

## CLIMANÁLISE

### BOLETIM DE MONITORAMENTO E ANÁLISE CLIMÁTICA

---

Climanálise	Cachoeira Paulista - SP	Volume 20	Número 12	Dezembro/2005
-------------	-------------------------	-----------	-----------	---------------

---

## 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 20 - Nº 12

DEZEMBRO/2005

- 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 Antônio de Oliveira - CPTEC/INPE
- Colaboradores:**
- |  |                                       |
|--|---------------------------------------|
| Alberto Waingort Setzer - CPTEC/INPE       | Lincoln Muniz Alves - CPTEC/INPE      |
| Ana Cláudia de Araújo Prestes - CPTEC/INPE | Marcos Barbosa Sanches - CPTEC/INPE   |
| Anete dos Santos Fernandes - CPTEC/INPE    | Marcus Jorge Bottino - CPTEC/INPE     |
| Christopher A. C. Castro - CPTEC/INPE      | Nuri Oyamburo de Calbete - CPTEC/INPE |
| Daniel Andrés Rodríguez - CPTEC/INPE       | Prakki Satyamurty - CPTEC/INPE        |
| Francisco Eliseu Aquino - UFRGS            | Raffi Agop Sismanoglu - CPTEC/INPE    |
| Hélio Camargo Júnior - CPTEC/INPE          |                                       |
- Instituições Colaboradoras:**
- |                                       |   |
|---------------------------------------|---|
| ANEEL - Brasília, DF                  | FEPAGRO - Porto Alegre, RS  |
| CEPLAC - Itabuna, BA                  | FUNCEME - Fortaleza, CE   |
| CHESF - Recife, PE                    | FURB - Blumenau, SC   |
| CIRAM - Florianópolis, SC             | GEORIO - Rio de Janeiro, RJ   |
| CODOMAR - Adm. do Porto de Manaus, AM | IAC - Instituto Agrônômico de Campinas, SP                                  |
| CPC/NWS - Washington, DC, USA         | INMET - Brasília, DF  |
| DAEE - São Paulo, SP                  | ORSTOM - Brest, França  |
| 7º DISME/INMET - São Paulo, SP        | SIMEPAR - Curitiba, PR  |
| ELETRORBRÁS - Rio de Janeiro, RJ      | Centros Estaduais de Meteorologia e Recursos Hídricos Integrantes do PMTCRH |
| ELETRONORTE - Brasília, DF            |   |
- Editores Técnicos:** Raul Vianna Bastos Júnior - CPTEC/INPE  
Luiz Fernando Gonçalves - CPTEC/INPE
- Elaboração da Capa<sup>1</sup>:** 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:** HL2 Gráfica e Editora
- 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

<sup>1</sup> 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 20 - Nº 12

DEZEMBRO/2005

### Índice

SUMMARY .....	i
SUMÁRIO .....	i
<b>1. ASPECTOS DE GRANDE ESCALA NA ATMOSFERA GLOBAL E NOS OCEANOS TROPICAIS.....</b>	<b>3</b>
<b>2. ASPECTOS CLIMÁTICOS E SINÓTICOS NO BRASIL.....</b>	<b>11</b>
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 .....	11
<b>3. PERTURBAÇÕES ATMOSFÉRICAS SOBRE O BRASIL .....</b>	<b>13</b>
3.1 – Sistemas Frontais e Frontogênese .....	13
3.2 – Massas de Ar Frio e Geadas .....	17
3.3 – Atividade Convectiva sobre a América do Sul .....	17
3.3.1 – Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) .....	17
3.3.2 – Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) .....	21
3.3.3 – Linha de Cumulonimbus na Costa Norte/Nordeste da América do Sul .....	21
<b>4. ESCOAMENTO EM ALTOS NÍVEIS.....</b>	<b>21</b>
4.1 – Jato sobre a América do Sul .....	21
4.2 – Circulação da Alta da Bolívia .....	25
4.3 – Vórtices Ciclônicos e Cavados em Altos Níveis.....	25
<b>5. ANÁLISE DE DADOS HIDROLÓGICOS NO BRASIL .....</b>	<b>25</b>
<b>6. QUEIMADAS NO BRASIL .....</b>	<b>26</b>
<b>7. MONITORAMENTO NA ANTÁRTICA .....</b>	<b>26</b>
<b>NOTAS .....</b>	<b>36</b>
<b>SIGLAS .....</b>	<b>38</b>
<b>SIGLAS TÉCNICAS .....</b>	<b>39</b>
<b>APÊNDICE .....</b>	<b>40</b>



## SUMMARY

The month of December 2005 was marked by abundant rainfall in north-central parts of the country. In the Northeast of Brazil isolated episodes of heavy precipitation were responsible for more than normal monthly rainfall in the interior regions of Pernambuco and Paraíba states, in southern parts of Ceará state and in the western Bahia state. In southern Brazil the accumulated rainfall was below normal, in spite of the convective activity associated with frontal boundary passages. The temperature was near normal in most parts of the country.

The Sea Surface Temperature (SST) was cooler than normal in the eastern and central sectors of the equatorial Pacific for the fourth consecutive month. It is considered as the beginning of a weak La Niña episode. In the tropical North Atlantic warmer conditions continued to persist. It is important to stress that the conditions in the Atlantic Ocean decisively influence the rainfall behavior in the four-month rainy season (Feb-May) over Northeast Brazil.

The rainfall in the Amazon, Tocantins, northern Parana, southern Sao Francisco and east Atlantic basins was intense and as a consequence, the river discharges exceeded their normal values.

The vegetation fires were reduced by 80% in relation to the previous month in the whole of Brazil. Considering the same month a year ago the reduction was 72%. Especially in the state of Maranhao the number of hot spots during the month were reduced by 1700.

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

## SUMÁRIO

O mês de dezembro foi marcado por chuvas abundantes no centro-norte do País. No Nordeste, episódios isolados de chuvas fortes proporcionaram valores acima da média no interior de Pernambuco, Paraíba, sul do Ceará e oeste da Bahia. Na Região Sul, os totais acumulados estiveram abaixo da média, apesar da atuação das frentes frias e da formação de áreas de instabilidade em algumas áreas. As temperaturas estiveram próximas à média em grande parte do País.

A Temperatura da Superfície do Mar (TSM) apresentou valores inferiores à média nos setores central e leste do Oceano Pacífico Equatorial. Esta configuração persistiu pelo quarto mês consecutivo e definiu, neste mês, o início de um episódio La Niña de fraca intensidade. No Atlântico Tropical Norte, persistiu o padrão de aquecimento observado há mais de um ano. É importante mencionar que as condições do Oceano Atlântico costumam influir de maneira decisiva no comportamento da precipitação no decorrer da quadra chuvosa (fevereiro a maio) do Nordeste do Brasil.

As chuvas foram mais acentuadas sobre as bacias do Amazonas, Tocantins, norte da bacia do Paraná, sul da bacia do São Francisco e em parte da bacia do Atlântico Leste, com ocorrência de anomalias positivas de precipitação na maior parte destas áreas.

No Brasil, as queimadas diminuíram 80% em relação ao mês anterior. Considerando o mesmo período de 2004, a redução foi de 72%, com destaque para o Maranhão, onde foram detectados 1.700 focos a menos.

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

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

Em dezembro, manteve-se o resfriamento das águas superficiais na área próxima à costa oeste da América do Sul (região Niño 1+2) (Tabela 1 e Figura 1), como ocorrido no mês de novembro de 2005. Contudo, esta área estendeu-se mais para oeste em relação ao observado no mês anterior, inclusive com o aumento das anomalias negativas de Temperatura da Superfície do Mar (TSM), caracterizando o início do fenômeno La Niña. Áreas com anomalias positivas de TSM persistiram em grande extensão dos setores sul, oeste e noroeste do Oceano Pacífico. O Atlântico Tropical Norte apresentou uma expansão e intensificação das anomalias positivas de TSM. Foram observadas áreas com anomalias positivas, de até 3°C, próximo à costa da África e à costa leste da América do Norte. O Atlântico Tropical Sul apresentou uma redução em área e intensidade das anomalias positivas adjacentes à costa da África. Ressalta-se o enfraquecimento das anomalias positivas de TSM que cobriam extensa área sobre o Atlântico Sul, próximo à costa do Brasil e Argentina, e o surgimento de um núcleo

de anomalias positivas na região central do Atlântico Sul.

No campo de anomalia de Radiação de Onda Longa (ROL), destacou-se a atividade convectiva mais intensa a noroeste da Austrália e a oeste das Filipinas, intensificando o padrão observado no mês passado (Figura 5). Esta configuração foi consistente com o estabelecimento do episódio frio do fenômeno ENOS. Sobre o norte da América do Sul, destacou-se uma área de anomalia negativa de ROL associada à intensa atividade convectiva que ocasionou anomalias positivas de precipitação em grande parte da Região Norte do Brasil (ver Figura 14).

No campo de anomalia de Pressão ao Nível do Mar (PNM), observou-se a acentuada intensificação da alta subtropical do Pacífico Sudeste, se comparado com o mês anterior. Comportamento similar ocorreu na região de atuação da alta subtropical do Atlântico Sul, onde foram observadas anomalias positivas de PNM de até 4hPa (Figura 6). Numa área extratropical que se estende do Oceano Índico até o sudoeste do Pacífico, predominaram anomalias negativas de pressão de até 6hPa, assim como no Pacífico Norte.

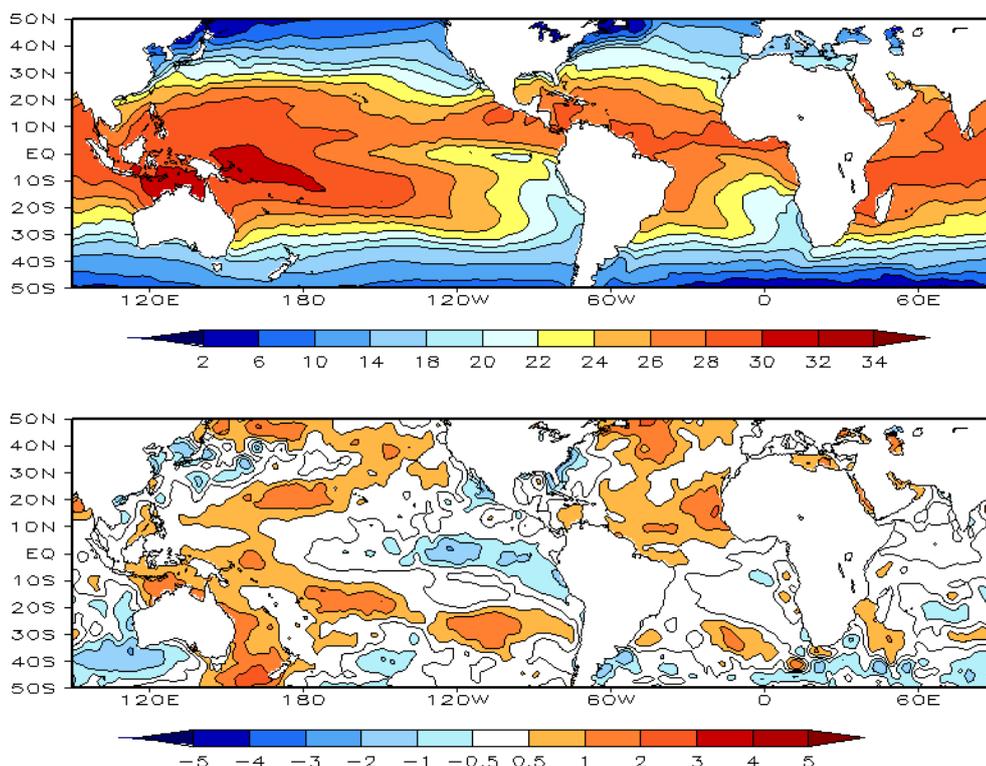


FIGURA 1 – Temperatura da Superfície do Mar (TSM), em DEZEMBRO/2005: a) média, com intervalo das isotermas de 4°C para valores de TSM menores que 18°C. Para TSM maior que 18°C, o intervalo das isotermas é de 2°C; b) anomalias, com intervalo entre as isotermas de 0,5°C para anomalias até 1°C. Para anomalias 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 (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
2005													
DEZ	0,1	0,4	-0,2	1,5	-0,7	22,2	-0,9	24,2	-0,6	25,9	0,1	28,4	
NOV	-0,9	-0,4	-0,3	1,1	-1,2	20,5	-0,7	24,3	-0,1	26,4	0,3	28,7	
OUT	1,1	-0,7	1,1	0,3	-1,2	19,7	-0,2	24,7	0,2	28,9	0,5	28,9	
SET	0,7	0,0	0,4	0,1	-0,8	19,7	-0,3	24,6	0,0	26,6	0,4	28,8	
AGO	-0,4	0,9	-0,8	0,6	-0,2	20,6	0,6	25,2	0,2	26,9	0,4	28,9	
JUL	0,4	0,4	0,0	-0,3	-0,6	21,2	0,4	26,0	0,5	27,5	0,5	29,1	
JUN	-0,1	-0,2	0,1	0,3	-0,5	22,5	0,4	26,8	0,6	28,1	0,6	29,2	
MAI	-0,4	1,4	-1,2	-0,1	0,1	24,4	0,4	27,5	0,4	28,2	0,5	29,2	
ABR	0,1	1,7	-1,0	-0,4	-0,6	24,9	0,3	27,7	0,4	28,0	0,5	28,9	
MAR	0,7	1,1	-0,2	0,4	-0,9	25,6	-0,1	27,0	0,4	27,5	0,8	28,9	
FEV	-3,8	2,6	-4,1	-2,3	-0,6	25,4	-0,2	26,2	0,3	27,0	0,8	28,8	
JAN	0,5	0,1	0,3	0,2	-0,1	24,4	0,3	25,9	0,6	27,1	1,1	29,2	

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

TABELA 1 - Índices atmosféricos e oceânicos para os últimos doze meses. Os índices atmosféricos são adimensionais (padronizados pelo desvio padrão da média mensal apropriada) exceto para as anomalias de PNM de Darwin e Tahiti que estão em hPa. Os índices de TSM (anomalias e médias) estão em °C. Note que os valores positivos (negativos) do índice do vento zonal em 200 hPa significam anomalias de oeste (de leste), ao passo que valores positivos (negativos) dos índices do vento zonal em 850 hPa significam anomalias de leste (oeste). (FONTE: CPC/NCEP/NWS).

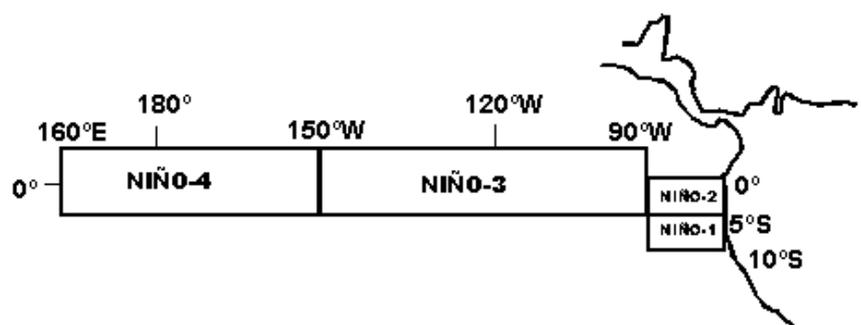
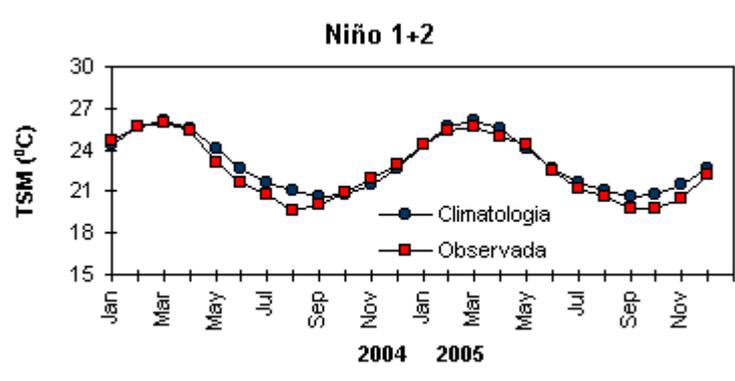
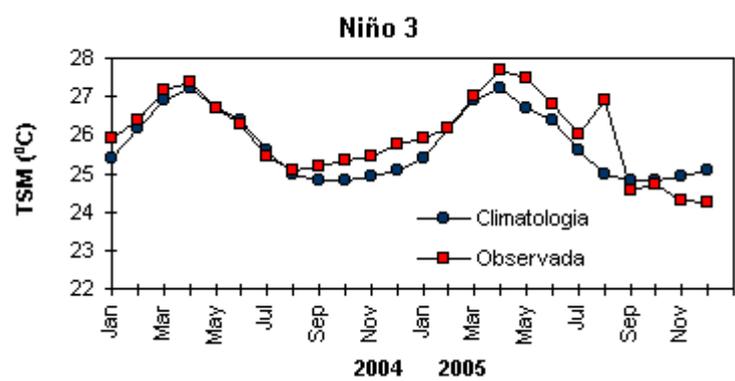
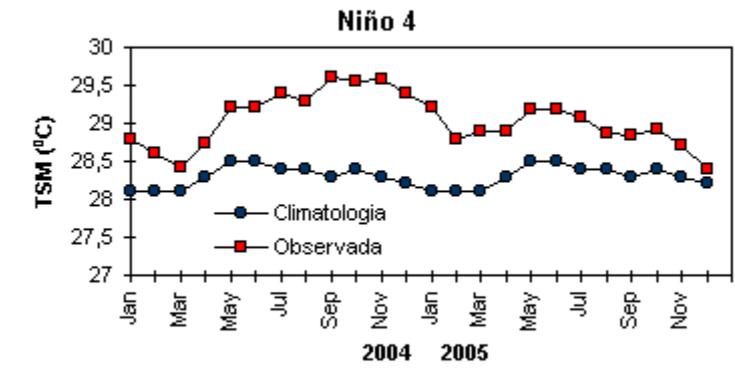


FIGURA 2 - Temperaturas médias da superfície do mar (quadrado) e média climatológica (círculo) no Oceano Pacífico para as regiões indicadas, expressas em °C. (FONTE: CPC/NWS).

A Figura 7 mostra os ventos em baixos níveis da atmosfera (850hPa). Notaram-se os alísios menos intensos no Pacífico Leste e mais intensos no Pacífico Oeste. Na América do Sul, destacou-se a anomalia ciclônica sobre o oeste do Brasil, consistente com as chuvas acima da média ocorridas no sudeste da Região Norte e no leste da Região Centro-Oeste do Brasil (ver seção 2.1).

No escoamento em 200 hPa, destacaram-se as regiões com jatos mais intensos sobre o sul da Austrália, Pacífico Sul, Atlântico Sul e sobre o sudoeste do Oceano Índico, próximo ao sul da África (Figura 9). Sobre a América do

Sul, notou-se um padrão típico de verão, com o estabelecimento da Alta da Bolívia e do cavado do Nordeste. Ressalta-se que ambos os sistemas estiveram mais intensos que a média climatológica (Figura 10).

No campo de anomalias de geopotencial em 500 hPa, as perturbações atmosféricas no Hemisfério Norte permaneceram com um número de onda 3, porém mais intensas que as anomalias verificadas em novembro de 2005 (Figura 11). No Hemisfério Sul, foi notada a dominância de ondas planetárias 3 e 4 em latitudes extratropicais e polares (Figura 12).

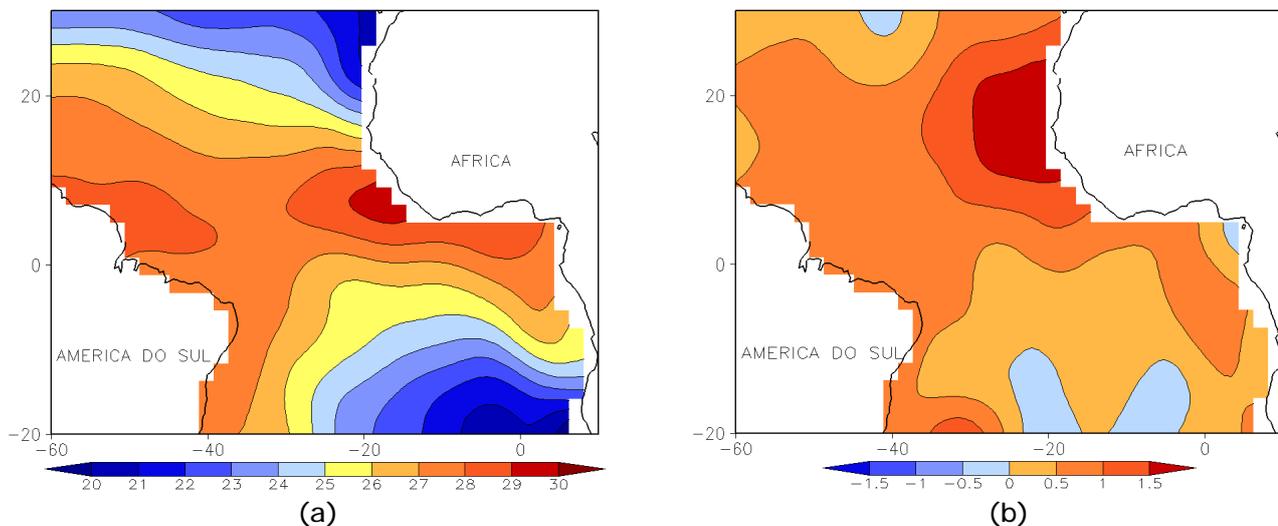


FIGURA 3 - Temperatura da Superfície do Mar (TSM) na região do Oceano Atlântico Tropical, em DEZEMBRO/2005, analisada numa grade de 2°: a) média, com intervalo entre as isotermas de 1°C; b) anomalia, com intervalo entre as isotermas de 0,5°C. As anomalias são desvios das médias mensais em relação à climatologia da ORSTOM-BREST. (FONTE: J.Servain - ORSTOM/BREST).

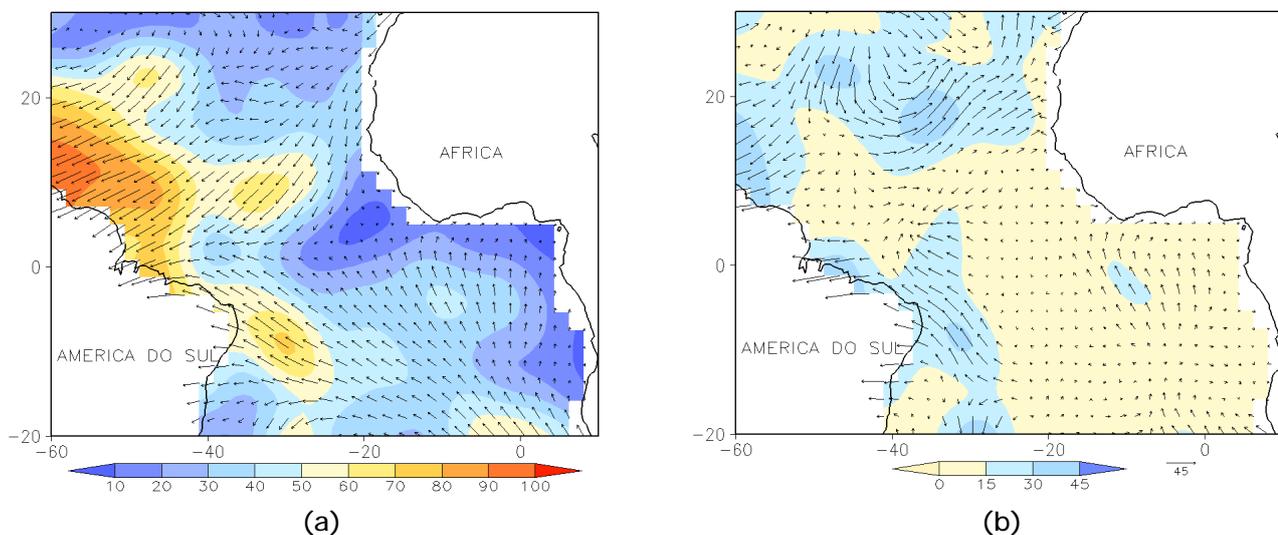


FIGURA 4 - Vetor pseudo-tensão de cisalhamento superficial, relacionado ao vento em superfície para DEZEMBRO/2005: a) média, com intervalo entre as isolinhas de 10 m<sup>2</sup>/s<sup>2</sup>; b) anomalia, com intervalo entre as isolinhas de 15 m<sup>2</sup>/s<sup>2</sup>. As anomalias são desvios das médias mensais para o período base 1964/1985. (FONTE: J.Servain - ORSTOM/BREST).

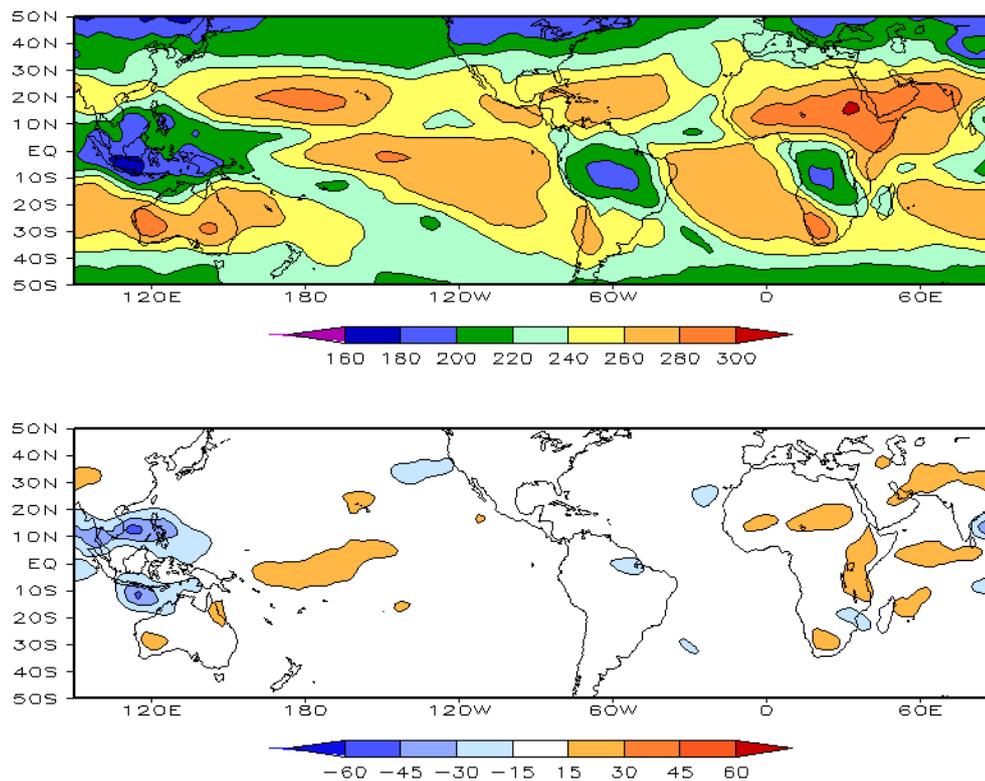


FIGURA 5 – Radiação de Onda Longa (ROL) emitida para o espaço, em DEZEMBRO/2005 (medidas do NESDIS/ESL através do canal IV do AVHRR a bordo do satélite NOAA-12): a) média, com intervalo entre isolinhas de 20 W/m<sup>2</sup>; b) anomalia, com intervalo entre as isolinhas de 15 W/m<sup>2</sup>. As anomalias são calculadas como desvios das médias para o período base 1979/1995 - Reanálise. (FONTE: CPC/NCEP/NWS).

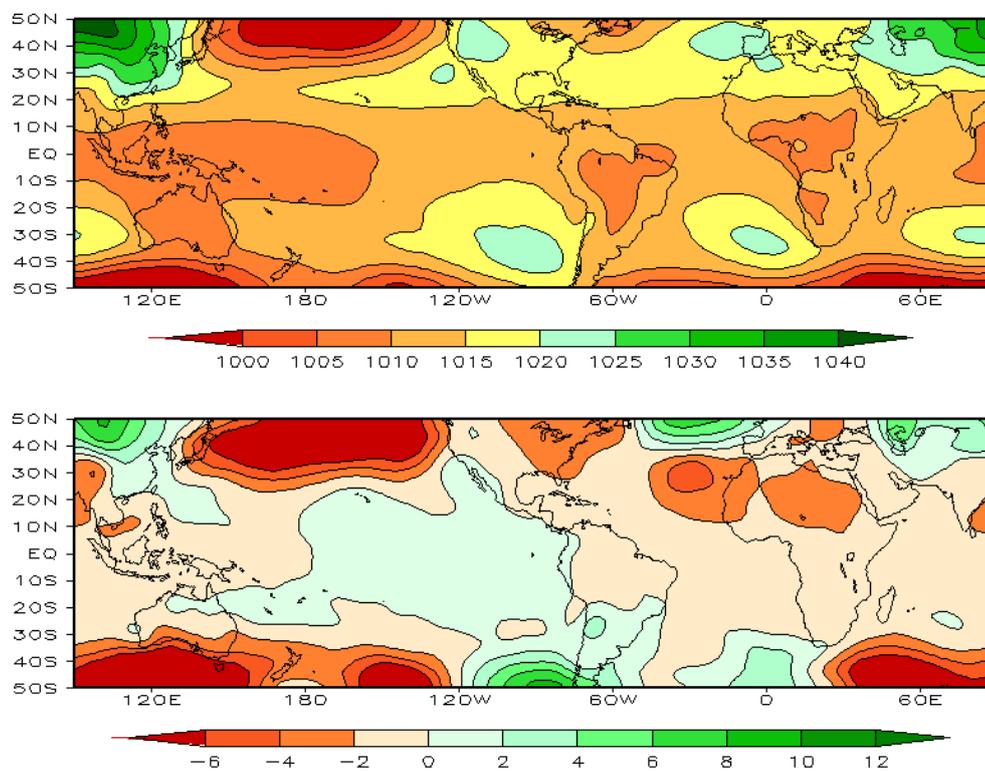


FIGURA 6 – Pressão ao Nível do Mar (PNM), em DEZEMBRO/2005, analisadas numa grade de 2,5° e interpoladas para uma grade de 5° em projeção Mercator para visualização: a) média, com intervalo entre isolinhas de 5 hPa; b) anomalia, com intervalo entre as isolinhas de 2 hPa. As anomalias são calculadas como desvios das médias para o período de 1979/1995 - Reanálise. (FONTE: CPC/NCEP/NWS).

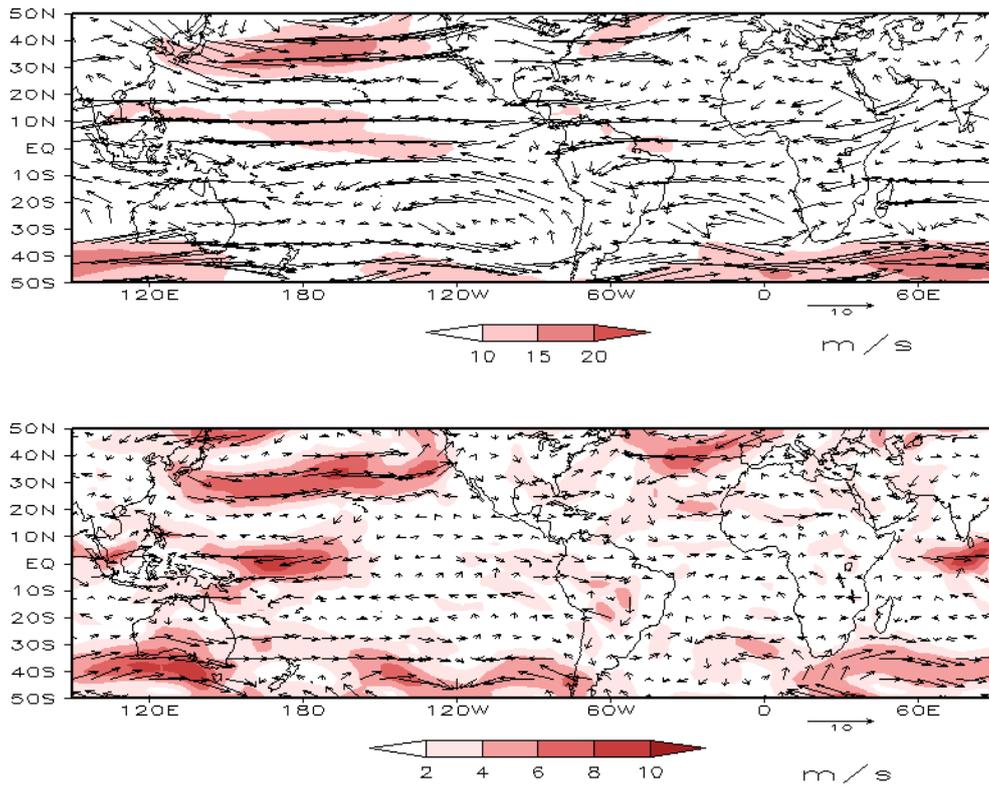


FIGURA 7 – Vetor do vento e magnitude em 850 hPa, em DEZEMBRO/2005. Os ventos são analisados numa grade de 2,5° e interpolados para uma grade de 5° em projeção Mercator para visualização: a) campo médio, com intervalo entre as isotacas de 5 m/s; b) anomalia, com intervalo de 2 m/s. As anomalias são desvios das médias para o período base de 1979/1995 – Reanálise (FONTE: CPC/NCEP/NWS).

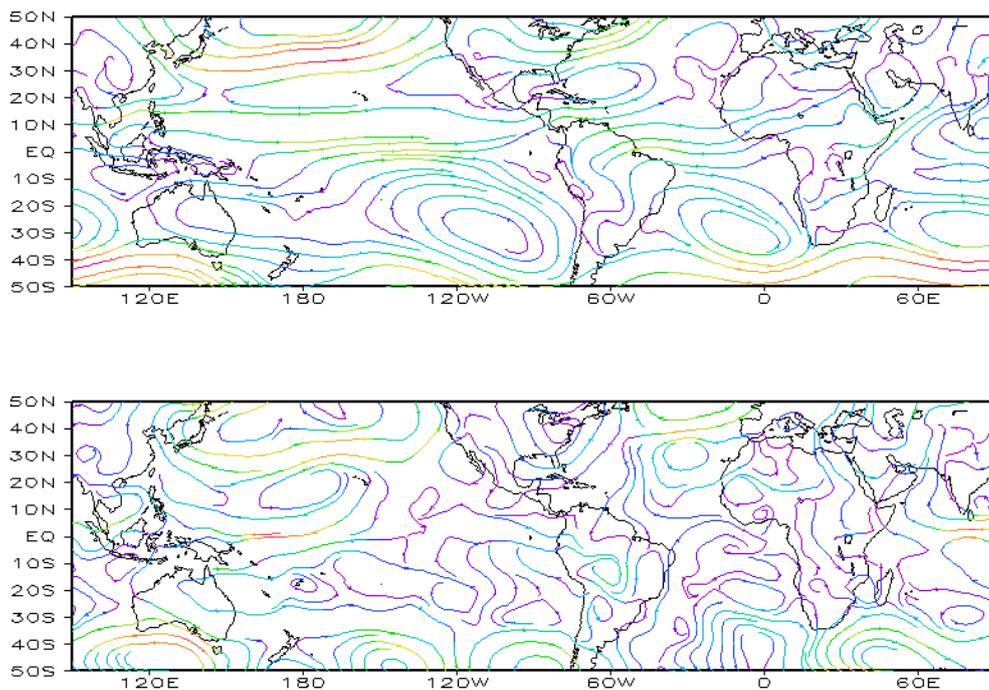


FIGURA 8 – Linhas de corrente em 850 hPa, em DEZEMBRO/2005. Os ventos são analisados numa grade de 2,5° e interpolados para uma grade de 5° em projeção Mercator para visualização: a) média; b) anomalia. (FONTE: CPC/NCEP/NWS).

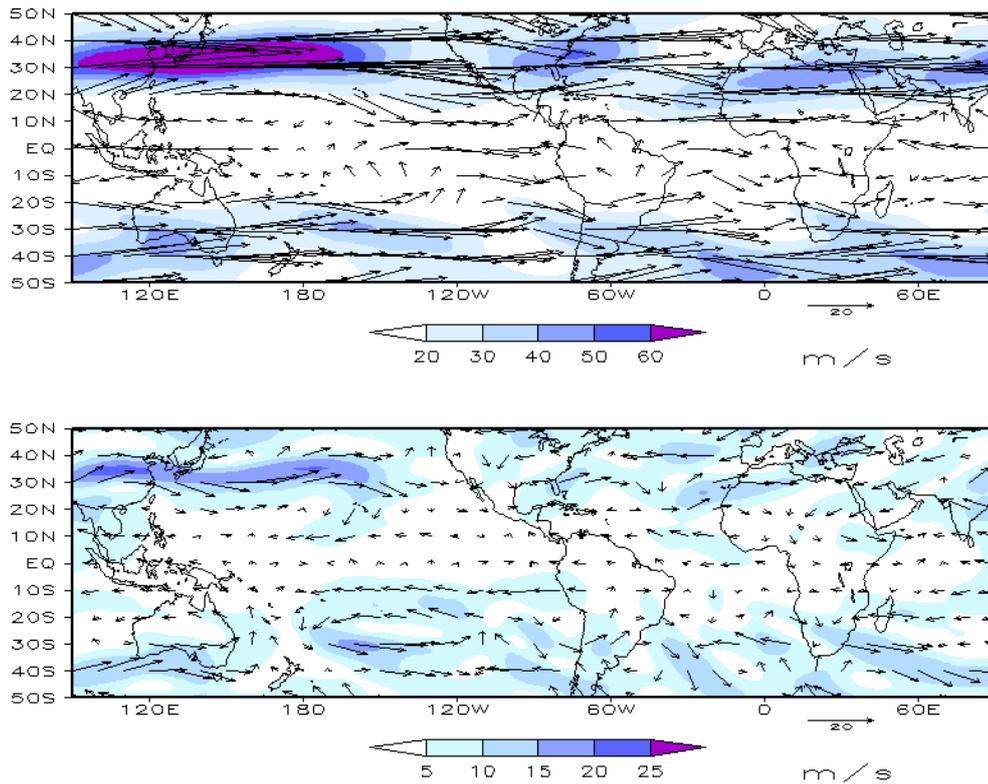


FIGURA 9 – Vetor do vento e magnitude em 200 hPa em DEZEMBRO/2005. Os ventos são analisados numa grade de 2,5° e interpolados para uma grade de 5° em projeção Mercator para visualização: a) campo médio, com intervalo entre as isotacas de 10 m/s; b) anomalia, com intervalo entre as isotacas de 5 m/s. As anomalias são desvios das médias mensais para o período base de 1979/1995 - Reanálise. (FONTE: CPC/NCEP/NWS).

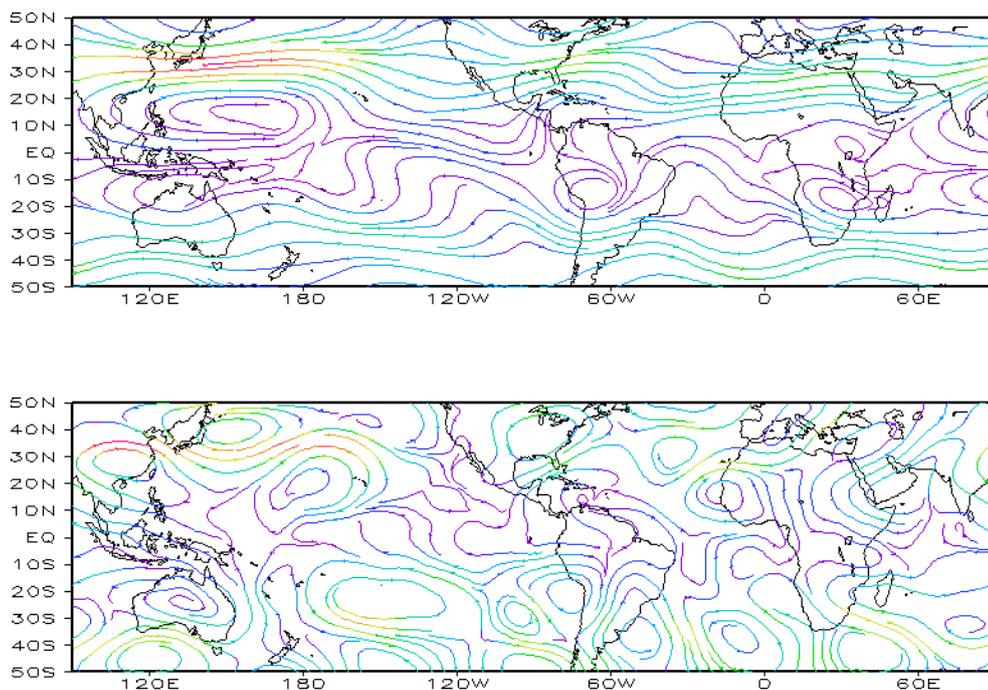


FIGURA 10 – Linhas de Corrente em 200 hPa, em DEZEMBRO/2005. Os ventos são analisados numa grade de 2,5° e interpolados para uma grade de 5° em projeção Mercator para visualização: a) média; b) anomalia. (FONTE: CPC/NCEP/NWS).

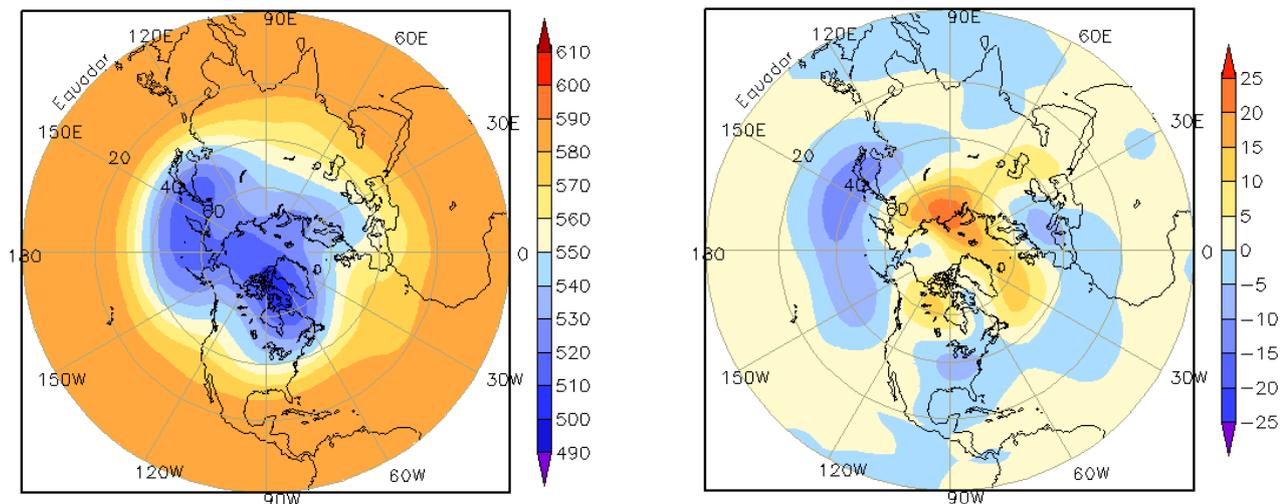


FIGURA 11 – Altura geopotencial em 500 hPa para o Hemisfério Norte, em DEZEMBRO/2005. As alturas são analisadas numa grade de 2,5° e interpoladas para uma grade de 5° em projeção estereográfica polar de 65x65 pontos no Pólo Norte: a) média, com intervalo entre as isolinhas de 10 mgp; b) anomalia, com 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).

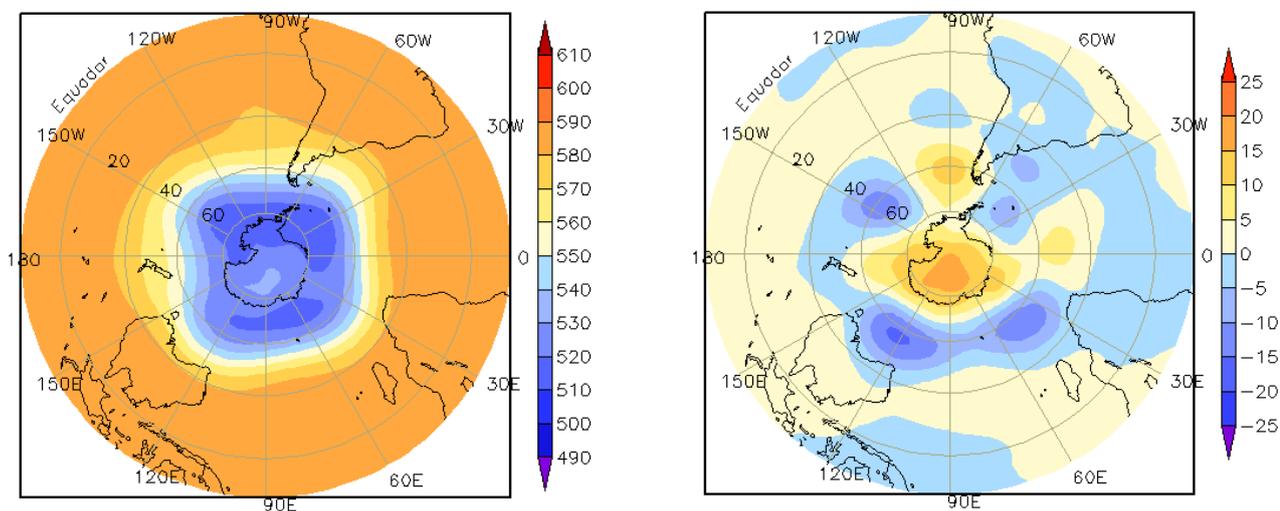


FIGURA 12 – Altura geopotencial em 500 hPa para o Hemisfério Sul, em DEZEMBRO/2005. As alturas são analisadas numa grade de 2,5° e interpoladas para uma grade de 5° em projeção estereográfica polar de 65x65 pontos no Pólo Sul: a) média, com intervalo entre as isolinhas de 10 mgp; b) anomalia, com intervalo 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**

As frentes frias foram freqüentes durante todo o mês de dezembro e passaram rapidamente pelo sul do País, proporcionando déficit de precipitação na Região Sul. Estes sistemas apresentaram maior deslocamento meridional e continental na primeira quinzena e atuaram somente até o sudeste do Brasil na segunda quinzena do mês. Dois episódios da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) estiveram bem caracterizados nos períodos de 11 a 16 e entre 24 e 29 sobre o norte das Regiões Centro-Oeste e Sudeste, sul da Bahia e sobre o sul da Região Norte. Na Região Norte, a atividade convectiva foi mais intensa na segunda metade do mês. 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**

Totais acumulados superiores a 400 mm foram observados em áreas isoladas no interior do Amazonas e no noroeste e sul do Pará. As chuvas ultrapassaram a média em até 200 mm no norte do Pará e no oeste do Amapá. Nestas áreas, o aumento da atividade convectiva esteve associado ao escoamento difluente da Alta da Bolívia e à atuação da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT). O déficit de precipitação foi mais acentuado no oeste e sudeste do Amazonas, em Rondônia e no Acre.

#### **2.1.2 – Região Centro-Oeste**

Em grande parte do Mato Grosso, os totais de chuva excederam 300 mm, ultrapassando a média em até 100 mm nos setores norte e leste. Em Goiás, com exceção de áreas isoladas, as chuvas excederam 200 mm. Apesar da atuação dos sistemas frontais e dos episódios de ZCAS, houve déficit de precipitação em grande parte do Mato Grosso do Sul, em áreas localizadas no sul e oeste do Mato Grosso e no sudeste de Goiás.

#### **2.1.3 – Região Nordeste**

A precipitação acumulada excedeu 200 mm no extremo sudoeste do Maranhão e da Bahia. No leste da Região, predominaram totais inferiores a 100 mm. Contudo, no interior do Ceará, Paraíba e Pernambuco, os valores observados estiveram até 100 mm acima da média histórica, com destaque para as chuvas isoladas que ocorreram entre os dias 05 e 06, em Recife-PE (141 mm) e Ouricuri-PE (119 mm), e, nos dias 28 e 29, em Cabrobó-PE (149 mm) e Serrinha-BA (121mm). Estas chuvas estiveram associadas principalmente aos cavados e vórtices ciclônicos em altos níveis que se posicionaram sobre áreas oceânicas adjacentes ao Nordeste (ver seção 4.3). Chuvas abaixo da média foram observadas no sul do Piauí, sudoeste de Pernambuco e, principalmente, no sudeste da Bahia, onde o déficit foi superior a 100 mm.

#### **2.1.4 – Região Sudeste**

A atuação de dois episódios de ZCAS favoreceu a ocorrência de chuvas acima da média no leste e nordeste de Minas Gerais, no norte do Rio de Janeiro e no norte do Espírito Santo, onde os valores ultrapassaram a média entre 50 mm e até 100 mm. Como estes episódios atuaram mais ao norte, grande parte do Estado de São Paulo apresentou déficit de precipitação. As chuvas ocorreram em forma de pancadas fortes e provocaram transtornos característicos dos meses de verão, como enchentes e quedas de barreiras nos Estados de São Paulo e Rio Janeiro.

#### **2.1.5 – Região Sul**

Na maior parte da Região, a rápida passagem dos sistemas frontais contribuiu para que os totais acumulados de precipitação não excedessem 100 mm. Com exceção de pequenas áreas, houve déficit de precipitação desde o Rio Grande do Sul (25 mm) até o Paraná (até 100 mm).

### **2.2 – Análise da Temperatura no Brasil**

As temperaturas estiveram próximas à média na maior parte do País. A temperatura máxima apresentou valores entre 28°C e 34°C nas Regiões Norte e Nordeste. No centro-sul do País, as temperaturas variaram entre 24°C e 32°C,

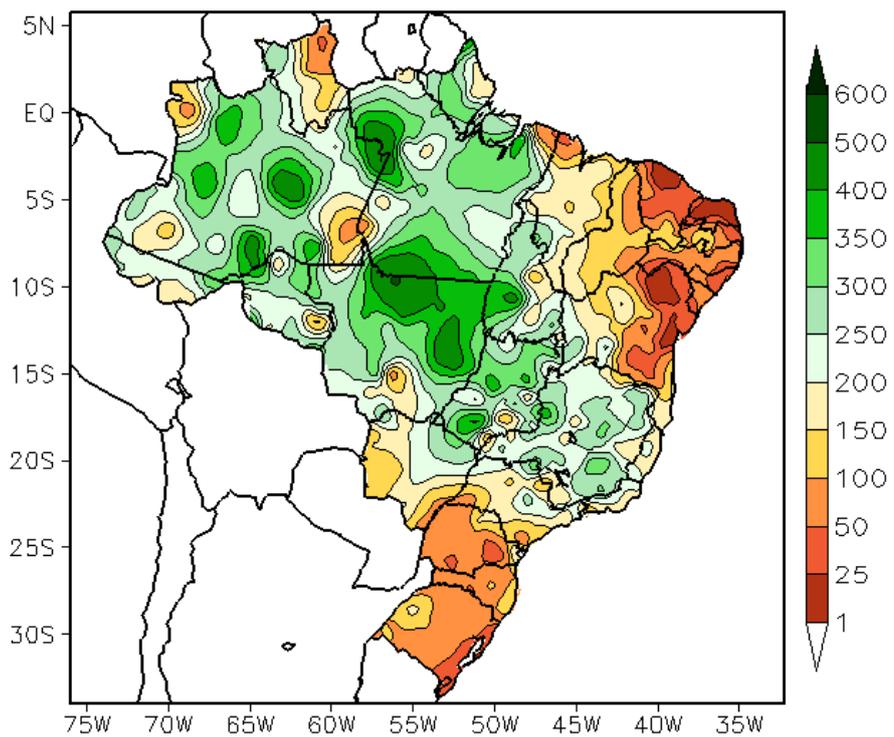


FIGURA 13 - Precipitação total (em mm) para DEZEMBRO/2005.

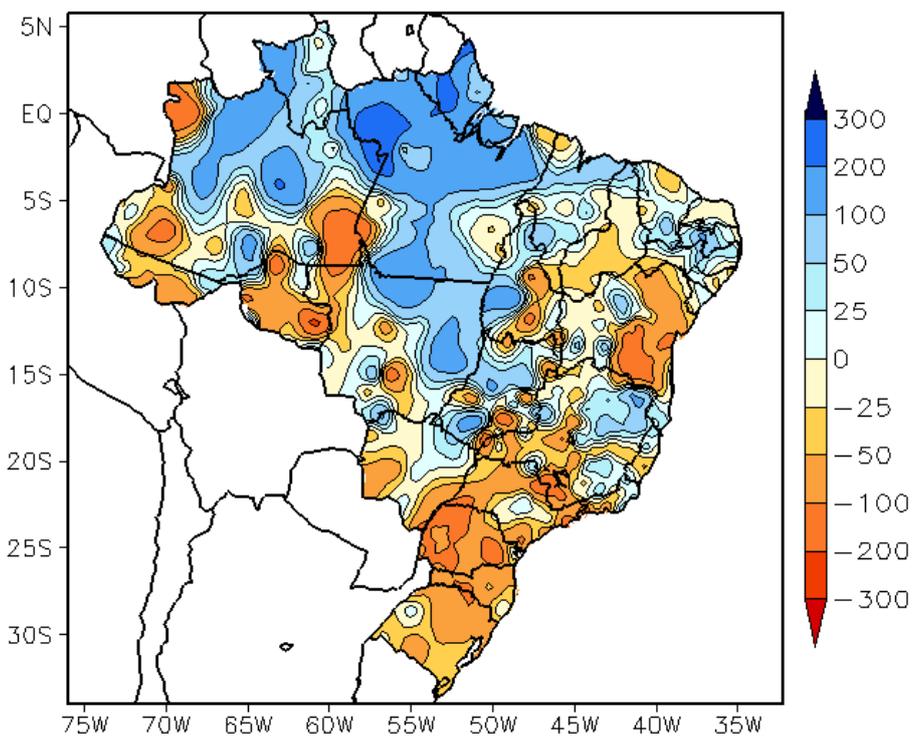


FIGURA 14 - Desvio de precipitação (em mm) em relação à média climatológica para DEZEMBRO/2005 (Climatologia INMET: 1961 - 1990).

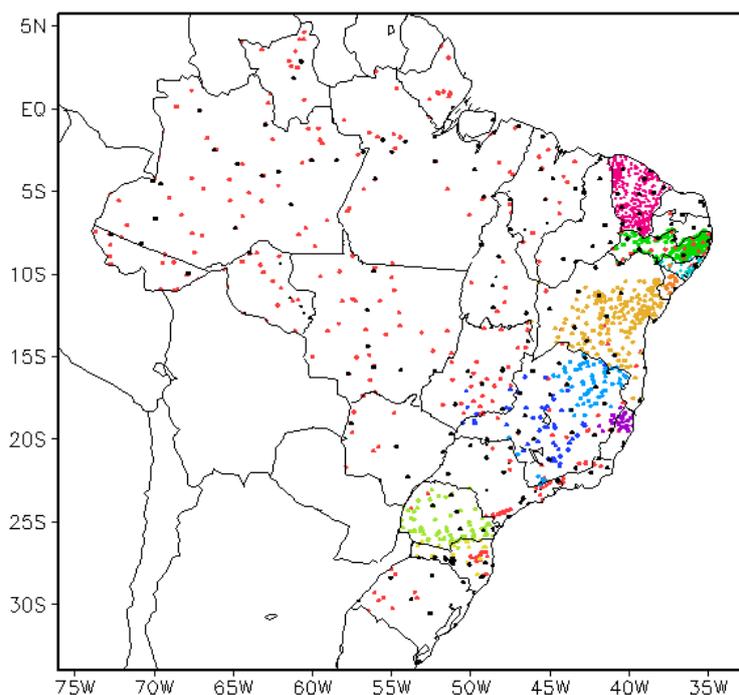


FIGURA 15 – Distribuição espacial das 1.858 estações pluviométricas e meteorológicas utilizadas em DEZEMBRO/2005. (FONTE: CMCD/INPE – INMET – FUNCEME/CE - EMPARN/RN - ITEP/LAMEPE/PE – SEMARHN/DHM/AL - CMRH/SE - SEMARH/BA – SEAG/ES – SIMGE/MG – GEORIO/RJ – IAC/SP - SIMPEPAR/PR - CIRAM/SC - FEPAGRO/RS).

excedendo a média histórica entre 1°C e 5°C no norte do Paraná, leste de São Paulo, sudoeste do Mato Grosso do Sul, norte e sudeste de Goiás e em algumas áreas de Minas Gerais (Figuras 16 e 17). A temperatura mínima variou entre 18°C e 24°C nas Regiões Norte e Nordeste; entre 14°C e 22°C nas Regiões Centro-Oeste e Sudeste; e entre 12°C e 20°C na Região Sul (Figura 18). Foram observadas anomalias positivas de temperatura mínima, entre 1°C e 3°C, em áreas das Regiões Norte e Nordeste. No centro-sul do País, prevaleceram valores próximos à média (Figura 19). A temperatura média variou entre 19°C e 23°C no Estado de São Paulo. Houve predominância de anomalias positivas, entre 0,5°C e 2°C, no Estado de São Paulo e centro-sul de Minas Gerais (Figuras 20 e 21).

### 3. PERTURBAÇÕES ATMOSFÉRICAS SOBRE O BRASIL

#### 3.1 – Sistemas Frontais e Frontogênese

Em dezembro, seis sistemas frontais atuaram no País (Figura 22). Este número ficou dentro da média climatológica para latitudes entre 35°S e 25°S. Dois sistemas frontais atingiram latitudes ao norte de 20°S, sendo que um deles iniciou sua atividade no final do mês anterior. Na

maior parte do mês, a presença de vórtices ciclônicos em altos níveis no oceano, adjacente à Região Nordeste do Brasil, e a ocorrência de dois episódios de ZCAS sobre as Regiões Sudeste e Centro-Oeste fizeram com que as frentes frias permanecessem semi-estacionárias nestas regiões.

O último sistema frontal do mês de novembro continuou atuando pelo interior das Regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste e, pelo litoral, deslocou-se desde Florianópolis-SC até Maceió-AL, no dia 06. Durante a sua trajetória causou chuvas significativas na Região Sudeste. Nos dias 06 e 07, o sistema frontal contribuiu, juntamente com a formação de cavados e vórtices ciclônicos (ver seção 4.3), para a intensificação de áreas de instabilidade sobre o leste da Região Nordeste.

No dia 04, a primeira frente fria do mês ingressou no sul do Brasil, avançando tanto pelo litoral como pelo interior das Regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste. A passagem deste sistema frontal, associada ao escoamento em altos níveis, organizou áreas de instabilidade na maior parte do País. Chuvas significativas, superiores a 50 mm, ocorreram em Minas Gerais, no Espírito Santo e no Mato Grosso do Sul. No dia 08, esta frente fria encontrava-se em Caravelas-BA, deslocando-se posteriormente para o oceano.

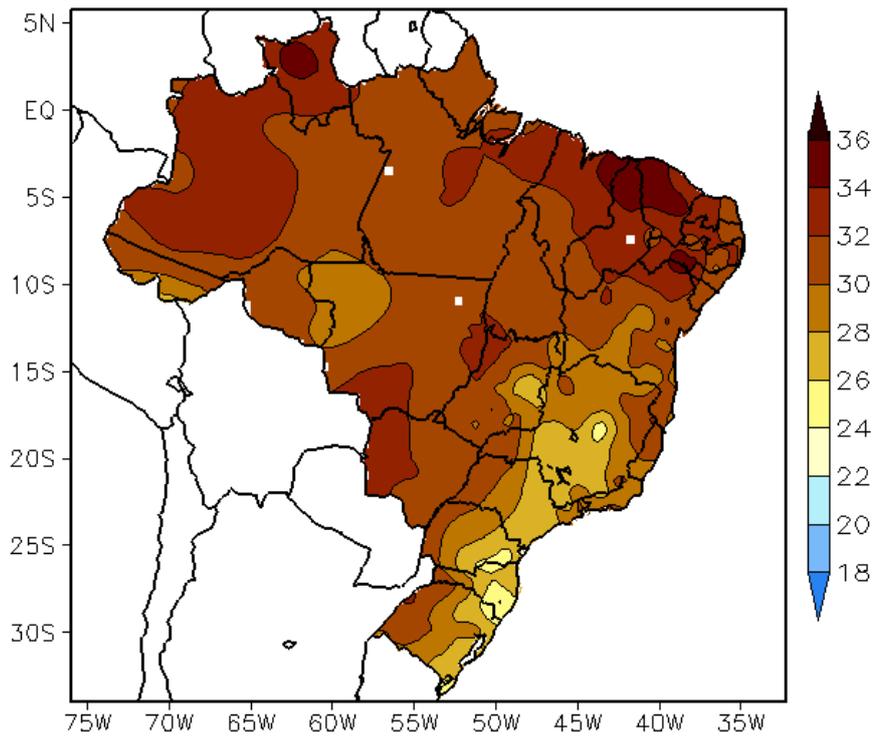


FIGURA 16 - Temperatura máxima do ar à superfície (em °C), em DEZEMBRO/2005. (FONTE: CMCD/INPE - INMET).

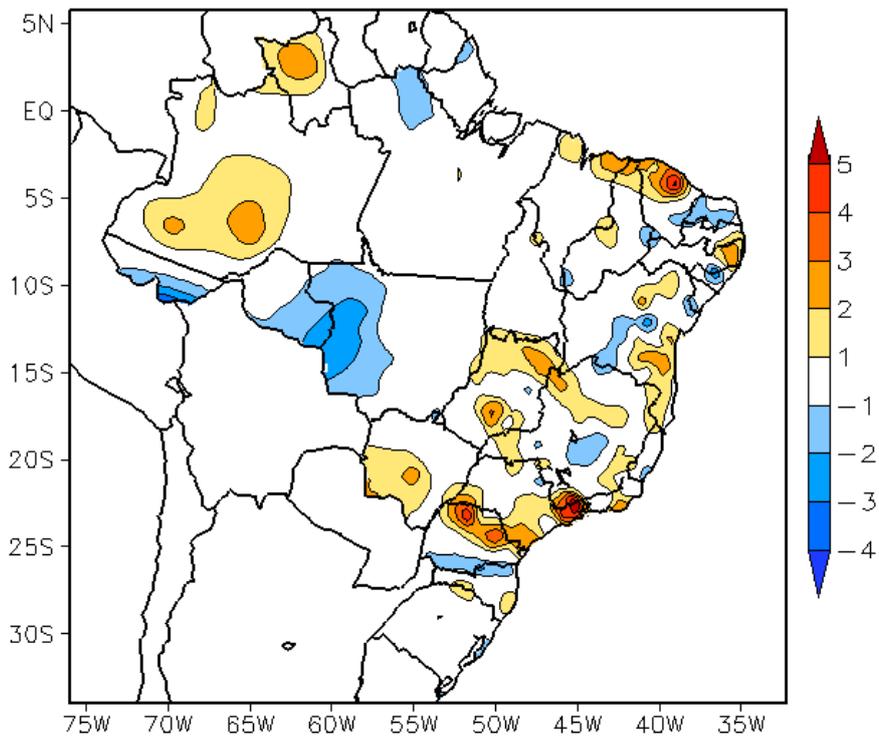


FIGURA 17 - Anomalia de temperatura máxima no Brasil (em °C), em DEZEMBRO/2005. (FONTE: CMCD/INPE - INMET e Climatologia INMET: 1961 a 1990).

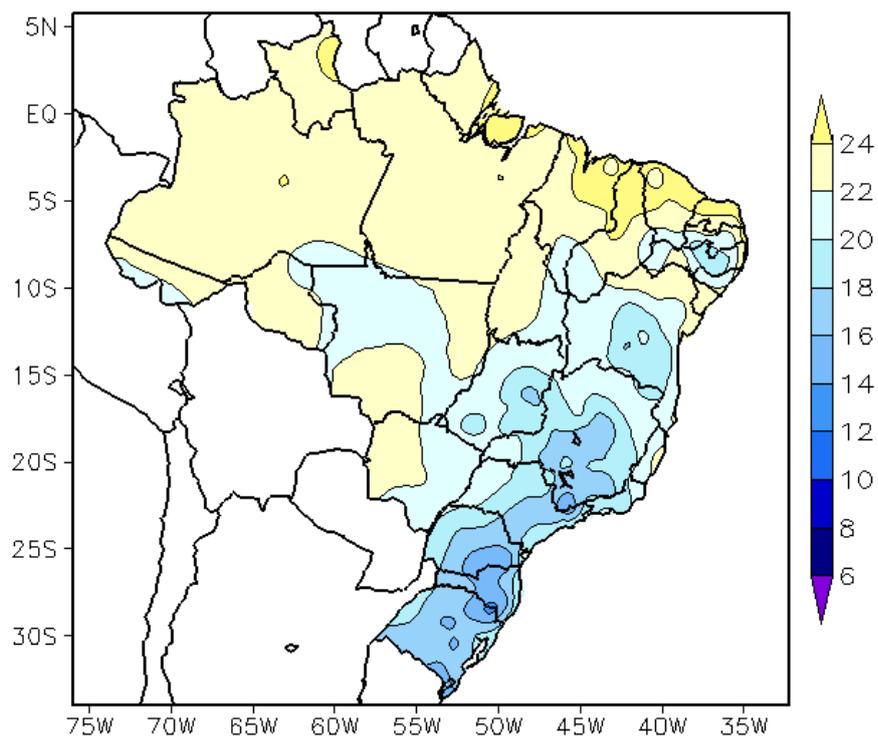


FIGURA 18 - Temperatura mínima média do ar à superfície (em °C), em DEZEMBRO/2005. (FONTE: CMCD/INPE - INMET).

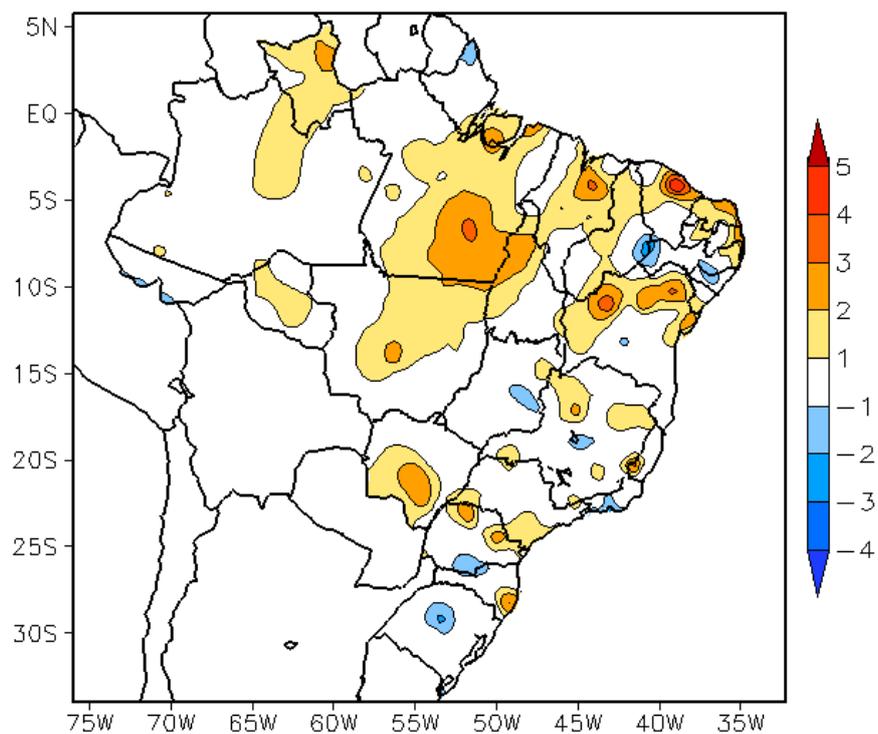


FIGURA 19 - Anomalia de temperatura mínima no Brasil (em °C), em DEZEMBRO/2005. (FONTE: CMCD/INPE - INMET e Climatologia INMET: 1961 a 1990).

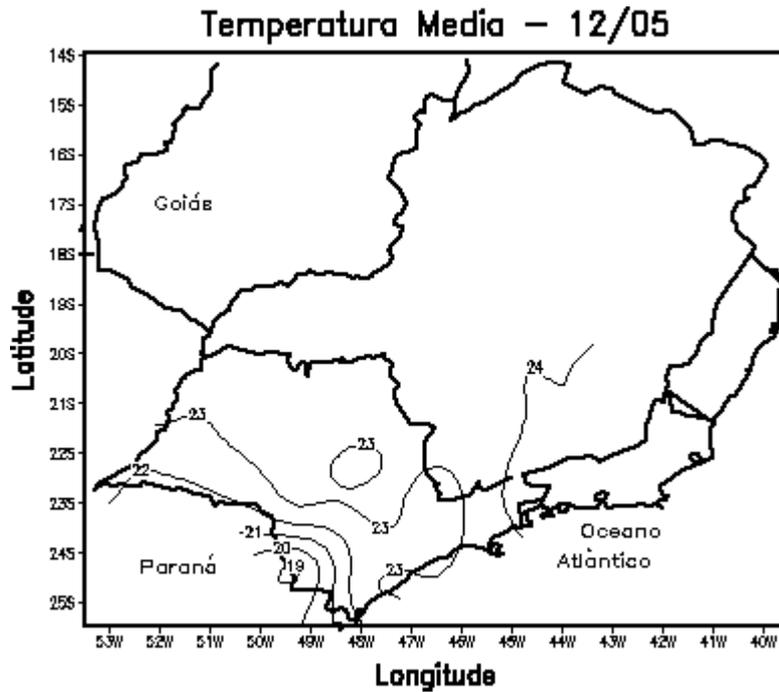


FIGURA 20 - Temperatura média do ar à superfície (em °C), em DEZEMBRO/2005, para o Estado de São Paulo. (FONTE: IAC).

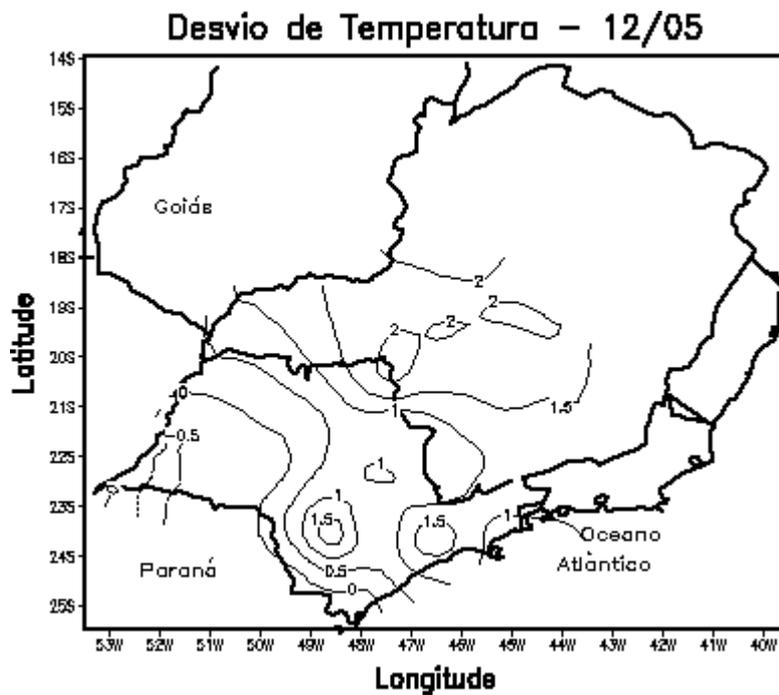


FIGURA 21 - Desvio de temperatura média do ar à superfície (em °C) em relação à média climatológica (1961 -1978), em DEZEMBRO/2005, para o Estado de São Paulo. (Climatologia do INMET: 1961 - 1990) (FONTE: IAC (dados)/CPTEC(anomalia)).

O segundo sistema frontal ingressou pelo Rio Grande do Sul no dia 09. Pelo interior, deslocou-se até Cuiabá-MT. Este sistema frontal permaneceu semi-estacionário no período de 11 a 15 no interior das Regiões Sudeste e Centro-Oeste e no litoral dos Estados do Rio de Janeiro e Espírito Santo, caracterizando o primeiro episódio de ZCAS.

O terceiro e quarto sistemas frontais atuaram no interior de São Paulo, nos dias 17 e 19 de dezembro, respectivamente. Pelo litoral, deslocaram-se até o Rio de Janeiro, onde enfraqueceram.

No dia 23, o quinto sistema frontal ingressou no Rio Grande-RS, deslocando-se, pelo interior, até Cuiabá-MT e Pirapora-MG, e, pelo litoral, até Vitória-ES, onde permaneceu estacionário entre os dias 26 e 28, quando ocorreu o segundo episódio de ZCAS do mês.

No dia 29, o sexto e último sistema frontal ingressou pelo oeste do Rio Grande do Sul. Esta frente fria permaneceu semi-estacionária, atuando no litoral do Rio Grande-RS no dia 31, causando chuvas significativas, superiores a 35 mm, em Uruguaiana-RS.

### **3.2 – Massas de Ar Frio e Geadas**

Cinco massas de ar frio atuaram no decorrer do mês de dezembro. No período de 01 a 03, continuou atuando a massa de ar frio que se encontrava no Rio Grande do Sul no final do mês anterior. No dia 04, o centro do anticiclone estava posicionado sobre o oceano, na altura do litoral da Região Sudeste, deixando de atuar sobre o continente no dia seguinte.

No dia 06, a incursão de um anticiclone pelo oeste dos Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina causou queda de temperatura em algumas localidades. No dia seguinte, o anticiclone posicionou-se no litoral da Região Sul. Nas cidades de Uruguaiana-RS e São Luiz Gonzaga-RS, a temperatura mínima registrada no dia 07 foi de 11,7°C e 13,7°C, respectivamente. Na cidade de Foz do Iguaçu-PR, a temperatura mínima foi de 13,5°C no dia 08.

A segunda massa de ar frio ingressou pelo oeste da Região Sul no dia 10. Esta massa de ar estendeu-se, pelo litoral, até São Paulo, deslocando-se para o oceano no dia 12. Nos dias subsequentes, embora o anticiclone

estivesse posicionado sobre o oceano, continuou afetando com declínio de temperatura o litoral da Região Sul.

O terceiro anticiclone do mês encontrava-se nos setores central e sul do Rio Grande do Sul, no decorrer do dia 18, deslocando-se para o oceano no dia seguinte. A quarta massa de ar frio ingressou pelo extremo sul do Rio Grande do Sul no dia 19, onde permaneceu até o dia 20. No dia seguinte, este anticiclone deslocou-se para o oceano, atuando apenas no litoral dos Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina.

No dia 24, observou-se a entrada da quinta massa de ar frio pelo Rio Grande do Sul. Nos dias 26 a 28, o centro do anticiclone encontrava-se sobre o oceano, causando apenas declínio da temperatura no litoral das Regiões Sul e Sudeste.

### **3.3 – Atividade Convectiva sobre a América do Sul**

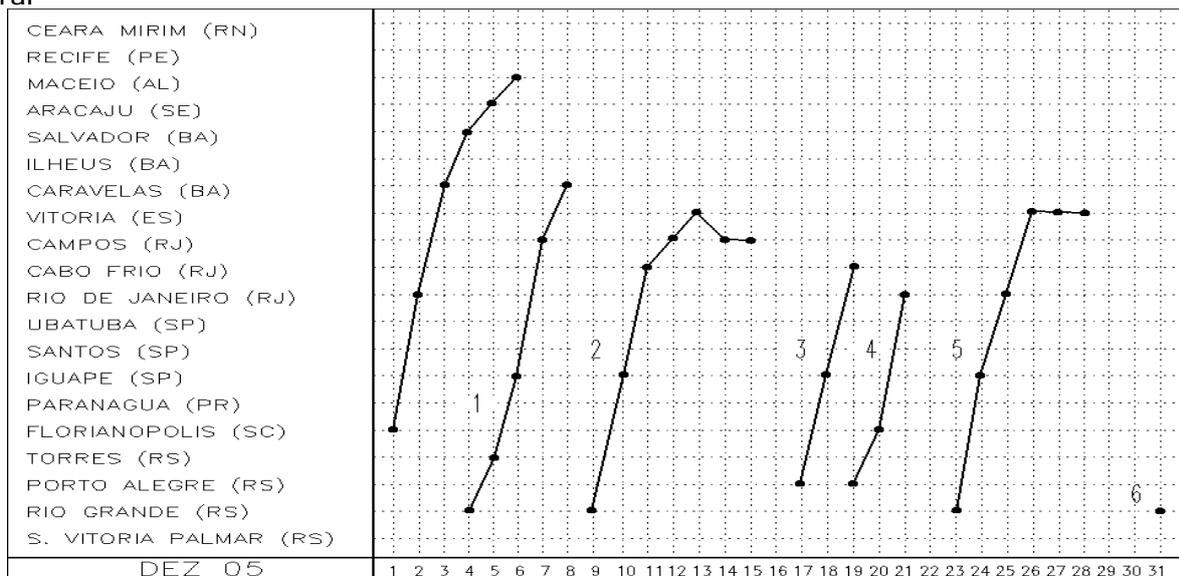
No mês de dezembro, houve convecção na Região Norte em todas as pênaldas do mês, mais intensa na 3ª e 6ª pênaldas, quando ocorreram dois episódios de ZCAS. Sobre o Nordeste do Brasil, o aumento da atividade convectiva esteve associado aos cavados e vórtices ciclônicos em altos níveis que se configuraram sobre áreas oceânicas, principalmente na 1ª, 3ª e 6ª pênaldas (ver seção 4.3). As frentes frias também foram freqüentes, o que justifica a persistente nebulosidade orientada no sentido noroeste-sudeste (Figura 23).

#### **3.3.1 – Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS)**

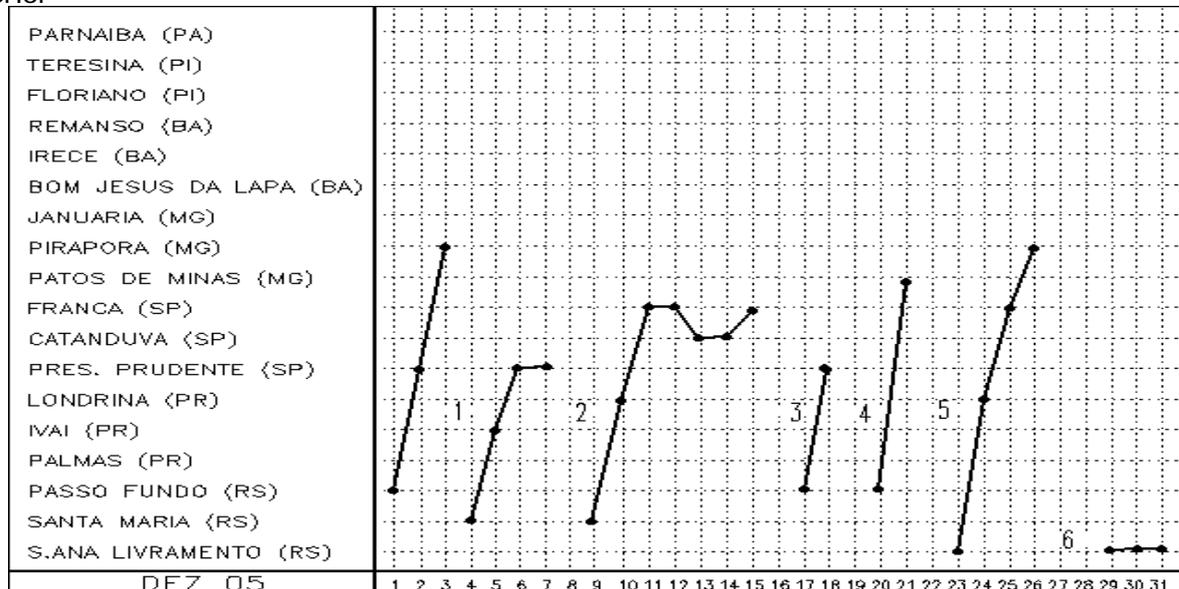
A Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) ficou estabelecida em dois episódios no mês de dezembro de 2006, a saber: 11 a 16 e 24 a 29. Estes eventos apresentaram todos os aspectos inerentes ao modelo conceitual de ZCAS.

No primeiro episódio, ficou evidente a banda de nebulosidade persistente, decorrente da atuação do terceiro sistema frontal do mês, sobre as Regiões Sudeste e Centro-Oeste e no leste de Rondônia e sul da Bahia (Figura 24a). Em baixos níveis, a região de maior convergência foi notada sobre o continente (Figura 24b). Em médios e altos níveis, ficou bem caracterizada a banda de movimento vertical ascendente e o

a) Litoral



b) Interior



c) Central

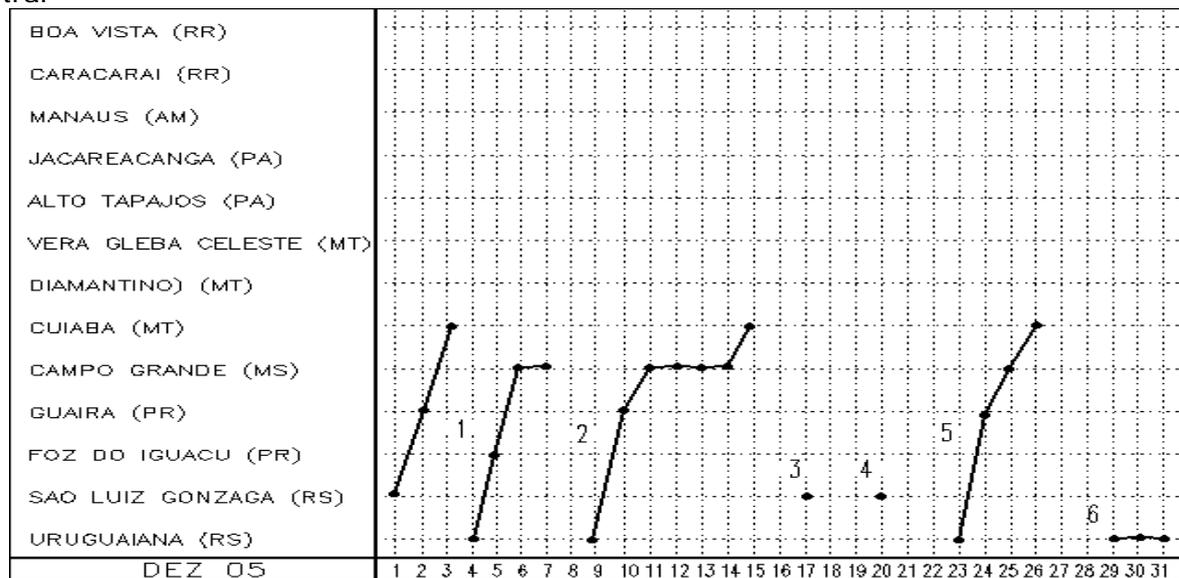


FIGURA 22 - Seções estação versus tempo dos sistemas frontais que penetraram no Brasil em DEZEMBRO/2005. O acompanhamento das frentes é feito nos horários das ??:00 TMG (linha contínua) e ??:00 TMG (linha pontilhada). Os pontos mostram que a frente esteve posicionada na estação no dia e hora indicados. (FONTE: Análises diárias do CPTEC).

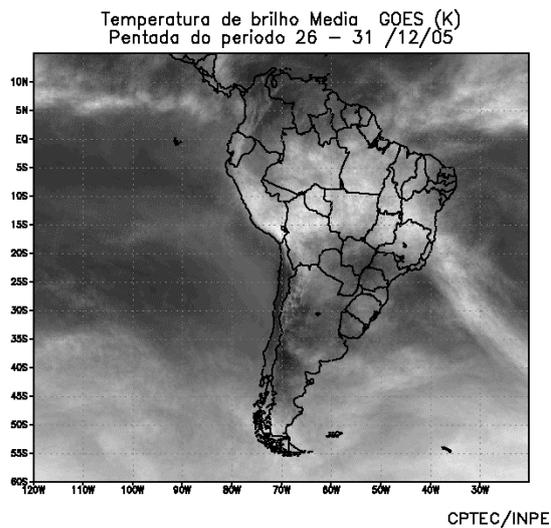
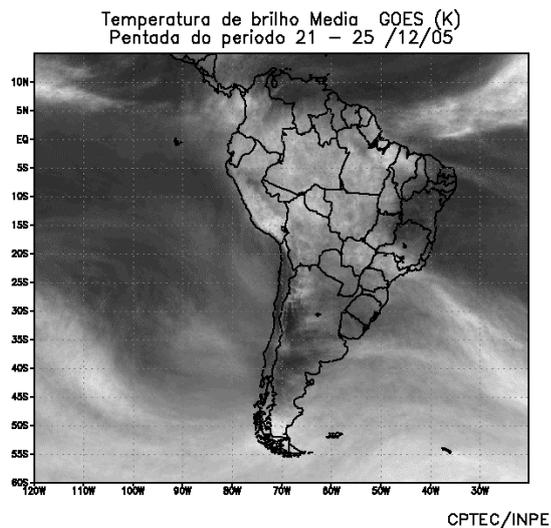
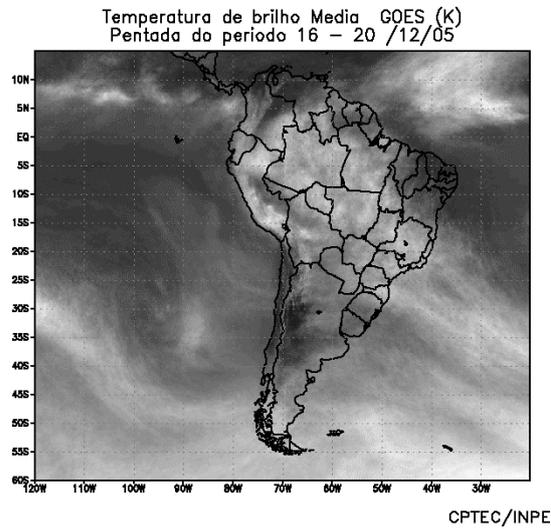
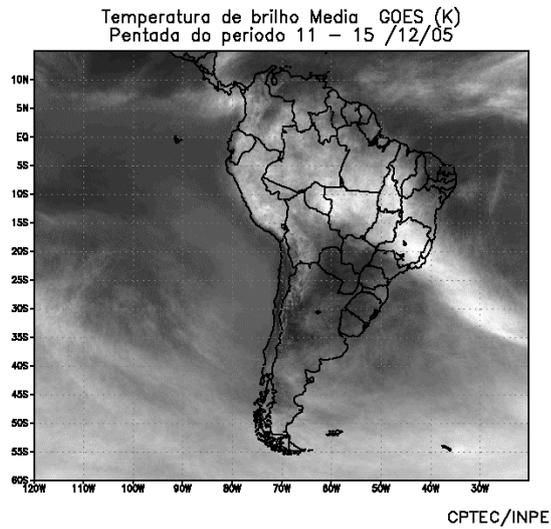
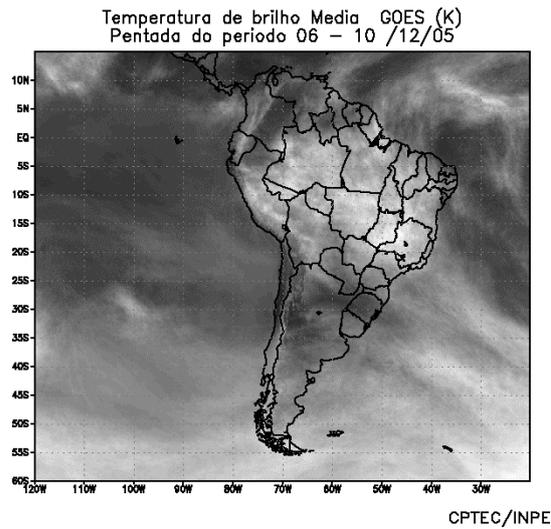
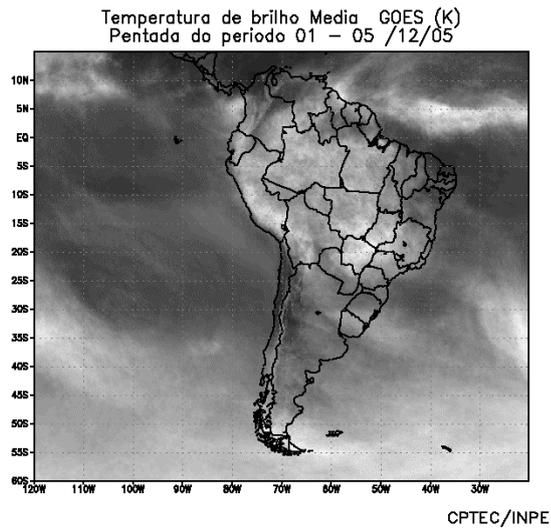


FIGURA 23 - Pêntadas de temperatura de brilho média (K) para o mês de DEZEMBRO/2005. (FONTE: Satélite GOES 12).

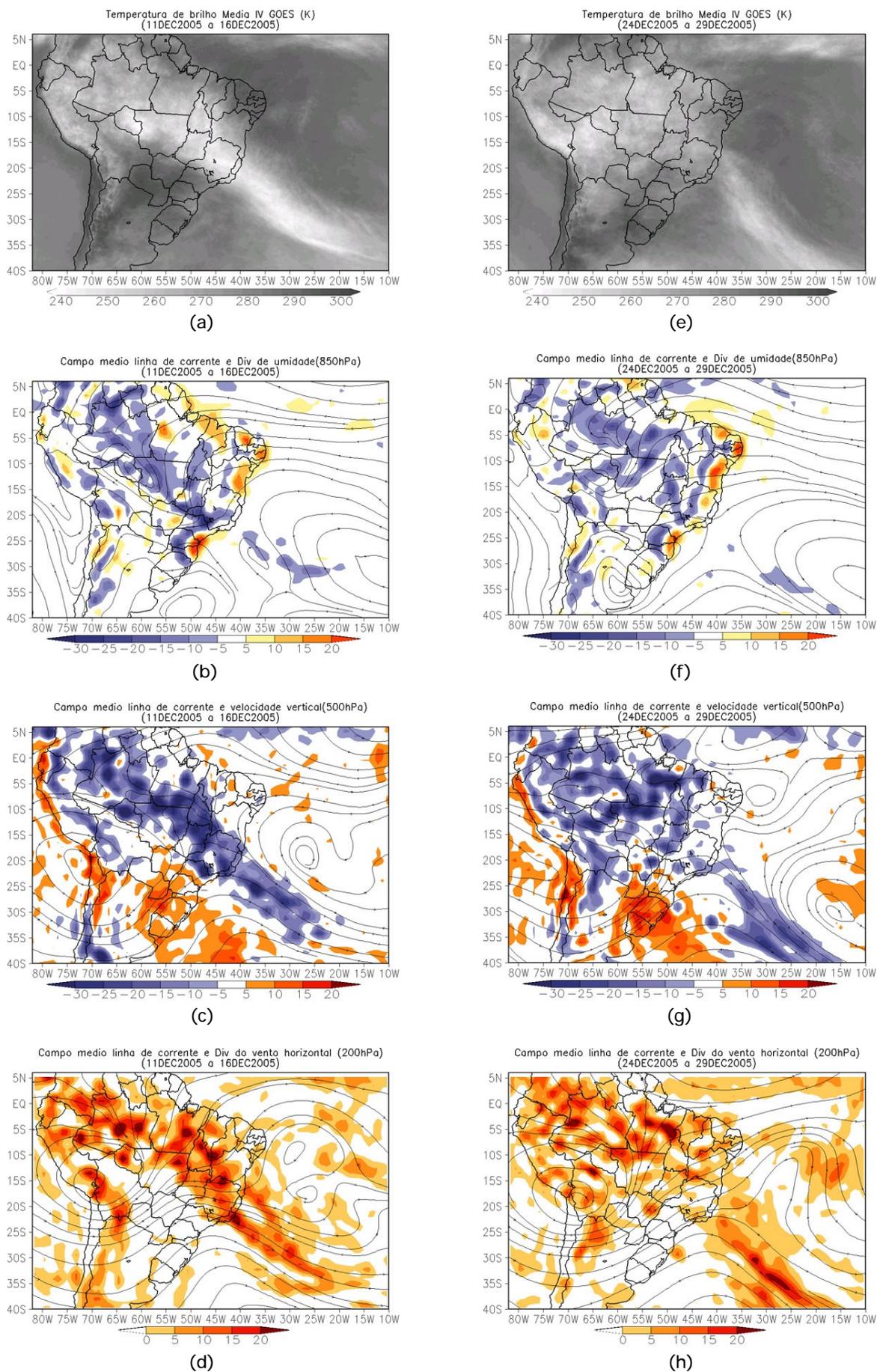


FIGURA 24 - Campos ilustrativos dos episódios de ZCAS que ocorreram nos períodos de 11 a 16 (a,b,c,d) e 24 a 29 (e,f,g,h) de DEZEMBRO/2005, a saber: temperatura de brilho médio obtida pelo satélite GOES-12 (a, e); campo médio de linha de corrente e divergência de umidade no nível de 850 hPa em  $10^{-8} \text{kg} \cdot \text{s}^{-1}$  (b e f); campo médio de linha de corrente e velocidade vertical, em 500 hPa em  $10^{-3} \text{Pa} \cdot \text{s}^{-1}$  (c e g); campo médio de linha de corrente e vorticidade relativa no nível de 200 hPa, em  $10^{-5} \text{s}^{-1}$  (d, h).

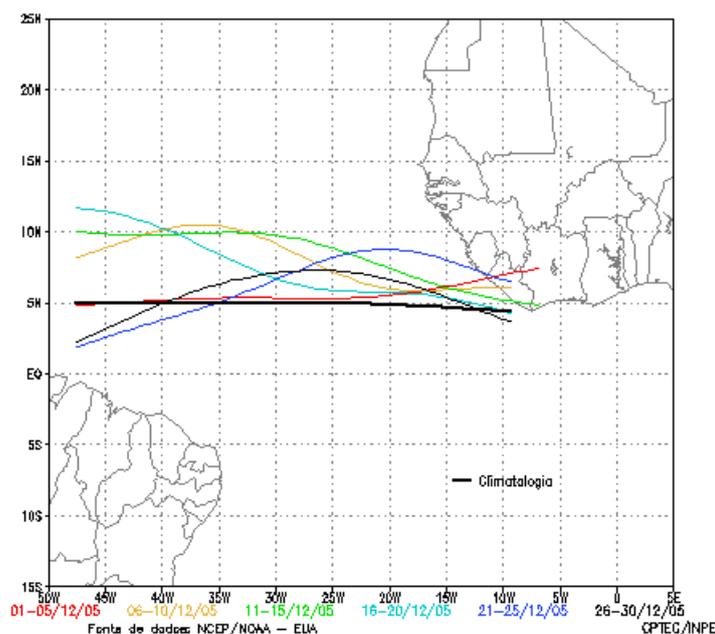


FIGURA 25 - Estimativa da posição média pentadal da ZCIT, em DEZEMBRO/2005, a partir da localização dos mínimos valores de ROL ao longo do Oceano Atlântico Equatorial. A linha preta é indicativa da posição média climatológica da ZCIT neste mês.

vórtice ciclônico sobre o Oceano Atlântico (Figuras 24c e 24d).

No segundo episódio, a banda de nebulosidade associada à ZCAS foi mais intensa sobre o oceano, conforme ilustram os campos médios de convergência de umidade em 850 hPa e movimento vertical em 500 hPa (Figuras 24f e 24g). Neste último campo, notou-se, também, o intenso movimento subsidente (inibição da atividade convectiva) sobre a Região Sul do Brasil. Em altos níveis, observou-se a formação de um cavado sobre o Oceano Atlântico (Figura 24h).

### 3.3.2 – Zona de Convergência Intertropical (ZCIT)

Em dezembro, a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) oscilou preferencialmente a norte da sua climatologia, com exceção da 5<sup>a</sup> e 6<sup>a</sup> pântadas, quando se posicionou ligeiramente ao sul de sua climatologia, a oeste de 35°W (Figura 25). Os campos médios pentadais de temperatura de brilho mínima também mostram que a maior atividade da ZCIT ocorreu nestas pântadas (Figura 26), quando houve uma melhor configuração das linhas de cumulonimbus ao longo da costa norte brasileira (ver seção 3.3.3).

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

Neste mês, ocorreram onze episódios de Linhas de Instabilidade (LI's) ao longo da costa norte da América do Sul. Estas LI's configuraram-se desde as Guianas até o norte do Nordeste do Brasil, com intensidade moderada (Figura 27). Destacaram-se os dias 03, 05 e 24, nos quais houve maior interação das LI's com a atividade convectiva associada à ZCIT.

## 4. ESCOAMENTO EM ALTOS NÍVEIS

### 4.1 – Jato sobre a América do Sul

Em dezembro, o jato subtropical apresentou magnitude média mensal entre 30 m/s e 40 m/s, posicionando-se, no escoamento médio mensal, sobre o norte da Argentina, Uruguai, sul do Brasil e Oceano Atlântico adjacente, próximo à sua climatologia (Figura 28a). Destacou-se a maior intensidade do jato subtropical nos dias 06 e 07, quando atingiu magnitude de até 70 m/s sobre o nordeste da Argentina, Uruguai e sul do Brasil (Figura 28b) e sobre o oceano (Figura 28c), contribuindo para o deslocamento mais a norte dos sistemas frontais que atuaram no início do mês e para a configuração de um vórtice ciclônico em 20°W (ver seção 4.3). Houve aumento das áreas de instabilidade em grande parte do Brasil, em particular no interior do Nordeste e no norte da Região Sudeste (ver seção 2.1), conforme

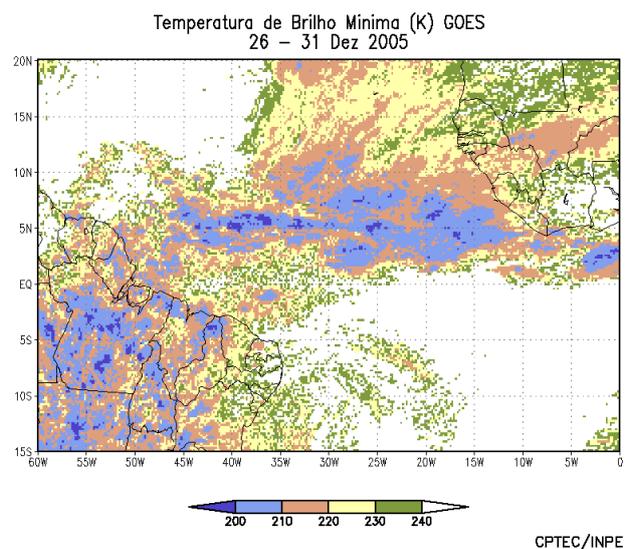
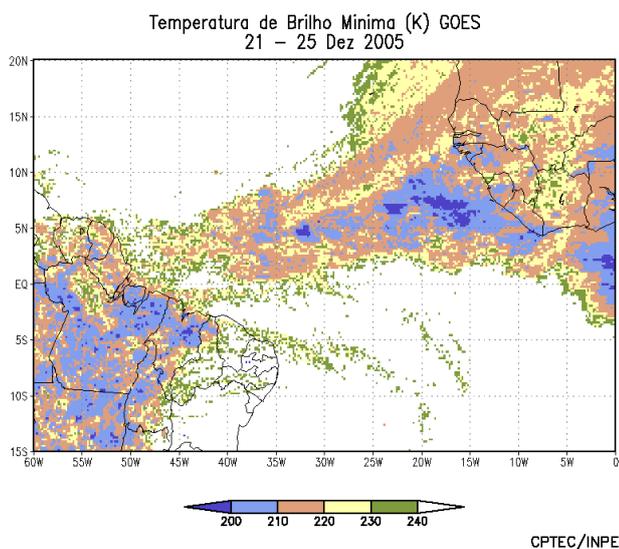
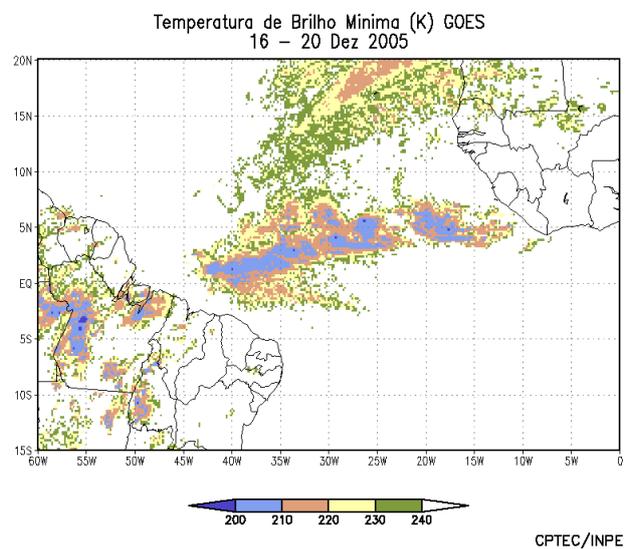
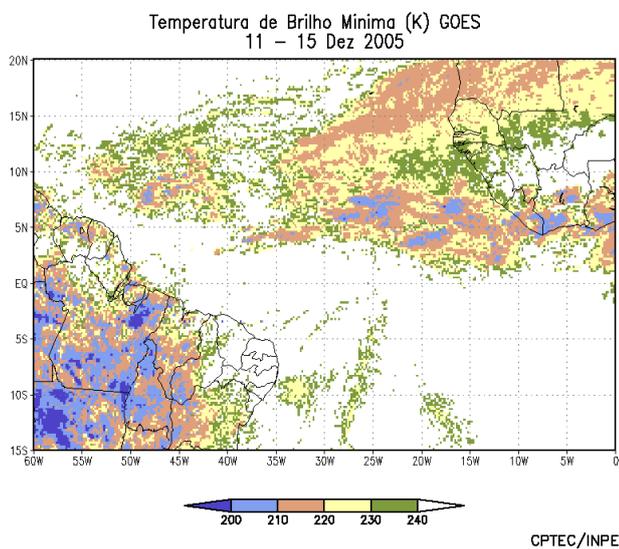
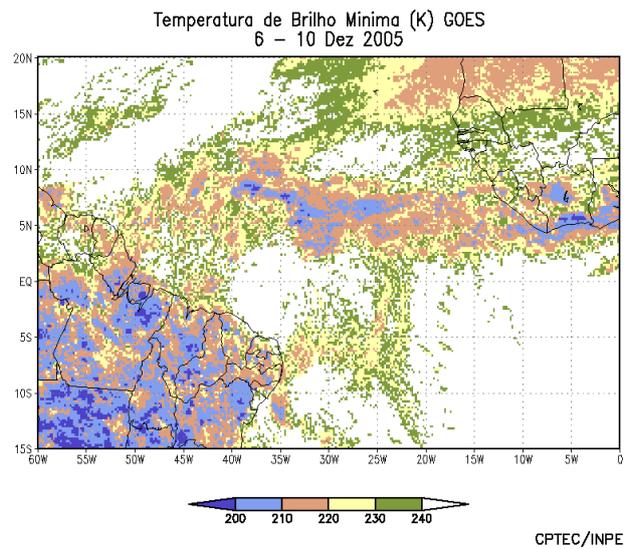
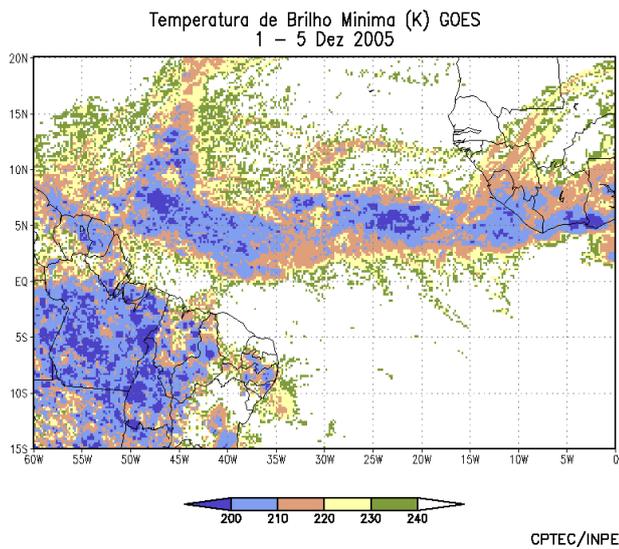


FIGURA 26 - Pêntadas de temperatura de brilho mínima (K) para o mês de DEZEMBRO/2005. (FONTE: Satélite GOES 12).

ilustra a imagem de satélite do dia 06, às 21:00 TMG (Figura 28d).

#### 4.2 – Circulação da Alta da Bolívia

Em dezembro, a alta troposférica esteve configurada preferencialmente sobre a Bolívia. No

Brasil, a Alta da Bolívia atuou sobre os Estados do Mato Grosso, Acre e Rondônia. A região de difluência da Alta da Bolívia contribuiu para o aumento das chuvas na Região Norte e no leste do Mato Grosso, onde os valores de precipitação excederam a média em até 100 mm (ver seção 2.1). Em oito dias do mês, a circulação

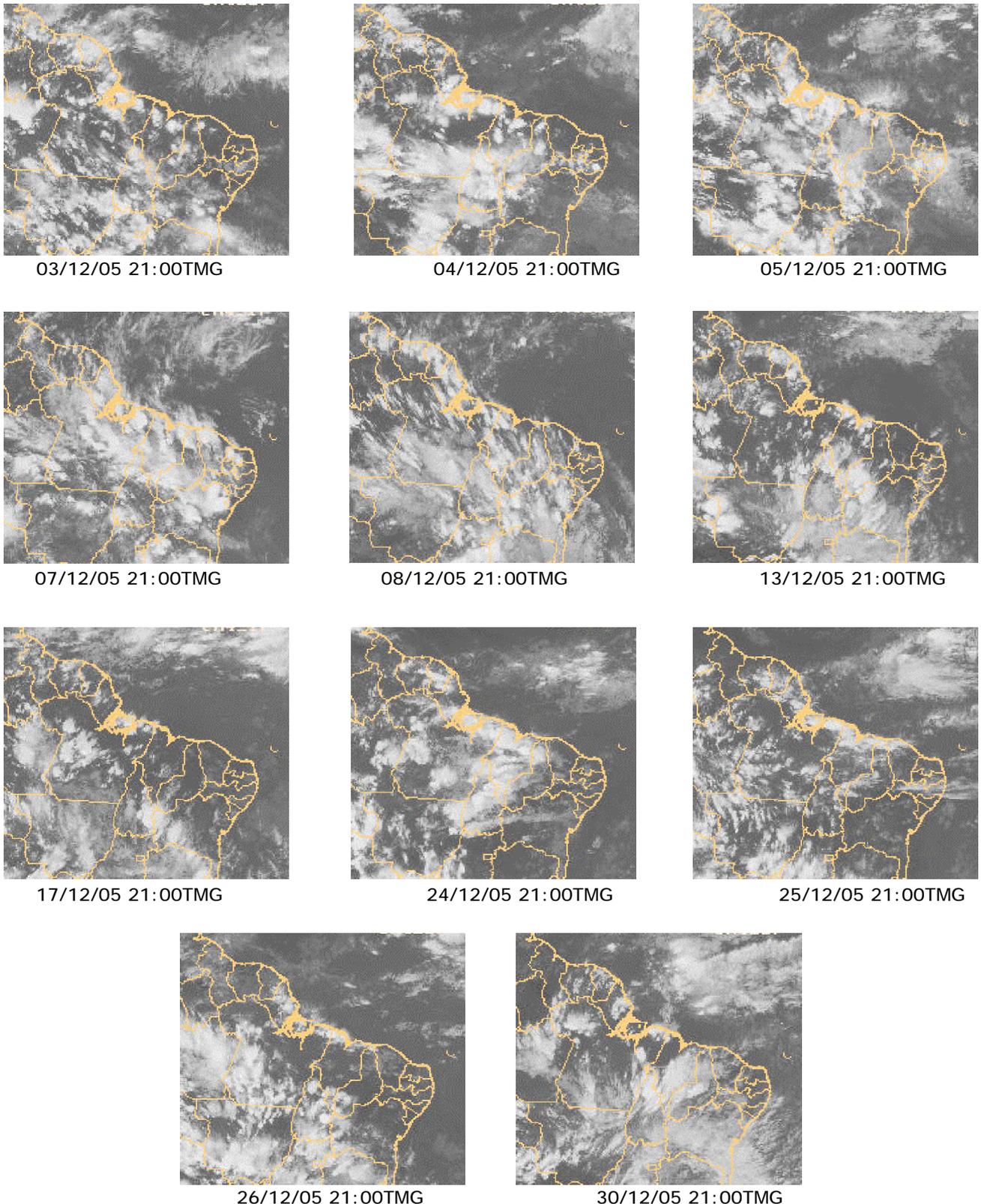
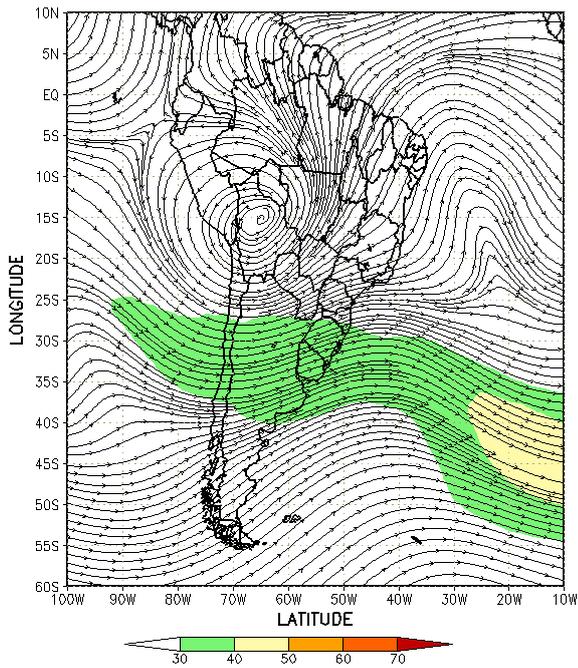
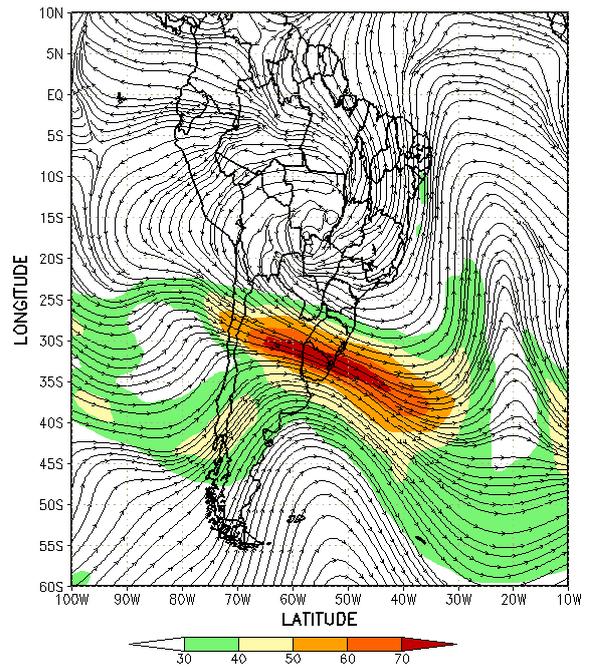


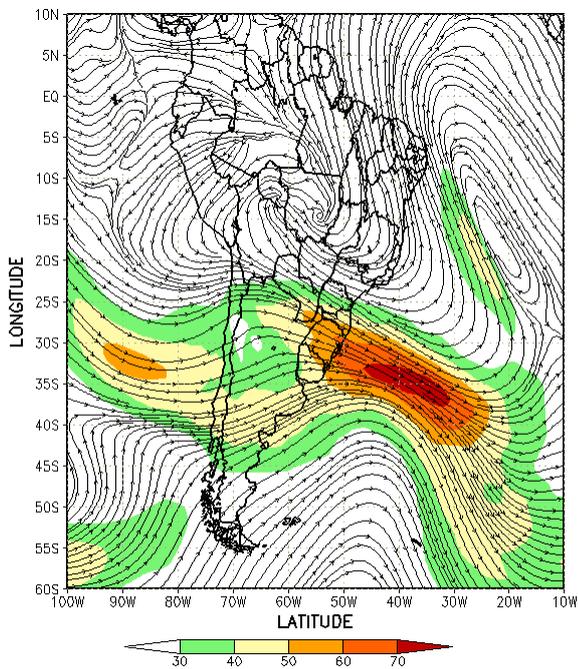
FIGURA 27 - Recortes das imagens do satélite GOES-12, no canal infravermelho, às 21:00TMG, mostrando os dias nos quais ocorreram linhas de Cumulonimbus em DEZEMBRO/2005.



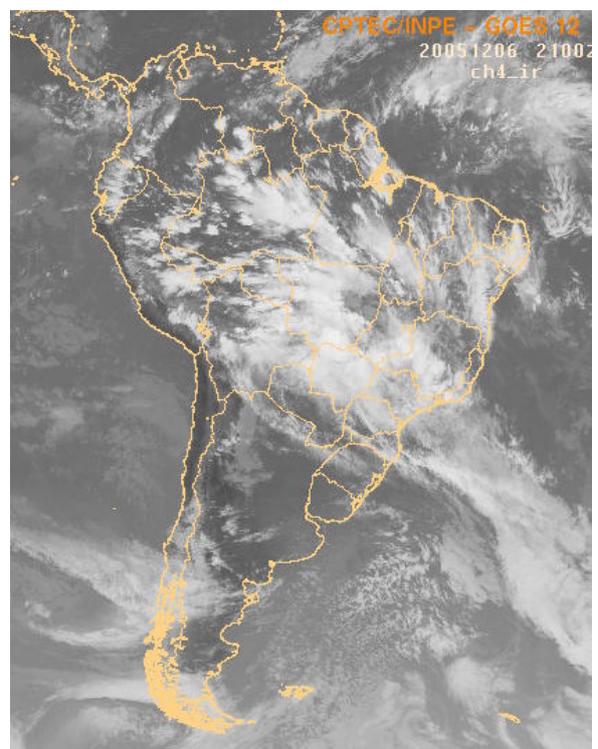
(a)



(b)



(c)



(d)

FIGURA 28 - Escoamento em altos níveis (200 hPa) indicando a posição e magnitude médias do jato subtropical em DEZEMBRO/2005 (a) e os dias 06/12/2005 e 07/12/2005 (b e c), quando foi notada sua maior magnitude sobre a América do Sul. A imagem do satélite GOES-12 (d), canal infra-vermelho, as 21:00TMG, ilustra a banda de nebulosidade associada à atuação do jato em 06/12/2005.

anticiclônica não esteve bem caracterizada (Tabela 2). A posição média do centro da Alta da Bolívia ocorreu em 15°S/65°W, a oeste da sua posição climatológica (Figura 29).

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

TABELA 2 – Esta tabela mostra como foi o posicionamento da alta troposférica durante o mês de DEZEMBRO/2005. O símbolo ( \* ) indica que a Alta da Bolívia não estava bem caracterizada, enquanto que as letras **nd** significam ausência de dados para análise. Os Estados do Brasil aparecem com suas respectivas siglas. As siglas Bo, Pe, Ar, Ch, Pa e P significam respectivamente Bolívia, Peru, Argentina, Paraguai e Pacífico. Estas siglas podem estar associadas às letras para os pontos cardeais (N,S,E,W), como modo de indicar em que região do estado e/ou país se encontrava o centro de circulação anticiclônica. O símbolo + indica a presença de mais de um centro de circulação. O símbolo / significa que a circulação abrangia as fronteiras entre as regiões indicadas.

### 4.3 – Vórtices Ciclônicos e Cavados em Altos Níveis

Em dezembro, a atuação de Vórtice Ciclônico em Altos Níveis (VCAN) ocorreu em seis episódios, sendo quatro deles observados sobre o Oceano Atlântico, entre 35°W e 10°W (Figura 30a). Em vários dias, nos períodos de 07 a 20 e de 22 a 31, os VCAN's, em conjunto com os sistemas frontais em superfície, favoreceram o aumento das chuvas no interior da Região Nordeste e no norte da Região Sudeste, inclusive com a caracterização de dois episódios de ZCAS (ver seção 3.3.1). A imagem de satélite GOES 12, no dia 12, às 21:00 TMG, ilustra a configuração do centro do VCAN próximo ao litoral do Nordeste, associado ao terceiro sistema frontal que atuava entre o litoral do Rio de Janeiro e Espírito Santo (Figura 30b).

## 5. ANÁLISE DE DADOS HIDROLÓGICOS NO BRASIL

Em dezembro, foram registrados elevados totais de precipitação sobre as bacias do Amazonas, Tocantins, norte da bacia do Paraná, sul da bacia do São Francisco e em parte da bacia do Atlântico Leste. Na parte sul da bacia do Paraná, na bacia do Uruguai, no sul da bacia do Atlântico Sudeste, no norte da bacia do São Francisco e na bacia do Atlântico Norte-Nordeste, registrou-se pouca chuva. Anomalias positivas de precipitação ocorreram sobre parte das bacias do Amazonas, Tocantins e Atlântico Norte-Nordeste, enquanto que, anomalias negativas ocorreram sobre as bacias do Uruguai, Atlântico Sudeste e sobre o sul da bacia do Paraná.

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

Na estação Manacapuru-AM, os valores das vazões foram calculados a partir das cotas observadas no Rio Negro, utilizando um modelo estatístico. Neste mês, o Rio Negro apresentou uma cota média de 19,80 m, sendo a máxima igual a 20,61 m e a mínima igual a 18,81 m (Figura 33).

As vazões observadas nas estações localizadas na bacia do Amazonas foram superiores às observadas no mês anterior e também excederam à MLT. O mesmo aconteceu com as vazões observadas na estação Tucuruí-PA, na bacia do Tocantins, e nas estações localizadas na bacia do São Francisco.

As estações localizadas no norte da bacia do Paraná apresentaram um aumento das vazões em relação a novembro passado, assim como valores que excederam a MLT. Na parte sul, foram observadas vazões menores que as ocorridas no mês anterior e abaixo da MLT.

Na estação de Passo Fundo-RS, na bacia do Uruguai, assim como nas estações localizadas na bacia do Atlântico Sudeste, o comportamento foi similar ao apresentado na parte sul da bacia do Paraná, com diminuição das vazões em relação a novembro passado e desvios negativos, se comparadas aos correspondentes valores da MLT. No Vale do Itajaí, as precipitações ocorreram abaixo da média histórica, consistente com a vazão em Blumenau-SC.

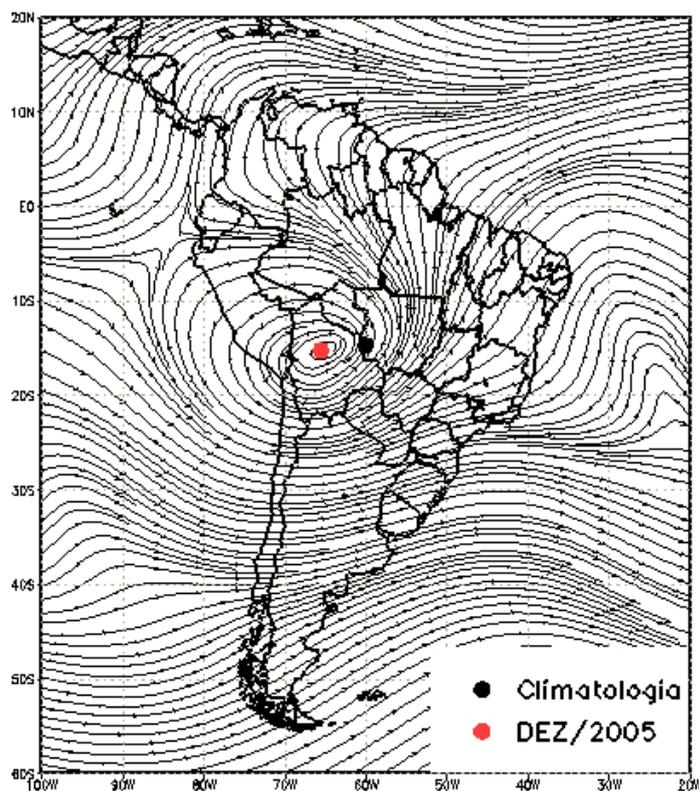


FIGURA 29 - Posição média climatológica da circulação da alta troposférica em DEZEMBRO/2005.

## 6. MONITORAMENTO DE QUEIMADAS

Foram detectados cerca de 5.050 focos de queimadas no País pelo satélite NOAA-12, neste mês de dezembro (Figura 34). Este valor foi 80% inferior aos focos observados em novembro, porém esteve dentro do esperado, considerando o ciclo climático da estiagem.

Em relação a dezembro de 2004, o número de focos deste ano foi 72% inferior. Houve redução significativa das queimadas, a saber: 96% no Amapá (23 focos); 81% no Pará (920 focos); 76% no Mato Grosso (100 focos); 75% no Ceará (930 focos); 74% na Paraíba (150 focos); 55% em Pernambuco (108 focos); 50% na Bahia (170 focos); 50% no Maranhão (1.700 focos); e 45 % no Piauí (350 focos).

Poucas Unidades de Conservação, federais e estaduais, incluídas as áreas vizinhas, além de terras indígenas, foram atingidas pelo fogo, destacando-se as localizadas no Amapá, Maranhão, Rondônia, Tocantins, Bahia, Pará e Piauí.

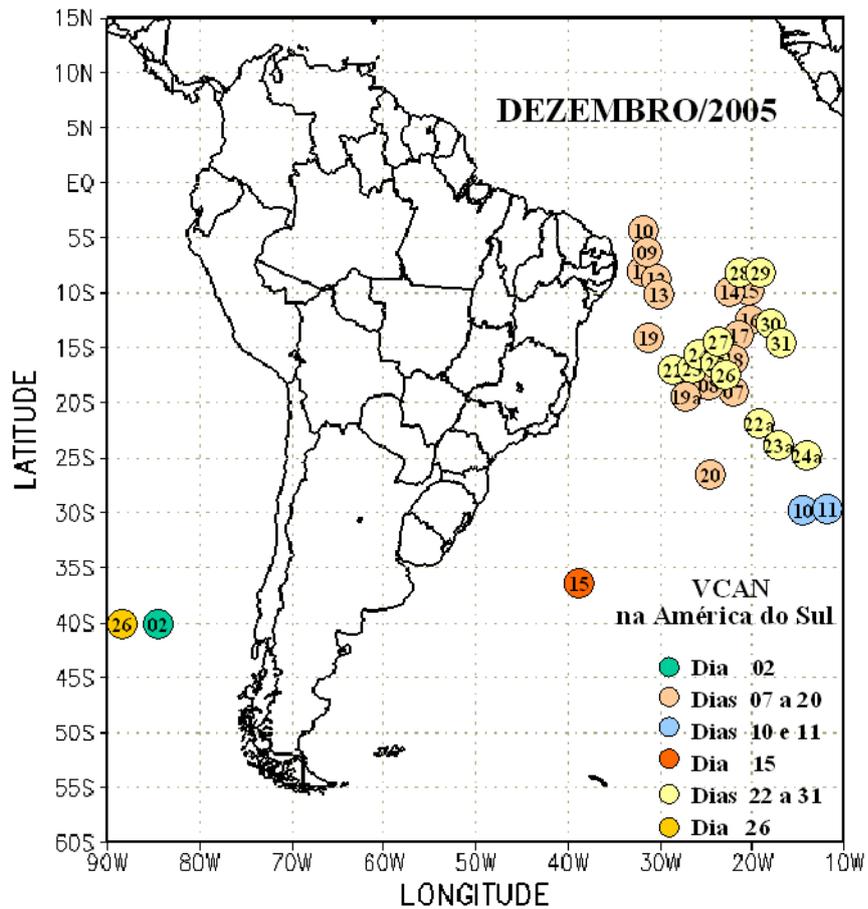
## 7. MONITORAMENTO NA ANTÁRTICA

Em dezembro, foram constatadas anomalias positivas de Pressão ao Nível do Mar (PNM), no

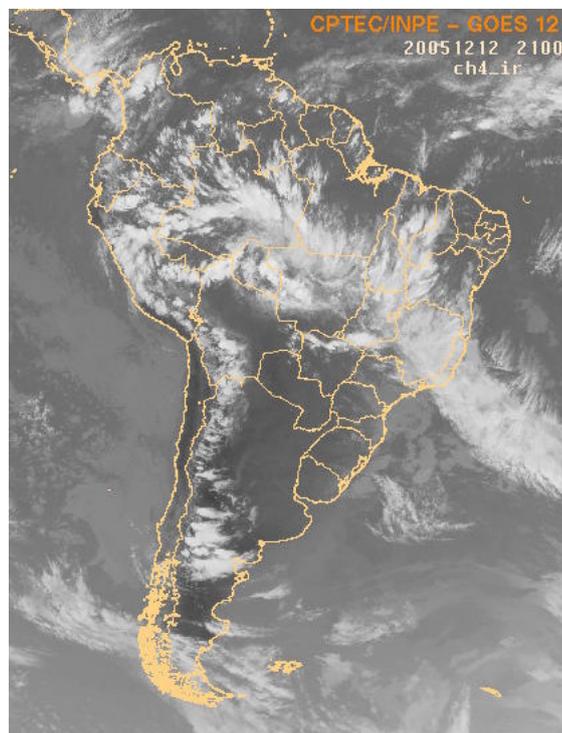
Oceano Austral, na passagem de Drake e na Península Antártica, com extremos de até 12 hPa em torno de 30°E (Figura 35). Esta situação também foi notada no sul da América do Sul. No nível de 500 hPa, registrou-se anomalia positiva de geopotencial no continente antártico, tendência que se manteve desde abril de 2005 (ver Figura 12, seção1).

O campo mensal de anomalia de vento em 925 hPa mostrou o escoamento de ar da região antártica e sub-antártica, entre as longitudes de 0° e 50° W (plataformas de gelo Filchner e Ronne, Terra de Coats e mar de Weddell), para o setor sudoeste do Oceano Atlântico Sul (Figura 36a). Neste setor, foram registrados sete episódios de escoamento de ar de sul para norte em direção ao sul do Brasil, totalizando sete dias, o que contribuiu para as anomalias negativas de temperatura no sul do Brasil (Figura 36b). Em dezembro de 2003 e 2004, esta configuração ocorreu em quatro episódios, com duração de sete e cinco dias, respectivamente, registrando-se também temperaturas abaixo da média no sul do Brasil.

A temperatura do ar em 925 hPa apresentou-se abaixo da média no sul e norte da Península Antártica, passagem de Drake e mar de Weddell (Figura 37a). No nível de 500 hPa,



(a)



(b)

FIGURA 30 - Posição do centro do Vórtice Ciclônico em Altos Níveis (VCAN), com a indicação dos dias de atuação sobre a América do Sul, em DEZEMBRO/2005 (a). O centro do VCAN foi localizado subjetivamente através do campo de linhas de corrente em 200 hPa, gerado pelo modelo do CPTEC/INPE, no horário das 12:00 TMG. A imagem do satélite GOES-12 ilustra a atuação do VCAN no dia 12/12/2005 (b).



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

7LOCAL	VAZÃO (m <sup>3</sup> /s)	DESVIO (%)	LOCAL	VAZÃO (m <sup>3</sup> /s)	DESVIO (%)
1. Samuel-RO	341,0	63,2	12. Marimbondo-SP	2440,0	5,4
2. Manacapuru-AM	7254,2	0,6	13. Água Vermelha-SP	2765,0	4,7
3. Balbina-AM	695,0	180,2	14. Ilha Solteira-SP	9783,0	59,0
4. Coaracy Nunes-AP	283,0	4,0	15. Xavantes-SP	404,0	24,3
5. Tucuruí-PA	8879,0	1,6	16. Capivara-SP	1075,0	-2,0
6. Sobradinho-BA	4907,0	38,0	17. Registro-SP	329,5	-27,2
7. Três Marias-MG	1560,0	35,7	18. G. B. Munhoz-PR	331,0	-44,2
8. Emborcação-MG	1295,0	100,5	19. Salto Santiago-PR	496,0	-42,7
9. Itumbiara-MG	3512,0	84,9	20. Blumenau-SC	50,0	-67,1
10. São Simão-MG	5605,0	92,9	21. Passo Fundo-RS	24,0	-44,2
11. Furnas-MG	1350,0	5,1	22. Passo Real-RS	128,0	-16,9

TABELA 3 - Vazões em m<sup>3</sup>/s e desvios em relação à MLT, expressos em porcentagem, em DEZEMBRO/2005. (FONTE: ELETROBRÁS, ONS, FURB, CODOMAR, ELETRONORTE e ANEEL).

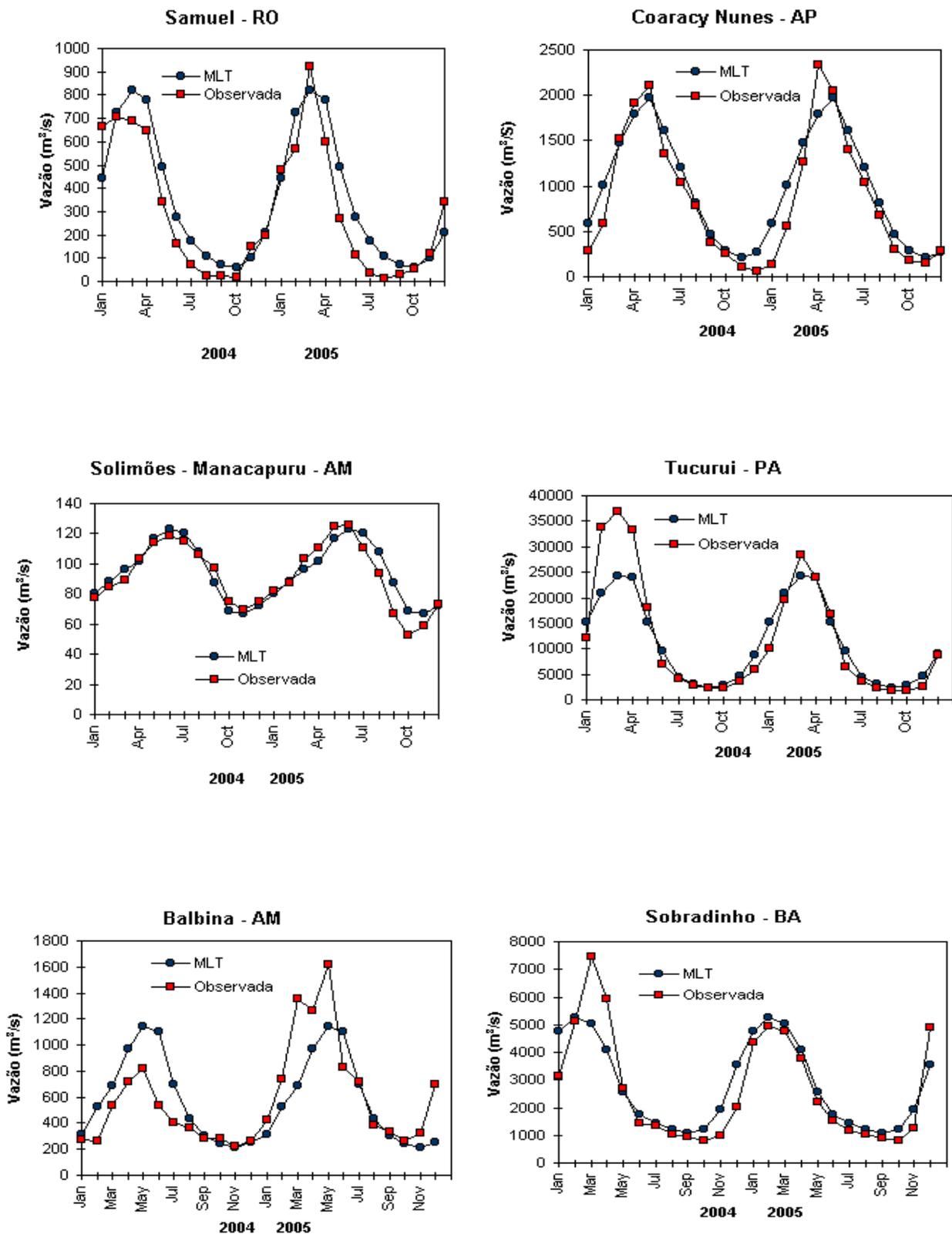


FIGURA 32 – Variação das vazões naturais médias mensais em relação à MLT para 2004 e 2005. (FONTE: ELETROBRÁS, ONS, ANEEL, ELETRONORTE e FURB).

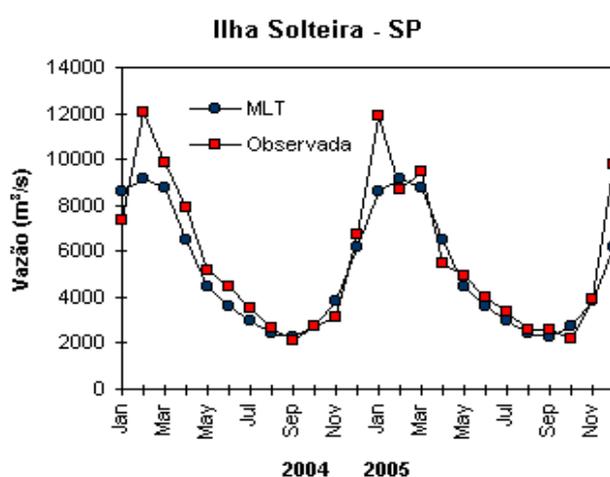
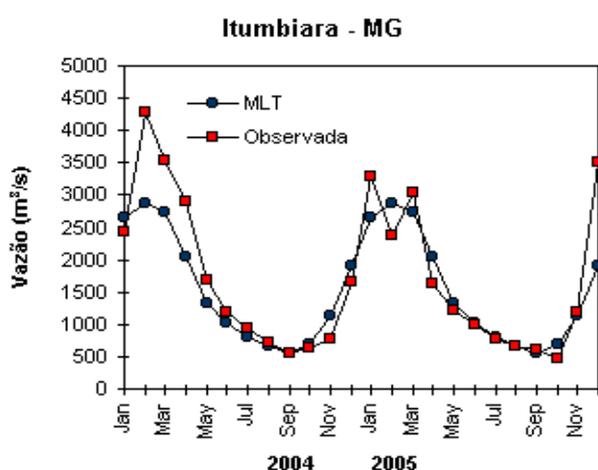
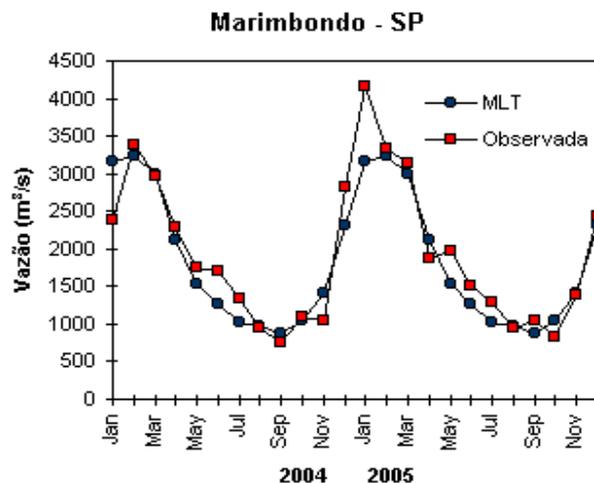
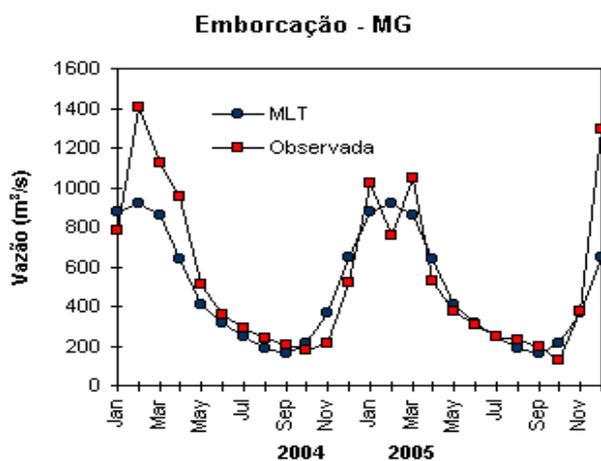
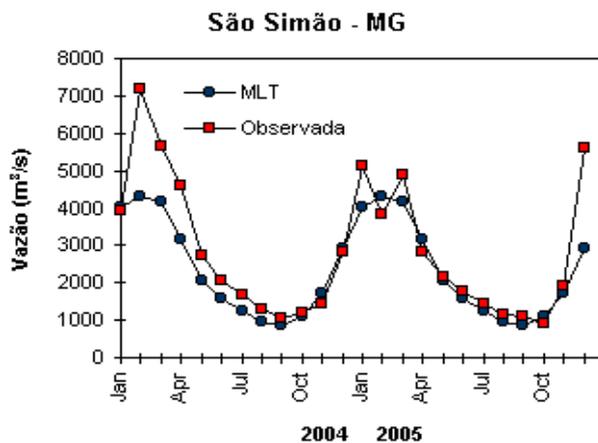
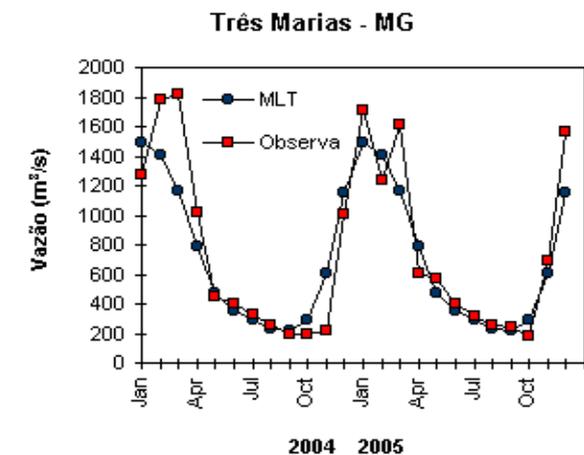


FIGURA 32 – Continuação (A).

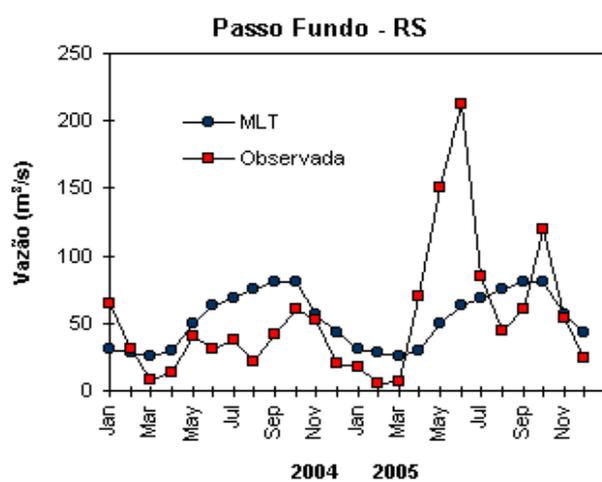
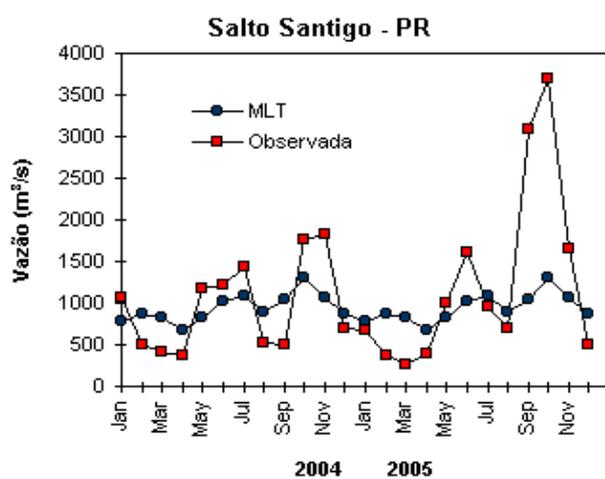
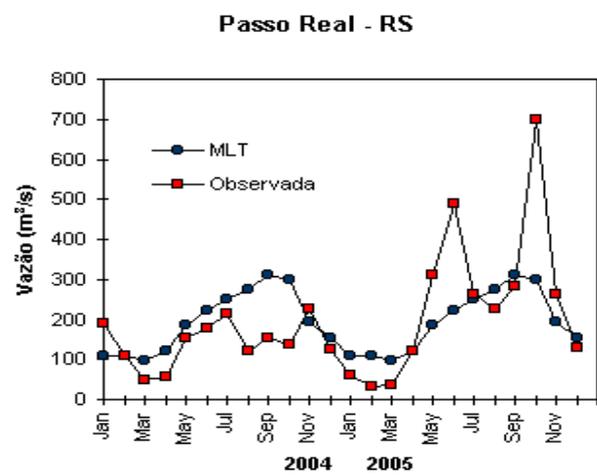
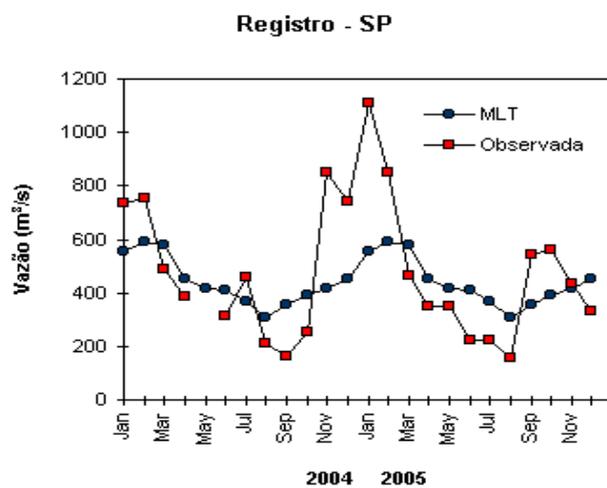
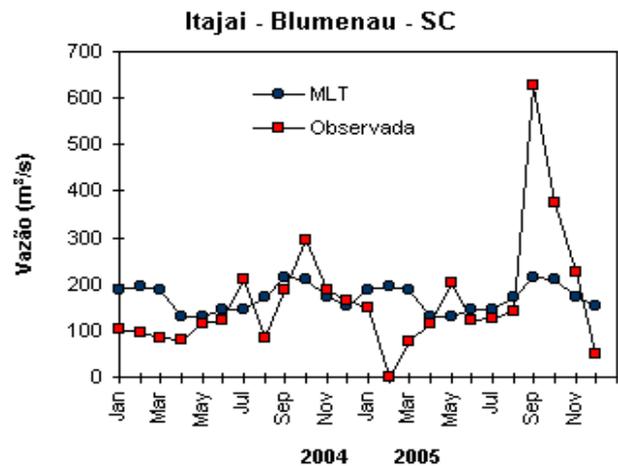
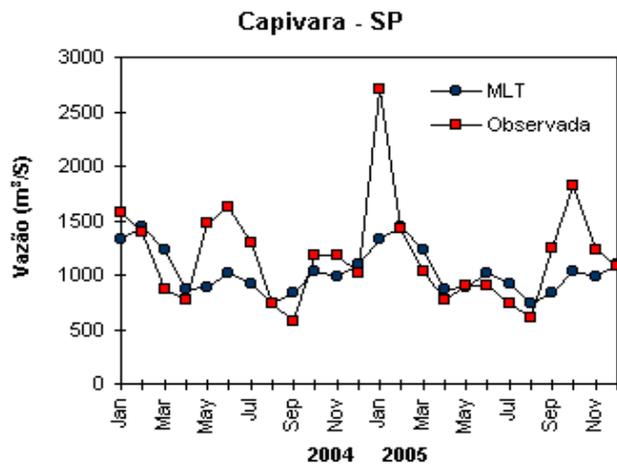


FIGURA 32 – Continuação (B).

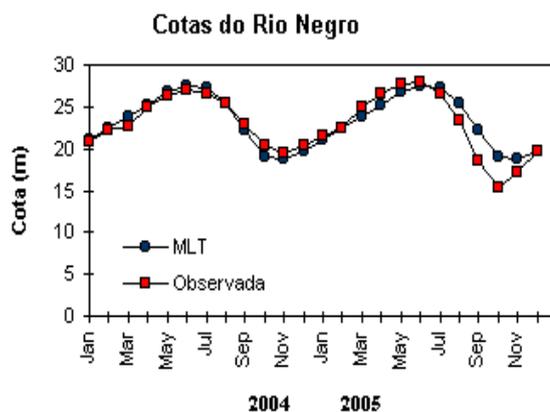


FIGURA 33 – Cotas médias do Rio Negro, expressas em metros acima do nível médio do mar, para 2004 e 2005 (quadrado) e a MLT para a média de 1903 a 1986 (círculo). (FONTE: Adm. do Porto de Manaus – CODOMAR).

VALE DO ITAJAÍ	PRECIPITAÇÃO (mm)	DESVIOS (%)
Apiúna-SC	82,1	-44,7
Blumenau-SC	121,9	-59,4
Ibirama-SC	79,3	-47,9
Ituporanga-SC	79,2	-60,0
Rio do Sul-SC	59,9	-76,1
Taió-SC	143,1	-0,5

TABELA 4 - Precipitação no Vale do Itajaí, em Santa Catarina, em DEZEMBRO/2005. (FONTE: FURB/ANNEL)

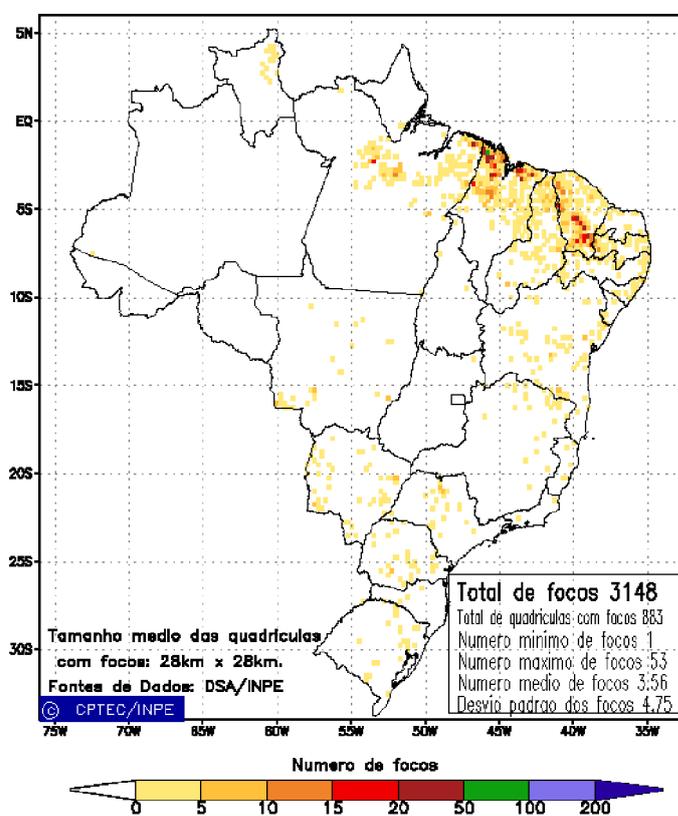


FIGURA 34 - Distribuição espacial de densidade de queimadas em unidades de grade no Brasil em DEZEMBRO/2005. Focos de calor detectados através do satélite NOAA 15, às 21:00 TMG. (FONTE: DSA - Queimadas /INPE).

registraram-se anomalias positivas de temperatura no platô polar. Na Estação Vostok, situada no platô, foi registrado o maior valor de anomalia positiva, igual a 7°C. Anomalias positivas predominaram, no platô, praticamente durante todo o ano. Destacou-se o comportamento do vento sobre os mares de Bellingshausen e Amundsen (oeste da península Antártica), no nível de 925 hPa (ver Figura 36a), onde houve a permanência da anomalia anticiclônica estabelecida durante o mês de novembro. Esta circulação propiciou advecção de ar mais aquecido vindo de norte, da região do Oceano Pacífico, mantendo a retração na extensão do gelo marinho a oeste da península Antártica, observada desde setembro passado (Figura 37b).

Destacou-se, também, a esperada abertura sazonal das polínias nos mares de Weddell e de Ross.

Na estação brasileira, Estação Antártica Comandante Ferraz (EACF), registrou-se temperatura média do ar de 0,5°C, ou seja, 0,8°C mais baixa que a média deste mês (1,3°C), e a maior temperatura absoluta para o período de 1985 a 2005, igual a 10,4°C.

Em uma retrospectiva para o ano de 2005, destacaram-se os seguintes registros na EACF: temperatura média anual de -1,5°C, 0,2°C acima da média histórica; temperatura mínima de -23,1°C, no dia 02 de julho, temperatura máxima igual a 10,8°C, no dia 10 de fevereiro, recorde

em 20 anos. Durante o ano, os ventos predominantes variaram de oeste e de leste, com magnitude média igual a 4,9 m/s, que ficou abaixo da climatologia (5,9 m/s). No total, 73 frentes e 56 ciclones extratropicais atuaram na Península Antártica e na EACF, sendo o maior número de casos (8 frentes e 11 ciclones) registrado em setembro e o menor (5 frentes e 3 ciclones), em dezembro. Os meses de fevereiro, outubro e dezembro apresentaram maior influência da circulação superficial de origem sub-antártica no sul e sudeste do Brasil, causando redução de temperaturas do ar.

O comportamento da PNM, no Oceano Austral e na Península Antártica, foi predominantemente negativo, excluindo-se os meses de junho, novembro e dezembro. Já para a temperatura do ar em 925 hPa, a média foi de temperaturas acima de 0°C durante o ano, na região do Oceano Austral, excluindo os meses de janeiro e fevereiro, onde as temperaturas estiveram dentro da média climatológica.

Em contraste com o ano de 2004, este ano teve pouca influência do jato subpolar na região norte da Península Antártica e na Passagem de Drake. Dados anuais completos e resumos mensais, bem como a climatologia da EACF (período de 1985 a 2005), encontram-se disponíveis no site [http://www.cptec.inpe.br/prod\\_antartica/data/resumos/climatoleacf.xls](http://www.cptec.inpe.br/prod_antartica/data/resumos/climatoleacf.xls).

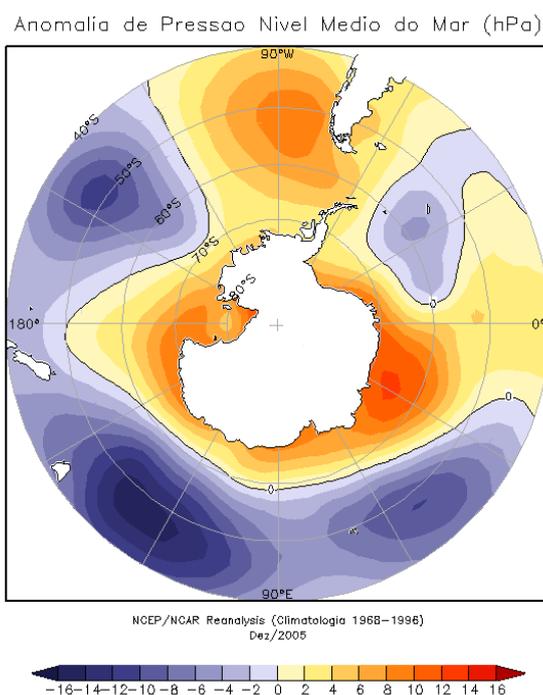
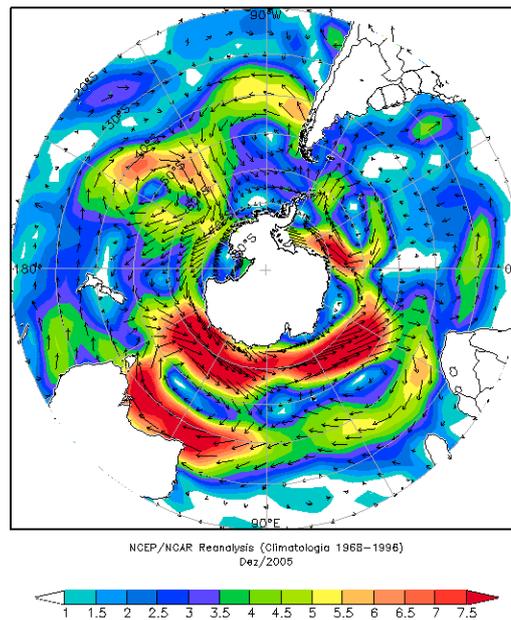
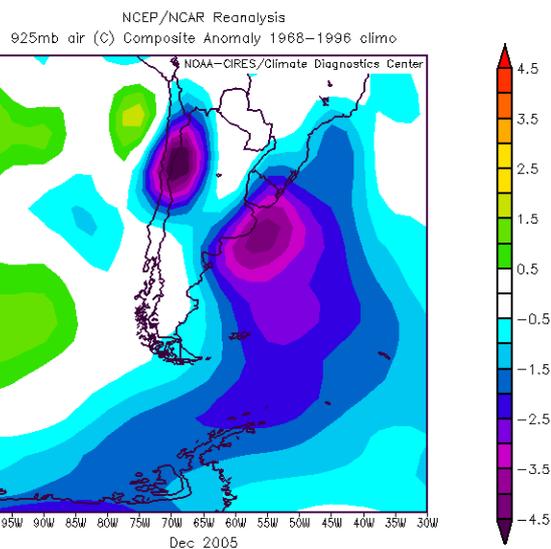


FIGURA 35 – Anomalia de Pressão ao Nível do Mar (PNM), em hPa, em DEZEMBRO/2005. Destacam-se anomalias positivas em grande parte do Oceano Austral, na passagem de Drake e na Península Antártica. (FONTE: NOAA/CDC).

Anomalia Vetor Vento (m/s) em 925 hPa



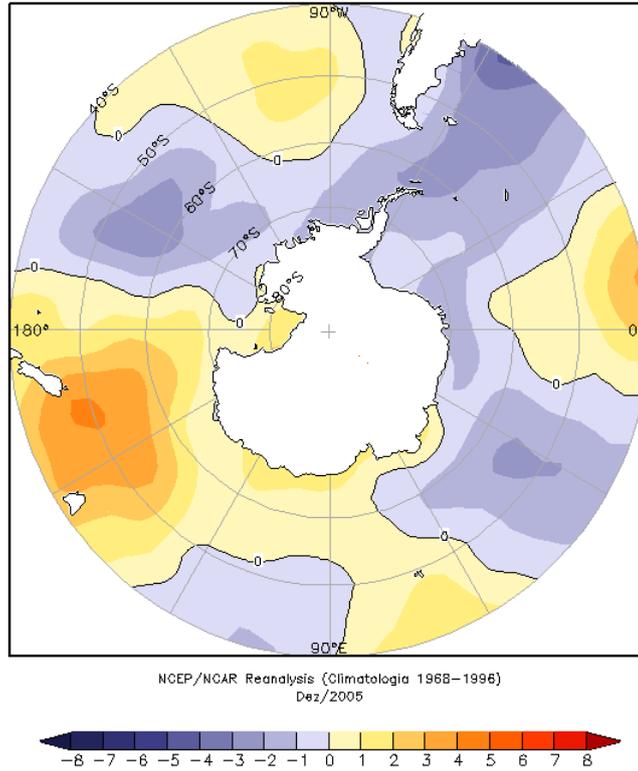
(a)



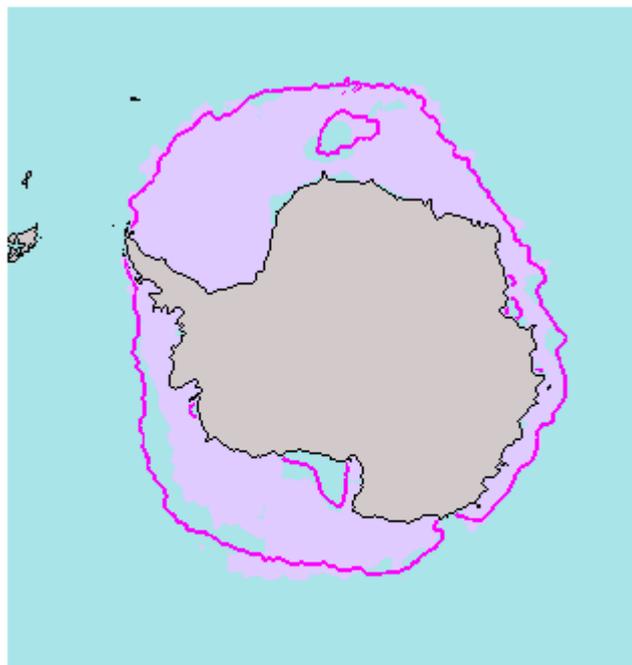
(b)

FIGURA 36 - Anomalia de vento em (m/s) (a) e a temperatura do ar (°C) (b), 925 hPa, em DEZEMBRO/2005. Nota-se o escoamento de ar da região antártica e sub-antártica para o setor sudoeste do Oceano Atlântico Sul (a) e anomalias negativas de temperatura no sul do Brasil (b). (FONTE: NOAA/CDC).

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



(a)



median  
ice edge

(a)

FIGURA 37 - Anomalia de temperatura do ar (°C), em 925 hPa, e extensão do gelo marinho no Oceano Austral (b), em DEZEMBRO/2005. Notam-se anomalias negativas de temperatura na Península Antártica, na passagem de Drake e no mar de Weddell (a) e a retração na extensão do gelo marinho nos mares de Bellingshausen e de Amundsen (b). (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 cirrifórmes é normalmente eliminada através de análise subjetiva, considerando os conceitos dos sistemas meteorológicos que atuam na região. A segunda técnica consiste na localização dos mínimos valores de **ROL**, a partir de campos médios pentadais, ao longo do Oceano Atlântico Equatorial. Os dados de **ROL** utilizados são provenientes do **NOAA/EUA** e os dados para obtenção da posição climatológica mensal da ZCIT foram obtidos das reanálises do **NCEP/EUA**. A Figura é elaborada pelo Grupo de Previsão de Clima do **CPTEC/INPE**.

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

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

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

**8** - Os valores de vazões medidos são fornecidos pela **ELETROBRÁS, 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

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

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

### **SI GLAS TÉCNI CAS**

<b>AB</b>	-Alta da Bolívia
<b>Cb</b>	-Cumulonimbus
<b>ENOS</b>	-El Niño-Oscilação Sul
<b>GOES</b>	-Satélite Meteorológico Geoestacionário da NOAA
<b>GTS</b>	-Global Telecommunications System (Sistema Global de telecomunicações da Organização Meteorológica Mundial)
<b>HL</b>	-Hora Local
<b>IOS</b>	-Índice de Oscilação Sul
<b>LI</b>	-Linha de Instabilidade
<b>METEOSAT</b>	-Satélite Meteorológico Geoestacionário da Agência Espacial Européia
<b>MLT</b>	-Média de Longo Tempo
<b>NOAA</b>	-Satélite Meteorológico de Órbita Polar da NOAA
<b>PCD</b>	-Plataforma de Coleta de Dados
<b>PNM</b>	-Pressão ao Nível do Mar
<b>ROL</b>	-Radiação de Onda Longa emitida para o Espaço
<b>SF</b>	-Sistema Frontal
<b>TMG</b>	-Tempo Médio Greenwich
<b>TSM</b>	-Temperatura da Superfície do Mar
<b>VCAN</b>	-Vórtice Ciclônico de Altos Níveis
<b>ZCAS</b>	-Zona de Convergência do Atlântico Sul
<b>ZCIT</b>	-Zona de Convergência Intertropical
<b>ZCPS</b>	-Zona de Convergência do Pacífico Sul

## APÊNDICE

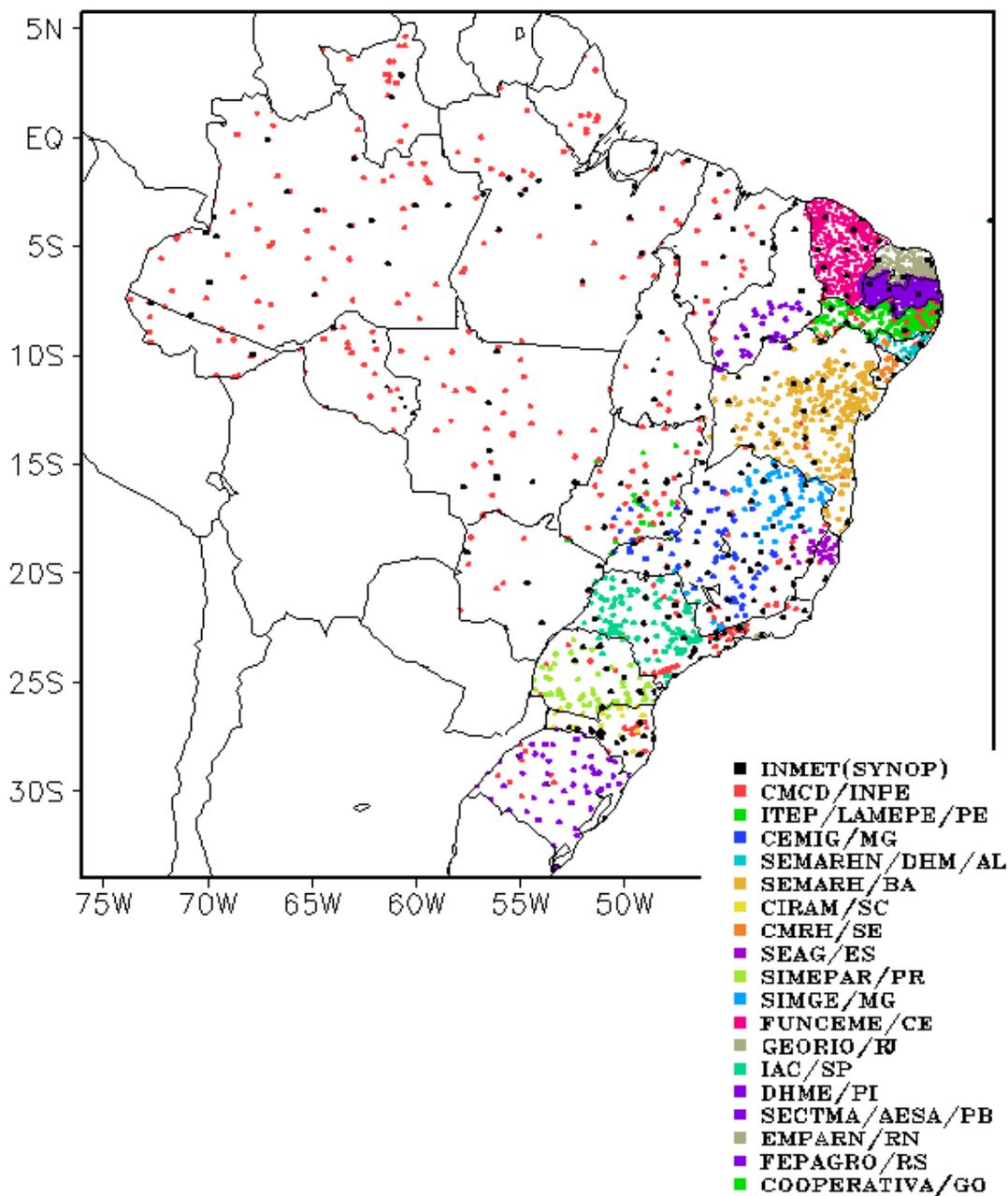


FIGURA A – Distribuição espacial das 2.902 estações pluviométricas e meteorológicas no Brasil.