

CLIMANÁLISE

BOLETIM DE MONITORAMENTO E ANÁLISE CLIMÁTICA

Climanálise	Cachoeira Paulista - SP	Volume 23	Número 04	Abril/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 04

ABRIL/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 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 23 - Nº 04

ABRIL/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	14
3.1 – Sistemas Frontais e Frontogênese	14
3.2 – Massas de Ar Frio e Geadas	14
3.3 – Atividade Convectiva sobre a América do Sul	19
3.3.1 – Zona de Convergência Intertropical (ZCIT)	19
3.3.2 – Linha de Cumulonimbus na Costa Norte/Nordeste da América do Sul	19
3.3.3 – Distúrbios Ondulatórios de Leste (DOL)	21
4. ESCOAMENTO EM ALTOS NÍVEIS	24
4.1 – Jato sobre a América do Sul	24
4.2 – Circulação da Alta da Bolívia	24
4.3 – Vórtices Ciclônicos e Cavados em Altos Níveis	26
5. ANÁLISE DE DADOS HIDROLÓGICOS NO BRASIL	26
6. QUEIMADAS NO BRASIL	32
7. MONITORAMENTO NA ANTÁRTICA	33
NOTAS	36
SIGLAS	38
SIGLAS TÉCNICAS	39
APÊNDICE	40

SUMMARY

In April 2008 the rains continued to be above normal in most parts of Brazil. In the northern parts of Nordeste and over Pará and Amapá states the rains were associated with the Inter-Tropical Convergence Zone (ITCZ). The overflow of the rivers in the northern region caused flooding in the states of Amazonas, Amapá, Rondonia, Acre, Piauí and Maranhão. In the southern and southeastern regions of Brazil the rainfall during the month was intense. On some days the winds were strong and hail was reported at several places. These events were caused by cold frontal incursions, mid-tropospheric troughs and stronger low level jet, especially towards the end of the month. The advance of the cold fronts into the Central-west region caused the first episodes of “friagem” in the year.

The global-scale atmospheric and oceanic conditions still continue to indicate the La Niña episode in the central and western parts of the equatorial Pacific. The weakening of the trades in the eastern Pacific signals a weakening of the La Niña in this area. The outgoing longwave radiation anomalies show strong convective activity associated with the ITCZ in the equatorial Atlantic.

Most of the river basins in Brazil presented more-than-normal rainfall and the runoff exceeded the MLT. However, there was a decrease in the river flow in comparison with the previous month at 50% of the observation stations.

The 882 hot spots (vegetation fires) detected were 12% less than the number in the previous month.

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

SUMÁRIO

Em abril, as chuvas continuaram acima da média histórica na maior parte do Brasil. No norte da Região Nordeste e em áreas no norte do Pará e Amapá, as chuvas estiveram associadas principalmente à atuação da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT). O transbordamento de rios localizados nas Regiões Norte e Nordeste causou enchentes em cidades do Amazonas, Amapá, Rondônia, Acre, Piauí e Maranhão. Nas Regiões Sul e Sudeste, ocorreram chuvas intensas, ventos fortes e granizo em várias localidades. Estes eventos foram decorrentes principalmente da incursão de sistemas frontais, da atuação de cavados em médios e altos níveis da atmosfera e da atuação do jato em baixos níveis, em particular no final da segunda quinzena. O avanço de massas de ar frio sobre a Região Centro-Oeste e o sul da Região Norte ocasionaram os primeiros episódios de *friagem* do ano.

Os campos oceânicos e atmosféricos de escala global ainda evidenciaram condições associadas ao fenômeno La Niña sobre os setores central e oeste do Pacífico Equatorial. O relaxamento dos alísios sobre o Pacífico Leste continua sinalizando o enfraquecimento gradual do atual episódio de La Niña nesta área. O campo de Radiação de Onda Longa (ROL) destacou a intensa atividade convectiva associada à ZCIT na região do Atlântico Equatorial.

A maioria das bacias brasileiras apresentou chuvas acima da média histórica e registros de vazões que excederam a MLT. Contudo, houve diminuição das vazões em mais da metade das estações monitoradas, em comparação com o mês anterior.

Os 882 focos de queimadas estiveram apenas 12% acima dos focos detectados no mês anterior e também ocorreu dentro do esperado em função do período chuvoso em alguns setores das Regiões Norte, Centro-Oeste e Sudeste do Brasil.

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 abril, persistiram anomalias negativas de Temperatura da Superfície do Mar (TSM) numa grande extensão do Pacífico Equatorial (Figura 1). Contudo, houve diminuição da magnitude das anomalias de TSM em quase todas as regiões dos Niños, em comparação com o mês anterior (Figura 2). Nas regiões dos Niños 1+2 e 3 e 4, os valores médios observados estiveram mais próximos dos climatológicos, sendo as anomalias iguais a $0,4^{\circ}\text{C}$ e $-0,2^{\circ}\text{C}$, respectivamente. Já nas regiões dos Niños 3.4 e 4, onde o sinal do fenômeno La Niña permaneceu intenso, as anomalias negativas de TSM registraram $-0,9$ e -1°C (Figura 2 e Tabela 1). O Índice de Oscilação Sul (IOS) passou de 1,1 para 0,6 neste mês, consistente com o aquecimento gradual das águas superficiais na região do Pacífico Equatorial. No Oceano Atlântico Sul, destacou-se a área de anomalias positivas de TSM entre a costa da América do Sul e a África. Esta configuração pode ter favorecido a maior atividade convectiva na região de atuação da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) no decorrer deste mês.

O campo de anomalia de Radiação de Onda Longa (ROL) evidenciou uma extensa área de maior atividade convectiva (anomalia negativa de ROL) desde a Indonésia até o norte da Nova Zelândia (Figura 5). Esta configuração foi consistente com a atuação mais intensa do fenômeno La Niña na região equatorial do Pacífico Oeste e ressaltou o deslocamento para oeste da Zona de Convergência do Pacífico Sul (ZCPS). Destacou-se, também, a extensa área de anomalia negativa de ROL sobre o Atlântico Equatorial, refletindo a ocorrência de alguns episódios de banda dupla da ZCIT (ver seção 3.3.1). A Oscilação Intrazonal Madden-Julian (OMJ) continua bem configurada e voltou a apresentar um sinal favorável à ocorrência de chuvas acima da média sobre o Nordeste do Brasil no final de abril e início de maio de 2008 (ver seção 2.1.3).

O campo de Pressão ao Nível do Mar (PNM) destacou a predominância de valores acima da média nos setores central e leste do Oceano Pacífico e abaixo da média em grande parte do Pacífico Oeste, estendendo-se até a bacia do Oceano Atlântico (Figura 6). Esta configuração refletiu a persistência do padrão canônico associado ao atual fenômeno La Niña. No Atlântico Sul, em particular, destacou-se a grande área de

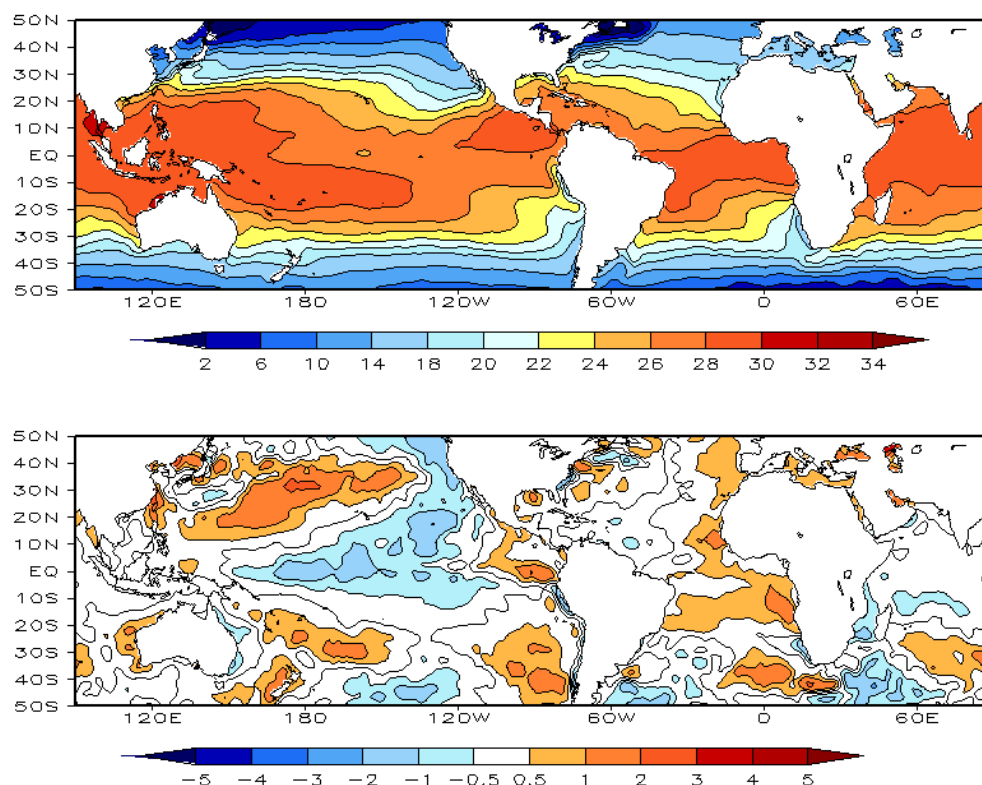


FIGURA 1 – Temperatura da Superfície do Mar (TSM), em ABRIL/2008: a) média, com intervalo das isotermas de 4°C para valores de TSM menores que 18°C . Para TSM maior que 18°C , o intervalo das isotermas é de 2°C . b) anomalias, com intervalo entre as isotermas de $0,5^{\circ}\text{C}$ para anomalias até 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							
2008	Tahiti	Darwin		(5N - 5S)	Niño 1+2 (0 - 10S)		Niño 3 (5N - 5S)		Niño 3.4 (5N - 5S)		Niño 4 (5N - 5S)	
2007				160E - 160W	90W - 80W		150W - 90W		170W - 120W		160E - 150W	
ABR	1,3	0,5	0,6	1,5	0,4	25,9	-0,2	27,2	-0,9	26,8	-1,0	27,4
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

DATA	ÍNDICE DO VENTO ZONAL			
2008	PACÍFICO 850 hPa			PACÍFICO 200 hPa
	5N - 5S	5N - 5S	5N - 5S	5N - 5S
2007	135E - 180	175W - 140W	135E - 120W	165W - 110W
ABR	2,4	1,1	-1,1	1,6
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

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).

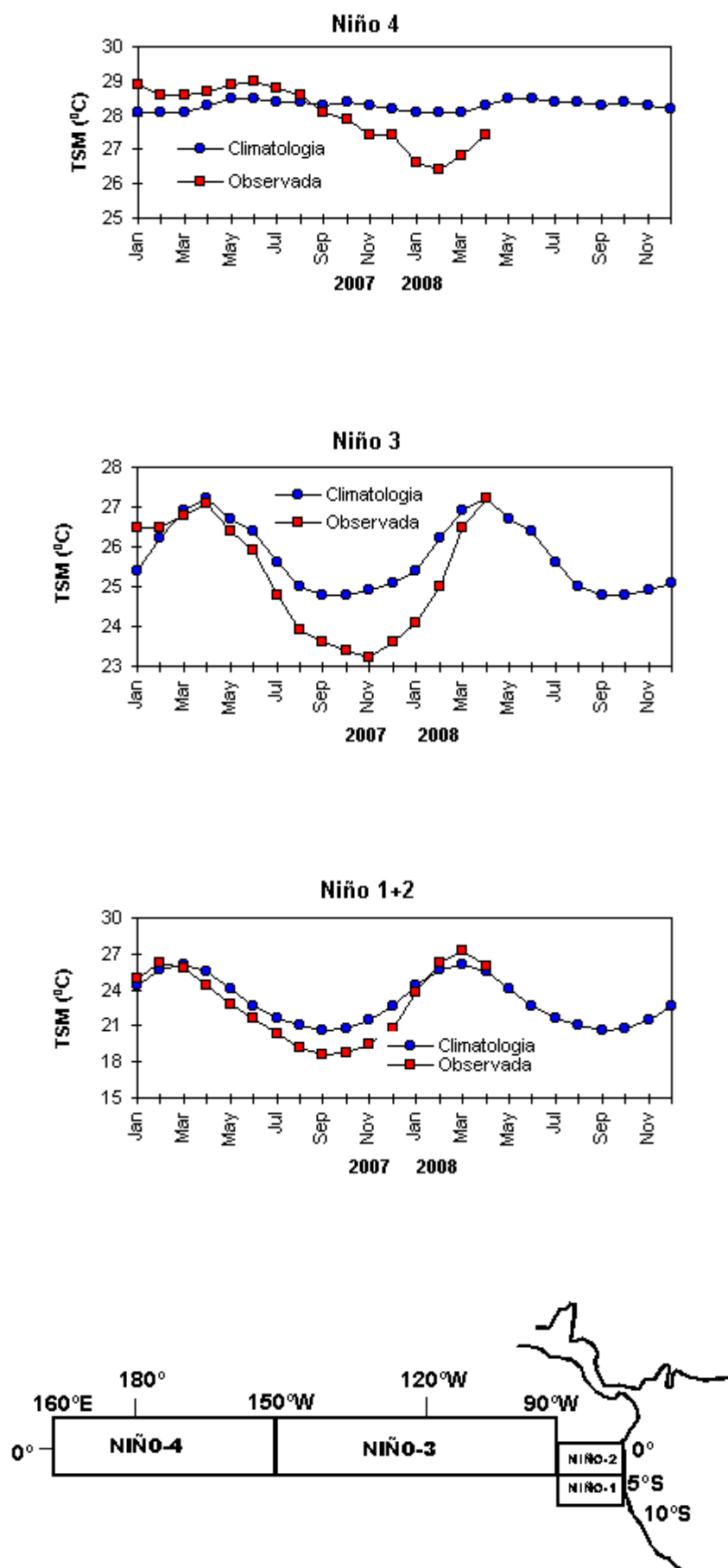


FIGURA 2 - Temperaturas médias da superfície do mar (quadrado) e média climatológica (círculo) no Oceano Pacífico para as regiões indicadas, expressas em °C. (FONTE: CPC/NWS).

anomalia negativa de PNM próximo à costa sudeste da América do Sul e o posicionamento do centro do sistema de alta pressão semi-estacionário próximo ao sul da África, o que foi consistente com o enfraquecimento dos alísios de sudeste adjacente à costa leste do Nordeste do Brasil e, conseqüentemente, com a ocorrência de chuvas abaixo da média histórica nesta área (ver seção 2.1.3).

Os ventos em 850 hPa continuaram anormalmente intensos em torno e a oeste da Linha Internacional de Data (180°) e mais

fracos adjacente à costa oeste da América do Sul, entre o Equador e aproximadamente 10°N (Figuras 7 e 8). Na região do Atlântico Sul, os ventos de sudeste continuaram mais fracos do que a climatologia adjacente à costa nordeste da América do Sul, conforme mencionado anteriormente.

No campo de anomalia de vento em 200 hPa, manteve-se a configuração do par de ciclones anômalos centrados a leste da Linha Internacional de Data, em ambos os hemisférios, igualmente consistentes com a atuação do fenômeno La Niña. Por outro lado, destacou-se

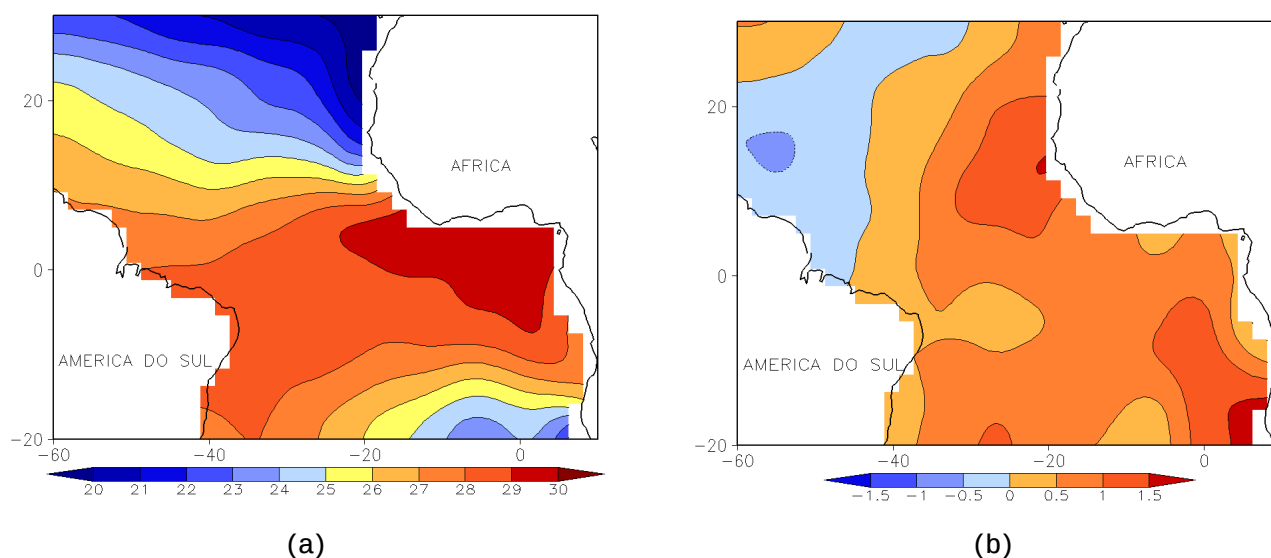


FIGURA 3 - Temperatura da Superfície do Mar (TSM) na região do Oceano Atlântico Tropical, em ABRIL/2008, analisada numa grade de 2°: a) média, com intervalo entre as isotermas de 1°C; b) anomalia, com intervalo entre as isotermas de 0,5°C. As anomalias são desvios das médias mensais em relação à climatologia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

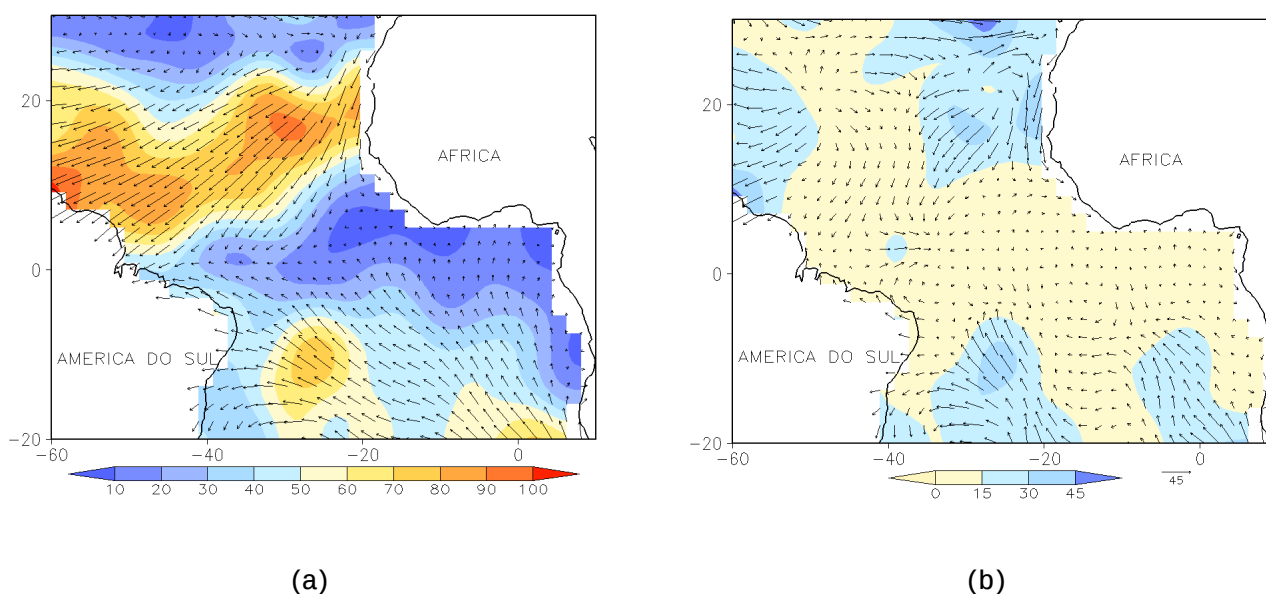


FIGURA 4 - Vetor pseudo-tensão de cisalhamento superficial, relacionado ao vento em superfície para ABRIL/2008: a) média, com intervalo entre as isolinhas de 10 m²/s²; b) anomalia, com intervalo entre as isolinhas de 15 m²/s². As anomalias são desvios das médias mensais para o período base 1964/1985.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

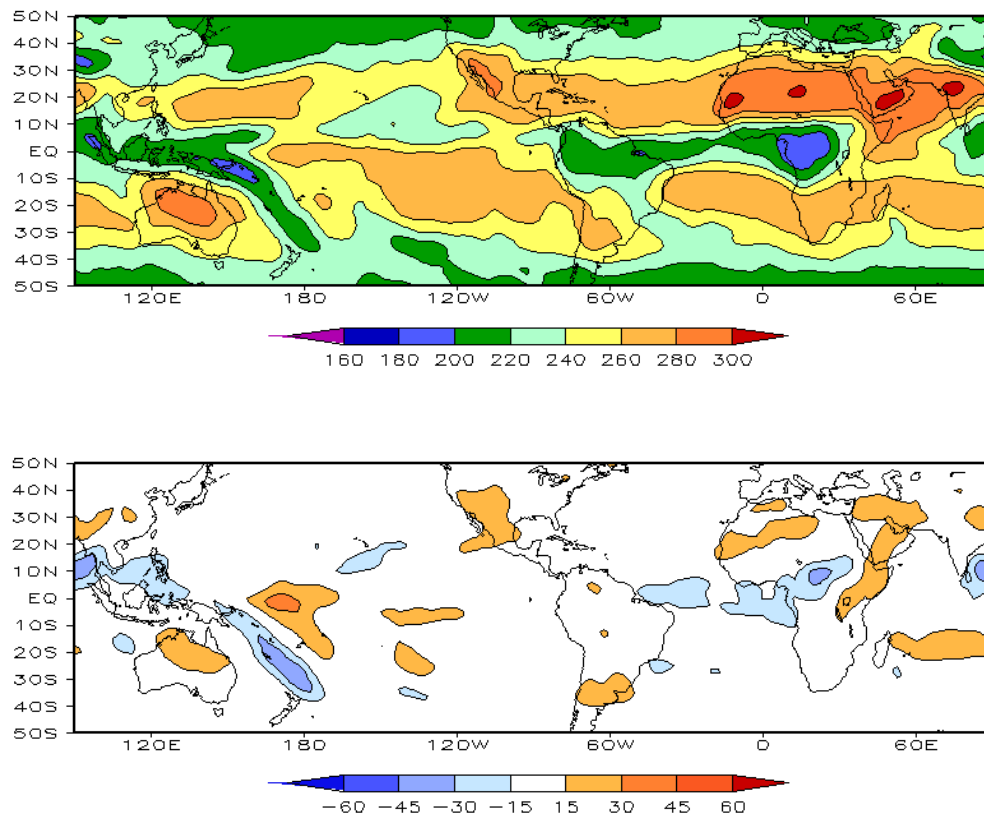


FIGURA 5 – Radiação de Onda Longa (ROL) emitida para o espaço, em ABRIL/2008 (medidas do NESDIS/ESL através do canal IV do AVHRR a bordo do satélite NOAA-12): a) média, com intervalo entre isolinhas de 20 W/m²; b) anomalia, com intervalo entre as isolinhas de 15 W/m². As anomalias são calculadas como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

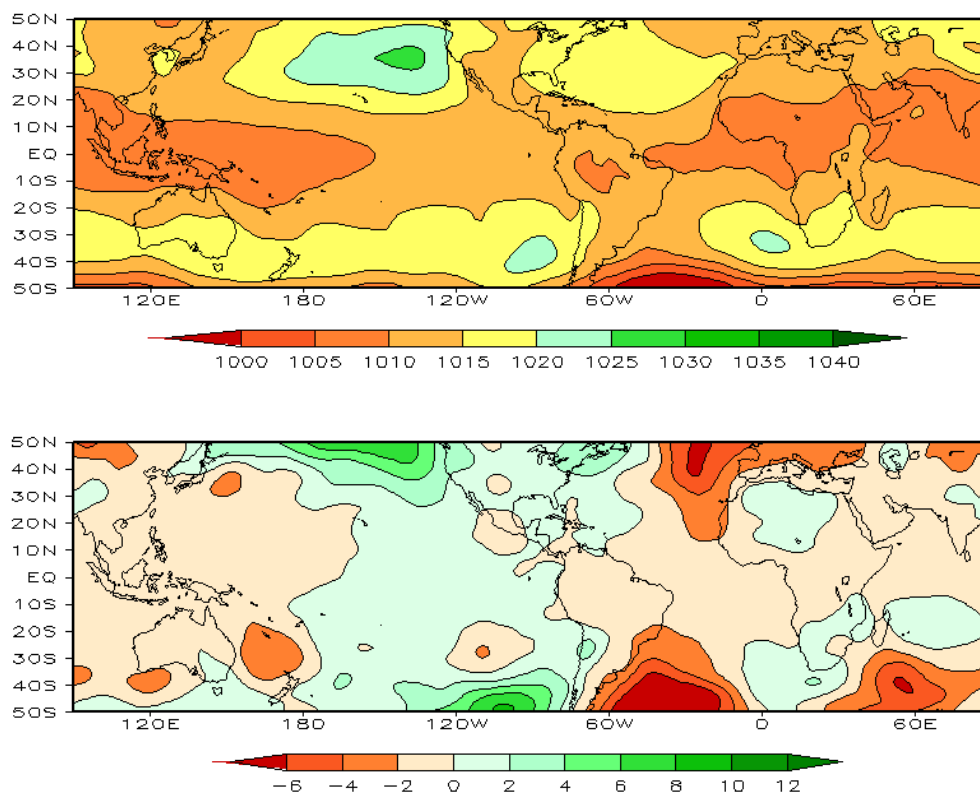


FIGURA 6 – Pressão ao Nível do Mar (PNM), em ABRIL/2008, analisadas numa grade de 2,5° e interpoladas para uma grade de 5° em projeção Mercator para visualização: a) média, com intervalo entre isolinhas de 5 hPa; b) anomalia, com intervalo entre as isolinhas de 2 hPa. As anomalias são calculadas como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

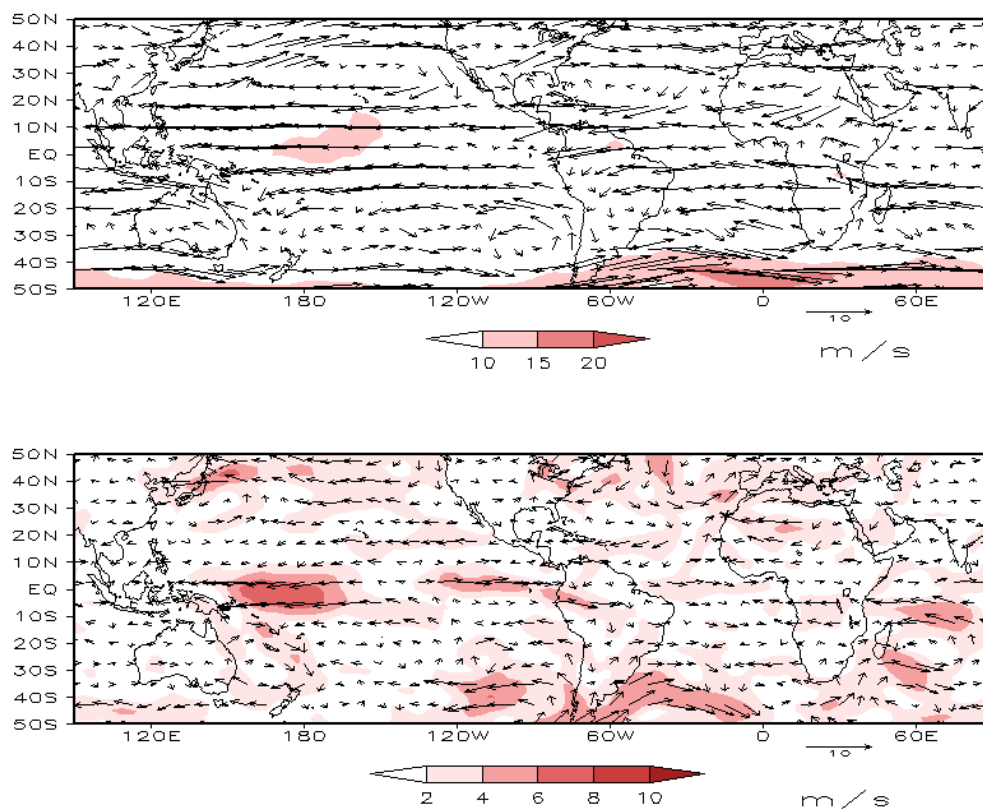


FIGURA 7 – Vetor do vento e magnitude em 850 hPa, em ABRIL/2008. Os ventos são analisados numa grade de $2,5^\circ$ e interpolados para uma grade de 5° em projeção Mercator para visualização: a) campo médio, com intervalo entre as isotacas de 5 m/s; b) anomalia, com intervalo de 2 m/s. As anomalias são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

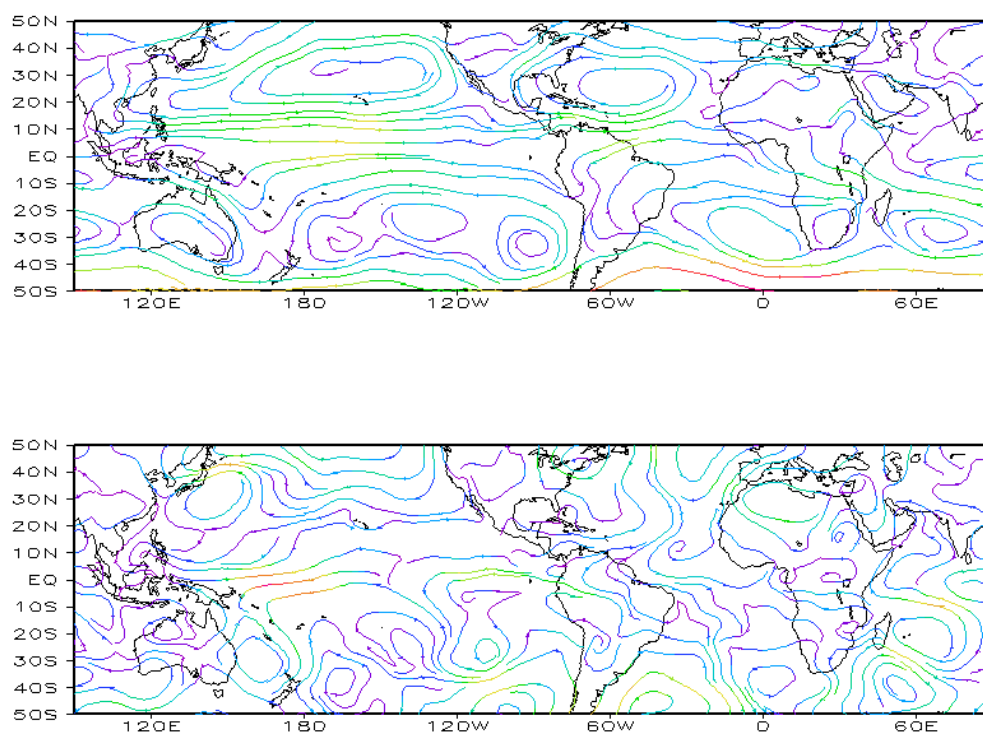


FIGURA 8 – Linhas de corrente em 850 hPa, em ABRIL/2008. Os ventos são analisados numa grade de $2,5^\circ$ e interpolados para uma grade de 5° em projeção Mercator para visualização: a) média; b) anomalia. (FONTE: CPC/NCEP/NWS).

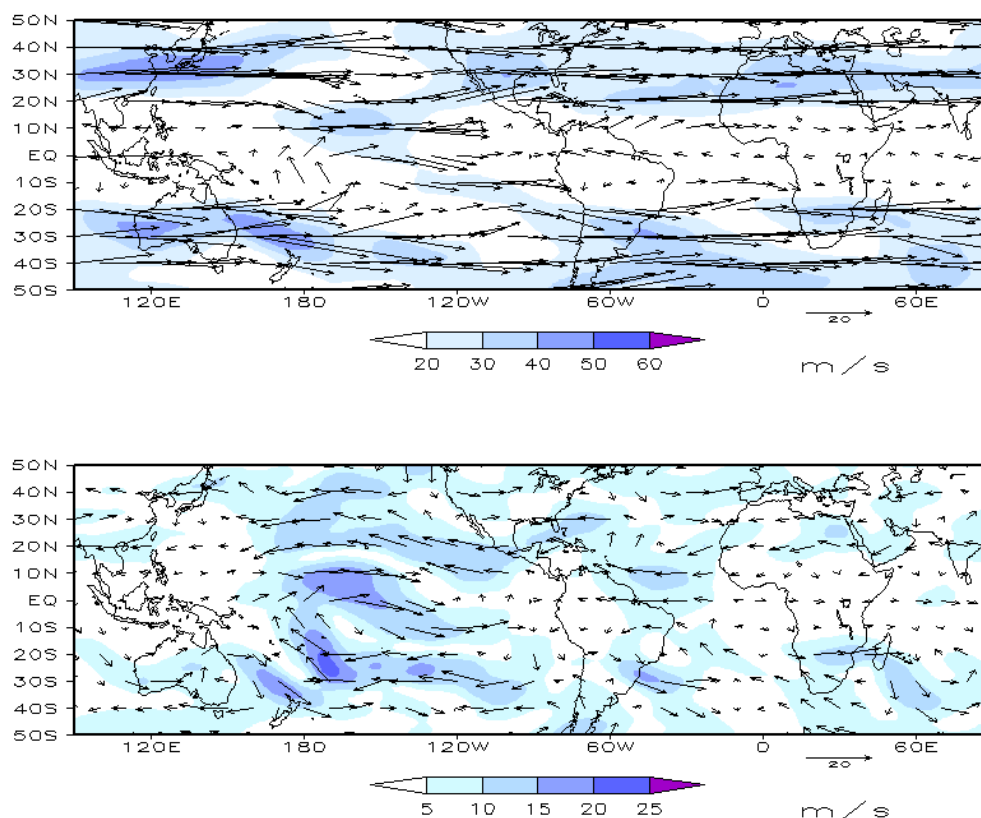


FIGURA 9 – Vetor do vento e magnitude em 200 hPa em ABRIL/2008. Os ventos são analisados numa grade de 2,5° e interpolados para uma grade de 5° em projeção Mercator para visualização: a) campo médio, com intervalo entre as isotacas de 10 m/s; b) anomalia, com intervalo entre as isotacas de 5 m/s. As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

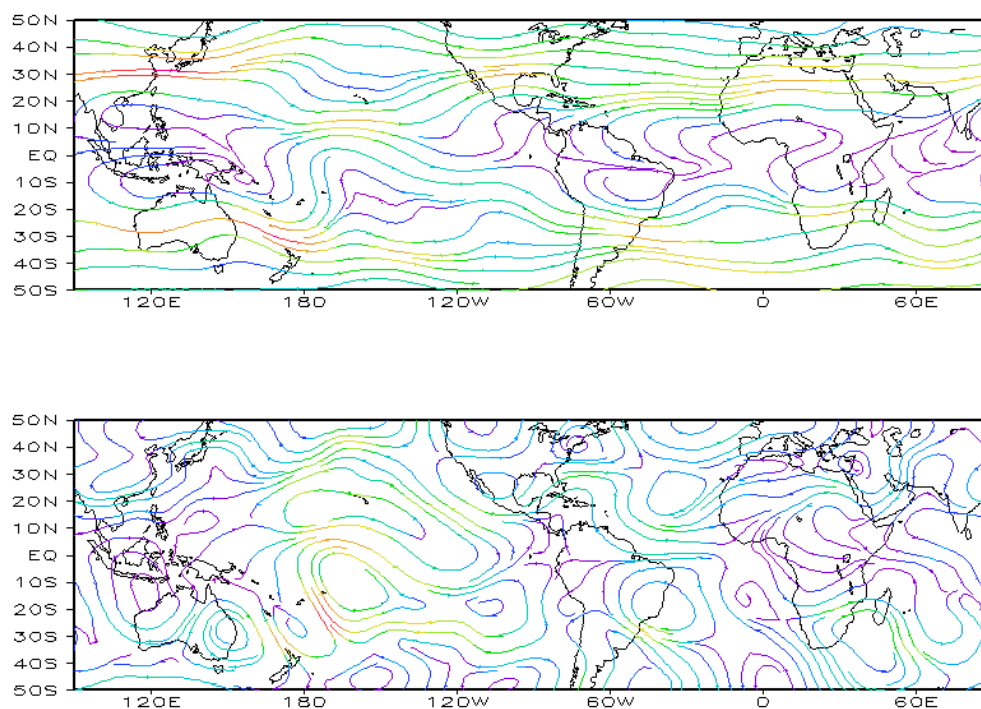


FIGURA 10 – Linhas de Corrente em 200 hPa, em ABRIL/2008. Os ventos são analisados numa grade de 2,5° e interpolados para uma grade de 5° em projeção Mercator para visualização: a) média; b) anomalia. (FONTE: CPC/NCEP/NWS).

o par de anticiclones anômalos sobre a bacia do Oceano Atlântico, simétricos em relação ao Equador, e que refletiram a maior atividade convectiva em baixos níveis associada à maior atuação ZCIT.

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).

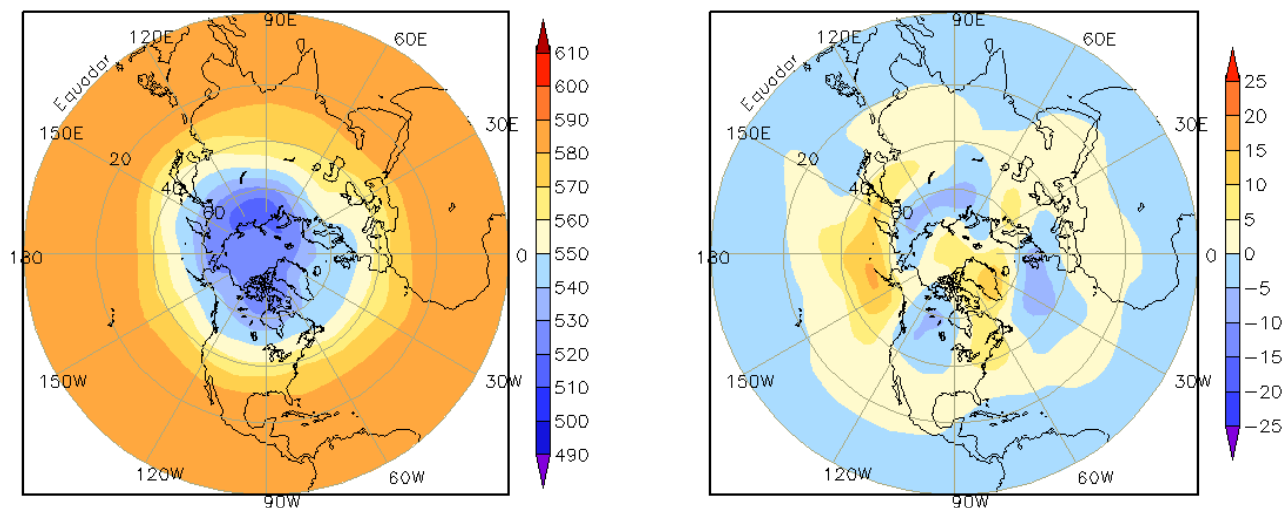


FIGURA 11 – Altura geopotencial em 500 hPa para o Hemisfério Norte, em ABRIL/2008. As alturas são analisadas numa grade de $2,5^\circ$ e interpoladas para uma grade de 5° em projeção estereográfica polar de 65×65 pontos no Pólo Norte: a) média, com intervalo entre as isolinhas de 10 m; b) anomalia, com intervalo entre as isolinhas de 5 m. As anomalias são desvios das médias mensais para o período base de 1979/1995 – Reanálise. (FONTE: CPC/NCEP/NWS).

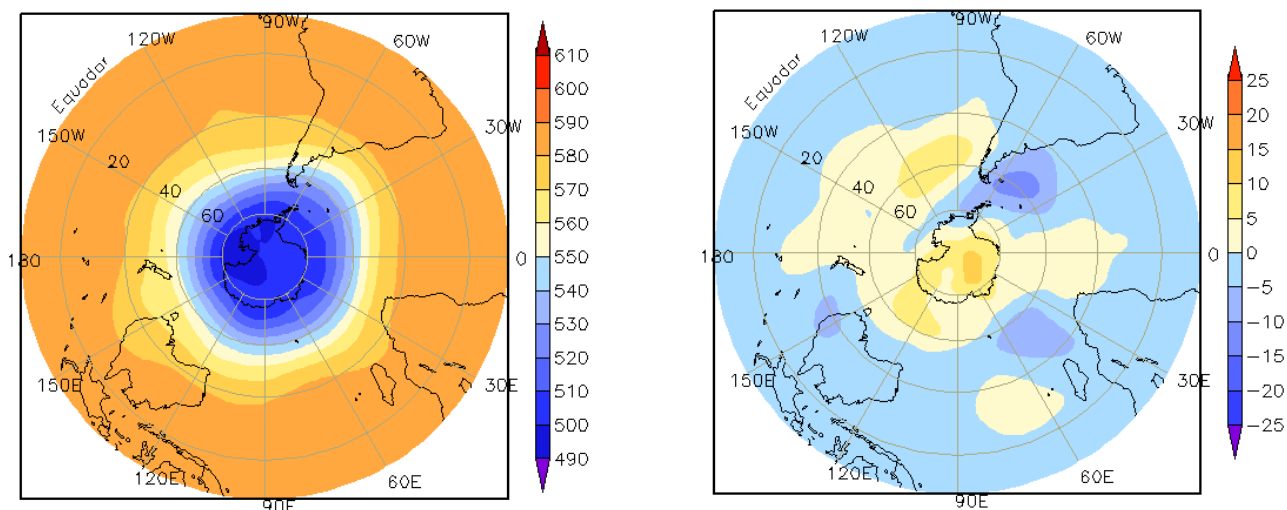


FIGURA 12 – Altura geopotencial em 500 hPa para o Hemisfério Sul, em ABRIL/2008. As alturas são analisadas numa grade de $2,5^\circ$ e interpoladas para uma grade de 5° em projeção estereográfica polar de 65×65 pontos no Pólo Sul: a) média, com intervalo entre as isolinhas de 10 m; b) anomalia, com intervalo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

2. ASPECTOS CLIMÁTICOS E SINÓTICOS NO BRASIL

2.1 – Análise da Precipitação no Brasil

As chuvas foram mais acentuadas no norte do Pará, no Amapá e no norte do Nordeste. Nestas áreas, os totais mensais de precipitação ocorreram acima da média e estiveram associados principalmente à atuação da ZCIT e à formação de Linhas de Instabilidade (LI's). Choveu acima da média na maior parte da Região Centro-Oeste e houve registro de queda de granizo em localidades do Mato Grosso do Sul. Na Região Sul, a atividade frontal favoreceu as chuvas no oeste de Santa Catarina. 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 proximidade da ZCIT e a formação de Linhas de Instabilidade (LI's) ao longo da costa contribuiu para os elevados totais de precipitação no Amapá e no norte do Pará. Destacaram-se as chuvas registradas em Belém-PA (131,4 mm, no dia 01), Belterra-PA (107,2 mm, no dia 05) e Pedro Afonso-TO (103,3 mm, no dia 05). O calor intenso e a umidade elevada, assim como a região de convergência associada ao escoamento difluente da Alta da Bolívia (ver seção 4.2), também foram favoráveis à formação de intensas áreas de instabilidade no interior da Região. No dia 08, o aumento do nível dos rios Tocantins e Itacaúnas provocou inundações na cidade de Marabá, leste do Pará, e centenas de famílias ficaram desabrigadas, segundo informações da defesa civil local. A cidade de Altamira, norte do Pará, que também foi atingida pela inundações, acumulou 90 mm de chuva entre os dias 07 e 08. Durante a segunda quinzena, a atividade convectiva continuou intensa em toda a Região, com destaque para os acumulados de chuva em Cruzeiro do Sul-AC (115,1 mm) e Peixe-TO (99,8 mm), ambos registrados no dia 16.

2.1.2 – Região Centro-Oeste

Houve diminuição das chuvas em toda a Região Centro-Oeste, em comparação com março

passado. Contudo, os totais acumulados ainda ocorreram acima da média na maior parte de Goiás, setores central e sudeste do Mato Grosso e no norte e leste do Mato Grosso do Sul. A atuação de sistemas frontais, a formação de áreas de instabilidade associadas ao calor e à umidade e a atuação da Alta da Bolívia, em alguns dias, favoreceram a ocorrência de elevados totais diários de precipitação. Em Rondonópolis-MT registrou-se 97,8 mm no dia 02. Destacou-se, também, a queda de granizo na cidade de Caarapó-MS, causando um grande prejuízo ao setor agrícola.

2.1.3 – Região Nordeste

As chuvas ocorreram acima da média no norte da Região Nordeste, particularmente do norte do Maranhão ao Rio Grande do Norte, onde os totais mensais de precipitação variaram entre 300 mm e 500 mm. A ZCIT e a formação de Linhas de Instabilidade (LI's) ao longo da costa foram os principais sistemas responsáveis pela ocorrência destas chuvas. Destacaram-se as chuvas diárias registradas em Chapadinha-MA (123,6 mm, no dia 02), Macau-RN (113,5 mm, no dia 03), Natal-RN (105 mm, no dia 23) e Chaval-CE (158 mm, no dia 06). Por outro lado, o leste do Nordeste foi desfavorecido pela atuação de cavados e vórtices ciclônicos na alta troposfera, os quais causaram subsidência de grande escala e, conseqüentemente, diminuição das chuvas entre o leste da Paraíba e o sul da Bahia, na maior parte do mês. Nestas áreas, as chuvas ocorreram abaixo da média histórica em mais que 50 mm.

2.1.4 – Região Sudeste

A atuação de três sistemas frontais e o deslocamento de cavados na média e alta troposfera favoreceram a ocorrência de chuvas acima da média histórica em praticamente toda a Região Sudeste. Destacaram-se os totais diários, superiores a 90 mm, registrados em Minas Gerais (Paracatu-MG: 102 mm, no dia 06; e Bambuí: 91,8 mm, no dia 07). No dia 14, a atuação do segundo sistema frontal ocasionou chuva e vento fortes na região metropolitana de São Paulo. No aeroporto de Congonhas, as rajadas de vento atingiram 52 km/h. Entre os dias 21 e 22, a formação de um vórtice ciclônico em médios e altos níveis da atmosfera (ver seção 4.3)

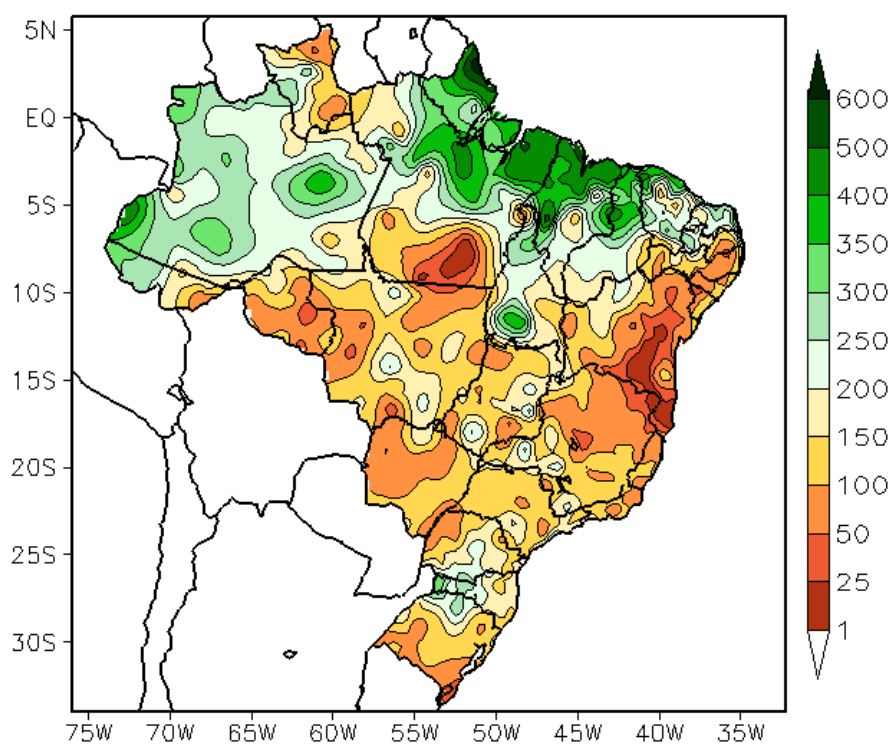


FIGURA 13 - Precipitação total (em mm) para ABRIL/2008.

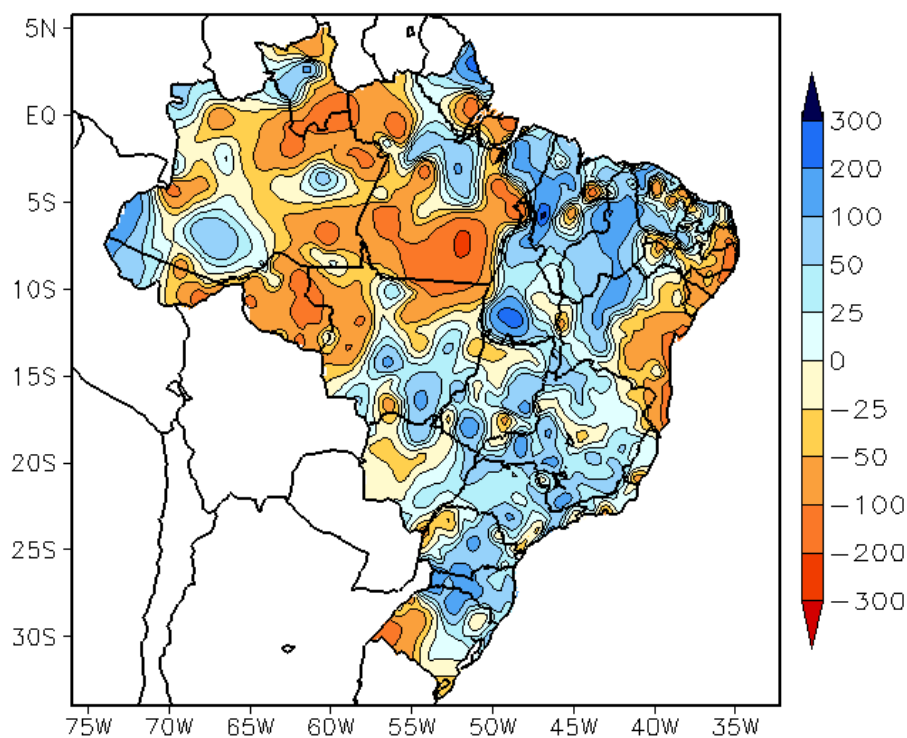


FIGURA 14 - Desvio de precipitação (em mm) em relação à média climatológica para ABRIL/2008 (Climatologia INMET: 1961 - 1990).

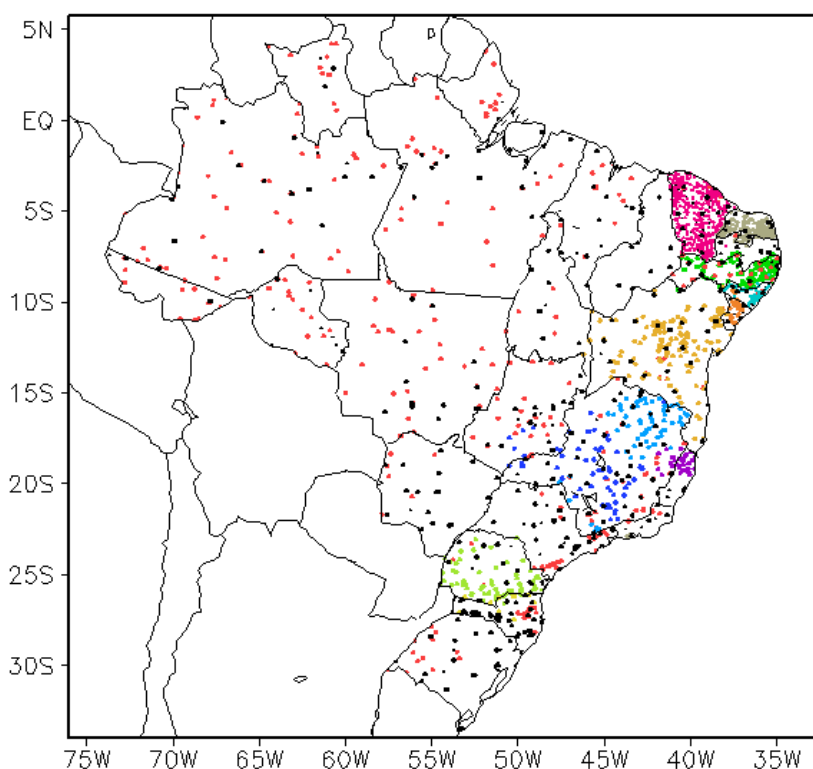


FIGURA 15 – Distribuição espacial das 2.315 estações pluviométricas e meteorológicas utilizadas em ABRIL/2008. (FONTE: CMCD/INPE – INMET – FUNCEME/CE – EMPARN/RN – ITEP/LAMEPE/PE – SEMARHN/DHM/AL – CMRH/SE – SEMARH/BA – SEAG/ES – SIMGE/MG – GEORIO/RJ – IAC/SP – SIMPEPAR/PR – CIRAM/SC – FEPAGRO/RS).

causou temporais seguidos por ventos fortes em várias cidades do Estado de São Paulo. Além da capital paulista, houve pontos de alagamento e quedas de árvores em outras localidades no interior do Estado, com destaque para as cidades de Tatuí, Guarulhos, Jaboticabal, Araras e Mogi Guaçu. No dia 29, a atuação do quarto sistema frontal, intensificado pela passagem do jato subtropical (ver seção 4.1) favoreceu a ocorrência de chuva intensa no sul da Região. A chuva acumulada na cidade de Avaré, sul do Estado de São Paulo, foi igual a 81,6 mm no dia 30.

2.1.5 – Região Sul

Os sistemas frontais e a configuração do jato em baixos níveis contribuíram para a ocorrência de elevados totais de precipitação na Região Sul. Entre os dias 11 e 12, a formação de intensas áreas de instabilidade no oeste da Região foi seguida pela entrada do segundo sistema frontal e pela atividade mais intensa do jato subtropical. Como resultado, ocorreram temporais, ventos fortes e queda de granizo em várias cidades gaúchas. Milhares de casas foram danificadas e cerca de mil pessoas ficaram

desabrigadas. Nos dias 13 e 14, registraram-se rajadas de vento superiores a 100 km/h em algumas cidades catarinenses (Urubici: 178,9 km/h; Celso Ramos: 119,5 km/h e Siderópolis: 11,3 km/h), segundo dados das estações automáticas do INMET. Na cidade de Iraí-RS, a chuva acumulada foi igual a 151,4 mm entre os dias 13 e 14. No dia 25, a configuração do jato em baixos níveis proporcionou rajadas de vento que atingiram 97 km/h em São Borja-RS. No final de abril, a configuração de um ciclone extratropical associado ao quarto sistema frontal causou forte instabilidade em Santa Catarina, com rajadas de vento de até 100 km/h na faixa litorânea (Fonte: EPAGRI). No município de Celso Ramos-SC, as rajadas de vento atingiram 100 km/h e a chuva acumulada entre os dias 28 e 29 foi igual a 97 mm. Ressalta-se, também, a maior intensidade do jato subtropical neste período (ver seção 4.1).

2.2 – Análise da Temperatura no Brasil

A temperatura máxima média mensal variou entre 30°C e 34°C em grande parte do centro-norte do Brasil, com destaque para as anomalias positivas maiores que 2°C no norte de Goiás

e Minas Gerais, no sul da Bahia e no leste de Pernambuco. As anomalias negativas de temperatura máxima no Acre, Rondônia e no oeste do Mato Grosso estiveram associadas à incursão de massas de ar frio que ocasionaram os primeiros episódios de friagem do ano (Figuras 16 e 17). A temperatura mínima média mensal variou entre 10°C, nas áreas serranas da Região Sul, e 24°C, no norte do Brasil e em áreas isoladas no oeste e sul de São Paulo e no leste do Mato Grosso (Figura 18). Destacaram-se os valores de temperatura mínima acima da média em áreas no Brasil Central (Figura 19). No Estado de São Paulo, a temperatura média variou entre 16°C e 24°C, com predominância de anomalia positiva no leste e norte do Estado (Figuras 20 e 21).

3. PERTURBAÇÕES ATMOSFÉRICAS SOBRE O BRASIL

3.1 – Sistemas Frontais e Frontogênese

Em abril, quatro sistemas frontais atuaram no Brasil (Figura 22). Este número ficou abaixo da climatologia para este mês, que é de sete sistemas entre as latitudes 25°S e 35°S. Destes sistemas, três avançaram até o litoral da Região Sudeste, sendo que o segundo e o quarto afetaram significativamente as condições de tempo nos setores central e oeste da Região Sul e no sul da Região Sudeste. O terceiro sistema frontal atuou apenas na faixa litorânea do Rio Grande do Sul.

No dia 01, o primeiro sistema frontal formou-se sobre o oceano, na altura do litoral sul do Rio Grande do Sul. Pelo litoral, este sistema avançou até Cabo Frio-RJ, onde se posicionou no dia 06, às 00:00 TMG. Pelo interior, este sistema deslocou-se até a cidade de Vera Gleba Celeste-MT. Durante sua trajetória, este sistema provocou chuvas fracas na Região Sul e moderadas nas Regiões Sudeste e Centro-Oeste. Ressalta-se que a massa de ar frio associada favoreceu o declínio das temperaturas máximas em algumas localidades do sul e oeste de Mato Grosso, sul de Mato Grosso do Sul, Acre e Rondônia, caracterizando o primeiro evento de friagem do ano (ver seção 3.2).

O segundo sistema frontal iniciou sua trajetória no litoral da Argentina, ingressando pelo sul do Brasil no dia 12. Esta frente fria foi favorecida pela atuação do jato em baixos níveis e pela maior intensidade do jato subtropical (ver seção 4.1), o que resultou em tempo severo na

Região Sul (ver seção 2.1.5). Entre os dias 14 e 15, este sistema frontal avançou pelo interior do continente, atingindo as cidades Cuiabá e Diamantino, no Mato Grosso. Nestas áreas e no sul da Região Norte, a massa de ar frio associada caracterizou o segundo episódio de friagem (ver seção 3.2).

A terceira frente fria atuou apenas no litoral do Rio Grande do Sul, deslocando desde Santa Vitória do Palmar-RS até Porto Alegre-RS, entre os dias 25 e 26. Esta frente fria posicionou-se sobre o oceano no dia 27. Neste mesmo dia, notou-se a formação de áreas de instabilidade sobre o Rio Grande do Sul, decorrentes da configuração do jato em baixos níveis.

O quarto sistema frontal deslocou-se desde o litoral da Argentina, atuando em Santa Vitória do Palmar no dia 29. Este sistema frontal também foi intensificado pela presença dos jatos em baixos e altos níveis da atmosfera, como descrito na seção 4.1. A atuação conjunta destes sistemas ocasionou temporais principalmente na Região Sul e no sul da Região Sudeste (ver seção 2.1). A massa de ar frio associada também afetou parte da Região Centro-Oeste e o sul da Região Norte, o que resultou na ocorrência do terceiro episódio de friagem do ano, como descrito na próxima seção.

3.2 – Massas de Ar Frio e Geadas

Durante o mês de abril, cinco massas de ar frio atuaram no País. O centro do anticiclone associado à massa de ar frio que atuou no final de março deslocou-se para o oceano no dia 01.

No dia 02, a primeira massa de ar frio atuava no Rio Grande do Sul e setor central de Santa Catarina. Nos dias subseqüentes, estendeu-se por toda a Região Sul e pela faixa litorânea do Estado de São Paulo. Pelo interior, deslocou-se até a Região Centro-Oeste e sul da Região Norte, onde ocorreu o primeiro episódio de *friagem* do ano. O anticiclone associado posicionou-se sobre o oceano no dia 05. Neste dia, registraram-se as mais baixas temperaturas no sul do País, com destaque para a temperatura mínima registrada em São José dos Ausentes-RS, igual a 3,5°C, inclusive com ocorrência de geada (Fonte: METSUL).

Entre os dias 12 e 13, uma nova massa de ar frio continental, a segunda do mês, atingiu o

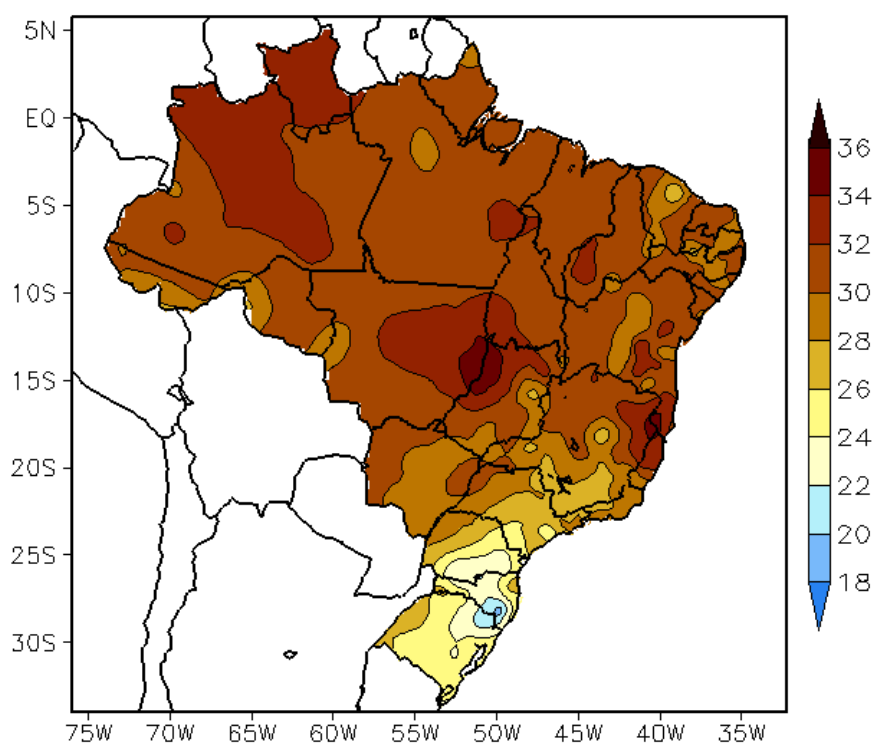


FIGURA 16 - Temperatura máxima do ar à superfície (em °C), em ABRIL/2008. (FONTE: CMCD/INPE - INMET).

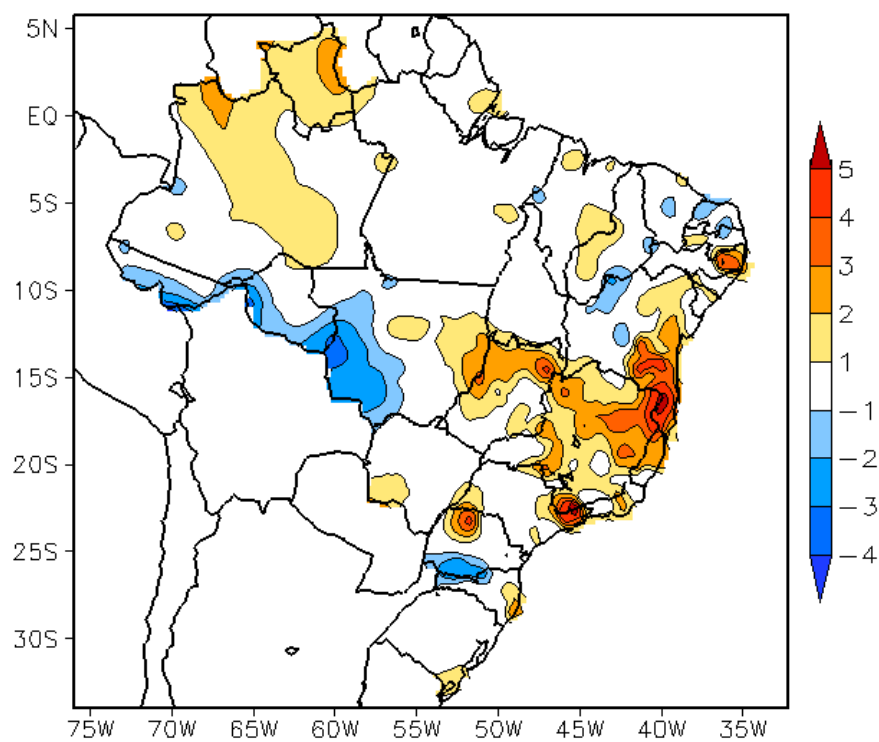


FIGURA 17 - Anomalia de temperatura máxima no Brasil (em °C), em ABRIL/2008. (FONTE: CMCD/INPE - INMET e Climatologia INMET: 1961 a 1990).

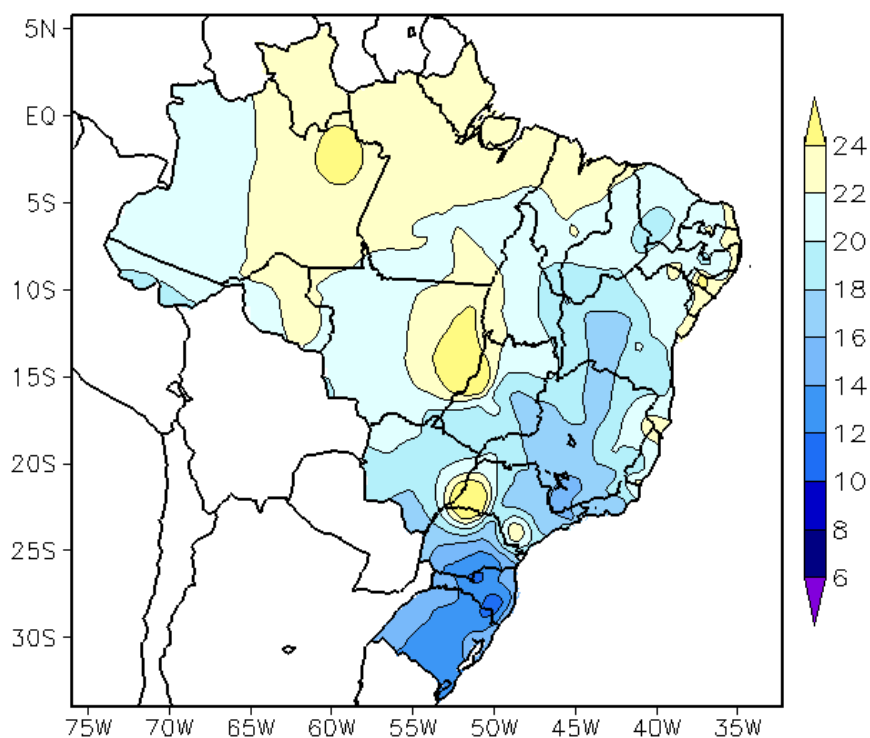


FIGURA 18 - Temperatura mínima média do ar à superfície (em °C), em ABRIL/2008. (FONTE: CMCD/INPE - INMET).

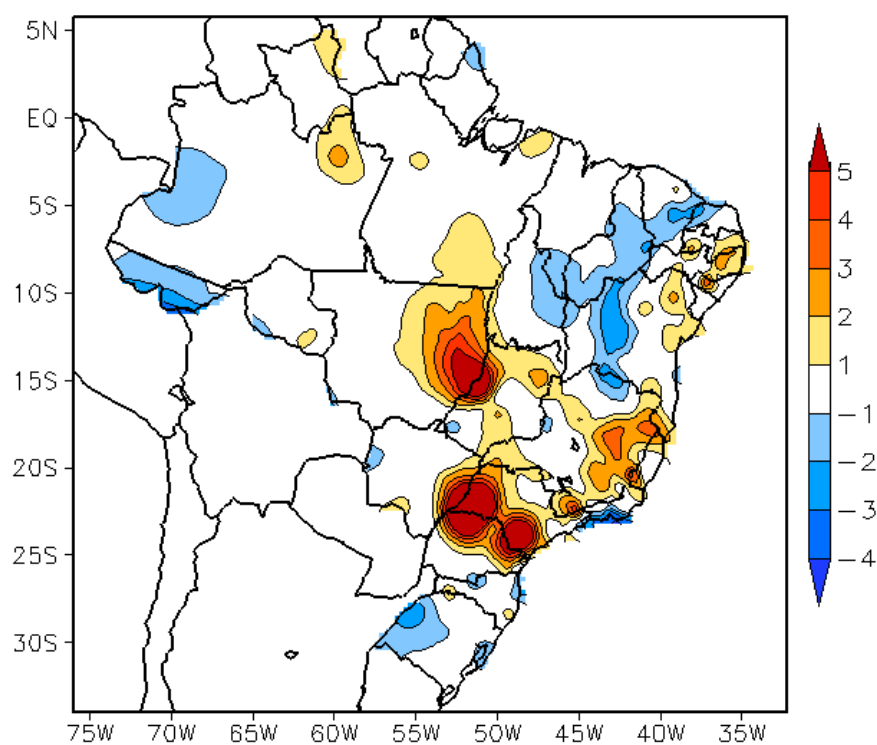


FIGURA 19 - Anomalia de temperatura mínima no Brasil (em °C), em ABRIL/2008. (FONTE: CMCD/INPE - INMET e Climatologia INMET: 1961 a 1990).

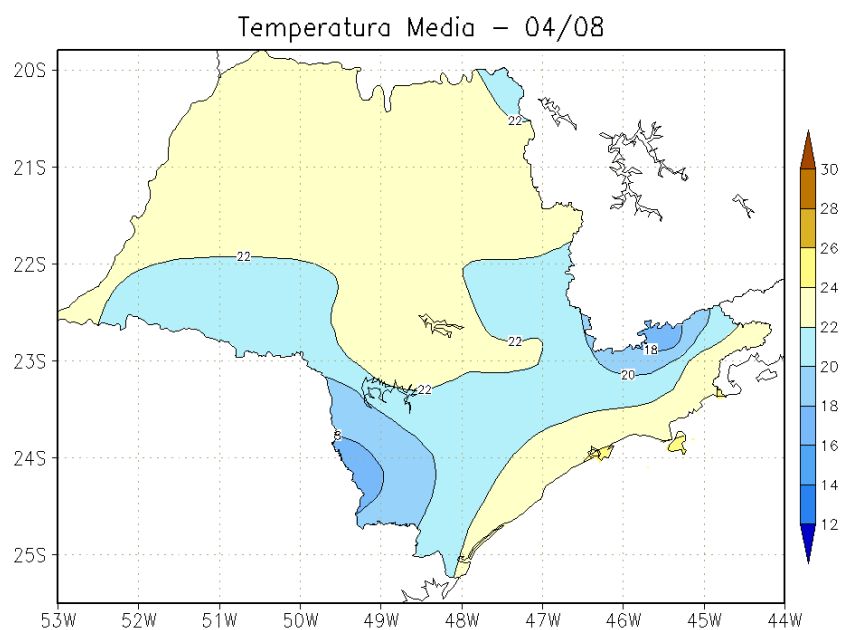


FIGURA 20 - Temperatura média do ar à superfície (em °C), em ABRIL/2008, para o Estado de São Paulo. (FONTE: IAC).

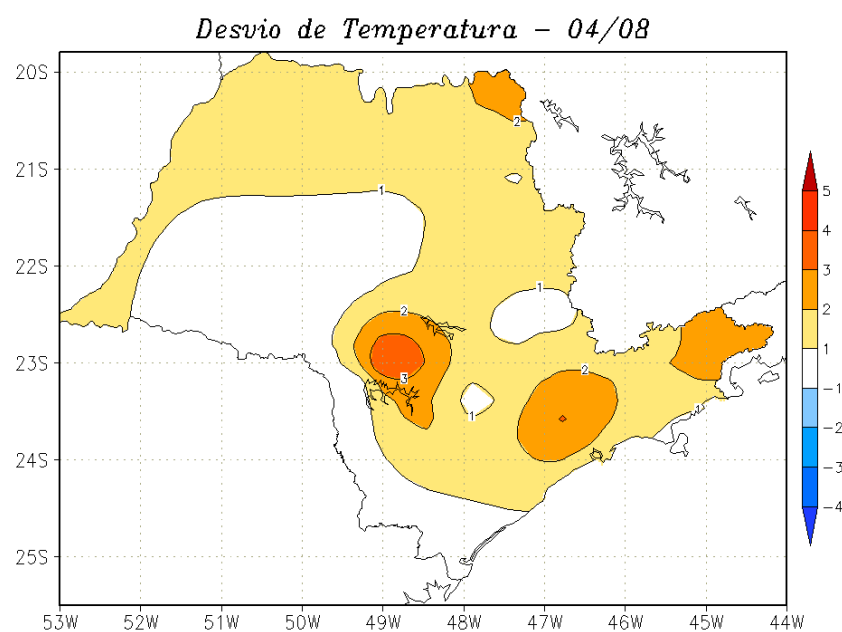
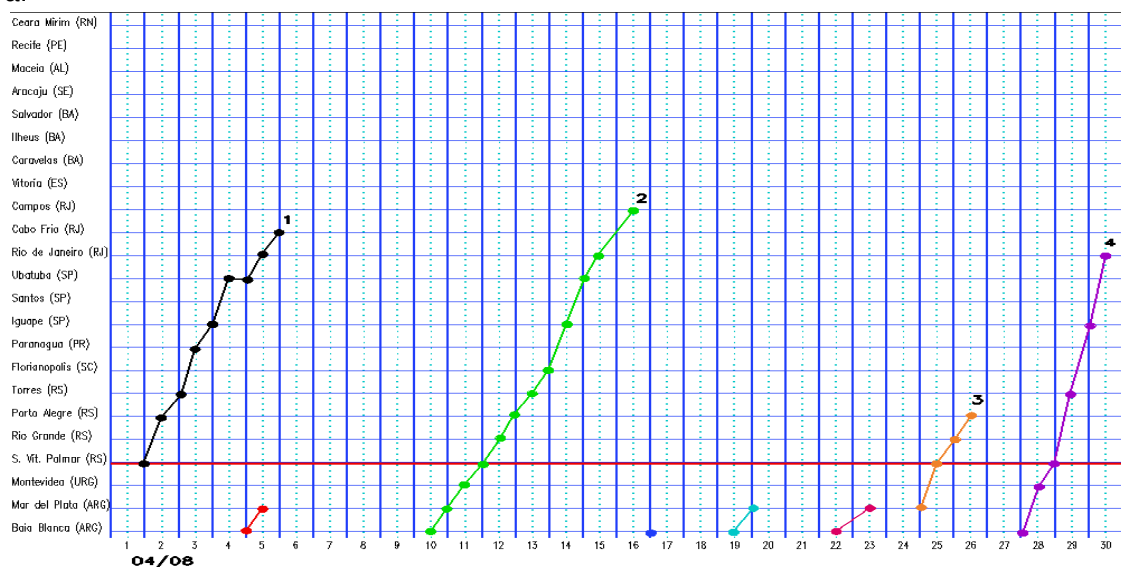
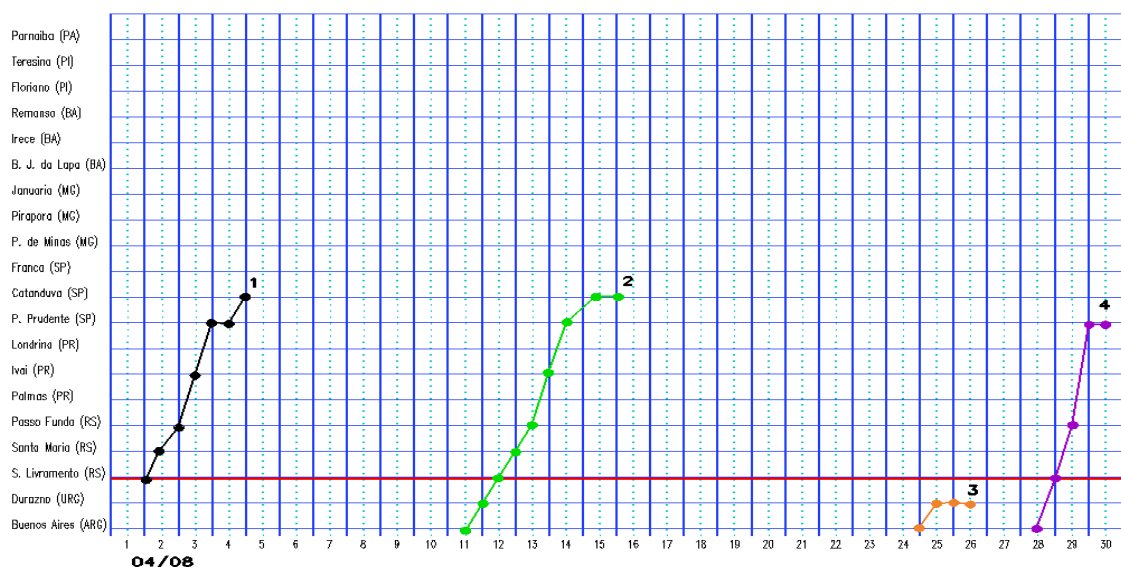


FIGURA 21 - Desvio de temperatura média do ar à superfície (em °C) em relação à média climatológica (1961 -1978), em ABRIL/2008, para o Estado de São Paulo. (Climatologia do INMET: 1961 - 1990) (FONTE: IAC (dados)/CPTEC(anomalia)).

a) Litoral



b) Interior



c) Central

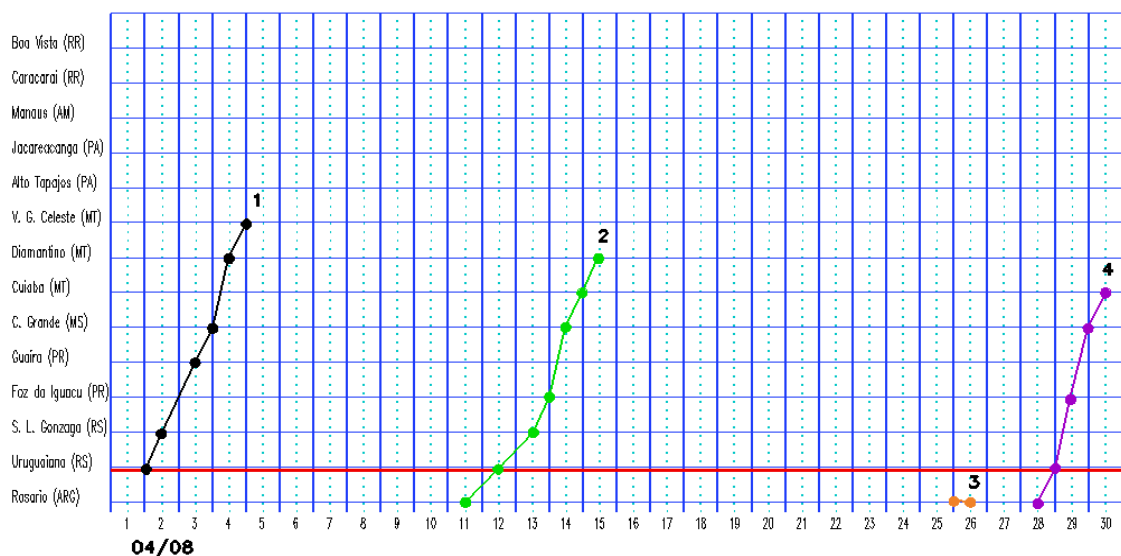


FIGURA 22 - Seções estação versus tempo dos sistemas frontais que penetraram no Brasil em ABRIL/2008. O acompanhamento das frentes é feito nos horários das 00:00 TMG (linha contínua) e 12:00 TMG (linha pontilhada). Os pontos mostram que a frente esteve posicionada na estação no dia e hora indicados.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

extremo sul do Rio Grande do Sul. Nos dias 14 e 15, o anticiclone associado atuava sobre os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina, setores oeste e sul da Região Centro-Oeste e sul do Acre, caracterizando o segundo episódio de friagem. Este anticiclone pós-frontal provocou queda acentuada de temperatura no centro-sul do País e geadas generalizadas na Região Sul. Em algumas localidades, as temperaturas mínimas foram as mais baixas dos últimos nove anos. No dia 15, a temperatura mínima atingiu $-0,5^{\circ}\text{C}$ em São Joaquim-SC, favorecendo a ocorrência da primeira geada deste ano. No dia seguinte, o centro da massa de ar frio encontrava-se no oceano.

A terceira massa de ar frio atuou na fronteira do Rio Grande do Sul com o Uruguai, no dia 17. Entre os dias 18 e 21, o anticiclone atuou na Região Sul, sendo reforçado por outro anticiclone que se deslocava sobre o oceano.

No dia 23, um anticiclone continental, cujo centro atingiu 1014 hPa, atuou sobre o Rio Grande do Sul e Santa Catarina. No período de 24 a 26, esta quarta massa de ar frio mais fraca estendeu-se pelas Regiões Sul e Sudeste até o sul da Região Nordeste, deslocando-se posteriormente para o oceano.

No decorrer do dia 29, a quinta massa de ar frio continental ingressou no sul do País. No dia seguinte, o anticiclone associado estendeu-se sobre a Região Sul e oeste da Região Centro-Oeste. Houve queda acentuada de temperatura na Região Sul e a ocorrência do terceiro episódio de friagem. Em Vilhena-RO, a temperatura máxima declinou de $30,2^{\circ}\text{C}$ para $23,7^{\circ}\text{C}$ entre os dias 29 e 30. Na Região Sul, os termômetros marcaram $-0,4^{\circ}\text{C}$ em Bom Jesus-SC e $-2,2^{\circ}\text{C}$ em São Joaquim-SC, ambas registradas no dia 30 (Fonte: EPAGRI e INMET).

3.3 – Atividade Convectiva sobre a América do Sul

Neste mês de abril, a maior atividade convectiva ocorreu na região da ZCIT e influenciou principalmente o norte das Regiões Norte e Nordeste do Brasil, como pode ser observado em praticamente todas as pântadas (Figura 23). Na 3ª e 4ª pântadas, pode-se notar a diminuição da atividade convectiva no setor leste da Região Nordeste, como resultado da maior subsidência associada ao posicionamento dos vórtices

ciclônicos em altos níveis sobre áreas oceânicas adjacentes ao leste do Brasil (ver seção 4.2), e também ao enfraquecimento dos alísios de sudeste. Na Região Sul, a atividade convectiva foi maior na 3ª e 6ª pântadas, devido à incursão do segundo e quarto sistemas frontais, respectivamente (ver seção 3.1).

3.3.1 – Zona de Convergência Intertropical (ZCIT)

A Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) atuou adjacente à costa norte do Brasil, em torno de sua posição climatológica (Figura 24a). É importante mencionar que a ZCIT apresentou-se bastante intensa entre o final de março e início de abril, favorecendo a ocorrência de elevados totais diários de precipitação no setor norte das Regiões Norte e Nordeste do Brasil, onde choveu acima da média (ver seção 2.1). Em alguns períodos do mês, também foi verificada a formação de duas bandas de nebulosidade associadas à ZCIT: a principal, observada em torno do Equador, favoreceu o aumento das chuvas no Amapá e no norte do Pará; e a banda secundária, que contribuiu para a ocorrência de chuvas acima da média entre o litoral do Maranhão e o Rio Grande do Norte, como ilustra a Figura 24b. Esta configuração de “banda dupla” da ZCIT é típica dos meses de outono no Hemisfério Sul e costuma ocorrer em anos nos quais as chuvas são mais acentuadas no norte da Região Nordeste. A Figura 25 mostra que a maior atividade convectiva da ZCIT, próximo à costa norte da América do Sul, foi notada na 1ª, 3ª, 5ª e 6ª pântadas de abril, com destaque para a 5ª, onde se nota a formação de duas bandas da ZCIT. Ressalta-se que, neste período do ano, a proximidade da ZCIT costuma influenciar a formação de Linhas de Instabilidade (LI's) ao longo da costa norte do Brasil (ver seção 3.3.2).

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

As Linhas de Instabilidade (LI's) ao longo da costa norte da América do Sul estiveram melhor caracterizadas em 15 episódios no decorrer deste mês de abril (Figura 26). Assim como notado em março passado, as LI's atuaram em conjunto com a banda de nebulosidade associada à ZCIT, dificultando sua caracterização em vários dias

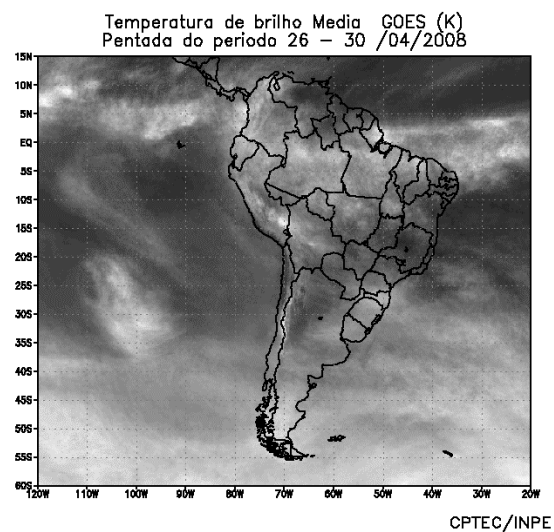
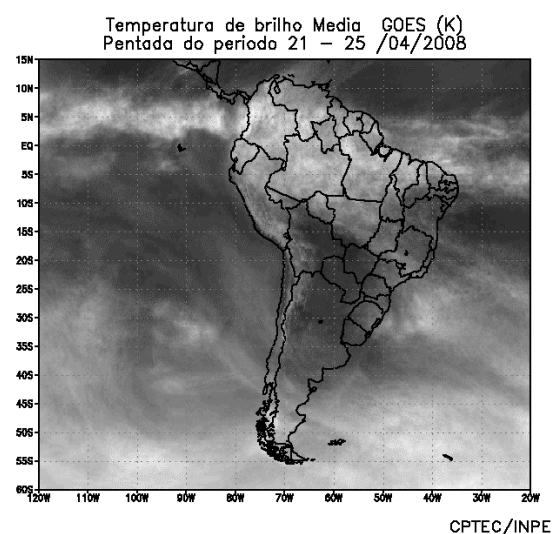
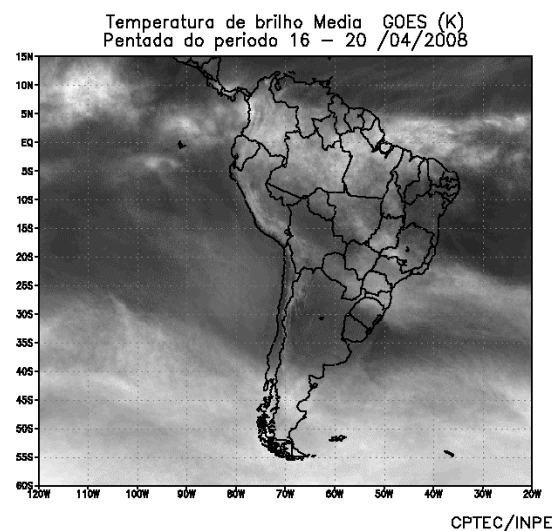
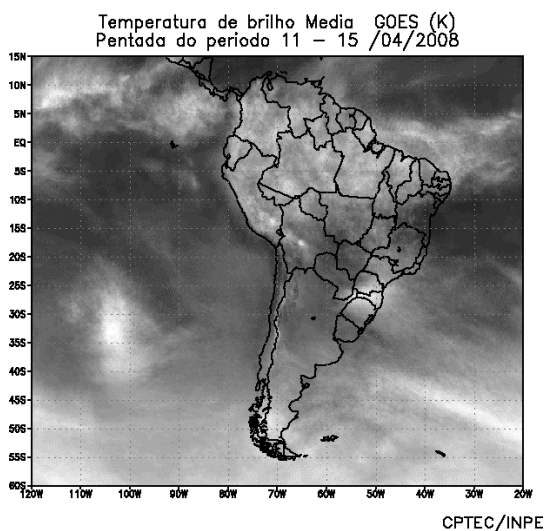
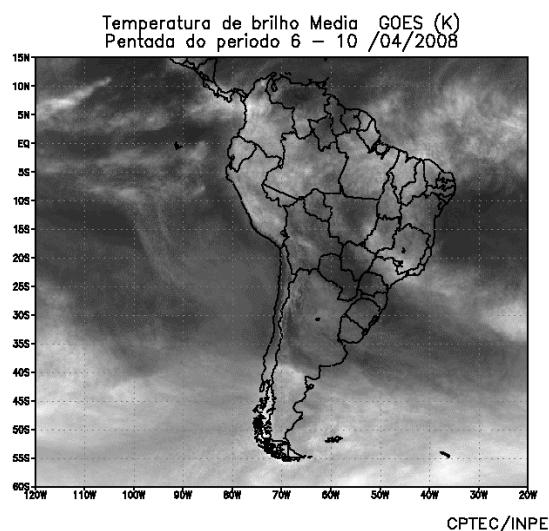
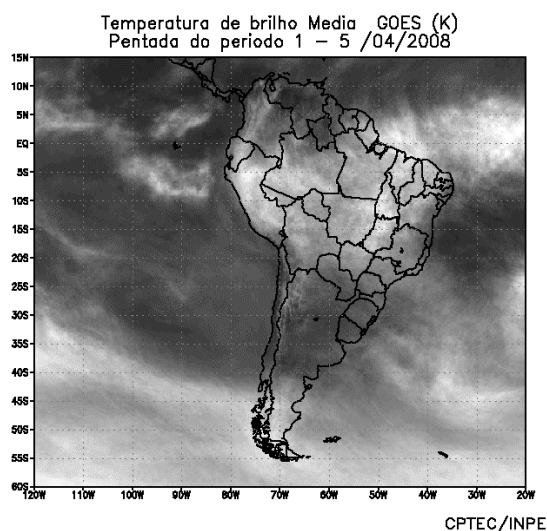
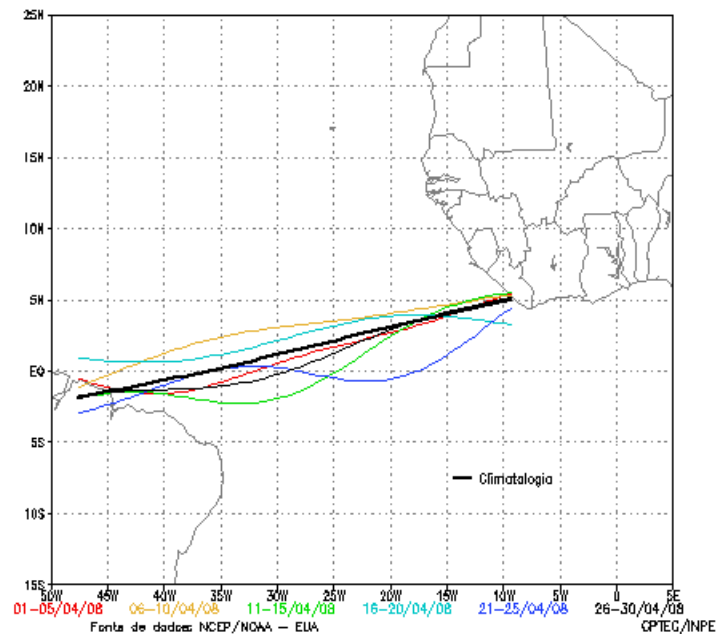
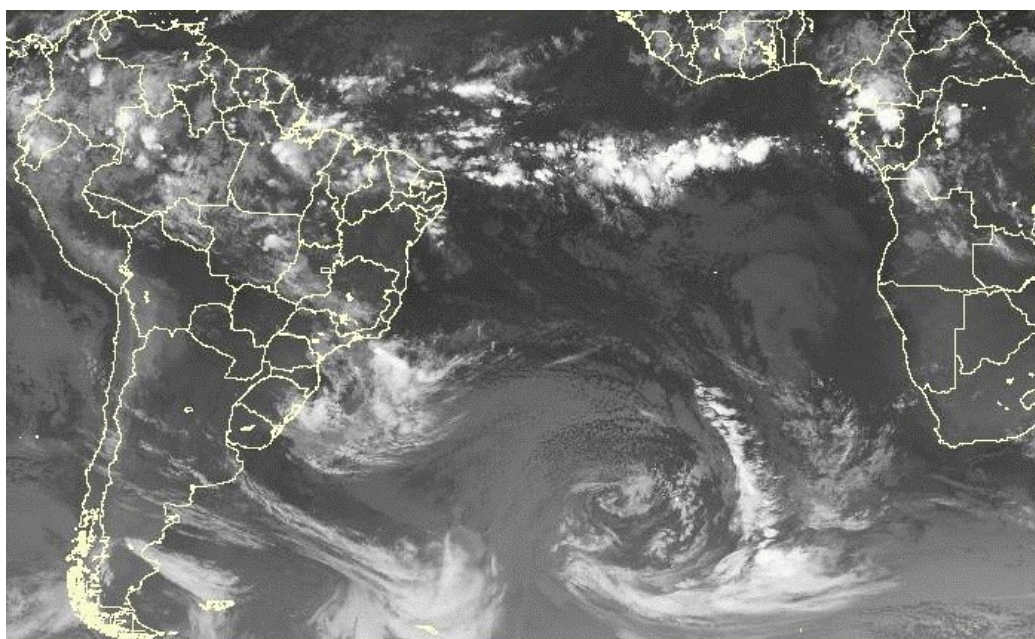


FIGURA 23 - Pêntadas de temperatura de brilho média (K) para o mês de ABRIL/2008.
(FONTE: Satélite GOES 10).



(a)



(b)

FIGURA 24 - Estimativa da posição média pentadal da ZCIT, em ABRIL/2008, a partir da localização dos mínimos valores de ROL ao longo do Oceano Atlântico Equatorial (a). A linha preta é indicativa da posição média climatológica da ZCIT neste mês. O recorte da imagem do satélite ilustra a posição da ZCIT no dia 22/04/2008, às 06:15 TMG (b).

do mês. As LI's configuraram-se preferencialmente entre o Amapá e o norte das Regiões Norte e Nordeste. Destacaram-se os dias 12, 17, 21, 22 e 29, nos quais as LI's proporcionaram significativos totais diários de precipitação no norte dos Estados do Maranhão e Piauí, onde choveu acima da média histórica (ver seção 2.1).

3.3.3 – Distúrbios Ondulatórios de Leste (DOL)

Durante o mês de abril, a atividade mais intensa da ZCIT, inclusive com a formação de banda dupla em alguns dias, inibiu o desenvolvimento de aglomerados convectivos associados à propagação de Distúrbios Ondulatórios de Leste (DOL) adjacente à costa

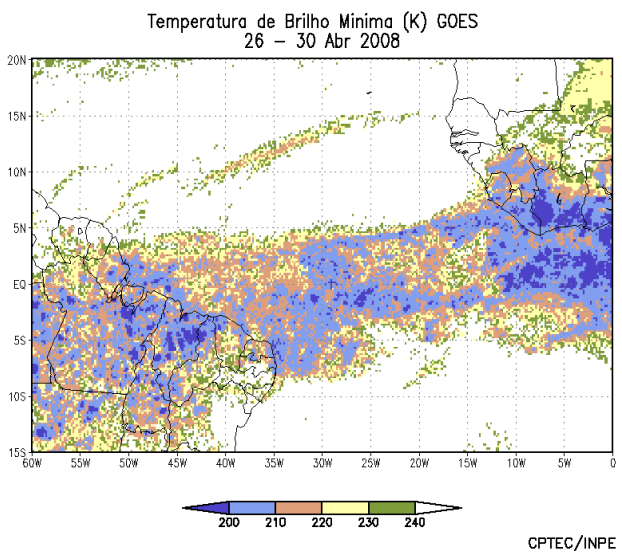
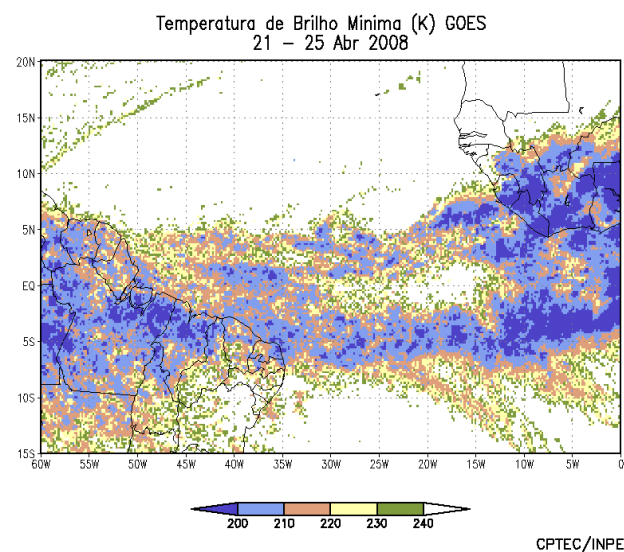
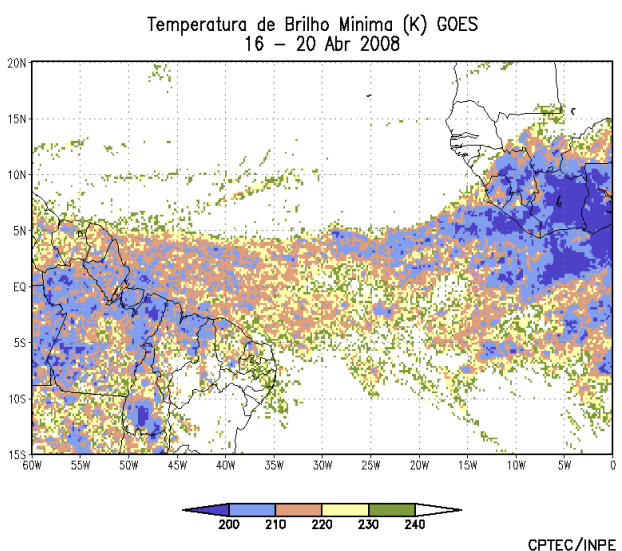
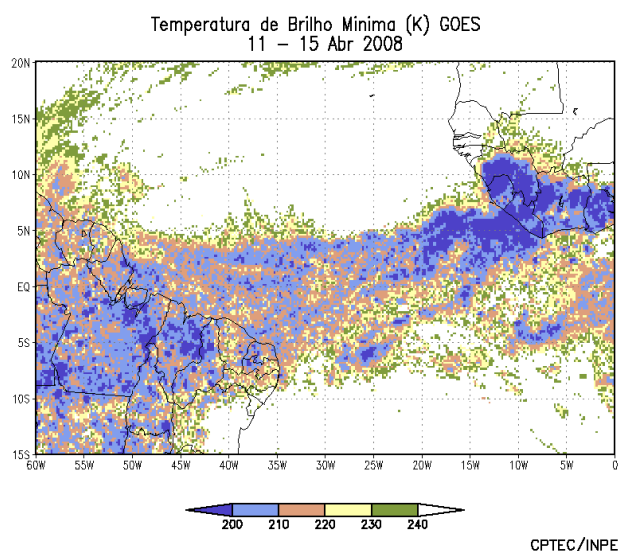
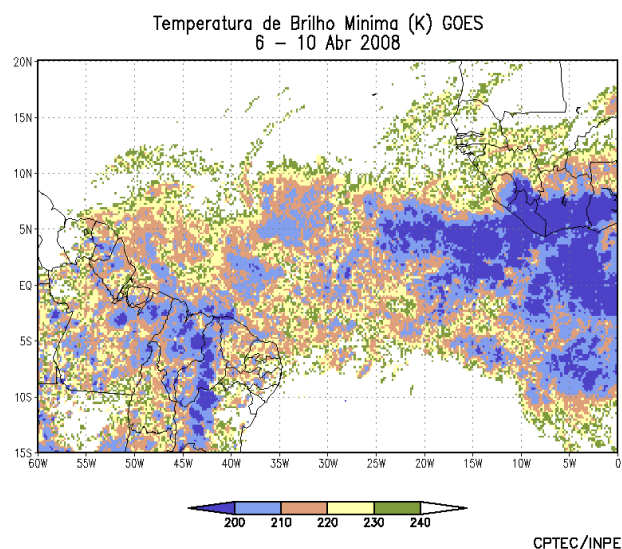
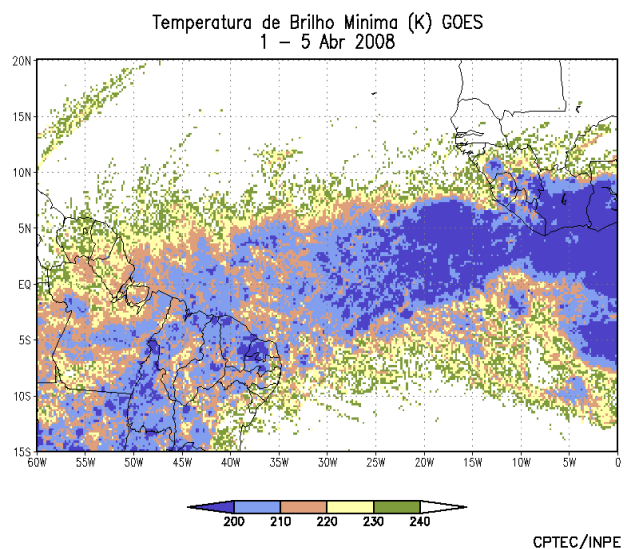
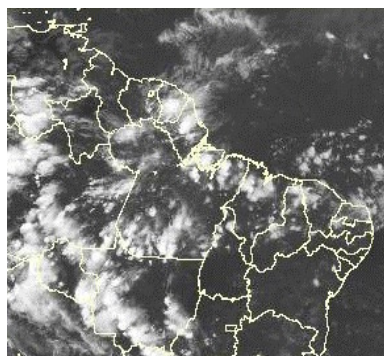


FIGURA 25 - Pêntadas de temperatura de brilho mínima (K) para o mês de ABRIL/2008. (FONTE: Satélite GOES 10).



09/04/08 21:00TMG



10/04/08 21:00TMG



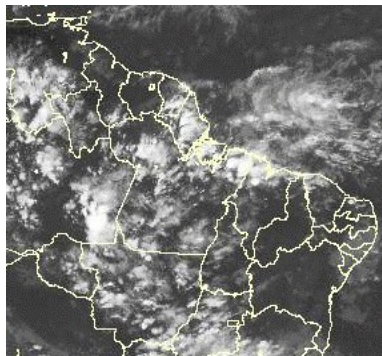
11/04/08 21:00TMG



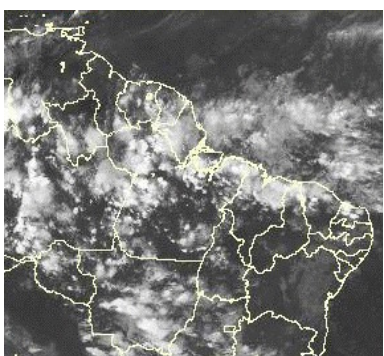
12/04/08 21:00TMG



17/04/08 21:00TMG



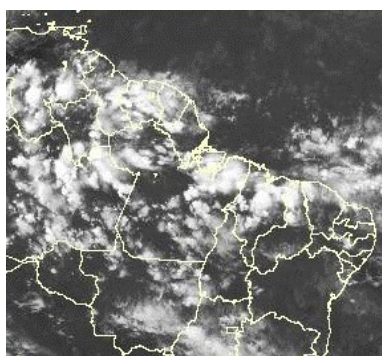
19/04/08 21:00TMG



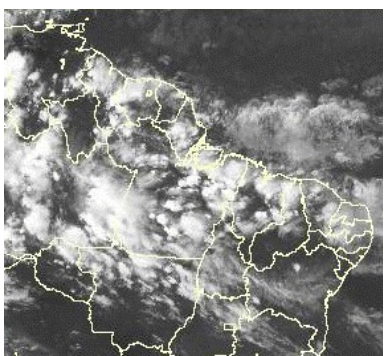
20/04/08 21:00TMG



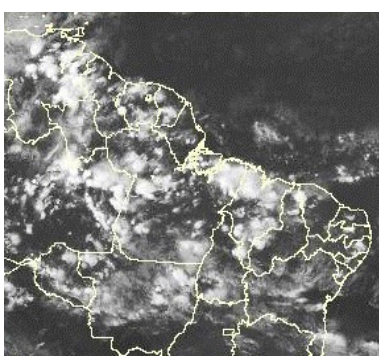
21/04/08 21:00TMG



22/04/08 21:00TMG



23/04/08 21:00TMG



24/04/08 21:00TMG



28/04/08 21:00TMG

FIGURA 26 - Recortes das imagens do satélite GOES-10, no canal infravermelho, às 21:00TMG, mostrando os dias nos quais ocorreram linhas de Cumulonimbus em ABRIL/2008.



29/04/08 21:00TMG

Figura 26 - Continuação

leste do Nordeste do Brasil. Ressalta-se que estes sistemas são mais freqüentes neste período do ano. Notou-se, ainda, a presença de cavados e vórtices ciclônicos na alta troposfera sobre o Nordeste do Brasil, os quais também favoreceram a subsidência observada sobre o leste do Nordeste, onde as chuvas ocorreram abaixo da média histórica, como descrito na seção 2.1.3.

4. ESCOAMENTO EM ALTOS NÍVEIS

4.1 – Jato sobre a América do Sul

Em abril, o jato subtropical atuou preferencialmente sobre o nordeste da Argentina, Paraguai, Uruguai e sul do Brasil, com magnitude média mensal entre 30 m/s e 50 m/s (Figura 27a). Considerando o escoamento climatológico, o jato subtropical apresentou-se ligeiramente mais intenso e deslocado para norte, o que favoreceu o deslocamento dos sistemas frontais para latitudes mais baixas (ver seção 3.1). A Figura 27b ilustra a atuação do jato subtropical no dia 13, quando atingiu magnitude de até 70 m/s no sul do Uruguai e intensificou a atividade do segundo sistema frontal à superfície. No final de abril, o jato subtropical voltou a atingir magnitude superior a 70 m/s sobre o Uruguai e extremo sul do Brasil (Figura 27c), intensificando o quarto sistema frontal que se deslocou até as Regiões Sudeste e Centro-Oeste do Brasil, conforme ilustra a imagem do satélite GOES-10 para o dia 29 (Figura 27d).

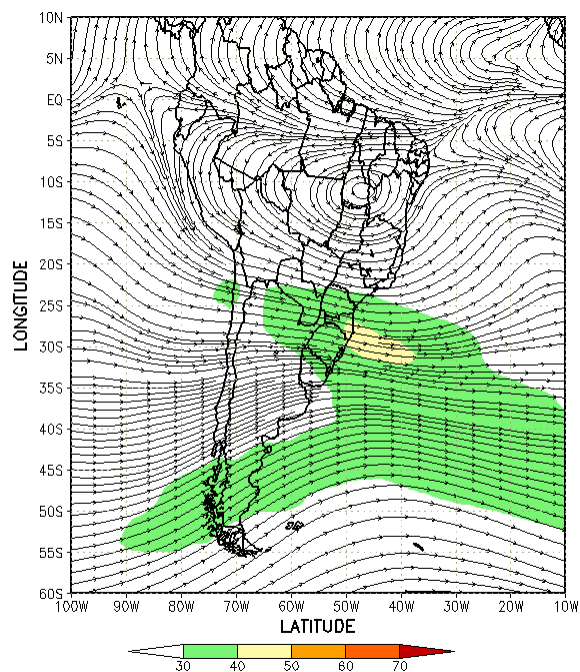
4.2 – Circulação da Alta da Bolívia

A Alta da Bolívia esteve caracterizada em apenas 16 dias do mês de abril e atuou preferencialmente sobre o interior do Brasil (Tabela 2). No escoamento médio mensal, o

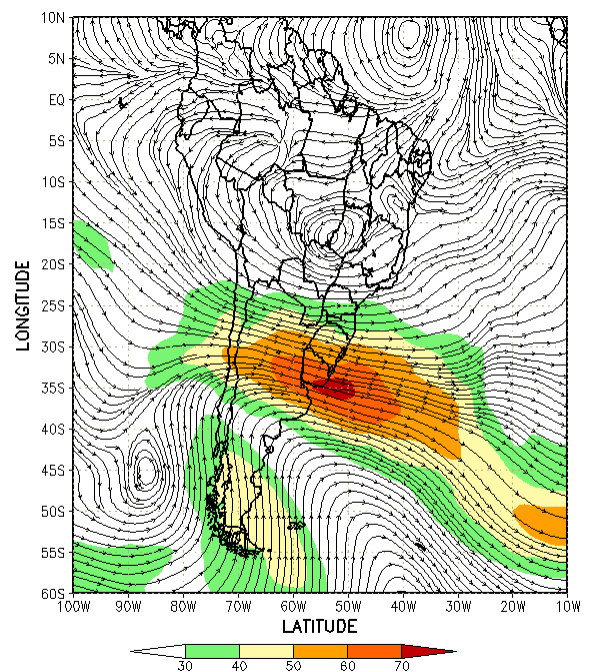
centro da alta troposférica esteve configurado em aproximadamente 11°S/46°W, a leste de sua posição climatológica (Figura 28). Ressalta-se que esta posição da Alta da Bolívia foi bastante anômala e, em alguns dias, reforçou a convecção sobre os setores norte e oeste do Nordeste do Brasil. Nestas áreas, choveu acima da média histórica (ver seção 2.1.3).

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

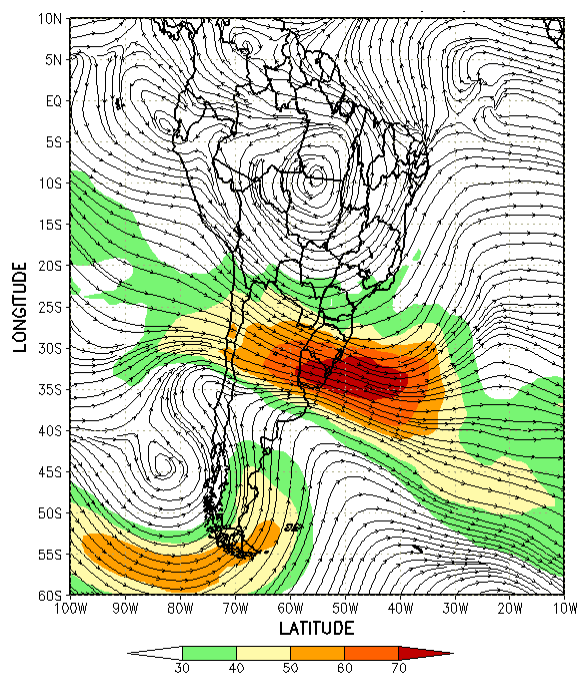
TABELA 2 – Esta tabela mostra como foi o posicionamento da alta troposférica durante o mês de ABRIL/2008. O símbolo (*) indica que a Alta da Bolívia não estava bem caracterizada, enquanto que as letras **nd** significam ausência de dados para análise. Os Estados do Brasil aparecem com suas respectivas 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.



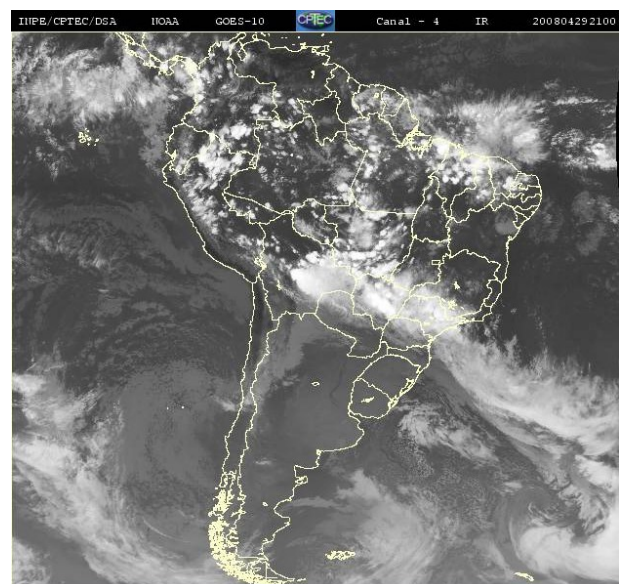
(a)



(b)



(c)



(d)

FIGURA 27 - Escoamento em altos níveis (200 hPa), indicando a posição e magnitude médias do jato subtropical em ABRIL/2008 (a) e os dias 13/04/2008 e 29/03/2008 (b e c), quando foi notada sua maior magnitude sobre a América do Sul. A imagem do satélite GOES-10 (d), canal infra-vermelho, às 21:00 TMG, ilustra a banda de nebulosidade associada à atuação do jato em 29/04/2008.

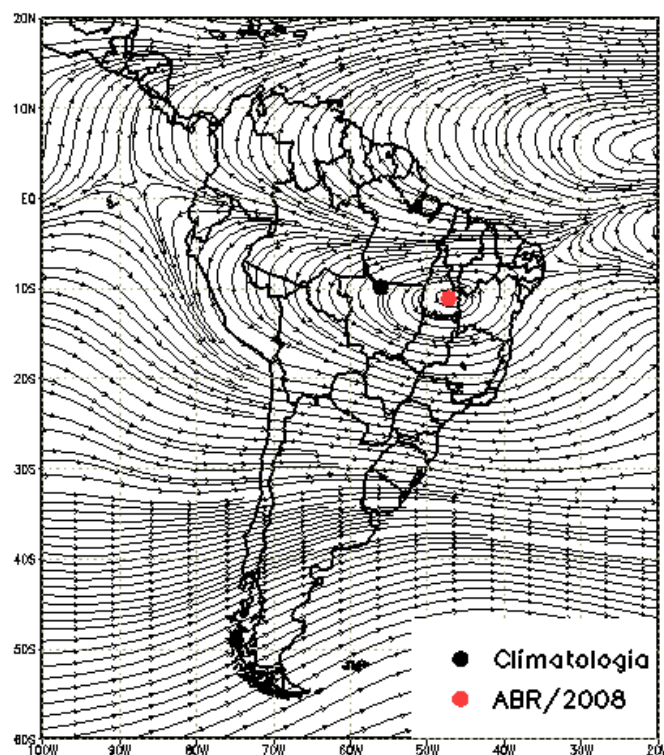


FIGURA 28 - Posição média climatológica da circulação da alta troposférica em ABRIL/2008.

4.3 – Vórtices Ciclônicos e Cavados em Altos Níveis

Os Vórtices Ciclônicos em Altos Níveis (VCAN) configuraram-se em sete episódios no decorrer do mês de abril (Figura 29a). Destacaram-se o segundo e quarto episódios de VCAN sobre o Nordeste do Brasil e o quinto episódio sobre o Rio Grande do Sul. Este último foi associado ao cavado que se deslocou sobre o setor central da América do Sul no período de 20 a 23. Este episódio favoreceu a ocorrência de temporais principalmente na Região Sul e no Estado de São Paulo, inclusive com queda de granizo (ver seção 2.1). Os demais episódios estiveram associados à bifurcação do jato subtropical. A imagem do satélite GOES-10 ilustra a configuração do vórtice ciclônico no dia 18, quando foi notada uma diminuição da atividade convectiva sobre o Nordeste brasileiro (Figura 29b).

5. ANÁLISE DE DADOS HIDROLÓGICOS NO BRASIL

Em abril, as chuvas foram mais escassas na bacia do Amazonas. Nas demais bacias brasileiras, predominaram chuvas acima da média histórica. Por esta razão, os valores de vazão apresentaram-se acima da MLT na maioria das estações fluviométricas monitoradas. Contudo, ressalta-se que mais da metade das estações apresentaram diminuição das vazões

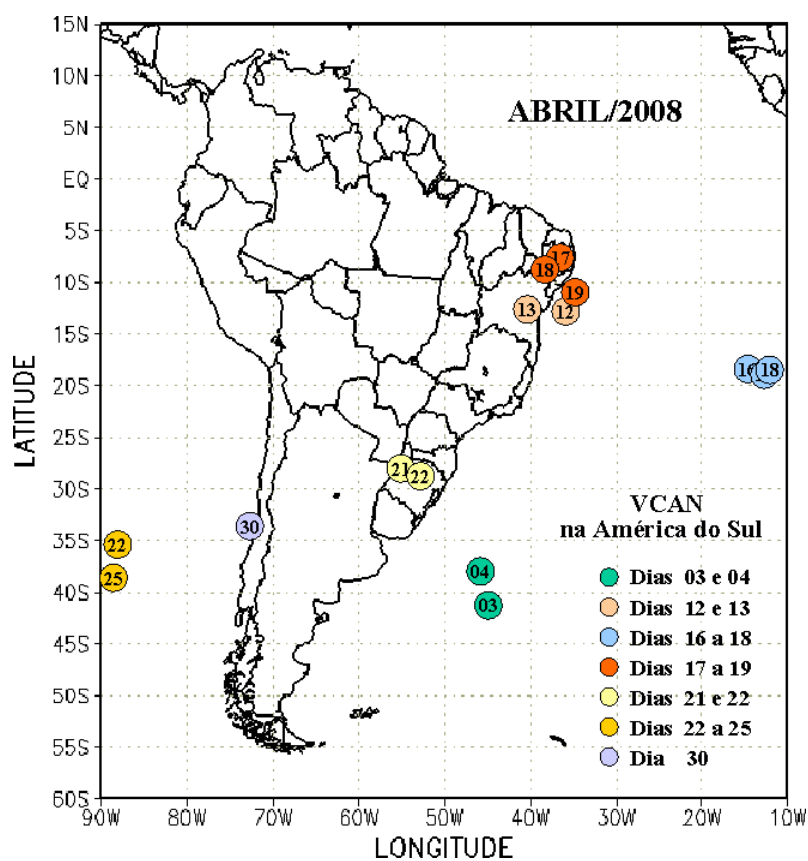
em comparação com o mês anterior, principalmente aquelas localizadas no norte da bacia do Paraná.

A Figura 30 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 31. Os valores médios das vazões nas estações monitoradas e os desvios em relação à MLT são mostrados na Tabela 3.

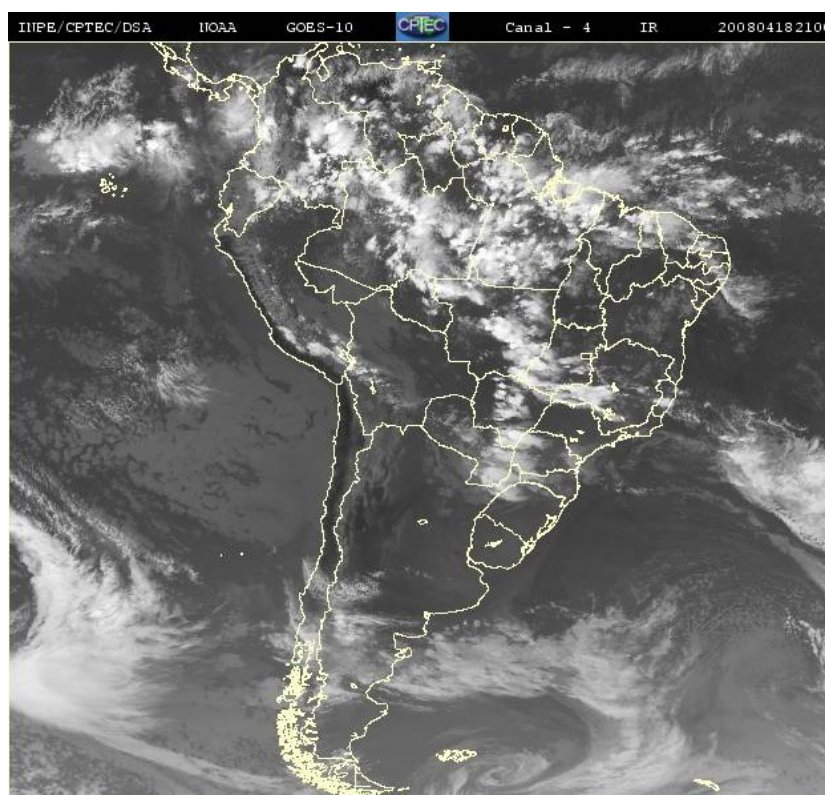
Na estação Manacapuru-AM, as vazões foram calculadas a partir das cotas observadas no Rio Negro, utilizando um modelo estatístico (ver nota nº 8 no final desta edição). Durante o mês de janeiro, as vazões atingiram um valor máximo de 27 m, sendo a mínima igual a 26,41 m e a média igual a 26,70 m (Figura 32).

As vazões aumentaram e excederam a MLT na maioria das estações localizadas na bacia do Amazonas, em comparação com o mês anterior e com os correspondentes valores climatológicos. A exceção ocorreu na estação Samuel-RO, no sudoeste da bacia, onde a vazão média mensal diminuiu e ficou abaixo da MLT. Na estação Tucuruí-PA, na foz da bacia do Tocantins, a vazão apresentou comportamento similar ao da maioria das estações localizadas na bacia do Amazonas.

Na bacia do São Francisco, as vazões diminuíram em comparação com o mês anterior, porém, na estação Três Marias-MG, o valor registrado ficou acima da MLT.



(a)



(b)

FIGURA 29 - Posição do centro dos Vórtices em Altos Níveis (VCAN) com a indicação dos dias de atuação sobre a América do Sul em ABRIL/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). A imagem de satélite ilustra a atuação do VCAN no dia 18/04/2008, às 21:00 TMG (b).

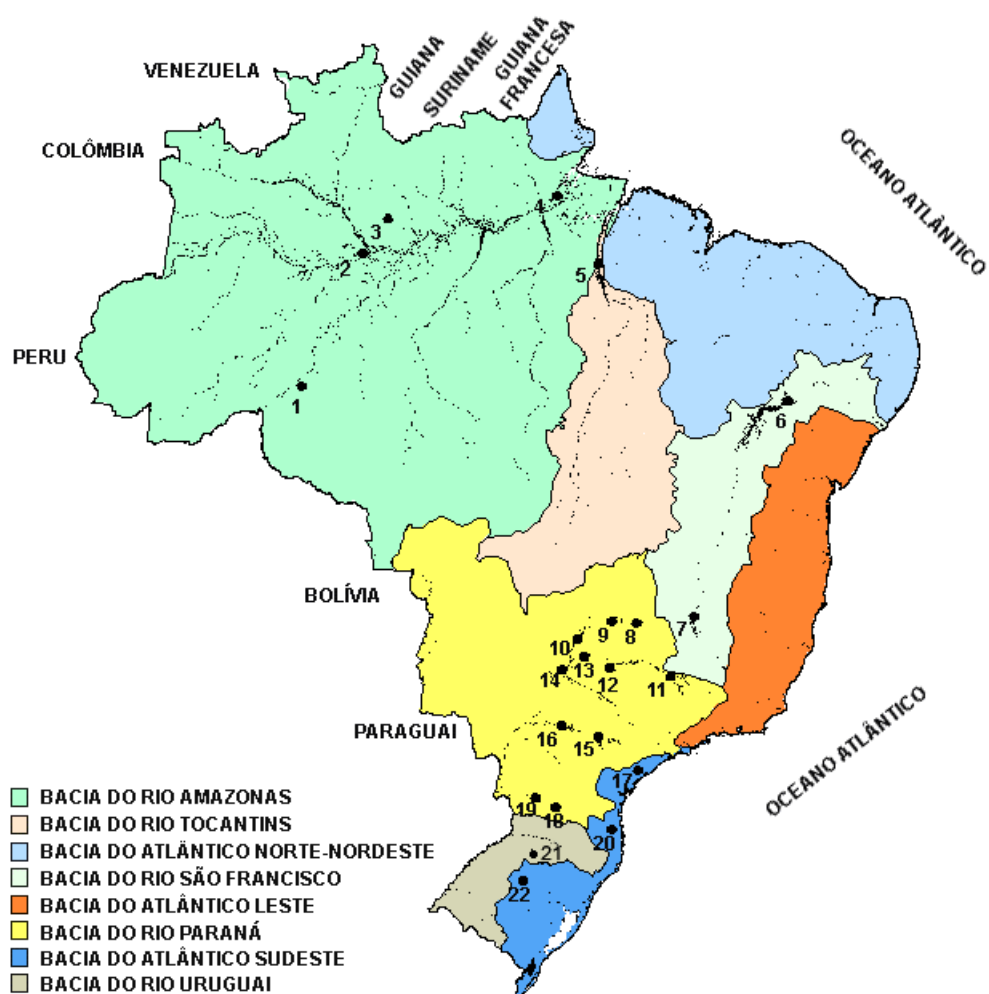


FIGURA 30 - Localização dos postos fluviométricos citados na TABELA 3.

LOCAL	VAZÃO (m³/s)	DESVIO (%)	LOCAL	VAZÃO (m³/s)	DESVIO (%)
1. Samuel-RO	775,0	-0,1	12. Marimbondo-SP	3098,0	46,7
2. Manacapuru-AM	116433,4	9,2	13. Água Vermelha-SP	3372,0	41,9
3. Balbina-AM	977,0	0,5	14. Ilha Solteira-SP	9913,0	52,5
4. Coaracy Nunes-AP	2232,0	24,3	15. Xavantes-SP	407,0	46,4
5. Tucuruí-PA	26265,0	10,0	16. Capivara-SP	1183,0	36,6
6. Sobradinho-BA	3978,0	-3,2	17. Registro-SP	319,5	-29,8
7. Três Marias-MG	1111,0	40,8	18. G. B. Munhoz-PR	488,0	8,7
8. Emborcação-MG	686,0	7,4	19. Salto Santiago-PR	707,0	5,4
9. Itumbiara-MG	2576,0	26,4	20. Blumenau-SC	153,0	17,7
10. São Simão-MG	4779,0	50,2	21. Passo Fundo-RS	23,0	-23,3
11. Furnas-MG	1448,0	40,9	22. Passo Real-RS	51,0	-57,5

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

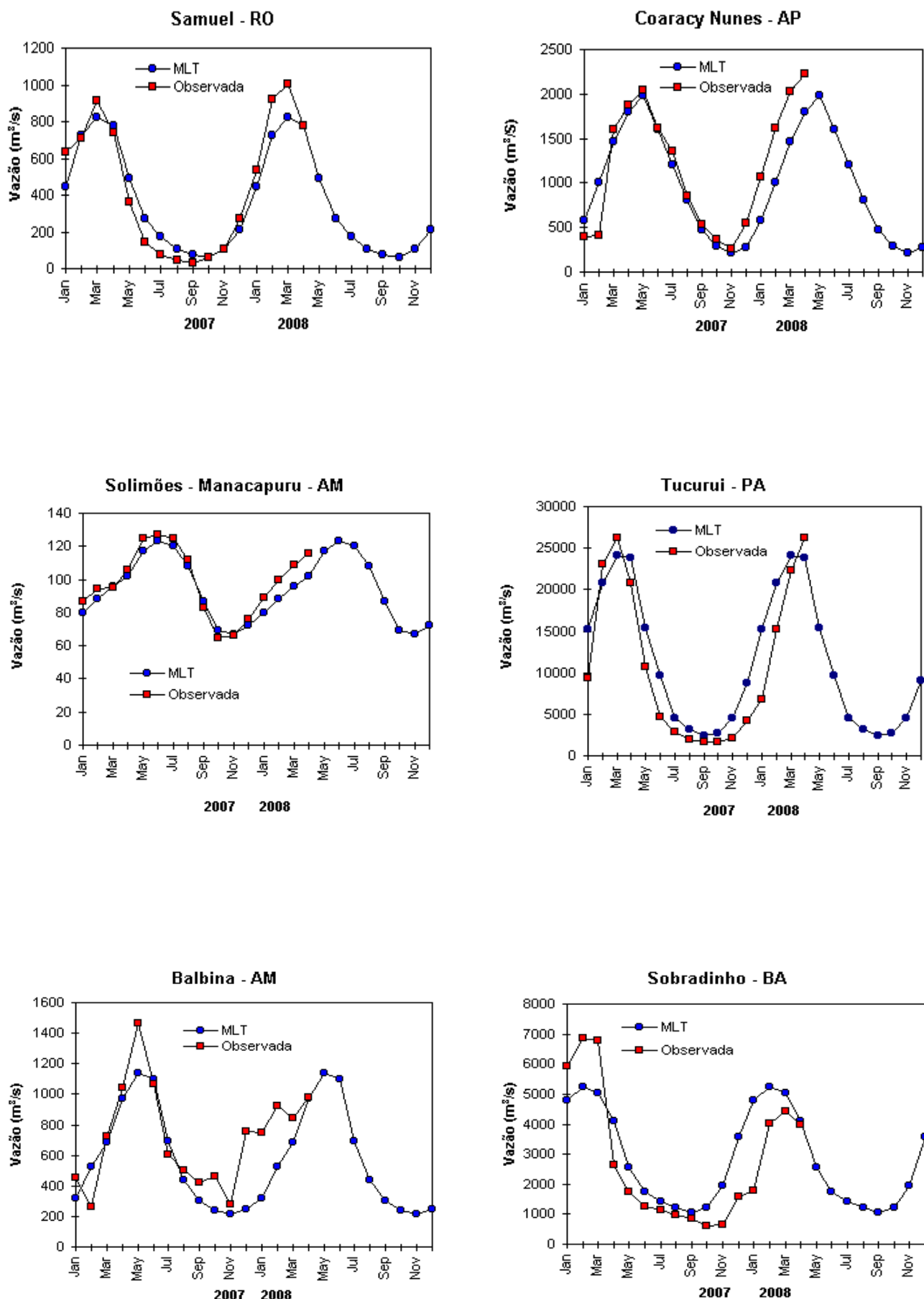


FIGURA 31 – Variação das vazões naturais médias mensais em relação à MLT para 2007 e 2008. No gráfico de Manacapuru-AM, a vazão média em m^3/s foi dividida por mil (FONTE: ELETROBRÁS, ONS, ANEEL, ELETRONORTE e FURB).

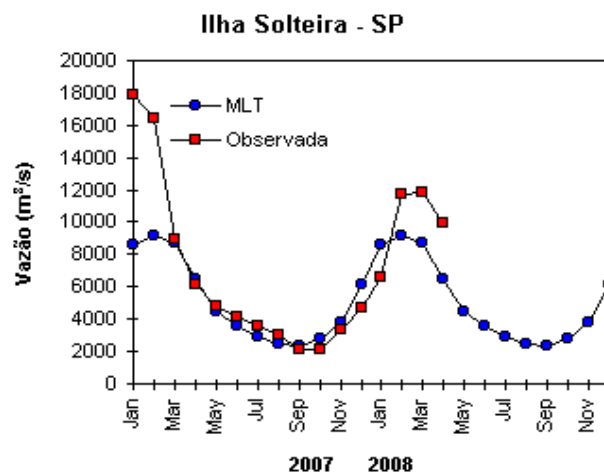
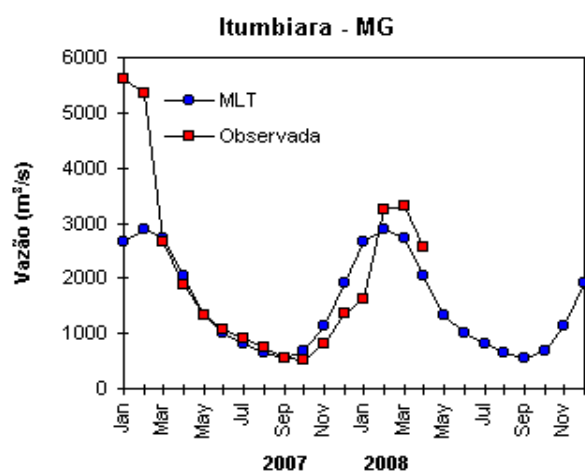
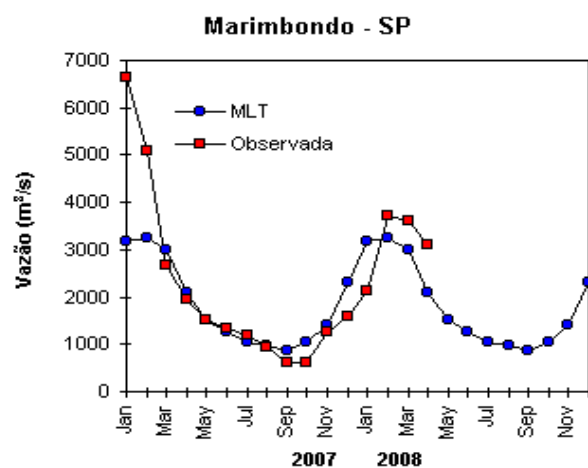
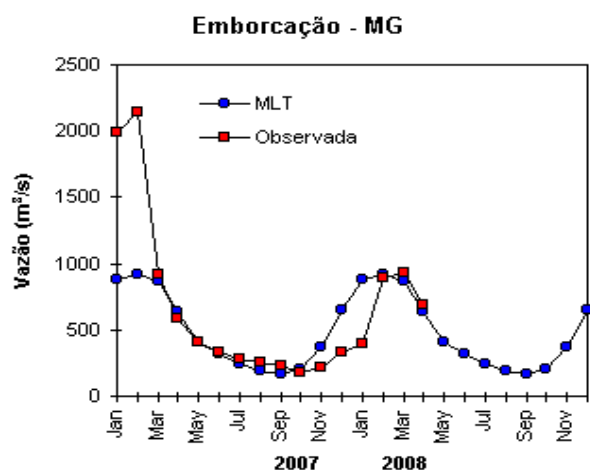
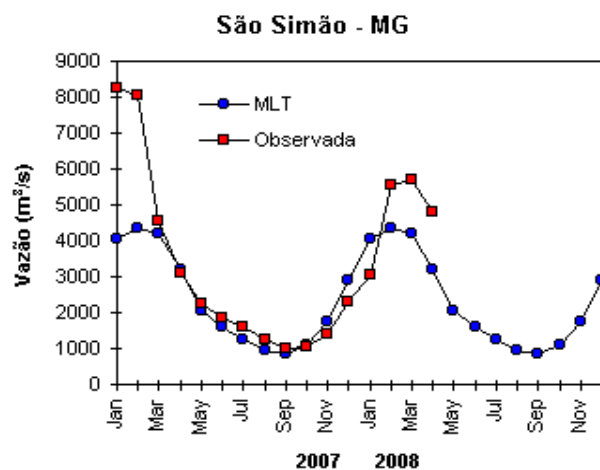
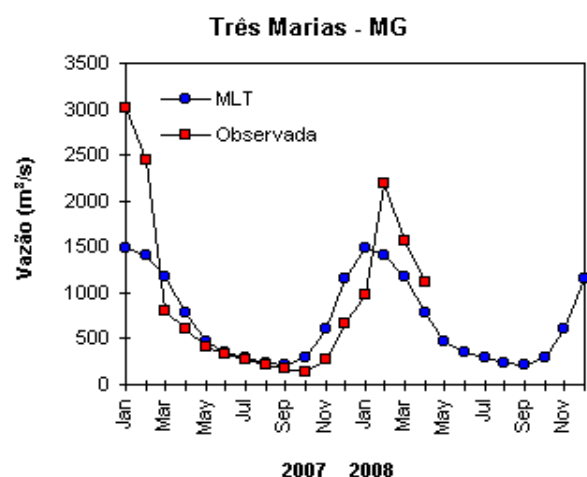


FIGURA 31 – Continuação (A).

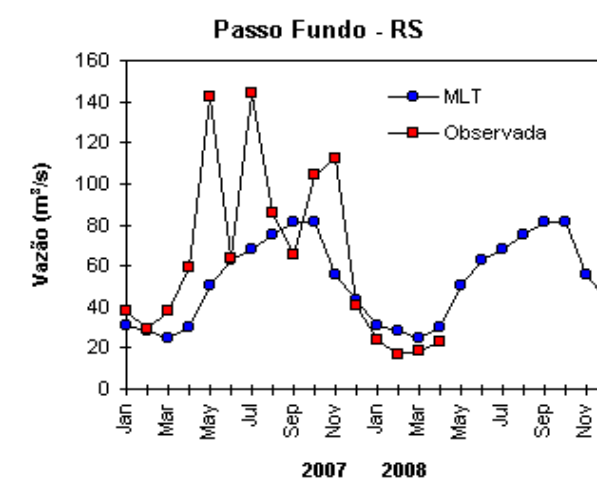
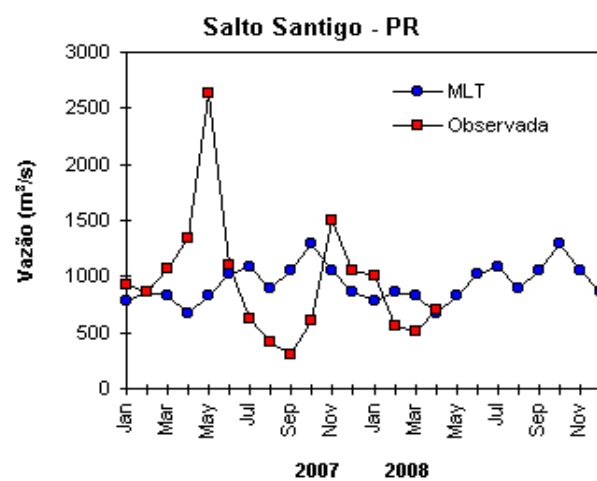
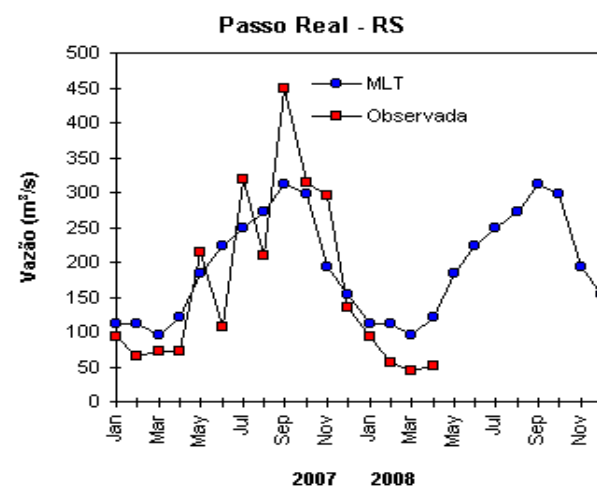
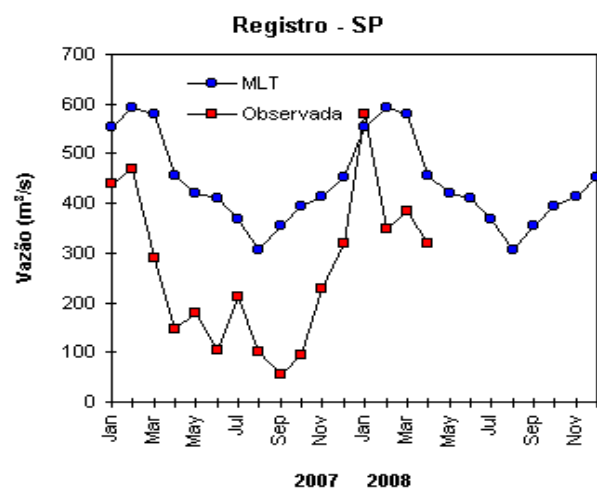
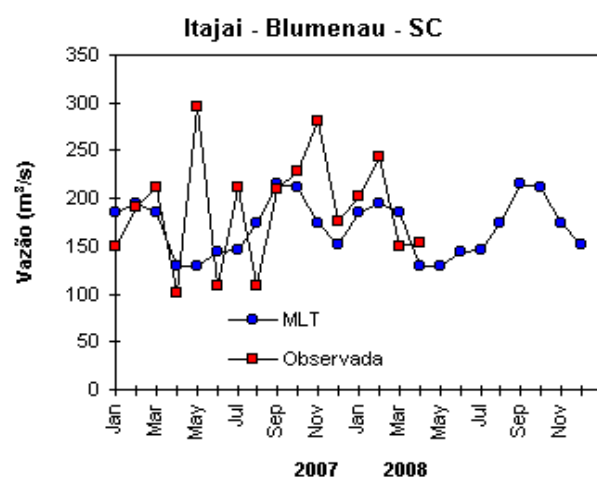
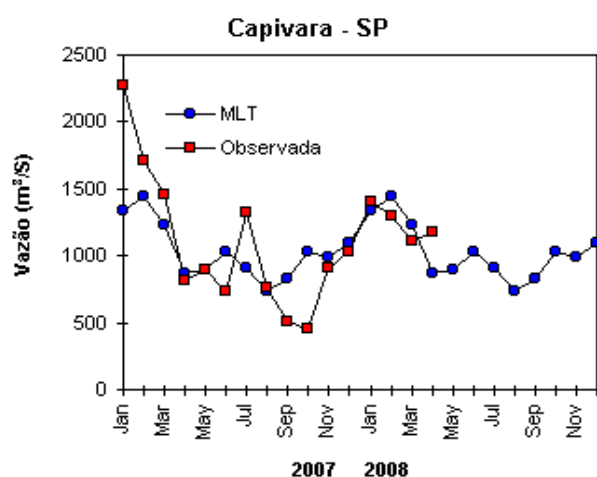


FIGURA 31 – Continuação (B).

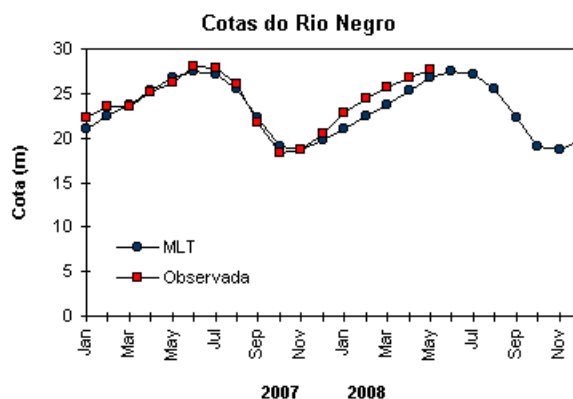


FIGURA 32 – Cotas médias do Rio Negro, expressas em metros acima do nível médio do mar, para 2007 e 2008 (quadrado) e a MLT para a média de 1903 a 1986 (círculo). (FONTE: Adm. do Porto de Manaus – CODOMAR).

VALE DO ITAJAÍ	PRECIPITAÇÃO (mm)	DESVIOS (%)
Apiúna-SC	135,0	-62,7
Blumenau-SC	184,8	-74,2
Ibirama-SC	141,8	-67,3
Ituporanga-SC	149,8	-60,4
Rio do Sul-SC	154,0	-67,7
Taió-SC	152,7	-74,7

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

No norte da bacia do Paraná, as vazões começaram a diminuir se comparadas ao mês anterior, porém excederam os correspondentes valores da MLT. Destacaram-se as estações Xavantes-SP, Capivara-SP e Salto Santiago-PR, no sul desta bacia, onde as vazões continuaram aumentando e apresentaram desvios positivos quando comparadas à MLT.

Na bacia do Atlântico Sudeste, a vazão média mensal diminuiu na estação de Registro-SP, apresentando desvio negativo quando comparada à MLT. Nas estações Passo Real-RS e de Blumenau-SC, a vazão média mensal foi maior que aquela registrada no mês anterior, sendo que, na última, o valor registrado excedeu a MLT. Destacou-se, contudo, a predominância de anomalias negativas de precipitação sobre o Vale do Itajaí (Tabela 4).

Na bacia do Uruguai, a vazão registrada na estação Passo Fundo-RS também continuou aumentando durante abril, porém ficou abaixo da MLT.

6. QUEIMADAS NO BRASIL

Abril é um mês no qual se registra menor

número de queimadas em decorrência do aumento climatológico das chuvas. Neste mês, esta tendência foi acentuada pela ocorrência de chuvas acima da média na maior parte do País. No total, registraram-se cerca de 882 focos de queimadas no Brasil, detectadas pelo satélite NOAA-15¹ (Figura 34). Este valor ficou apenas 12% acima dos focos detectados no mês anterior e também ocorreu dentro do esperado em função do período chuvoso em alguns setores das Regiões Norte, Centro-Oeste e Sudeste do Brasil.

Neste mês, o número de focos detectado manteve-se estável em comparação com abril de 2007. As anomalias positivas de precipitação nas Regiões Sudeste, Nordeste, no norte do Pará e na maior parte da Região Centro-Oeste contribuíram para a diminuição da queimadas nestas áreas, com reduções mais significativas no Mato Grosso (92%, 14 focos), Tocantins (80%, 5 focos), Goiás (76%, 12 focos), Mato Grosso do Sul (59%, 52 focos) e São Paulo (35%, 150 focos). Por outro lado, as anomalias negativas de precipitação verificadas na Região Norte, especialmente em Roraima, favoreceram o aumento dos focos em 460%, com 170 focos.

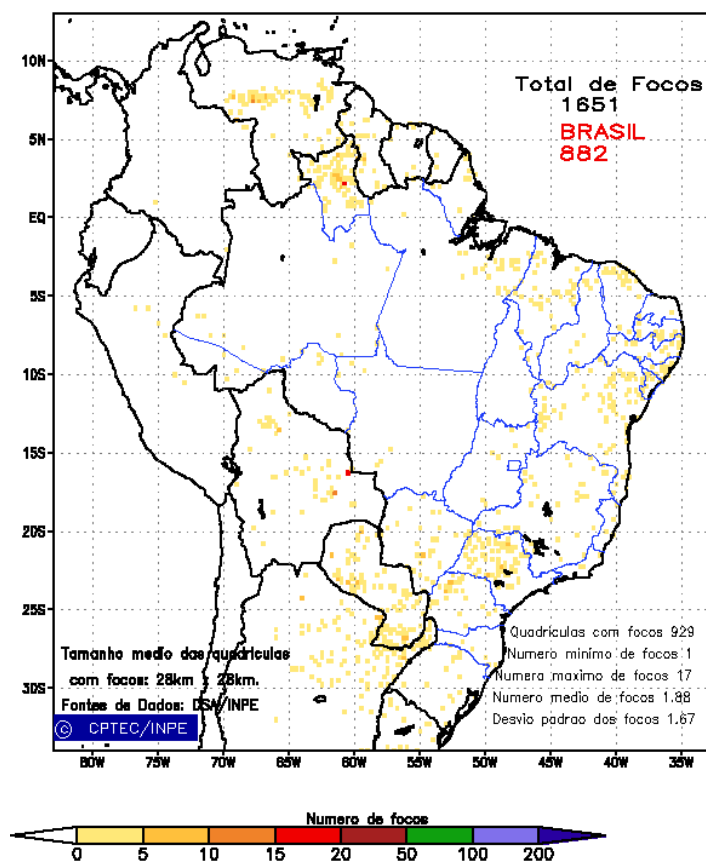


FIGURA 33 - Distribuição espacial de densidade de queimadas, detectadas em quadrículas de 28 km x 28 km no Brasil em ABRIL/2008. Focos de calor detectado através do satélite NOAA 15, às 21:00 TMG. (FONTE: DSA - Queimadas /INPE).

Na América do Sul, houve redução significativa na Venezuela (65%, 180 focos) e na Colômbia (95%, 5 focos). Por outro lado, houve aumento na Bolívia (127%, 100 focos), no sudeste do Paraguai (122%, 242 focos) e no norte da Argentina (17%, com 172 focos), em função das anomalias negativas de precipitação verificadas nestas regiões.

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.

7. MONITORAMENTO NA ANTÁRTICA

Em abril, foi observado o predomínio de anomalias negativas de Pressão ao Nível do Mar (PNM) no Oceano Austral, com valores de até -6 hPa nos mares de Ross, Amundsen e Bellingshausen e de até -4hPa no oeste dos mares de Weddell e Dumont D'Urville (Figura 34). No nível de 500 hPa, registrou-se anomalia positiva de geopotencial no platô antártico, continuando a tendência de anomalias positivas iniciada no mês anterior (ver Figura 12, seção 1).

No campo médio mensal de anomalia de vento em 925 hPa, destacou-se a anomalia anticiclônica no setor sudeste do Pacífico Sul e

ciclônica no setor sudoeste do Atlântico Sul (Figura 35). Foram registrados três 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 seis dias. Este escoamento pouco afetou as temperaturas no sul do Brasil, que permaneceram próximas à média nos Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina (ver seção 2.2).

Houve predominância de anomalias positivas da temperatura do ar em 925 hPa no Oceano Austral, com destaque para os valores positivos de até 6°C no mar de Ross. Na Passagem de Drake, destacaram-se as anomalias negativas de até -1°C (Figura 36). No nível de 500 hPa, foram registradas temperaturas aproximadamente 4°C acima da climatologia no interior do continente.

A anomalia anticiclônica observada no nível de 925 hPa, ao norte dos mares de Amundsen e Bellingshausen (ver Figura 35), propiciou advecção de ar de mais aquecido proveniente do Pacífico Sul em direção à costa do continente antártico. Esta configuração contribuiu, possivelmente, para a manutenção da fraca retração na extensão do gelo marinho nos mares de Amundsen e Bellingshausen, notada desde fevereiro passado (Figura 37).

Na estação brasileira, Estação Antártica Comandante Ferraz (EACF), registraram-se ventos predominantes de leste. A magnitude média mensal do vento foi de 7,5 m/s, superior a média climatológica para este mês (5,8 m/s). A temperatura média do ar foi igual a -1,7°C e ficou pouco abaixo da climatológica (-1,4°C). Dados

anuais completos e resumos mensais, bem como a climatologia da EACF (período de 1984 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).

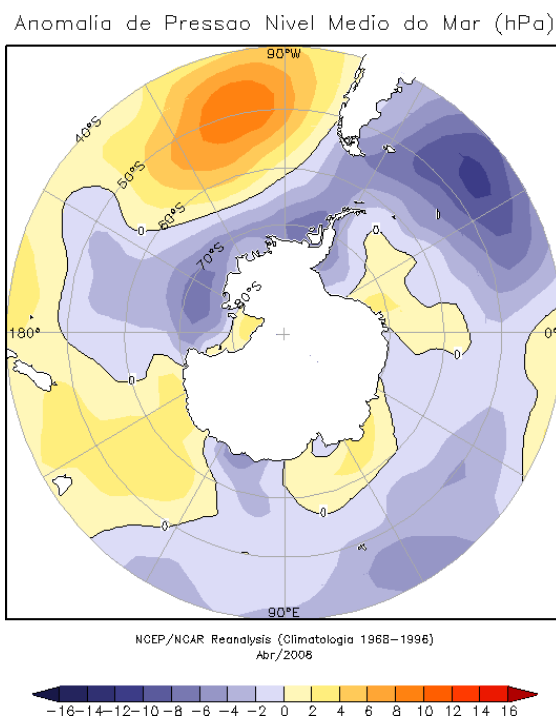


FIGURA 34 – Anomalia de Pressão ao Nível do Mar (PNM), em hPa, em ABRIL/2008. Notam-se as anomalias negativas nos mares de Ross, Amundsen, Bellingshausen e na Passagem de Drake. (FONTE: NOAA/CDC).

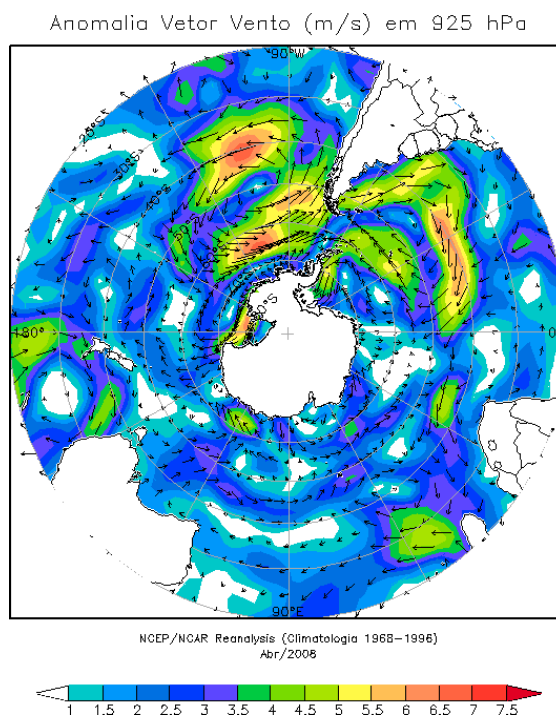


FIGURA 35 - Anomalia de vento (m/s) em 925 hPa, em ABRIL/2008. Destaca-se a anomalia ciclônica e a anomalia anticiclônica no setor sudeste do Pacífico Sul. (FONTE: NOAA/CDC).

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

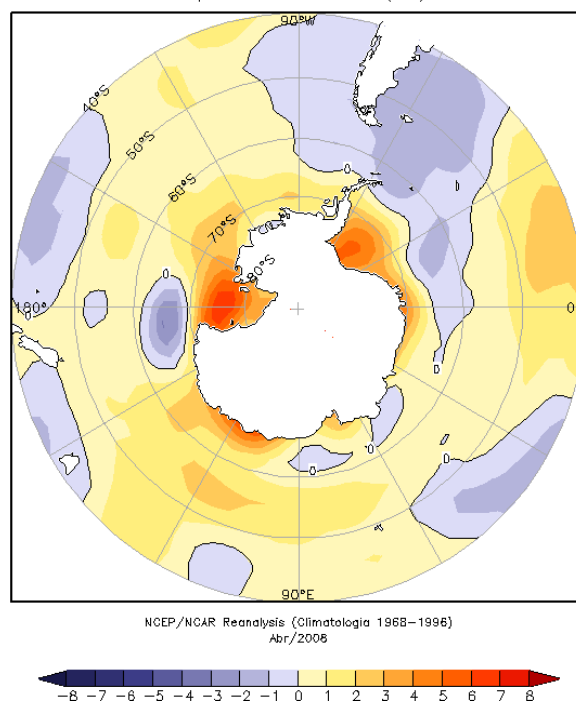


FIGURA 36 - Anomalia de temperatura do ar (°C), em 925 hPa, em ABRIL/2008. Nota-se a predominância de anomalias positivas no Oceano Austral. (FONTE: NOAA/CDC).

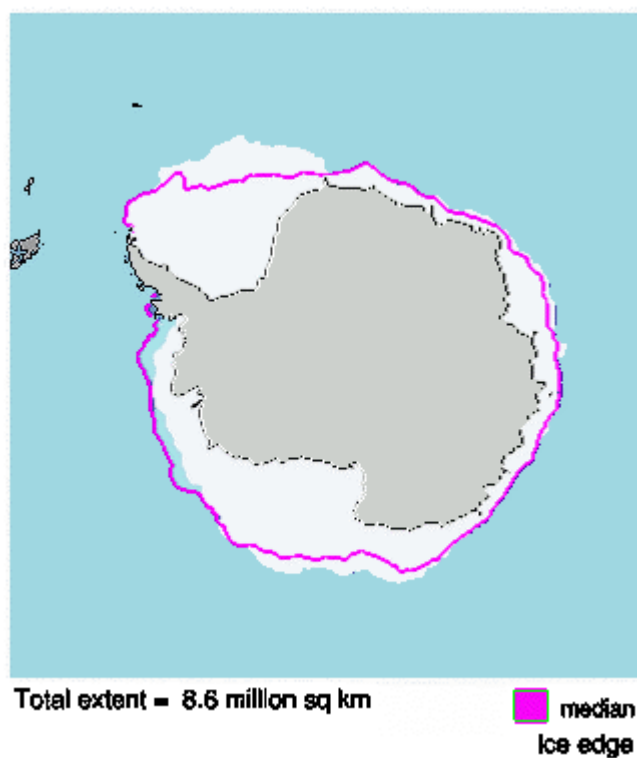


FIGURA 37 - Extensão do gelo marinho no Oceano Austral, em ABRIL/2008. Nota-se que a retração na extensão do gelo marinho nos mares de Bellingshausen e Amundsen e a expansão nos mares de Weddell e Ross. (FONTE: NOAA/CDC e NOAA/NSIDC).

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 pêntada em questão. A imagem síntese era uma imagem digital onde, em cada ponto (pixel) era retida apenas a temperatura mais alta encontrada no mesmo ponto das 40 imagens utilizadas para criá-la. Atualmente, são utilizadas duas técnicas para a avaliação da posição média da ZCIT. A primeira consiste na utilização de imagens do satélite **GOES-8** para gerar imagens médias pentadais de temperatura de brilho em K. Nesta técnica, baixos valores de temperatura indicam, em geral, ocorrência de atividade convectiva. A contaminação por nuvens cirriformes é normalmente eliminada através de análise subjetiva, considerando os conceitos dos sistemas meteorológicos que atuam na região. A segunda técnica consiste na localização dos mínimos valores de **ROL**, a partir de campos médios pentadais, ao longo do Oceano Atlântico Equatorial. Os dados de **ROL** utilizados são provenientes do **NOAA/EUA** e os dados para obtenção da posição climatológica mensal da ZCIT foram obtidos das reanálises do **NCEP/EUA**. A Figura é elaborada pelo Grupo de Previsão de Clima do **CPTEC/INPE**.

5 – Os mapas de precipitação contêm informações de instituições no Brasil ligadas direta ou indiretamente à área de meteorologia: FUNCEME, ITEP/LAMEPE-PE, EMPARN-RN, SEMARH-BA, CMRH -SE, SEMARHN/DHM -AL, SECTMA/AESA-PB, DHME-PI, CEMIG/SIMGE-MG, SEAG-ES, SIMEPAR-PR, CIRAM-SC, FEPAGRO-RS, IAC-SP, GEORIO-RJ 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 **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, neta 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
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

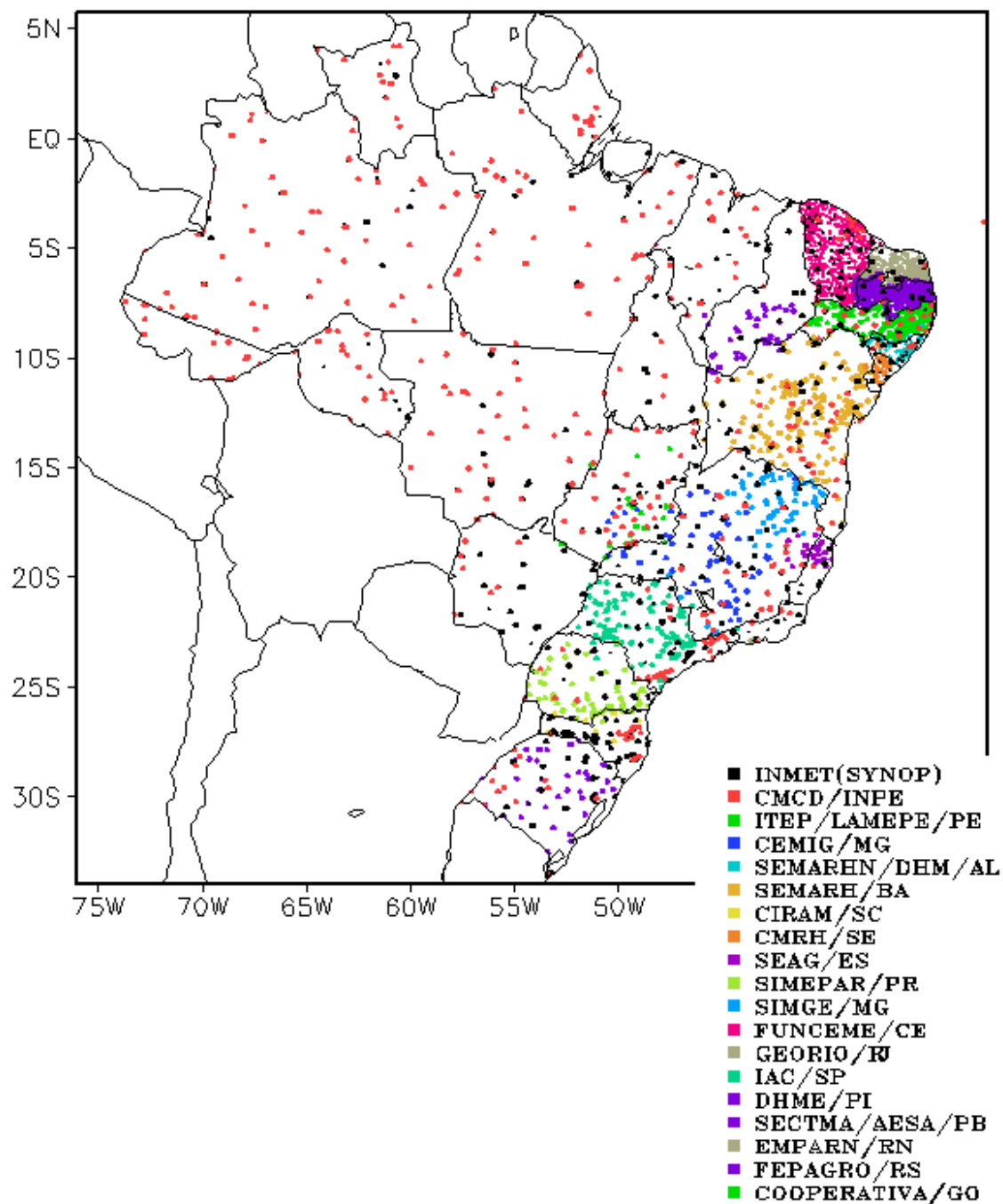


FIGURA A – Distribuição espacial das 3.648 estações pluviométricas e meteorológicas no Brasil.

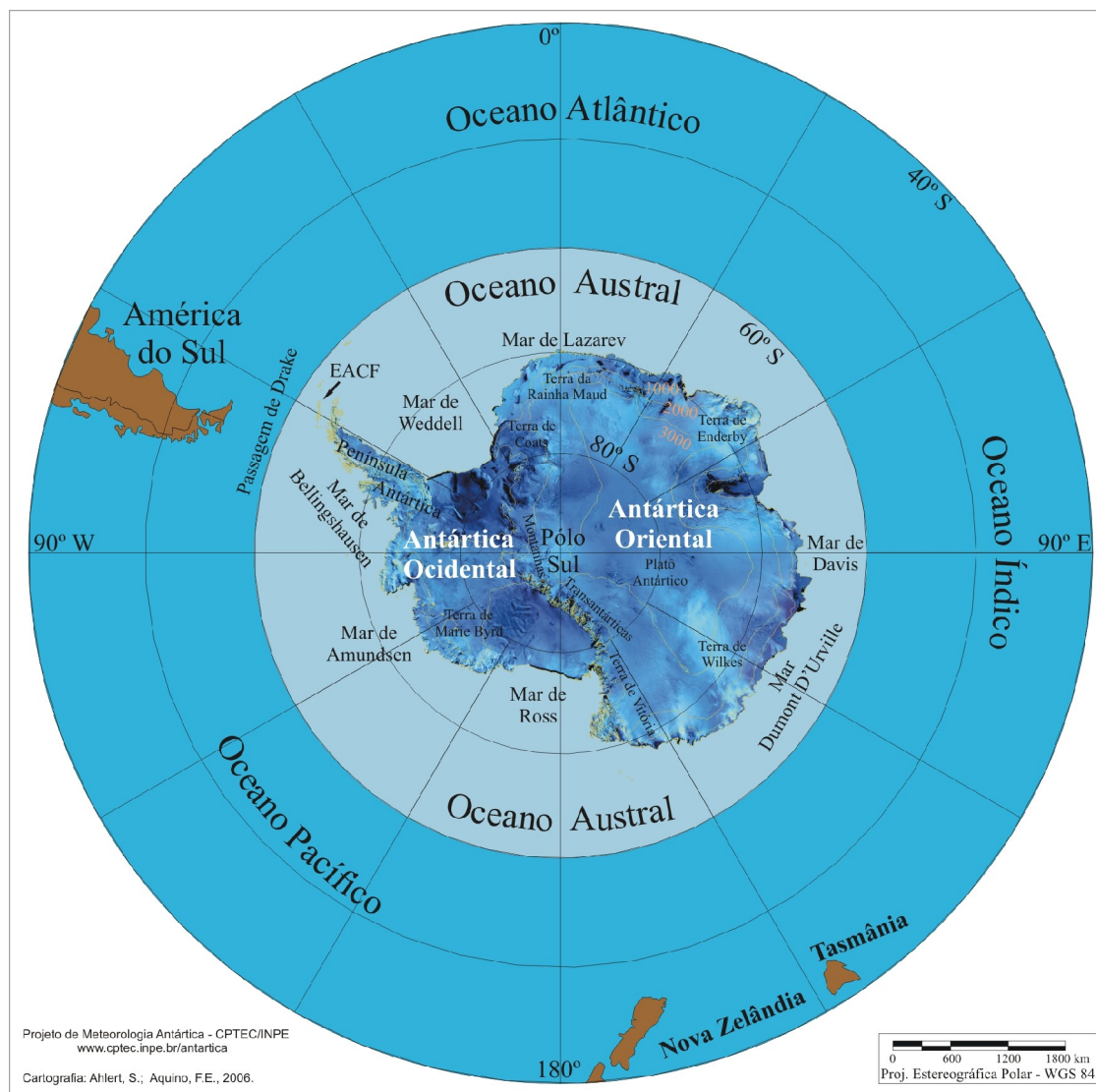


FIGURA B – Mapa da Antártica, ilustrando suas principais regiões. (FONTE: Projeto de Meteorologia Antártica do CPTEC/INPE, 2006)