

CLIMANÁLISE

BOLETIM DE MONITORAMENTO E ANÁLISE CLIMÁTICA

Climanálise	Cachoeira Paulista - SP	Volume 25	Número 04	Abril/2010
-------------	-------------------------	-----------	-----------	------------

CLIMANÁLISE

Boletim de Monitoramento e Análise Climática

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

ISSN 0103-0019 CDU-555.5

Denominação anterior:

Boletim de Monitoramento do Clima do Nordeste.

Palavras chaves:

Meteorologia e Climatologia

CLIMANÁLISE

BOLETIM DE MONITORAMENTO E ANÁLISE CLIMÁTICA

VOLUME 25 - Nº 04

ABRIL/2010

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

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

CLIMANÁLISE

BOLETIM DE MONITORAMENTO E ANÁLISE CLIMÁTICA

VOLUME 25 - Nº 04

ABRIL/2010

Índice

SUMMARY	i
SUMÁRIO	i
1. ASPECTOS DE GRANDE ESCALA NA ATMOSFERA GLOBAL E NOS OCEANOS TROPICAIS	3
2. ASPECTOS CLIMÁTICOS E SINÓTICOS NO BRASIL	11
2.1 – Análise da Precipitação no Brasil	11
2.1.1 – Região Norte	11
2.1.2 – Região Centro-Oeste	11
2.1.3 – Região Nordeste	11
2.1.4 – Região Sudeste	11
2.1.5 – Região Sul	13
2.2 – Análise da Temperatura no Brasil	13
3. PERTURBAÇÕES ATMOSFÉRICAS SOBRE O BRASIL	16
3.1 – Sistemas Frontais e Frontogênese	16
3.2 – Massas de Ar Frio e Geadas	16
3.3 – Zona Convectiva sobre a América do Sul	19
3.3.1 – Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS)	19
3.3.2 – Zona Convectiva Intertropical (ZCIT)	19
3.3.3 – Linha de Cumulonimbus na Costa Norte/Nordeste da América do Sul	19
3.3.4 – Distúrbios Ondulatórios de Leste (DOL)	22
4. ESCOAMENTO EM ALTOS NÍVEIS	22
4.1 – Jato sobre a América do Sul	22
4.2 – Circulação da Alta da Bolívia	26
4.3 – Vórtices Ciclônicos e Cavados em Altos Níveis	26
5. ANÁLISE DE DADOS HIDROLÓGICOS NO BRASIL	26
6. QUEIMADAS NO BRASIL	30
7. MONITORAMENTO NA ANTÁRTICA	30
NOTAS	38
SIGLAS	40
SIGLAS TÉCNICAS	41
APÊNDICE	42

SUMMARY

The rainfall in the first half of April was above normal in most parts of the North, Northeast, Southeast and Central-west Regions of Brazil. The rains were associated with a highly convective frontal system that moved from the South to North Regions of the country which organized a wide band of moisture convergence over central-northern parts of Brazil. The Madden-Julian oscillation signature was evident and contributed to the rainfall. In the second half of the month some more frontal passages and intense mid-tropospheric circulation caused rainfall over Southern Brazil Region.

The atmospheric and oceanic conditions indicated further weakening of the El Niño situation. Simultaneously cooler waters were advected to the equatorial regions of the ocean near South American coast indicating the beginning of the cold phase of the ENSO phenomenon. In the North Atlantic the warm anomalies of SST continue strong with values of 3C above normal and continue to favor a northerly positioning of ITCZ.

The monthly mean river flow intensified in the northern Amazon Basin, in the southern parts of Paraná Basin and the Tocantins, Atlântico Sudeste and Uruguay Basins.

The 1200 bushfires detected in the country exceeded by 20% the number detected in March and in April 2009, especially in northern Nordeste and some parts of central Brazil.

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

SUMÁRIO

A primeira quinzena de abril foi marcada pela ocorrência de chuvas acima da média na maior parte das Regiões Norte, Nordeste, Sudeste e Centro-Oeste. Estas chuvas foram associadas principalmente à atuação de um sistema frontal que se deslocou para latitudes mais ao norte e organizou uma extensa região de convergência de umidade sobre o centro-norte do Brasil. Notou-se, também, a presença de um sinal favorável da Oscilação Madden e Julian (OMJ), no decorrer deste período. Já na segunda quinzena, a atividade dos sistemas frontais e o escoamento mais intenso na média e alta troposfera contribuíram para as chuvas acima da média na Região Sul do Brasil.

As condições oceânicas e atmosféricas indicaram o enfraquecimento do fenômeno El Niño sobre o Pacífico Equatorial. Simultaneamente, a advecção de águas mais frias nas camadas subsuperficiais adjacentes à costa oeste da América do Sul já sinaliza a evolução do fenômeno La Niña nos meses subsequentes. Na região do Atlântico Norte, a TSM continua até 3°C acima da média, favorecendo a atuação da ZCIT ao norte de sua posição climatológica.

As vazões médias mensais aumentaram principalmente nas estações monitoradas no norte da bacia do Amazonas, no sul da bacia do Paraná e nas bacias do Tocantins, Atlântico Sudeste e Uruguai, onde os valores observados ficaram acima da MLT.

Os 1.200 focos de queimadas detectados no Brasil superaram em 20% o número total detectado em março passado e no mesmo período de 2009, especialmente no norte do Nordeste e em algumas áreas centrais 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

O fenômeno El Niño evidenciou sinais de enfraquecimento no decorrer do mês de abril de 2010, quando as anomalias de TSM apresentaram-se menos positivas, especialmente na região central do Pacífico Equatorial (Figura 1 e Tabela 1). Contudo, os valores médios de TSM não se modificaram nas regiões dos Niños 1+2 e 4, enquanto que, na região do Niño 3, houve aumento de 1°C (Figura 2). De modo geral, as anomalias positivas de TSM vêm declinando gradativamente desde o início de 2010 na região do Pacífico Equatorial. Os valores de TSM continuaram positivos em grande extensão do Atlântico, especialmente próximo à costa noroeste da África, onde as anomalias positivas de TSM excederam 1°C (Figura 3). Esta situação tem evoluído desde outubro de 2009, contribuindo para a atuação preferencial da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) ao norte de sua posição climatológica (ver seção 3.3.1).

Considerando o campo de anomalia de Radiação de Onda Longa (ROL), destacou-se o aumento da convecção sobre o sul da África e

norte da Austrália (anomalias negativas) e supressão da convecção sobre o Pacífico Tropical Sul (anomalias positivas), conforme mostra a Figura 5. As anomalias negativas de ROL, notadas ao longo da faixa equatorial dos oceanos Pacífico e Atlântico e cuja maior magnitude ocorreu ao norte do Equador, foram consistentes com o posicionamento mais ao norte da ZCIT, conforme mencionado anteriormente. Destacaram-se, também, as anomalias positivas de ROL sobre o continente sul-americano, indicativas de diminuição da atividade convectiva. Sobre o Brasil, em particular, esta diminuição da convecção foi mais acentuada durante a segunda quinzena de abril (ver seção 2.1).

Os valores de Pressão ao Nível do Mar (PNM) apresentaram-se acima da climatologia em grande extensão do Oceano Pacífico e sobre o Atlântico Sul, como resultado da intensificação dos sistemas de alta pressão semipermanentes destes oceanos (Figura 6). Sobre a América do Sul, esta configuração foi consistente com a diminuição da atividade convectiva. No Atlântico Norte, persistiu a diminuição das anomalias negativas de PNM em área e magnitude, em comparação com março passado.

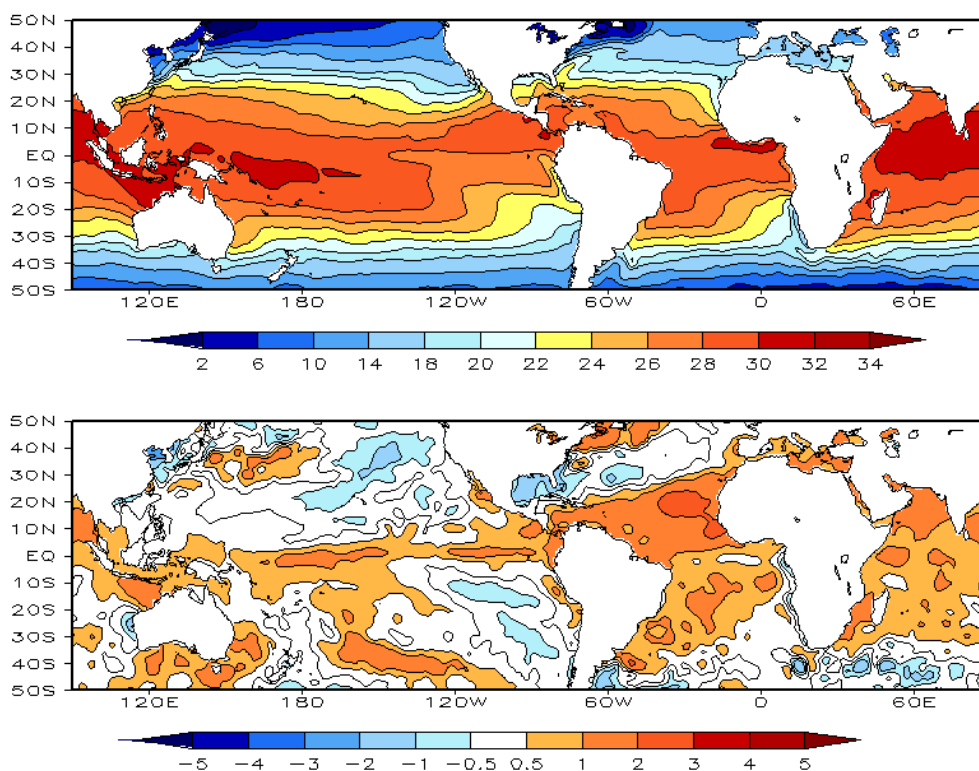


FIGURA 1 – Temperatura da Superfície do Mar (TSM), em ABRIL/2010: a) média, com intervalo das isotermas de 4°C para valores de TSM menores que 18°C. Para TSM maior que 18°C, o intervalo das isotermas é de 2°C; b) anomalias, com intervalo entre as isotermas de 0,5°C para anomalias até 1°C. Para anomalias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

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

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

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).

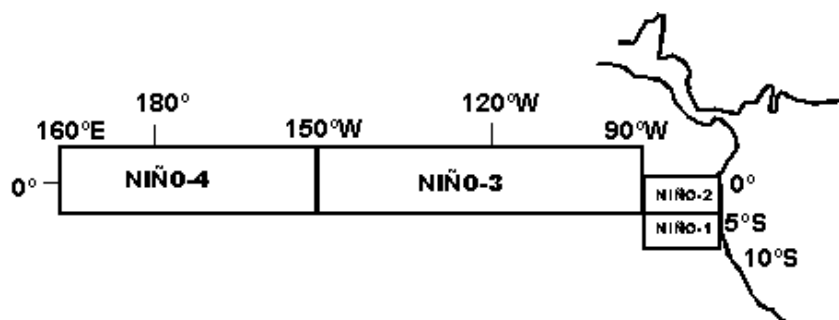
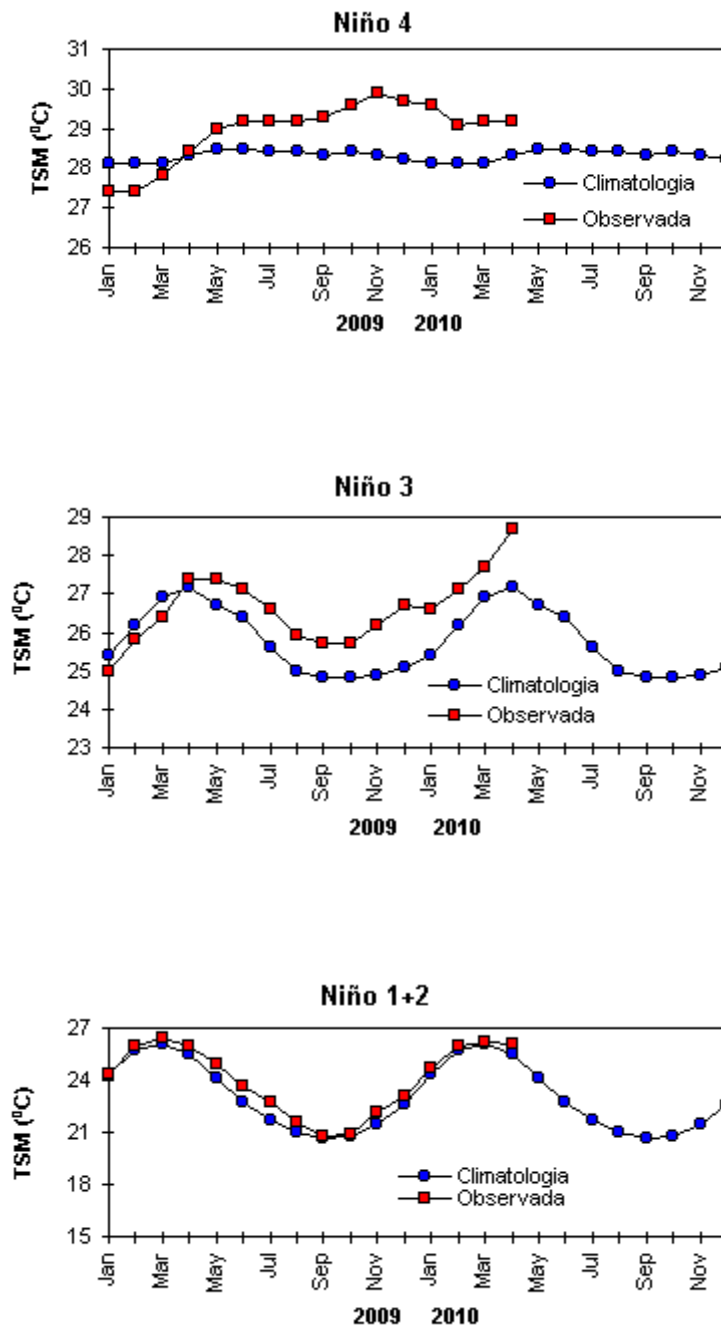


FIGURA 2 - Temperaturas médias da superfície do mar (quadrado) e média climatológica (círculo) no Oceano Pacífico para as regiões indicadas, expressas em °C. (FONTE: CPC/NWS).

Os ventos em baixos níveis (850 hPa) apresentaram-se mais relaxados na região do Pacífico Leste, ao norte do Equador, consistente com o aumento da convecção sobre esta área (Figuras 7 e 8). As anomalias anticiclônicas em baixos níveis, na região do Pacífico Sudeste e Atlântico, indicaram a intensificação das altas subtropicais. Em altos níveis, as anomalias de oeste sobre a América do Sul destacaram a

intensificação da corrente de jato sobre o continente (Figuras 9 e 10).

O campo de anomalia de altura geopotencial em 500 hPa evidenciou a dominância de ondas 1 e 4 em latitudes extratropicais do Hemisfério Sul. Anomalias negativas ao redor do continente antártico sugerem o estabelecimento da fase positiva da Oscilação Antártica (Figura 12).

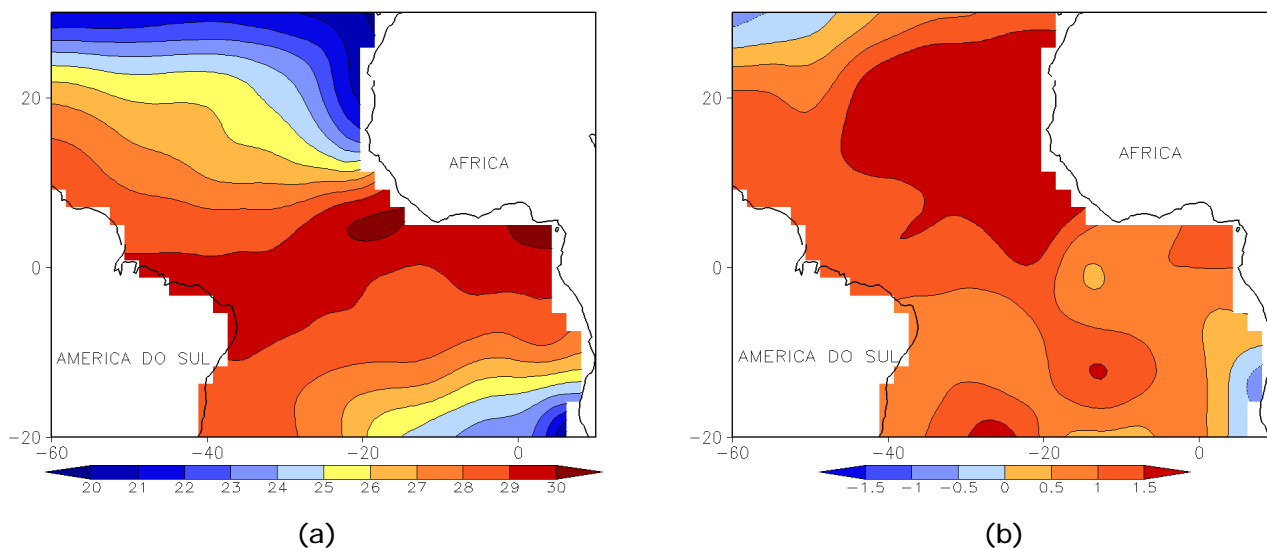


FIGURA 3 - Temperatura da Superfície do Mar (TSM) na região do Oceano Atlântico Tropical, em ABRIL/2010, analisada numa grade de 2°: a) média, com intervalo entre as isotermas de 1°C; b) anomalia, com intervalo entre as isotermas de 0,5°C. As anomalias são desvios das médias mensais em relação à climatologia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

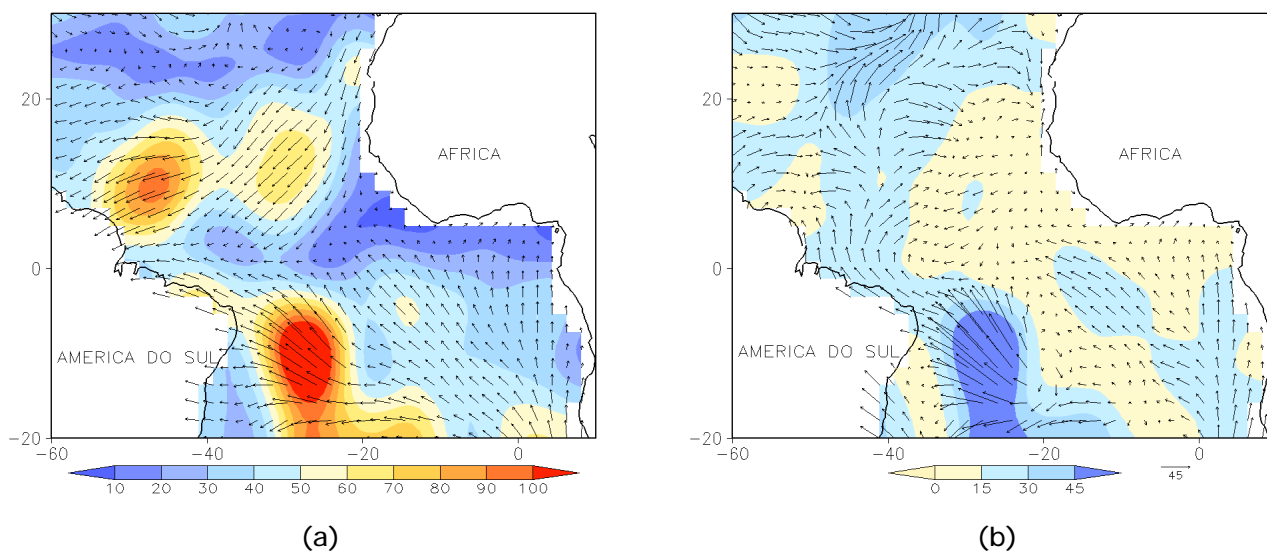


FIGURA 4 - Vetor pseudo-tensão de cisalhamento superficial, relacionado ao vento em superfície para ABRIL/2010: a) média, com intervalo entre as isolinhas de 10 m²/s²; b) anomalia, com intervalo entre as isolinhas de 15 m²/s². As anomalias são desvios das médias mensais para o período base 1964/1985.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

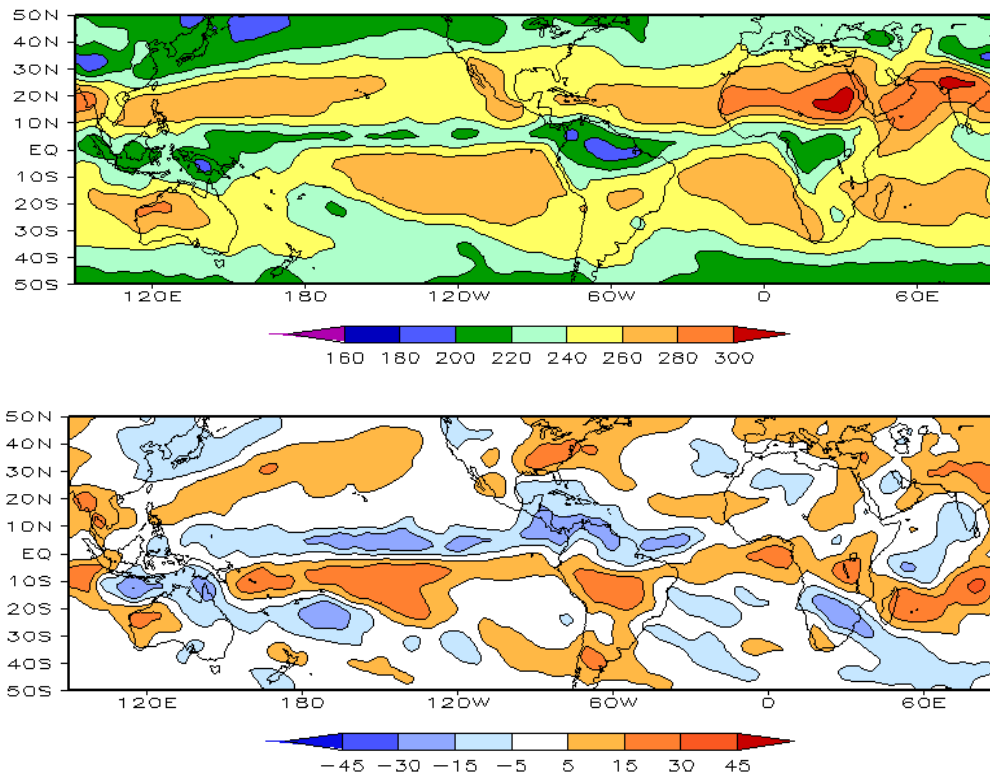


FIGURA 5 – Radiação de Onda Longa (ROL) emitida para o espaço, em ABRIL/2010 (medidas do NESDIS/ESL através do canal IV do AVHRR a bordo do satélite NOAA-12): a) média, com intervalo entre isolinhas de 20 W/m²; b) anomalia, com intervalo entre as isolinhas de 15 W/m². As anomalias são calculadas como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

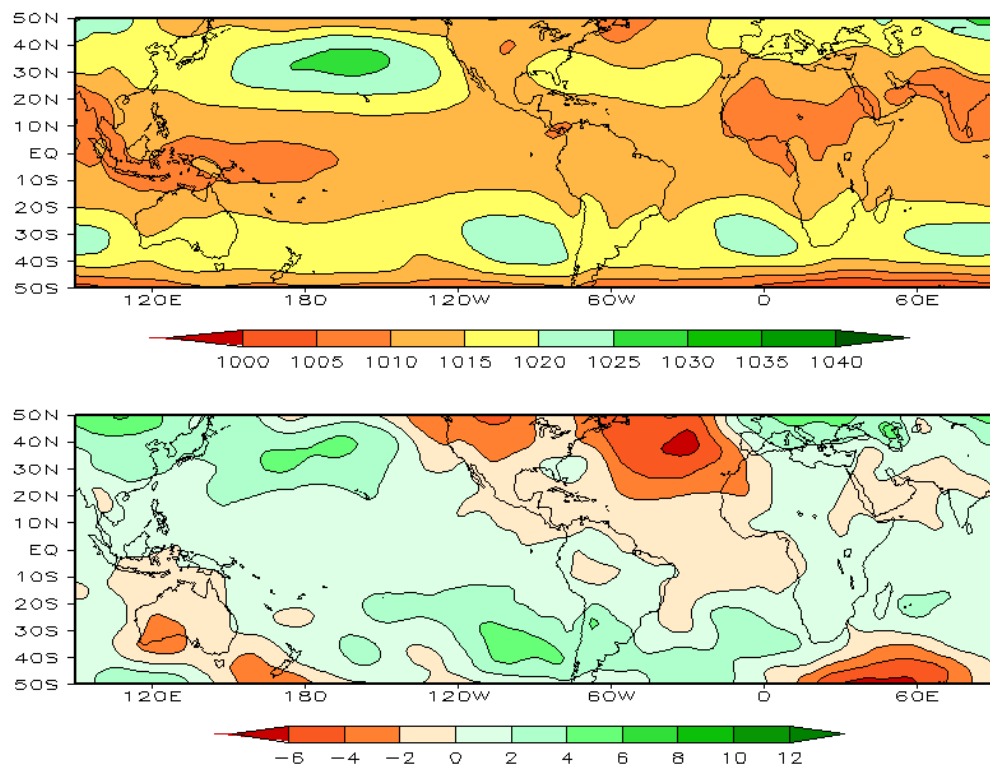


FIGURA 6 – Pressão ao Nível do Mar (PNM), em ABRIL/2010, analisadas numa grade de 2,5° e interpoladas para uma grade de 5° em projeção Mercator para visualização: a) média, com intervalo entre isolinhas de 5 hPa; b) anomalia, com intervalo entre as isolinhas de 2 hPa. As anomalias são calculadas como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

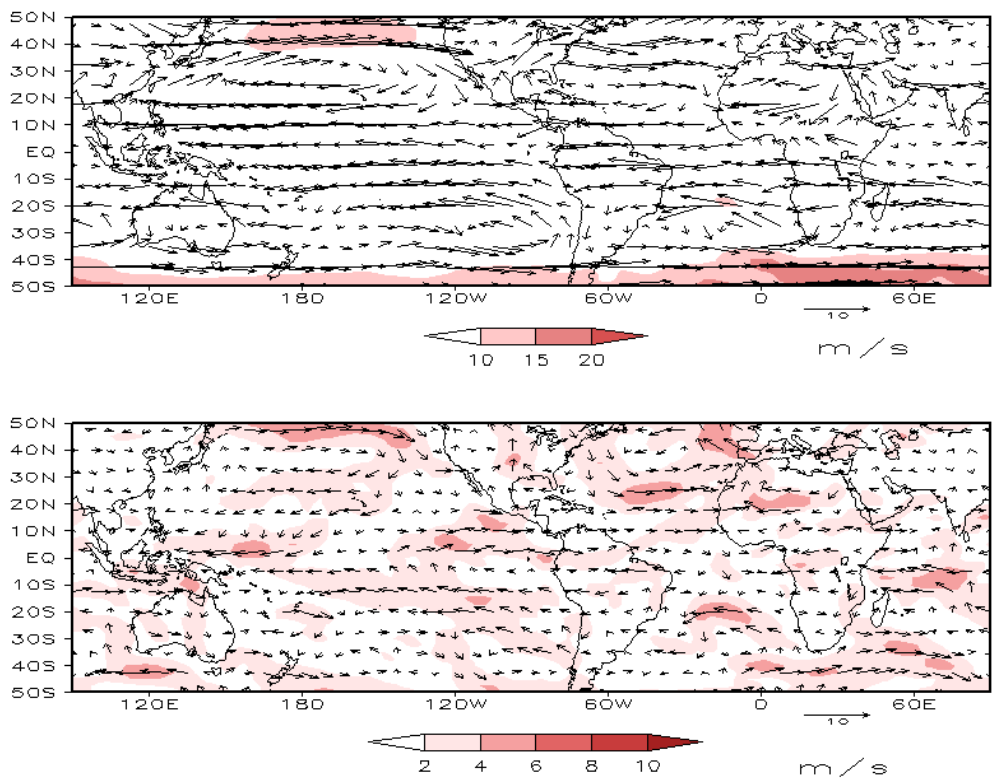


FIGURA 7 – Vetor do vento e magnitude em 850 hPa, em ABRIL/2010. Os ventos são analisados numa grade de 2,5° e interpolados para uma grade de 5° em projeção Mercator para visualização: a) campo médio, com intervalo entre as isotacas de 5 m/s; b) anomalia, com intervalo de 2 m/s. As anomalias são desvios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

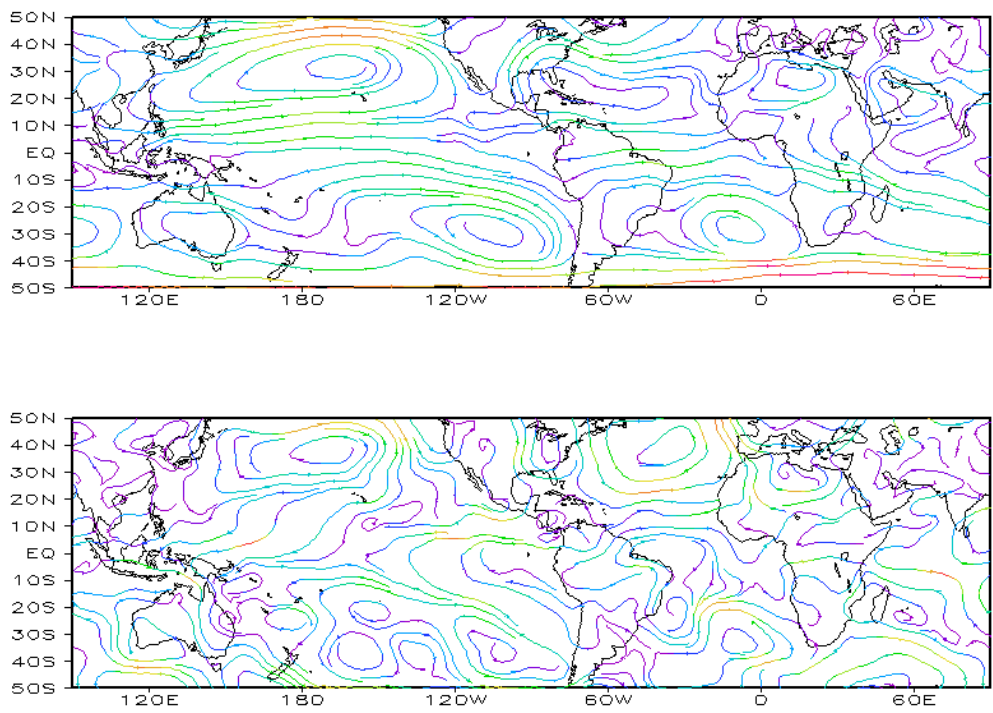


FIGURA 8 – Linhas de corrente em 850 hPa, em ABRIL/2010. Os ventos são analisados numa grade de 2,5° e interpolados para uma grade de 5° em projeção Mercator para visualização: a) média; b) anomalia. (FONTE: CPC/NCEP/NWS).

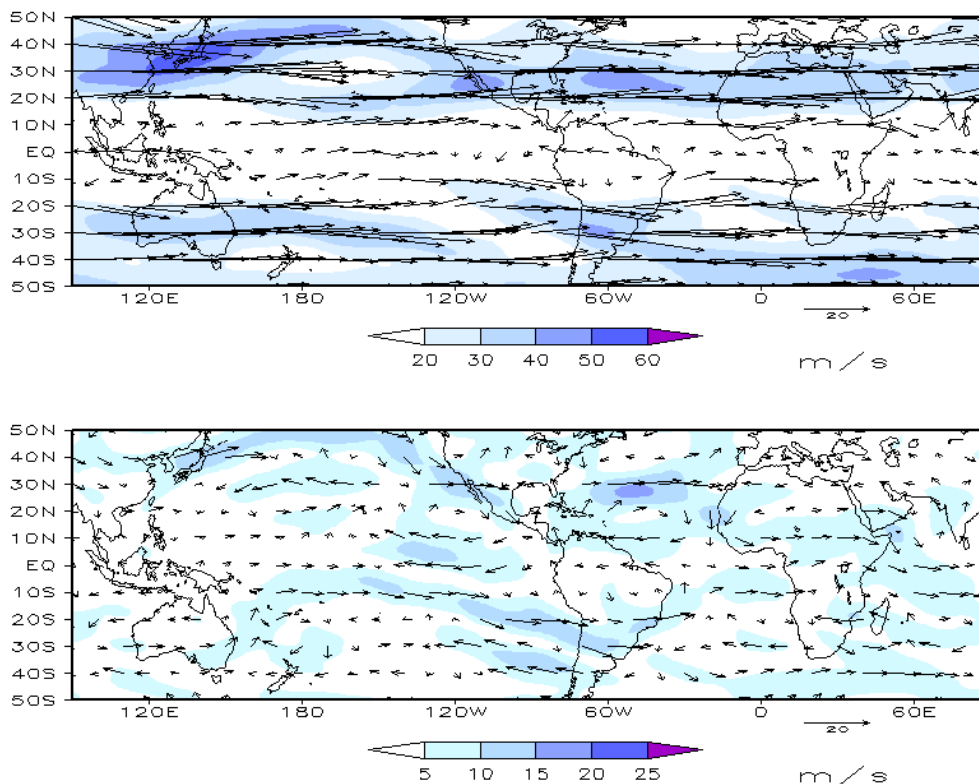


FIGURA 9 – Vetor do vento e magnitude em 200 hPa em ABRIL/2010. Os ventos são analisados numa grade de 2,5° e interpolados para uma grade de 5° em projeção Mercator para visualização: a) campo médio, com intervalo entre as isotacas de 10 m/s; b) anomalia, com intervalo entre as isotacas de 5 m/s. As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

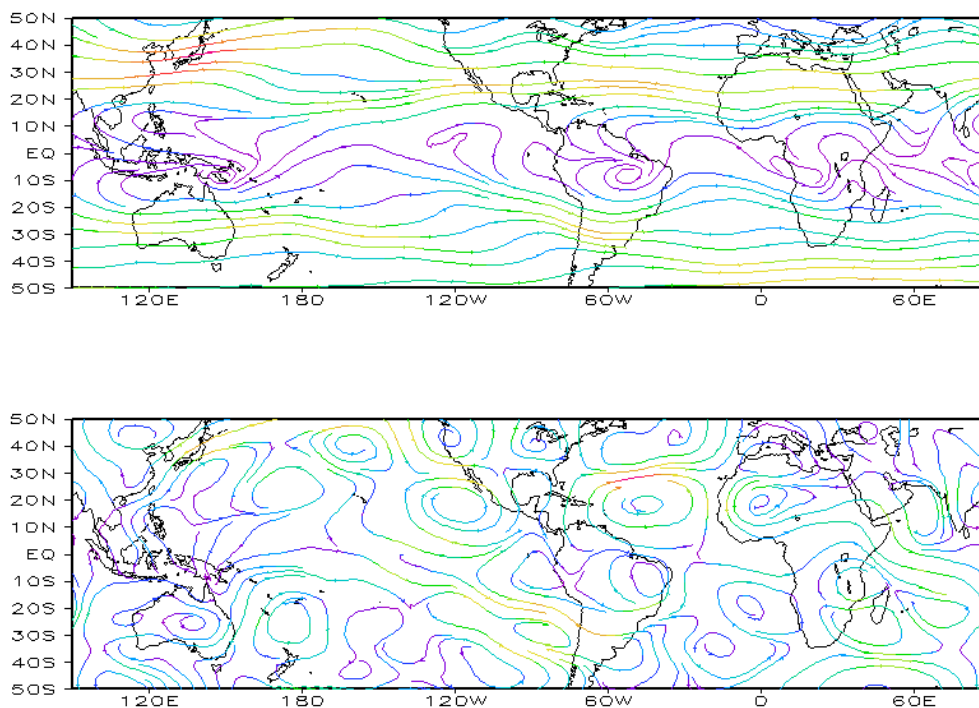


FIGURA 10 – Linhas de Corrente em 200 hPa, em ABRIL/2010. Os ventos são analisados numa grade de 2,5° e interpolados para uma grade de 5° em projeção Mercator para visualização: a) média; b) anomalia. (FONTE: CPC/NCEP/NWS).

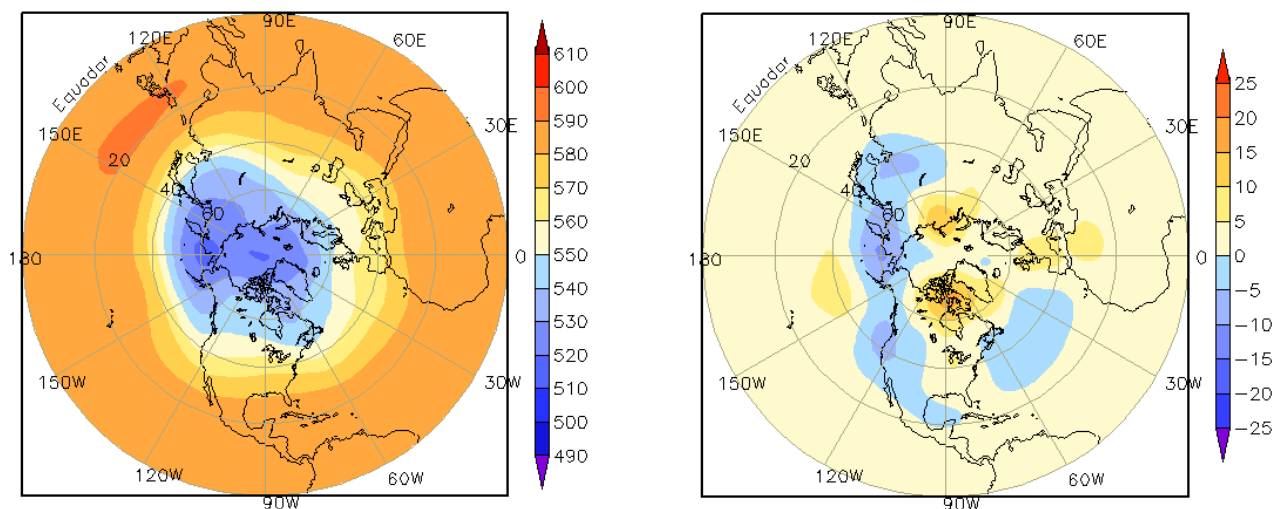


FIGURA 11 – Altura geopotencial em 500 hPa para o Hemisfério Norte, em ABRIL/2010. As alturas são analisadas numa grade de 2,5° e interpoladas para uma grade de 5° em projeção estereográfica polar de 65x65 pontos no Pólo Norte: a) média, com intervalo entre as isolinhas de 10 mgp; b) anomalia, com intervalo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

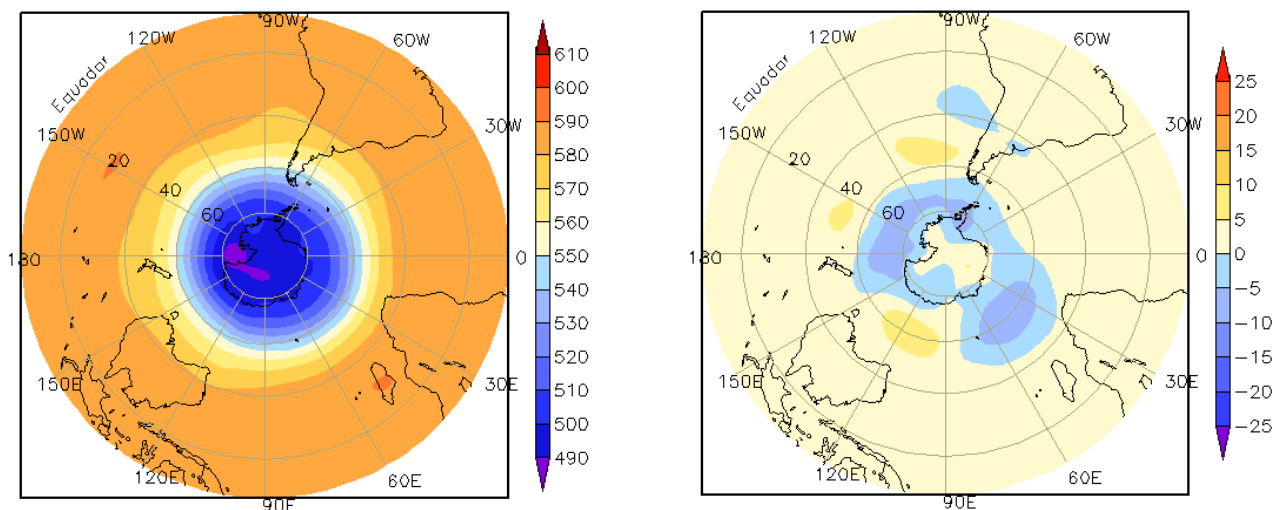


FIGURA 12 – Altura geopotencial em 500 hPa para o Hemisfério Sul, em ABRIL/2010. As alturas são analisadas numa grade de 2,5° e interpoladas para uma grade de 5° em projeção estereográfica polar de 65x65 pontos no Pólo Sul: a) média, com intervalo entre as isolinhas de 10 mgp; b) anomalia, com intervalo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

2. ASPECTOS CLIMÁTICOS E SINÓTICOS NO BRASIL

2.1 – Análise da Precipitação no Brasil

No início de abril, a atuação do primeiro sistema frontal favoreceu a ocorrência de chuvas mais acentuadas ao longo da costa leste do Brasil. Houve grandes deslizamentos de terra na região metropolitana do Rio de Janeiro e no leste do Nordeste, principalmente entre as cidades de Salvador-BA e Recife-PE. Este sistema frontal foi intensificado pela configuração de um cavado na média e alta troposfera. Na segunda quinzena, os maiores acumulados de chuva ocorreram no norte da Região Norte e na Região Sul do Brasil. 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

Houve um acentuado aumento das chuvas no norte da Região, especialmente no norte do Amazonas, em Roraima e no noroeste do Pará, onde os acumulados mensais excederam a média em até 200 mm. Estas chuvas resultaram do aumento de áreas de instabilidade, associadas principalmente a efeitos termodinâmicos locais. No Acre e em Rondônia, predominaram chuvas abaixo da média histórica, ressaltando-se, porém, o total diário registrado na cidade de Cruzeiro do Sul-AC, igual a 105,3 mm, no dia 01. Os totais diários excederam 100 mm nas cidades de Manicore-AM (103,4 mm, no dia 05); Soure-PA (112 mm, no dia 07); Itaituba-PA (112,8 mm, no dia 12); Parintins-AM (124,5 mm, no dia 16); e São Gabriel da Cachoeira-AM (103 mm, no dia 30). Destacaram-se, ainda, os acumulados diários registrados em São Félix do Xingu-PA (90 mm, no dia 11) e Belterra-PA (86,8 mm, no dia 12).

2.1.2 – Região Centro-Oeste

Choveu abaixo da média histórica na maior parte da Região, especialmente no norte do Mato Grosso. Contudo, destacaram-se os totais diários de precipitação em Pirenópolis-GO (126,2 mm, no dia 02) e Goiânia-GO (94,2 mm no dia 04). Estas chuvas estiveram associadas principalmente à atuação do primeiro sistema

frontal, que também avançou pelo interior do Mato Grosso (ver seção 3.1). Ressalta-se que, a partir deste mês, ocorre uma redução climatológica das chuvas na maior parte da Região. A umidade relativa do ar ficou baixa em algumas localidades, com destaque para os valores registrados em Brasília-DF (26%), e Cotriguaçu-MT (20%), no dia 26 (Fonte: INMET).

2.1.3 – Região Nordeste

A ocorrência de chuvas acima da média no setor sul foi associada principalmente à atividade frontal no início de abril. O sistema frontal que se deslocou pelo oceano adjacente ao litoral nordestino alinhou-se à região de convergência de umidade que também se estabeleceu sobre grande parte do Nordeste (ver seção 3.3.1). Destacaram-se as chuvas acumuladas na cidade de Brejo Grande, litoral norte de Sergipe, onde o total mensal excedeu 500 mm, e em Aracaju, capital de Sergipe, cujo total acumulado atingiu 360 mm (sendo que 240 mm foram registrados entre os dias 10 e 13). Nestas cidades, os valores climatológicos são respectivamente iguais a 240 mm e 261,2 mm. Neste período, as chuvas diárias excederam 90 mm em Caravelas-BA (124,6 mm, no dia 07); Salvador/Ondina-BA (118 mm, no dia 09); Picos-PI (99,3 mm, no dia 09); Palmeira dos Índios-AL (96,2 mm, no dia 10); Colinas-MA (92,7 mm, no dia 10); e Barbalha-CE (94,7 mm, no dia 11). No dia 15, houve a formação de um aglomerado de nuvens associado à propagação de distúrbios de leste adjacente à costa leste do Nordeste (ver seção 3.3.4). Este sistema intensificou as chuvas na região metropolitana de Salvador, onde o valor acumulado atingiu 92 mm na estação localizada em Ondina (Fonte: INMET). Por outro lado, choveu abaixo do esperado desde o nordeste do Maranhão ao leste da Paraíba, como resultado da atuação mais ao norte da ZCIT (ver seção 3.3.1). Contudo, a configuração de uma banda dupla da ZCIT favoreceu a ocorrência de chuvas sobre o norte do Nordeste no final de abril, com destaque para os 80,4 mm de chuva registrados em Macau-RN, no dia 23.

2.1.4 – Região Sudeste

No início de abril, a entrada de uma frente fria causou chuvas intensas no Sudeste, em particular na região metropolitana do Rio de Janeiro, onde se registraram muitas mortes em decorrência dos deslizamentos de terras.

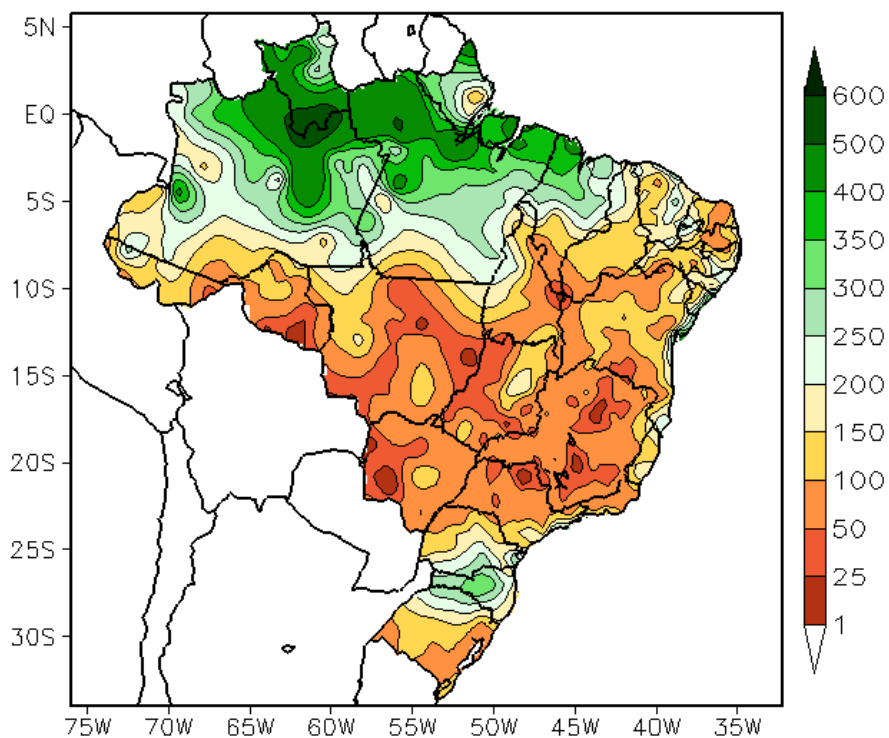


FIGURA 13 - Precipitação total (em mm) para ABRIL/2010.

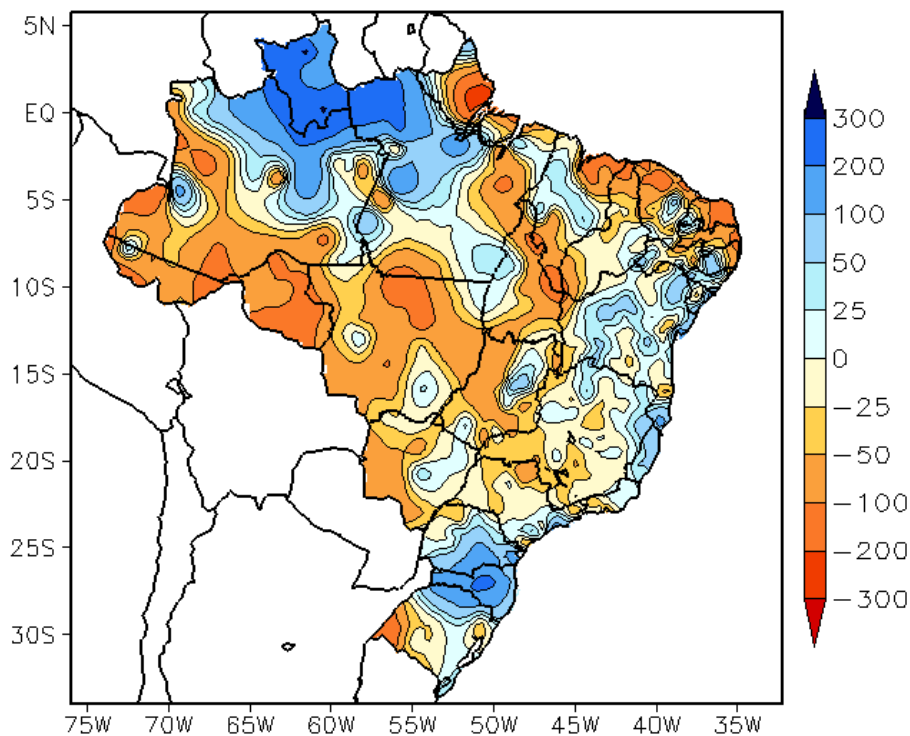


FIGURA 14 - Desvio de precipitação (em mm) em relação à média climatológica para ABRIL/2010. (Climatologia INMET: 1961 - 1990).

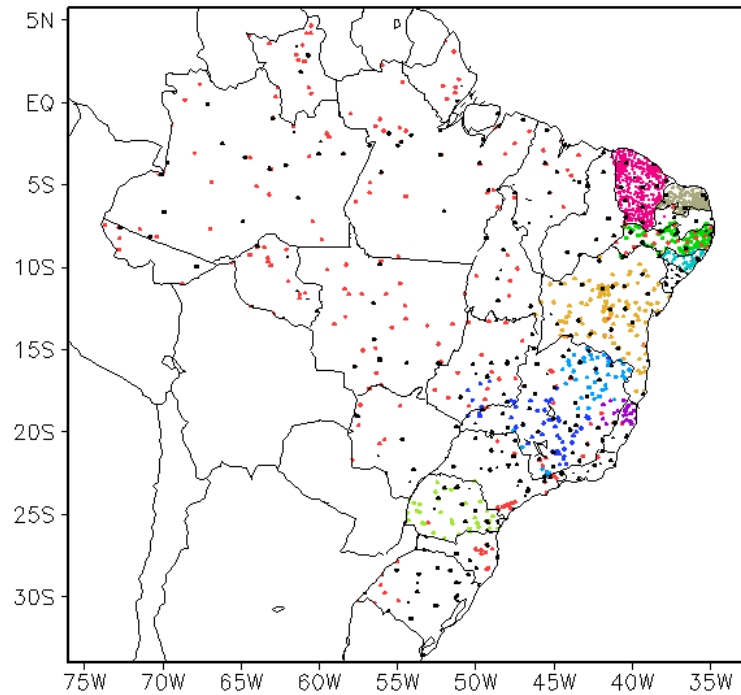


FIGURA 15 – Distribuição espacial das 2.144 estações pluviométricas e meteorológicas utilizadas em ABRIL/2010. (FONTE: CMCD/INPE – INMET – FUNCEME/CE - EMPARN/RN - ITEP/LAMEPE/PE – SEMARHN/DHM/AL - CMRH/SE - SEMARH/BA – SEAG/ES – SIMGE/MG – GEORIO/RJ – IAC/SP - SIMPEPAR/PR - CIRAM/SC - FEPAGRO/RS).

A precipitação acumulada nos dias 05 e 06 foi superior a 300 mm, excedendo o valor esperado para todo mês de abril na estação do Alto da Boa Vista (203,9 mm). Somente no dia 06, a chuva acumulada atingiu 204,8 mm, 178,5 mm e 165,6 mm nas estações do Alto da Boa Vista-RJ, Rio de Janeiro-RJ e Santa Cruz-RJ, respectivamente (Fonte: INMET). A segunda quinzena de abril evidenciou baixos valores de umidade relativa do ar, como o valor registrado em Espinosa-MG, igual a 28%, segundo dados do INMET.

2.1.5 – Região Sul

A atuação dos dois últimos sistemas frontais favoreceu o aumento das chuvas principalmente no setor central de Santa Catarina, onde os totais mensais excederam a média em até 200 mm. Entre os dias 19 e 20, houve queda de granizo em Quaraí-RS e rajadas de vento de até 90 km/h na cidade de Rio Grande-RS. As chuvas também vieram acompanhadas por rajadas que atingiram 90 km/h em Cascavel-PR, no dia 23. Destacaram-se os acumulados diários de precipitação nas cidades de Rosário do Sul-RS (111 mm, no dia 20), Santana do Livramento-RS (93,6 mm, no dia 20), Iraí-RS (141,4 mm, no dia 22), Campos Novos-SC (79,4 mm e 108,6 mm, nos dias 22 e 23, respectivamente) e Campo Mourão-PR

Vol. 25, Nº 04, 2010

(103 mm, no dia 23). Na cidade de Campos Novos, setor central de Santa Catarina, o total mensal de precipitação atingiu 343,5 mm, sendo a climatologia para este mês igual a 106,9 mm. No dia 26, voltou a chover forte em Iraí-RS (111,6 mm) e Lagoa Vermelha-RS (87,8 mm), segundo dados do INMET.

2.2 – Análise da Temperatura no Brasil

As temperaturas ocorreram acima da média na maior parte do Brasil. Contudo, no início de abril, a incursão da primeira massa de ar frio causou declínio das temperaturas máximas e mínimas no sul da Região Norte e no centro-sul do Brasil, com o registro do primeiro episódio de friagem (ver seção 3.2). De modo geral, as temperaturas máximas variaram entre 32°C e 34°C no centro-norte do Brasil, onde os valores ocorreram predominantemente acima da média histórica, especialmente durante a segunda quinzena (Figuras 16 e 17). Considerando a média mensal, os mais baixos valores de temperatura mínima ocorreram nas Regiões Sul e Sudeste e variaram entre 12°C e 20°C (Figura 18). Destacaram-se os baixos valores de temperatura mínima na serra catarinense, onde a localidade de Urubici registrou 5,1°C, no dia 05 (Fonte: INMET). As temperaturas mínimas apresentaram-se acima da média principalmente no norte do

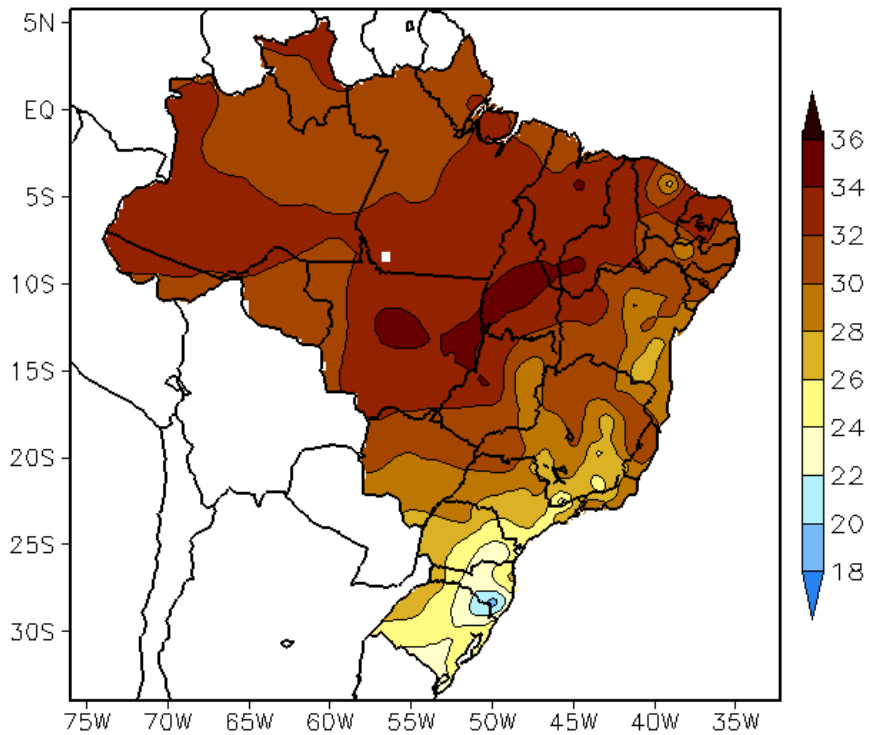


FIGURA 16 - Temperatura máxima do ar à superfície (em °C), em ABRIL/2010. (FONTE: CMCD/INPE - INMET).

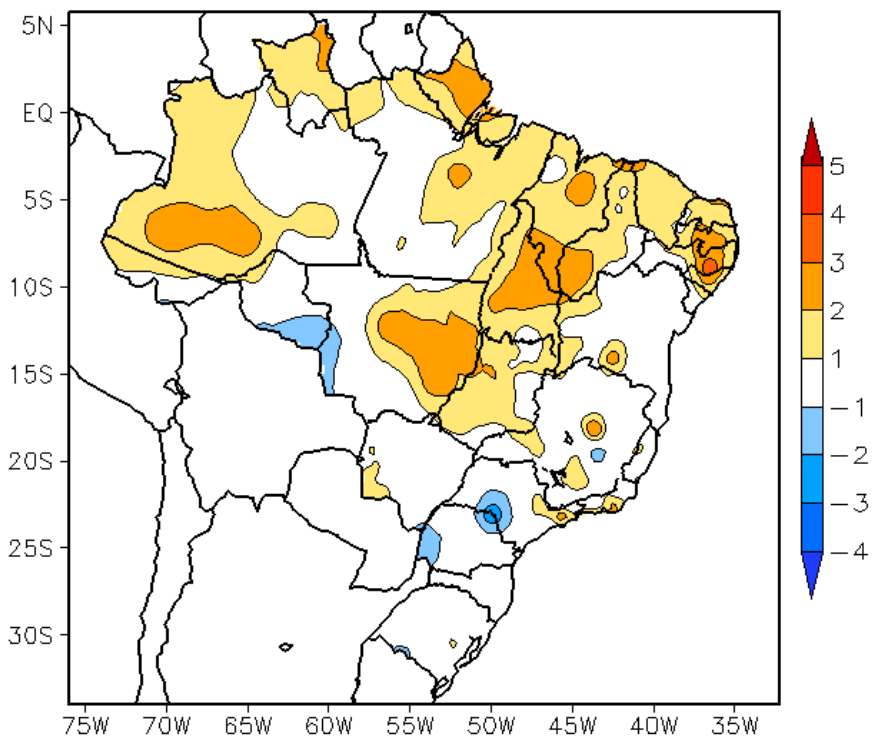


FIGURA 17 - Anomalia de temperatura máxima no Brasil (em °C), em ABRIL/2010. (FONTE: CMCD/INPE - INMET e Climatologia INMET: 1961 a 1990).

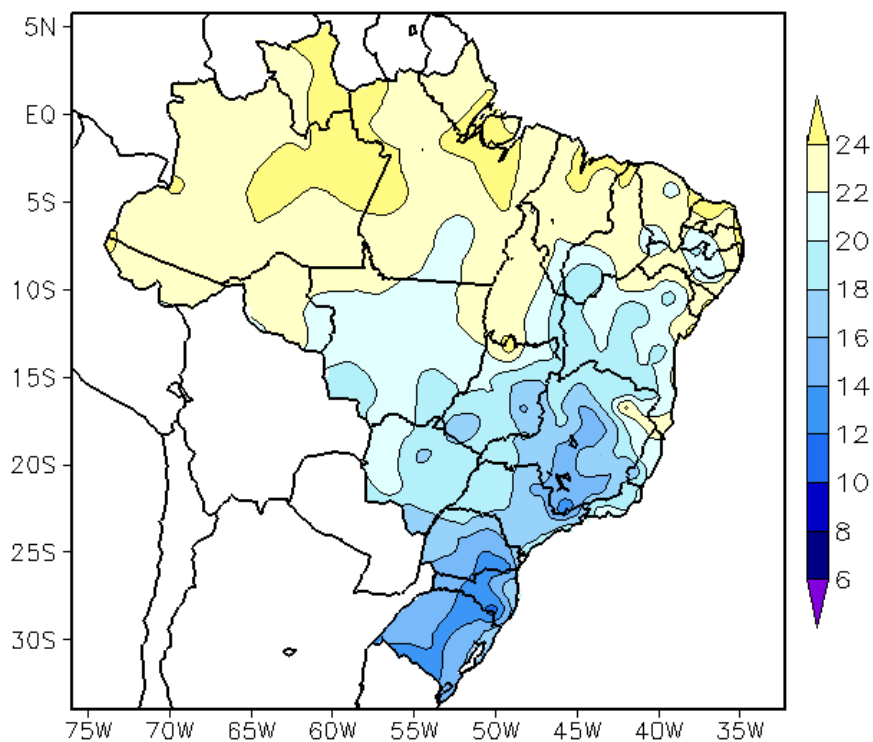


FIGURA 18 - Temperatura mínima média do ar à superfície (em °C), em ABRIL/2010. (FONTE: CMCD/INPE - INMET).

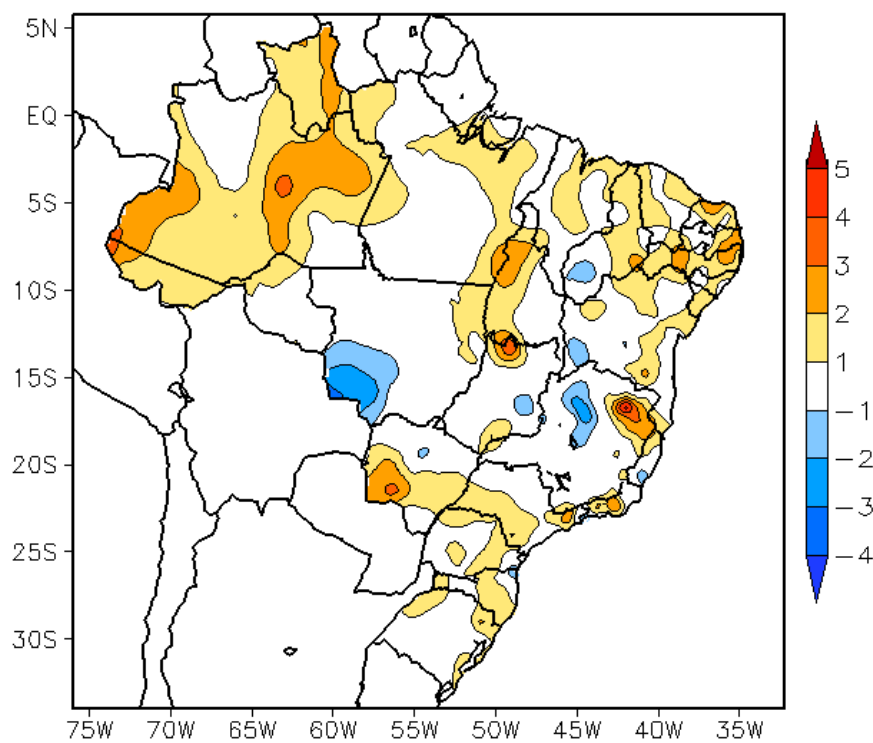


FIGURA 19 - Anomalia de temperatura mínima no Brasil (em °C), em ABRIL/2010. (FONTE: CMCD/INPE - INMET e Climatologia INMET: 1961 a 1990).

Nordeste e em áreas do Sul e Sudeste do Brasil (Figura 19). No Estado de São Paulo, a temperatura média mensal continuou variando entre 16°C e 24°C, com anomalias mais positivas nos setores leste e norte (Figuras 20 e 21).

3. PERTURBAÇÕES ATMOSFÉRICAS SOBRE O BRASIL

3.1 – Sistemas Frontais e Frontogênese

Quatro sistemas frontais atuaram em território brasileiro, durante o mês de abril (Figura 22). Este número ficou abaixo da climatologia para este mês, considerando as latitudes 25°S a 35°S. A atuação do primeiro sistema frontal e seu deslocamento para latitudes mais ao norte favoreceu a formação da região de convergência de umidade que se estabeleceu em áreas do setor central e norte do Brasil, no final da primeira quinzena de abril (ver seção 3.3.1).

O primeiro sistema frontal deslocou-se desde Baía Blanca, na Argentina, ingressando em Santa Vitória do Palmar-RS no decorrer do dia 03. Este sistema foi intensificado pelo cavado que se formou em altitude, causando chuvas mais intensas no extremo sul do Rio Grande do Sul. Pelo litoral, o sistema avançou até o sul da Bahia, onde se posicionou no dia 07. A partir deste dia, a frente atuou próximo à Região Nordeste e alimentou o canal de umidade que favoreceu a configuração de episódios de ZCAS (ver seção 3.1). Registraram-se chuvas mais intensas principalmente no norte da Bahia, Sergipe e Alagoas. Durante a passagem deste sistema frontal pelo litoral da Região Sudeste, ocorreram chuvas intensas que causaram deslizamentos de encostas e provocaram muitas mortes no Rio de Janeiro, entre os dias 05 e 06 (ver seção 2.1). Pelo interior, este primeiro sistema frontal avançou até Diamantino-MT. A massa de ar frio associada causou declínio das temperaturas nas Regiões Sul, Sudeste e em parte do Centro-Oeste, especialmente no sul de Rondônia, provocando o primeiro episódio de *friagem* (ver seção 3.2).

O segundo sistema frontal foi intensificado pela formação de um vórtice ciclônico em 500 hPa e pela corrente de jato em altitude, evoluindo para um ciclone extratropical sobre a Argentina, Uruguai e sul do Brasil. A frente fria associada ingressou em Santa Vitória do Palmar-RS no dia 15. Este sistema atuou apenas no litoral e interior da Região Sul, posicionando-se

no litoral de Santa Catarina no dia 17.

O terceiro sistema frontal atingiu o Rio Grande do Sul na madrugada do dia 20, com ventos que chegaram a 90 km/h em Rio Grande (ver seção 2.1.5). Houve registro de granizo nas regiões de Quaraí e Santa Maria. Esta frente fria ficou estacionária sobre o Rio Grande do Sul até o dia 22. Ao se deslocar pela Região Sul, este sistema causou temporais em Santa Catarina e no Paraná. No dia 24, a frente fria atingiu o litoral de Ubatuba, indo posteriormente para o oceano.

O quarto sistema frontal apresentou características subtropicais, configurando-se no norte do Rio Grande do Sul e no oeste do Paraná, no dia 26. Este último sistema frontal deslocou-se rapidamente até o litoral de Ubatuba-SP, onde se posicionou no dia 27. Pelo interior, este sistema atuou em Presidente Prudente-SP e Guaíra-PR. No decorrer do dia 28, esta quarta frente fria posicionou-se no litoral do Rio de Janeiro. As chuvas acumuladas foram mais acentuadas entre o norte do Rio Grande do Sul e o sudoeste do Paraná, entre os dias 25 e 26, com o registro de chuva superior a 100 mm em Iraí-RS (ver seção 2.1.5).

3.2 – Massas de Ar Frio e Geadas

Em abril, quatro massas de ar frio ingressaram no Brasil. A primeira massa de ar foi mais intensa e causou declínio acentuado das temperaturas nas Regiões Sul, Sudeste e em parte do Centro-Oeste, ocasionando o primeiro episódio de friagem do ano.

A primeira massa de ar frio continental ingressou pelo oeste do Rio Grande do Sul no dia 04. Nos dias subseqüentes, esta massa encontrava-se sobre toda a Região Sul, estendendo-se sobre as Regiões Centro-Oeste, Sudeste e sul das Regiões Norte e Nordeste, onde atuou até o dia 12. Em Urubici, na serra catarinense, a mínima declinou para 5,1°C no dia 05. Em Cambará do Sul-RS, a temperatura mínima foi igual a 6,7°C no dia 06. Neste mesmo dia, registrou-se 8,8°C em Bom Jesus-RS, declínio de 6,2°C em relação à temperatura mínima registrada no dia 04 (Fonte: INMET). Nos dias 13 e 14, o centro do anticiclone intensificou-se sobre o oceano e continuou deslocando para leste, porém ainda influenciou as temperaturas da faixa litorânea do Rio Grande do Sul até o sul da Bahia.

No dia 18, formou-se um segundo anticiclone

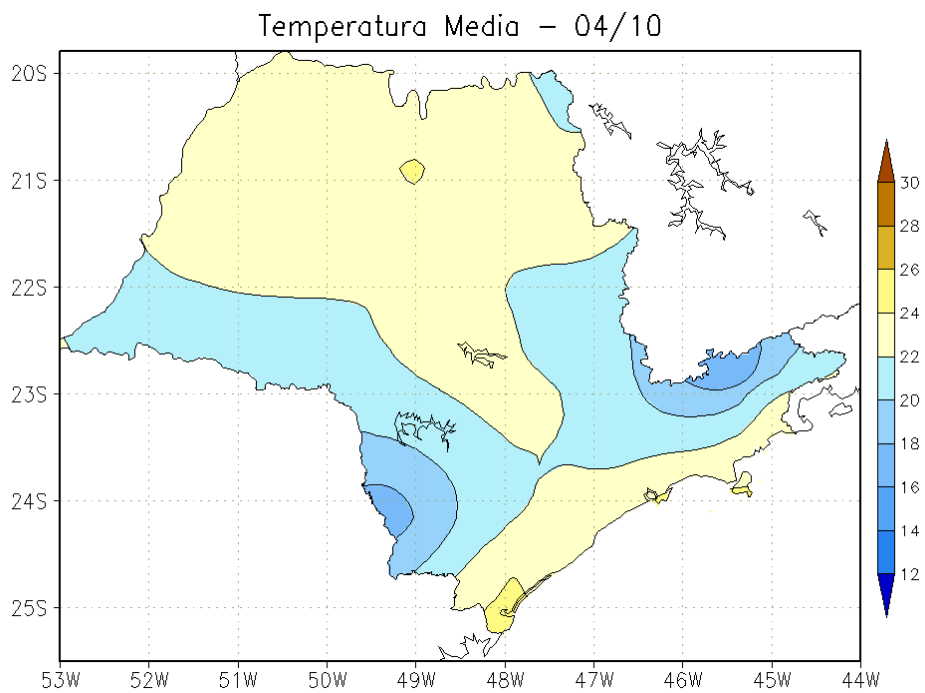


FIGURA 20 - Temperatura média do ar à superfície (em °C), em ABRIL/2010, para o Estado de São Paulo. (FONTE: IAC).

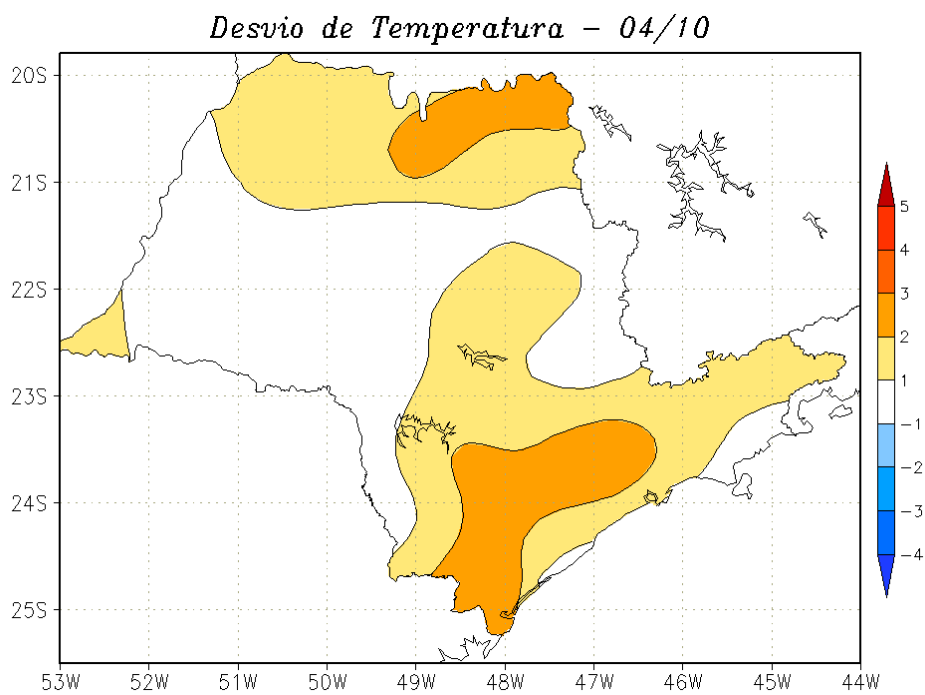
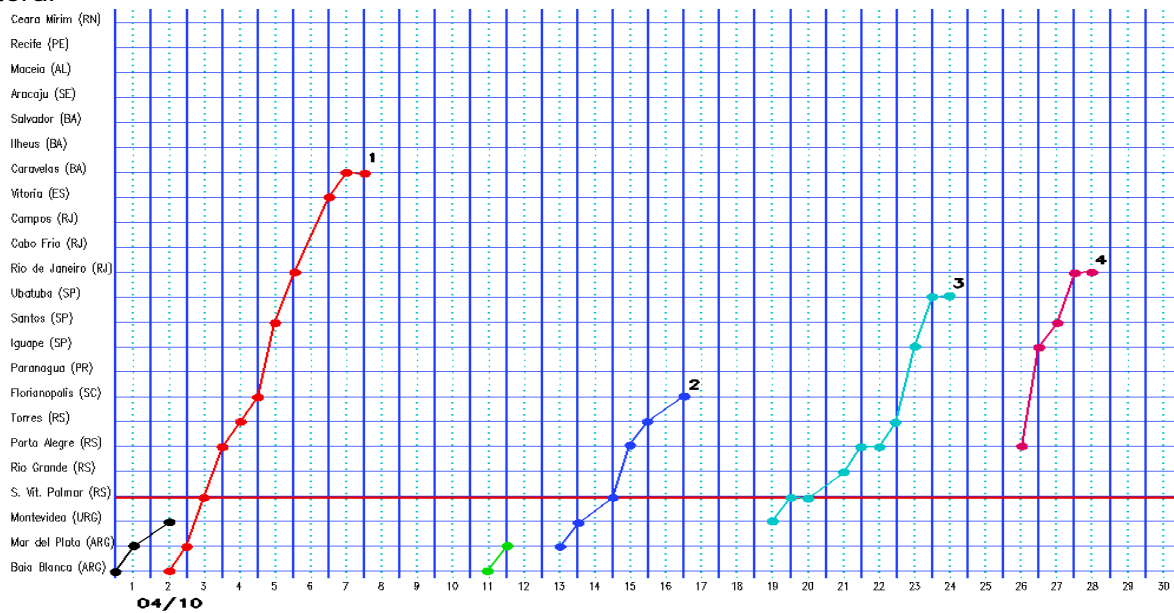
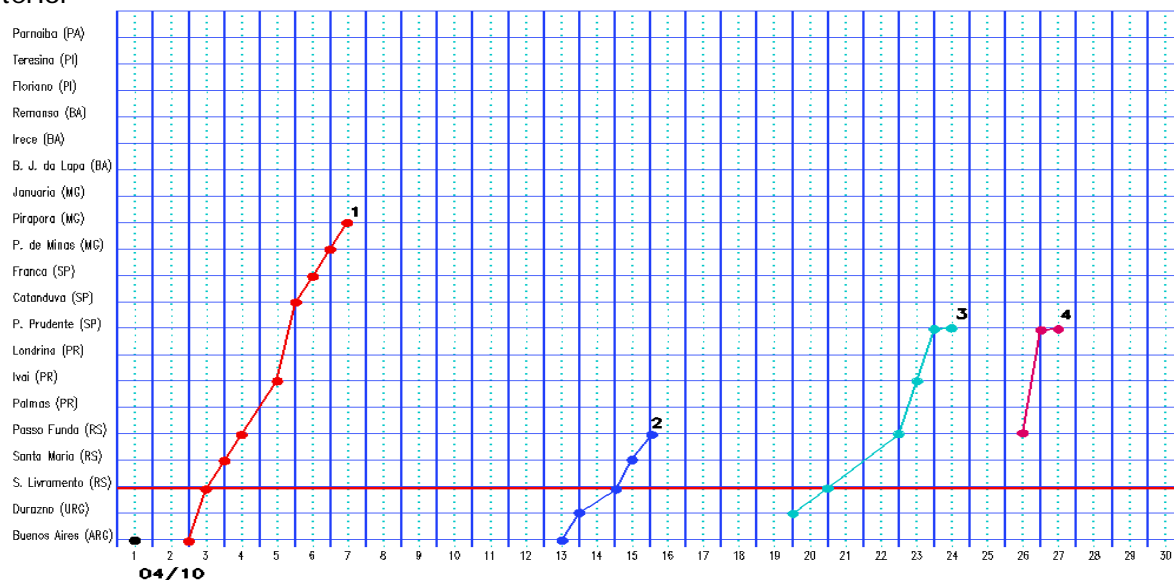


FIGURA 21 - Desvio de temperatura média do ar à superfície (em °C) em relação à média climatológica (1961 -1978), em ABRIL/2010, para o Estado de São Paulo. (Climatologia do INMET: 1961 - 1990) (FONTE: IAC (dados)/CPTEC(anomalia)).

a) Litoral



b) Interior



c) Central

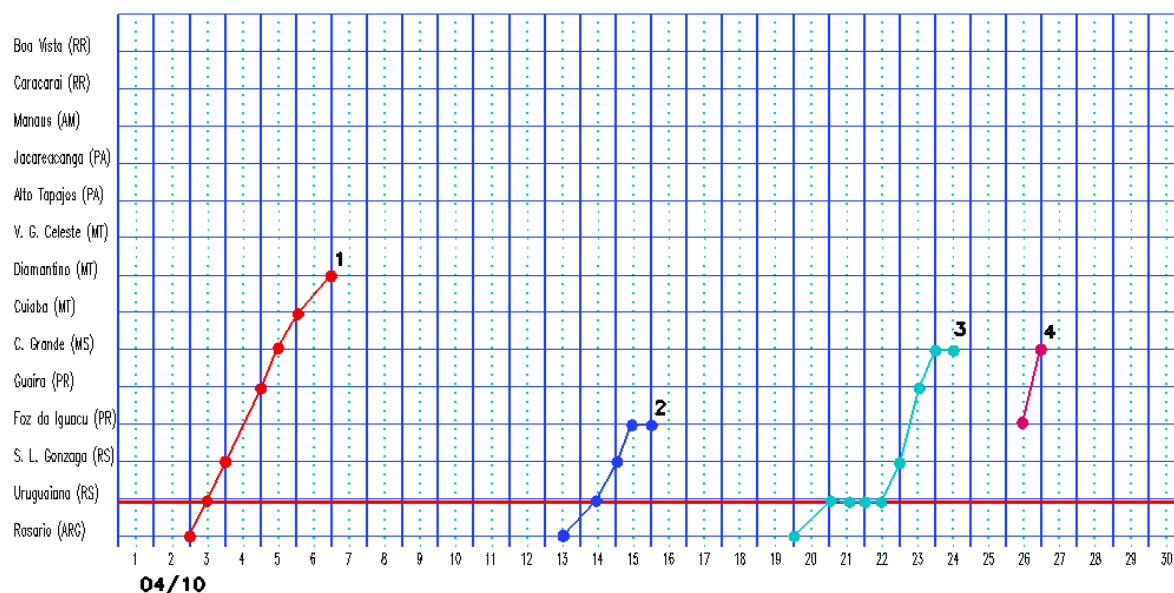


FIGURA 22 - Seções estação versus tempo dos sistemas frontais que penetraram no Brasil em ABRIL/2010. O acompanhamento das frentes é feito nos horários das 00:00 TMG (linha contínua) e 12:00 TMG (linha pontilhada). Os pontos mostram que a frente esteve posicionada na estação no dia e hora indicados.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

sobre o oceano, adjacente à costa leste da Região Sul. No dia seguinte, este anticiclone influenciou principalmente a faixa litorânea das Regiões Sul e Sudeste, indo posteriormente para o oceano.

A terceira massa de ar frio, também continental, ingressou pelo Rio Grande do Sul no dia 23. No dia seguinte, esta massa de ar expandiu-se para toda a Região Sul e oceano adjacente. As temperaturas mínimas absolutas variaram entre 3°C e 7°C nas cidades de Bagé, Bom Jesus, Cambará do Sul, Quaraí, Santa Maria, Santana do Livramento e Uruguaiana, com destaque para o menor valor registrado em Bagé-RS, igual a 3,7°C no dia 24.

Nos dias 27 e 28, a quarta massa de ar frio predominava sobre toda a Região Sul e o sul do Mato Grosso do Sul. No dia seguinte, esta massa de ar foi intensificada pelo anticiclone que atuava na retaguarda do quarto sistema frontal, o qual avançou pelo sul do Uruguai. No dia 30, o centro do anticiclone posicionou-se sobre o oceano e influenciou a Região Sul, o sul do Mato Grosso do Sul e parte do Sudeste. Destacaram-se as temperaturas mínimas que ocorreram em Porto Alegre-RS (8,6°C) e Bom Jesus (5,6°C), ambas registradas no dia 28.

3.3 – Zona Convectiva sobre a América do Sul

Durante o mês de abril, a maior atividade convectiva ocorreu nas Regiões Sudeste, Sul e Norte do Brasil (Figura 23). Nas pântadas 3^a e 4^a, notou-se uma diminuição da atividade convectiva no centro-leste do Brasil, associada à formação de um cavado em altos níveis adjacente à costa leste do Nordeste. Este sistema favoreceu as anomalias negativas de precipitação que predominaram durante a segunda quinzena de abril (ver seção 2.1). Nas duas últimas pântadas, destacou-se a formação de banda dupla da ZCIT sobre o Atlântico Equatorial (ver seção 3.3.2).

3.3.1 – Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS)

A Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) configurou-se no período de 07 a 12 de abril de 2010 (Figura 24). Este episódio de ZCAS ocorreu em latitudes bem ao norte da posição

climatológica e esteve associado ao acentuado aumento das chuvas na costa litorânea de Alagoas e Sergipe, no setor central de Pernambuco, no oeste da Paraíba e no sul do Ceará. Ressalta-se que, no final do mês anterior e início de abril, houve a formação de uma região de convergência de umidade sobre o Sudeste e Centro-Oeste, porém sem caracterizar um evento de ZCAS.

A Figura 24a ilustra a banda de nebulosidade associada ao episódio de ZCAS que se configurou no período de 07 a 12, afetando principalmente as Regiões Norte e Nordeste do Brasil. As Figuras 24b e 24c ilustram a área de maior convergência de umidade e movimento ascendente de ar em 500 hPa, numa faixa que se estende desde o norte do Amazonas ao setor central do Nordeste. Nota-se, também, a região de maior divergência em 200 hPa sobre esta mesma área (Figura 24d). Neste período, as chuvas foram mais acentuadas nos Estados de Sergipe, Alagoas e Pernambuco (Figura 24e).

3.3.2 – Zona Convectiva Intertropical (ZCIT)

A Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) oscilou entre 5°N e 5°S, no decorrer do mês de abril. Contudo, embora tenha sido observada a formação de banda dupla nas duas últimas pântadas de abril, a ZCIT atuou preferencialmente ao norte de sua posição climatológica, em particular nas proximidades da costa norte do Brasil (Figura 25a). A Figura 25b ilustra o dia no qual a ZCIT esteve bem configurada próximo à costa norte do Nordeste, enquanto a Figura 25c ilustra a formação de uma banda dupla da ZCIT, em conjunto com a LI que se formou desde o nordeste do Pará até o noroeste do Ceará (ver seção 3.3.3). Nas imagens médias de temperatura de brilho mínima, notou-se que a banda de nebulosidade da ZCIT esteve mais intensa na 4^a pântada, quando também se posicionou mais ao sul (Figura 26).

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

As Linhas de Instabilidade (LIs) estiveram caracterizadas em doze episódios durante o mês de abril, atuando preferencialmente entre as Guianas e o norte do Nordeste (Figura 27).

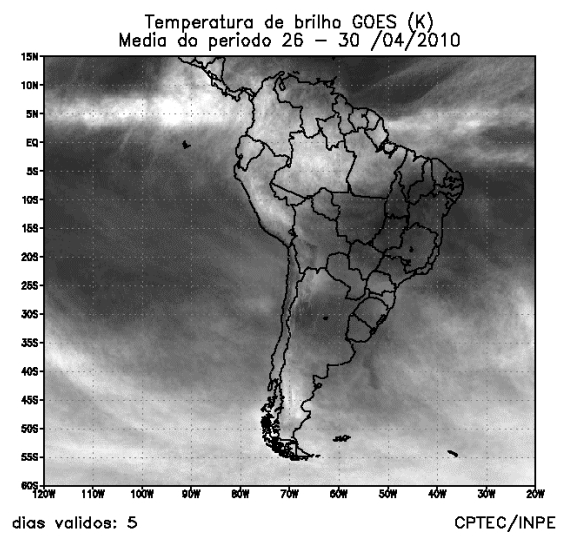
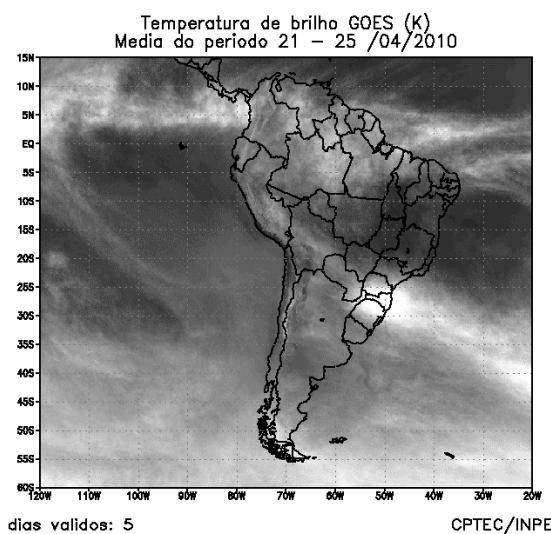
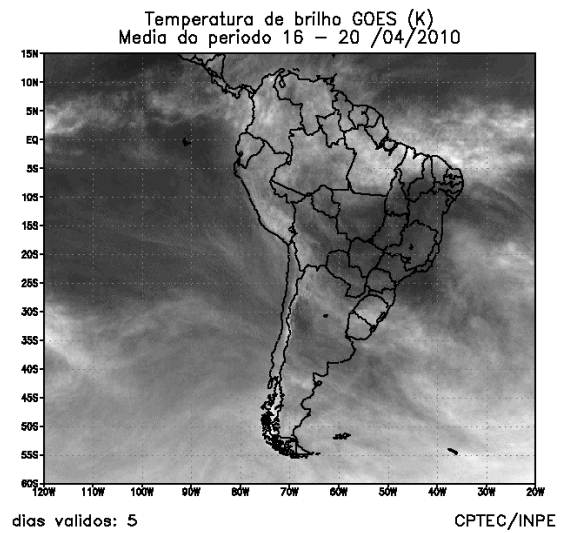
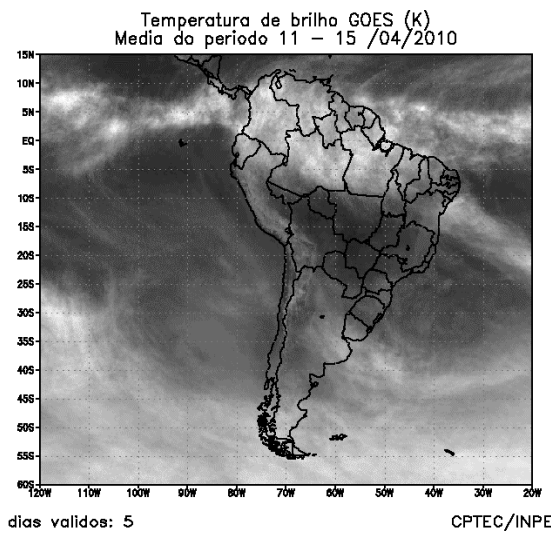
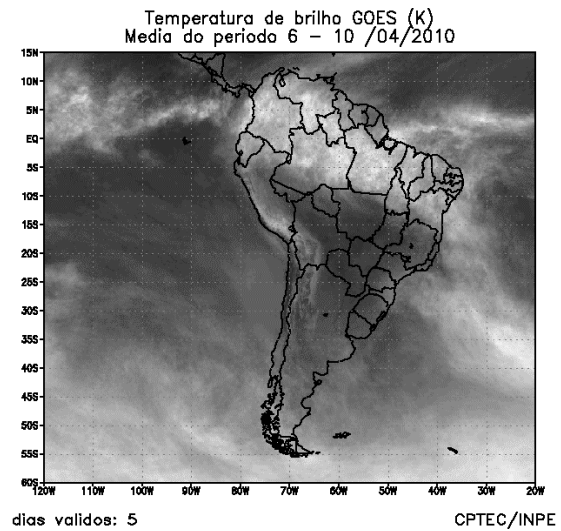
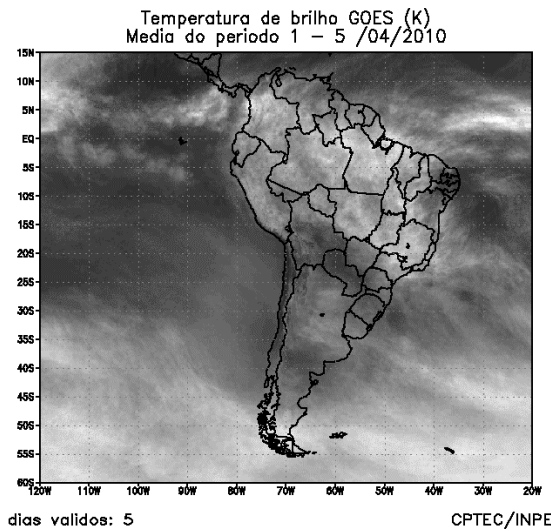
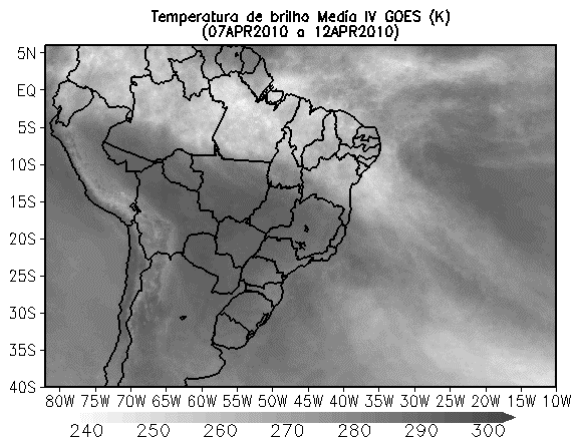
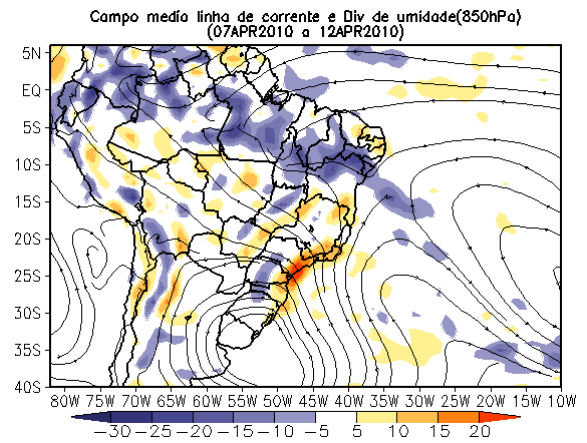


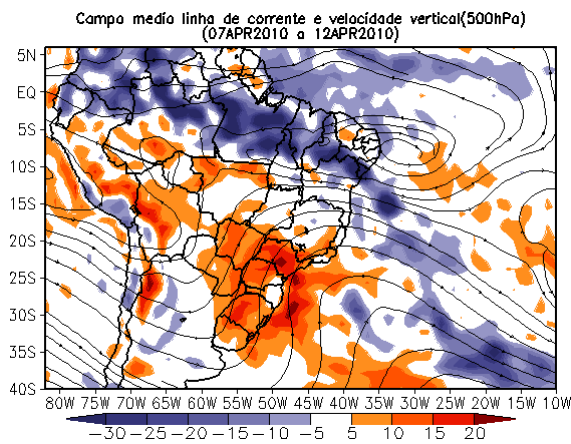
FIGURA 23 - Pêntadas de temperatura de brilho média (K) para o mês de ABRIL/2010. (FONTE: Satélite GOES-12).



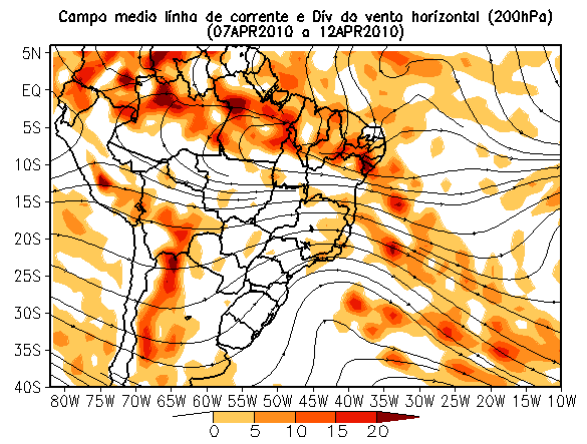
(a)



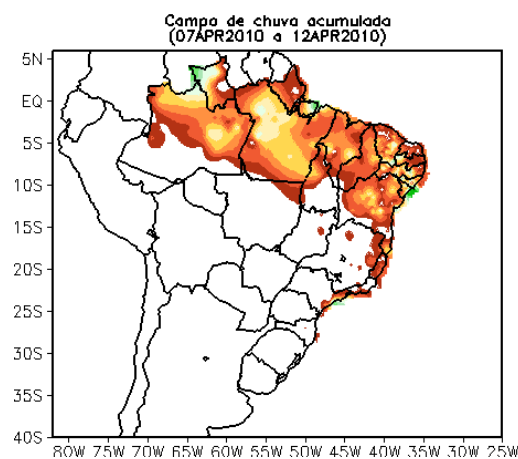
(b)



(c)

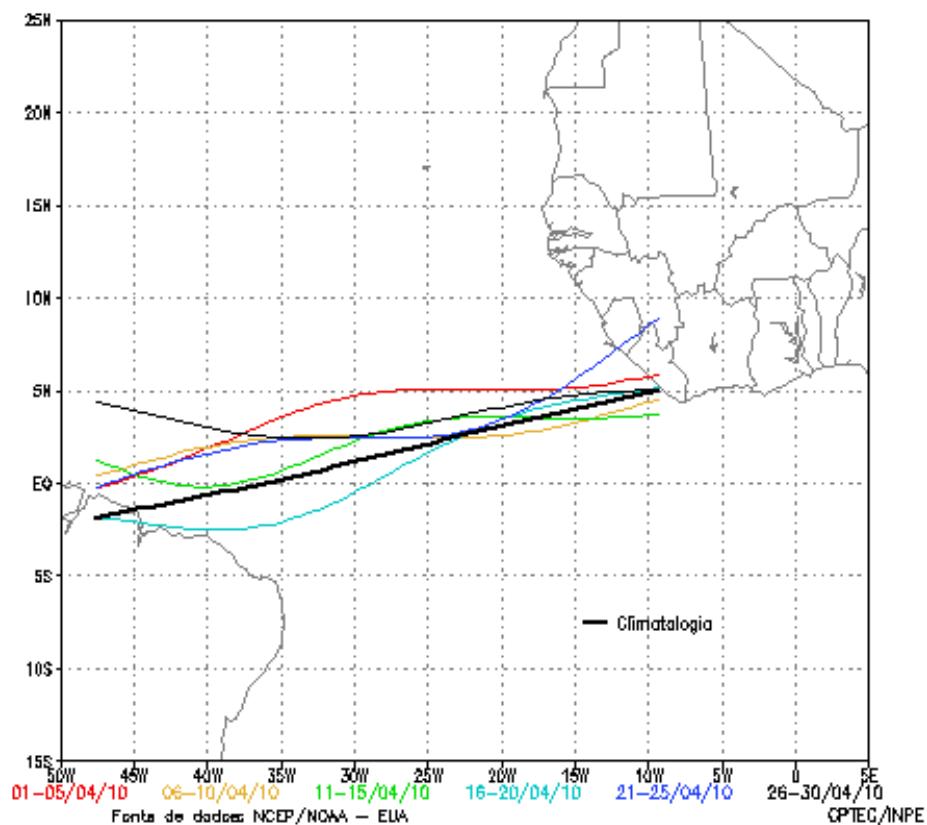


(d)

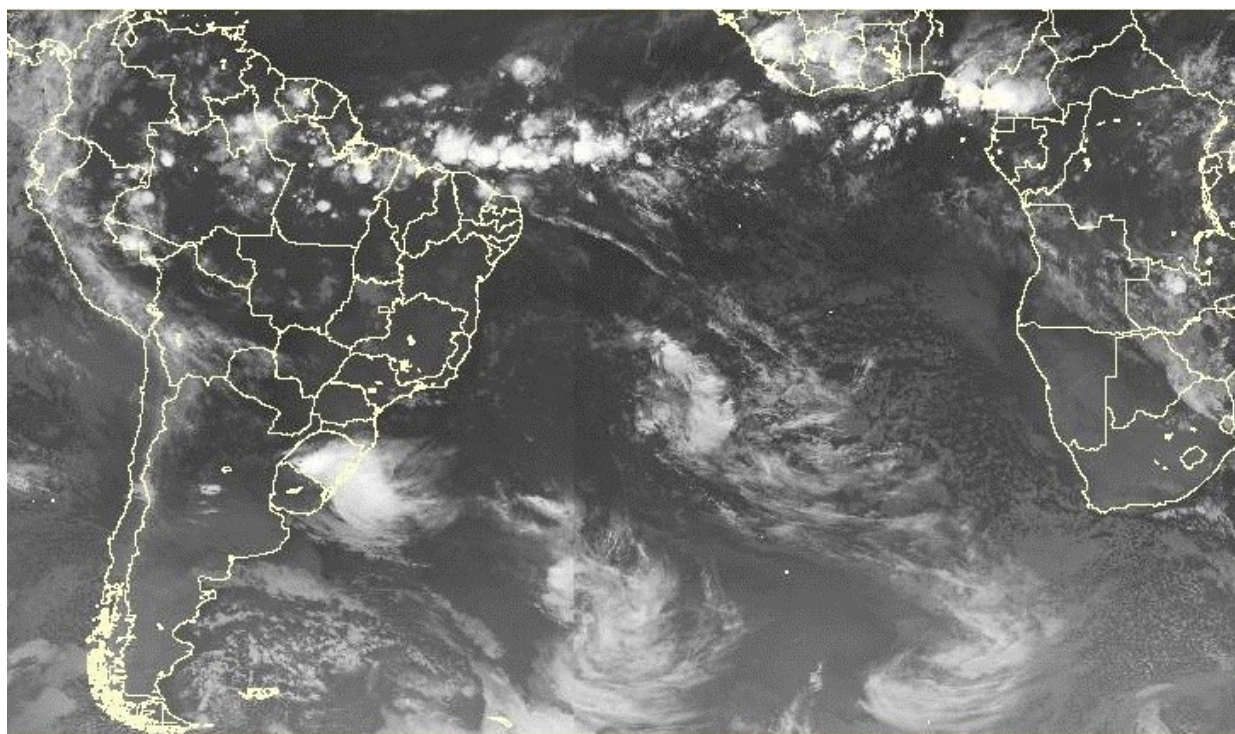


(e)

FIGURA 24 - Campos ilustrativos do episódio de ZCAS no período de 07 a 12 de ABRIL/2010, a saber: temperatura de brilho média obtida pelo satélite GOES-12 (a); campo médio de linha de corrente e divergência de umidade no nível de 850 hPa, em $10^{-8} \text{kg} \cdot \text{s}^{-1}$ (b); campo médio de linha de corrente e velocidade vertical, em 500 hPa, em $10^{-3} \text{Pa} \cdot \text{s}^{-1}$ (c); campo médio de linha de corrente e vorticidade relativa no nível de 200 hPa, em 10^{-5}s^{-1} (d); e campo de precipitação acumulada em mm (e).

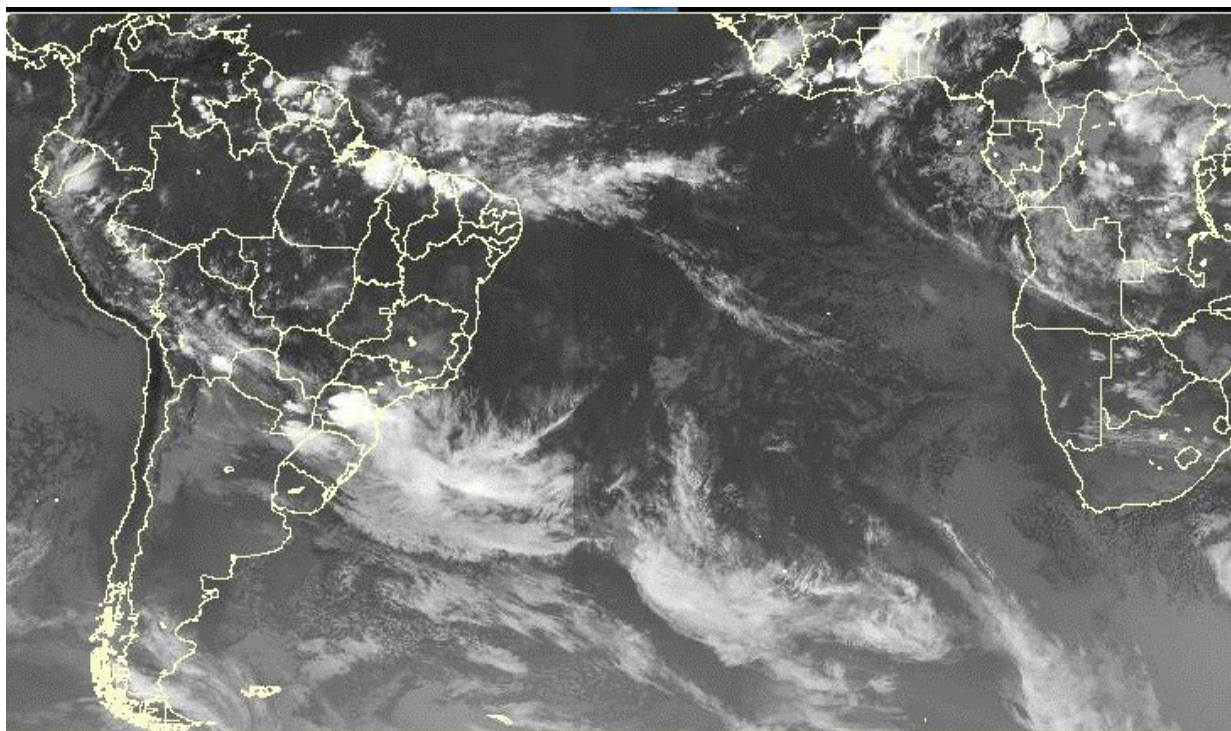


(a)



(b)

FIGURA 25 - Estimativa da posição média pentadal da ZCIT, em ABRIL/2010, 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. Os recortes das imagens de satélite ilustram a posição da ZCIT nos dias 19/04/2010 e 20/04/2010, às 03:00 TMG e 21:00 TMG, respectivamente (b e c).



(c) FIGURA 25 - Continuação.

As anomalias negativas de precipitação observadas ao longo da costa norte do Brasil no decorrer deste mês de abril também sugerem que o número total de LIs esteve abaixo do esperado, sendo consistente com a atuação da ZCIT ao norte de sua climatologia. A LIs que se formaram nos dias 09, 16, 17, 22 e 23 estão associadas às chuvas mais acentuadas observadas no nordeste do Pará e noroeste do Maranhão.

3.3.4 – Distúrbios Ondulatórios de Leste (DOL)

Apenas dois episódios de aglomerados convectivos associados à propagação de Distúrbios Ondulatórios de Leste (DOL) foram observados no decorrer do mês de abril de 2010 (Figura 28). O primeiro episódio foi observado no dia 06 e causou chuva de pequena magnitude no Rio Grande do Norte e na Paraíba. Já o segundo episódio de DOL foi intensificado pela atuação de um cavado nos níveis alto e médio da atmosfera. Este segundo episódio causou chuva mais acentuada no leste da Bahia, especialmente na região metropolitana de Salvador (ver seção 2.1.3).

4. ESCOAMENTO EM ALTOS NÍVEIS

4.1 – Jato sobre a América do Sul

O jato subtropical atuou com maior intensidade sobre o norte do Chile, Argentina, sul do Paraguai, Uruguai e Região Sul do Brasil, com magnitude média entre 30 m/s e 40 m/s (Figura 29a). Considerando o escoamento climatológico em 200 hPa, o jato atuou dentro de sua posição climatológica, porém mais intenso. O jato subtropical atuou um pouco mais ao norte durante a primeira quinzena de abril, favorecendo o avanço do primeiro sistema frontal para o litoral do Nordeste, conforme ilustram o campo de vento em 200 hPa e a imagem de satélite do dia 08 (Figuras 29b e 29c). A atuação mais ao sul do jato subtropical ocorreu a partir no dia 16, ao sul da crista associada à circulação da Alta da Bolívia. A Figura 29d ilustra a atuação do jato no dia 22, quando atingiu magnitude superior a 70 m/s sobre nordeste da Argentina e Uruguai, intensificando a atuação do terceiro sistema frontal sobre a Região Sul do Brasil. No período de 21 a 23, ocorreram acumulados diários de precipitação que excederam a média mensal, principalmente em Santa Catarina (ver seção 2.15).

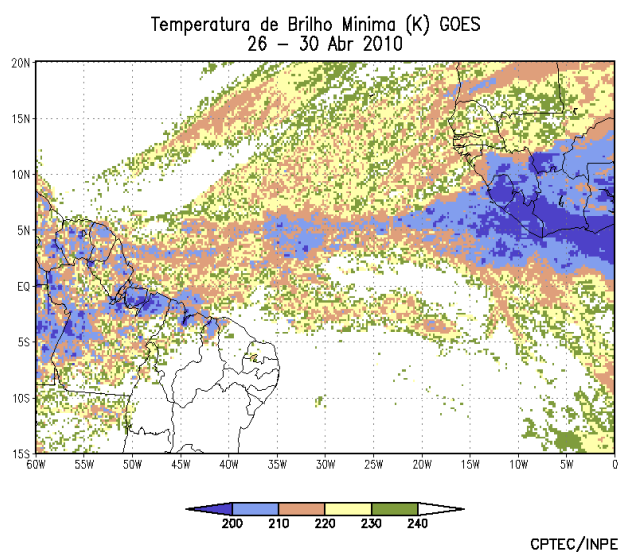
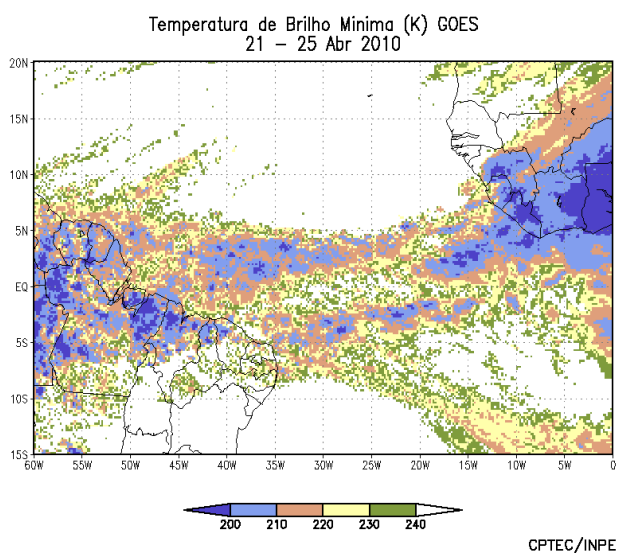
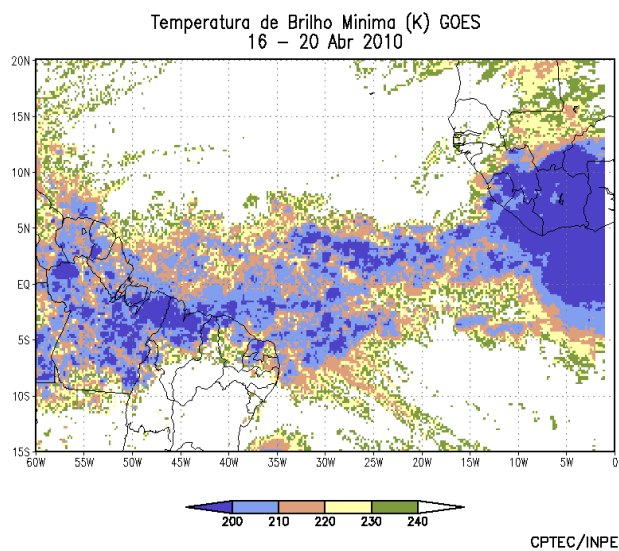
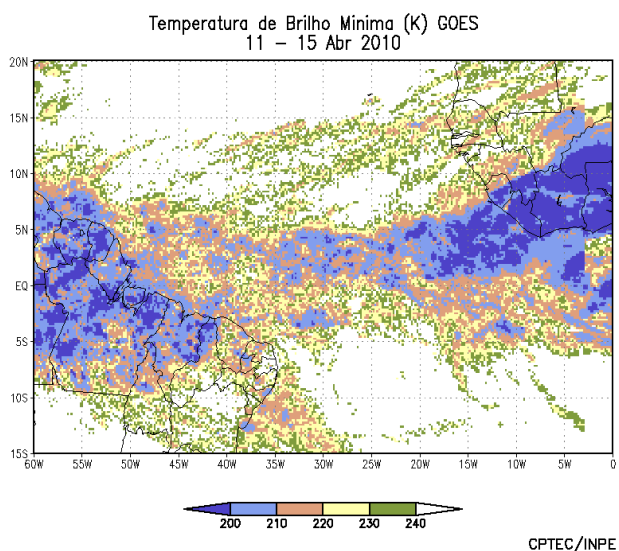
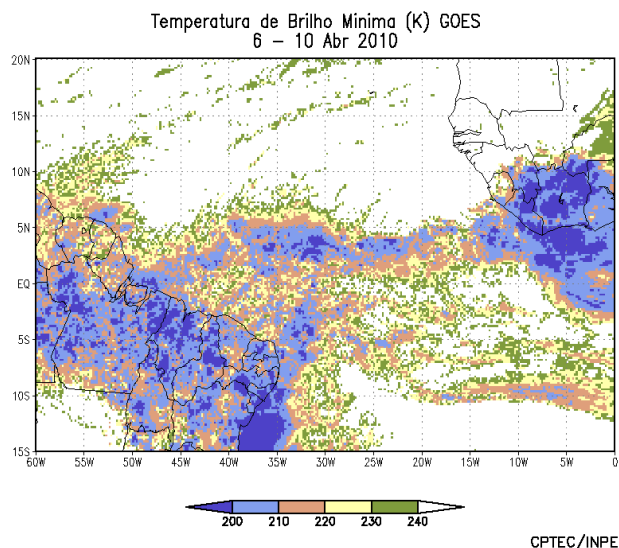
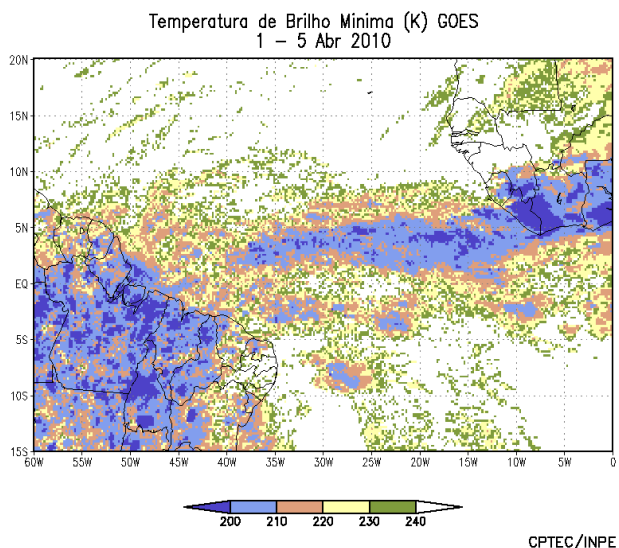
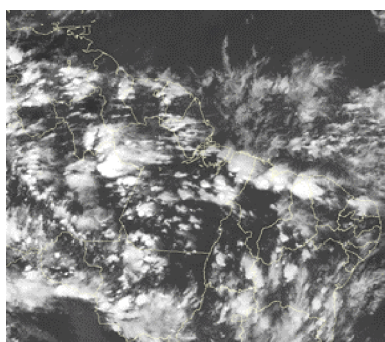
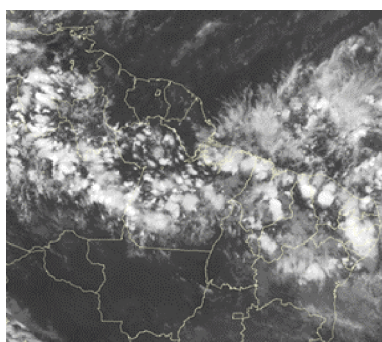


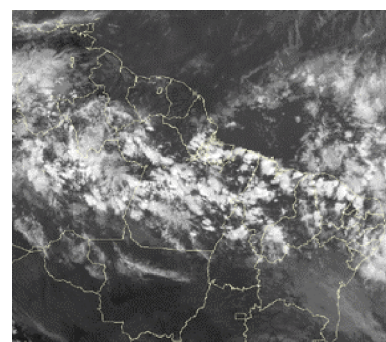
FIGURA 26 - Pêntadas de temperatura de brilho mínima (K) para o mês de ABRIL/2010. (FONTE: Satélite GOES-12).



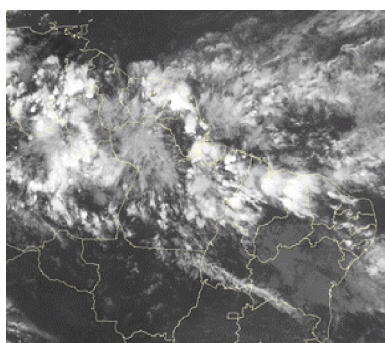
04/05/10 21:00TMG



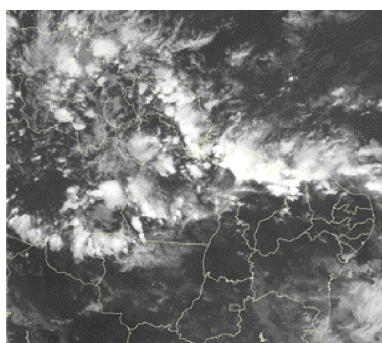
09/05/10 21:00TMG



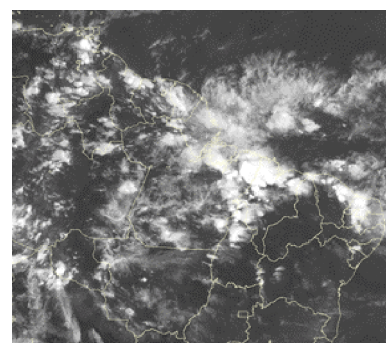
10/05/10 18:00TMG



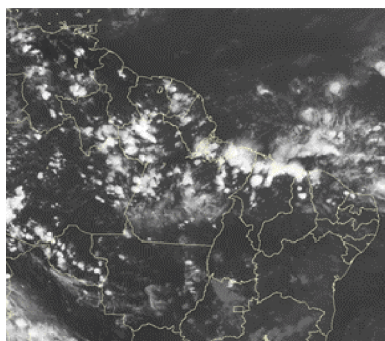
12/05/10 21:00TMG



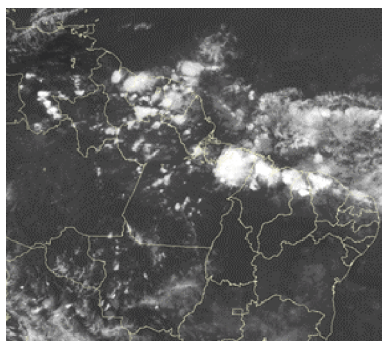
16/05/10 21:00TMG



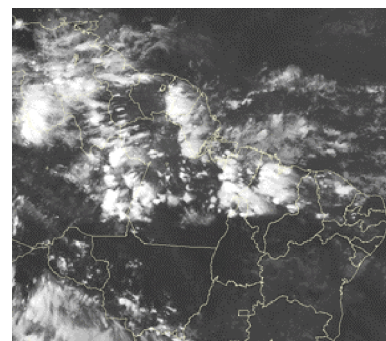
17/05/10 21:00TMG



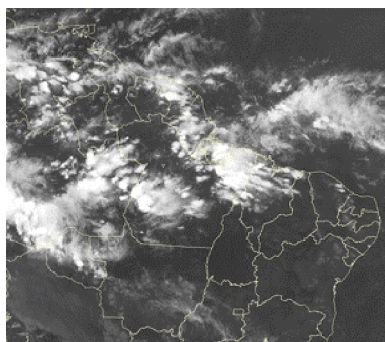
19/05/10 21:00TMG



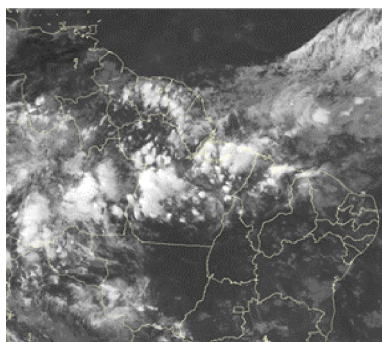
22/05/10 21:00TMG



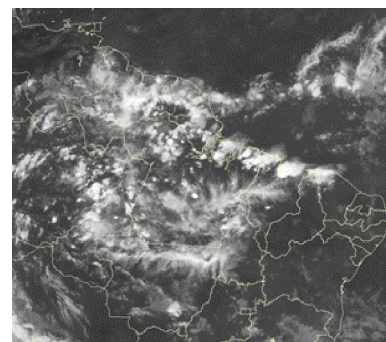
23/05/10 21:00TMG



24/05/10 21:00TMG



29/05/10 21:00TMG



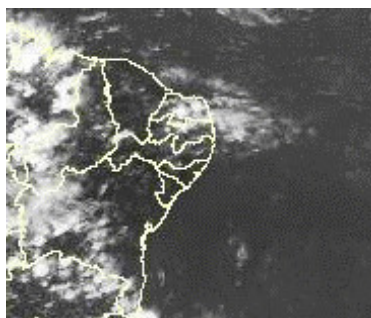
30/05/10 21:00TMG

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

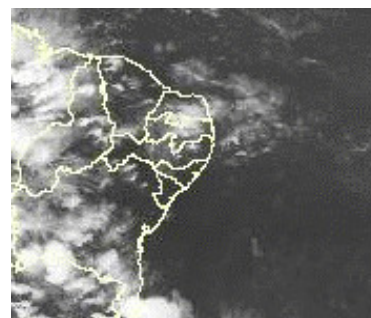
EPISÓDIO 1



06/04/10 09:00TMG

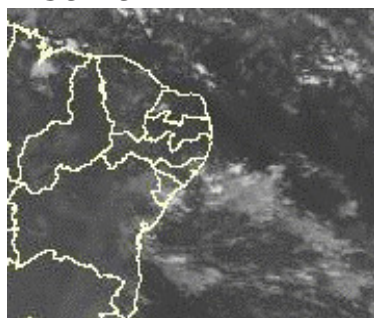


06/04/10 18:00TMG

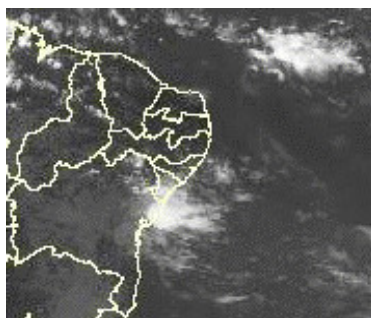


06/04/10 21:00TMG

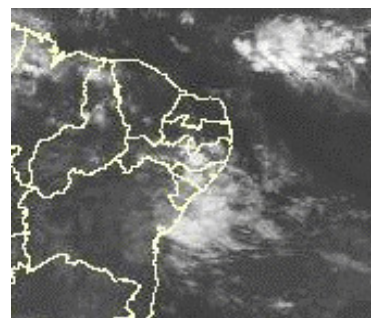
EPISÓDIO 2



14/04/10 09:00TMG



14/04/10 18:00TMG



15/04/10 00:00TMG

FIGURA 28 - Imagens do satélite GOES-12, canal infravermelho, ilustrando a formação de aglomerados de nuvens associados à propagação de Distúrbios Ondulatórios de Leste (DOL), em ABRIL/2010, no Oceano Atlântico Sul.

4.2 – Circulação da Alta da Bolívia

O mês de abril costuma marcar o enfraquecimento do escoamento de verão sobre a América do Sul, o que também explica a configuração da circulação associada à Alta da Bolívia em apenas onze dias (Tabela 2). No escoamento médio mensal, o centro da alta troposférica configurou-se em aproximadamente $9^{\circ}\text{S}/51^{\circ}\text{W}$, a nordeste de sua posição climatológica (Figura 30). A posição do escoamento difluente médio associado à Alta da Bolívia sobre o norte do Amazonas, Roraima e noroeste do Pará foi consistente com as anomalias positivas de precipitação observadas na Figura 14 (seção 2.2).

4.3 – Vórtices Ciclônicos e Cavados em Altos Níveis

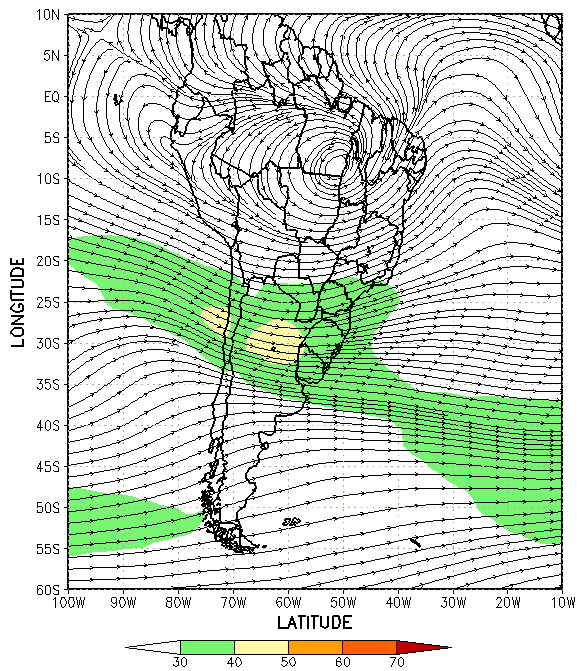
A configuração de Vórtices Ciclônicos em Altos Níveis (VCAN) foi notada em seis episódios no decorrer do mês de abril (Figura 31a). Próximo ao Nordeste do Brasil, houve apenas um episódio de VCAN no início deste mês, contudo, em vários dias, especialmente durante a segunda quinzena, observou-se a formação de cavados em altos níveis. No período de 07 a 12, estes cavados atuaram em conjunto com o episódio de ZCAS

descrito na seção 3.3.1. A partir do dia 20, os cavados formaram-se mais próximos à costa nordeste do Brasil e contribuíram para inibir a convecção, como ilustra a imagem de satélite do dia 24 (Figura 31b). Os demais episódios de VCAN estiveram associados à bifurcação da corrente de jato em altos níveis, nas latitudes extratropicais.

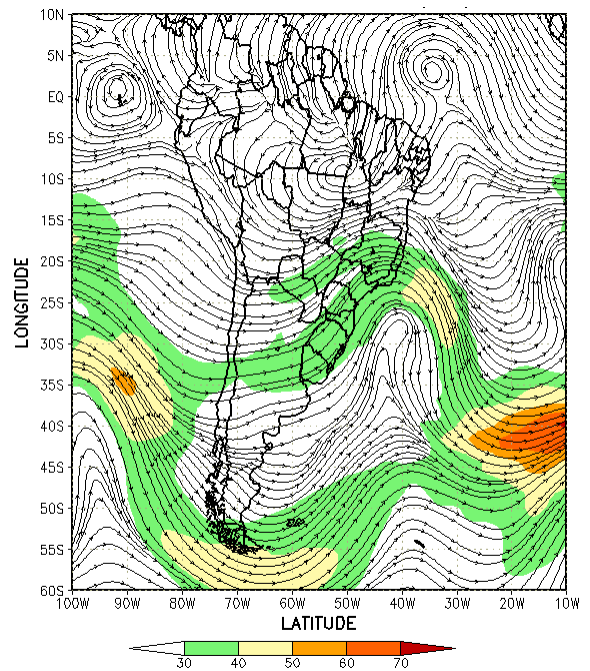
5. ANÁLISE DE DADOS HIDROLÓGICOS NO BRASIL

Em abril, as chuvas foram mais acentuadas na parte norte da bacia do Amazonas e na bacia do Uruguai. As vazões médias mensais aumentaram principalmente nas estações monitoradas no norte da bacia do Amazonas, no sul da bacia do Paraná e nas bacias do Tocantins, Atlântico Sudeste e Uruguai. Nestas estações, os valores observados ficaram acima da MLT.

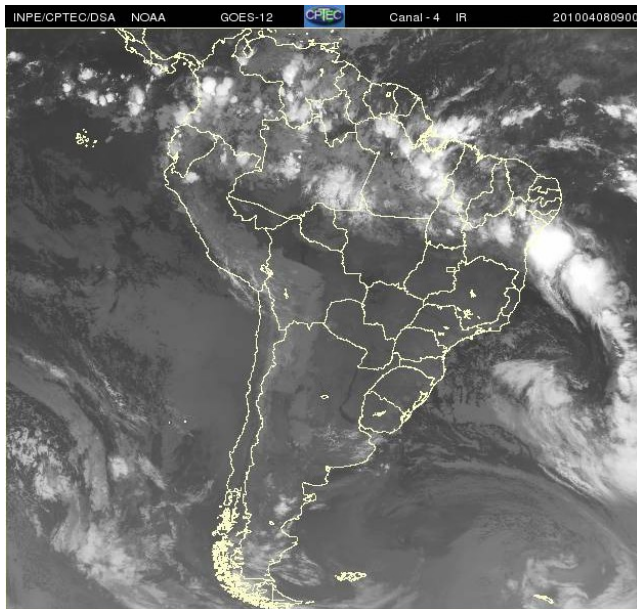
A Figura 32 mostra a localização das estações utilizadas nestas análises. A evolução temporal da vazão, para cada uma destas estações, e as respectivas Médias de Longo Termo (MLT) são mostradas na Figura 33. Os valores médios das vazões nas estações monitoradas e os desvios em relação à MLT são mostrados na Tabela 3.



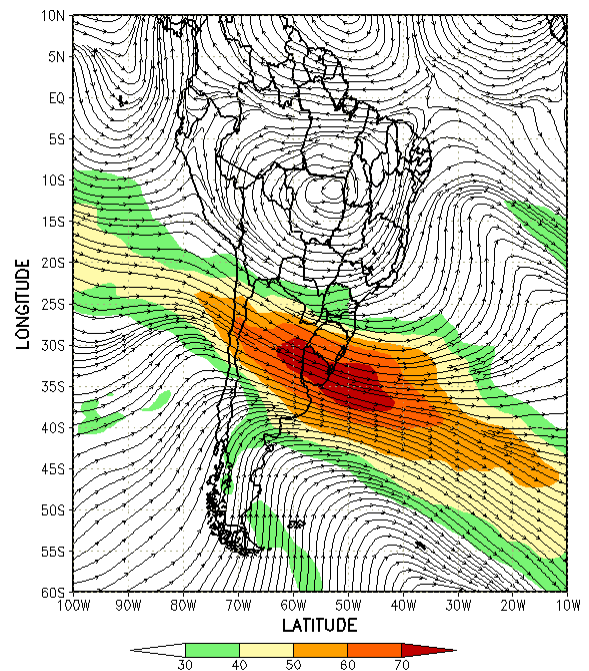
(a)



(b)



(c)



(d)

FIGURA 29 - Escoamento em altos níveis (200 hPa), indicando a posição e magnitude médias do jato subtropical em ABRIL/2010 (a) e os dias 08/04/2010 e 22/04/2010 (b e d), quando foi notada sua maior magnitude sobre a América do Sul. A imagem do satélite GOES-12 (c), canal infravermelho, às 09:00 TMG, ilustra a banda de nebulosidade associada à atuação do jato em 08/04/2010.

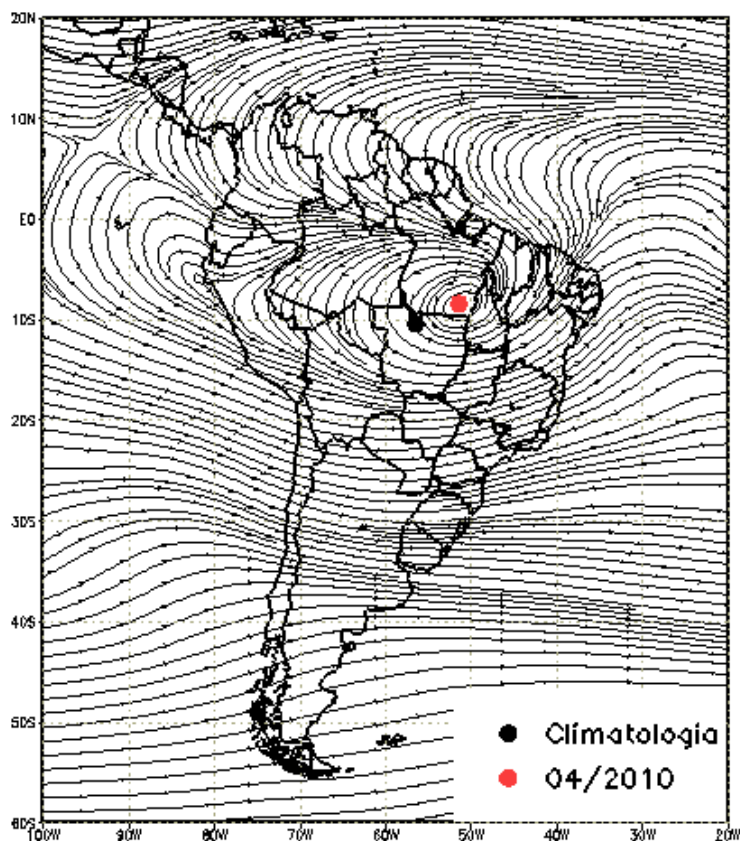


FIGURA 30 - Posição média climatológica da circulação da alta troposférica em ABRIL/2010.

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

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

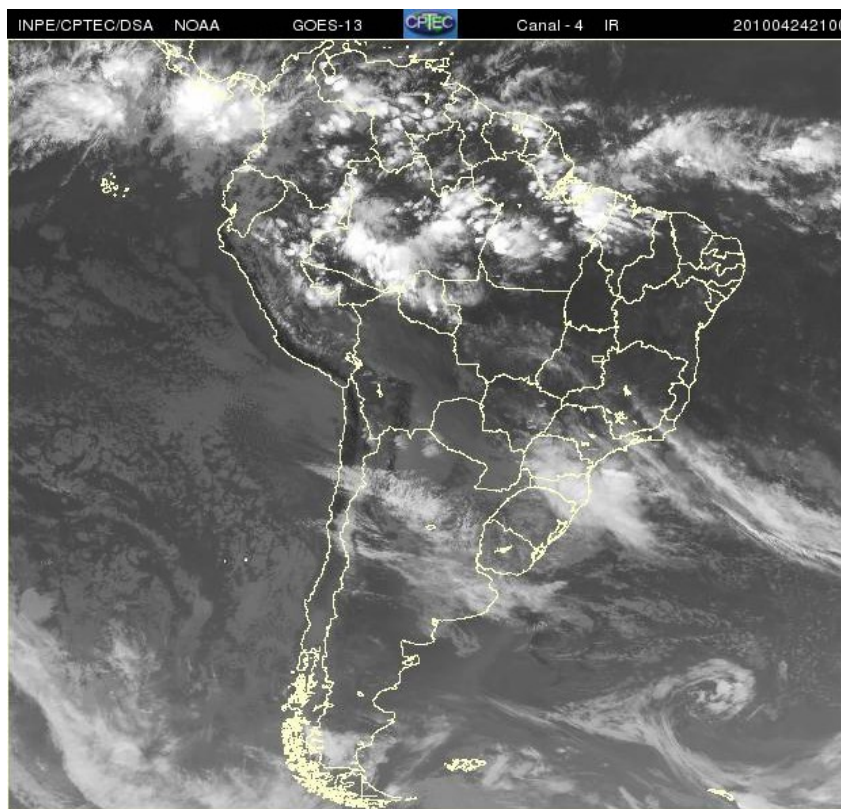
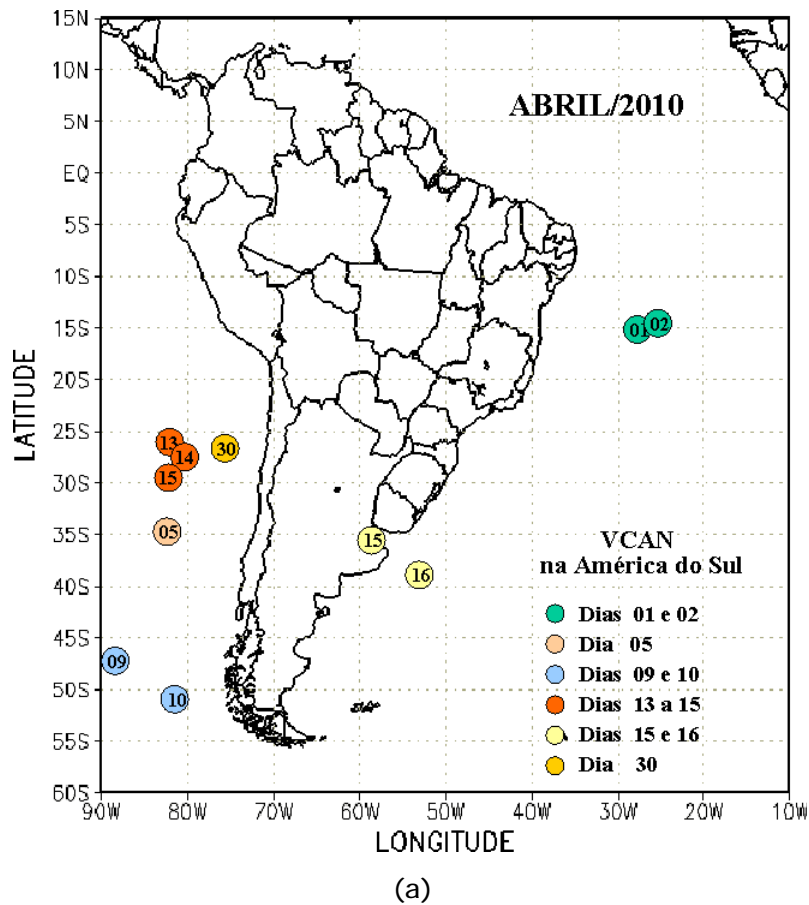


FIGURA 31 - Posição do centro dos Vórtices em Altos Níveis (VCAN) com a indicação dos dias de atuação sobre a América do Sul em ABRIL/2010. O centro do VCAN foi localizado subjetivamente através do campo de linhas de corrente em 200 hPa, a partir das análises diárias do NCEP/EUA, pós-processadas pelo CPTEC/INPE (a). A imagem do satélite GOES-12 ilustra a atuação do VCAN no dia 24, às 21:00 TMG (b).

Na estação Manacapuru-AM, as vazões foram calculadas a partir das cotas observadas no Rio Negro, utilizando um modelo estatístico (ver nota nº8 no final desta edição). Neste mês, a máxima altura registrada da cota foi 26,50 m, a mínima foi 24,17 m e a média igual a 25,27 m, igual ao valor climatológico (Figura 34).

Na bacia do Amazonas, as vazões aumentaram em quase todas as estações, com exceção da estação Samuel-RO, no sul desta bacia, onde a vazão foi menor que a observada no mês anterior e também ficou abaixo da MLT. Nas estações localizadas no norte da bacia, as vazões excederam a MLT, com exceção da estação Manacapuru-AM, onde a vazão média observada ficou ligeiramente abaixo da MLT.

Na bacia do Tocantins, a estação Tucuruí-PA apresentou uma vazão maior que a observada no mês anterior e próxima à MLT deste mês.

Nas duas estações monitoradas na bacia do São Francisco, as vazões ficaram abaixo da MLT. Na estação Sobradinho-BA, houve aumento da vazão quando comparada ao valor observado em março passado, enquanto que, na estação Três Marias, a vazão diminuiu.

No norte da bacia do Paraná, as vazões diminuíram em comparação com o mês anterior. Já na parte sul desta bacia, houve aumento dos valores de vazão. Considerando a MLT, ocorreram desvios negativos nas estações mais ao norte e positivos nas estações localizadas mais ao sul.

Nas bacias do Uruguai e do Atlântico Sudeste, as vazões médias mensais aumentaram em comparação com o mês anterior e também excederam a MLT. No vale do Itajaí, as precipitações registradas apresentaram desvios positivos, consistente com o aumento da vazão na estação Blumenau-SC (Tabela 4).

6. QUEIMADAS NO BRASIL

Abril é considerado um mês com poucas ocorrências de queimadas no ano. Neste mês, foram detectados 1.200 focos de queimadas no Brasil, pelo satélite NOAA-15 (Figura 35). Este número ficou 20% acima do total detectado em março e também 20% acima do número de focos detectado em abril de 2009, especialmente no norte do Nordeste e em algumas áreas no Brasil Central.

Comparando-se com o mesmo período de 2009, os aumentos mais significativos ocorreram no Mato Grosso (1.400%, 290 focos), Goiás (415%, 62 focos), Minas Gerais (100%, 91 focos), Maranhão (52%, 26 focos) e Bahia (36%, 94 focos). As queimadas diminuíram em Roraima (83%, 7 focos), Mato Grosso do Sul (58%, 116 focos), Rio Grande do Sul (56%, 7 focos) e em Pernambuco (40%, 6 focos). Na América do Sul, as queimadas aumentaram em torno de 10% no Paraguai, Bolívia e Venezuela e no norte da Argentina.

Detectaram-se 90 focos de queimadas no interior das Unidades de Conservação, federal e estadual, e em suas áreas vizinhas, destacando-se a Estação Ecológica Serra Geral do Tocantins (14 focos, Federal/TO), o Parque Nacional de Mapinguari (6 focos, Federal/AM) e a Área de Preservação Ambiental Ilhas e Várzeas do Rio Paraná (5 focos, Federal/MS).

7. MONITORAMENTO NA ANTÁRTICA

Em abril, foram observadas anomalias negativas de Pressão ao Nível do Mar (PNM) no Oceano Austral, com valores de até -12 hPa nos mares de Ross e Amundsen (Figura 36). No nível de 500 hPa, os valores de geopotencial ficaram próximos à média no platô antártico (ver Figura 12, seção 1).

No campo de anomalia do vento, no nível de 925 hPa, observou-se uma circulação ciclônica organizada no norte dos mares de Ross e Amundsen, (Figura 37). Neste mês, registrou-se apenas um episódio de escoamento de ar de sul para norte, a partir do norte e nordeste do mar de Bellingshausen e noroeste do mar Weddell em direção ao sul do Brasil.

O campo de anomalia de temperatura do ar em 925 hPa, mostrado na Figura 38, evidenciou valores negativos de até -1°C no mar de Weddell, ao passo que valores positivos predominaram na maior parte do Oceano Austral, com destaque para as anomalias positivas de até 5°C no mar de Ross. No nível de 500 hPa, foram registradas temperaturas cerca de 3°C acima da climatologia no interior do continente, mantendo a tendência iniciada em fevereiro de 2008.

A anomalia ciclônica organizada no norte dos mares de Ross e Amundsen (ver Figura 37) contribuiu, possivelmente, para a retração na

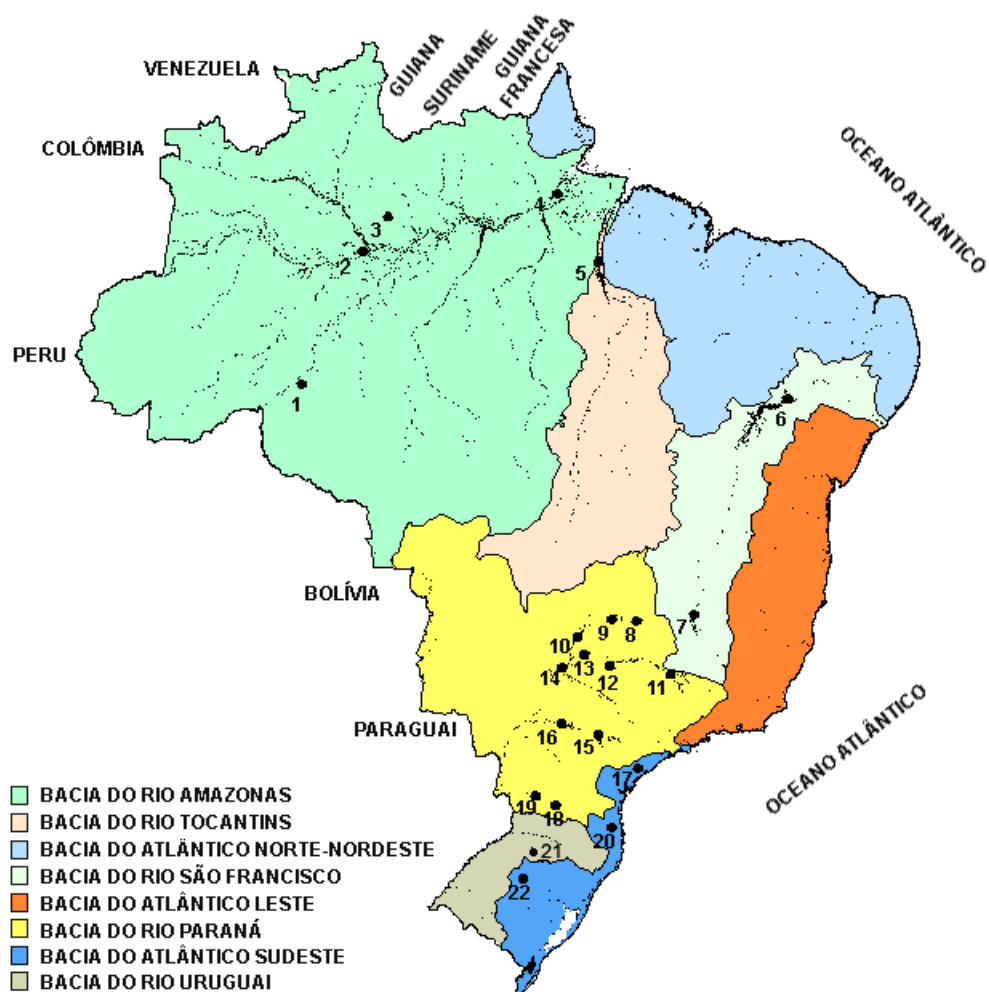


FIGURA 32 - Localização dos postos fluviométricos citados na TABELA 3.

LOCAL	VAZÃO (m ³ /s)	DESVIO (%)	LOCAL	VAZÃO (m ³ /s)	DESVIO (%)
1. Samuel-RO	668,0	-13,9	12. Marimbondo-SP	2022,0	-3,9
2. Manacapuru-AM	104064,1	-2,4	13. Água Vermelha-SP	2488,0	4,7
3. Balbina-AM	1181,0	21,5	14. Ilha Solteira-SP	7013,0	7,9
4. Coaracy Nunes-AP	1974,0	9,9	15. Xavantes-SP	672,0	14,7
5. Tucuruí-PA	24236,0	1,5	16. Capivara-SP	2096,0	142,0
6. Sobradinho-BA	2727,0	-33,7	17. Registro-SP	-	-
7. Três Marias-MG	470,0	-40,4	18. G. B. Munhoz-PR	1650,0	267,5
8. Emborcação-MG	473,0	-26,0	19. Salto Santiago-PR	2496,0	272,0
9. Itumbiara-MG	1427,0	-30,0	20. Blumenau-SC	336,0	158,5
10. São Simão-MG	3072,0	-3,4	21. Passo Fundo-RS	55,0	83,3
11. Furnas-MG	815,0	-20,7	22. Passo Real-RS	173,0	44,2

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

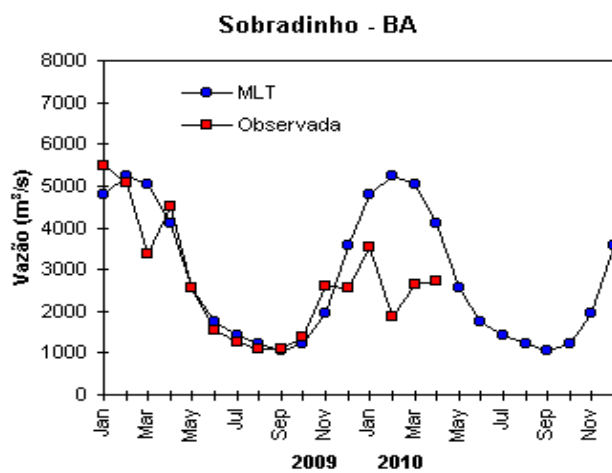
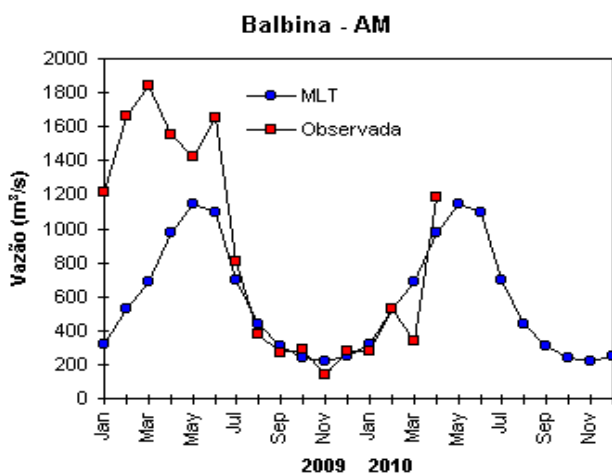
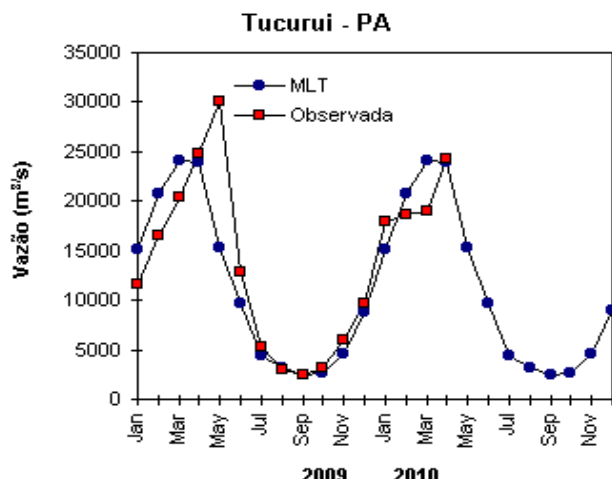
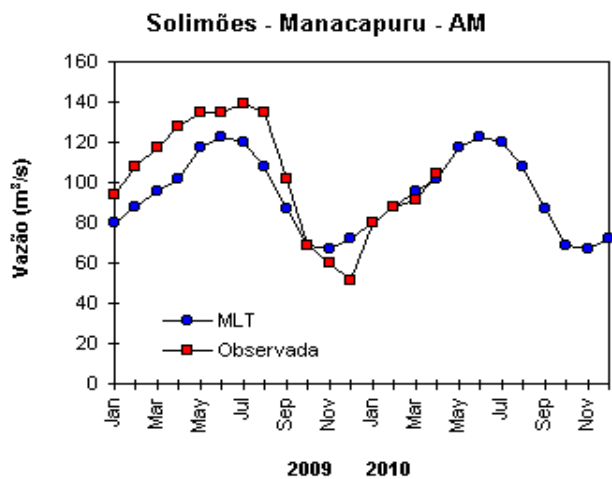
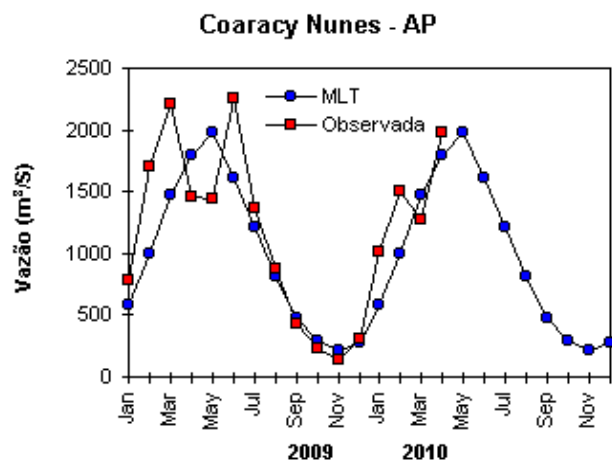
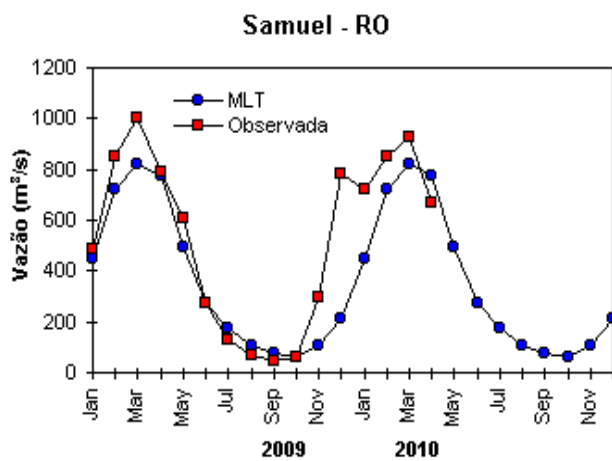


FIGURA 33 – Variação das vazões naturais médias mensais em relação à MLT para 2009 e 2010. No gráfico de Manacapuru-AM, a vazão média em m^3/s foi dividida por mil (FONTE: ELETROBRÁS, ONS, ANEEL, ELETRONORTE e FURB).

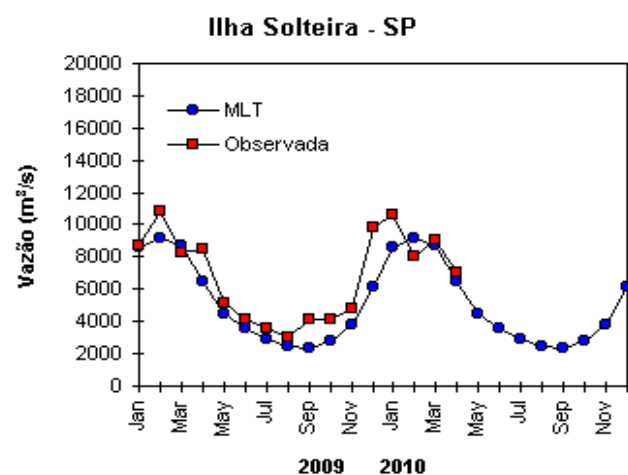
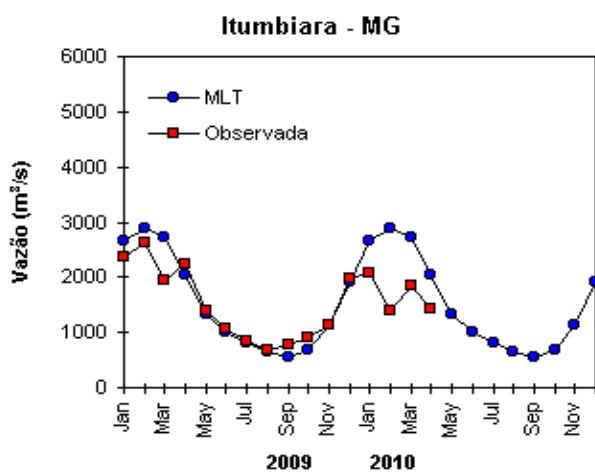
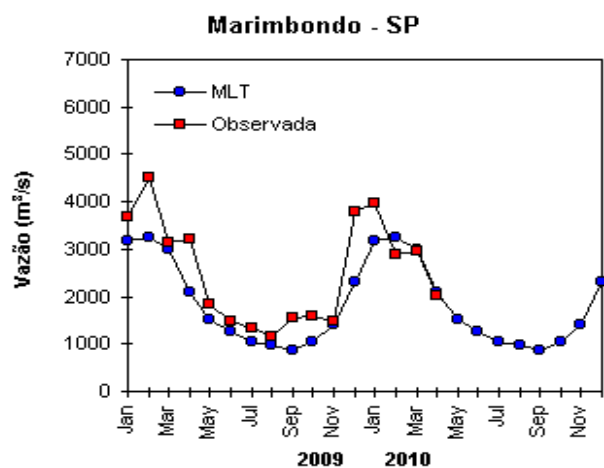
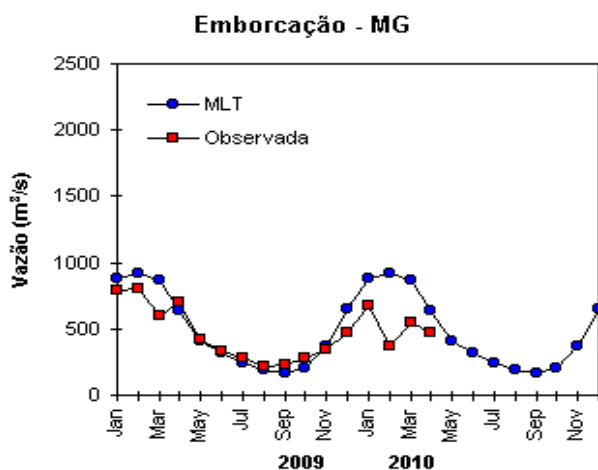
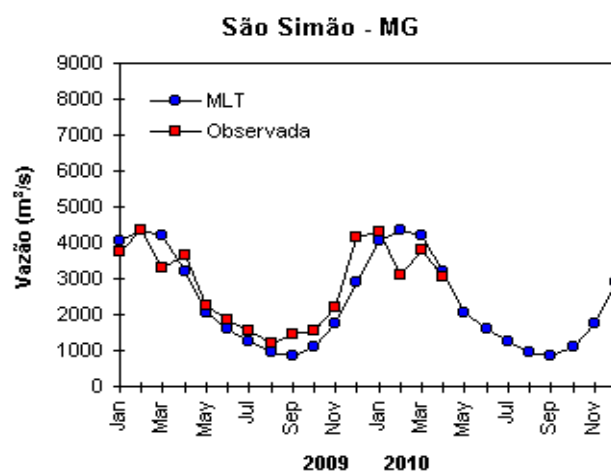
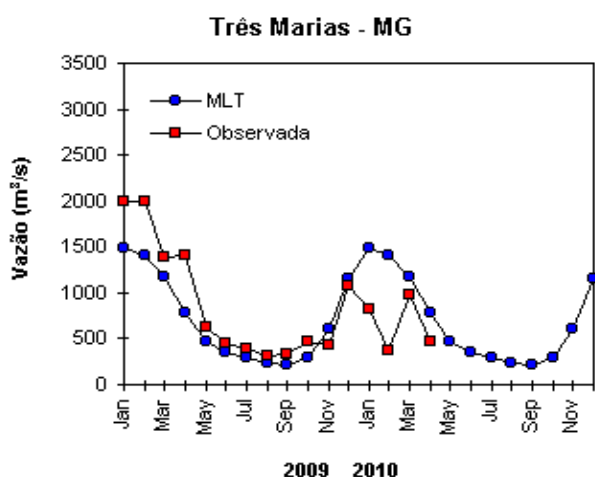


FIGURA 33 – Continuação (A).

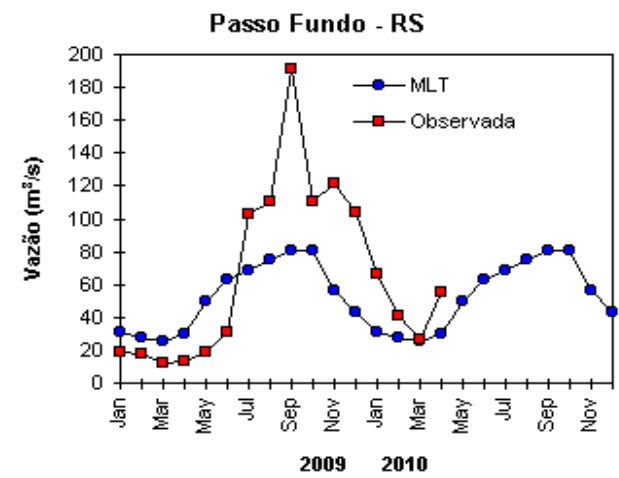
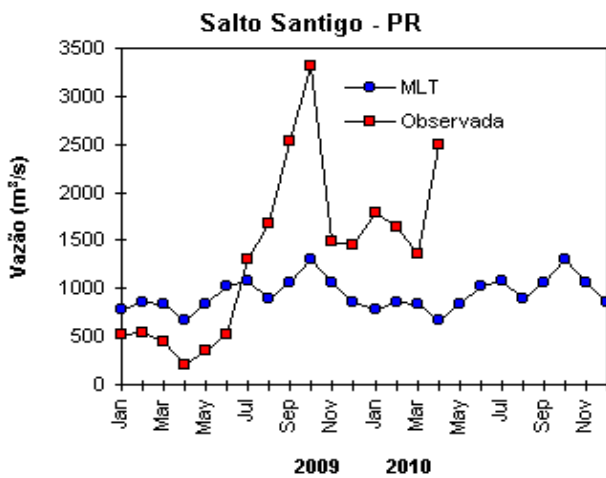
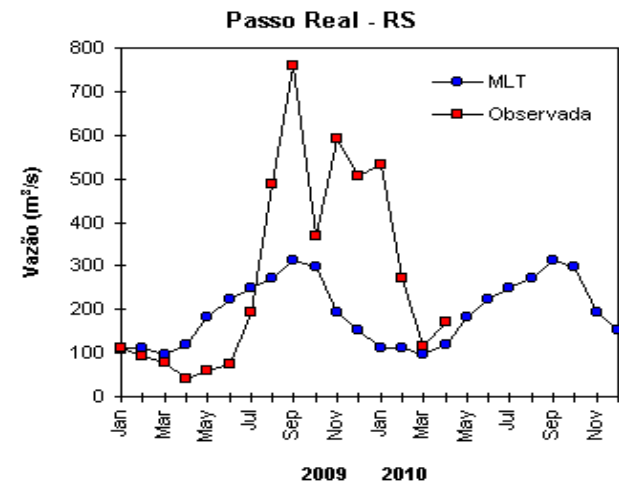
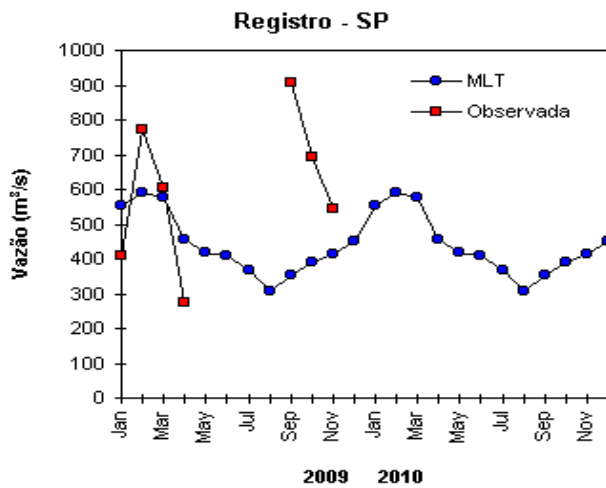
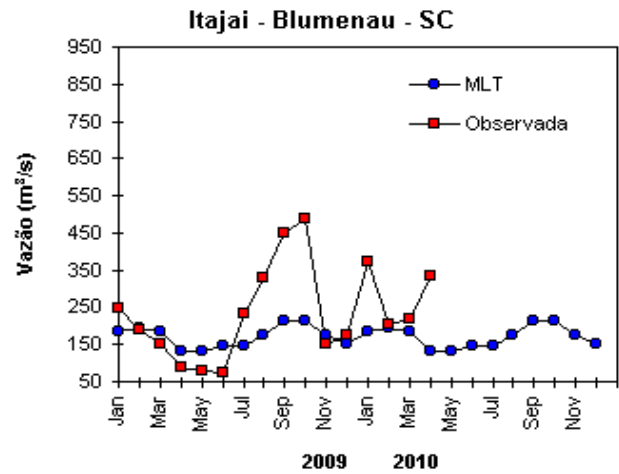
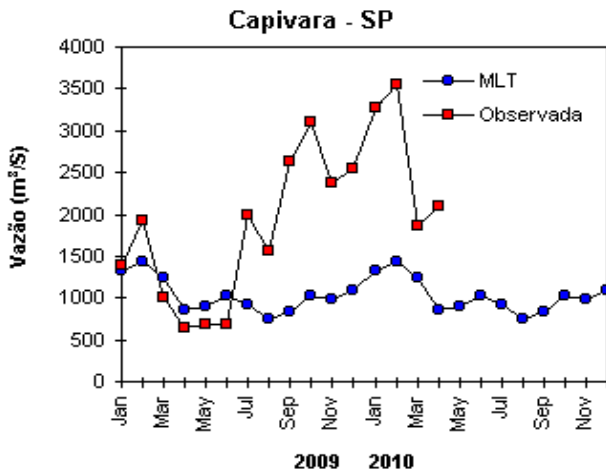


FIGURA 33 – Continuação (B).

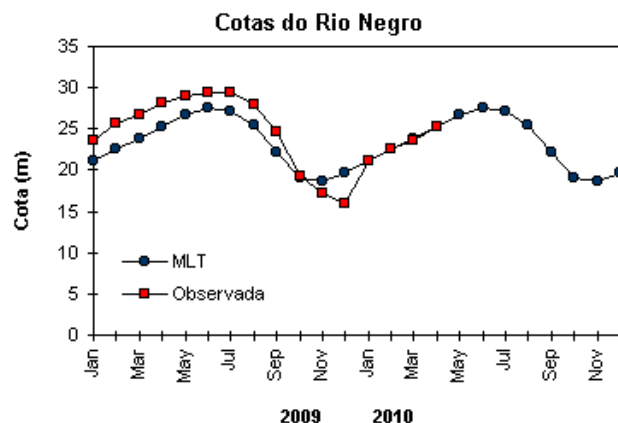


FIGURA 34 – Cotas médias do Rio Negro, expressas em metros acima do nível médio do mar, para 2009 e 2010 (quadrado) e a MLT para a média de 1903 a 1986 (círculo). (FONTE: Adm. do Porto de Manaus – CODOMAR).

VALE DO ITAJAÍ	PRECIPITAÇÃO (mm)	DESVIOS (%)
Apiúna-SC	246,8	174,5
Blumenau-SC	227,2	116,6
Ibirama-SC	262,0	187,5
Ituporanga-SC	167,8	78,4
Rio do Sul-SC	241,2	154,9
Taió-SC	257,8	179,8

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

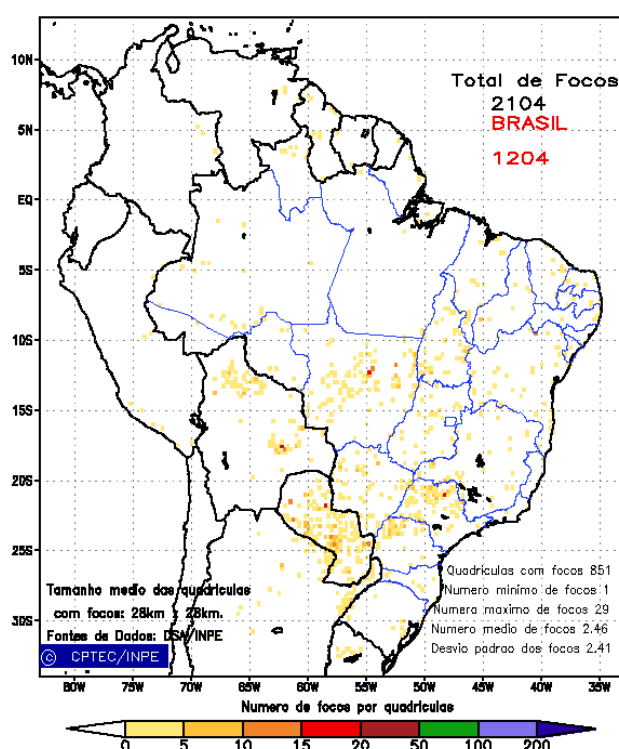


FIGURA 35 - Distribuição espacial de densidade de queimadas, detectadas em quadrículas de 28 km x 28 km no Brasil em ABRIL/2010. Focos de calor detectado através do satélite NOAA 15, às 21:00 TMG. (FONTE: DSA - Queimadas /INPE).

extensão do gelo marinho nos mares de Bellingshausen, Amundsen e Ross (Figura 39).

Na estação brasileira, Estação Antártica Comandante Ferraz (EACF), registraram-se ventos predominantes de leste e oeste, sendo as direções climatológicas de leste e norte. A magnitude média mensal do vento foi igual a

7,7 m/s, ficando acima da média climatológica para este mês (5,8 m/s). A temperatura média do ar foi igual a $-2,1^{\circ}\text{C}$. Este valor ocorreu abaixo da climatologia ($-1,5^{\circ}\text{C}$) e manteve o padrão de temperaturas abaixo da média verificado desde junho de 2009. Neste mês, não houve incursão de sistema frontal, porém doze ciclones

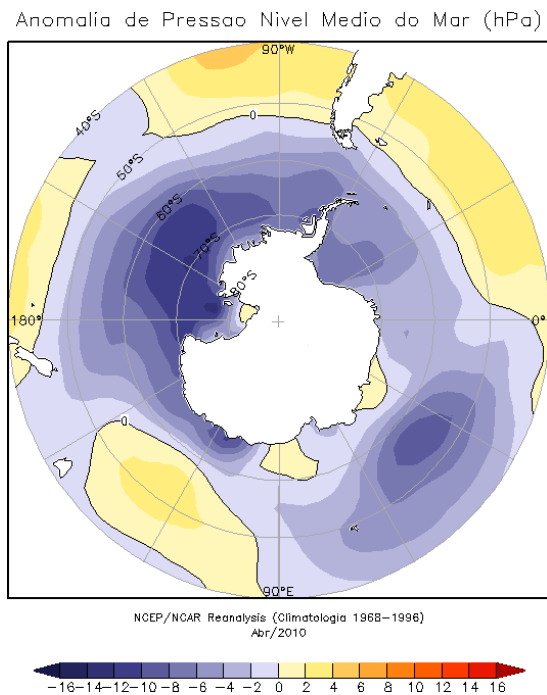


FIGURA 36 – Anomalia de Pressão ao Nível do Mar (PNM), em hPa, em ABRIL/2010. Destacam-se as anomalias negativas no Oceano Austral, principalmente nos mares de Ross e Amundsen. (FONTE: NOAA/CDC).

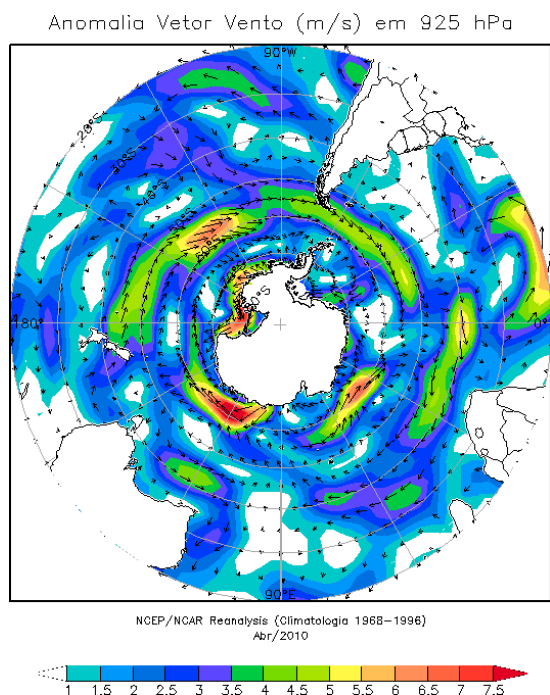


FIGURA 37 - Anomalia de vento (m/s), em 925 hPa, em ABRIL/2010. Nota-se a circulação ciclônica anômala sobre os mares de Ross, Amundsen e Bellingshausen. (FONTE: NOAA/CDC).

extratropicais atingiram a região da Península Antártica. O número de sistemas para este mês costuma ficar em torno de quatro frentes e sete ciclones.

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

1986 a 2010), encontram-se disponíveis no site <http://antartica.cptec.inpe.br/~rantar/data/resumos/climatoleacf.xls>. As indicações geográficas dos mares da Antártica estão disponíveis no final desta edição (ver Figura B, no Apêndice).

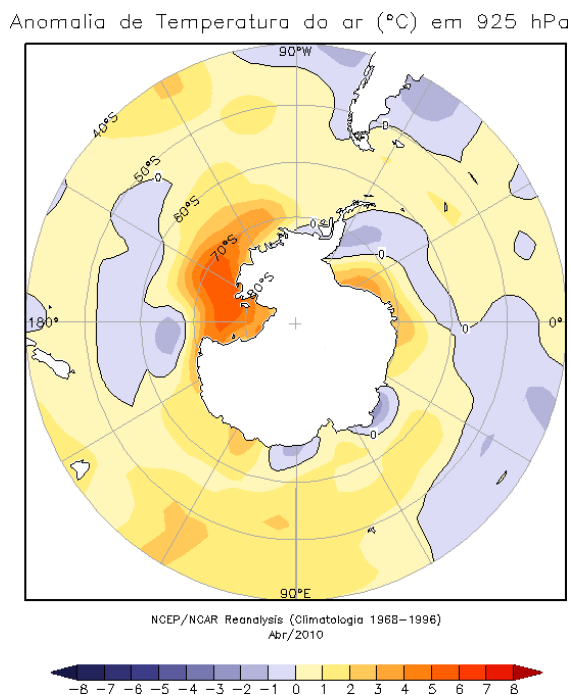


FIGURA 38 - Anomalia de temperatura do ar (°C), em 925 hPa, em ABRIL/2010. Nota-se a predominância de anomalias positivas cobrindo quase todo Oceano Austral. (FONTE: NOAA/CDC).

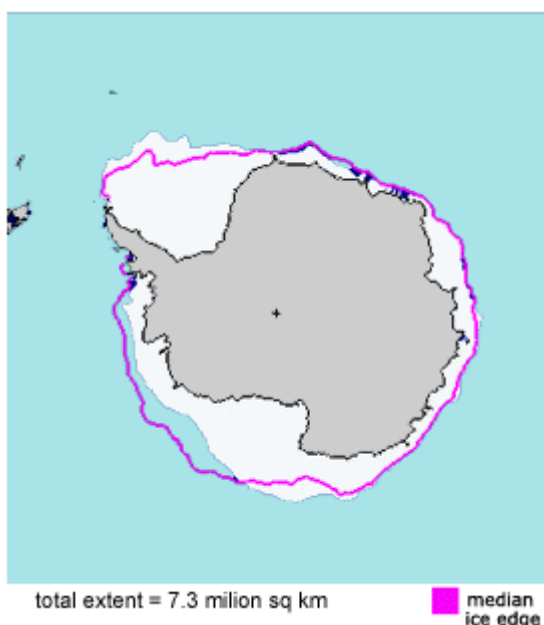


FIGURA 39 - Extensão do gelo marinho no Oceano Austral, em ABRIL/2010. Destaca-se a retração na extensão do gelo marinho nos mares de Bellingshausen, Amundsen e Ross. (FONTE: NOAA/CDC e NOAA/NSIDC).

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

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

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

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

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

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

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

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

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

SIGLAS

ANEEL	-Agência Nacional de Energia Elétrica
CPC/NWS	-Climate Prediction Center/National Weather Services (Centro de Previsão Climáticas do Serviço Meteorológico dos EUA)
CEMIG/SIMGE	-Companhia Energética de Minas Gerais
CEPLAC	-Comissão Executiva do Plano de Lavoura Cacaueira
CHESF	-Companhia Hidroelétrica do São Francisco
CIRAM/SC	-Centro de Informações de Recursos Ambientais e de Hidrometeorologia de Santa Catarina
CMCD/INPE	-Centro de Missão de Coleta de Dados do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
CMRH	-Centro Estadual de Meteorologia e dos Recursos Hídricos de Sergipe
CODOMAR	-Companhia Docas do Maranhão
CRODT	-Centro de Pesquisas Oceanográficas de Dakar-Thiaroye
DAEE	-Departamento de Águas e Energia Elétrica
DISME	-Distrito de Meteorologia
DHME/PI	-Departamento de Hidrometeorologia do Piauí
ELETOBRÁS	-Centrais Elétricas Brasileiras S/A
ELETRONORTE	-Centrais Elétricas do Norte do Brasil S/A
EMPARN	-Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte
FEPAGRO	-Fundação Estadual de Pesquisas Agropecuárias
FURB	-Universidade Regional de Blumenau
FUNCEME	-Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos do Ceará
GEORIO	-Fundação Instituto de Geotécnica
INMET	-Instituto Nacional de Meteorologia
IAC	-Instituto Agronômico 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
PCD	-Plataforma de Coleta de Dados
PNM	-Pressão ao Nível do Mar
ROL	-Radiação de Onda Longa emitida para o Espaço
SF	-Sistema Frontal
TMG	-Tempo Médio Greenwich
TSM	-Temperatura da Superfície do Mar
VCAN	-Vórtice Ciclônico de Altos Níveis
ZCAS	-Zona de Convergência do Atlântico Sul
ZCIT	-Zona de Convergência Intertropical
ZCPS	-Zona de Convergência do Pacífico Sul

APÊNDICE

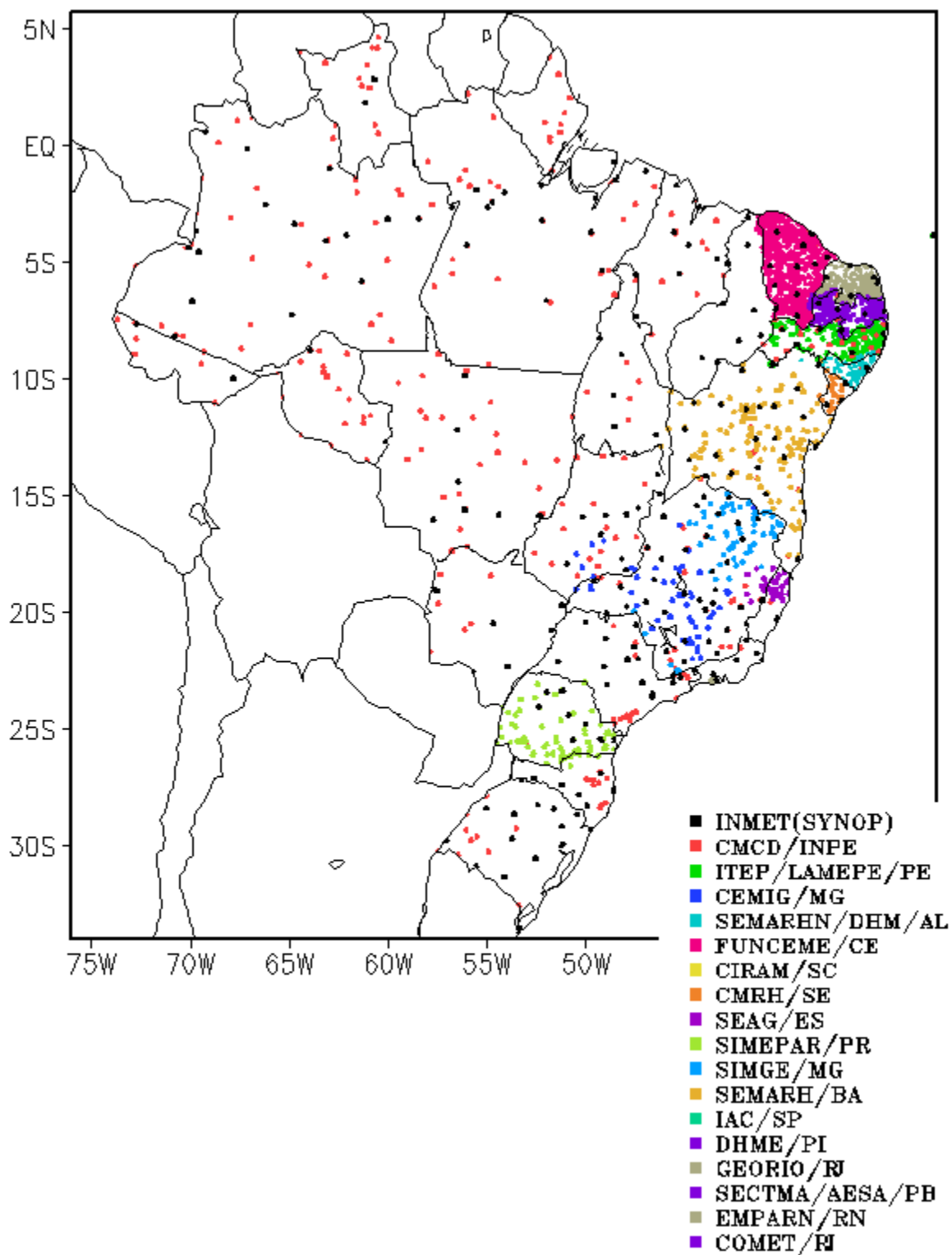


FIGURA A – Distribuição espacial das 2.345 estações pluviométricas e meteorológicas no Brasil.

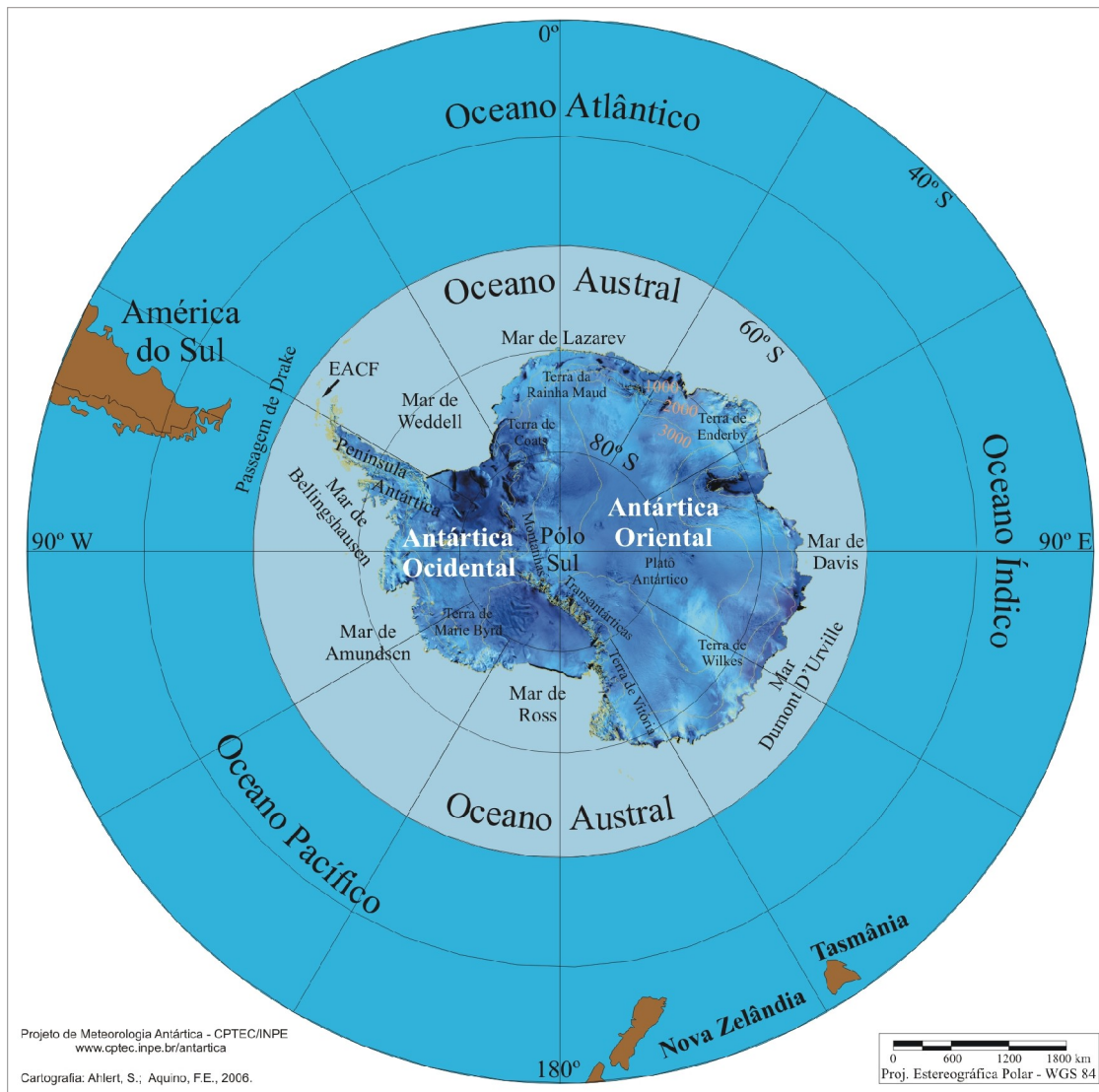


FIGURA B – Mapa da Antártica, ilustrando suas principais regiões. (FONTE: Projeto de Meteorologia Antártica do CPTEC/INPE, 2006)