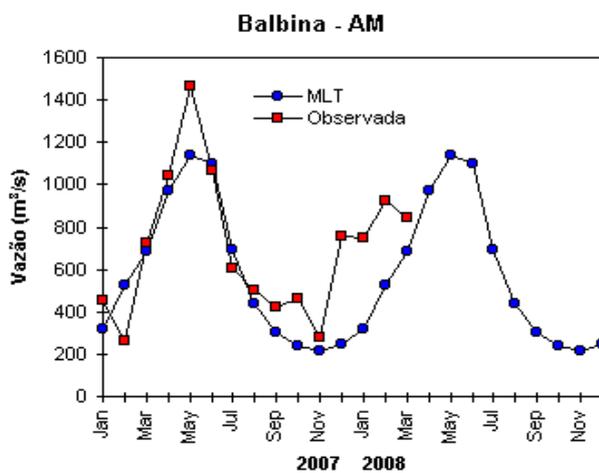
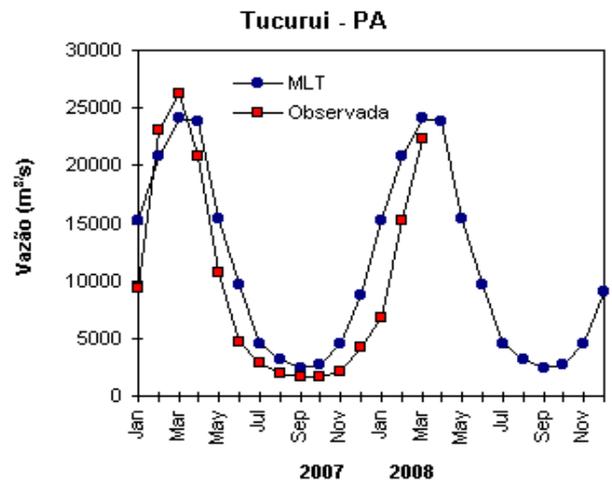
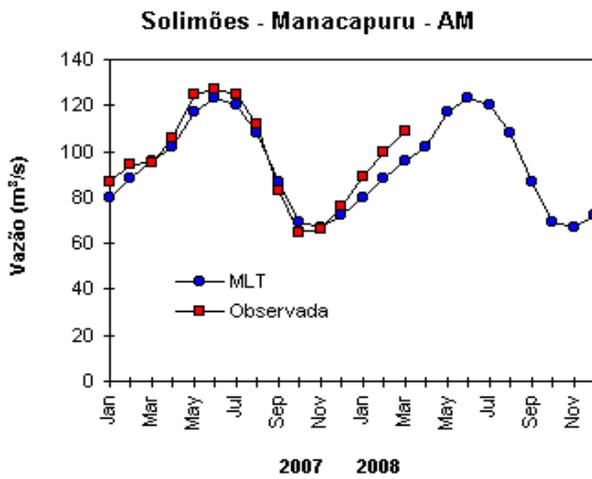
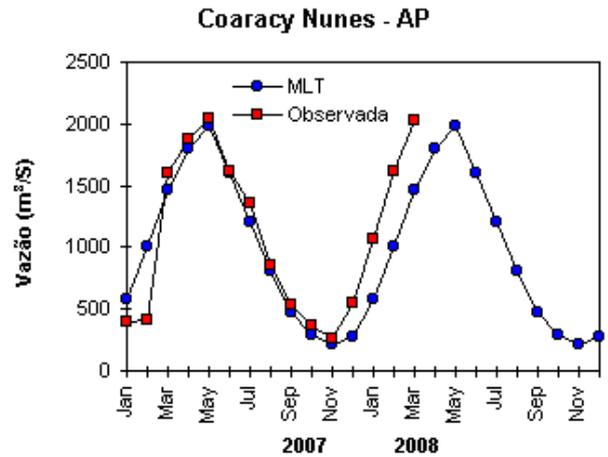
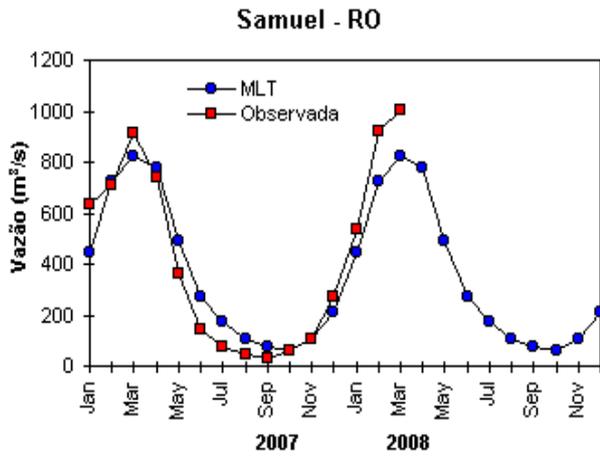


FIGURA 32 – Variação das vazões naturais médias mensais em relação à MLT para 2007 e 2008. No gráfico de Manacapuru-AM, a vazão média em m^3/s foi dividida por mil (FONTE: ELETROBRÁS, ONS, ANEEL, ELETRONORTE e FURB).

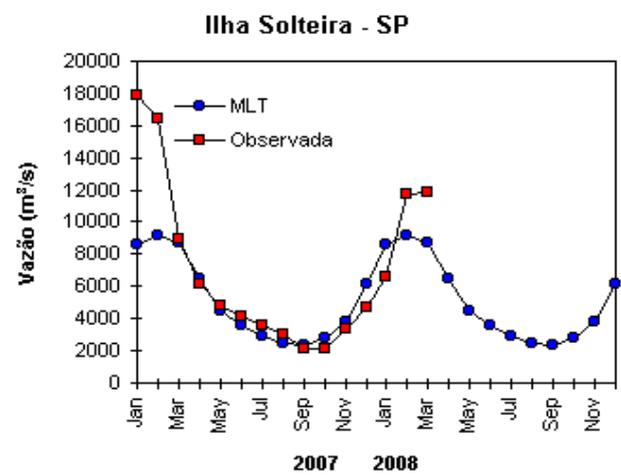
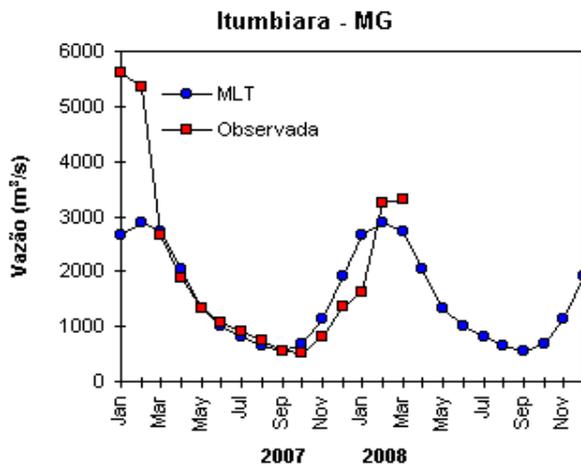
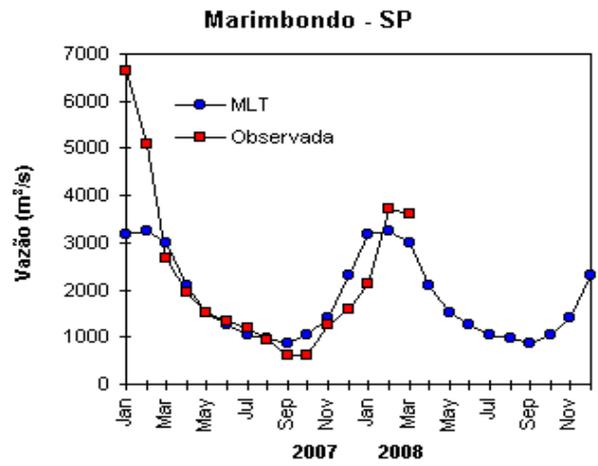
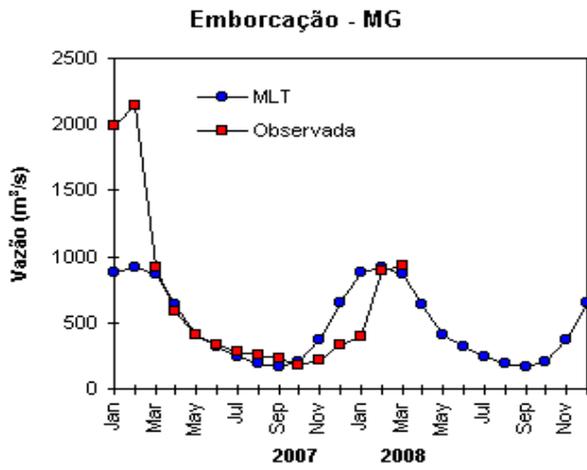
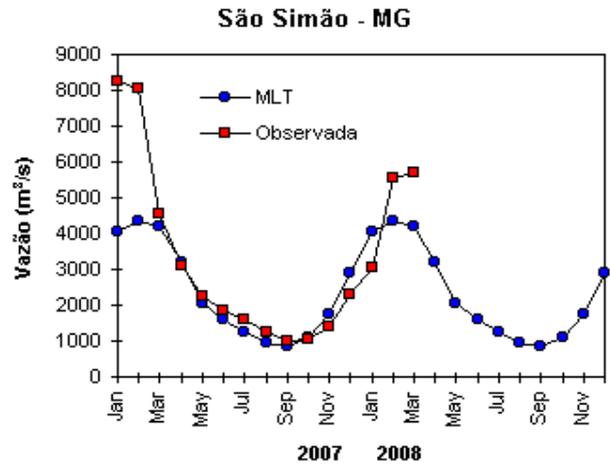
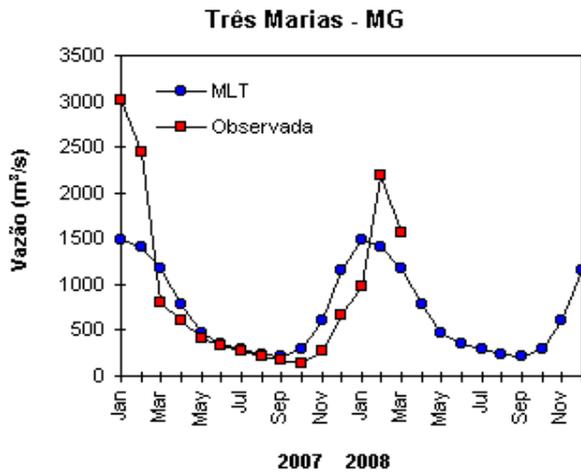


FIGURA 32 – Continuação (A).

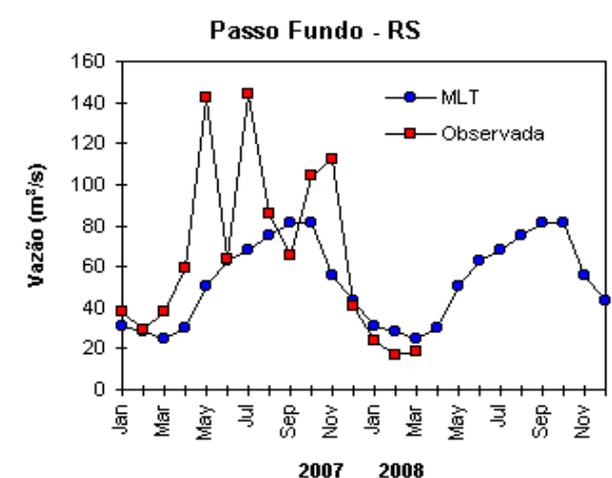
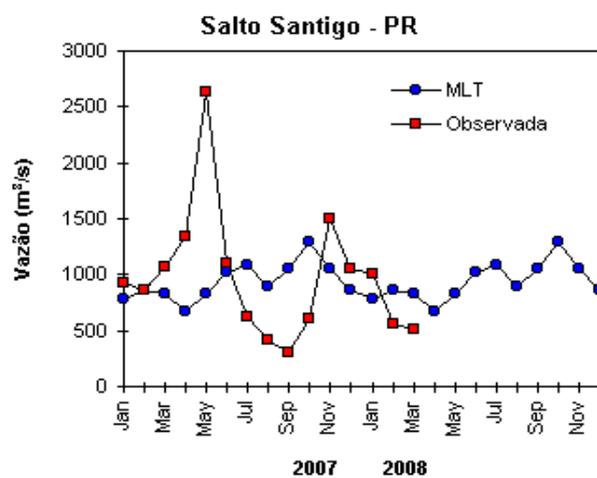
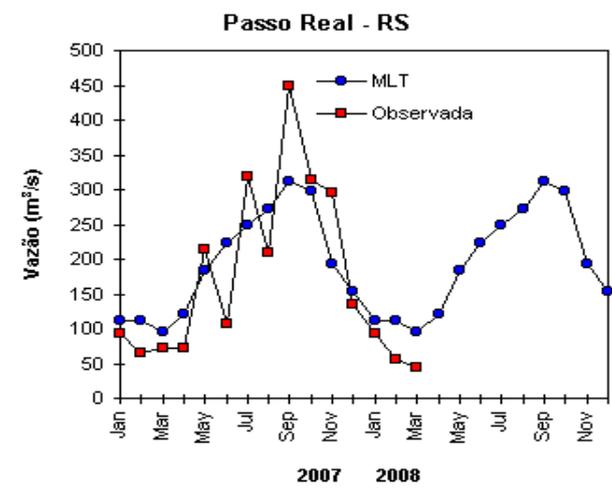
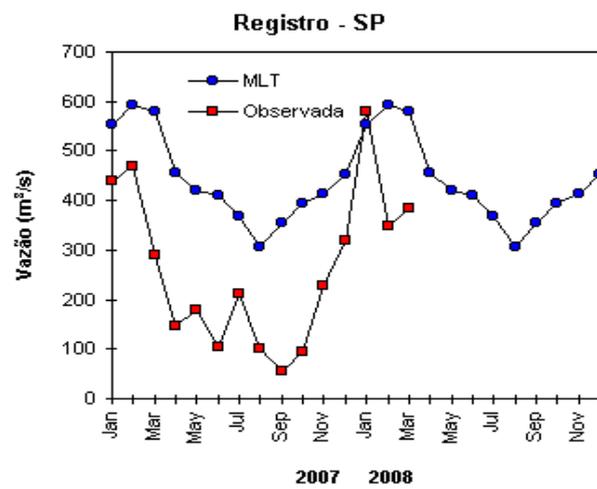
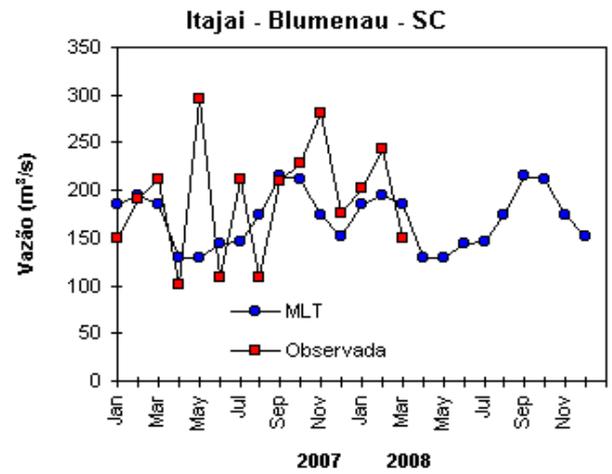
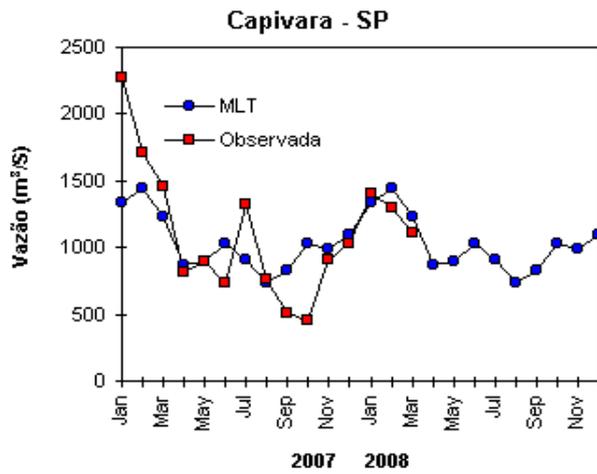


FIGURA 32 – Continuação (B).

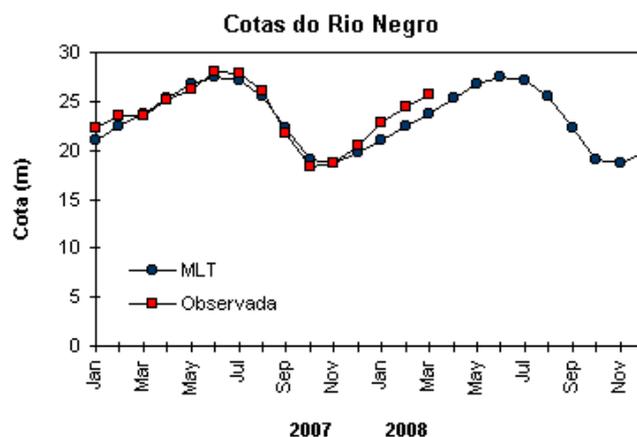


FIGURA 33 – Cotas médias do Rio Negro, expressas em metros acima do nível médio do mar, para 2007 e 2008 (quadrado) e a MLT para a média de 1903 a 1986 (círculo). (FONTE: Adm. do Porto de Manaus – CODOMAR).

VALE DO ITAJAÍ	PRECIPITAÇÃO (m m)	DESVIOS (%)
A piúna -SC	80,9	-45,1
Blum enau -SC	58,5	-98,5
Ibirama -SC	44,3	-76,6
Ituporanga -SC	65,8	-53,7
Rio do Sul -SC	90,8	-30,0
Taió -SC	124,7	-15,1
Timbó -SC	119,2	-23,1

TABELA 4 - Precipitação no Vale do Itajaí, em Santa Catarina, em MARÇO/2008 (FONTE: FURB/ANNEL).

7. MONITORAMENTO NA ANTÁRTICA

Em março, foi observado o predomínio de anomalias negativas de Pressão ao Nível do Mar (PNM) no Oceano Austral, com valores de até -10 hPa ao norte dos mares de Amundsen e Bellingshausen e de até -4 hPa nos mares de Lazarev e Dumont D'Urville (Figura 35). No nível de 500 hPa, registrou-se anomalia positiva de geopotencial no platô antártico, rompendo a tendência de anomalias negativas iniciada em dezembro de 2007 (ver Figura 12, seção 1).

No campo mensal de anomalia de vento em 925 hPa, destacou-se a intensa anomalia ciclônica entre o Pacífico Sul e o Oceano Austral (Figura 36). Foram registrados dois episódios de

escoamento de ar de sul para norte, a partir do norte e nordeste do mar de Bellingshausen e noroeste de Weddell em direção ao sul do Brasil, totalizando cinco dias. Este escoamento não afetou as temperaturas no sul do Brasil, que ocorreram predominantemente próximas à média (ver seção 2.2).

O campo de anomalia de temperatura do ar em 925 hPa evidenciou valores negativos nos mares de Weddell, Lazarev e Dumont D'Urville e positivos nos mares de Ross, Amundsen, Bellingshausen e na Passagem de Drake (Figura 37). No nível de 500 hPa, foram registradas temperaturas até 2°C acima da climatologia no interior do continente.

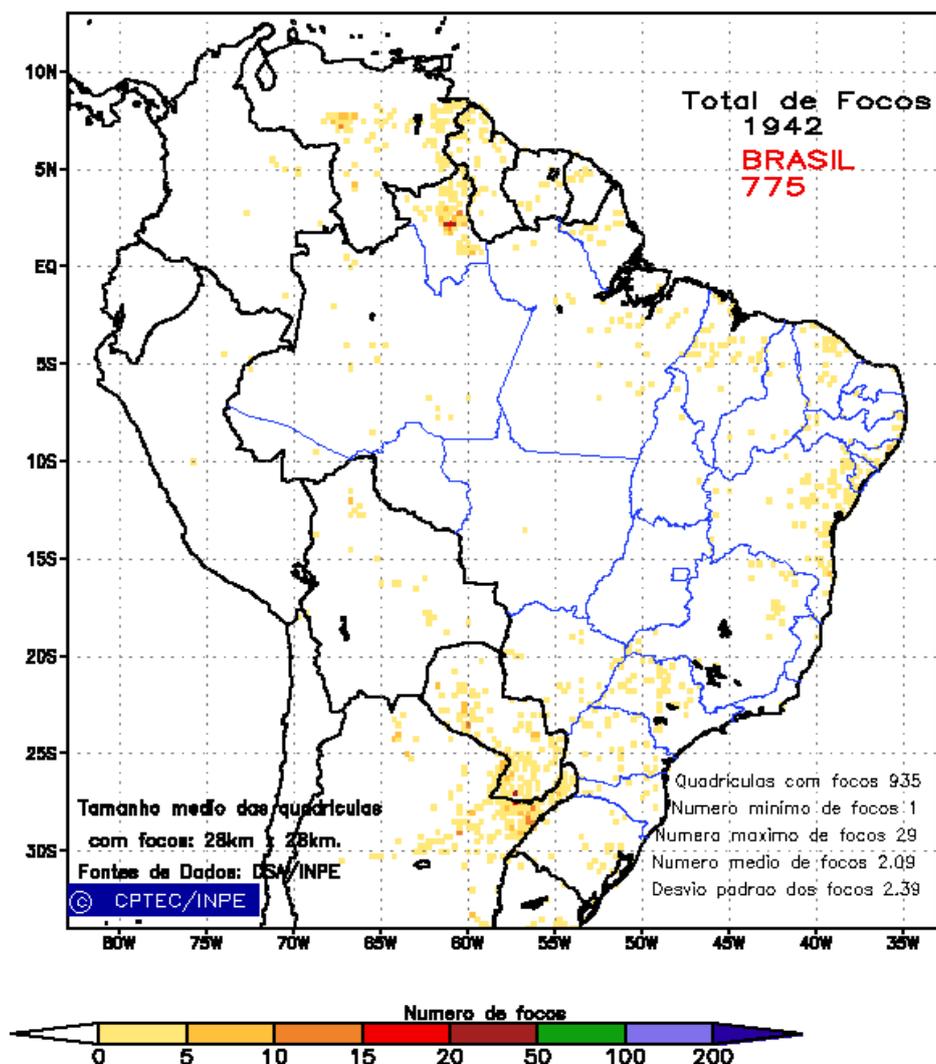


FIGURA 34 - Distribuição espacial de densidade de queimadas, detectadas em quadrículas de 28 km x 28 km no Brasil em MARÇO/2008. Focos de calor detectados através do satélite NOAA 15, às 21:00 TMG. (FONTE: DSA - Queimadas /INPE).

A anomalia ciclônica em 925 hPa, organizada desde fevereiro passado ao norte dos mares de Ross e Amundsen (ver Figura 36), propiciou advecção de ar mais aquecido do Pacífico Sul em direção ao continente antártico. Esta configuração contribuiu, possivelmente, para a manutenção da fraca retração na extensão do gelo marinho nos mares de Amundsen e Bellingshausen, observada desde janeiro passado (Figura 38). Ressalta-se, nos últimos três meses, a expansão na extensão do gelo marinho nos mares de Weddell e Ross.

Na estação brasileira, Estação Antártica Comandante Ferraz (EACF), registraram-se

ventos predominantes de norte. A magnitude média mensal do vento foi de 5,9 m/s, valor este igual à média climatológica para este mês. A temperatura média do ar foi igual a 1,2°C e ficou um pouco acima do valor climatológico (1°C), mantendo a tendência de temperaturas ligeiramente acima da média mensal desde fevereiro de 2007. Dados anuais completos e resumos mensais, bem como a climatologia da EACF (período de 1986 a 2008), encontram-se disponíveis no site <http://antartica.cptec.inpe.br/~rantar/data/resumos/climatoleacf.xls>. As indicações geográficas dos mares da Antártica estão disponíveis no final desta edição (ver Figura B, no Apêndice).

Anomalia de Pressao Nivel Medio do Mar (hPa)

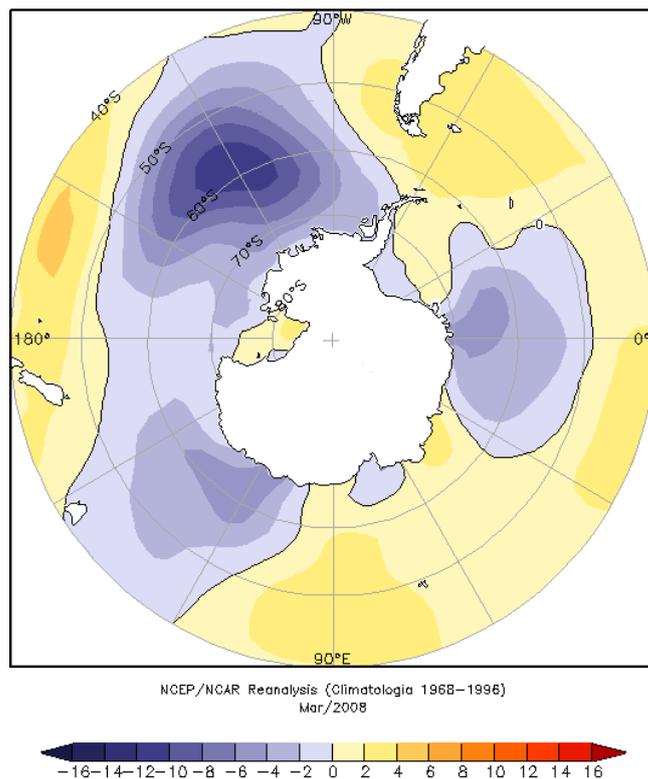


FIGURA 35 – Anomalia de Pressao ao Nivel do Mar (PNM), em hPa, em MARÇO/2008. Destacam-se as anomalias negativas nos mares de Amundsen, Lazarev e Dumont D’Urville e as anomalias positivas nos mares de Weddell e Ross. (FONTE: NOAA/CDC).

Anomalia Vetor Vento (m/s) em 925 hPa

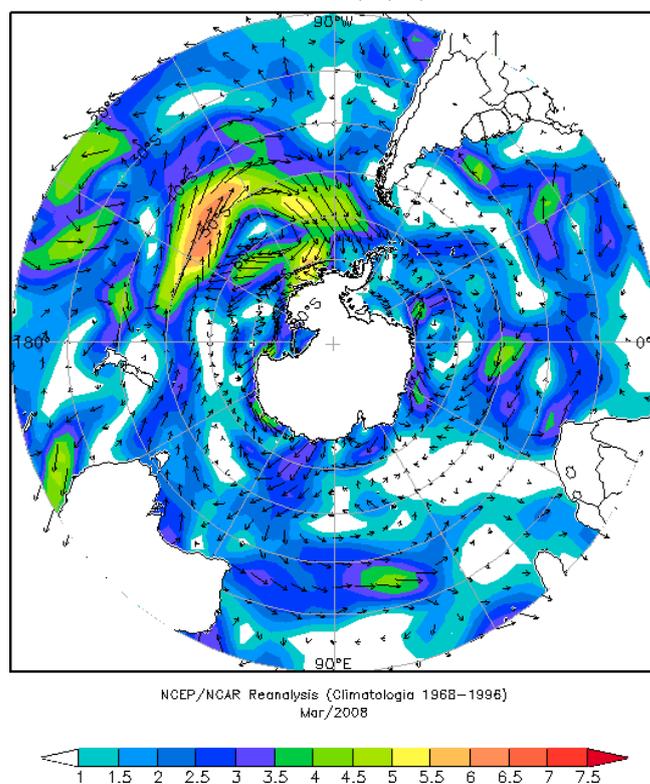


FIGURA 36 - Anomalia de vento (m/s), em 925 hPa, em MARÇO/2008. Nota-se a acentuada anomalia ciclônica entre o Pacífico Sul e o Oceano Austral. (FONTE: NOAA/CDC).

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

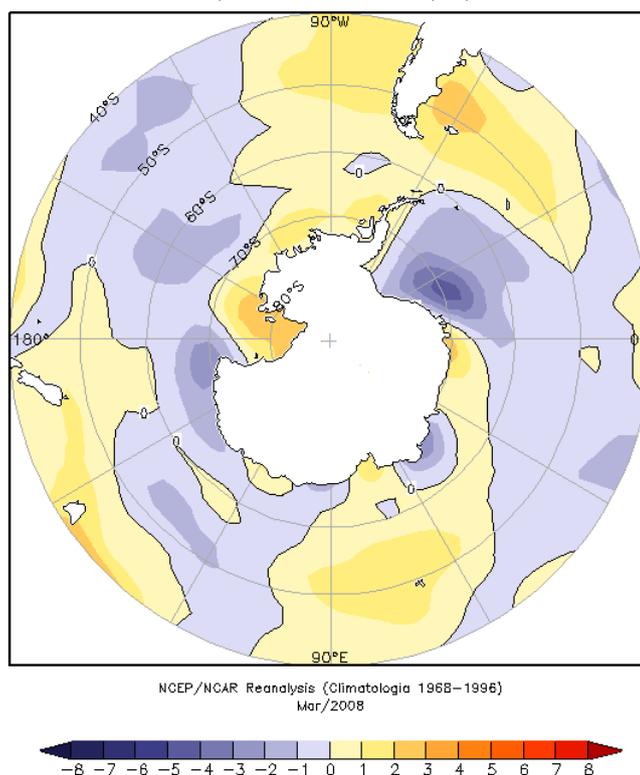


FIGURA 37 - Anomalia de temperatura do ar (°C), em 925 hPa, em MARÇO/2008. Notam-se as anomalias negativas de temperatura nos mares de Weddell, Lazarev e Dumont D'Urville e as anomalias positivas nos mares de Bellingshausen, Amundsen e Ross. (FONTE: NOAA/CDC).

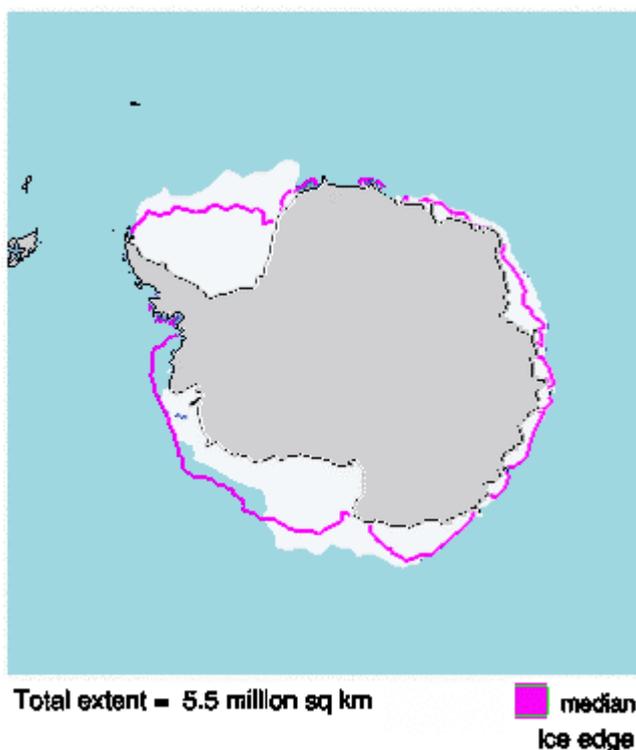


FIGURA 38 - Extensão do gelo marinho no Oceano Austral em MARÇO/2008. Nota-se a retração na extensão do gelo marinho nos mares de Bellingshausen e Amundsen e a expansão nos mares de Weddell e Ross. (FONTE: NOAA/CDC e NOAA/NSIDC).

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 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 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 ressalta a banda de nebulosidade associada à ZCIT.

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

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

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

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

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

12 - Os dados do satélite NOAA-12 foram descontinuados definitivamente em 10 de agosto de 2007, às 17:10 TMG, após 16 anos de operação. Apesar de existirem diversos outros dados de satélites, a quantificação padrão das queimadas, apresentadas 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 NOAA-12. A partir de agosto de 2007, foram padronizados os dados das passagens do NOAA-15, que possui as mesmas características orbitais que o NOAA-12. A proporção de focos detectados pelo NOAA-15 em relação ao NOAA-12 será avaliada para posterior correção dos mapas divulgados anteriormente.

SIGLAS

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

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

SI GLAS TÉCNI CAS

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

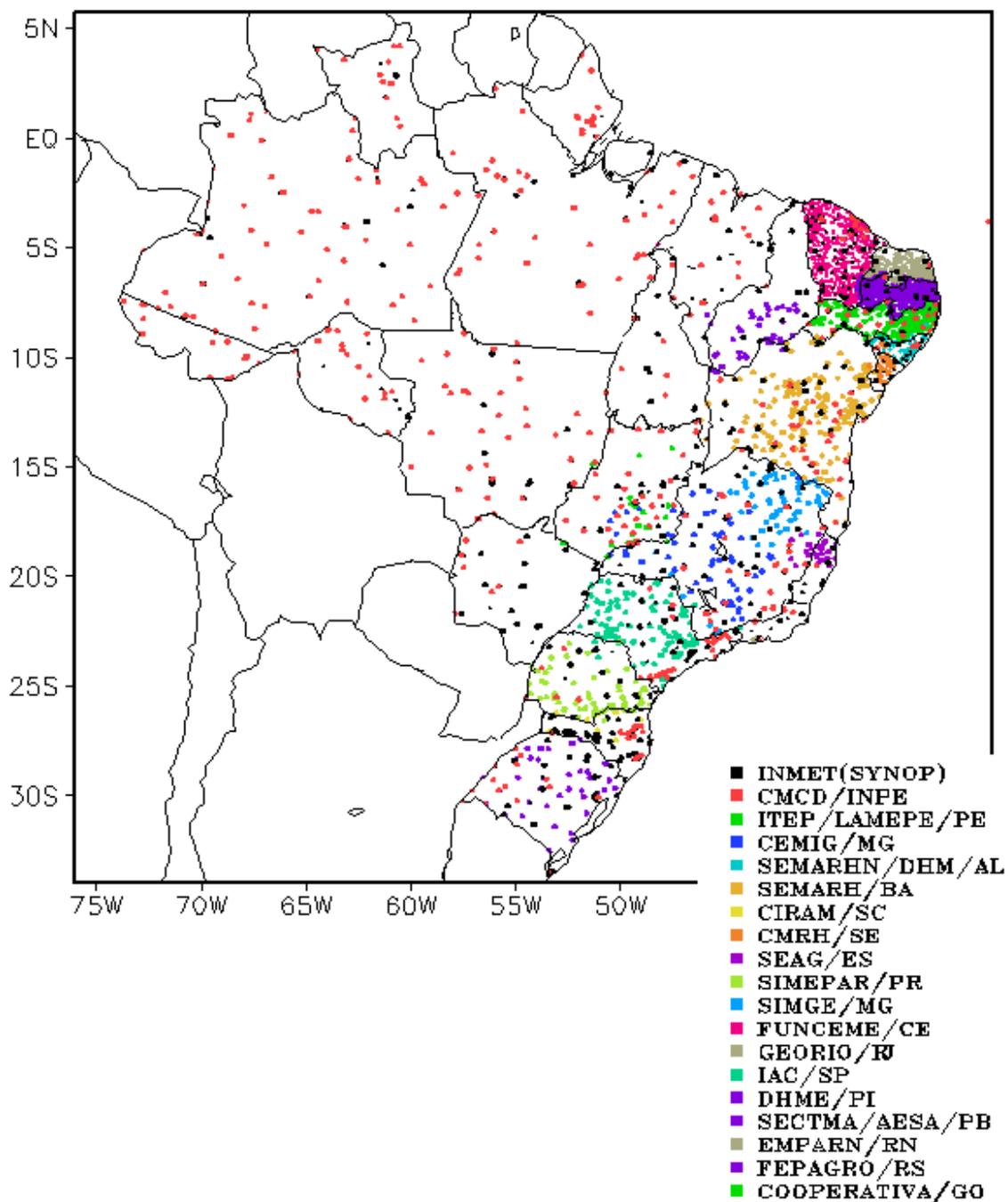


FIGURA A – Distribuição espacial das 3.648 estações pluviométricas e meteorológicas no Brasil.

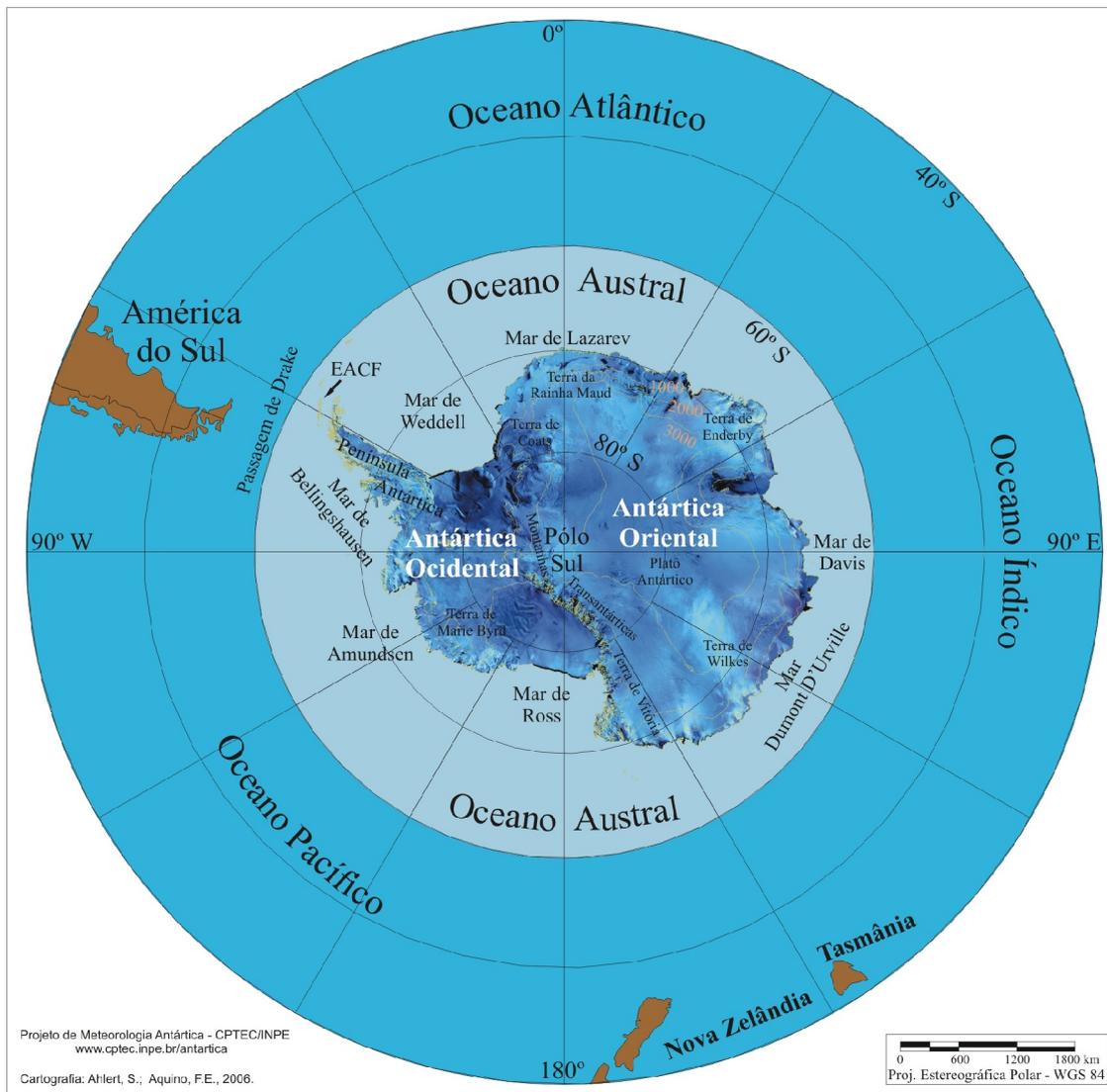


FIGURA B – Mapa da Antártica, ilustrando suas principais regiões. (FONTE: Projeto de Meteorologia Antártica do CPTEC/INPE, 2006)

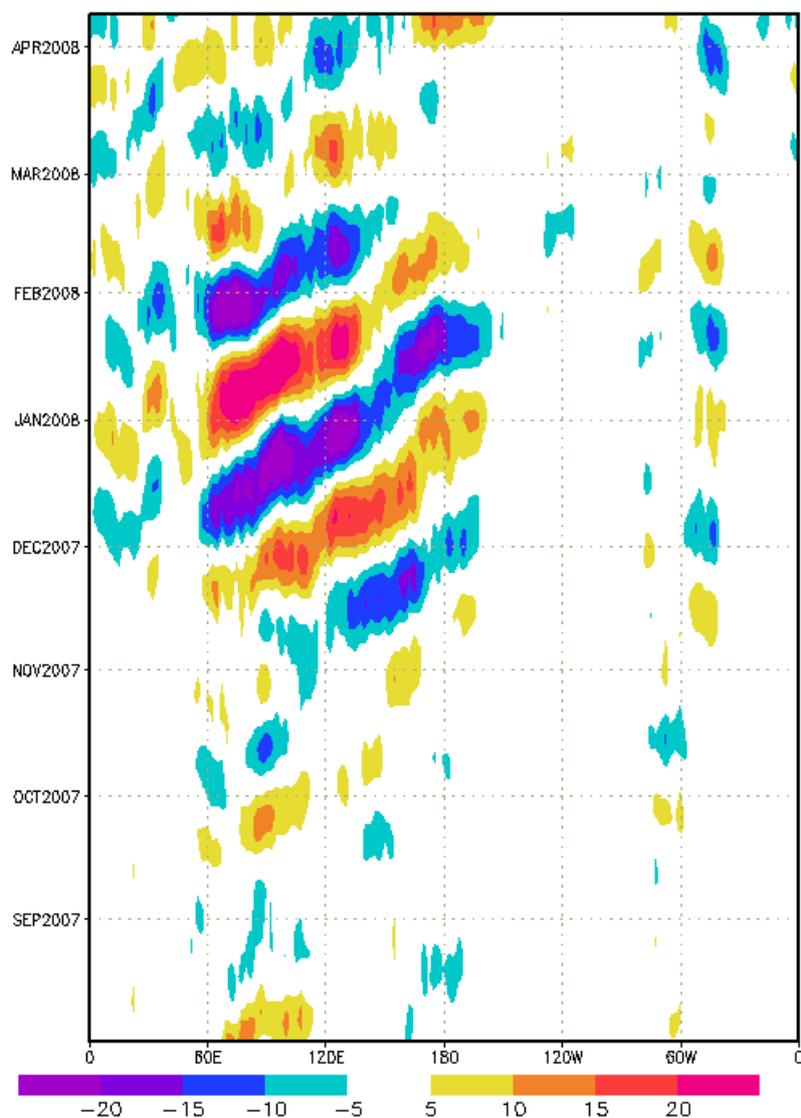


FIGURA C – Diagrama longitude x tempo das anomalias de Radiação de Onda Longa (ROL), médias na faixa latitudinal de 0° a 10°S, ao longo do cinturão tropical, para o período de agosto de 2007 a março de 2008. As anomalias são calculadas e filtradas diariamente na frequência de 30-60 dias pelo CPTEC/INPE, utilizando o filtro de Lanczos. Intervalos em contornos de 5 W/m². (Fonte dos dados: NOAA/NWS/NCEP).