

CLIMANÁLISE

BOLETIM DE MONITORAMENTO E ANÁLISE CLIMÁTICA

Climanálise	Cachoeira Paulista - SP	Volume 23	Número 12	Dezembro/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 12

DEZEMBRO/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 Rodríguez - CPTEC/INPE | Prakki Satyamurty - CPTEC/INPE |
| Francisco Eliseu Aquino - UFRGS | Raffi Agop Simanoglu - CPTEC/INPE |
| Marcelo de Oliveira Romão - CPTEC/INPE | |
- Instituições Colaboradoras:**
- | | |
|---------------------------------------|---|
| ANEEL - Brasília, DF | FUNCEME - Fortaleza, CE |
| CEPLAC - Itabuna, BA | FURB - Blumenau, SC |
| CHESF - Recife, PE | GEORIO - Rio de Janeiro, RJ |
| CLIMERH - Florianópolis, SC | IAC - Instituto Agrônomo de Campinas, SP |
| CODOMAR - Adm. do Porto de Manaus, AM | INMET - Brasília, DF |
| CPC/NWS - Washington, DC, USA | ORSTOM - Brest, França |
| DAEE - São Paulo, SP | SIMEPAR - Curitiba, PR |
| 7º DISME/INMET - São Paulo, SP | Centros Estaduais Meteorologia e Recursos Hídricos Integrantes do PMTCRH. |
| ELETROBRÁS - Rio de Janeiro, RJ | |
| ELETRONORTE - Brasília, DF | |
| FEPAGRO - Porto Alegre, RS | |
- Editoração Técnica:** Raul Vianna Bastos Júnior - CPTEC/INPE
- Elaboração da Capa¹:** Ana Paula T. Tavares - CPTEC/INPE
Leticia Maria B. de Farias - CPTEC/INPE
- Impressão:** Sala de Editoração da Climanálise - CPTEC/INPE
- Impressão da Capa e Acabamento:** Grafmidia
- Endereço para Correspondência:** CLIMANÁLISE
Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE
Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos - CPTEC
Rodovia Presidente Dutra, km 40 - Caixa Postal 01
12630-000 - Cachoeira Paulista - SP - BRASIL
Fone: (12)3186-8400; e-mail: climanalise@cptec.inpe.br

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

CLIMANÁLISE

BOLETIM DE MONITORAMENTO E ANÁLISE CLIMÁTICA

VOLUME 23 - Nº 12

DEZEMBRO/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	11
2.2 – Análise da Temperatura no Brasil	13
3. PERTURBAÇÕES ATMOSFÉRICAS SOBRE O BRASIL	13
3.1 – Sistemas Frontais e Frontogênese	13
3.2 – Massas de Ar Frio e Geadas	18
3.3 – Atividade Convectiva sobre a América do Sul	18
3.3.1 – Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS)	20
3.3.2 – Zona de Convergência Intertropical (ZCIT)	20
3.3.3 – Linha de Cumulonimbus na Costa Norte/Nordeste da América do Sul	20
4. ESCOAMENTO EM ALTOS NÍVEIS	22
4.1 – Jato sobre a América do Sul	22
4.2 – Circulação da Alta da Bolívia	22
4.3 – Vórtices Ciclônicos e Cavados em Altos Níveis	24
5. ANÁLISE DE DADOS HIDROLÓGICOS NO BRASIL	24
6. MONITORAMENTO DE QUEIMADAS	32
7. MONITORAMENTO NA ANTÁRTICA	33
NOTAS	36
SIGLAS	38
SIGLAS TÉCNICAS	39
APÊNDICE	40

SUMMARY

The South Atlantic Convergence Zone (SACZ) continued to favour the rainfall excess above the historical mean over the Southeast Region, parts of Central-West Region and southern parts of North Region of Brazil in December 2008. The Intertropical Convergence Zone (ITCZ), the squall-line activity along the northern coast of the South American Continent and the formation of the Bolivian High contributed to above-normal rainfall in the North Region. The maximum temperatures were higher than normal in several cities in the states of Mato Grosso, São Paulo and Parana.

The atmospheric and oceanic conditions during the month show intensification of the La Niña situation with strengthening of the negative anomalies of sea surface temperatures in the eastern Equatorial Pacific and the intensification of the trade winds and fall of pressure over the western portions of the Equatorial Pacific. Over the Atlantic Ocean the northeastern trade winds weakened, consistently with the persistence of the positive SST anomalies north of the Equator.

The rainfall over most of the Brazilian river basins, Amazon, Tocantins, northern Parana and São Francisco, was above normal and consequently the runoffs in the rivers also were above normal.

9200 hot spots (vegetation fires) were detected in December, number that was less than that registered in November. This is expected in the rainy season in central parts of Brazil.

This bulletin can be accessed by internet at:
<http://www.cptec.inpe.br/products/climanalise>

SUMÁRIO

Em dezembro, a atuação da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) continuou favorecendo a ocorrência de totais pluviométricos acima da média histórica em grande parte da Região Sudeste. Este sistema também foi favorável à ocorrência de chuvas acima da média em parte das Regiões Centro-Oeste e Norte do Brasil. A Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), a formação de Linhas de Instabilidade (LI's) ao longo da costa norte da América do Sul e a configuração da Alta da Bolívia nesta época do ano também contribuíram para as chuvas acima da média na Região Norte do Brasil. As temperaturas máximas ocorreram acima da média principalmente em cidades do Mato Grosso do Sul, Paraná e São Paulo.

Os campos oceânicos e atmosféricos evidenciaram a intensificação do fenômeno La Niña, com o aumento das anomalias negativas da Temperatura da Superfície do Mar (TSM) no Pacífico Equatorial Leste e a intensificação dos ventos alísios concomitantemente com a diminuição da Pressão ao Nível do Mar (PNM) sobre a porção oeste do Pacífico Equatorial. Sobre o Oceano Atlântico, os ventos alísios de nordeste estiveram mais fracos, sendo consistentes com a persistência de anomalias positivas de TSM ao norte do Equador.

As chuvas foram elevadas e excederam a climatologia na maior parte das bacias do Amazonas, Tocantins, norte do Paraná e sul da bacia do São Francisco, refletindo no comportamento das vazões nas bacias monitoradas.

Os 9.200 focos de queimadas detectados no País ficaram abaixo dos focos registrados em novembro passado, porém ocorreram dentro do esperado em função do período mais chuvoso no setor central do Brasil.

Este boletim pode ser acessado pela internet:
<http://www.cptec.inpe.br/products/climanalise>

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

A Temperatura da Superfície do Mar (TSM) continuou abaixo da climatologia sobre o Pacífico Equatorial no decorrer de dezembro (Figura 1). Nas regiões dos Niños 1+2, 3, 3.4 e 4, as anomalias de TSM variaram entre $-0,4^{\circ}\text{C}$ e $-0,7^{\circ}\text{C}$ (Figura 2 e Tabela 1). Do mesmo modo, a temperatura do mar na camada sub-superficial em torno da longitude 130°W , na profundidade de aproximadamente 150 m, apresentou-se até 4°C abaixo da climatologia. Esta configuração indicou o restabelecimento das condições associadas ao fenômeno La Niña na região do Pacífico Equatorial. Na região do Atlântico Tropical Norte, a TSM continuou apresentando valores acima da climatologia, sendo esta uma situação dominante nos últimos meses.

No campo de anomalia de Radiação de Onda Longa (ROL), verificou-se o aumento da atividade convectiva na região da Indonésia, como resultado do retorno do padrão associado ao fenômeno La Niña no Pacífico Equatorial (Figura 5). Na região do Atlântico Norte, a extensa área de anomalia negativa de ROL indicou o aumento

da atividade convectiva, possivelmente associado à persistência de anomalias positivas de TSM nos últimos meses. Esta configuração também favoreceu o posicionamento da ZCIT ao norte de sua climatologia em algumas pântadas de dezembro (ver seção 3.3.1).

O campo de Pressão ao Nível do Mar (PNM) evidenciou um padrão de onda número um em latitudes tropicais e subtropicais do Hemisfério Sul, com predominância de anomalias positivas no Pacífico Central e Leste e negativas no Pacífico Oeste (Figura 6). Os sistemas de alta pressão semi-estacionários do Atlântico Sul e Pacífico Sudeste apresentaram-se mais intensos. Esta persistência de altas pressões foi desfavorável ao deslocamento dos sistemas frontais provenientes de latitudes mais altas (ver seção 3.1).

No escoamento médio em 850 hPa, destacou-se a predominância de anomalia anticiclônica nas latitudes extratropicais dos oceanos Atlântico e Pacífico Sudeste (Figuras 7 e 8). Esta configuração foi desfavorável ao deslocamento de sistemas frontais sobre o Brasil, como notado também em novembro passado. Na região do Atlântico Equatorial, os alísios

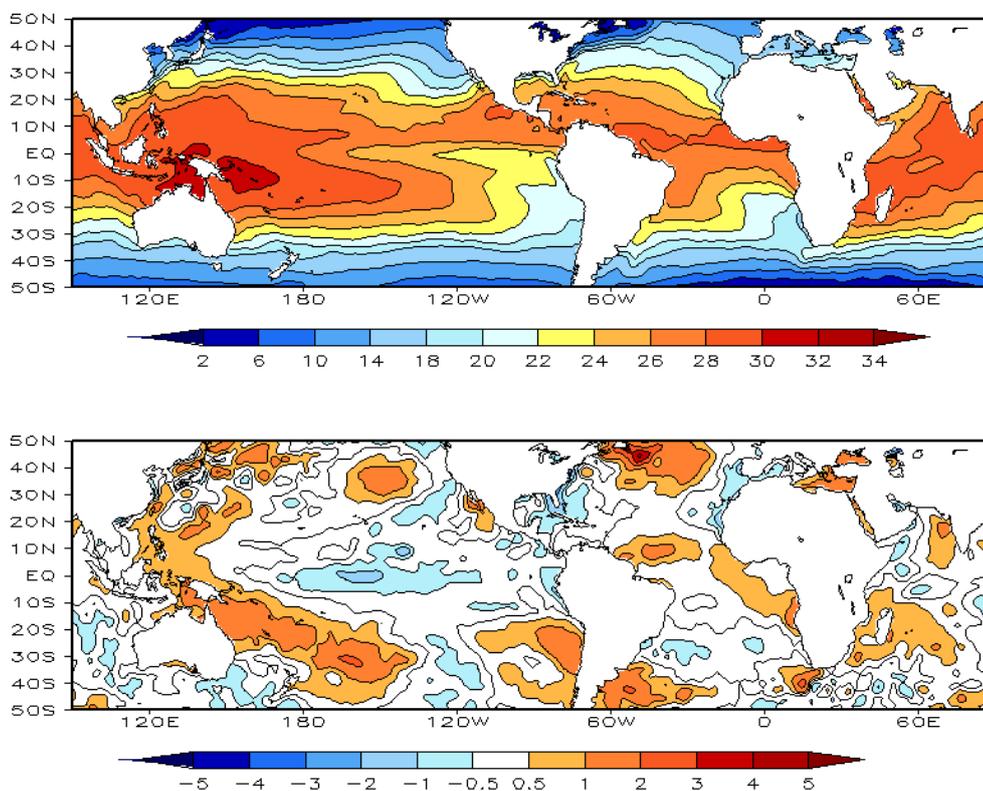


FIGURA 1 – Temperatura da Superfície do Mar (TSM), em DEZEMBRO/2008: a) média, com intervalo das isotermas de 4°C para valores de TSM menores que 18°C . Para TSM maior que 18°C , o intervalo das isotermas é de 2°C ; b) anomalias, com intervalo entre as isotermas de $0,5^{\circ}\text{C}$ para anomalias 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 (5N - 5S)	TSM NO PACÍFICO													
	Tahiti	Darwin			Niño 1+2 (0 - 10S)	Niño 3 (5N - 5S)	Niño 3.4 (5N - 5S)	Niño 4 (5N - 5S)	160E - 160W		90W - 80W		150W - 90W		170W - 120W		160E - 150W	
DEZ	1,6	-0,8	1,5	2,3	-0,4	22,4	-0,5	24,6	-0,7	25,7	-0,6	27,7						
NOV	1,7	-0,6	1,5	1,2	-0,2	21,5	-0,2	24,8	-0,2	26,3	-0,3	28,1						
OUT	2,4	0,4	1,3	1,1	-0,2	20,8	-0,1	24,8	-0,3	26,3	-0,1	28,3						
SET	2,1	-0,2	1,5	0,3	0,7	21,2	0,3	25,1	-0,2	26,5	-0,4	28,1						
AGO	2,1	0,9	0,8	0,7	1,1	21,9	0,7	25,7	0,2	26,9	-0,3	28,2						
JUL	0,8	0,6	0,2	0,9	0,8	22,7	0,6	26,1	0,1	27,2	-0,3	28,3						
JUN	1,2	0,8	0,3	0,4	0,6	23,7	0,2	26,6	-0,3	27,2	-0,6	28,1						
MAI	0,8	1,3	-0,3	1,2	0,1	24,4	0,0	27,1	-0,6	27,2	-0,8	27,9						
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						

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

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).

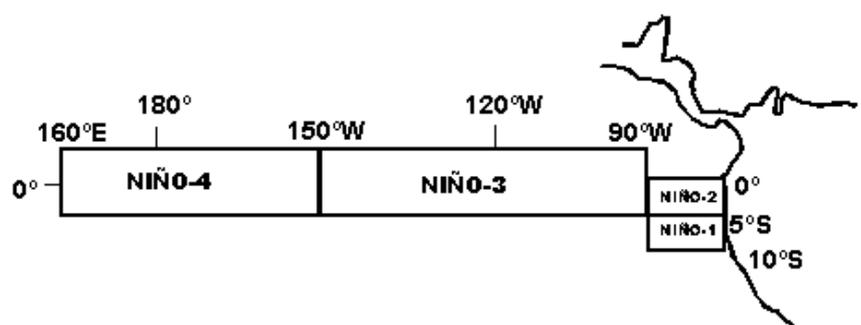
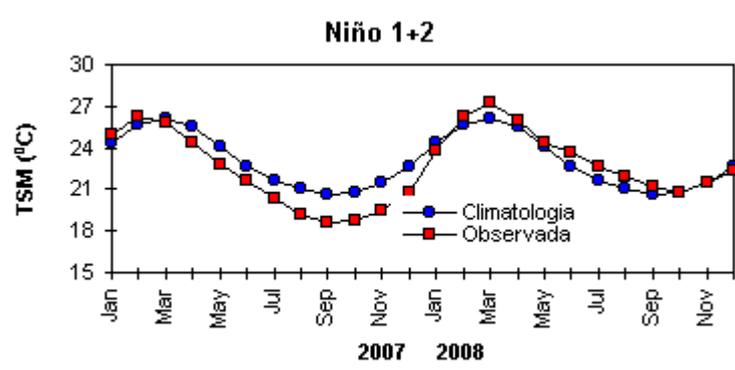
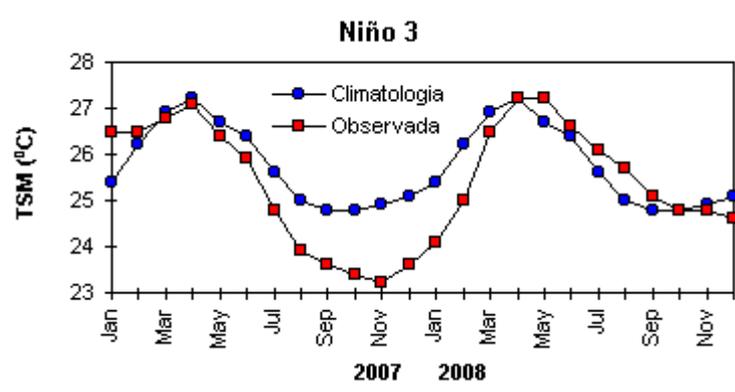
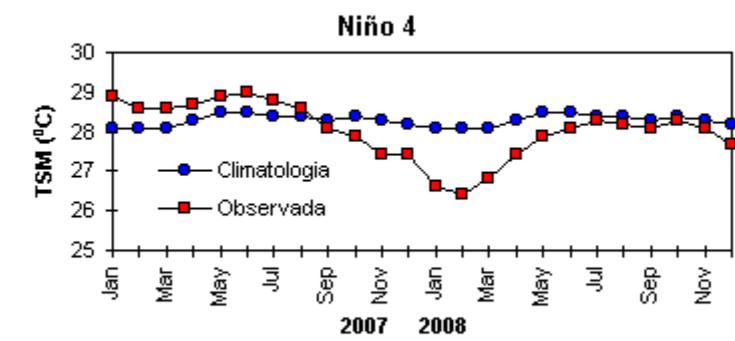


FIGURA 2 - Temperaturas médias da superfície do mar (quadrado) e média climatológica (círculo) no Oceano Pacífico para as regiões indicadas, expressas em °C. (FONTE: CPC/NWS).

continuaram relaxados e refletiram o aumento da TSM mencionado anteriormente.

No campo de anomalia de vento em 200 hPa, destacou-se o par de ciclones anômalos na região do Pacífico Oeste, consistente com o retorno do padrão de La Niña (Figuras 9 e 10). Notou-se, também, a configuração da Alta da Bolívia e do cavado do Nordeste e Atlântico

adjacente, caracterizando o escoamento típico de verão sobre a América do Sul e Oceano Atlântico adjacente (ver seções 4.2 e 4.3).

No campo de altura geopotencial em 500 hPa, observou-se o número de onda 3 nas latitudes extratropicais do Hemisfério Sul (Figura 12).

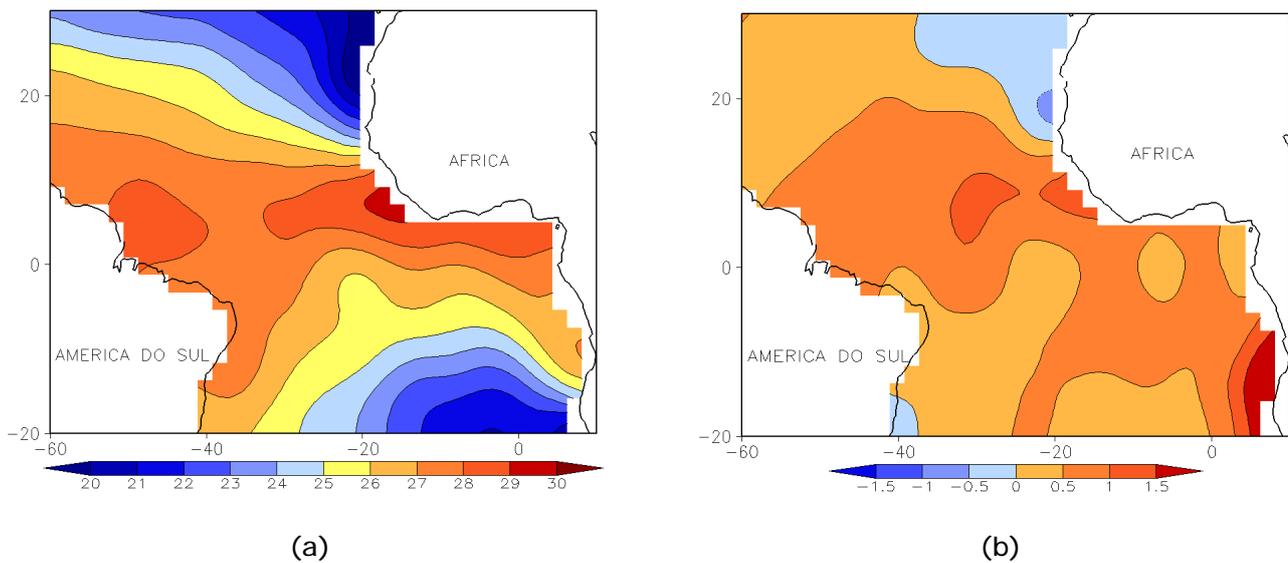


FIGURA 3 - Temperatura da Superfície do Mar (TSM) na região do Oceano Atlântico Tropical, em DEZEMBRO/2008, analisada numa grade de 2°: a) média, com intervalo entre as isotermas de 1°C; b) anomalia, com intervalo entre as isotermas de 0,5°C. As anomalias são desvios das médias mensais em relação à climatologia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

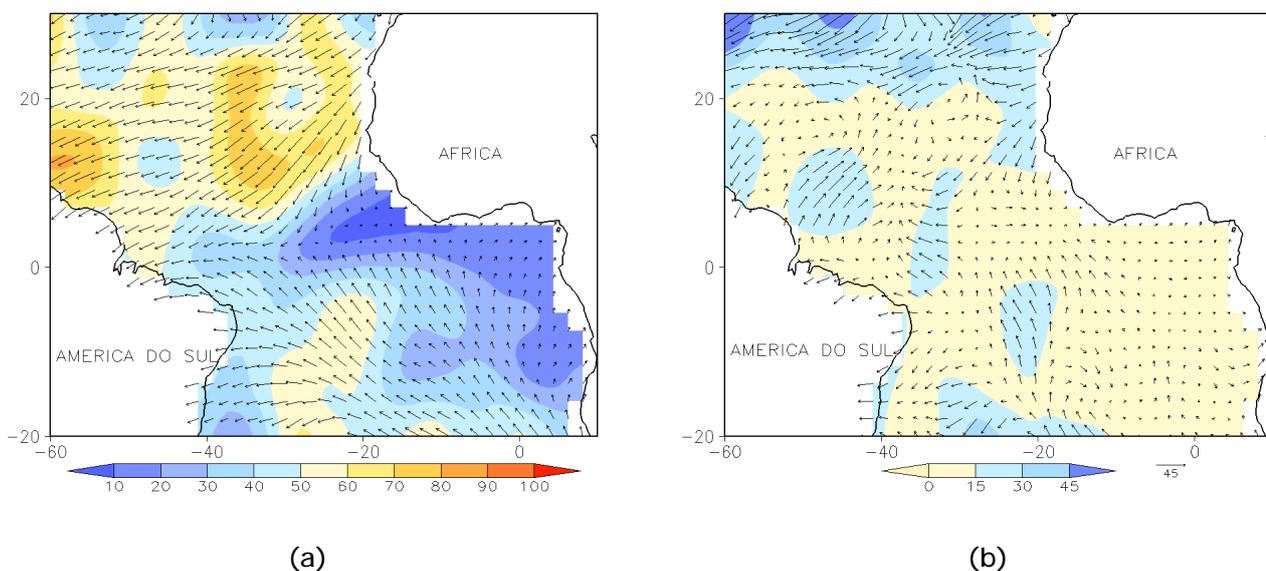


FIGURA 4 - Vetor pseudo-tensão de cisalhamento superficial, relacionado ao vento em superfície para DEZEMBRO/2008: a) média, com intervalo entre as isolinhas de 10 m²/s²; b) anomalia, com intervalo entre as isolinhas de 15 m²/s². As anomalias são desvios das médias mensais para o período base 1964/1985.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

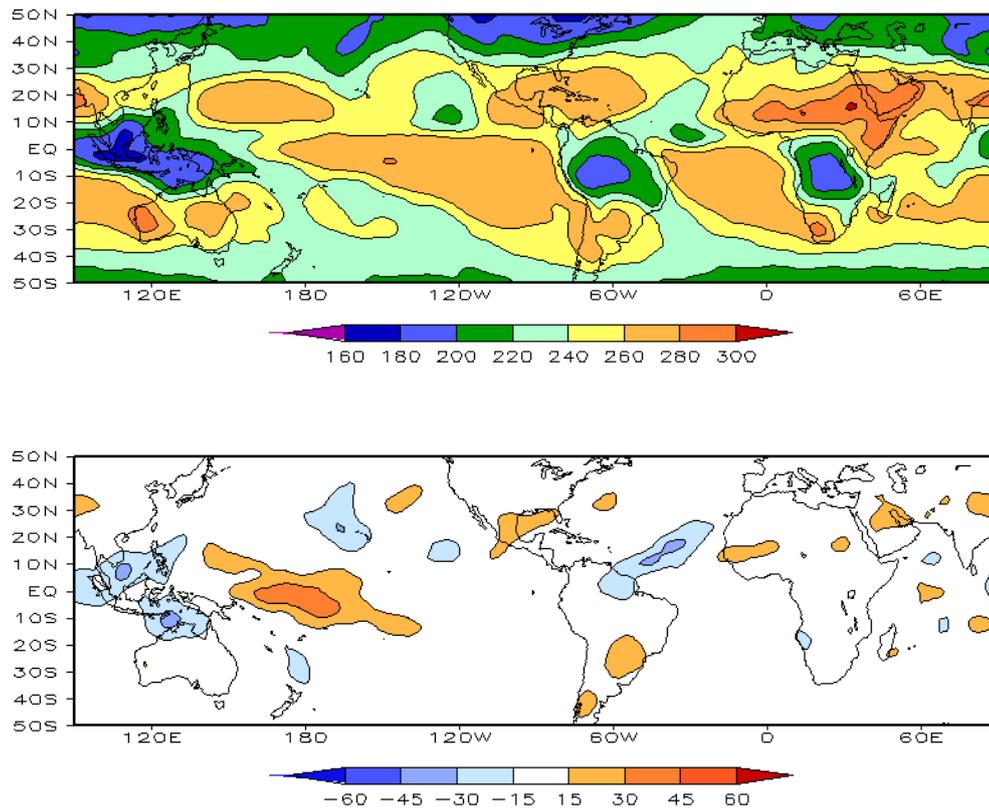


FIGURA 5 – Radiação de Onda Longa (ROL) emitida para o espaço, em DEZEMBRO/2008 (medidas do NESDIS/ESL através do canal IV do AVHRR a bordo do satélite NOAA-12): a) média, com intervalo entre isolinhas de 20 W/m²; b) anomalia, com intervalo entre as isolinhas de 15 W/m². As anomalias são calculadas como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

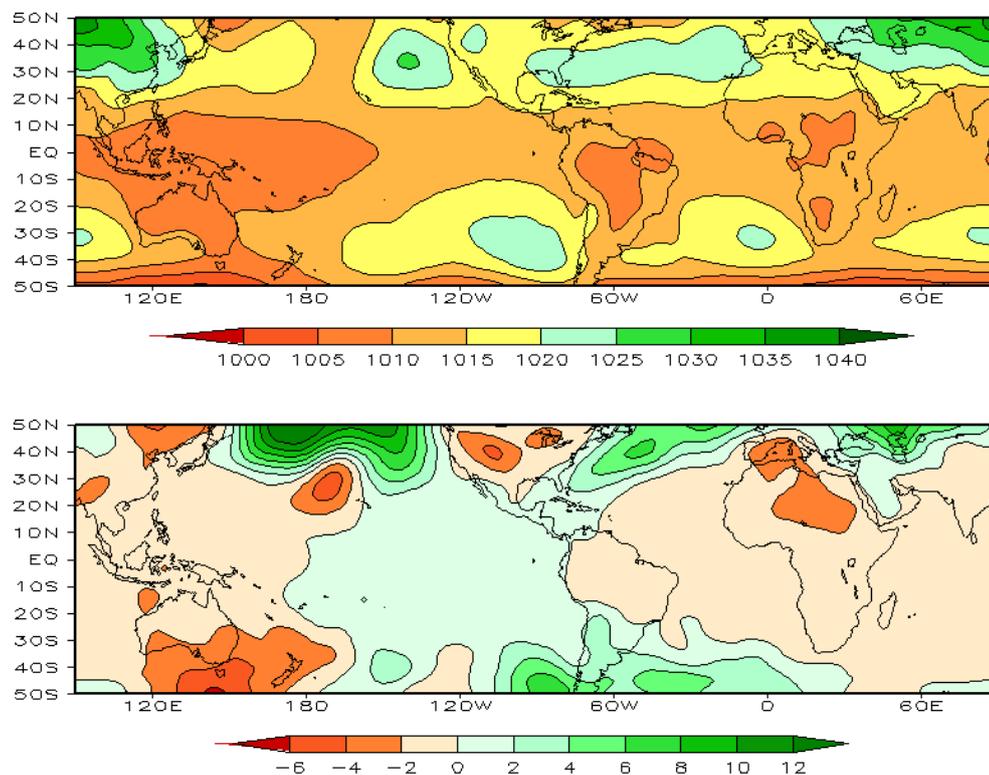


FIGURA 6 – Pressão ao Nível do Mar (PNM), em DEZEMBRO/2008, analisadas numa grade de 2,5° e interpoladas para uma grade de 5° em projeção Mercator para visualização: a) média, com intervalo entre isolinhas de 5 hPa; b) anomalia, com intervalo entre as isolinhas de 2 hPa. As anomalias são calculadas como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

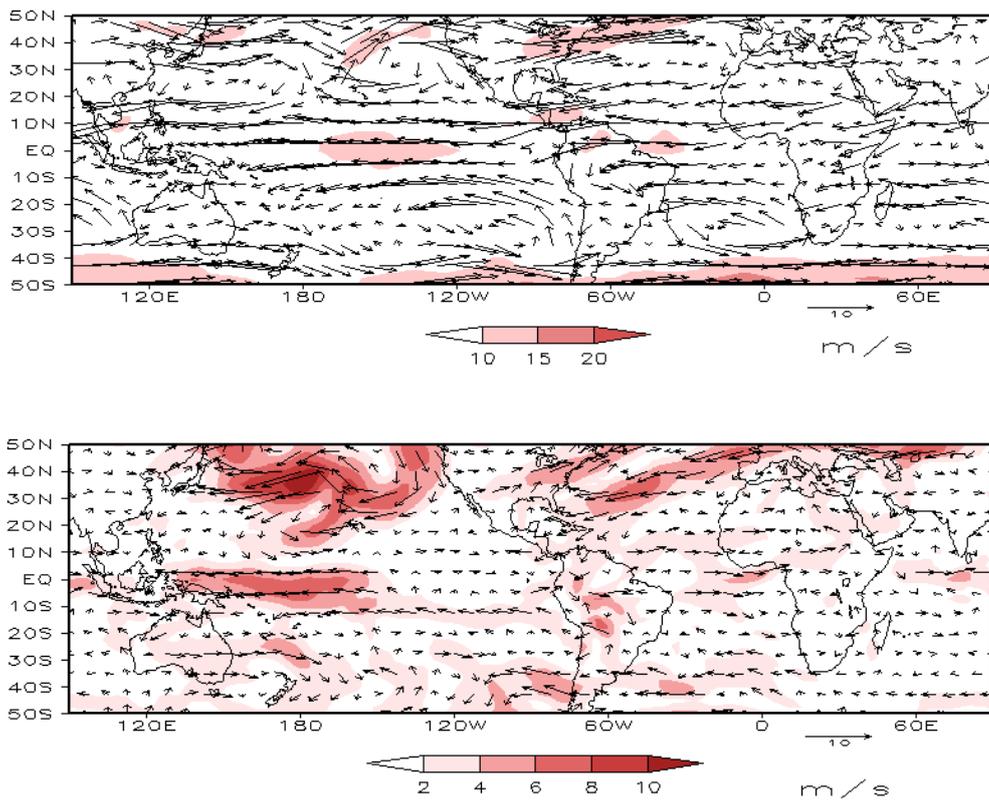


FIGURA 7 – Vetor do vento e magnitude em 850 hPa, em DEZEMBRO/2008. Os ventos são analisados numa grade de 2,5° e interpolados para uma grade de 5° em projeção Mercator para visualização: a) campo médio, com intervalo entre as isotacas de 5 m/s; b) anomalia, com intervalo de 2 m/s. As anomalias são desvios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

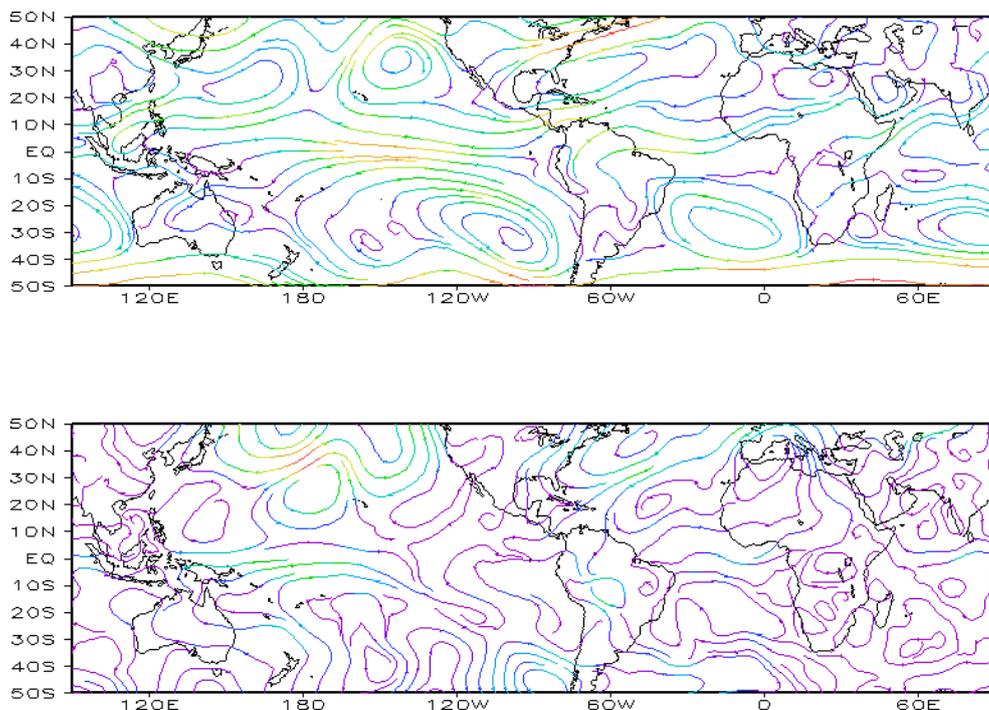


FIGURA 8 – Linhas de corrente em 850 hPa, em DEZEMBRO/2008. Os ventos são analisados numa grade de 2,5° e interpolados para uma grade de 5° em projeção Mercator para visualização: a) média; b) anomalia. (FONTE: CPC/NCEP/NWS).

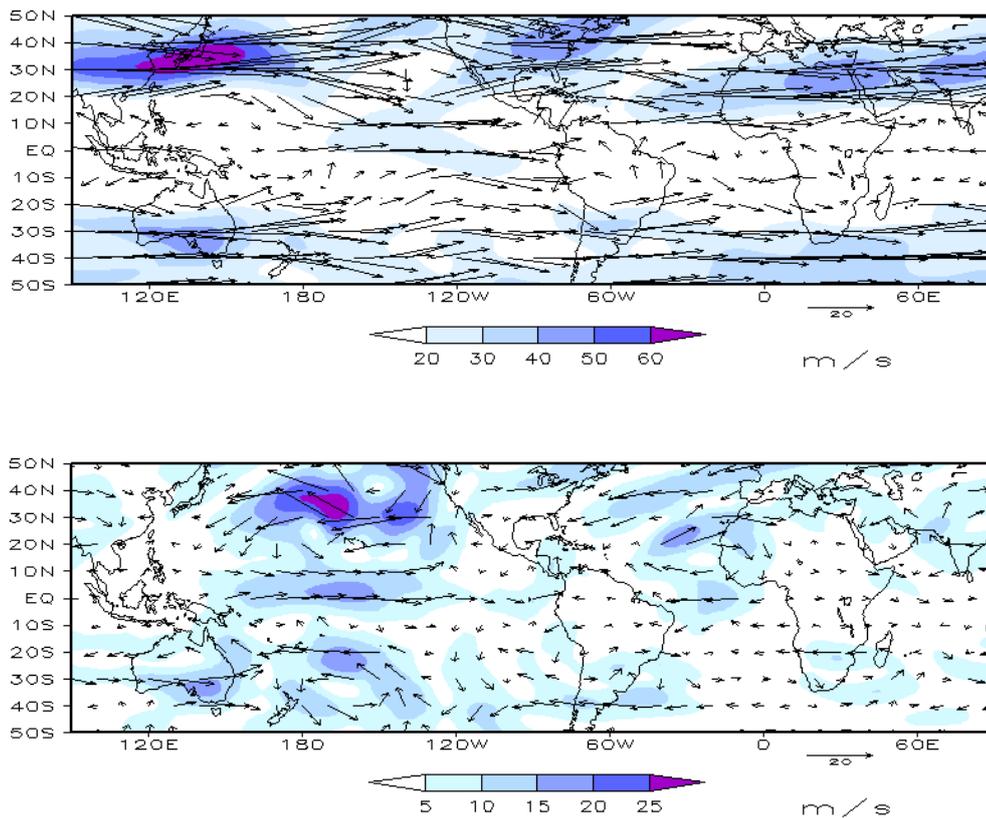


FIGURA 9 – Vetor do vento e magnitude em 200 hPa, em DEZEMBRO/2008. Os ventos são analisados numa grade de 2,5° e interpolados para uma grade de 5° em projeção Mercator para visualização: a) campo médio, com intervalo entre as isotacas de 10 m/s; b) anomalia, com intervalo entre as isotacas de 5 m/s.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

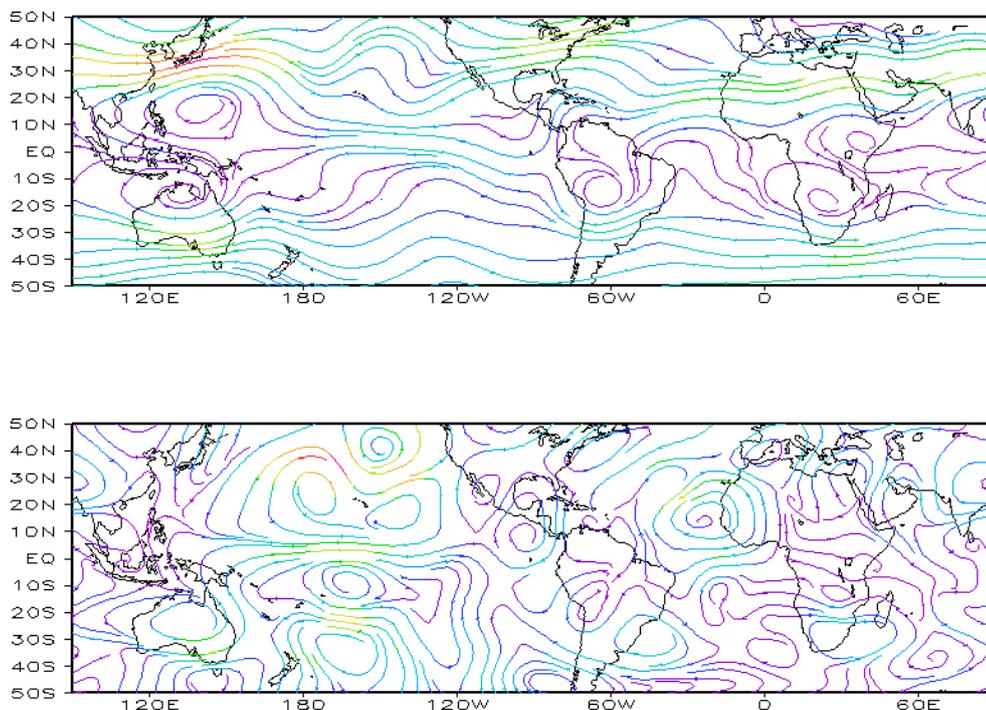


FIGURA 10 – Linhas de Corrente em 200 hPa, em DEZEMBRO/2008. Os ventos são analisados numa grade de 2,5° e interpolados para uma grade de 5° em projeção Mercator para visualização: a) média; b) anomalia. (FONTE: CPC/NCEP/NWS).

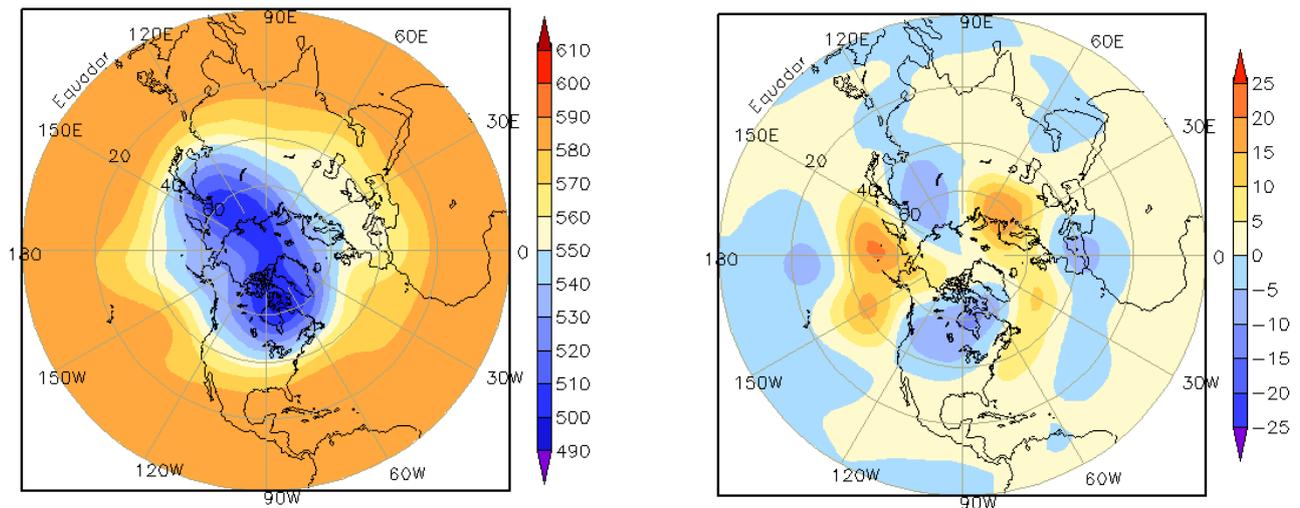


FIGURA 11 – Altura geopotencial em 500 hPa para o Hemisfério Norte, em DEZEMBRO/2008. As alturas são analisadas numa grade de 2,5° e interpoladas para uma grade de 5° em projeção estereográfica polar de 65x65 pontos no Pólo Norte: a) média, com intervalo entre as isolinhas de 10 mgp; b) anomalia, com intervalo entre as isolinhas de 5 mgp. As anomalias são desvios das médias mensais para o período base de 1979/1995 – Reanálise. (FONTE: CPC/NCEP/NWS).

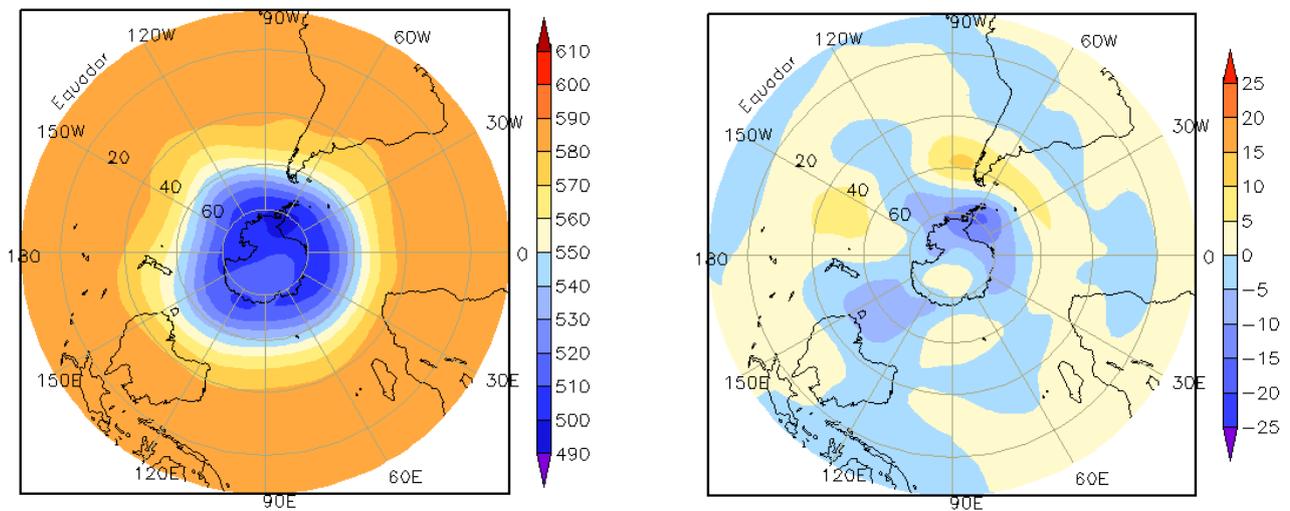


FIGURA 12 – Altura geopotencial em 500 hPa para o Hemisfério Sul, em DEZEMBRO/2008. As alturas são analisadas numa grade de 2,5° e interpoladas para uma grade de 5° em projeção estereográfica polar de 65x65 pontos no Pólo Sul: a) média, com intervalo entre as isolinhas de 10 mgp; b) anomalia, com intervalo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

2. ASPECTOS CLIMÁTICOS E SINÓTICOS NO BRASIL

2.1 – Análise da Precipitação no Brasil

Em dezembro, a configuração de três episódios da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) favoreceu a ocorrência de chuvas intensas no Sudeste do Brasil, em especial nos Estados de Minas Gerais, Rio de Janeiro e Espírito Santo. As chuvas voltaram a se intensificar no nordeste e leste de Santa Catarina e também atingiram o leste do Paraná, onde houve alagamentos e deslizamentos de terra. As Figuras 13 e 14 mostram a precipitação observada em todo o Brasil e os desvios em relação aos valores médios históricos. A distribuição espacial das estações utilizadas na análise de precipitação é mostrada na Figura 15. A análise detalhada do comportamento das chuvas para cada uma das Regiões do Brasil é feita a seguir.

2.1.1 – Região Norte

As chuvas foram mais acentuadas no Amazonas, Pará e Tocantins, associadas principalmente à atuação da ZCIT, ao escoamento da Alta da Bolívia e aos episódios de ZCAS. Em Peixe, no sul do Tocantins, a formação de áreas de instabilidade associadas à configuração da Alta da Bolívia favoreceu a ocorrência de 81,8 mm de chuva no dia 02, segundo dados do INMET. Considerando os totais mensais de precipitação, os acumulados excederam os 400 mm no oeste do Amazonas e no noroeste do Pará, valor quase 200 mm acima da média histórica.

2.1.2 – Região Centro-Oeste

Os episódios de ZCAS e a formação de áreas de instabilidade associadas à configuração da Alta da Bolívia favoreceram a ocorrência de chuvas acima da média histórica no centro-norte de Goiás e em áreas isoladas no Mato Grosso. Contudo, os totais mensais apresentaram-se abaixo da média na maior parte da Região, em especial no Mato Grosso do Sul.

2.1.3 – Região Nordeste

Climatologicamente, este é um mês de poucas chuvas em grande parte da Região. Neste mês, a atuação do Vórtices Ciclônicos em Altos

Níveis (VCAN) contribuiu para a escassez de chuva na maior parte da Região (ver seção 4.3). Somente em áreas isoladas da Bahia, do Piauí e do oeste do Maranhão, os totais mensais de precipitação excederam a climatologia do mês. Nestas áreas, a atuação do terceiro episódio de ZCAS e a borda oeste e noroeste dos VCAN's pode ter contribuído para a ocorrência de elevados totais diários de chuva, como o registrado em Teresina, capital do Piauí (80,8 mm, no dia 03).

2.1.4 – Região Sudeste

Os episódios de ZCAS foram os principais responsáveis pelas chuvas acima da média na maior parte de Minas Gerais e no norte do Rio de Janeiro, onde os totais mensais excederam a climatologia em até 200 mm. Destacaram-se as chuvas diárias registradas em algumas cidades de Minas Gerais, a saber: Viçosa (94,4 mm, no dia 03), Arinos (117,8 mm, no dia 04), Bambuí (114,9 mm, no dia 27) e em Paracatu (92,8 mm, no dia 29). Em Linhares-ES, choveu 82,6 mm no dia 04. Nas cidades de Avaré e Sorocaba, interior de São Paulo, o início de atuação do terceiro episódio de ZCAS contribuiu para a ocorrência de chuva intensa, seguida por descargas elétricas e rajadas de vento, que causaram transtornos à população local. Nestas cidades, os totais acumulados de chuva excederam 70 mm, entre os dias 25 e 26. Em Ubatuba, litoral norte de São Paulo, registrou-se 97,4 mm de chuva no dia 29. Contudo, na maior parte do Estado de São Paulo, no sul do Rio de Janeiro e no Espírito Santo, as chuvas ocorreram abaixo da climatologia em até 100 mm.

2.1.5 – Região Sul

De modo geral, choveu abaixo da média em praticamente toda a Região. Neste mês, vários municípios do Rio Grande do Sul decretaram situação de emergência por causa da estiagem. No início da segunda quinzena de dezembro, voltou a chover forte em algumas cidades no nordeste e leste de Santa Catarina, em decorrência da formação de um vórtice ciclônico na média troposfera e da intensificação dos ventos de leste adjacente à costa. As chuvas também atingiram o leste do Paraná e provocaram alagamentos e deslizamentos de terra. O total diário de precipitação excedeu 200 mm em

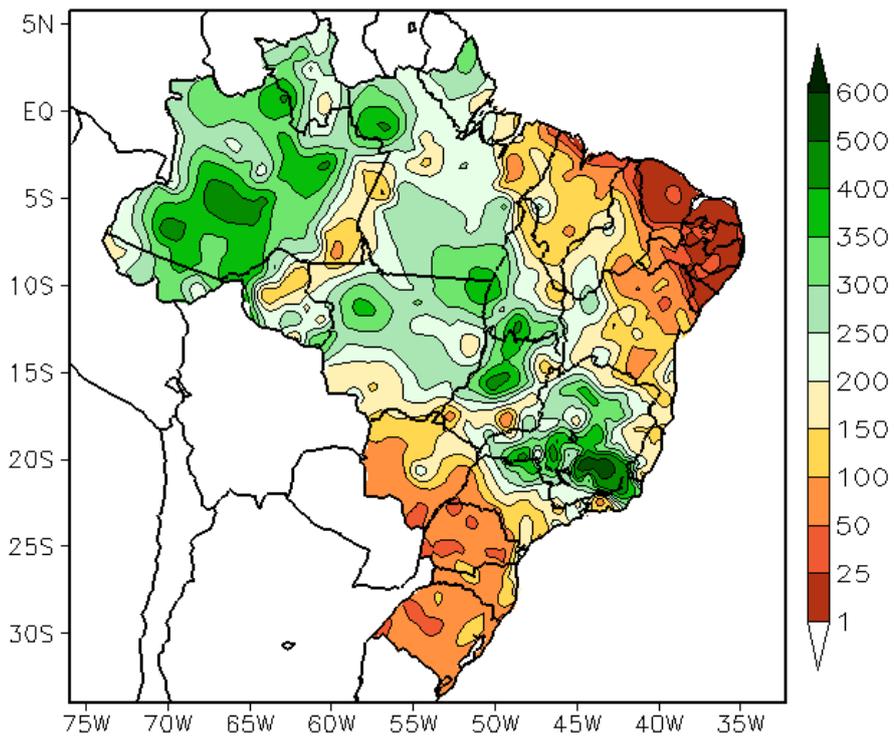


FIGURA 13 - Precipitação total (em mm) para DEZEMBRO/2008.

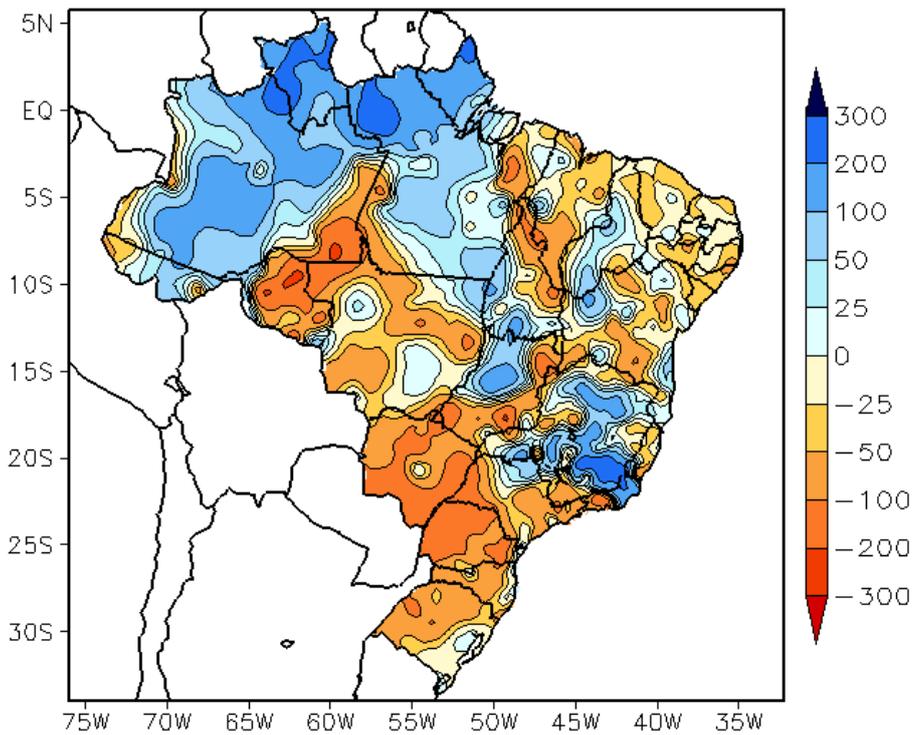


FIGURA 14 - Desvio de precipitação (em mm) em relação à média climatológica para DEZEMBRO/2008 (Climatologia INMET: 1961 - 1990).

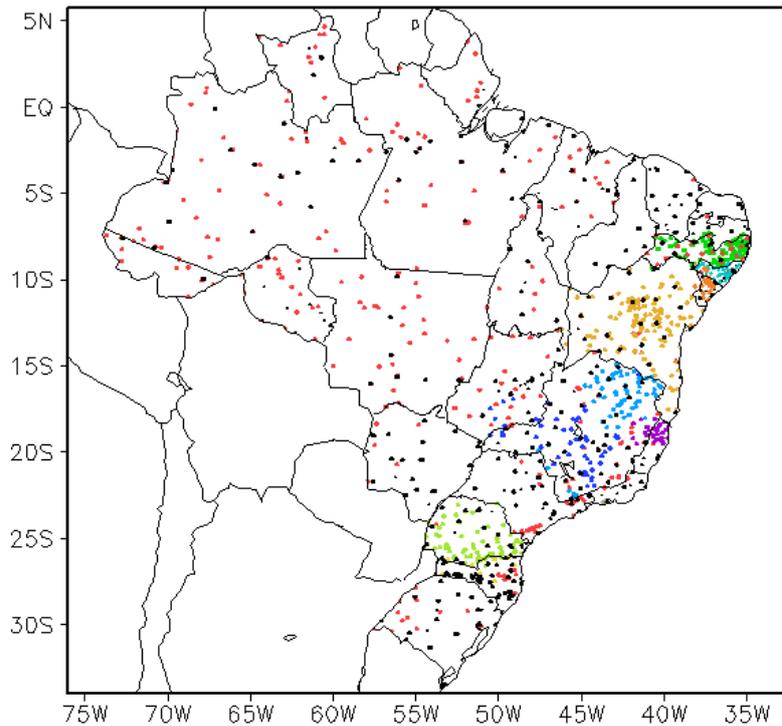


FIGURA 15 – Distribuição espacial das 1.692 estações pluviométricas e meteorológicas utilizadas em DEZEMBRO/2008. (FONTE: CMCD/INPE – INMET – FUNCEME/CE - EMPARN/RN - ITEP/LAMEPE/PE – SEMARHN/DHM/AL - CMRH/SE - SEMARH/BA – SEAG/ES – SIMGE/MG – GEORIO/RJ – IAC/SP - SIMPEPAR/PR - CIRAM/SC - FEPAGRO/RS).

Florianópolis-SC (203,4 mm, no dia 16). Em São Francisco do Sul, litoral norte de Santa Catarina, a EPAGRI/CIRAM registrou 255,8 mm de chuva entre os dias 15 e 16.

São Paulo, a temperatura média mensal variou entre 16°C e 24°C, com destaque para as anomalias positivas nos setores leste e norte (Figuras 20 e 21).

2.2 – Análise da Temperatura no Brasil

Em dezembro, as temperaturas máximas foram mais elevadas no norte da Região Nordeste, como esperado para esta época do ano (Figura 16). Ressaltaram-se, contudo, temperaturas recordes nas cidades de Maringá (36,5°C) e Curitiba (32,8°C), localizadas respectivamente no norte e leste do Paraná, ambas registradas no dia 03. Considerando a climatologia para este mês, os maiores desvios positivos foram observados no norte do Paraná e no nordeste do Estado de São Paulo (Figura 17). A temperatura mínima média mensal variou entre 12°C, na serra catarinense, e 24°C, no norte da Região Norte (Figura 18). As temperaturas mínimas apresentaram-se próximas à média na maior parte do Brasil (Figura 19). A nebulosidade associada aos sistemas frontais e a incursão de massas de ar frio contribuiu para a ocorrência de temperatura mínima abaixo da climatologia em áreas isoladas da Região Sul (ver seção 3.1). No Estado de

3. PERTURBAÇÕES ATMOSFÉRICAS SOBRE O BRASIL

3.1 – Sistemas Frontais e Frontogênese

Seis sistemas frontais atuaram no Brasil durante dezembro (Figura 22). Este número ficou dentro da climatologia para este mês, considerando as latitudes 25°S a 35°S. Destes sistemas, quatro foram originados de centros de baixa pressão que se formaram adjacente ao litoral da Região Sul, sendo que dois deslocaram-se até o litoral sul da Bahia. O segundo e o sexto sistemas frontais ingressaram pelo sul do Brasil, provenientes do litoral norte da Argentina.

O primeiro sistema frontal apresentou características subtropicais e originou-se de uma baixa pressão que se configurou no sul do Rio Grande do Sul no dia 01. Este sistema foi intensificado pela presença do jato subtropical no dia 03. Pelo litoral, esta frente atingiu Ilhéus-BA, onde se posicionou entre os dias 05 e 06. Durante a sua trajetória, registraram-se chuvas

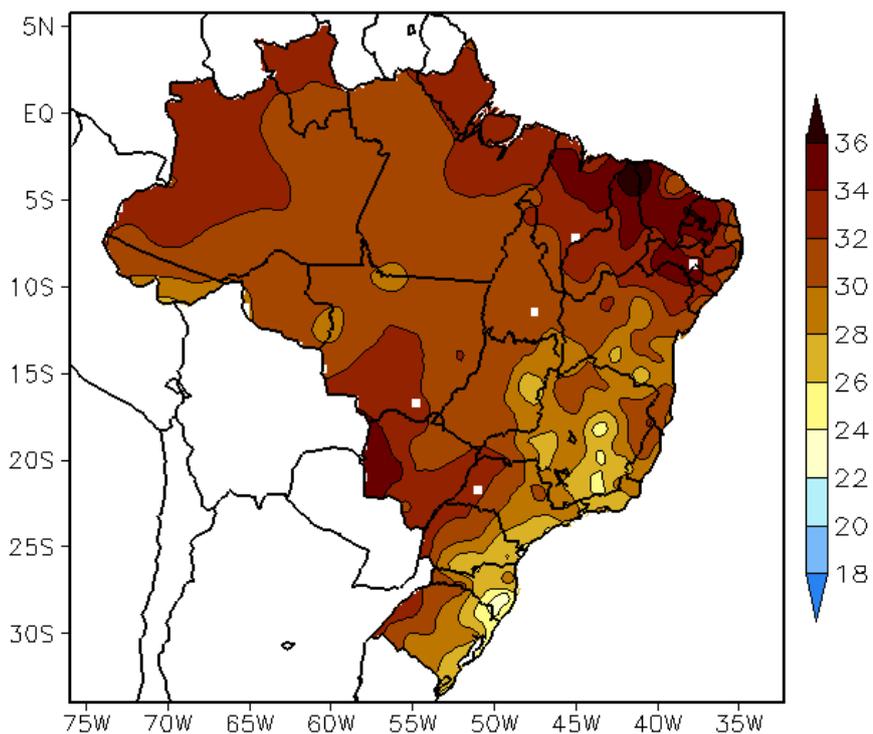


FIGURA 16 - Temperatura máxima do ar à superfície (em °C), em DEZEMBRO/2008. (FONTE: CMCD/INPE - INMET).

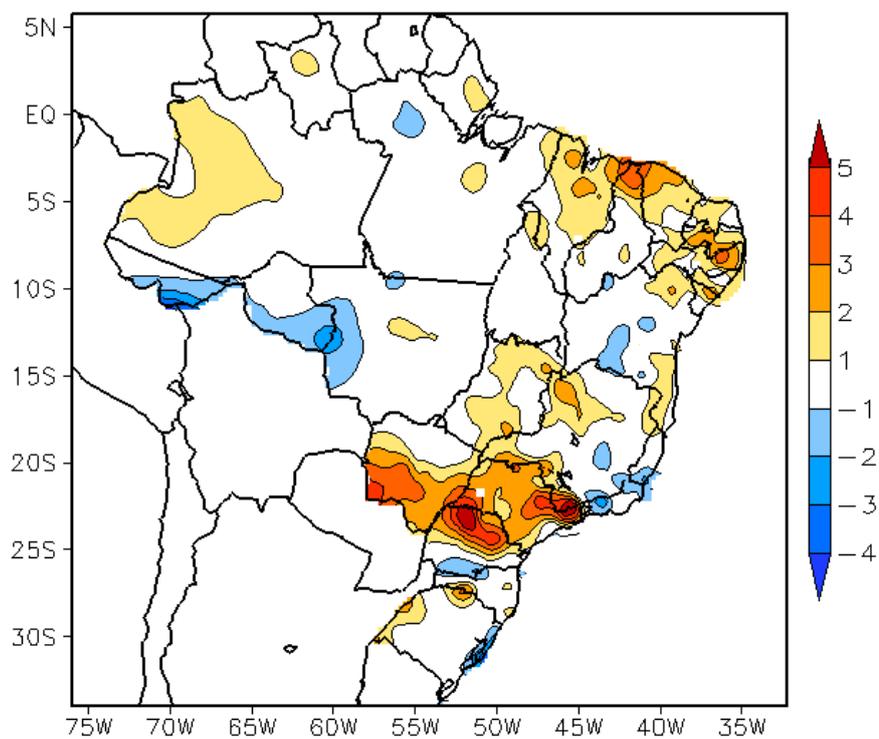


FIGURA 17 - Anomalia de temperatura máxima no Brasil (em °C), em DEZEMBRO/2008. (FONTE: CMCD/INPE - INMET e Climatologia INMET: 1961 a 1990).

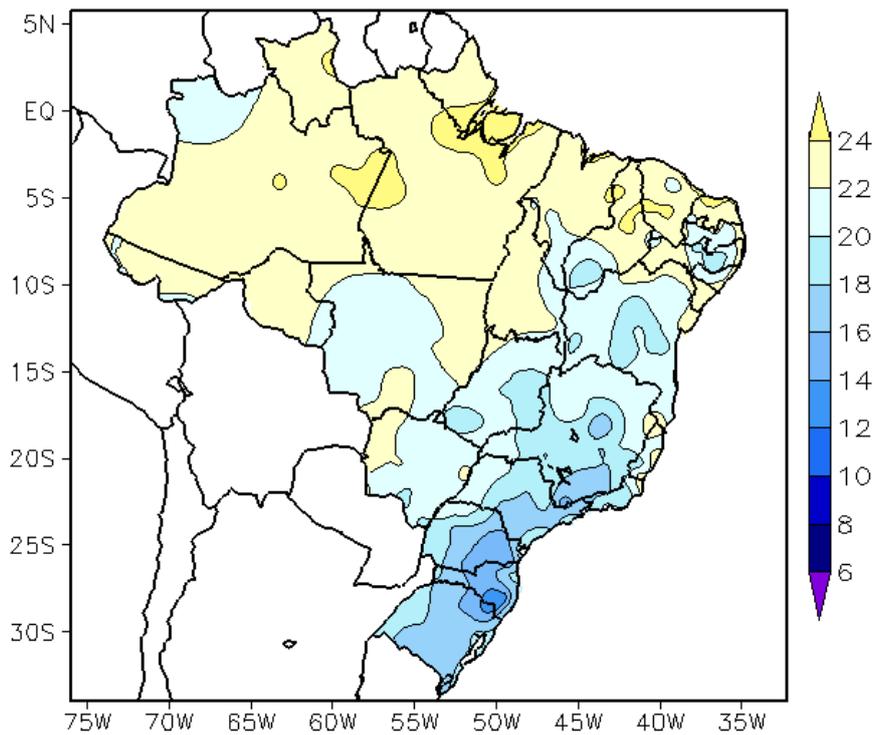


FIGURA 18 - Temperatura mínima média do ar à superfície (em °C), em DEZEMBRO/2008. (FONTE: CMCD/ INPE - INMET).

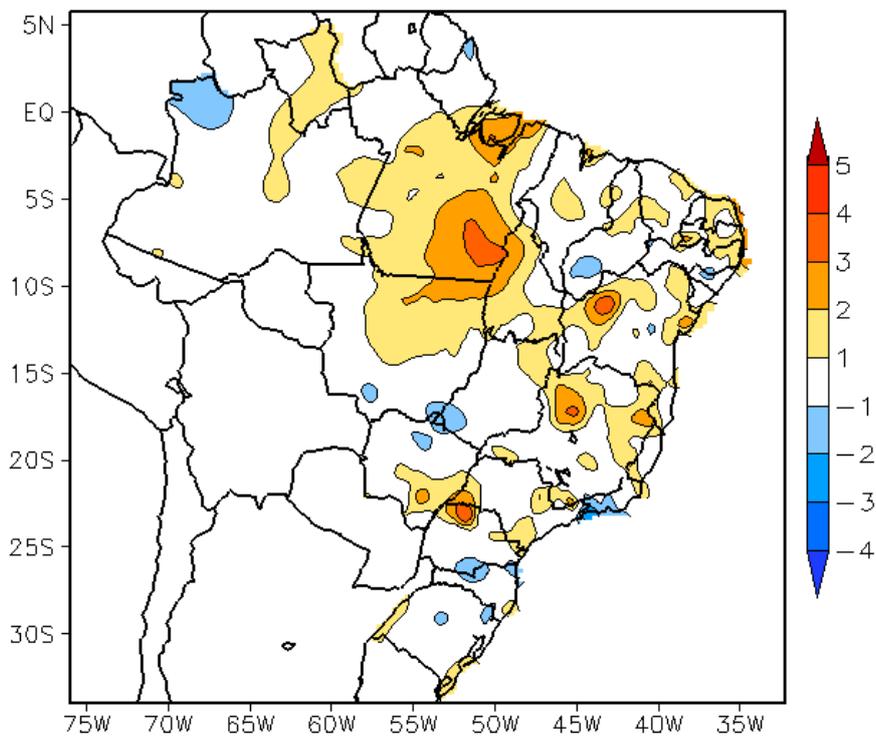


FIGURA 19 - Anomalia de temperatura mínima no Brasil (em °C), em DEZEMBRO/2008. (FONTE: CMCD/ INPE - INMET e Climatologia INMET: 1961 a 1990).

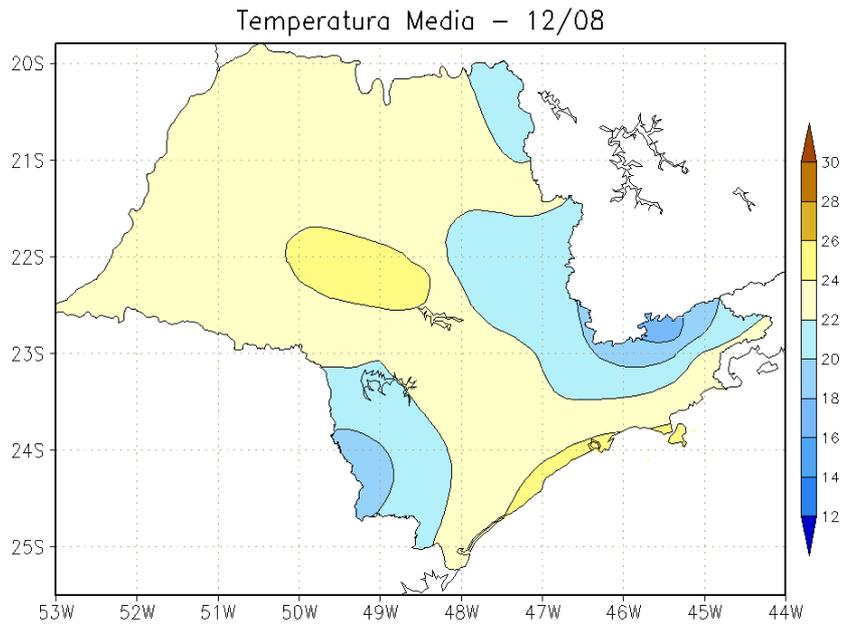


FIGURA 20 - Temperatura média do ar à superfície (em °C), em DEZEMBRO/2008, para o Estado de São Paulo. (FONTE: IAC).

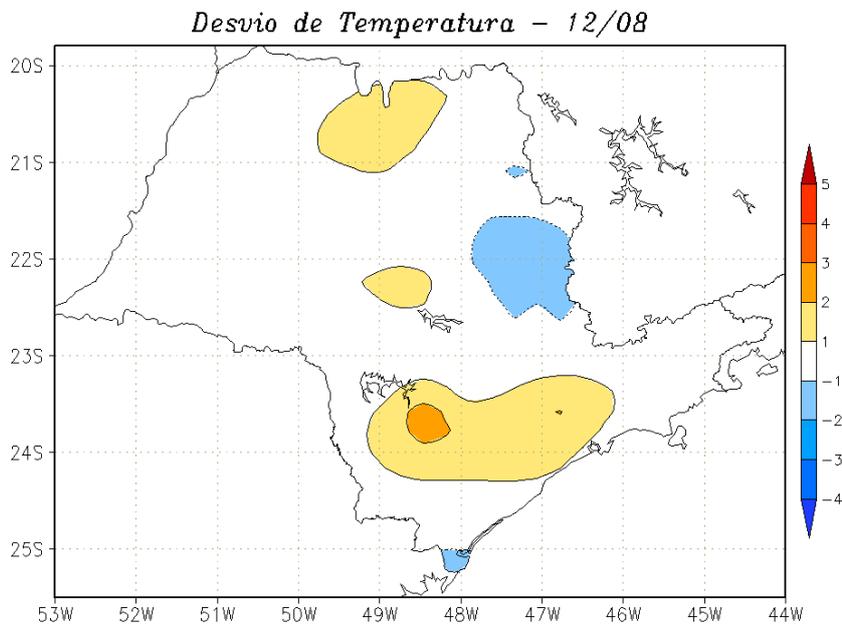
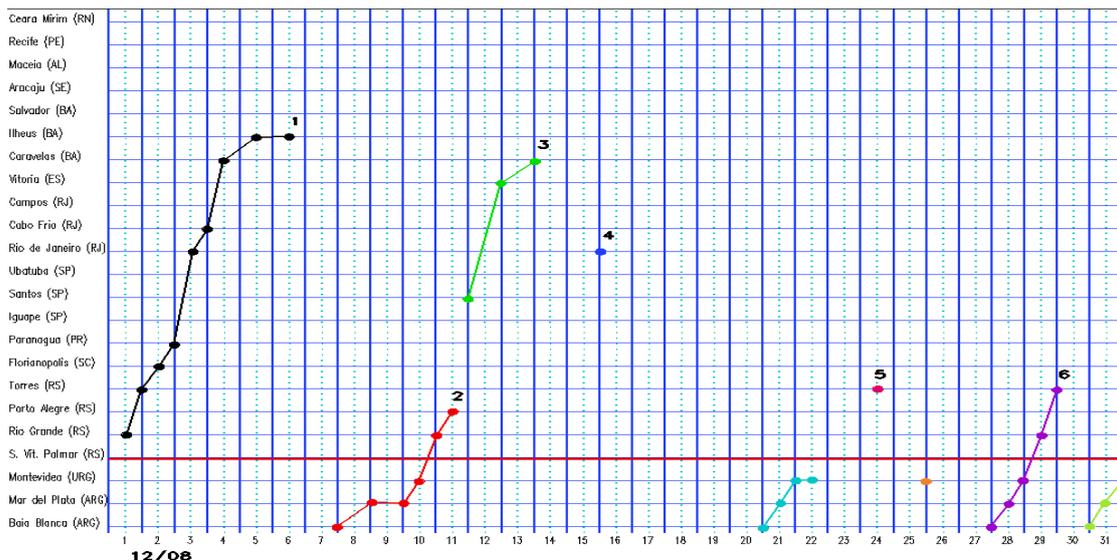
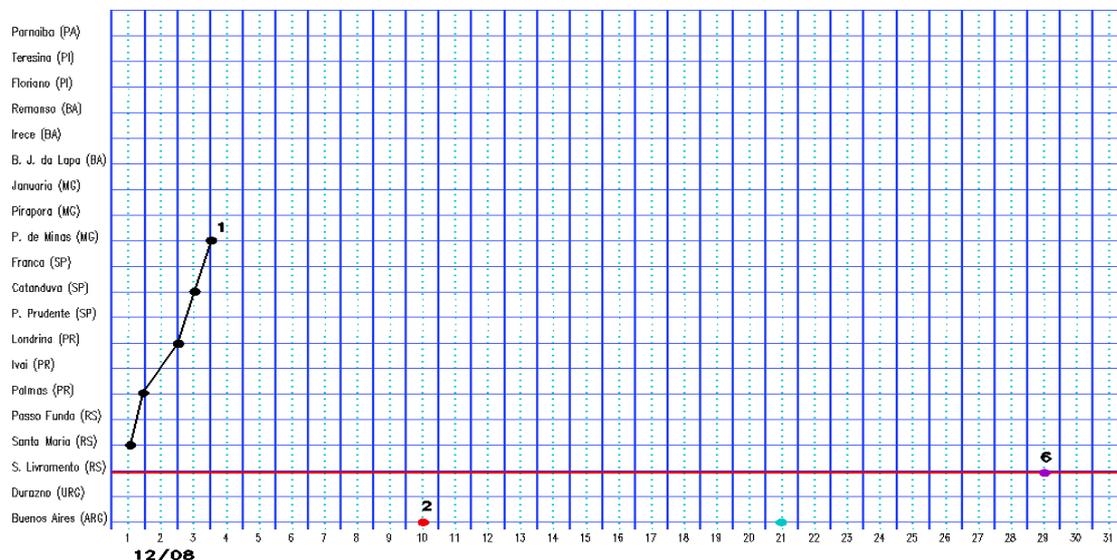


FIGURA 21 - Desvio de temperatura média do ar à superfície (em °C) em relação à média climatológica (1961 -1978), em DEZEMBRO/2008, para o Estado de São Paulo. (Climatologia do INMET: 1961 - 1990) (FONTE: IAC (dados)/CPTEC(anomalia)).

a) Litoral



b) Interior



c) Central

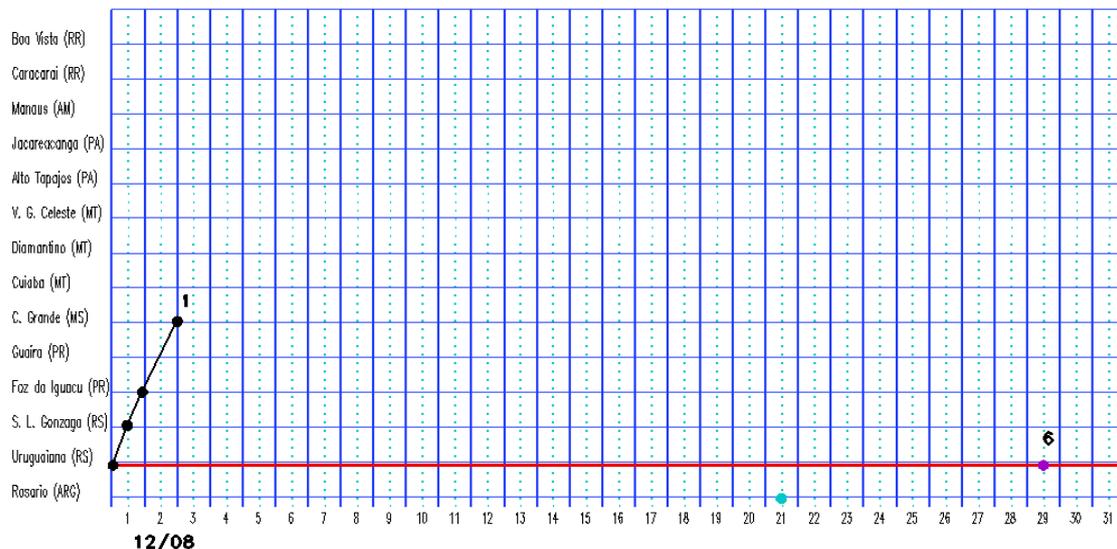


FIGURA 22 - Seções estação versus tempo dos sistemas frontais que penetraram no Brasil em DEZEMBRO/2008. O acompanhamento das frentes é feito nos horários das 00:00 TMG (linha contínua) e 12:00 TMG (linha pontilhada). Os pontos mostram que a frente esteve posicionada na estação no dia e hora indicados.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

acentuadas no sul do Brasil, em especial no litoral de Santa Catarina, onde ocorreram mais desabamentos e transtornos nas áreas atingidas pelas enchentes do mês anterior.

No dia 10, o segundo sistema frontal ingressou pelo sul do Brasil, proveniente do litoral da Argentina. No dia seguinte, este sistema atingiu Porto Alegre-RS, deslocando-se posteriormente para o oceano.

Entre os dias 11 e 12, um novo sistema frontal originou-se de um centro de baixa pressão que se formou adjacente ao litoral das Regiões Sul e Sudeste do Brasil. Este terceiro sistema avançou desde o litoral de São Paulo até o sul da Bahia, onde atuou no dia 14. Este sistema contribuiu para a caracterização do segundo episódio de ZCAS (ver seção 3.3.1).

No dia 16, o quarto sistema frontal originou-se do aprofundamento de um vórtice ciclônico em níveis médios. O centro de baixa pressão formou-se em níveis mais baixos, próximo ao sudeste do Rio de Janeiro. O sistema frontal associado atuou adjacente à costa da Região Sudeste até o dia 18, reforçando o segundo episódio de ZCAS. Houve prejuízos à população da Região Sudeste, sendo que os setores leste de Minas Gerais e o Rio de Janeiro foram as áreas mais atingidas pelas chuvas intensas (ver seção 2.1).

No dia 24, um novo centro de baixa pressão configurou-se a leste do Rio Grande do Sul, dando origem ao quinto sistema frontal no litoral de Torres-RS. Este sistema deslocou-se pelo oceano até a altura do Estado de São Paulo, contribuindo para a formação do terceiro episódio de ZCAS a partir do dia 25.

O sexto e último sistema frontal deslocou-se desde Baía Blanca, na Argentina, atingindo o litoral e interior do Rio Grande do Sul no dia 29. Este sistema causou maior atividade convectiva no centro-sul do Rio Grande do Sul.

3.2 – Massas de Ar Frio e Geadas

Em dezembro, cinco massas de ar frio ingressaram no País, sendo que a primeira apresentou característica continental e as demais deslocaram-se pela costa desde a Região Sul até a Região Sudeste do Brasil.

A primeira massa de ar frio ingressou pelo oeste da Região Sul e oeste do Mato Grosso do Sul no dia 02. No dia seguinte, o anticiclone associado deslocou-se para o oeste da Região

Centro-Oeste e sul da Região Norte. Nos dias 06 e 07, este anticiclone atuou no litoral desde o sul do Rio Grande do Sul até o Espírito Santo. Houve declínio acentuado da temperatura mínima no Rio Grande do Sul, entre os dias 02 e 03. Nas cidades de Santa Vitória do Palmar-RS, a temperatura mínima declinou de 17°C para 12°C, em Uruguaiana, de 16,8°C para 10,9°C, e, em Santa Maria, de 17,5°C para 12,7°C. No sul da Região Norte, houve declínio da temperatura mínima de aproximadamente 1°C.

No dia 11, a segunda massa de ar frio atuou no Rio Grande do Sul. Nos dias subsequentes, o anticiclone associado deslocou-se para leste, afetando apenas o litoral da Região Sul. No dia 14, este anticiclone posicionou-se sobre o oceano. No Estado do Rio Grande do Sul, houve declínio de temperatura de aproximadamente 1°C a 3°C.

A terceira massa de ar frio atuou no extremo sul do País entre os dias 18 e 19, deslocando-se para o oceano no dia seguinte. Em Santa Vitória do Palmar-RS, a temperatura mínima foi de 17,1°C no dia 16, declinando para 15°C no dia seguinte.

No dia 26, a quarta massa de ar frio posicionou-se sobre o Rio Grande do Sul. A partir do dia seguinte, este sistema estendeu-se pela Região Sul e sul da Região Sudeste, deslocando-se posteriormente para o oceano. Esta massa de ar frio causou um leve declínio da temperatura nas áreas afetadas.

A quinta e última massa de ar frio atuou sobre a Região Sul entre os dias 29 e 30, deslocando-se para o oceano no dia 31. Esta massa de ar frio causou um forte declínio da temperatura no sul do País. Em Santa Vitória do Palmar, a temperatura mínima passou de 19,5°C, no dia 29, para 10,3°C, no dia seguinte. Nas cidades de Uruguaiana e Santa Maria-RS, a mínima passou de 22°C para 14°C, entre os dias 29 e 30.

3.3 – Atividade Convectiva sobre a América do Sul

Durante o mês de dezembro, a maior atividade convectiva ocorreu nas Regiões Sudeste, Centro-Oeste e Norte do Brasil, como ilustram as pântadas 1^a, 3^a, 4^a e 6^a (Figura 23). Nestas áreas, o aumento da convecção foi associado, principalmente, à atuação de três

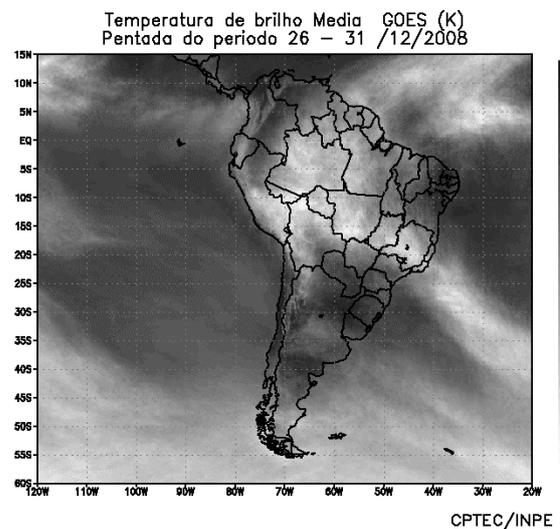
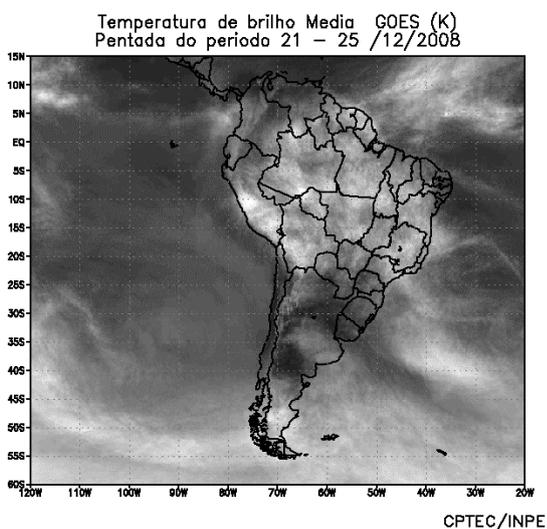
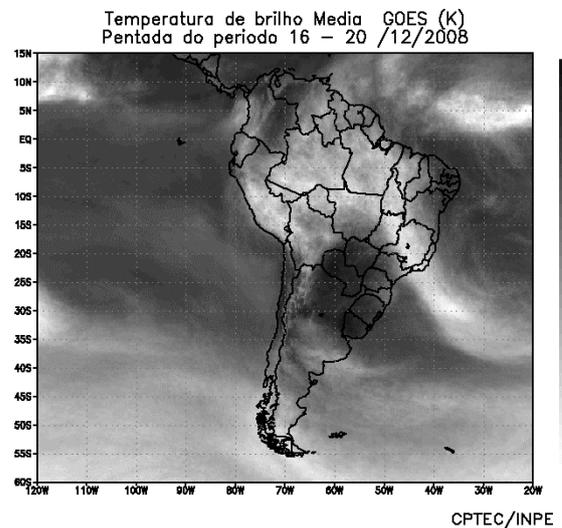
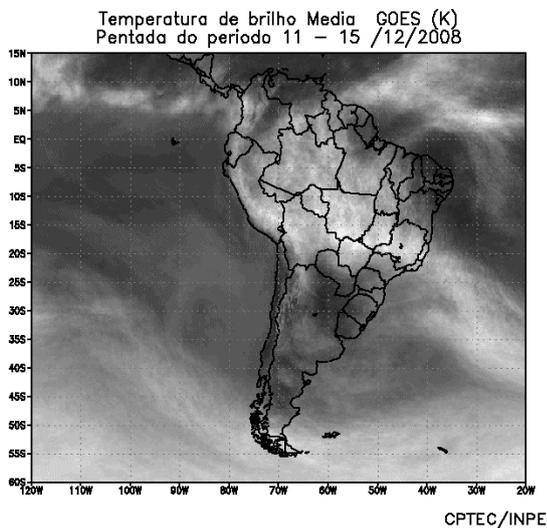
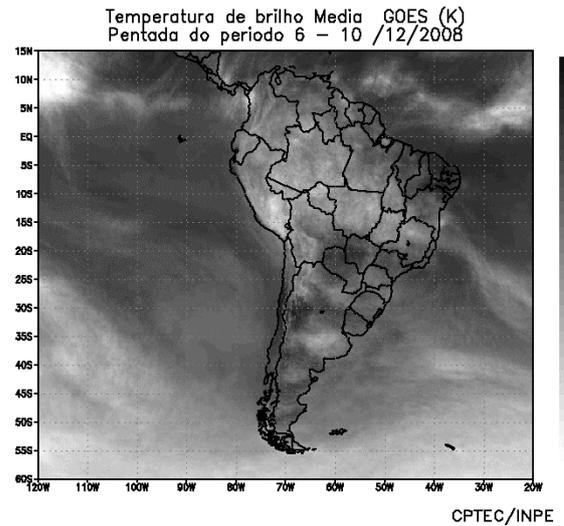
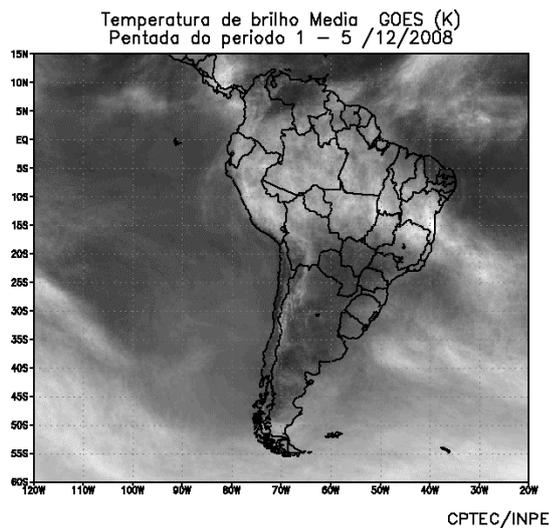


FIGURA 23 - Pêntadas de temperatura de brilho média (K) para o mês de DEZEMBRO/2008. (FONTE: Satélite GOES 10).

episódios de ZCAS. Nas Regiões Sul e Nordeste, a baixa atividade convectiva resultou em totais mensais de precipitação abaixo da média histórica (ver seção 2.1). Na Região Nordeste, em particular, a formação dos vórtices ciclônicos em altos níveis pode ser notada nas pântadas 3^a, 4^a e 6^a. Estes sistemas foram responsáveis pela inibição das chuvas na maior parte desta Região, como descrito na seção 2.1.3. A banda de nebulosidade associada à ZCIT aparece melhor configurada sobre o Atlântico Equatorial, a oeste de 40°W, especialmente nas pântadas 2^a e 4^a de dezembro (ver seção 3.3.1).

3.3.1 – Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS)

A Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) configurou-se em três episódios no decorrer de dezembro de 2008 (Figura 24). Neste mês, estes sistemas favoreceram a ocorrência de chuvas principalmente na Região Sudeste, no norte da Região Centro-Oeste e no sudeste da Região Norte. Ressalta-se que as características dinâmicas associadas ao modelo conceitual de ZCAS ficaram bem definidas no segundo e terceiro episódios.

O primeiro episódio de ZCAS apresentou fraca intensidade e ocorreu no período de 03 a 07. As Figuras 24a e 24b ilustram a banda de nebulosidade associada e a região de maior convergência de umidade em 850 hPa, entre o norte de Minas Gerais e o sul da Bahia, estendendo-se sobre áreas oceânicas. Nas Figuras 24c e 24d, nota-se o cavado com eixo próximo às Regiões Sul e Sudeste do Brasil, com destaque para a região de maior movimento ascendente sobre o oceano, adjacente ao sul da Região Nordeste. Em algumas áreas, as chuvas ultrapassaram os 100 mm, conforme ilustra a Figura 24f (ver seção 2.1). Este episódio de ZCAS foi reforçado pela atuação da frente fria que avançou até o litoral da Bahia no dia 04 (ver seção 3.1).

O segundo episódio de ZCAS foi o mais intenso e ocorreu no período de 12 a 20 de dezembro. Este episódio proporcionou elevados totais de precipitação nas Regiões Sudeste, Centro-Oeste e Norte do Brasil, principalmente nos dias 14 a 17. Nas Figuras 24f, 24g e 24h, a banda de nebulosidade convectiva e a região de maior convergência de umidade organizaram-se principalmente sobre os Estados de Minas Gerais, Rio de Janeiro, Espírito Santo e Goiás. Na Figura 24i, nota-se o centro do vórtice ciclônico em altos níveis posicionado sobre o leste da

Região Nordeste e oceano adjacente. Houve alagamentos em Minas Gerais e deslizamentos de terra no Rio de Janeiro, com destaque para os totais diários de precipitação que excederam 100 mm em algumas localidades (ver seção 2.1). Neste período, os maiores totais acumulados ocorreram no sudeste de Minas Gerais, no Rio de Janeiro, em Goiás e no Mato Grosso (Figura 24j).

O terceiro episódio de ZCAS caracterizou-se no período de 25 a 28 e favoreceu a ocorrência de chuvas mais acentuadas no centro-sul de Minas Gerais, no norte de São Paulo, no Rio de Janeiro e em parte da Região Centro-Oeste (Figuras 24k a 24o). No escoamento em 200 hPa, nota-se a região de maior divergência sobre o Sudeste e áreas oceânicas adjacentes, assim como o cavado a leste do Nordeste do Brasil (Figura 24n).

3.3.2 – Zona de Convergência Intertropical (ZCIT)

Durante o mês de dezembro, a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) atuou aproximadamente entre 3°N e 9°N, favorável à ocorrência de chuvas acima da média no extremo norte da Região Norte. Neste mês, a ZCIT apresenta sua posição climatológica em torno de 5°N, ao longo do Atlântico Tropical (Figura 25). É importante ressaltar que a ZCIT posicionou-se mais ao norte na 1^a, 3^a, 4^a e 6^a pântadas, quando da atuação de cavados e vórtices ciclônicos em altos níveis sobre o norte do Nordeste do Brasil e oceano adjacente (ver seção 4.3). Nas imagens médias de temperatura de brilho mínima, notou-se a banda de nebulosidade da ZCIT com maior atividade convectiva na 4^a e 6^a pântadas, assim como sua atuação conjunta com a nebulosidade dos vórtices ciclônicos na 1^a, 3^a, 4^a e 6^a pântadas de dezembro (Figura 26).

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

Em dezembro, as Linhas de Instabilidade (LI's) estiveram caracterizadas em apenas quatro episódios, atuando preferencialmente entre as Guianas e o norte do Maranhão (Figura 27). Esta baixa frequência na formação das LI's esteve associada à circulação dos vórtices ciclônicos e do escoamento da Alta da Bolívia sobre o norte do Brasil ao longo deste mês (ver seções 4.2 e 4.3).

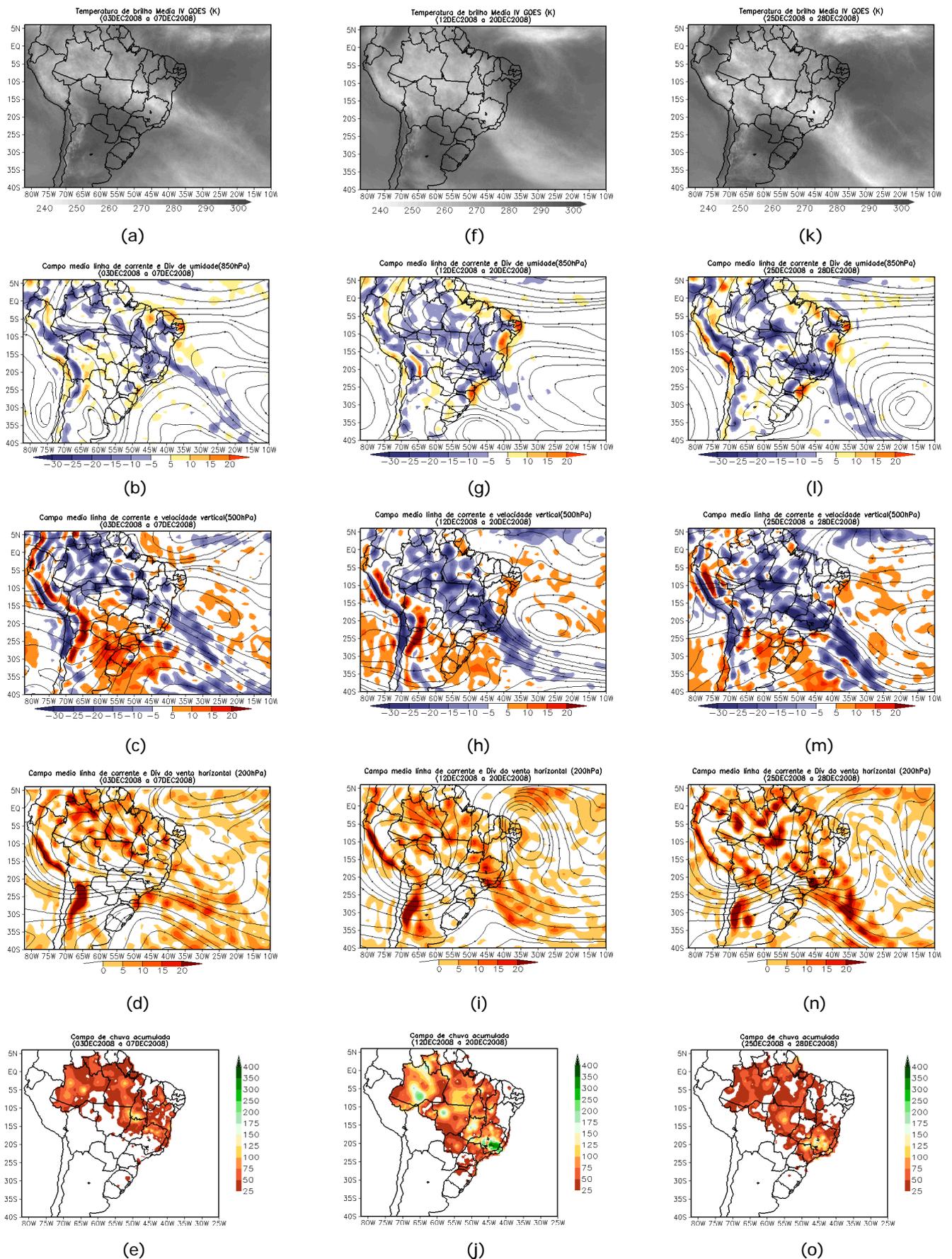


FIGURA 24 - Campos ilustrativos de três episódios de ZCAS nos períodos 03 a 07 de DEZEMBRO/2008, 12 a 20 de DEZEMBRO/2008 e 25 a 28 de DEZEMBRO/2008, a saber: temperatura de brilho média obtida pelo satélite GOES-10 (a, f e k); campo médio de linha de corrente e divergência de umidade no nível de 850 hPa, em $10^{-8} \text{ kg} \cdot \text{s}^{-1}$ (b, g e l); campo médio de linha de corrente e velocidade vertical, em 500 hPa, em $10^{-3} \text{ Pa} \cdot \text{s}^{-1}$ (c, h e m); campo médio de linha de corrente e vorticidade relativa no nível de 200 hPa, em 10^{-5} s^{-1} (d, i e n); e campo de precipitação acumulada em mm (e, j e o).

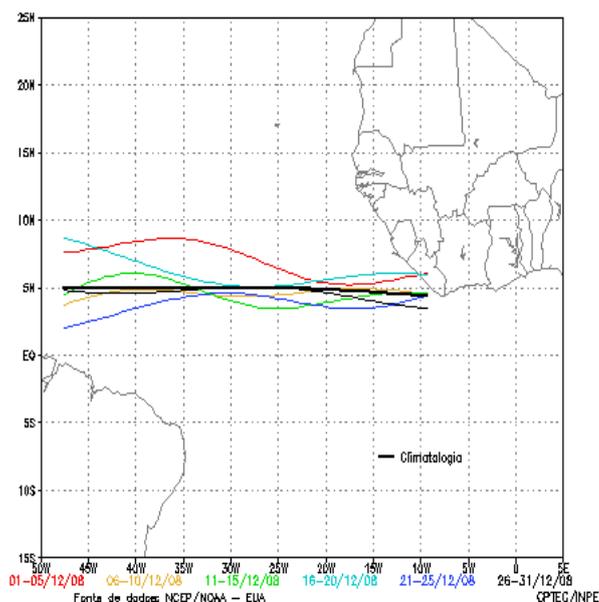


FIGURA 25 - Estimativa da posição média pentadal da ZCIT, em DEZEMBRO/2008, a partir da localização dos mínimos valores de ROL ao longo do Oceano Atlântico Equatorial. A linha preta é indicativa da posição média climatológica da ZCIT neste mês.

4. ESCOAMENTO EM ALTOS NÍVEIS

4.1 – Jato sobre a América do Sul

No decorrer do mês de dezembro, o jato subtropical atuou com maior frequência sobre a região central do Chile, nordeste da Argentina, e sul do Brasil, com magnitude média entre 30 m/s e 40 m/s (Figura 28a). Esta posição ficou ao norte da sua climatologia. A Figura 28b ilustra o comportamento do jato subtropical no dia 04, quando atingiu magnitude superior a 50 m/s sobre as Regiões Sul e Sudeste do Brasil. Neste dia, o sistema frontal posicionou-se em latitudes mais ao norte (Figura 28c), contribuindo para a manutenção do primeiro episódio de ZCAS. No dia 12, nota-se o jato subtropical atuando em conjunto com o escoamento associado à Alta da Bolívia e ao cavado do Nordeste, como é esperado nesta época do ano.

4.2 – Circulação da Alta da Bolívia

A Alta da Bolívia esteve bem caracterizada em 27 dias de dezembro, atuando preferencialmente sobre a Bolívia (Tabela 2). No escoamento médio mensal, o centro da alta troposférica esteve configurado em aproximadamente 14°S/63°W, próximo à sua posição climatológica (Figura 29a). O escoamento associado à circulação da Alta da Bolívia favoreceu a ocorrência de chuvas nos setores central e oeste do Brasil. A Figura 29b ilustra a atividade convectiva da alta troposférica no dia 15, atuando em conjunto com o segundo episódio de ZCAS. Neste dia, destacaram-se os

elevados totais de chuva registrados em cidades de Minas Gerais, Rio de Janeiro e Goiás (ver seção 2.1).

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

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

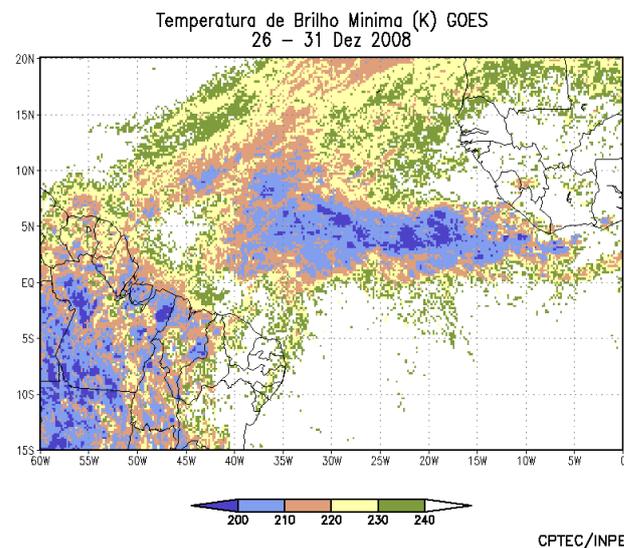
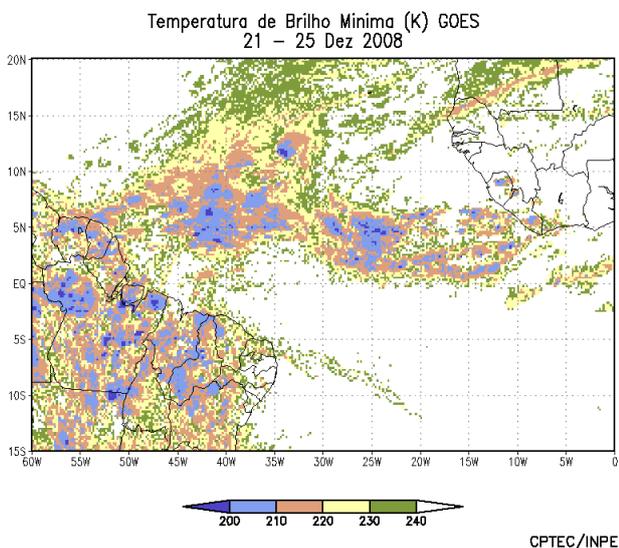
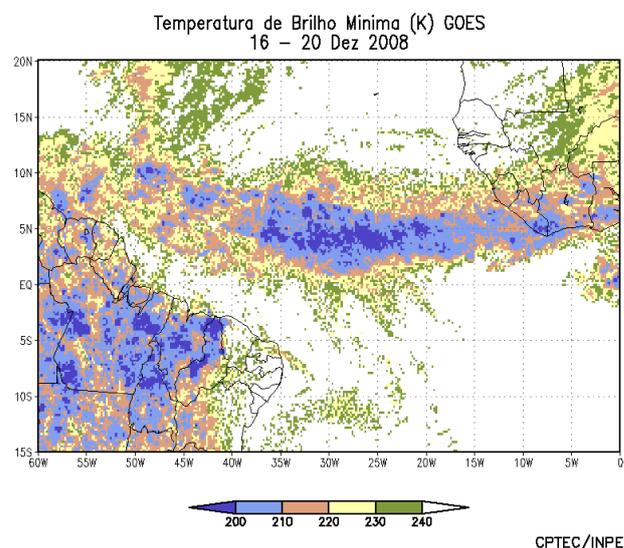
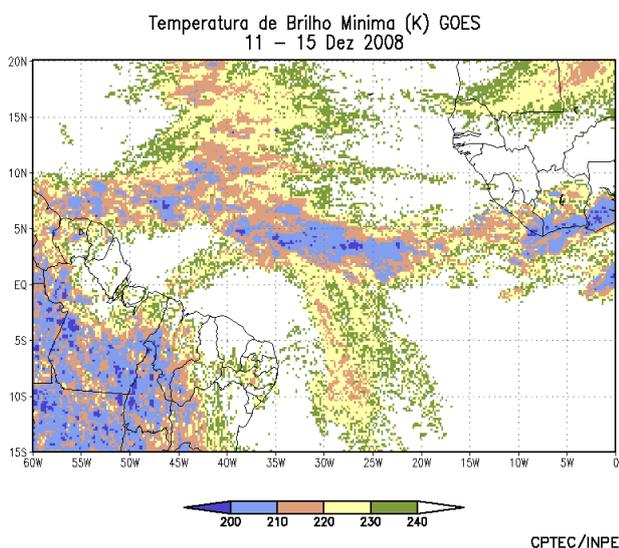
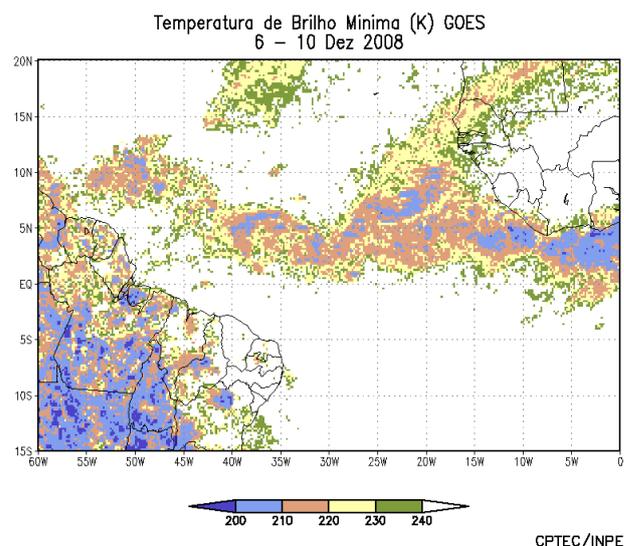
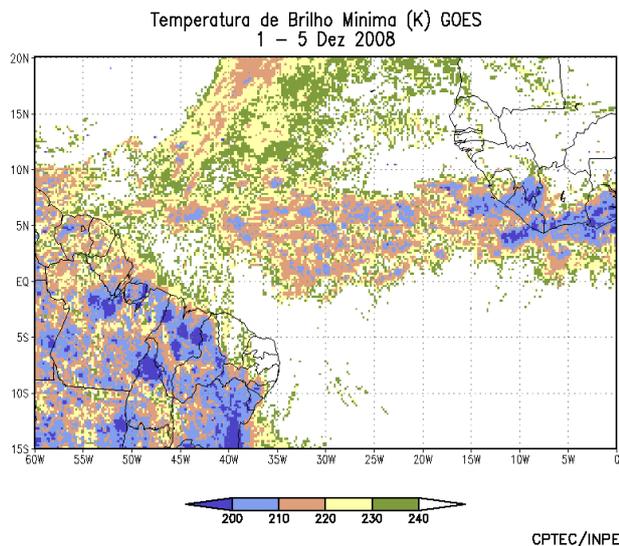


FIGURA 26 - Pêntadas de temperatura de brilho mínima (K) para o mês de DEZEMBRO/2008. (FONTE: Satélite GOES 10).

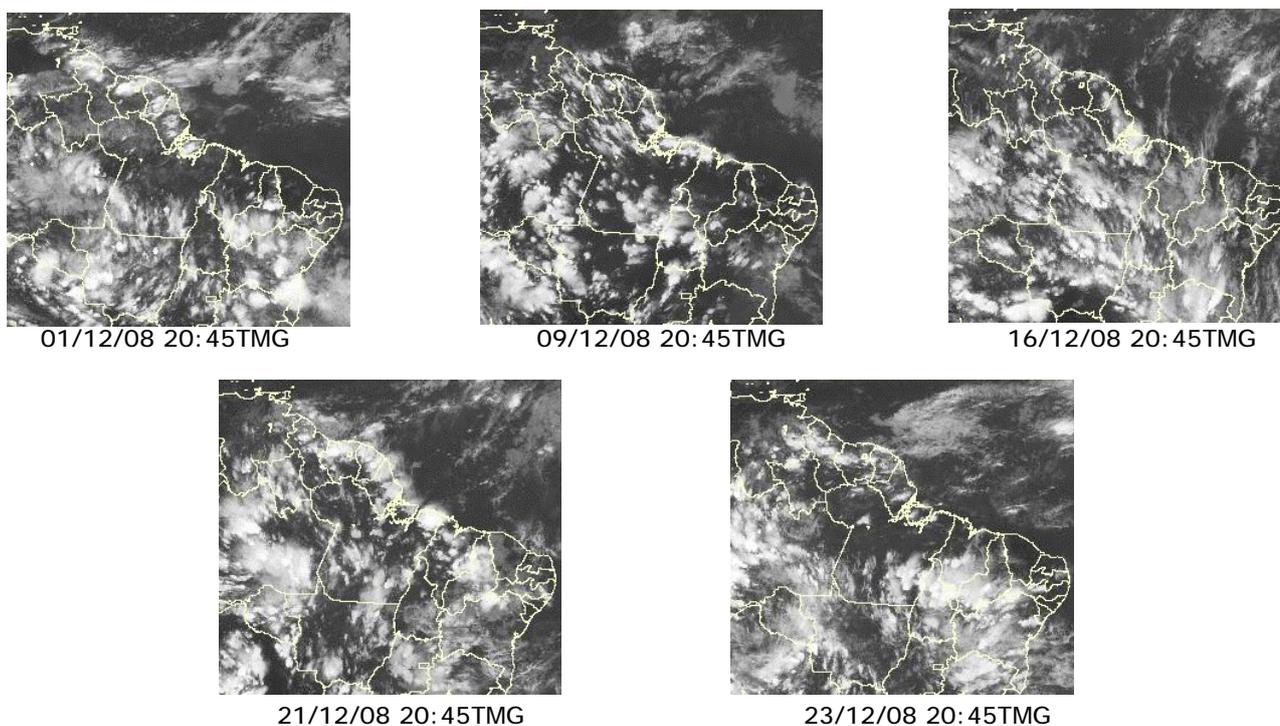


FIGURA 27 - Recortes das imagens do satélite GOES-10, no canal infravermelho, às 21:00TMG, mostrando os dias nos quais ocorreram linhas de Cumulonimbus em DEZEMBRO/2008.

4.3 – Vórtices Ciclônicos e Cavados em Altos Níveis

A configuração de Vórtices Ciclônicos em Altos Níveis (VCAN) foi notada em oito episódios no decorrer do mês de dezembro (Figura 30a). Destacaram-se os períodos de 07 a 09, de 11 a 21 e de 27 a 31, quando as posições dos VCAN's favoreceram o movimento de ar subsidente sobre os setores norte e leste da Região Nordeste do Brasil, onde as chuvas foram escassas. A Figura 30b ilustra a atuação do VCAN no dia 18, quando favoreceu a formação de áreas de instabilidade no oeste da Bahia. Nesta imagem, nota-se, também, a ausência de atividade convectiva no leste do Nordeste (região sob influência do movimento de ar subsidente do VCAN). No dia 22, a atuação de um cavado na média e alta troposfera favoreceu a formação de áreas de instabilidade que causaram chuva forte e granizo na capital paulista. Houve alagamentos de ruas e muitos prejuízos nas áreas próximas à região metropolitana de São Paulo. Neste dia, as áreas de instabilidade estenderam-se por quase toda a Região Sudeste do Brasil.

5. ANÁLISE DE DADOS HIDROLÓGICOS NO BRASIL

Durante o mês de dezembro, as chuvas foram elevadas e excederam a climatologia na maior parte das bacias do Amazonas, Tocantins,

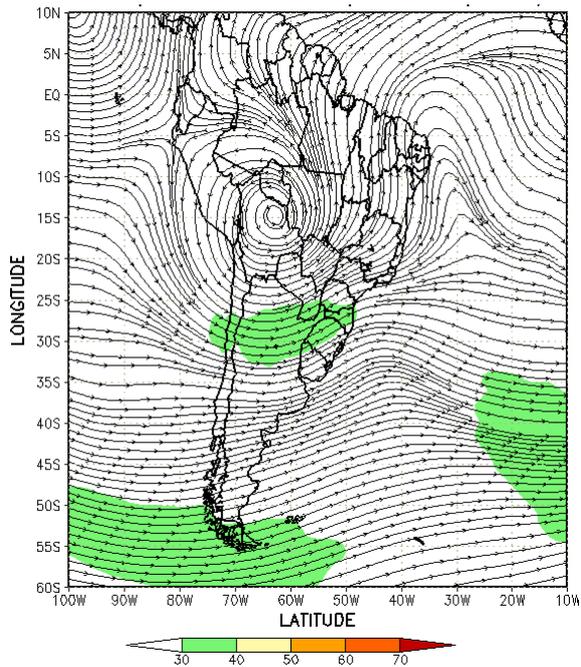
norte do Paraná e sul da bacia do São Francisco. Por outro lado, choveu abaixo da média no sul da bacia do Paraná e nas bacias do Uruguai e do Atlântico Sudeste. Este padrão no campo de precipitação refletiu os valores das vazões observadas em todas as bacias brasileiras monitoradas.

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

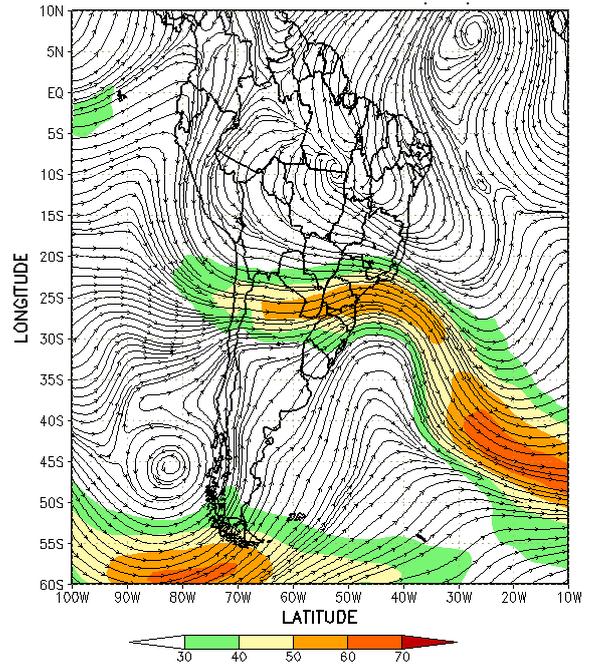
Na estação Manacapuru-AM, as vazões foram calculadas a partir das cotas observadas no Rio Negro, utilizando um modelo estatístico (ver nota nº8 no final desta edição). Neste mês, a máxima altura registrada foi 22,33 m, a mínima foi 19,89 m e a média igual a 21,05 m (Figura 33).

Na bacia do rio Amazonas, as vazões foram maiores que aquelas observadas no mês anterior e excederam os correspondentes valores da MLT. Situação similar ocorreu na estação monitorada na bacia do Tocantins, porém a vazão ficou abaixo da MLT.

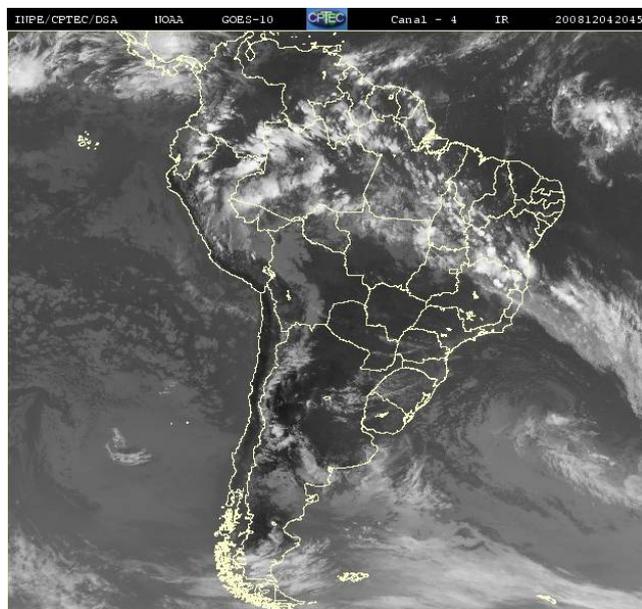
Na bacia do São Francisco, as vazões também foram maiores que em novembro passado,



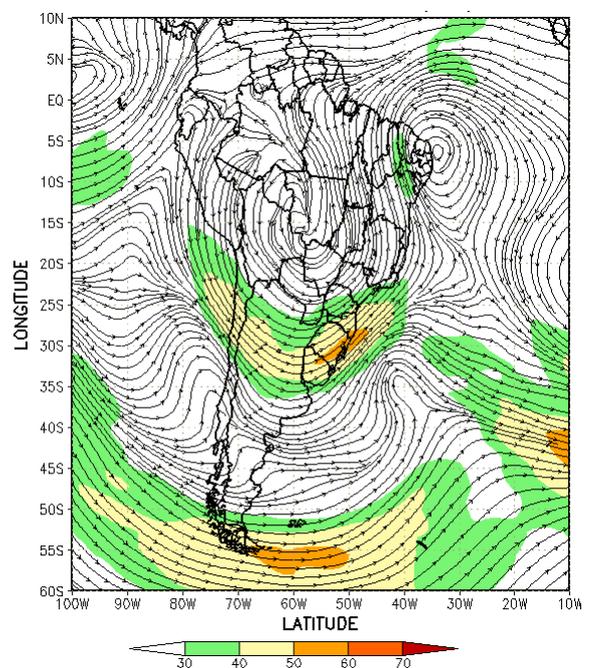
(a)



(b)

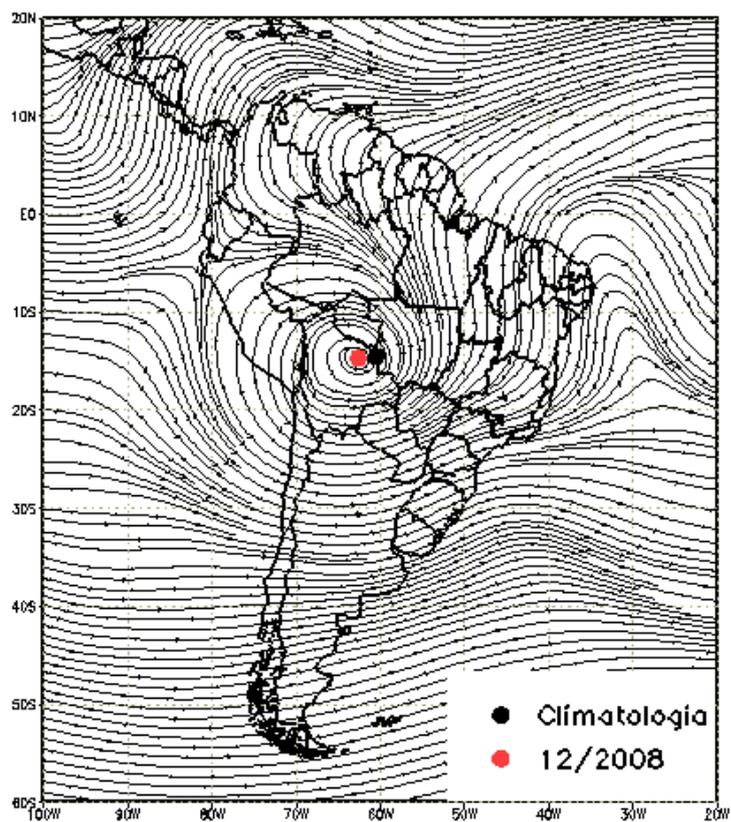


(c)

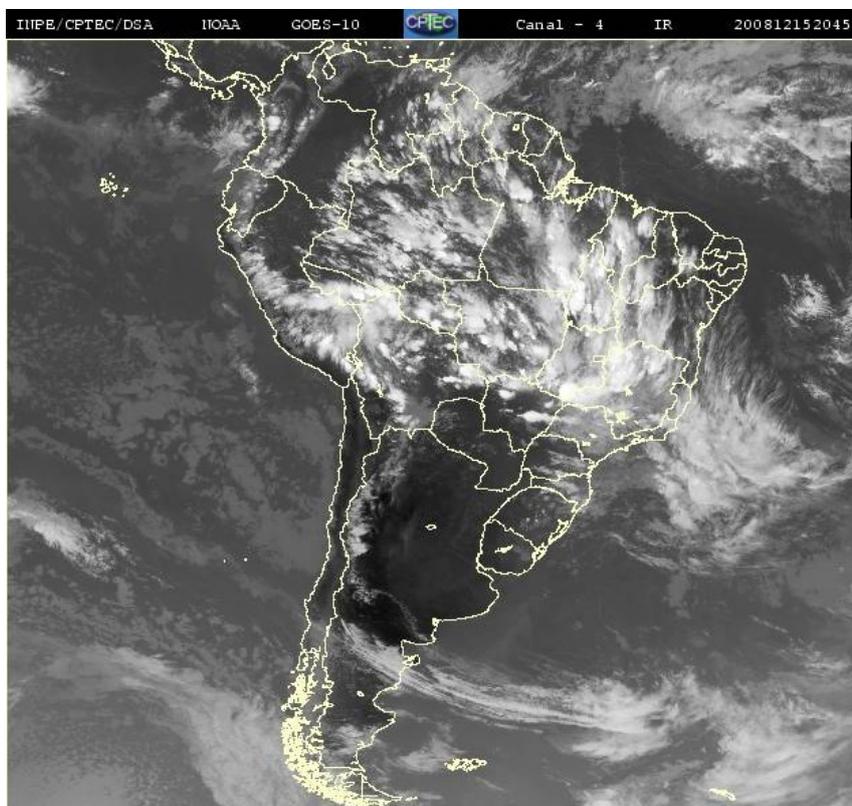


(d)

FIGURA 28 - Escoamento em altos níveis (200 hPa), indicando a posição e magnitude médias do jato subtropical em DEZEMBRO/2008 (a) e os dias 04/12/2008 e 12/12/2008 (b e d), quando foi notada sua maior magnitude sobre a América do Sul. A imagem do satélite GOES-10, canal infra-vermelho, às 20:45TMG, ilustra a banda de nebulosidade associada à passagem do jato em 04/12/2008 (d).



(a)



(b)

FIGURA 29 - Posição média climatológica da circulação da alta troposférica em DEZEMBRO/2008 (a). A imagem do satélite GOES-10 (DSA/CPTEC/INPE) ilustra a atuação da alta da Bolívia no dia 15 às 20:45 TMG (b).

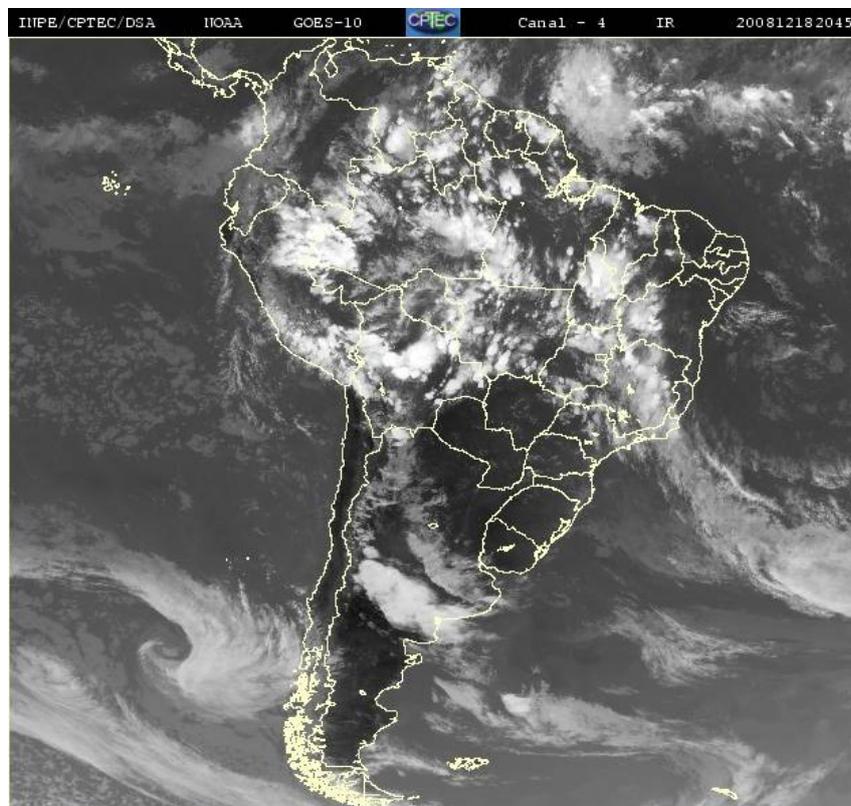
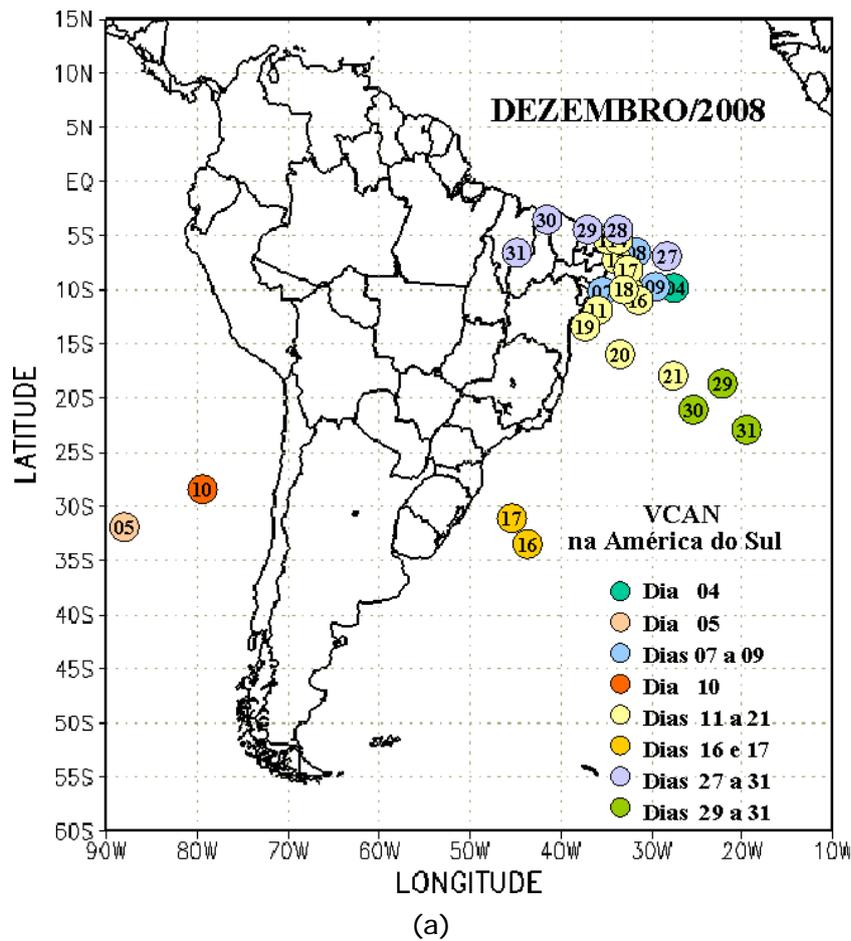


FIGURA 30 - Posição do centro dos Vórtices em Altos Níveis (VCAN) com a indicação dos dias de atuação sobre a América do Sul em DEZEMBRO/2008. O centro do VCAN foi localizado subjetivamente através do campo de linhas de corrente em 200 hPa, a partir das análises diárias do NCEP/EUA, pós-processadas pelo CPTEC/INPE (a). A imagem do satélite GOES-10 (DSA/CPTEC/INPE) ilustra a atuação do VCAN no dia 18 às 20:45 TMG (b).



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

LOCAL	VAZÃO (m ³ /s)	DESVIO (%)	LOCAL	VAZÃO (m ³ /s)	DESVIO (%)
1. Samuel-RO	222,0	6,2	12. Marimbondo-SP	2337,0	0,9
2. Manacapuru-AM	79310,2	10,0	13. Água Vermelha-SP	2449,0	-7,2
3. Balbina-AM	862,0	247,6	14. Ilha Solteira-SP	5605,0	-8,9
4. Coaracy Nunes-AP	343,0	26,1	15. Xavantes-SP	176,0	-45,8
5. Tucuruí-PA	8167,0	-6,5	16. Capivara-SP	559,0	-49,0
6. Sobradinho-BA	2295,0	-35,4	17. Registro-SP	409,6	-9,5
7. Três Marias-MG	1605,0	39,6	18. G. B. Munhoz-PR	286,0	-51,8
8. Emborcação-MG	555,0	-14,1	19. Salto Santiago-PR	473,0	-45,3
9. Itumbiara-MG	1727,0	-9,1	20. Blumenau-SC	200,0	31,6
10. São Simão-MG	2752,0	-5,3	21. Passo Fundo-RS	34,0	-20,9
11. Furnas-MG	1554,0	20,9	22. Passo Real-RS	148,0	-3,9

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

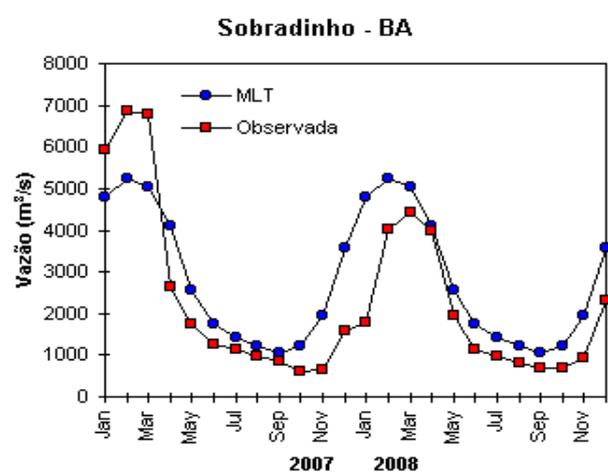
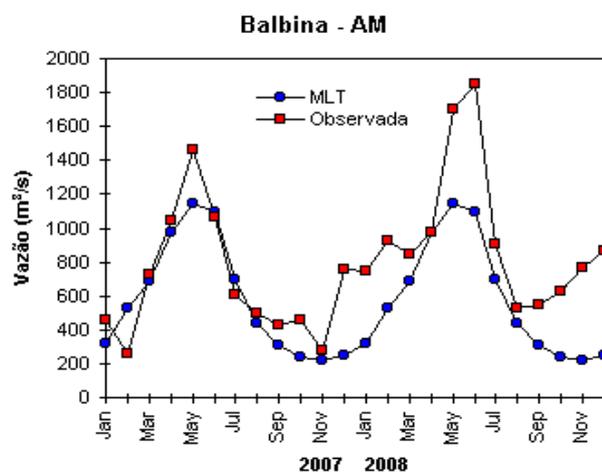
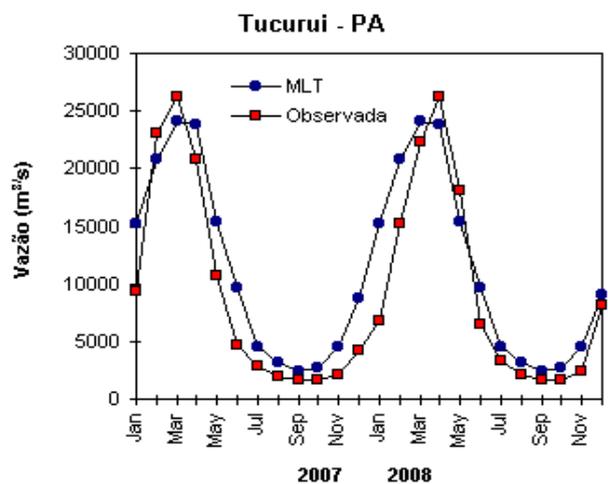
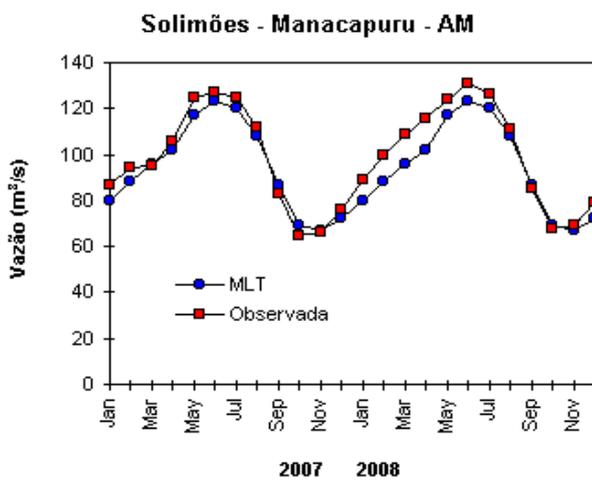
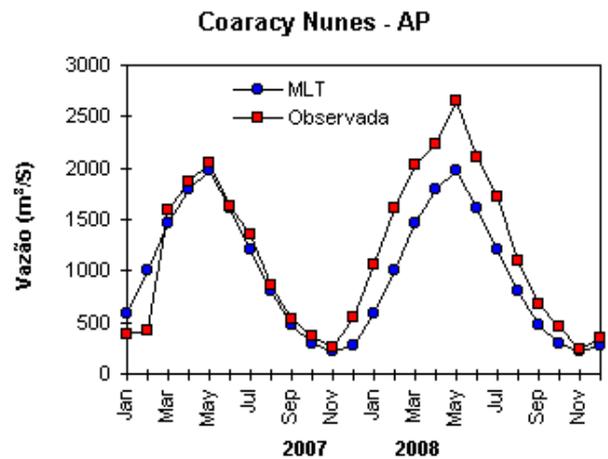
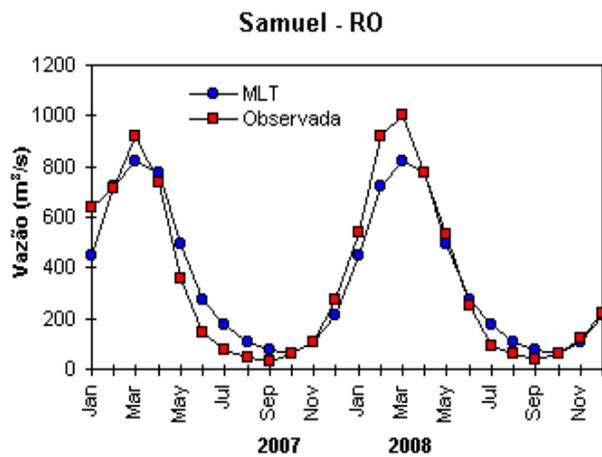


FIGURA 32 – Variação das vazões naturais médias mensais em relação à MLT para 2007 e 2008. No gráfico de Manacapuru-AM, a vazão média em m^3/s foi dividida por mil (FONTE: ELETROBRÁS, ONS, ANEEL, ELETRONORTE e FURB).

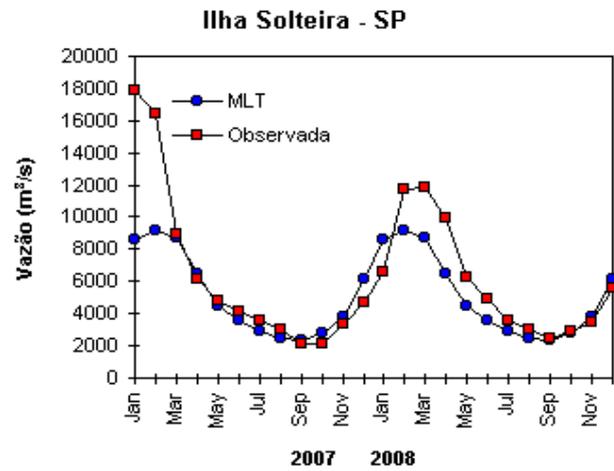
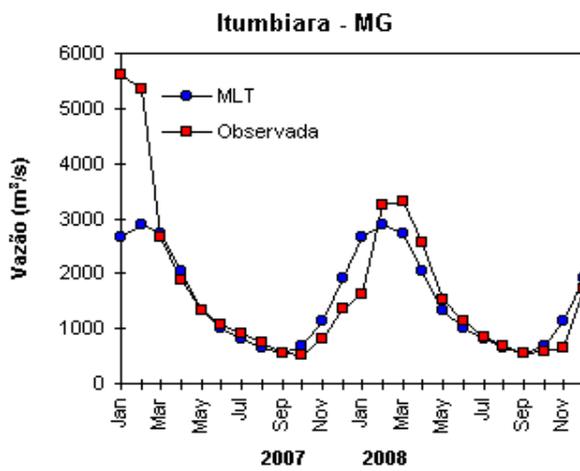
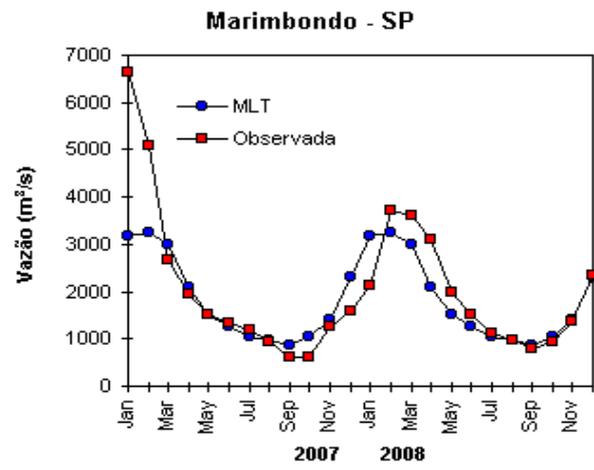
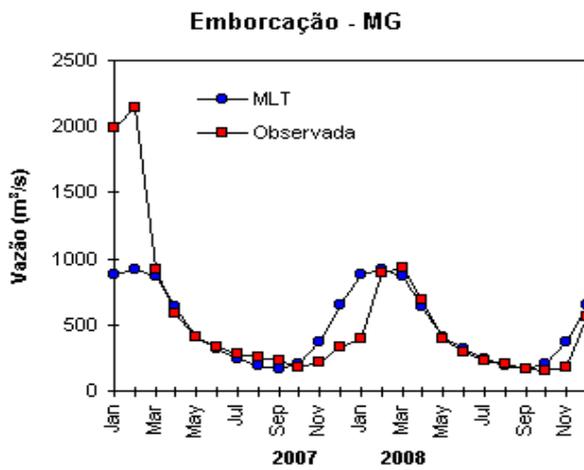
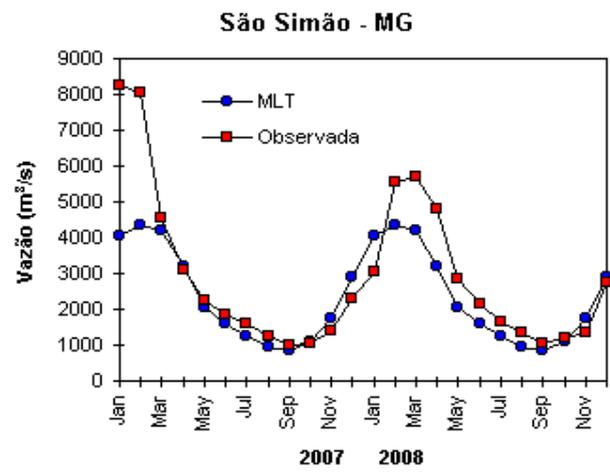
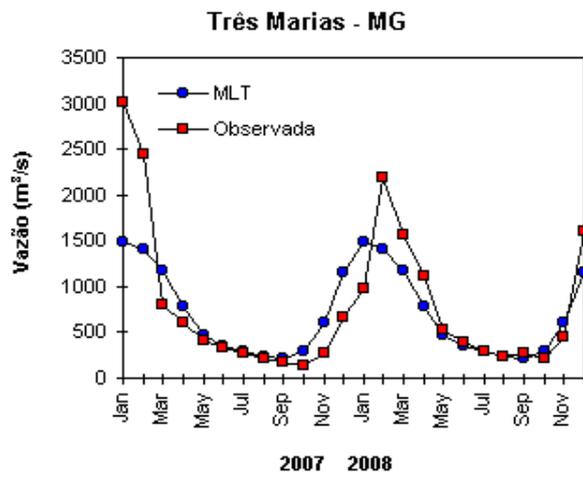


FIGURA 32 – Continuação (A).

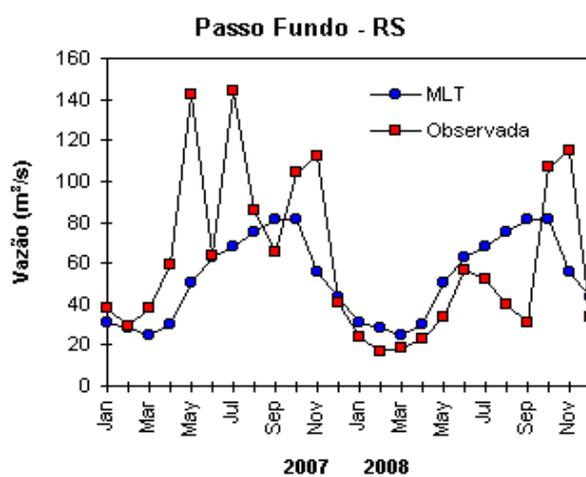
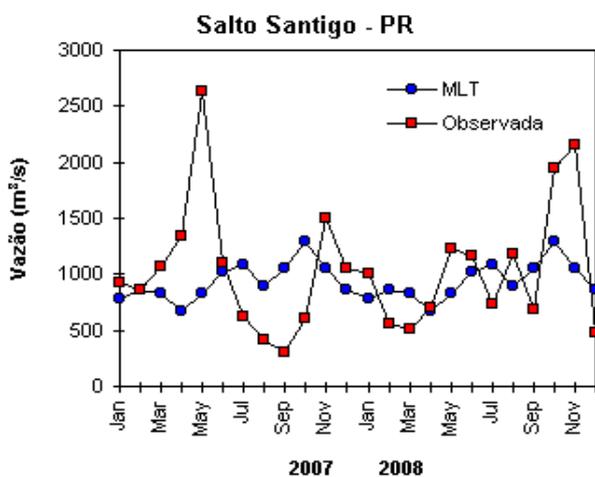
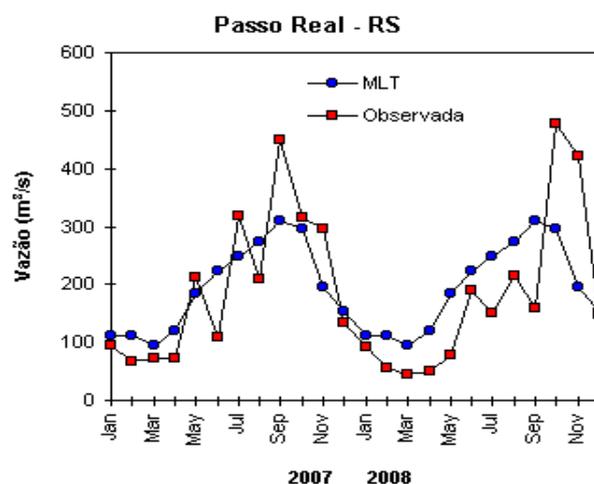
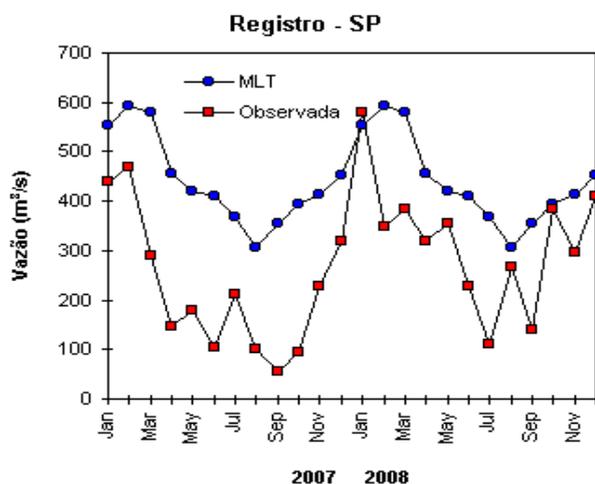
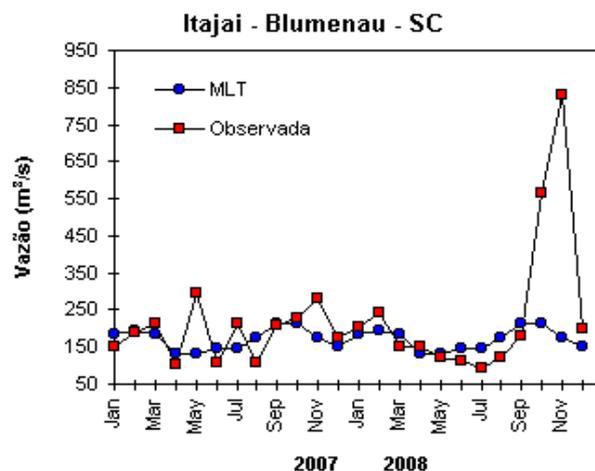
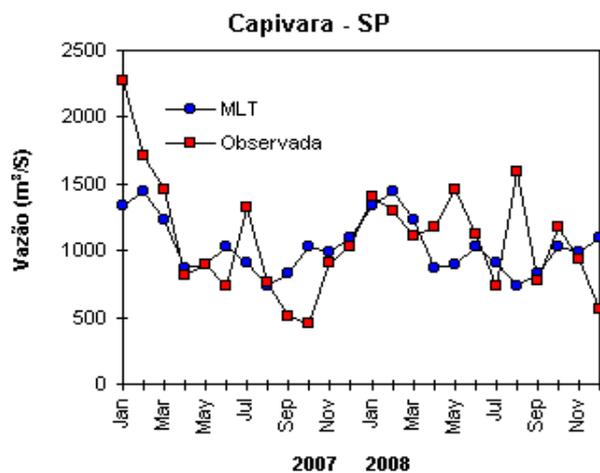


FIGURA 32 – Continuação (B).

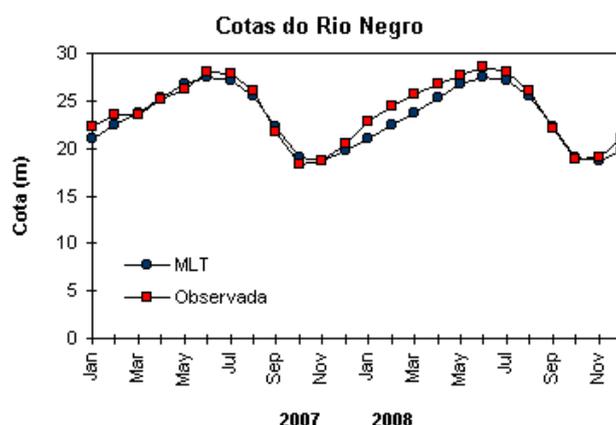


FIGURA 33 – Cotas médias do Rio Negro, expressas em metros acima do nível médio do mar, para 2007 e 2008 (quadrado) e a MLT para a média de 1903 a 1986 (círculo). (FONTE: Adm. do Porto de Manaus – CODOMAR).

VALE DO ITAJAÍ	PRECIPITAÇÃO (mm)	DESVIOS (%)
Apiúna-SC	153,8	27,0
Blumenau-SC	166,2	-15,1
Ibirama-SC	94,8	-32,4
Ituporanga-SC	111,9	-27,3
Rio do Sul-SC	97,8	-38,2
Taió-SC	61,2	-82,4

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

porém ocorreu desvio positivo na estação Três Marias-MG e negativo em Sobradinho-BA.

As vazões nas estações localizadas no norte da bacia do Paraná aumentaram em comparação com novembro passado, porém apenas as estações Furnas-MG e Marimbodo-SP apresentaram vazões maiores que a MLT. Por outro lado, nas estações localizadas no sul desta bacia, as vazões diminuíram em comparação com o mês anterior e ficaram abaixo da MLT.

Na bacia do Atlântico Sudeste, somente a estação Registro-SP apresentou aumento da vazão em comparação com o mês anterior. Nas demais estações desta bacia e na estação Passo Fundo-RS, na bacia do Uruguai, houve diminuição dos valores de vazão. No Vale do Itajaí, as precipitações observadas ficaram abaixo da média na maioria das estações, consistente com o comportamento das vazões (Tabela 4).

6. MONITORAMENTO DE QUEIMADAS

Em dezembro, cerca de 9.200 focos de queimadas foram detectados no País, pelo satélite NOAA-15 (Figura 34). Este número ficou 59%

inferior ao observado no mês anterior, porém ocorreu dentro do esperado em função do período mais chuvoso no Centro-Oeste do Brasil. Por outro lado, no setor norte das Regiões Norte e Nordeste do Brasil, o período de estiagem foi consistente com o maior número de queimadas nos Estados do Ceará (3.700 focos), Maranhão (2.000 focos), Pará (730 focos) e Paraíba (480 focos). Em comparação com o mesmo período de 2007, houve aumento do número de queimadas em 76%.

A estiagem prolongada no centro-sul da América do Sul provocou a ocorrência de queimadas mais intensas no Paraguai e no norte da Argentina, estendendo-se ao pantanal do Mato Grosso do Sul e da Bolívia.

Dezenas de Unidades de Conservação foram atingidas pelas queimadas neste mês, totalizando 1.200 focos, incluindo áreas vizinhas. Destacaram-se as seguintes áreas de preservação ambiental: Baixada Maranhense (Estadual/MA), com 262 focos; Reentrâncias Maranhenses (Estadual/MA), com 208 focos; Upaon-Açu/Miritiba/Alto Preguiças (Estadual/MA), com 161 focos; Serra da Ibiapaba (Federal/PI), com 128 focos; Chapada do Araripe (Federal/CE), com 128 focos; e a Reserva Biológica do Gurupi (Federal/MA), com 78 focos.

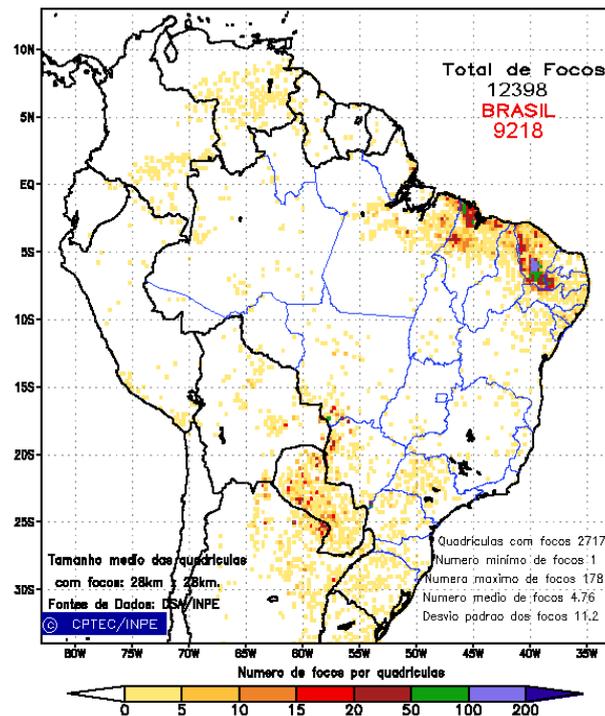


FIGURA 34 - Distribuição espacial de densidade de queimadas, detectadas em quadriculas de 28 km x 28 km no Brasil em DEZEMBRO/2008. Focos de calor detectados através do satélite NOAA 15, às 21:00 TMG. (FONTE: DSA - Queimadas /INPE).

7. MONITORAMENTO NA ANTÁRTICA

Em dezembro, foram observadas anomalias negativas de Pressão ao Nível do Mar (PNM) em praticamente todo o Oceano Austral, com valores extremos de até -16 hPa no mar de Weddell (Figura 35). No nível de 500 hPa, registrou-se anomalia negativa de geopotencial no platô antártico, mantendo o padrão estabelecido em outubro passado (ver Figura 12, seção 1).

O campo de anomalia de vento em 925 hPa destacou a circulação anticiclônica anômala entre a região antártica e o setor sudeste do Oceano Pacífico Sul (Figura 36). Foram registrados dois episódios de escoamento de ar de sul para norte, a partir do norte e nordeste do mar de Bellingshausen e noroeste do mar Weddell em direção ao sul do Brasil, totalizando três dias. Este fraco escoamento aparentemente não influenciou nas temperaturas médias no sul do Brasil.

O campo de anomalia de temperatura do ar em 925 hPa também evidenciou valores negativos em praticamente todo o Oceano Austral, com anomalias de até -3°C nos mares de Amundsen e Bellingshausen (Figura 37). No nível de 500 hPa, foram registradas temperaturas até 2°C acima da climatologia no interior do continente.

Destacou-se uma circulação ciclônica anômala bem organizada sobre o mar de Weddell, sudoeste do Atlântico Sul, no nível de 925 hPa,

assim como uma circulação anticiclônica anômala sobre o norte mar de Amundsen (ver Figura 36). Esta configuração contribuiu, provavelmente, para a fraca retração na extensão do gelo marinho no mar de Weddell e maior retração no mar de Bellingshausen (Figura 38).

Na estação brasileira, Estação Antártica Comandante Ferraz (EACF), registraram-se ventos predominantes de sudoeste. Este foi um dos meses que apresentou ventos mais fortes em 2008, sendo a magnitude média mensal de dezembro igual a 7,6 m/s, ficando acima da média climatológica para este mês (5,4 m/s). A temperatura média do ar, igual a 1,7°C ficou acima da normal (1,2°C), mantendo a tendência de temperaturas pouco acima da média, desde maio de 2008. Neste mês, nove frentes e nove ciclones extratropicais atingiram a região da Península Antártica, sendo este o dezembro mais ativo desde 2003.

Considerando a climatologia da EACF (período de 1986 a 2008), este ano de 2008 apresentou alguns recordes ou valores de destaque. Ocorreu a primavera mais quente já registrada (setembro, outubro e novembro), com temperatura média igual a 0,1°C, ou 2,1°C acima da média sazonal histórica. Este foi o segundo ano mais quente, 1°C acima da normal, com média de -0.7°C, igual ao ano de 1999 e inferior apenas a 1989 (-0,1°C). O ano de 2007, cuja média foi

igual a -3.1°C , foi o mais frio desde 1986, indicando, assim, a grande variabilidade interanual na região. Em 2008, a menor temperatura registrada foi $-15,5^{\circ}\text{C}$ em 17 de junho, enquanto que a maior ($9,1^{\circ}\text{C}$) ocorreu em 27 de novembro.

Neste ano de 2008, foi registrada a maior intensidade do vento desde 2001, com média de $6,6\text{ m/s}$ e predomínio das direções norte e oeste. A pressão média anual ($991,2\text{ hPa}$)

manteve a tendência de queda dos últimos três anos. Em 05 de julho, um ciclone reduziu a pressão na EACF ao menor valor do ano ($947,9\text{ hPa}$). Este mesmo valor ocorreu em 14 de agosto e representou um recorde de menor pressão para este mês. Em 20 de julho, houve a máxima pressão do ano, $1029,2\text{ hPa}$. No total, 74 frentes e 133 ciclones extratropicais atuaram na Península Antártica e na EACF, sendo estes os maiores valores desde o início de seu

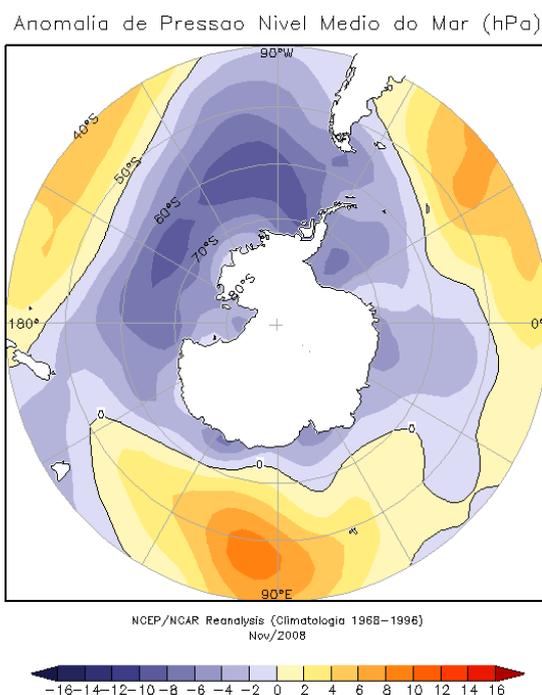


FIGURA 35 – Anomalia de Pressão ao Nível do Mar (PNM), em hPa, em DEZEMBRO/2008. Destaca-se o predomínio de anomalias negativas no mar de Weddell. (FONTE: NOAA/CDC).

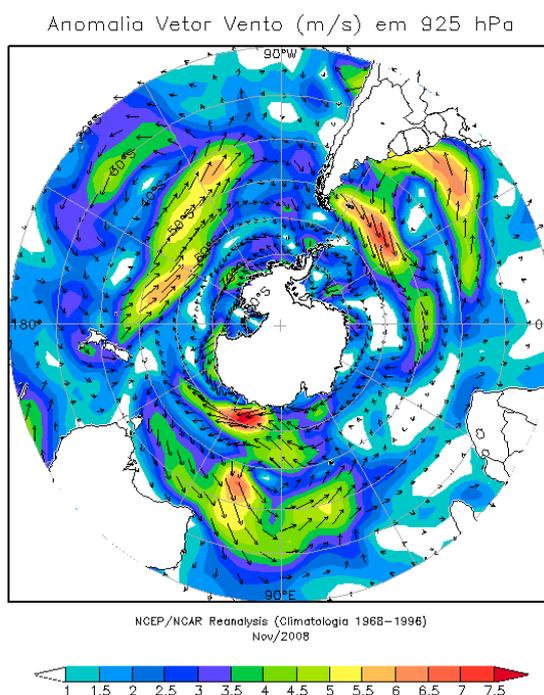


FIGURA 36 - Anomalia de vento (m/s) em 925 hPa, em DEZEMBRO/2008. Nota-se a circulação anticiclônica anômala entre a região antártica e o setor sudeste do Oceano Pacífico Sul. (FONTE: NOAA/CDC).

acompanhamento, em 2002. Setembro teve o maior número de casos, com seis frentes e dezoito ciclones. Os ciclones-bomba, com queda de pressão maior que 24 hPa/24h, foram em número de 10 em 2008, sendo que ocorreram doze em 2007 e treze em 2006. A maior influência do escoamento atmosférico em baixos níveis, proveniente das regiões subantárticas, nas temperaturas do sul e sudeste do Brasil, foram:

fevereiro, junho e setembro.

Dados anuais completos e resumos mensais, bem como a climatologia da EACF, 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).

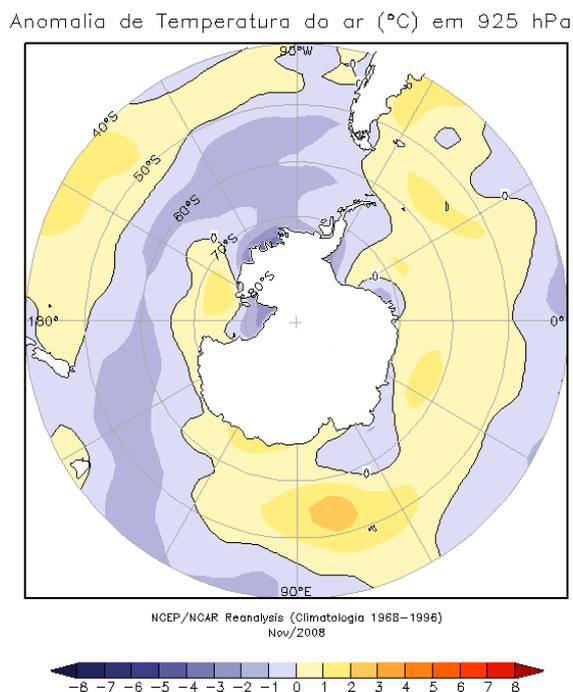


FIGURA 37 - Anomalia de temperatura do ar (°C), em 925 hPa, em DEZEMBRO/2008. Nota-se a predominância de anomalias negativas no Oceano Austral, em particular nos mares de Amundsen e Bellingshausen. (FONTE: NOAA/CDC).

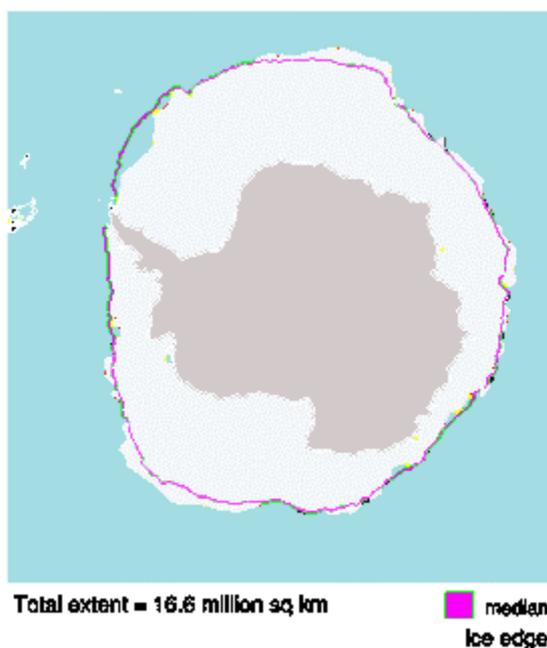


FIGURA 38 - Extensão do gelo marinho no Oceano Austral em DEZEMBRO/2008. Nota-se a fraca retração do gelo nos mares de Bellingshausen e Weddell e a expansão no mar de Ross. (FONTE: NOAA/CDC e NOAA/NSIDC).

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:

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

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

t_x = pseudo-tensão de cisalhamento zonal do vento

t_y = pseudo-tensão de cisalhamento meridional do vento

u = componente zonal (leste-oeste) do vento

v = componente meridional (norte-sul) do vento.

Onde u^* e v^* são as componentes zonal e meridional da velocidade de fricção.

A diferença básica entre estas análises de **TSM** e as geradas pelo **NMC/CAC** está no fato de que as análises geradas por este último órgão utilizam também **TSM's** derivadas de informações de satélites meteorológicos.

3 - Na figura correspondente à variável **ROL**, mensal estimada no topo da atmosfera, os valores são modulados principalmente por temperatura e cobertura de nuvens. Como nos trópicos os gradientes horizontais de temperatura são geralmente pequenos, a **ROL** nestas regiões é primariamente função da distribuição da cobertura de nuvens. Os valores da **ROL** são menores sobre as principais áreas convectivas dos trópicos, onde nuvens altas, médias e cumulonimbus são predominantes. Os valores máximos ocorrem sobre os desertos onde não há cobertura de nuvens e as temperaturas da superfície são as mais altas. Sobre as regiões convectivamente ativas, anomalias de **ROL** negativas (positivas) indicam, em geral, atividade convectiva, isto é, precipitação acima (abaixo) da média.

4 - A localização da ZCIT sobre o Atlântico Tropical vem sendo determinada, desde os primeiros números do boletim "**CLIMANÁLISE**", devido à sua importância para o monitoramento da precipitação no norte do Nordeste do Brasil, que possui sua estação chuvosa nos meses de fevereiro a maio. Até o Vol.4, Nº 2 desta revista, a posição da **ZCIT** era determinada apenas através de imagens no canal infravermelho (IV) dos satélites da série **NOAA** que abrangem todo o Atlântico Tropical. Depois, uma nova técnica de determinação da posição da ZCIT, a partir de imagens de satélite, foi aplicada. Essa técnica, desenvolvida pelo **CRODT/ORSTOM**, utilizava imagens digitais **IV** do satélite **METEOSAT**. Eram usadas 8 imagens diariamente, e ao fim de 5 dias, era gerada uma imagem chamada síntese, utilizando-se as 40 imagens obtidas na pêntrada em questão. A imagem síntese era uma imagem digital onde, em cada ponto (pixel) era retida apenas a temperatura mais alta encontrada no mesmo ponto das 40 imagens utilizadas para criá-la. Atualmente, são utilizadas duas técnicas para a avaliação da posição média da ZCIT. A primeira consiste na utilização de imagens do satélite **GOES-8** para gerar imagens médias pentadais de temperatura de brilho em K. Nesta técnica, baixos valores de temperatura indicam, em geral, ocorrência de atividade convectiva. A contaminação por nuvens cirriformes é normalmente eliminada através de análise subjetiva, considerando os conceitos dos sistemas meteorológicos que atuam na região. A segunda técnica consiste na localização dos mínimos valores de **ROL**, a partir de campos médios pentadais, ao longo do Oceano Atlântico Equatorial. Os dados de **ROL** utilizados são provenientes do **NOAA/EUA** e os dados para obtenção da posição climatológica mensal da ZCIT foram obtidos das reanálises do **NCEP/EUA**. A Figura é elaborada pelo Grupo de Previsão de Clima do **CPTEC/INPE**.

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

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

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

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

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

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

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

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

SIGLAS

ANEEL	-Agência Nacional de Energia Elétrica
CPC/NWS	-Climate Prediction Center/National Weather Services (Centro de Previsão Climáticas do Serviço Meteorológico dos EUA)
CEMIG/SIMGE	-Companhia Energética de Minas Gerais
CEPLAC	-Comissão Executiva do Plano de Lavoura Cacaueira
CHESF	-Companhia Hidroelétrica do São Francisco
CIRAM/SC	-Centro de Informações de Recursos Ambientais e de Hidrometeorologia de Santa Catarina
CMCD/INPE	-Centro de Missão de Coleta de Dados do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
CMRH	-Centro Estadual de Meteorologia e dos Recursos Hídricos de Sergipe
CODOMAR	-Companhia Docas do Maranhão
CRODT	-Centro de Pesquisas Oceanográficas de Dakar-Thiaroye
DAEE	-Departamento de Águas e Energia Elétrica
DISME	-Distrito de Meteorologia
DHME/PI	-Departamento de Hidrometeorologia do Piauí
ELETROBRÁS	-Centrais Elétricas Brasileiras S/A
ELETRONORTE	-Centrais Elétricas do Norte do Brasil S/A
EMPARN	-Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte
FEPAGRO	-Fundação Estadual de Pesquisas Agropecuárias
FURB	-Universidade Regional de Blumenau
FUNCEME	-Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos do Ceará
GEORIO	-Fundação Instituto de Geotécnica
INMET	-Instituto Nacional de Meteorologia
IAC	-Instituto 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
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

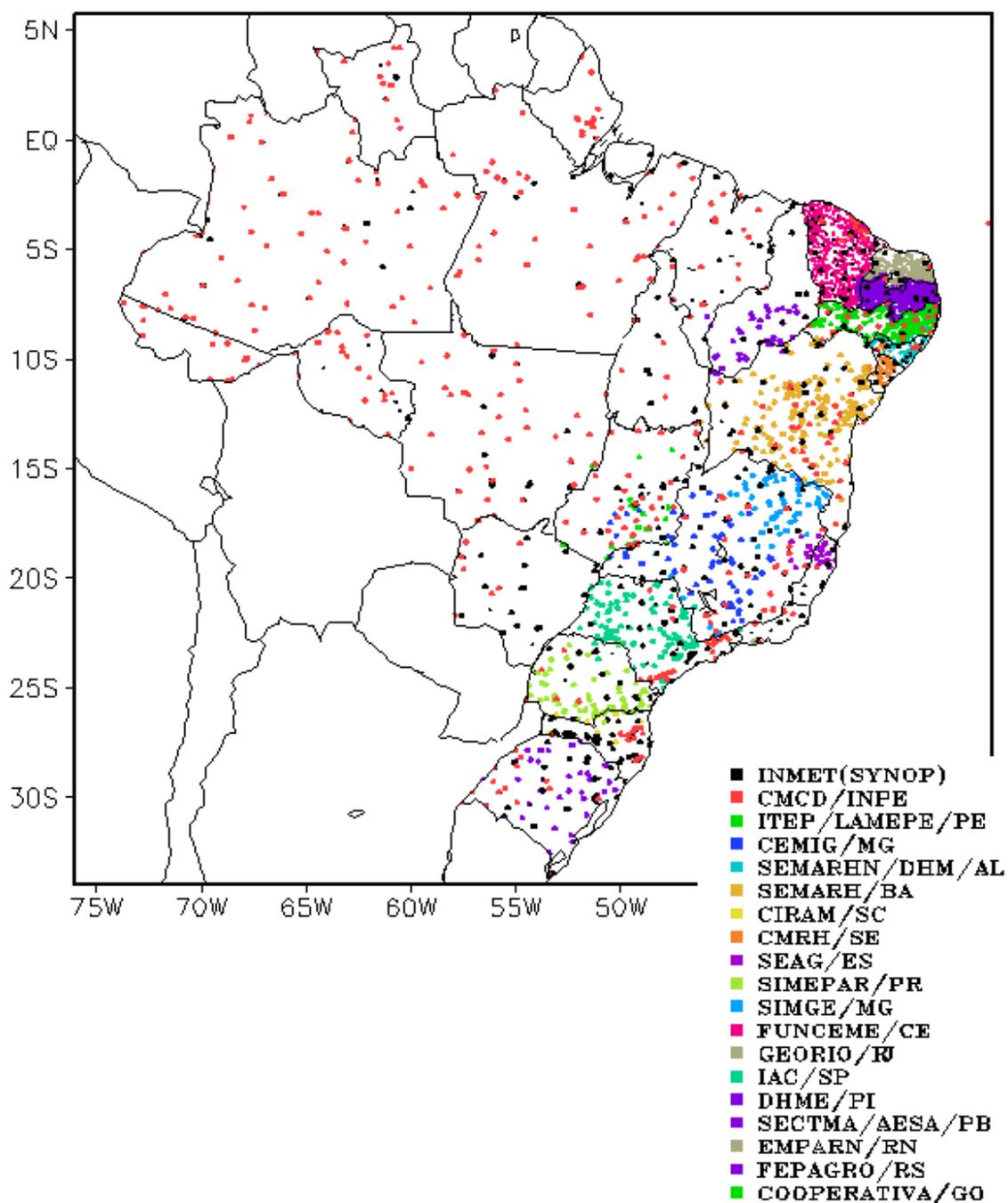


FIGURA A – Distribuição espacial das 3.648 estações pluviométricas e meteorológicas no Brasil.

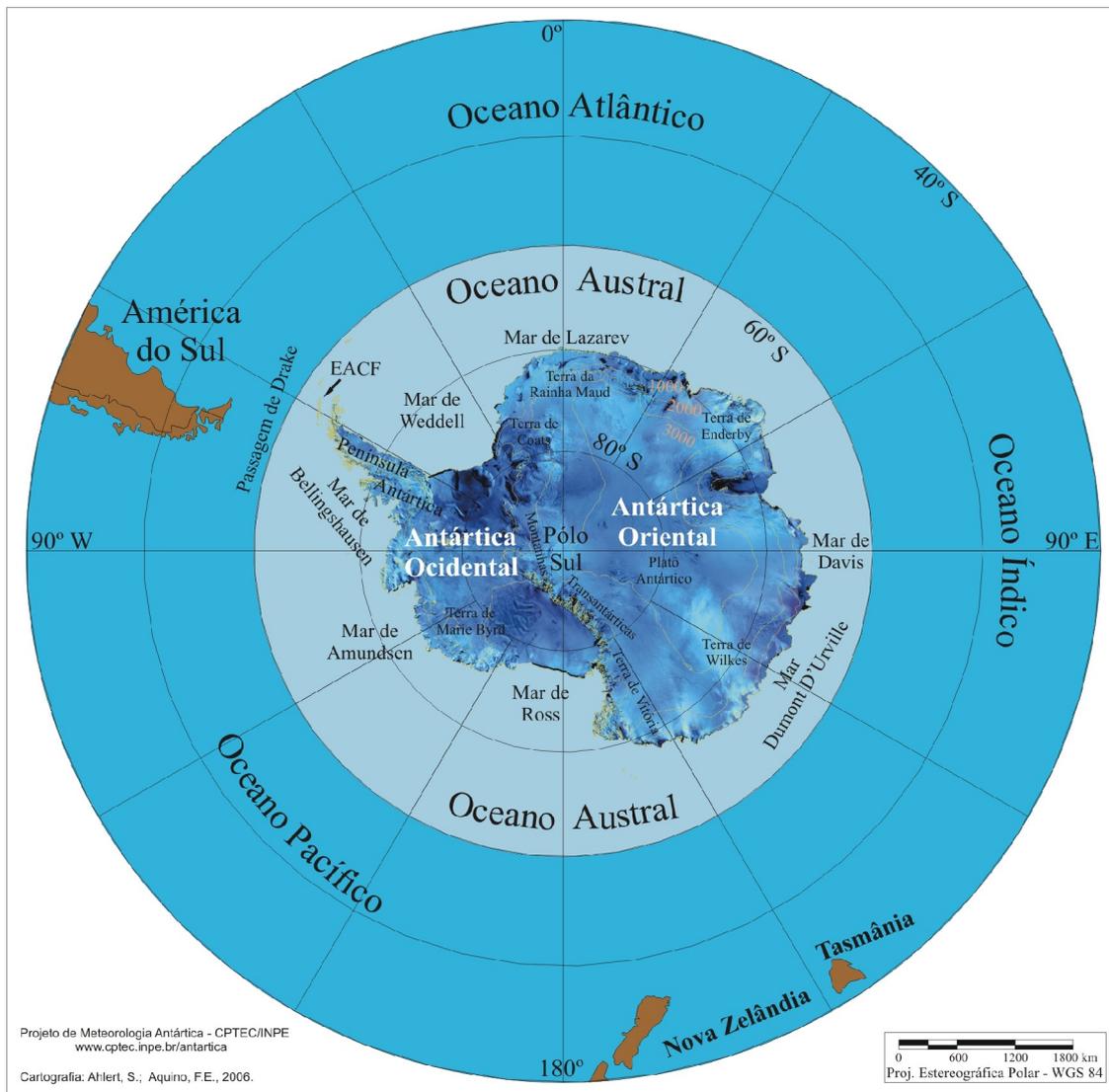


FIGURA B – Mapa da Antártica, ilustrando suas principais regiões. (FONTE: Projeto de Meteorologia Antártica do CPTEC/INPE, 2006)

This document was created with Win2PDF available at <http://www.win2pdf.com>.
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.
This page will not be added after purchasing Win2PDF.