



MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS

INPE-7173-PRP/219

**INCIDÊNCIA DE FOCOS DE CALOR DETECTADOS PELO SENSOR AVHRR
DOS SATÉLITES NOAA NO PERÍODO DE JUNHO A NOVEMBRO DE 1998**

Thelma Krug
Alberto Waingort Setzer
Gilvan Sampaio de Oliveira
Hélio Camargo Júnior
Gonzalo del Carmen LobosValenzuela

Submetido pelo Direto Geral, Marcio Nogueira Barbosa à apreciação do Comitê Interministerial de Acompanhamento e Divulgação de Informações sobre Desflorestamento e Queimadas

INPE
São José dos Campos
1999

Publicado por:

**Coordenação de Ensino, Documentação e
Programas Especiais - CEP**

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE

Caixa Postal 515

12201-970 - São José dos Campos - SP - Brasil

Fone: (012) 345.6911

Fax: (012) 345.6919

E-Mail: marciana@sid.inpe.br

- Solicita-se intercâmbio
- We ask for exchange
- Si sollecita intercambio
- On demande l'échange
- Mann bittet un Austausch
- Pidese canje
- Просим обмена
- 歡迎寄件交換
- 出版物交換小組

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA
INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS

INPE-7173-PRP/219

**INCIDÊNCIA DE FOCOS DE CALOR DETECTADOS PELO SENSOR AVHRR
DOS SATÉLITES NOAA NO PERÍODO DE JUNHO A NOVEMBRO DE 1998**

Thelma Krug
Alberto Waingort Setzer
Gilvan Sampaio de Oliveira
Hélio Camargo Júnior
Gonzalo del Carmen LobosValenzuela

Submetido pelo Direto Geral, Marcio Nogueira Barbosa à apreciação do Comitê Interministerial de Acompanhamento e Divulgação de Informações sobre Desflorestamento e Queimadas

INPE
São José dos Campos
1999

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA
INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS

INPE-7173-PRP/219

**INCIDÊNCIA DE FOCOS DE CALOR DETECTADOS PELO SENSOR AVHRR
DOS SATÉLITES NOAA NO PERÍODO DE JUNHO A NOVEMBRO DE 1998**

Thelma Krug
Alberto Waingort Setzer
Gilvan Sampaio de Oliveira
Hélio Camargo Júnior
Gonzalo del Carmen LobosValenzuela

Submetido pelo Direto Geral, Marcio Nogueira Barbosa à apreciação do Comitê Interministerial de Acompanhamento e Divulgação de Informações sobre Desflorestamento e Queimadas

INPE
São José dos Campos
1999

**INCIDÊNCIA DE FOCOS DE CALOR
DETECTADOS PELO SENSOR AVHRR DO SATÉLITE NOAA
NO PERÍODO DE JUNHO A NOVEMBRO DE 1998**



**MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA
INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS**

Capa

A foto na capa, extraída da imagem TM/Landsat-5 gravada pelo INPE em 25/agosto/1992, mostra o Parque Nacional das Emas de 1.318 km² (sudoeste de Goiás) em coloração verde, com uma queimada de 300 km² no seu interior, indicada em cor preta. A imagem é parte de um estudo temporal das queimadas no parque nos últimos 22 anos, baseado em 36 imagens Landsat. A imagem AVHRR/NOAA-11 correspondente, indicando 253 km² de área queimada, encontra-se em França (1994).

Cortesia de H. França, INPE/DSR-Fapesp.

INCIDÊNCIA DE FOCOS DE CALOR DETECTADOS PELO SENSOR AVHRR DOS SATÉLITES NOAA NO PERÍODO DE JUNHO A NOVEMBRO DE 1998

Resumo

Este trabalho resume os resultados do monitoramento orbital realizado diariamente pelo INPE, utilizando imagens termais AVHRR dos satélites NOAA-12 (início da noite) e 14 (meados da tarde) no período de junho a novembro de 1998, para todo o país. Os dados deste ano cobrem todo o território nacional, devido à instalação de duas novas antenas de recepção, em Cuiabá e em Cachoeira Paulista. Nos anos anteriores, dados de algumas áreas ao norte e à oeste do país caíam fora do raio de abrangência da única antena instalada em Cachoeira Paulista. Desta forma, não se recomenda a comparação direta do número de focos de calor identificados este ano com os anos anteriores. Adicionalmente, conforme mencionado no relatório anterior (Krug et al., 1997), os dados adquiridos em 1997 representam parcialmente os focos de calor que foram detectados pelos NOAA-12 e NOAA-14 até setembro, devido à ocorrência de falhas sistemáticas nas imagens adquiridas, fruto da senilidade do sistema de captação de imagens AVHRR operando naquele ano.

Abstract

This work summarizes the results from the daily monitoring system conducted by INPE for Brazil using the AVHRR thermal images of the NOAA-12 (early night) and NOAA-14 (mid afternoon) satellites from June to November of 1998. The data, this year, cover all Brazilian territory, since two new reception antennas have been installed: one in Cuiabá and another in Cachoeira Paulista. In previous years, data from areas in the extreme north and west of Brazil fell out of the coverage of the antenna installed in Cachoeira Paulista. Hence, it is recommended here that the number of hot spots detected this year be not compared with that from previous years. In addition, as reported by Krug et al. (1997), the data acquired in 1997 represent only partially the total number of hot spots detected by NOAA-12 and NOAA-14 until September, due to systematic faults in the processed images resulting from the senility of the AVHRR reception system operating that year.

Introdução

Através da Portaria Interministerial No.219 de 7 de junho de 1996, foi criado em agosto de 1996 o Comitê de Acompanhamento e Divulgação de Informações sobre Desflorestamento e Queimadas, com o objetivo de manter de forma atualizada e contínua as atividades de divulgação em nível nacional e internacional dos dados relativos ao desflorestamento e queimadas no Brasil e, em particular, na Amazônia.

A detecção de queimadas, assim como seu controle, são tarefas complexas no Brasil, uma vez que o fogo é normalmente empregado para fins diversos na agropecuária, na renovação de áreas de pastagem, na remoção de material seco acumulado, no preparo do corte manual em plantações de cana-de-açúcar etc. Considerando a extensão geográfica do país, e a impossibilidade de se dispor de um contingente humano para atender as necessidades reais de prevenção, controle e combate de queimadas, fica evidente o papel e a importância da utilização de tecnologias avançadas neste contexto.

De acordo com Wagner (1994), dados de satélite podem ser uma opção viável para monitorar emergências (queimadas em áreas de conservação, florestas etc.), identificar áreas de risco e mapear a extensão de áreas atingidas pelo fogo. Uma visão geral pode ser rapidamente fornecida por alguns satélites que cobrem extensas áreas do terreno em uma única passagem, indicando possíveis focos de queimadas ativas, assim como as regiões já afetadas pelo fogo. Uma vez extinto o fogo, dados de satélite podem também ser utilizados no levantamento dos danos, no mapeamento da extensão das queimadas, e no estabelecimento de planos de prevenção.

A utilização de dados de sensoriamento remoto termal na detecção de queimadas foi relatada nos Estados Unidos em 1961, com o emprego de aeronaves (Warren, 1980). No Brasil, data de julho de 1985 o primeiro uso de imagens do *Advanced Very High Resolution Radiometer* (AVHRR) a bordo dos satélites de órbita polar da série *National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOAA), e dos satélites americanos de recursos naturais, Landsat-TM, no monitoramento de queimadas na Amazônia brasileira. Esta iniciativa foi motivada pelo experimento internacional GTE/ABLE-2A, organizado pela Agência Espacial Norte Americana (NASA) e pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), visando monitorar fontes de poluição que pudessem afetar medições de química da atmosfera coletadas em terra e em aeronave na Amazônia (Andreae et al., 1988; Setzer et al., 1988).

2. Importância do Tema

O crescente interesse e preocupação nacional e internacional com a mudança do clima e com a perda da biodiversidade levaram à assinatura de duas convenções internacionais durante a Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente e Desenvolvimento ocorrida no Rio de Janeiro, em 1992. Dentre os fatores nacionais identificados que mais impactam o Clima e a Biodiversidade está a queima de biomassa nos ecossistemas tropicais associada à expansão da fronteira agrícola, à conversão de florestas e savanas em pastagens e à renovação de pastagens e de cultivos agrícolas (Dias e Miranda, 1996). Neste contexto, o INPE e a NASA coordenaram, em 1995, um projeto de envergadura internacional denominado SCAR-B, com a finalidade de avaliar esses efeitos, cujos resultados acabaram de ser publicados em Kirchhoff (1997). Adicionalmente, as recentes publicações de Levine (1991, 1996), com dezenas de trabalhos e centenas de referências, demonstram a relevância do tema *Queimadas* em níveis local, regional e global.

Dentre os vários efeitos das queimadas (empobrecimento de solos, destruição de vegetação primária relacionada a problemas de erosão; poluição atmosférica; efeitos na biodiversidade), a queima de biomassa afeta também a química da atmosfera. Segundo Crutzen e Andreae (1990), cerca de 20% das emissões antropogênicas de dióxido de carbono são causadas por queima da vegetação. Outros gases de efeito estufa (por exemplo, metano, N_2O), tóxicos (CO , NO_x , SO_2 , HCN) e outros gases e aerossóis são também descarregados na atmosfera em quantidades significativas. Um dos problemas relacionados às queimadas refere-se ao ciclo global de carbono, o qual é liberado pelas queimadas na forma de gases (CO_2 , CO , CH_4) e aerossóis.

Dentre tantos temas científicos de importância, relacionados à queimadas, cinco têm merecido especial atenção por parte de pesquisadores do INPE, pois podem ser abordados através da utilização de tecnologia espacial: (a) o conhecimento da distribuição de focos de calor; (b) o levantamento da área queimada; (c) a quantidade de biomassa associada; (d) estimativa de emissões; e (e) avaliação dos efeitos das queimadas na atmosfera.

Obviamente, esses temas não constituem uma preocupação exclusivamente brasileira. Já é comum em várias instituições e países a utilização de satélites de sensoriamento remoto de baixa resolução, como o NOAA-AVHRR, como uma fonte importante de informação no seu estudo. Independentemente das limitações de

resolução espacial e radiométrica das imagens do NOAA, elas constituem fonte relevante de dados para pesquisar os temas acima, devido às suas escalas temporal diária e continental.

3. Satélites da Série NOAA

Desde a implantação do sistema operacional de queimadas no INPE na década passada, dados de diferentes satélites têm sido utilizados. Há sempre, no mínimo, dois satélites NOAA em operação, resultando em pelo menos quatro passagens diárias em qualquer região tropical do globo. Atualmente, os satélites em operação são o NOAA-12, o NOAA-14 e o NOAA-15. Cada imagem fornecida por esses satélites cobre uma faixa de aproximadamente 2.500 km de largura por 4.000 km de comprimento, e é obtida em aproximadamente 11 minutos. Esta cobertura tão extensa, em tão pouco tempo, é a principal vantagem da utilização desses satélites na detecção de queimadas. De 1991 a 1993, foram utilizados os dados do satélite NOAA-11 coletados às 15:15h, 16:00h, e 16:45h, respectivamente (todos os horários fornecidos neste relatório são aproximados e representam horas locais nominais). Já em 1994, foram utilizados dados do NOAA-11 no período de 01/06 a 13/08, coletados às 17:30h. Com a desativação deste satélite em 14/agosto/1994, passou-se a utilizar os dados do NOAA-10, coletados às 19:35h. Em 1995, os dados do satélite NOAA-14, lançado em dezembro/1994, e coletados às 13:30h, foram empregados durante o período de 01/06 até 14/08, quando passou a ocorrer um problema associado ao horário de aquisição das imagens, ao ângulo de iluminação solar, e à curva de sensibilidade do sensor AVHRR. Este problema ocasionou a detecção indevida de queimadas, quando reflexos de luz solar em solos expostos passaram a ser computados como queimadas (Informe No. 1 sobre o Monitoramento de Queimadas - DSA/INPE), superestimando o número de focos de queimadas. Desta forma, a partir de 15/agosto/1995 o INPE adotou os dados coletados às 19:00h pelo satélite NOAA-12 como fonte das informações regulares de focos de calor no país, conforme orientação do Comitê de Acompanhamento e Divulgação de Informações sobre Desflorestamento e Queimadas.

Os satélites NOAA possuem um sensor (AVHRR) que opera em cinco bandas, uma das quais de fundamental importância na detecção de queimadas: a banda 3 (3.55 - 3.93 μm), que detecta comprimentos de ondas infravermelhas termais e é muito sensível às temperaturas de materiais orgânicos em combustão; adicionalmente, ela permite,

entre outros, a análise da temperatura da superfície do mar e o mapeamento de nuvens. Apesar de sua utilidade na detecção de queimadas, o sensor AVHRR não foi concebido para este fim. Entretanto, ainda constitui a única ferramenta disponível para monitorar metódica e regularmente as queimadas no país (Justice et al., 1993; Jahn e Brieß, 1994). Também segundo Kidwell (1991), apesar do AVHRR não ter sido desenvolvido para estudar queimadas, possui algumas características que permitem o seu uso para este fim, com certas limitações. É importante salientar que a faixa termal da banda 3 AVHRR é sensível tanto à reflexão quanto à emissão da radiação eletromagnética, sendo esta a razão da dificuldade de discriminar alguns alvos muito reflexivos sob o efeito do sol e a emissão de calor proveniente das queimadas ativas.

4. Metodologia

O tratamento e análise das imagens AVHRR no INPE para detecção e monitoramento de focos de calor baseia-se em técnica que vêm sendo desenvolvida pioneiramente no Instituto desde 1988 (Pereira, 1988; Pereira e Setzer, 1993; Setzer e Pereira, 1991). Focos de calor são identificados a partir de pixels que apresentam altas temperaturas, os quais apresentam os mais baixos valores de nível de cinza nas imagens na região infravermelho termal da banda 3 do AVHRR. Isto decorre do fato desta banda medir a emissão de energia radiante da superfície terrestre, onde os pixels saturados correspondem a uma temperatura nominal de pelo menos 47°C, normalmente associada à áreas com matéria em combustão. Na realidade, devido a efeitos atmosféricos e algumas características do sensor, é necessária uma temperatura muito superior a esta para atingir o nível limite do sensor. Adicionalmente, testes de campo indicam a necessidade de se ter uma frente de fogo com no mínimo 50 m de extensão para que uma queimada possa ser detectada (Setzer e Malingreau, 1996). As áreas queimadas também possuem alta reflectância na banda 3, as quais aparecem nas imagens como áreas escuras, embora com temperaturas muito inferiores às dos focos de fogo. O programa computacional básico utilizado operacionalmente pelo INPE está descrito em Fernandes (1996) e vem sendo continuamente melhorado e atualizado.

Em geral, os algoritmos de detecção de focos de calor baseiam-se em limiares, como é o caso do algoritmo desenvolvido no INPE. Entretanto, diferentemente da metodologia adotada pelo Instituto, que só utiliza os dados da banda 3 na detecção e da banda 2 na verificação, algumas abordagens teóricas têm utilizado limiares nas bandas

Uma das conclusões importantes deste experimento foi a de que os satélites da série NOAA propiciavam uma técnica adequada e relativamente simples e econômica no monitoramento diário de queimadas. Essa observação foi comunicada ao então Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal - IBDF (hoje IBAMA) em 1986, motivando o estabelecimento de um plano de trabalho e de um acordo de cooperação entre as duas instituições, formalmente implementado em 8 de setembro de 1987 com a criação do Projeto SEQE - Sensoriamento de Queimadas por Satélites (Setzer et al., 1988). O projeto objetivava implantar um sistema de detecção e de levantamentos rotineiros de grandes queimadas no país, em tempo quase-real, com o uso de imagens dos satélites NOAA. O projeto SEQE motivou, entre outros, a criação em 1989 do Sistema Nacional de Prevenção e Controle aos Incêndios Florestais - PREVFOGO, através do decreto nº. 97.635, do programa ambiental *Nossa Natureza*, e do próprio IBAMA. Este decreto atribuiu ao IBAMA a competência de coordenar as ações necessárias à organização, implementação e operacionalização das atividades relacionadas com a educação, pesquisa, prevenção, controle e combate aos incêndios florestais e queimadas (Figueiredo, 1993). Uma das atividades do PREVFOGO/IBAMA é disseminar aos órgãos estaduais do IBAMA os dados diários de focos de calor no período de junho a novembro, época de estiagem no Brasil central e sul da Amazônia, obtidos a partir do satélite NOAA e processados pelo INPE.

O presente documento visa apresentar os dados de focos de calor de 1998, obtidos e processados pelo INPE durante a estação seca, assim como prover algumas informações meteorológicas (temperatura média e máxima, precipitação total, anomalias de temperatura e precipitação) que auxiliem a análise dos mesmos. Limitações do atual sistema de detecção de queimadas são também indicadas, fornecendo à comunidade usuária condições de avaliar a abrangência dos dados coletados e a informação disseminada, assim como julgar a propriedade de sua utilização em trabalhos de cunho científico. Cabe também ressaltar que dados sobre focos de calor no país, para os anos de 1991 a 1993, 1995, 1996 e 1997 estão disponíveis em Miranda et al. (1994) e em Krug et al. (1997, 1998) respectivamente.

2, 3 e 4 do AVHRR-NOAA, na identificação de potenciais *pixels de fogo* (Kennedy et al., 1994). Mais recentemente, algoritmos que utilizam a informação dos pixels vizinhos (informação contextual) na definição dos limiares vêm sendo desenvolvidos (Eva e Flasse, 1997) e, segundo alguns autores, teoricamente apresentando resultados mais precisos (Flasse et al., 1995). Dentre os vários algoritmos em uso, apenas o do INPE é baseado na validação efetiva de campo.

Apesar do bom desempenho do método dos limiares na detecção de focos de calor, alguns autores atestam a sensibilidade da metodologia no período diurno a alguns fenômenos tais como emissão térmica do solo (superfícies muito quentes) e interferência de zonas de forte reflexão (França, 1994; Vickos, 1991; Pereira Jr., 1992; Pereira Jr. e Setzer, 1996; e Setzer e Verstraete, 1994). Algumas sugestões para evitar confusão entre pixels de queimadas ativas e pixels associados a solos expostos superaquecidos em imagens diurnas vêm sendo propostas, utilizando máscaras temáticas para delimitar áreas de florestas e índice de vegetação normalizado (NDVI) (Yagüe et al., 1995).

Segundo Setzer e Malingreau (1996), somente os dados do satélite AVHRR-NOAA de alguns estados brasileiros são afetados pelo problema de reflexão solar em passagens diurnas em épocas determinadas, levando a uma superestimativa do número de focos de calor. Este problema só começa a ocorrer no Brasil (e, em geral, na sua parte leste) a partir de meados do mês de agosto, devido à elevação solar, nos primeiros anos após o lançamento do satélite. Obviamente, o problema de reflexão solar não afeta os dados do satélite NOAA obtidos no final da tarde, ou início da noite, quando o sol está bem baixo e os solos já apresentam uma temperatura bem inferior àquela observada no início da tarde.

Em agosto/1995, o problema de reflexão solar afetou significativamente os dados de focos de calor identificados no estado da Bahia, levando o INPE a adotar os dados do satélite NOAA-12 (passagem das 19:30h) como base para seu sistema de monitoramento de queimadas. A identificação de dados superestimados no período de 1 a 7 de agosto/1995 levou o IBAMA a desconsiderar os totais desse período na sua estimativa mensal de focos de calor. O fato dos dados decorrentes de problemas de reflexão solar apresentarem um padrão espacial distinto daquele associado à queimada, motivou o INPE a adotar um procedimento de tratamento dos dados objetivando a eliminação dos pixels espúrios. Até julho/1995, este problema não havia sido observado. A Tabela 1 do relatório produzido por Krug et al. (1997) apresenta os dados

originais coletados pelos satélites NOAA-12 e NOAA-14 em junho e julho de 1995 e 1996, enquanto os dados da Tabela 2 daquele relatório correspondem aos dados tratados do NOAA-14 para o mês de agosto de 1995. O fato do procedimento de tratamento das imagens, nesses casos particulares, não ser automático (dependendo, portanto, do analista), pode acarretar inconsistências indesejáveis. Frente a esses problemas, o Comitê de Acompanhamento e Divulgação de Informações sobre Desflorestamento e Queimadas resolveu divulgar, a partir de 1996, somente os dados dos focos de calor detectados no início da noite, obtidos pelo satélite NOAA-12, após 15 de agosto. Entretanto, para fins de acompanhamento e controle ambiental, alguns órgãos dispuseram também de dados do satélite NOAA-14.

Em 1997, os dados AVHRR apresentaram falhas que foram associadas à problemas senilidade da estação de recepção dos dados do satélite NOAA instalada no INPE em Cachoeira Paulista. Essas falhas, que se distribuíram aleatoriamente na imagem, impossibilitaram a coleta de dados em algumas faixas da superfície. A partir de agosto, duas novas estações de recepção de dados NOAA foram implantadas pelo INPE: uma em Cachoeira Paulista (SP) e outra em Cuiabá (MT). O sistema operou em caráter experimental entre 12 e 20 de setembro. O funcionamento operacional da antena de Cachoeira Paulista foi iniciado em 21 de setembro. A operação conjunta das duas antenas AVHRR, assegurando cobertura total do território nacional somente se viabilizou a partir de maio de 1998, eliminando o problema de cobertura parcial e assegurando a coleta de dados para todo o território brasileiro.

5. Trabalhos Correlatos

Apesar do Brasil ter sido e ainda ser o pioneiro no uso de satélites na detecção operacional de queimadas, o uso desta tecnologia já havia sido estudado por alguns autores. Por exemplo, Matson et al. (1984) demonstraram que as imagens desses satélites têm grande potencial para detectar focos de calor de maneira rápida em áreas de grandes extensões, através da banda 3 ($3,55\text{--}3,93\mu\text{m}$). Malingreau (1984) e Malingreau et al. (1985) também descreveram o uso de dados AVHRR/NOAA-7 na detecção e mapeamento de incêndios ocorridos na Indonésia em 1982-83. Experiências na utilização de dados do AVHRR-NOAA são também reportadas por Rauste (1995), na Finlândia; Yagüe et al. (1995), na Espanha; Downey (1995) na Nicarágua, e Justice et al. (1996) na África.

Hoje já se encontra em desenvolvimento um projeto que objetiva fornecer a distribuição das queimadas, de maneira global, utilizando imagens AVHRR (IGBP, 1990; Malingreau e Grégoire, 1996), como contribuição à projetos relacionados à mudanças globais e ao estudo de emissões de gases de efeito estufa. Os primeiros mapas cobrindo queimadas em vários continentes foram recentemente produzidos e disponibilizados na Internet; entretanto, dados para a América do Sul ainda são praticamente inexistentes. Para o continente africano, o grupo de monitoramento da vegetação do *Joint Research Centre* de Ispra, Itália, vem produzindo análises temporais de focos de calor, também a partir de imagens AVHRR (Koffi et al., 1996). Um estudo quantitativo da dinâmica de queimadas, sob o ponto de vista global, foi pela primeira vez realizado por Dwyer et al. (1998).

Importante salientar também a existência do *FIRE Project*, desenvolvido no *Global Vegetation Monitoring (GVM) Unit* do Instituto de Aplicações Espaciais (*Space Applications Institute*) do *Joint Research Centre*. O projeto visa estabelecer uma visão global da ocorrência de queimadas no mundo; identificar padrões atípicos; entender o seu relacionamento com mudança de clima e práticas de uso da terra; e assessorar os impactos na química da troposfera e alterações de cobertura nos biomas florestais do mundo. Grégoire et al. (1998) apresentam alguns resultados sobre atividades de queimadas no Brasil, durante o mês de março de 1998.

Dados de queimadas obtidos pelo sensor europeu ATSR, que também opera na banda $3,7\mu\text{m}$, para todo o planeta, também já estão disponíveis, embora para o horário das 22:00 h local, e com cobertura repetitiva somente a cada três dias.

6. Validação

Desde a implantação do Sistema de Monitoramento de Queimadas, várias instituições usuárias têm confirmado em campo os dados obtidos pelo AVHRR-NOAA. Obviamente, o número excessivo de queimadas no país, assim como a sua dispersão, impedem que este procedimento seja adotado de forma contínua e abrangente.

A dissertação de mestrado em sensoriamento remoto de Pereira Jr. (1992), no INPE, objetivou testar a validade da metodologia de detecção, localização e quantificação de focos de calor em região de cerrados com o sensor AVHRR dos satélites NOAA (NOAA-11), a partir de calibração obtida com o sensor TM-Landsat, de maior resolução espacial, a bordo do satélite Landsat. A região escolhida representa a de

maior dificuldade de estudo, face à ocorrência de reflexão solar e presença de solos expostos. As conclusões do trabalho (Pereira Jr. e Setzer, 1996) indicaram a adequação do uso de imagens AVHRR ao monitoramento quantitativo de focos de calor na região dos cerrados, principalmente em função das limitações técnicas e econômicas de métodos mais precisos. Na comparação com os dados TM-Landsat, os autores concluem que o número de focos de calor na área de estudo foi subestimado pelo sensor AVHRR em 26%, e que queimadas com tamanho menor que o pixel AVHRR foram detectadas pelo sensor.

Em meados de outubro de 1998, foram realizados sobrevôos com a aeronave Bandeirante do INPE, para confirmação dos focos de calor detectados nas imagens AVHRR do NOAA-12. Foram selecionados vinte focos de calor nos estados de Rondônia e Mato Grosso, próximos ao trajeto do avião do INPE que se encontrava na região para atividades diversas.

As coordenadas das queimadas geradas pelo sistema de detecção do INPE foram passadas aos pilotos que, com o auxílio de navegador GPS, dirigiram o avião ao local indicado até 48 horas após a detecção. O terreno foi filmado com câmara digital. Todos os vinte focos de calor foram confirmados como queimadas.

7. Estimativa de Área Queimada

Em geral, os dados de satélites meteorológicos possuem baixa resolução espacial e, no caso do AVHRR, esta é da ordem de 1,1 km. Entretanto, o fato de um pixel ter baixo valor de nível de cinza e, portanto, ser associado a um foco de queimada, não implica, necessariamente que a área atingida é de 1,21 km². Uma área de queimada ativa, consideravelmente menor que esta, pode saturar um pixel, o qual será computado como pixel associado à queimada. Assim, o número total de pixels associado à queimadas, se multiplicado pelo tamanho do pixel (que corresponde, no nadir, a uma área de 1,21 km²) pode levar a estimativas grosseiras da área afetada pela queimada, caso ela tenha pequenas dimensões.

Caetano et al. (1995) reportaram alguns problemas relacionados à estimativa da extensão de área queimada utilizando dados diurnos do sensor AVHRR. Esses problemas foram consequência, principalmente, da confusão entre áreas queimadas, solo exposto, áreas cobertas por vegetação baixa e áreas urbanas, e à grande área de cada pixel (1.1 km x 1.1 km), que integra áreas queimadas e não queimadas,

dificultando a determinação do percentual da área de cada pixel correspondente à queimada.

Outros sistemas com resolução mais refinada, como o TM-Landsat (30 m), podem ser utilizados para delimitar e mapear áreas queimadas. Entretanto, como este satélite tem tempo de revisita igual a 16 dias, não há como garantir o imageamento de todas as áreas afetadas por queimadas próximo à sua data de ocorrência. Assim, caso haja precipitação (ou fortes ventos) entre a data de ocorrência da queimada e a data de passagem do satélite sobre a área afetada, a resposta espectral da queimada pode ser alterada, (pela regeneração da vegetação, diminuição na densidade de cinzas etc.), provocando a sua não identificação na imagem. Esta constatação foi apresentada por Pereira Jr. (1992) e Pereira Jr. e Setzer (1996), em seus estudos em região de cerrado.

Segundo Setzer et al. (1994), as imagens do AVHRR-NOAA são úteis para identificar focos de calor numa base rotineira e apropriadas para uso operacional em tempo quase-real para identificar e localizar queimadas. Entretanto, são de uso limitado para estimar a área queimada ou a temperatura do fogo. Esta limitação já havia sido discutida por Robinson (1991).

8. Incidência de Focos de Calor em 1998

As tabelas, gráficos e figuras a seguir apresentam e ilustram dados relevantes à análise dos focos de calor detectados no período de junho a novembro de 1998, a partir das imagens AVHRR recebidas e processadas pelo INPE.

A Tabela 1 apresenta o número de focos de calor detectado pelos satélites NOAA-14 e NOAA-12 durante os meses de junho e julho de 1998. Nesta tabela, tomando como exemplo o estado do Mato Grosso, os números relacionados na primeira coluna indicam a detecção de 2.198 focos de calor em junho/98, sendo que o estado não apresentou nenhum dia sem imageamento, foi parcialmente imageado em 17 dias e totalmente imageado em 13 dias.

A diferença observada entre o número de focos de calor detectado pelo satélite NOAA-14, relativo ao NOAA-12, deve-se aos diferentes horários de passagem (ver Tabela 4).

A Tabela 2 apresenta o número de focos de calor computado a partir de agosto de 1998, utilizando os dados fornecidos à tarde pelo satélite NOAA-12. O desdobramento dos dados relativos ao mês de agosto em duas colunas (agosto A e B)

deve-se ao fato de que no ano de 1995, as informações do satélite NOAA-14 foram utilizadas somente até 14 de agosto, sendo sucedidas pelo NOAA-12. Desde então, esta subdivisão vem sendo mantida para permitir estudos temporais comparativos.

A Tabela 3 apresenta o número total de focos de calor detectado no período de 01/junho a 30/novembro de 1998. As informações correspondem ao processamento dos dados obtidos diariamente no início da noite pelo satélite NOAA-12 somente. A tabela indica também as estatísticas relacionadas aos dias não imageados (NI), parcialmente imageados (PI), e totalmente imageados (TI) pelo satélite, no período. O não imageamento, ou o imageamento parcial, deve-se à faixa geográfica coberta pela imagem em relação ao país.

A Figura 1 apresenta o mapa da distribuição do total de focos de calor no país, no período de junho a novembro de 1998, com o satélite NOAA-12 no início da noite.

Os mapas com dados mensais acumulados de ocorrência de focos de calor em células de 0,25 grau em latitude e longitude, obtidos a partir dos dados de uma grade que cobre todo o país, são apresentados no Anexo I. As diferenças observadas entre os totais indicados nesses mapas e os correspondentes totais nas tabelas apresentadas neste relatório devem-se ao fato de algumas células transcenderem os limites internacionais, contabilizando alguns focos de calor de países vizinhos, e/ou ao fato de não expressarem os totais do mês completo.

Algumas considerações sobre os dados adquiridos em 1998, com a operação das duas novas antenas de recepção de dados NOAA adquiridas pelo INPE, são feitas a seguir (Pereira, 1998):

- Durante a campanha de 98 (a partir de junho), os dados constantes neste relatório referem-se à melhor passagem adquirida no dia pela estação localizada em Cuiabá; a estação de Cuiabá abrange a região do território localizada a oeste de 65° W longitude e ao norte de 2° de latitude sul. Essas áreas situam-se fora dos limites de cobertura confiável da estação de recepção de Cachoeira Paulista (fonte única de dados até 1997). Assim, os relatórios mensais de 1998 contemplam um expressivo aumento da área imageada, afetando, conseqüentemente, o número total de focos de calor detectados neste ano;
- As diferenças de cobertura estão relacionadas aos estados do Acre, Roraima e Amapá, e região norte e noroeste da Amazônia;
- Ressalta-se que o uso da estação de recepção de dados NOAA instalada em Cachoeira Paulista (SP), na campanha de 1998, somente foi realizada no caso de

ocorrências esporádicas de falha da estação localizada em Cuiabá (MT) ou para fins de comparação entre os dados obtidos a partir das duas estações. Essas ocorrências não superaram 10% do número total de passagens;

- A decisão operacional de preservar os procedimentos operacionais de imageamento (a melhor passagem) em 1998, deveu-se ao fato de que a nova versão do software de Queimadas (que realiza o mosaico da passagem durante toda a campanha) esteve sendo submetido a testes de *integração* e *depuração*.

Focos de calor

Acumulado durante os meses
junho a novembro de 1998
NOAA12 - passagem as 21GMT

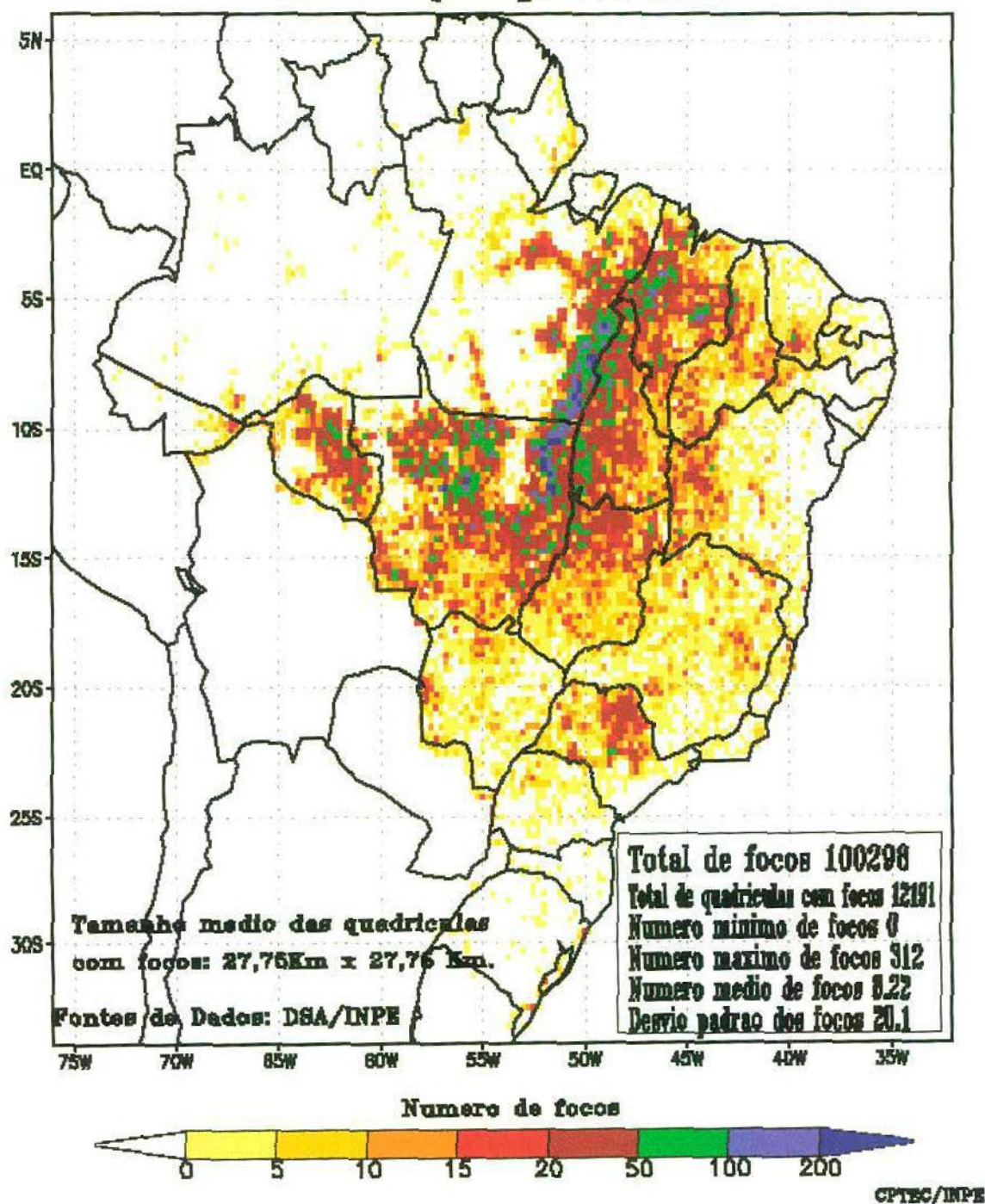


Figura 1 – Mapa dos totais de focos de calor no país, por estado, no período de junho a novembro de 1998, detectados pelo NOAA-12.

Tabela 1. Número de focos de calor detectado pelos satélites NOAA-12 (início da noite) e NOAA-14 (período da tarde) em junho e julho de 1998, e número de dias não imageados, parcialmente imageados e totalmente imageados associados, respectivamente.

SATÉLITE	NOAA-12				NOAA-14			
ESTADO/MÊS	JUNHO		JULHO		JUNHO		JULHO	
ACRE	01	18,09,03	07	24,07,00	02	17,12,01	28	22,08,01
ALAGOAS	00	20,02,08	00	15,05,11	00	19,03,08	00	16,05,10
AMAPÁ	00	08,07,15	00	02,12,17	00	04,12,14	00	06,05,20
AMAZONAS	02	00,27,03	44	00,31,,00	29	00,29,01	270	01,29,01
BAHIA	55	10,10,10	199	04,12,15	796	06,13,11	2168	02,16,13
CEARÁ	01	17,04,09	22	14,04,13	85	16,03,11	3320	14,04,13
D. FEDERAL	02	05,02,23	15	02,04,25	23	02,04,24	108	03,01,27
ESPÍRITO SANTO	06	12,02,16	33	07,04,20	47	10,03,17	44	05,04,22
GOIÁS	179	00,14,16	544	00,13,18	651	00,11,19	2522	00,09,22
ILHA MARAJÓ	00	10,02,18	00	04,06,21	01	06,05,19	00	03,06,22
MARANHÃO	80	09,08,13	258	04,10,17	1338	06,10,14	3954	03,13,15
MATO GROSSO	2198	00,17,13	3352	03,15,13	5350	02,14,14	14103	04,15,12
M. G. DO SUL	82	03,08,19	297	06,10,15	365	04,07,19	1761	07,07,17
MINAS GERAIS	72	00,18,12	229	00,17,14	314	00,18,12	1558	00,16,15
PARÁ	59	00,22,08	643	00,19,12	369	01,21,08	2105	01,16,14
PARAÍBA	03	20,04,06	00	16,05,10	03	19,03,08	119	17,05,09
PARANÁ	38	00,11,19	59	04,08,19	131	02,06,22	286	04,06,21
PERNAMBUCO	01	16,08,06	05	12,09,10	13	15,07,08	09	14,08,09
PIAUI	48	11,06,13	160	06,08,17	592	10,06,14	2328	05,09,17
RIO DE JANEIRO	03	07,05,18	22	03,04,24	13	06,04,20	25	02,05,24
R. G. DO NORTE	02	20,04,06	04	16,05,10	21	19,03,08	87	18,04,09
R. G. DO SUL	00	03,09,18	00	06,11,14	27	05,08,17	14	07,09,15
RONDÔNIA	26	11,08,11	192	16,08,07	92	11,09,10	721	14,10,07
RORAIMA	00	14,04,12	01	14,06,11	01	15,04,11	00	13,08,10
S. CATARINA	00	01,09,20	00	05,06,20	54	02,06,22	11	04,06,21
SÃO PAULO	456	00,14,16	582	00,14,17	309	00,13,17	586	00,10,21
SERGIPE	00	20,00,10	00	15,03,13	00	16,03,11	00	13,04,14
TOCANTINS	261	04,07,19	648	01,09,21	2074	02,10,18	7054	01,09,21
TOTAL	3.575		7.316		12.700		43.181	

Tabela 2. Número de focos de calor computado de agosto a novembro de 1998, utilizando os dados do satélite NOAA-12 no início da noite, e correspondentes números de dias não imageados, parcialmente imageados e totalmente imageados no mês, respectivamente.

SATÉLITE	NOAA-12									
ESTADO / MÊS	AGOSTO A		AGOSTO B		SETEMBRO	OUTUBRO		NOVEMBRO		
	(01-14/08)		(15-31/08)							
ACRE	00	12,02,00	10	12,05,00	229 16,09,05	05	20,10,01	00	22,08,00	
ALAGOAS	00	07,02,05	00	09,02,06	03 22,03,05	09	19,04,08	09	17,03,10	
AMAPÁ	00	04,05,05	01	01,04,12	18 07,07,16	38	08,07,16	135	03,12,15	
AMAZONAS	29	02,12,00	138	00,17,00	185 00,27,03	58	00,30,01	14	01,29,00	
BAHIA	134	04,03,07	550	03,07,07	1649 11,11,08	1414	07,12,12	32	14,10,06	
CEARÁ	11	07,02,05	02	09,02,06	57 19,05,06	244	17,04,10	286	15,05,10	
D. FEDERAL	06	03,00,11	42	01,01,15	20 07,02,21	03	04,03,24	00	04,00,26	
E.SANTO	11	04,02,08	25	05,02,10	54 13,03,14	20	11,03,17	04	08,04,18	
GOIÁS	273	02,06,06	2093	00,07,10	2776 01,11,18	1037	00,13,18	54	01,13,16	
ILHA MARAJÓ	00	03,03,08	00	03,00,14	04 09,06,15	17	09,05,17	05	22,04,04	
MARANHÃO	376	03,05,06	666	03,05,09	2434 10,09,11	4059	07,10,14	2064	06,09,15	
M. GROSSO	2319	04,05,05	12303	00,09,08	10302 01,16,13	2582	01,17,13	208	03,15,12	
M.G. SUL	17	05,04,05	203	02,06,09	400 01,09,20	556	03,10,18	293	06,08,16	
M. GERAIS	125	02,08,04	689	00,09,08	1342 02,16,12	827	01,16,14	34	01,17,12	
PARÁ	1431	02,09,03	5316	00,10,07	5754 00,21,09	3375	02,21,08	1843	02,20,08	
PARAÍBA	00	07,02,05	01	09,04,04	11 22,03,05	41	19,05,07	31	17,04,09	
PARANÁ	07	04,03,07	33	00,06,11	57 01,08,21	57	01,09,21	149	03,08,19	
PERNAMBUCO	00	07,02,05	07	07,06,04	20 18,07,05	142	15,09,07	75	14,06,10	
PIAUI	228	04,03,07	361	04,05,08	904 12,08,10	1571	10,07,14	229	07,08,15	
R. JANEIRO	03	02,03,09	17	02,03,12	35 08,06,16	05	08,05,20	06	04,05,21	
R.G. NORTE	00	07,02,05	00	10,03,04	10 22,03,05	06	19,05,07	29	17,04,09	
R.G. SUL	00	06,03,05	08	02,06,09	65 01,08,21	163	03,11,17	30	06,09,15	
RONDÔNIA	119	09,03,02	1403	08,04,05	2744 08,09,13	275	13,08,10	02	14,08,08	
RORAIMA	00	08,01,05	00	07,03,07	02 08,07,15	01	17,04,10	01	14,05,11	
S. CATARINA	00	04,03,07	00	02,03,12	06 01,07,22	04	01,08,22	20	04,07,19	
SÃO PAULO	163	02,05,07	417	00,07,10	535 00,12,18	416	00,14,17	483	01,13,16	
SERGIPE	00	07,01,06	00	09,02,06	00 22,01,07	00	18,03,10	05	17,02,11	
TOCANTINS	635	02,04,08	3057	01,04,12	4545 05,08,17	1595	03,08,20	01	01,09,20	
T. MENSAL	5.887		27.342		34.161	18.520		6.042		

Tabela 3. Número total de focos de calor no período compreendido entre 01/junho a 30/novembro de 1997 e 1998, estimado a partir dos dados do satélite NOAA-12 no início da noite, e relação dos dias não imageados (NI), parcialmente imageados (PI) e totalmente imageados (TI) no período.

ANO	1997				1998			
ESTADO	TOTAL	NI	PI	TI	TOTAL	NI	PI	TI
ACRE	43	142	41	00	252	79	50	54
ALAGOAS	72	114	20	49	21	98	21	64
AMAPÁ	02	134	49	00	192	58	54	71
AMAZONAS	382	96	87	00	470	01	173	09
BAHIA	1693	60	55	68	4033	53	65	65
CEARÁ	249	104	28	51	623	89	26	68
D. FEDERAL	20	46	07	130	88	71	12	100
ESP. SANTO	187	71	22	90	153	80	20	83
GOIÁS	2299	28	69	86	6956	34	77	72
ILHA MARAJÓ	10	100	62	21	26	76	26	81
MARANHÃO	6825	62	56	65	9937	61	56	66
M. GROSSO	18404	36	107	40	33264	31	94	58
M.G. DO SUL	1697	50	51	82	1848	44	55	84
M. GERAIS	2444	26	95	62	3318	28	101	54
PARÁ	16147	37	143	00	18421	21	122	40
PARAÍBA	49	114	25	44	87	96	27	60
PARANÁ	322	39	43	101	400	44	53	86
PERNAMBUCO	260	97	41	45	250	81	47	55
PIAUÍ	1405	66	40	77	3501	70	45	68
R. JANEIRO	202	48	27	108	91	67	31	85
R.G. NORTE	10	116	23	44	51	96	26	61
R.G. SUL	24	54	61	68	266	27	57	99
RONDÔNIA	1660	103	64	16	4761	64	48	71
RORAIMA	01	179	04	00	05	77	30	76
S.CATARINA	24	41	38	104	30	47	43	93
SÃO PAULO	2456	27	68	88	3052	34	79	70
SERGIPE	20	112	13	58	05	99	12	72
TOCANTINS	3825	35	54	94	10742	54	49	80
TOTAL ANO	63.711				102.843			

Os dados da Tabela 3 indicam que aproximadamente 95% do total de focos de calor detectados no período de 01 de junho a 30 de novembro de 1998 concentrou-se nos estados de Mato Grosso (MT), Pará (PA), Tocantins (TO), Maranhão (MA), Goiás (GO), Rondônia (RO), Bahia (BA), Minas Gerais (MG), Piauí (PI) e São Paulo (SP); em 1997, esses estados foram responsáveis por aproximadamente 90% do total observado no mesmo período.

A Tabela 4 apresenta um resumo dos totais, por satélite (e seus respectivos horários aproximados de passagem), no período compreendido entre junho e novembro de 1995 a 1998. Dados dos NOAA-11 e NOAA-10, para o ano de 1994, também são apresentados.

Tabela 4. Resumo dos totais, por satélite utilizado (e seus respectivos horários aproximados de passagem), no período compreendido entre junho e novembro de 1994, 1995, 1996, 1997 e 1998.

SATÉLITE	ANO/HOR	JUNHO	JULHO	AGOSTO	SETEMB.	OUTUBRO	NOVEMB.	TOTAL
NOAA-12	1995 19:00h	N.O.	N.O.	15.843 (15-31/08)	14.740	7.409	1.786	39.778
NOAA-12	1996 19:00h	1.075	3.300	4.225 (01-14/08) 8.551 (15-31/08)	16.371	4.786	2.236	31.944
NOAA-12	1997 19:30h	812*	3.598*	4.761* (01-14/08) 12.781* (15-31/08)	20.469*	14.026	4.264	60.711
NOAA-12	1998 19:30h	3.575	7.316	5.887 (01-14/08) 27.342 (15-31/08)	34.161	18.520	6.042	102.843**
NOAA-14	1995 13:30h	10.523	42.442	61.061 (01-14/08)	N.O.	N.O.	N.O.	
NOAA-14	1996 13:30h	10.274	51.110	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	
NOAA-14	1997 15:00h	7.265*	28.949*	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	
NOAA-11 ou NOAA-10	1994 17:30h	1.856	8.528	60.988	33.699	12.119		
		NOAA-11 (até 14/08) e NOAA-10 (de 15/08 a 30/11)						

N.O. Não Observado

*Observação: os dados coletados até 20 de setembro pela antena NOAA instalada em Cachoeira Paulista apresentaram problemas (vide texto) que podem ter impedido a observação total da superfície terrestre, no período considerado. Com a aquisição de duas novas antenas NOAA pelo INPE, e sua operacionalização a partir de 20 de setembro, este problema foi solucionado.

**A partir de maio/1998 a estação de recepção de dados AVHRR/NOAA instalada em Cuiabá passou a fornecer dados em área não anteriormente imageada (norte e noroeste da Amazônia). Assim sendo, é desaconselhada qualquer iniciativa de comparação dos dados deste ano com anos anteriores. Notar também que os dados de 1997 apresentaram problemas que levaram à subestimação do total de focos de calor no país naquele ano.

9. Considerações da Metodologia Utilizada na Detecção de Focos de Calor

Apesar da banda 3 do sensor AVHRR-NOAA ter sido apontada por muitos como apropriada à detecção de queimadas, seu uso, assim como a metodologia adotada pelo INPE, devem ser considerados frente às limitações existentes e insuperáveis (Setzer, 1993). Como principais limitações citam-se: o fato de que somente queimadas ativas por ocasião da passagem do satélite podem ser detectadas, o fato de que a detecção se refere apenas a frentes de fogo com mais de 50 metros; a impossibilidade de observação de queimadas devido a presença de nuvens; a não detecção de queimadas cobertas por dosséis; o problema de reflexão solar em alguns períodos e regiões durante o período da tarde; a impossibilidade de se obter estimativas exatas e confiáveis da área afetada pelas queimadas; e a impossibilidade de se obter informações entre passagens consecutivas dos satélites.

Entretanto, conforme já enfatizado, o sistema apresenta vantagens, como por exemplo, o fato da existência de uma metodologia de detecção regular e uniforme; a disponibilidade de, no mínimo, quatro imagens diárias; a possibilidade de cobertura de áreas de poucos a milhões de km²; o acesso irrestrito e sem custo às imagens de satélite; a localização apropriada de queimadas, para fins operacionais; a obtenção e distribuição rápida de dados de localização de queimadas; a disponibilidade de elaboração e aplicação simples; o fato de atender as necessidades específicas de diferentes usuários; e o baixo custo dos produtos.

10. Reflexo dos Efeitos Meteorológicos no Número de Queimadas em 1997

Neste ano, através de um convênio entre o INPE e o IBAMA, com a participação da ANEEL, teve início um sistema de monitoramento de queimadas na região do arco do desflorestamento da Amazônia, na região de maior concentração de atividade antropogênica. Este sistema foi denominado Programa de Monitoramento de Queimadas, Prevenção e Controle de Incêndios Florestais no Arco do Desflorestamento na Amazônia – PROARCO.

Os impactos ambientais, bem como as mudanças climáticas nas diversas escalas espaço-temporais, causadas a partir da queima de biomassa (floresta e cerrado), levam à necessidade de um monitoramento, já que são importantes fontes de emissão de CO₂, NO_x, CH₄ e aerossóis para a atmosfera. A maior parte das queimadas na Amazônia

está localizada na zona de transição entre o cerrado e a floresta (Negreiros et. al., 1996). Os principais fatores responsáveis pela inflamabilidade nessas regiões estão associados à baixa umidade relativa, altas temperaturas, e à estrutura da vegetação. Estima-se que neste último século o aumento de gases emitidos para a atmosfera, gerados a partir das queimadas, aumentaram em cerca de 30% (Setzer e Pereira, 1991). Nos últimos anos, pesquisadores concentraram-se em estudos sobre as causas e consequências das queimadas tropicais, associando variáveis meteorológicas a produtos gerados a partir de satélites (Ulh et al., 1990; Skole e Tucker, 1993; Nobre et al., 1991).

O INPE/CPTEC, juntamente com o INPE/DPI desenvolveu um sistema de monitoramento de focos de calor a partir de dados do canal termal das imagens do NOAA-12 e NOAA-14, recebidas pela Divisão de Satélites Ambientais (INPE/DAS) em Cuiabá (MT) e Cachoeira Paulista (SP). As informações de tempo e clima geradas pelo CPTEC, precipitação estimada por satélite e precipitação observadas, foram utilizadas para a geração de mapas, com áreas de precipitação inferior a 5mm nos últimos 10 dias, que auxiliam na análise de ocorrência de queimadas. Além desses dados, utilizou-se também dados de temperatura máxima diária e umidade relativa. Este monitoramento, que teve início no mês de junho, demonstrou que a região de Mato Grosso e Tocantins (regiões de cerrado) foram as que apresentaram maior inflamabilidade.

O fenômeno *El Niño*, que contribuiu com a ocorrência de queimadas no ano de 1997, teve seu término em julho de 1998. Portanto, no início do monitoramento de queimadas do INPE (junho), o fenômeno já estava em fase terminal e, portanto, não contribuiu significativamente para um maior número de queimadas.

De maneira geral, os meses de junho e julho de 1998 foram mais secos que os mesmos meses em 1997, o que contribuiu para um maior número de queimadas. Já o mês de agosto de 1998 teve mais chuvas no Brasil Central que em 1997. Em setembro, as precipitações em Mato Grosso e sul do Pará estiveram bem abaixo da média climatológica, o que contribuiu para aumentar o número de queimadas. A partir da Segunda quinzena de outubro, começaram a ser observadas as primeiras chuvas no Brasil Central, fazendo com que o número total de queimadas diminuísse no mês de novembro.

Evolução mensal:

▪ **Junho**

O mês de junho apresentou um número significativo de queimadas principalmente nos estados de Mato Grosso, Tocantins e São Paulo. A baixa umidade do ar, as altas temperaturas máximas (superiores a 30°C no Brasil Central) e a baixa quantidade ou a ausência de precipitação nesta região (que são fatores que contribuem para baixa concentração de umidade no solo e estresse hídrico na vegetação), contribuíram para o total de queimadas neste mês.

▪ **Julho**

Em julho houve aumento do número de queimadas com relação ao mês de junho. Os estados com maior incidência de focos de calor foram Mato Grosso, Tocantins, Goiás e São Paulo. Neste mês, houve um aumento das temperaturas máximas (superiores a 32°C) no Brasil Central. Este fator, aliado à ausência de precipitação em praticamente todo o Brasil Central, e à baixa umidade do ar, contribuiu para o aumento no número de queimadas.

▪ **Agosto**

O número observado de focos de calor no mês de agosto foi quatro vezes maior do que o verificado em julho. Tal incremento reflete a intensificação das práticas de uso do fogo, que normalmente ocorrem no período de estiagem na maior parte do país. Durante este mês, a ocorrência de precipitação esteve abaixo da média em algumas áreas do território nacional. Este déficit de precipitação, associado a outros fatores, tais como baixa umidade relativa e altas temperaturas máximas (que em algumas regiões excederam 35°C – média mensal), contribuíram para o aumento do número de queimadas no período.

▪ **Setembro**

A observação indicou um total de 33.613 focos de calor no território brasileiro no mês de setembro. Este valor foi cerca de 5% maior do que o verificado em agosto (32.112). Durante este mês, a ocorrência de precipitação foi abaixo da média, e algumas áreas apresentaram uma deficiência significativa de chuvas, em relação ao esperado. A precipitação associada a outros parâmetros, tais como, a baixa umidade

relativa do ar (que, em algumas regiões de Mato Grosso, Tocantins e Goiás esteve em torno de 25% ou menos), altas temperaturas máximas, com consequente diminuição da umidade do solo e maior estresse hídrico da vegetação, contribuíram para o aumento do número de queimadas no período. O mapa de queimadas indica, em particular, significativas concentrações de focos de calor nos estados de Mato Grosso e sudeste do Pará, assim como nos estados de Tocantins e Rondônia.

- **Outubro**

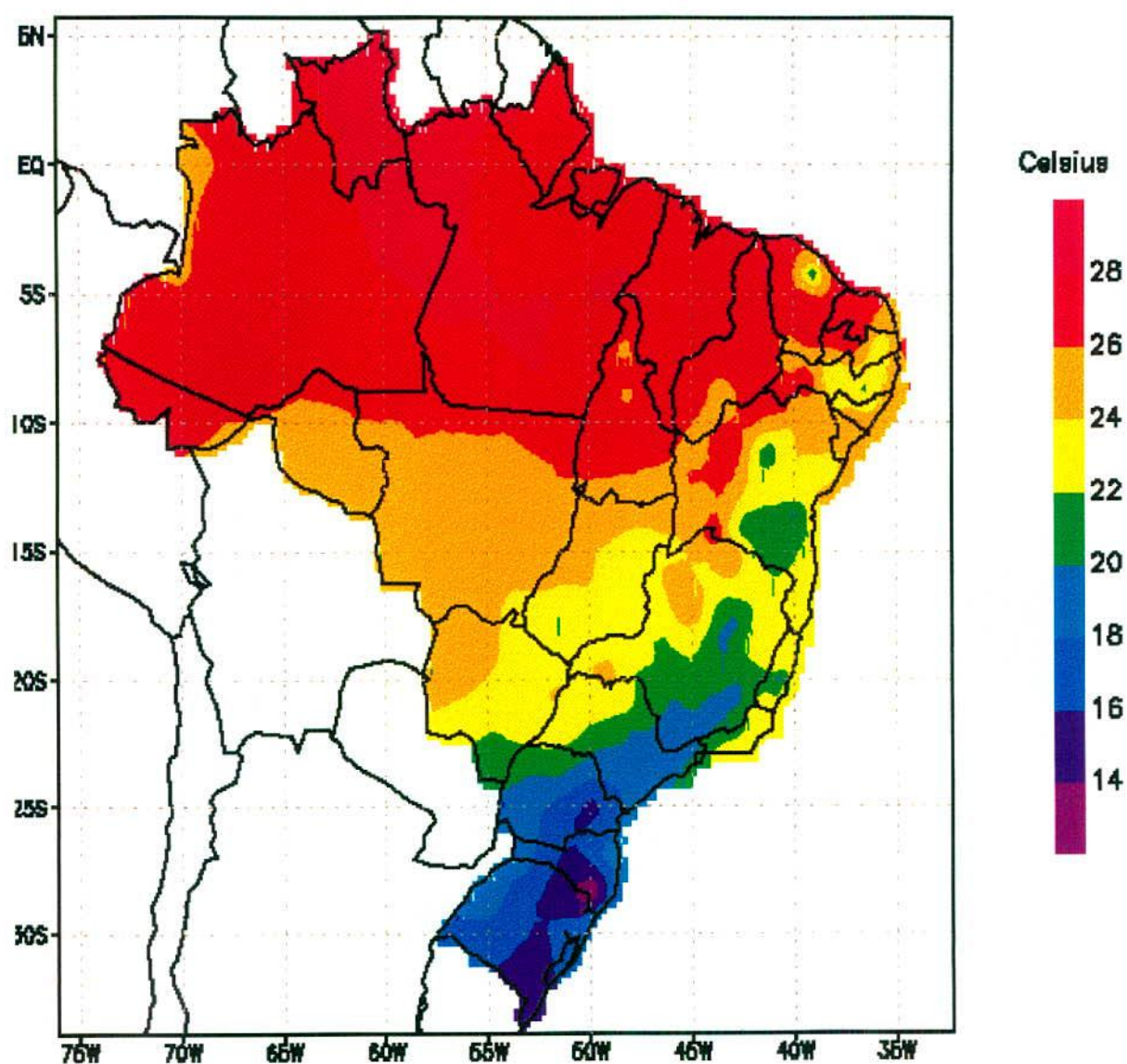
No mês de outubro, o número de focos de calor em todo o território nacional totalizou 18.636. Observa-se uma diminuição no número de focos, principalmente no final do mês, devido ao início das chuvas. Os estados que apresentaram maior incidência de focos foram o Pará, Maranhão, Piauí e Tocantins. As temperaturas máximas, nessas regiões, superaram 35°C (média mensal).

- **Novembro**

No último mês de monitoramento de queimada do INPE, observou-se uma grande diminuição do número de focos de calor. O total observado no mês de novembro foi 5.823 e as maiores concentrações ocorreram em Pará, Maranhão, Ceará, Piauí e São Paulo. A diminuição do número total de focos de calor foi consequência do aumento de nebulosidade e precipitação, principalmente no Brasil Central, fazendo com que a umidade do ar e as temperaturas máximas diminuíssem, apresentando média mensal em torno de 32°C.

As Figuras 3 e 4 fornecem os mapas com as anomalias de temperatura e precipitação, respectivamente, representativos do período compreendido entre 01 de junho e 30 de novembro.

Temperatura Média Junho a Novembro 1997

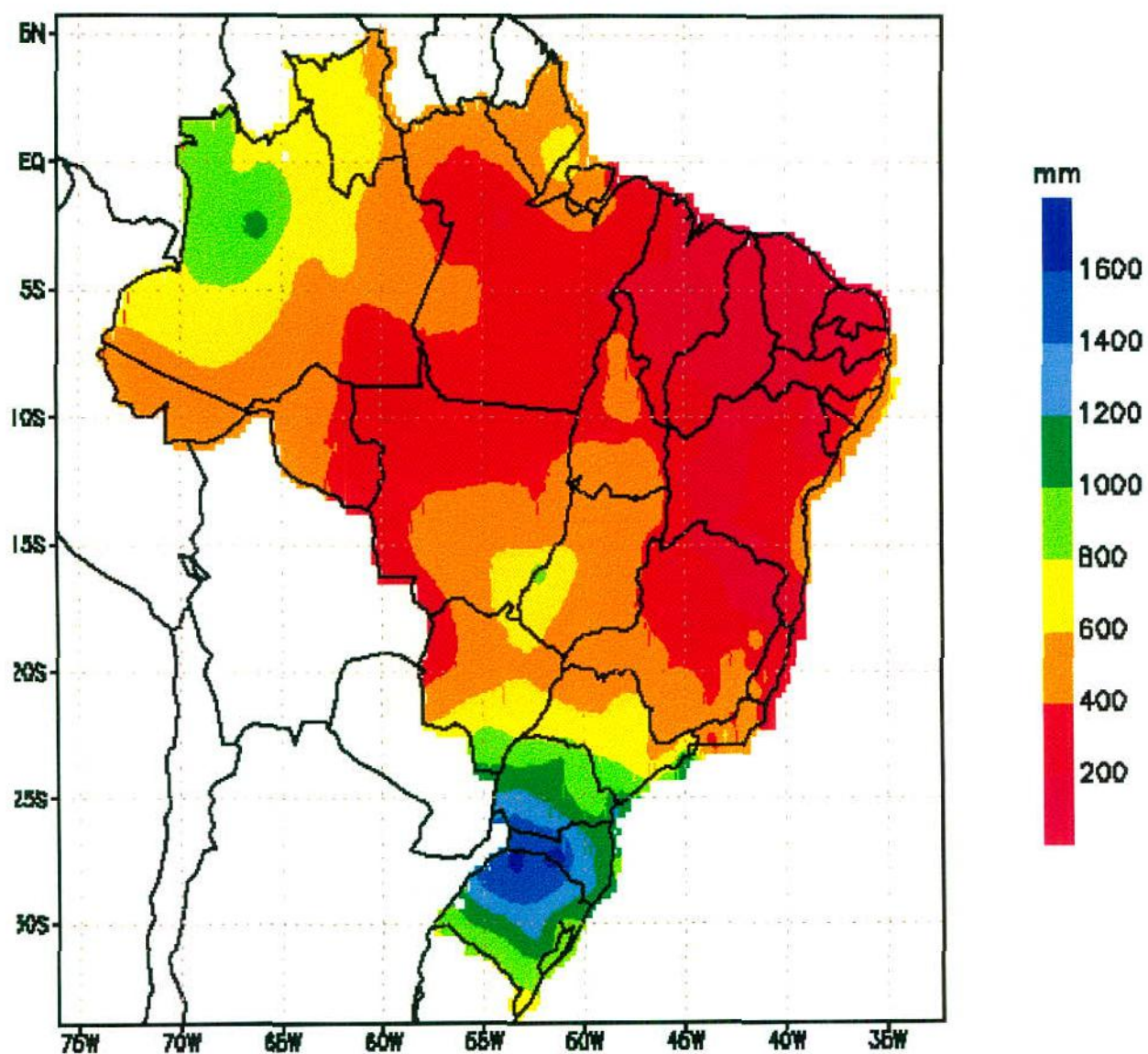


Fonte de dados: INMET

Elaboração: CPTEC/INPE

Figura 3. Mapa de temperaturas médias (em °C) para o período de 01/junho a 30/novembro/1998.

Precipitacao Acumulada Junho a Novembro 1997



Fonte de dados: INMET

Elaboracao: CPTEC/INPE

Figura 4. Mapa de precipitação acumulada (em mm) para o período de 01/junho a 30/novembro/1998.

11. Conclusão

O número de focos de calor verificado em 1998, da ordem de 100.000, deve ser analisado com cautela, devido aos seguintes fatores: (1) entrada em operação, a partir de maio, de duas novas antenas NOAA, que fornecem maior cobertura do território nacional. Até 1997, os dados dos satélites NOAA não cobriam parte do extremo norte e noroeste da Amazônia; e (2) os dados de 1997, devido a senilidade da antena que operou até aquele ano, apresentaram ruídos sistemáticos que impediam a observação da superfície terrestre, em algumas regiões localizadas. Este problema afetou os dados no período de junho a meados de setembro de 1997.

Desta forma evitou-se, neste relatório, qualquer tipo de comparação com dados de anos anteriores.

Este ano, em adição ao Sistema de Detecção de Queimadas em operação no Instituto desde 1988, e que fornecia ao IBAMA as localizações geográficas dos focos de calor detectados pelos satélites NOAA em operação, o INPE implantou um Sistema de Monitoramento de Focos de Calor na Região do Arco do Desflorestamento da Amazônia, como resultado do projeto PROARCO (Programa de Prevenção e Controle às Queimadas e aos Incêndios Florestais no Arco do Desflorestamento), desenvolvido pelo IBAMA com recursos do Banco Mundial. Em adição à localização dos focos de calor, o sistema fornece também a persistência dos focos no tempo (quatro passagens diárias), qual o tipo de cobertura da terra afetado, onde se localizam as áreas críticas sob o ponto de vista de ausência de precipitação e estresse da vegetação, além de vários outros dados relevantes aos órgãos de controle e fiscalização. Este sistema permitiu que, em 1998, várias queimadas fossem controladas antes de poderem se tornar uma ameaça à formações florestais próximas, impedindo que um evento tal como o verificado em Roraima se repetisse na região do arco do desflorestamento.

O Projeto PROARCO teve origem após o incêndio de Roraima, demonstrando um esforço concentrado do governo brasileiro em propor mecanismos para auxiliar as ações de prevenção, fiscalização e controle das queimadas e combate aos incêndios florestais na região do arco do desflorestamento (IBAMA, 1998).

Desde forma, através do PROARCO, proporcionou-se ao IBAMA informações mais completas sobre a ocorrência de queimadas que permitiram maior eficiência na tomada de decisões daquele órgão.

Os números de focos de calor apresentados para 1998 confirmam que a prática

de queima de vegetação continua intensa no País, indicando constante, flagrante e generalizada contravenção à legislação ambiental vigente. Em particular, o cinturão de atividades agrícolas, agropecuárias e florestais no sul da Amazônia, que corresponde ao sul do Maranhão e do Pará, norte de Tocantins e de Mato Grosso, e Rondônia, concentram as ocorrências de queimadas.

O número de queimadas detectadas pelo NOAA-12 no início da noite mostrou-se significativamente abaixo daquele do NOAA-14, no meio da tarde (Tabela 1). Esta diferença reflete a natureza antrópica das queimadas, iniciadas em geral no início da tarde, quando as condições de combustão são mais favoráveis. Distribuição temporal semelhante foi também obtida a partir de observações de satélites geoestacionários em imagens de resolução pior que do AVHRR.

O sensor AVHRR dos satélites meteorológicos da série NOAA continuam sendo a única ferramenta disponível para o monitoramento diário das queimadas no Brasil. Apesar de não ter sido projetado para esta finalidade, e de apresentar inúmeras limitações na sua detecção, o AVHRR fornece informações consistentes de todo o extenso território nacional.

12. Agradecimentos

Este trabalho contou com a colaboração de M. N. Barbosa, Diretor do INPE e do pesquisador Sérgio de Paula Pereira, da Divisão de Satélites Ambientais. Agradecemos ainda bióloga H. França, bolsista da Fapesp no INPE, pela imagem TM-Landsat da capa.

13. Referências Bibliográficas

- Andreae, M. et al. Biomass burning emissions and associated haze layers over Amazonia. *J.Geophys.Res.*,93, D2,1509-1527. 1988.
- Caetano, M.; Mertes, L.; Cadete, L.; Pereira, J. Assessment of AVHRR data for characterizing burned areas and post-fire vegetation recovery. In: *Int. Workshop on Rem. Sensing and GIS Applic. to Forest Fire Manag.* Univ.of Alcalá de Henares, Spain, 7-9 Sept., 1995. pp.49-52.
- Crutzen, P.J.; Andreae, M.O. Biomass burning in the tropics: impact on atmospheric chemistry and biogeochemical cycles. *Science*, 250:1669-1678. 1990.
- Dias, B.F.S.; Miranda, H.S. Prefácio. Impactos de queimadas em áreas de cerrado e restinga. In: *Simp. sobre os Ecossistemas e Mudanças Globais*, 6-11 out. 1996. Anais. Brasília, D.F., 1996.
- Downey, I.D.; Ceccato, P.; Flasse, S.P.; Trigg, S.N.; Williams, J.B. Real time monitoring of active forest fires for better natural resource management in developing countries. In: *Int. Workshop on Rem. Sensing and GIS Applic. to Forest Fire Manag.* Univ.of Alcalá de Henares, Spain, 7-9 Sept., 1995. pp.22-26.
- Eva, H.; Flasse, S. Contextual and multiple-threshold algorithms for regional active fire detection with AVHRR data. *Remote Sensing Reviews*, 14:333-351, 1996.
- Fernandes, A.E.. Sistema computacional de detecção de queimadas através de imagens AVHRR-NOAA. Dissertação de Mestrado, INPE, S.J.Campos, 83 pp.Fev/1996.
- Figueiredo, H.B. O papel do IBAMA na implementação do Sistema Nacional de Prevenção e Combate aos Incêndios Florestais. In: *Seminário Nacional sobre Incêndios Florestais e Queimadas*, 1., 6-10 abril 1992. Conclusões. Brasília, DF, IBAMA, 1993.
- Flasse, S.P.; Boardman, S.; Ceccato, P.; Downey, I.D.; Gooding, R.; Muirhead, K.; Stuttard, M. The development of automatic techniques to generate global vegetation fires products from NOAA data. Part A - Algorithm. In: *Int. Workshop on Rem. Sensing and GIS Applic. to Forest Fire Manag.* Univ. of Alcalá de Henares, Spain, 7-9 Sept., 1995. pp.27-29.
- França, H. Um estudo fenológico com imagens AVHRR/NOAA nos cerrados do Parque Nacional das Emas, GO. *Msc Thesis*. S.J.Campos, INPE-6120-TDI/581, 96 pp. 1994.

- França, J.R.de A. Teledetection Satellitaire Des Feux de Vegetation en Region Intertropicale - Application a L'Estimation Des Flux des Composes em Trace Emis Dans L'Atmosphere. Tese de Doutorado. Universite Paul Sabatier, Toulouse, 1994. 215p.
- Grégoire, J.-M.; Glénat, B.; Janvier, P.; Janodet, E.; Tournier, A.; Silva, J.M.N. Fire activity in the Guiana Shield, the Orinoco and Amazon basins during March 1998. Joint Research Centre (EUR 18091), 1998. 28p.
- IBAMA Programa de Prevenção e Controle às Queimadas e aos Incêndios Florestais no Arco do Desflorestamento, 1998. 50p.
- IGBP - Report No. 13. Terrestrial biosphere exchange with global atmospheric chemistry, terrestrial biosphere perspective of the IGAC project. IGBP, Stockholm, Sweden, 1990.
- INPE Informe No. 1 sobre o Monitoramento de Queimadas. Divisão de Satélites Ambientais, Cachoeira Paulista, 1995.
- Jahn, H.; Brieb, K. Fires - a pre-operational fire recognition system for small satellites. In: International Symposium on Resources and Environmental Monitoring (ISPRS), 7., Rio de Janeiro, 1994. Proceedings. São José dos Campos, INPE.
- Justice, C.; Malingreau, J.P.; Setzer, A.W. Satellite remote sensing of fires: potential and limitations. In: Crutzen, P.J.; Goldammer, J.G., eds.. Fire in the Environment - Dahlem Conference. John Wiley, 1993. pp. 77-88.
- Justice, C.O.; Kendall, J.D.; Dowty, P.R.; Scholes, R.J. Satellite remote sensing of fires during the SAFARI campaign using NOAA advanced very high resolution radiometer data. Journal of Geophysical Research, 101(D19):23.851-23.863, 1996.
- Kaufman, Y.J.; Tucker, C.J.; Fung, I. Remote sensing for biomass burning: method. In: International Radiation Symposium, Lille, France, Aug. 18-24, 1988.
- Kennedy, P.J.; Belward, A.S.; Grégoire, J-M. An improved approach to fire monitoring in West Africa using AVHRR data. International Journal of Remote Sensing, 12:3-24, 1994.
- Kidwell, K.B. NOAA polar orbiter data users guide. NOAA/NESDIS, Washington, DC. 1991.
- Kirchhoff, V.W.J.H. Editor SCAR-B Proceedings. Transtec Editorial. São José dos Campos. 208p. 1997.
- Koffi, B.; Grégoire, J.M.; Eva, H.D. Satellite monitoring of vegetation fires on a multiannual basis at continental scale in Africa. In: Biomass Burning and Global Change. J.S. Levine, Ed. MIT Press, 1996. pp. 225-235.
- Krug, T.; Oliveira, G.S. de; Valenzuela, G. del C.L.; Setzer, A.W. Incidência de queimadas nos períodos de junho a novembro de 1995 e 1996 detectadas pelo sensor AVHRR dos satélites NOAA. INPE, São José dos Campos, julho de 1997.
- Krug, T.; Oliveira, G.S. de; Camargo Júnior, H.; Valenzuela, G. del C.L.; Setzer, A.W. Incidência de focos de calor detectados pelo sensor AVHRR dos satélites NOAA nos períodos de junho a novembro de 1997. INPE, São José dos Campos, janeiro 1998.

- Levine, J.S.- Editor Global Biomass Burning. MIT Press, Cambridge. 569p. 1991
- Levine, J.S.- Editor Biomass Burning and Global Change. Vol. I e II. MIT Press, Cambridge. 995p. 1996.
- Malingreau, J.P. Remote sensing and forest fire monitoring in Indonesia. Report on a Consultancy, 1984. 24p
- Malingreau, J.P.; Stephens, G.; Fellows, L. Remote sensing of forest fires: Kalimantan and North Borneo in 1982-1983. *Ambio*, 14(6):314-321, 1985.
- Malingreau, J.P.; Grégoire, J.M. Developing a global vegetation fire monitoring system for global change studies: a framework. In: Biomass Burning and Global Change. J.S. Levine, Ed. MIT Press, 1996. pp. 14-24.
- Matson, M.; Schneider, S.R.; Aldridge, B.; Satchwell, B. Fire detection using NOAA-series satellites. NOAA Technical Report NESDIS-7, Washington, DC. 34p, 1984.
- Miranda, E.E. de; Setzer, A.W.; Takeda, A.M. Monitoramento orbital das queimadas no Brasil. ECOFORÇA, Campinas, 1994. 149p.
- Muirhead, K.; Cracknell, A.P. Identification of gas flares in the North Sea using satellite data. *International Journal of Remote Sensing*, 5(1):199-212, 1984.
- Muirhead, K.; Cracknell, A.P. Straw burning over Great Britain detected by AVHRR. *International Journal of Remote Sensing*, 6(5):827-833, 1985.
- Pereira, M.C. Detecção, monitoramento e análise de alguns efeitos ambientais de queimadas na Amazônia através da utilização de imagens dos satélites NOAA e Landsat, e dados de aeronave. Dissertação de Mestrado. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 1988. 268pp.
- Pereira Júnior, A. da C. Monitoramento de queimadas na região dos cerrados utilizando dados AVHRR-NOAA corrigidos por dados TM-Landsat. Dissertação de Mestrado. São José dos Campos, INPE, 1992. 187p.
- Pereira, M.C.; Setzer, A.W. Spectral characteristics of deforestation fires in NOAA/AVHRR images. *International Journal of Remote Sensing*, 14(3):583-597. 1993.
- Pereira Jr., A. C.; Setzer, A.W. Comparison of fire detection in savannas using AVHRR's channel 3 and TM images. *International Journal of Remote Sensing*, 17(10):1925-1937. 1996.
- Pereira, S. de P. Procedimento de cobertura do país para detecção de queimadas. Correspondência pessoal. 2 páginas. 1998
- Rauste, Y. Satellite based forest fire detection for fire control. In: Int. Workshop on Rem. Sensing and GIS Applic.to Forest Fire Manag. Univ.of Alcalá de Henares, Spain, 7-9 Sept., 1995. pp.09-12.
- Robinson, J.M. Fire from space: global fire evaluation using infrared remote sensing. *International Journal of Remote Sensing*, 12(1):3-24, 1991.

- Setzer, A.W. Operational satellite monitoring of fires in Brazil. *International Forest Fire News/FAO*, 9:8-11, 1993.
- Setzer, A.W.; Pereira, M. C.; Pereira Jr., A. da C. Satellite studies of biomass burning in Amazonia - some practical aspects. *Remote Sensing Reviews*, 10:91-103, 1994.
- Setzer, A.W.; Pereira, M. C.; Pereira Jr., A. da C.; Almeida, S.A. de O. Relatório de atividades do Projeto "SEQE" - Ano 1987. S.J. Campos, INPE, maio 1988. (INPE-4534-RPE/565).
- Setzer, A.W.; Pereira, M.C. The Operational detection of fires in Brazil with NOAA-AVHRR. 24th Int.Symp.Rem.Sens.,RJ, Brazil.ERIM/INPE; pp. 76-77. 1991.
- Setzer, A.W.; Verstraete, M.M. Fire and glint in AVHRR's channel 3: a possible solution to the non-saturation mystery. *International Journal of Remote Sensing*, 15(3):711-718. 1994.
- Setzer, A.W.; Malingreau, J.P. AVHRR monitoring of vegetation fires in the tropics: toward the development of a global product. In: *Biomass Burning and Global Change*. J.S. Levine, Ed. MIT Press, 1996, pp. 25-39.
- Vickos, J.B. Télédétection des feux de végétation en Afrique Intertropicale et estimation des émissions de constituants ayant un intérêt atmosphérique. Tese de doutorado. Université Paul Sabatier, França, 1991, 148 pp.
- Wagner, M.J. A burning July in Spain. *Earth Observation Quarterly*, 45, Sept. 1994.
- Warren, J.R. Infrared application for forest management. In: *International Symposium on Remote Sensing*, 14., Ann Arbor, Michigan, April 23-30, 1980. Proceedings. Ann Arbor, MI, ERIM, 1980, v.2, pp. 957-965.
- Yagüe, A.; García, J.; Medina, F.; Serrano, M.; Yagüe, J. In: *Int. Workshop on Rem. Sensing and GIS Applic. to Forest Fire Manag.*. Univ.of Alcalá de Henares, Spain, 7-9 Sep.,1995, p.13-17.

ANEXOS

**ANEXO I: MAPAS DA FREQUÊNCIA ACUMULADA DE FOCOS DE CALOR.
PERÍODO JUN/97 A NOV/97**

ANEXO II: MAPAS DE TEMPERATURA MÁXIMA MÉDIA. PERÍODO JUN/98 A NOV/98

**ANEXO III: MAPAS DE ANOMALIA DE TEMPERATURA MÁXIMA MÉDIA.
PERÍODO JUN/98 A NOV/98**

ANEXO IV: MAPAS DE PRECIPITAÇÃO TOTAL. PERÍODO JUN/98 A NOV/98

**ANEXO V: MAPAS DE ANOMALIA DE PRECIPITAÇÃO.
PERÍODO JUN/98 A NOV/98**

ANEXO I

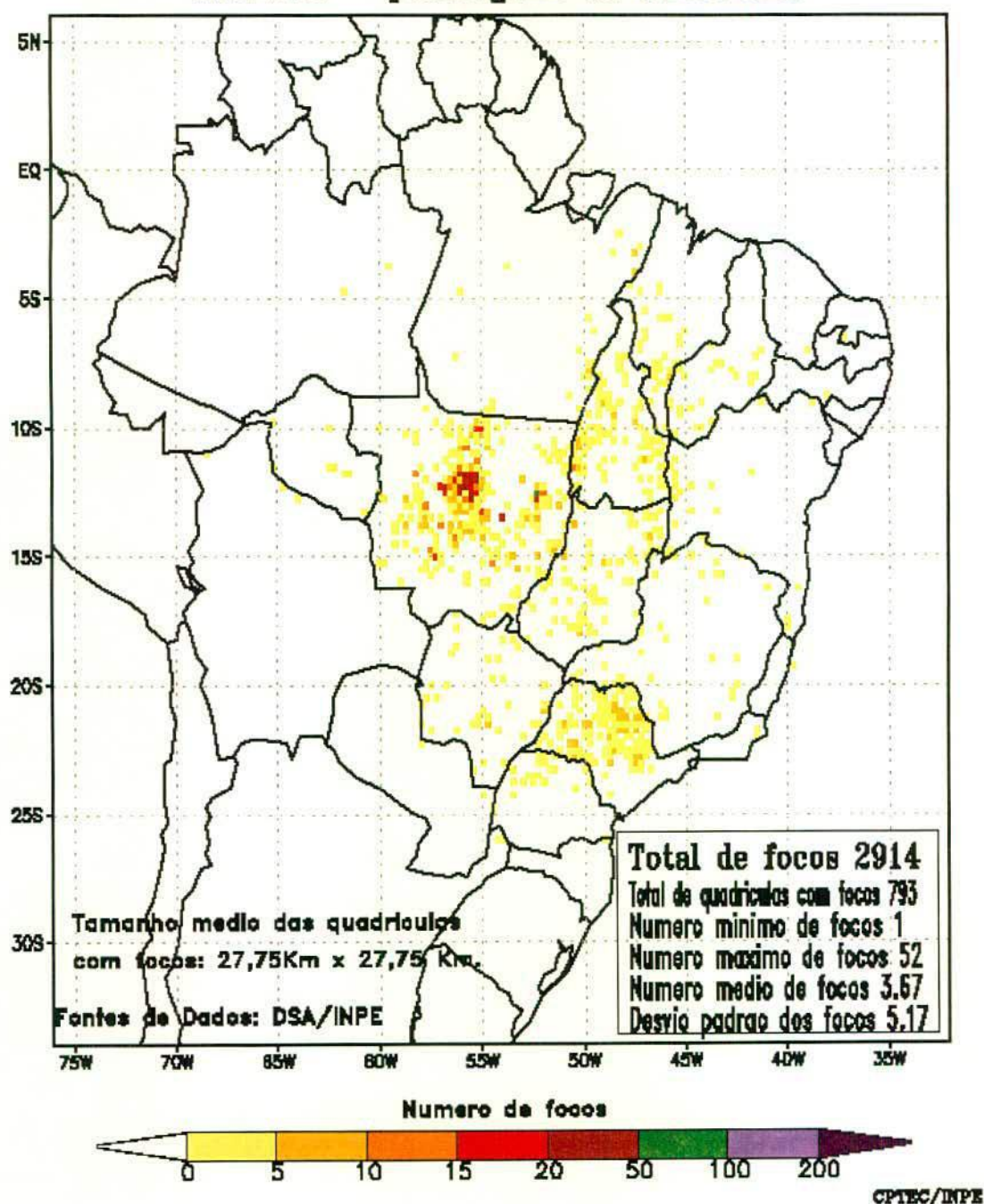
MAPAS DA FREQUÊNCIA ACUMULADA DE QUEIMADAS

PERÍODO JUN/98 A NOV/98

Focos de calor

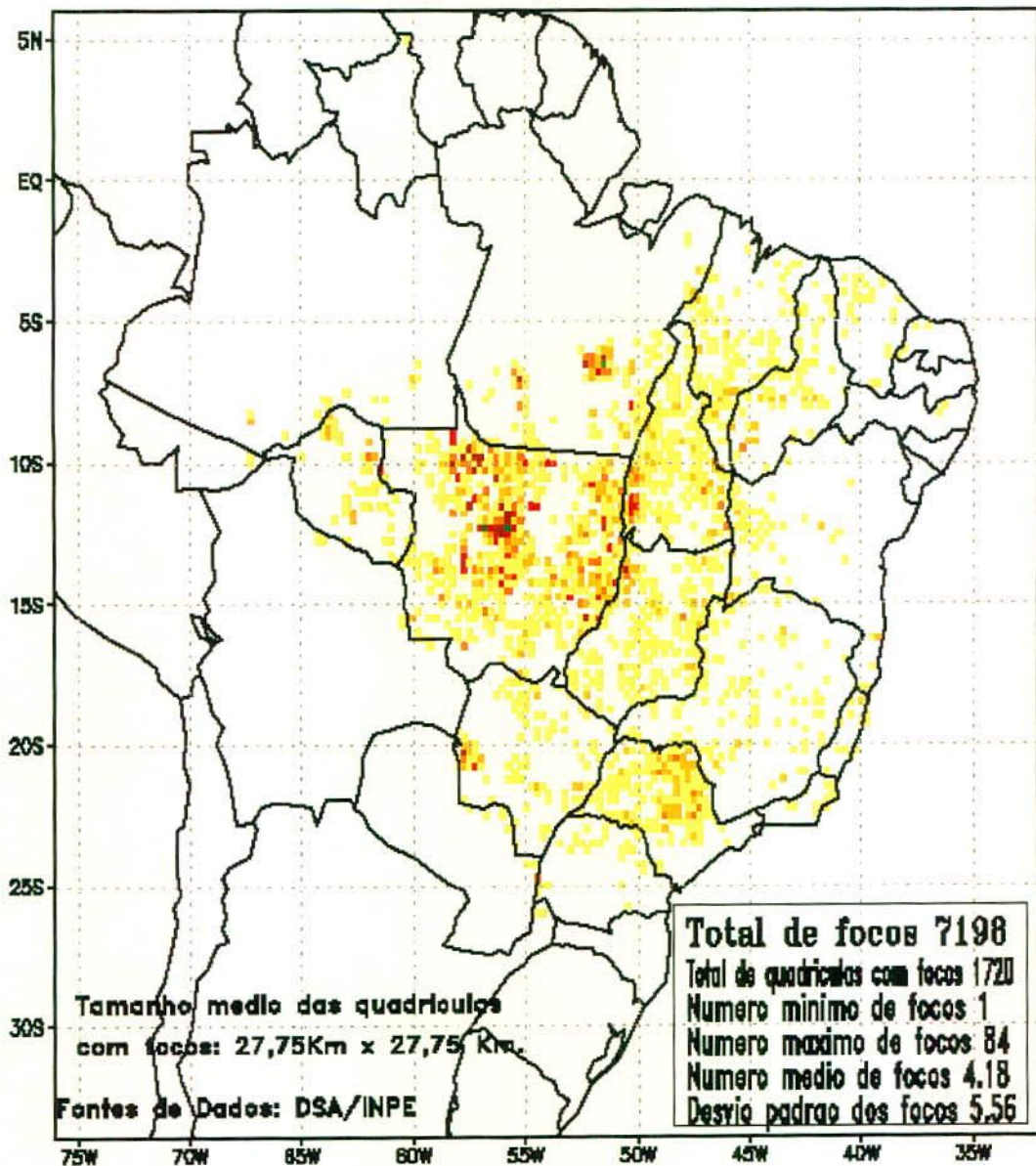
Acumulado no mes de junho de 1998

NOAA12 - passagem as 21:00GMT



Focos de calor

Acumulado no mes de julho de 1998
NOAA12 - passagem as 21:00GMT



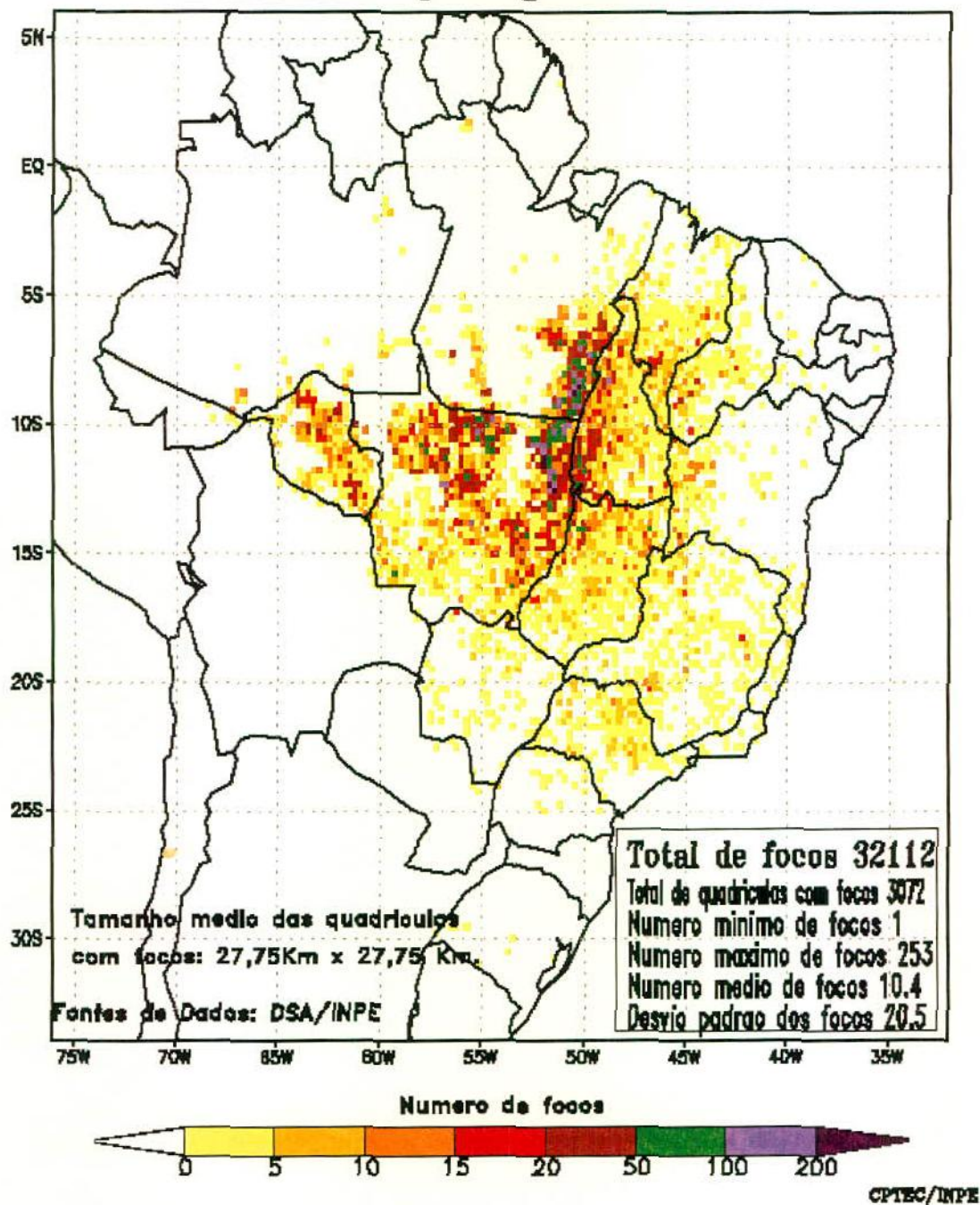
Numero de focos



CPTEC/INPE

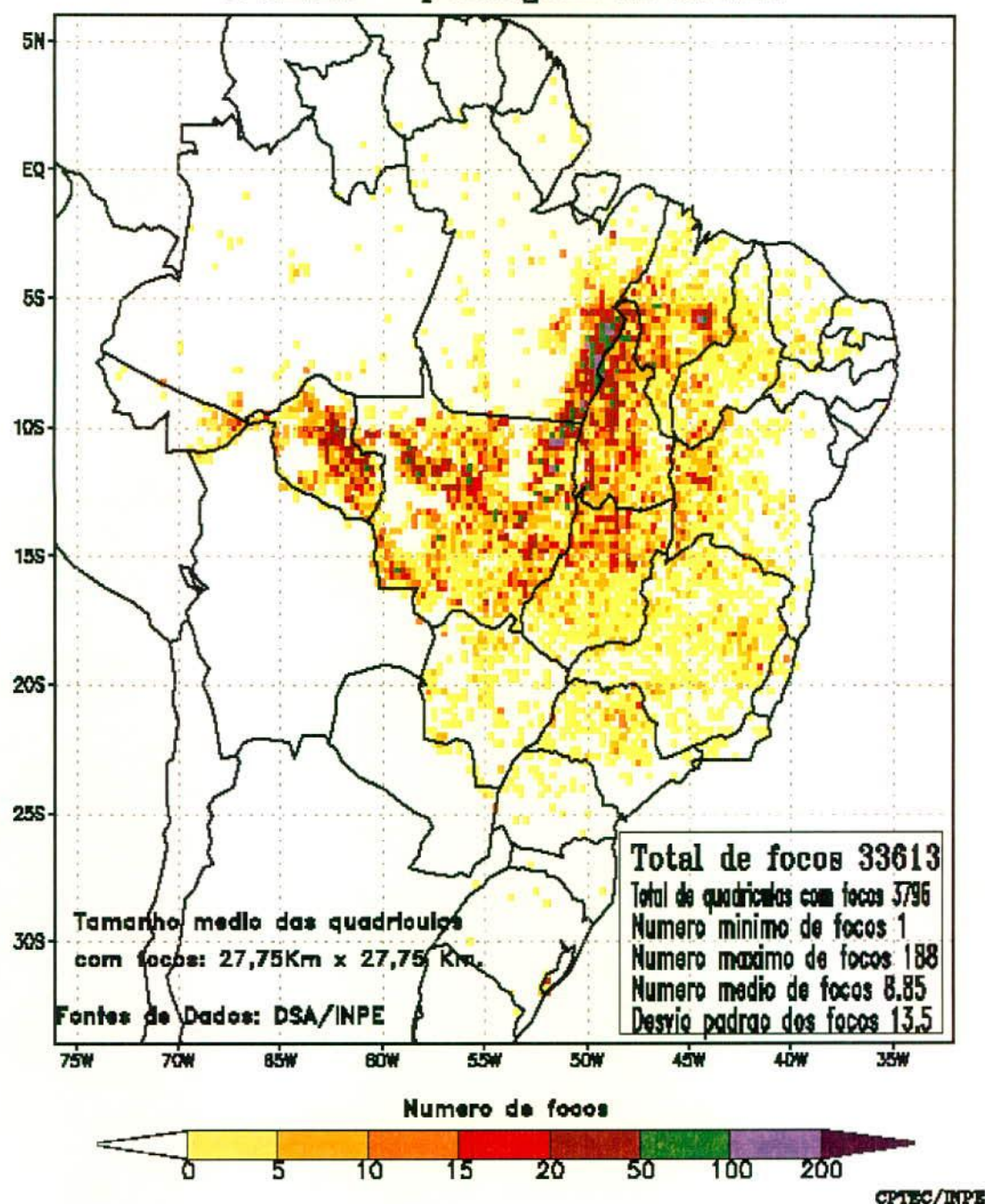
Focos de calor

Acumulado no mes de agosto de 1998
NOAA12 - passagem as 21GMT



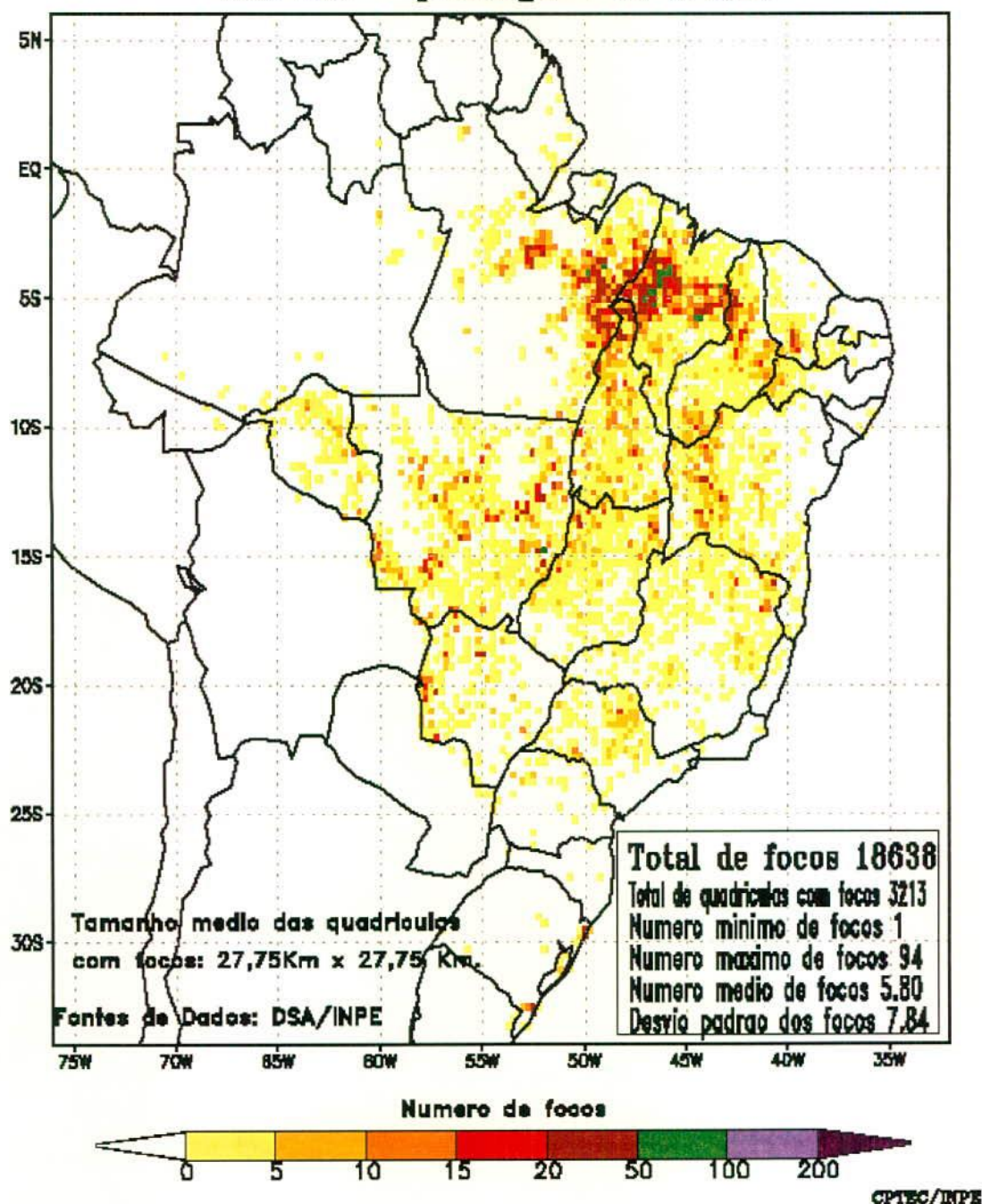
Focos de calor

Acumulado no mes de setembro de 1998
NOAA12 - passagem as 21GMT



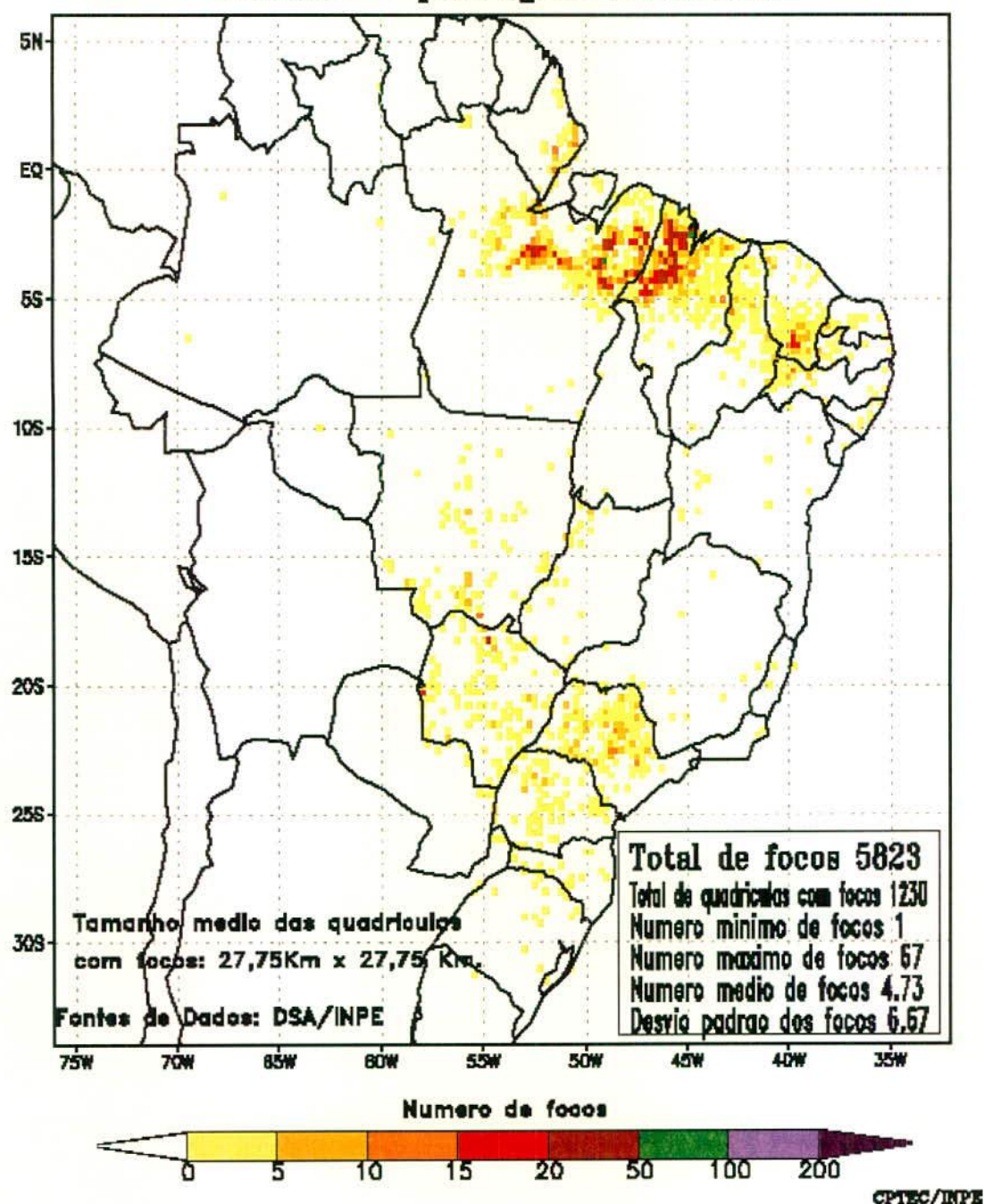
Focos de calor

Acumulado no mes de outubro de 1998
NOAA12 - passagem as 21GMT



Focos de calor

Acumulado no mes de novembro de 1998
NOAA12 - passagem as 21GMT



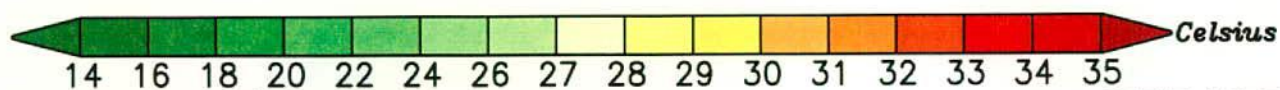
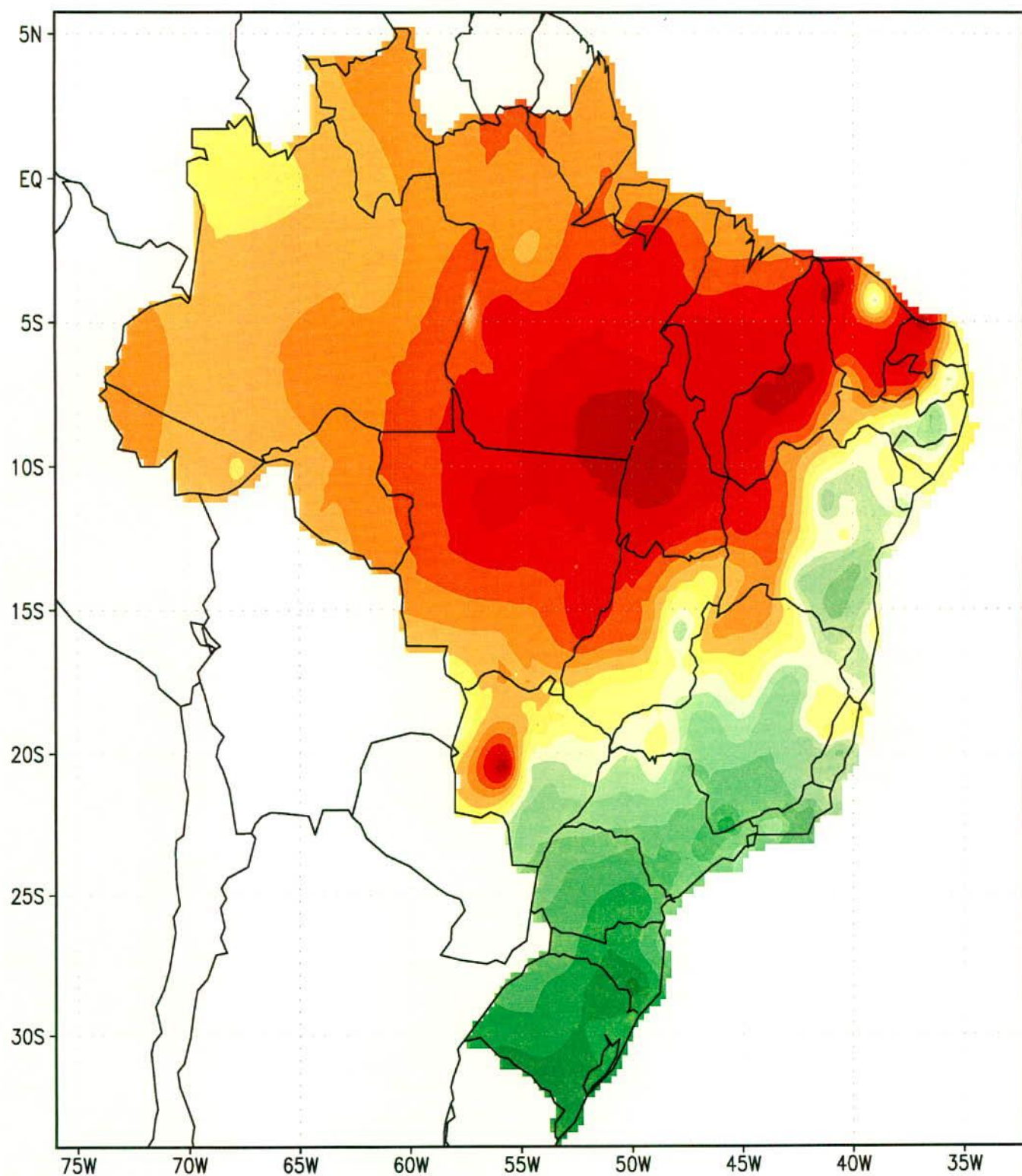
ANEXO II

MAPAS DE TEMPERATURA MÁXIMA MÉDIA

PERÍODO JUN/98 A NOV/98

C P T E C - I N P E

Temperatura Maxima
JUNHO 98

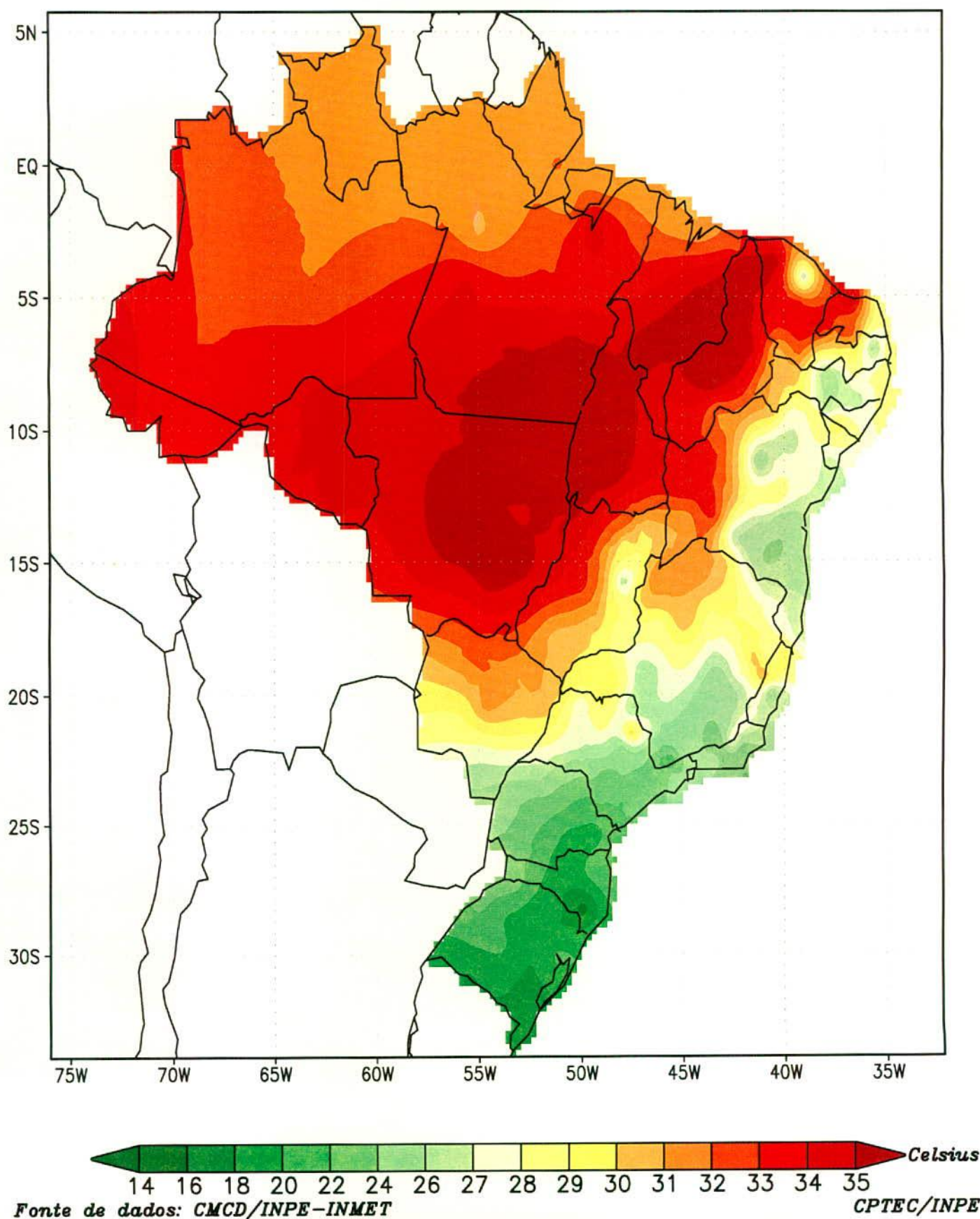


Fonte de dados: C CD/INPE-INMET

CPTEC/INPE

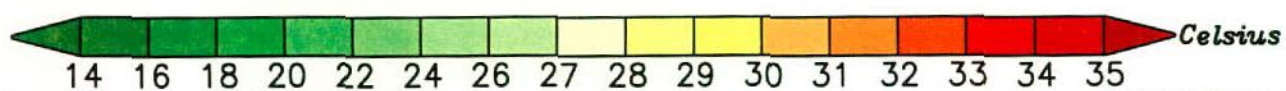
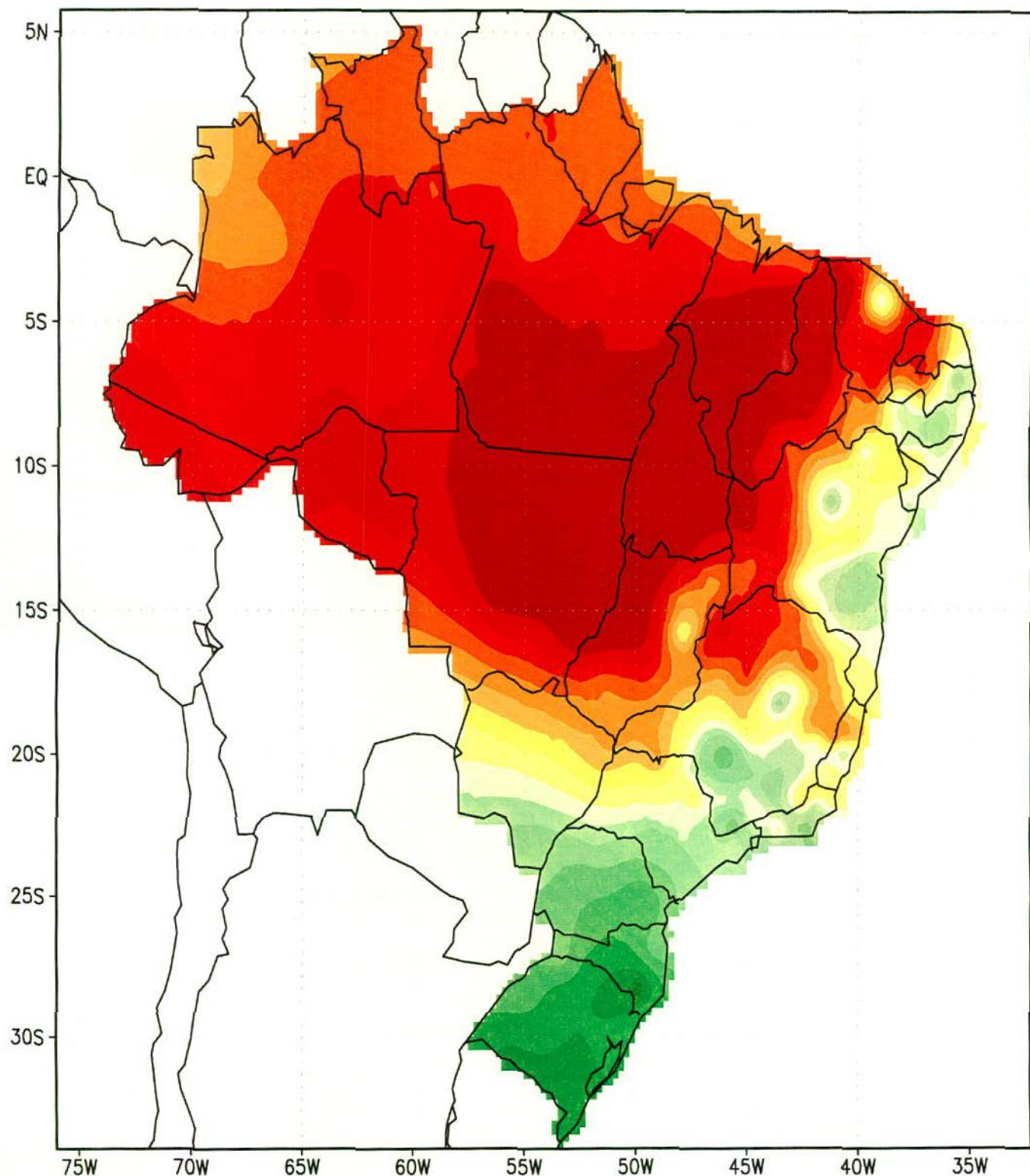
C P T E C - I N P E

Temperatura Maxima
JULHO 98



C P T E C - I N P E

Temperatura Maxima
AGOSTO 98

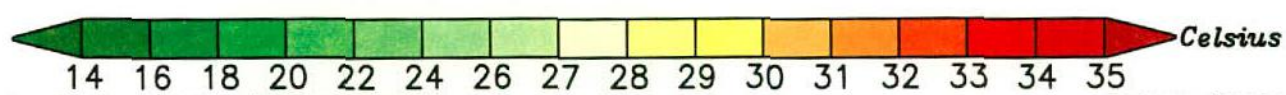
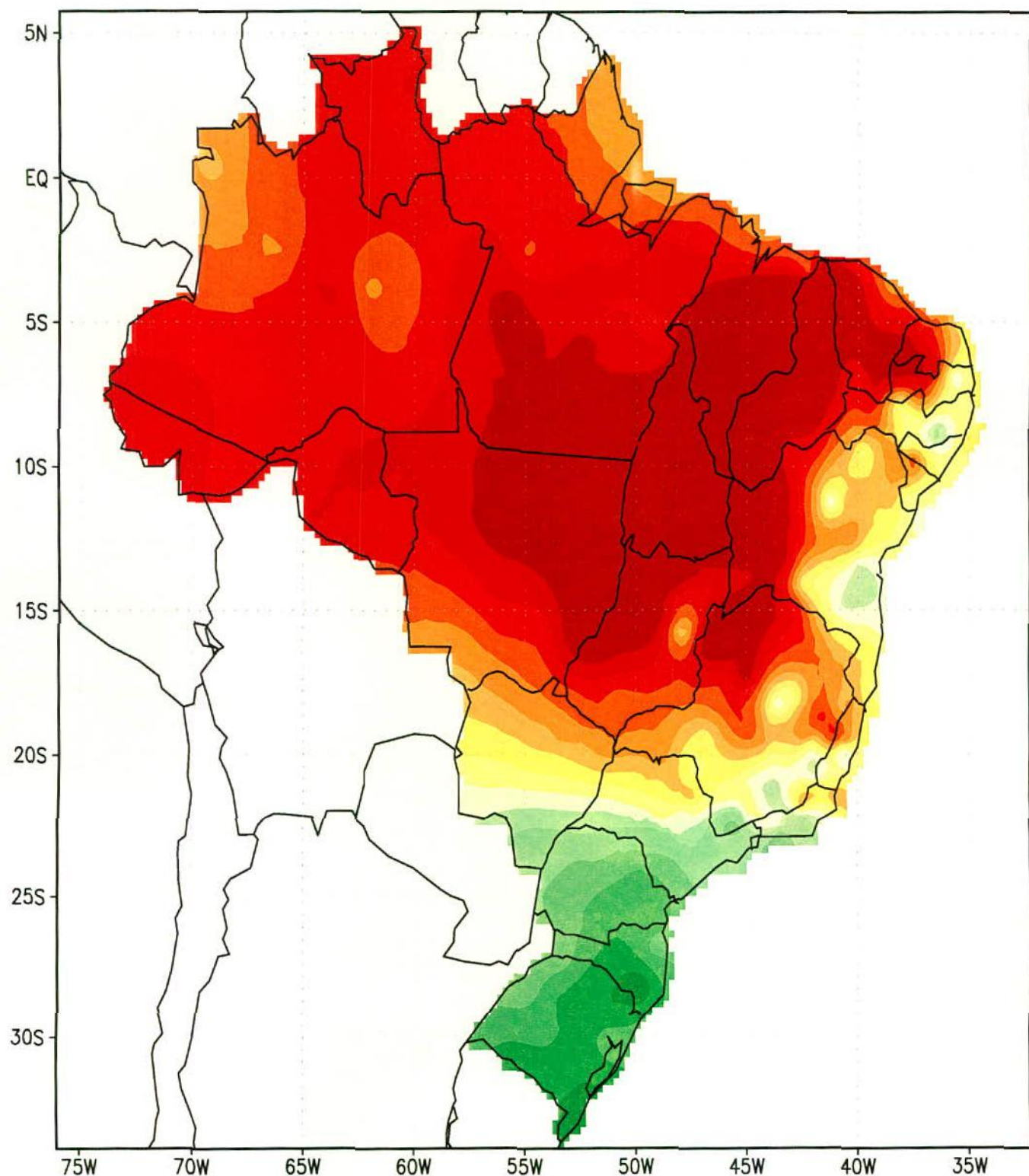


Fonte de dados: CMCD/INPE-INMET

CPTEC/INPE

C P T E C - I N P E

Temperatura Maxima
SETEMBRO 98

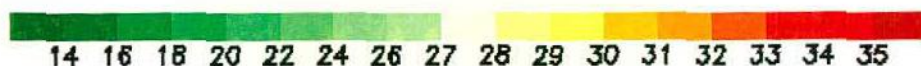
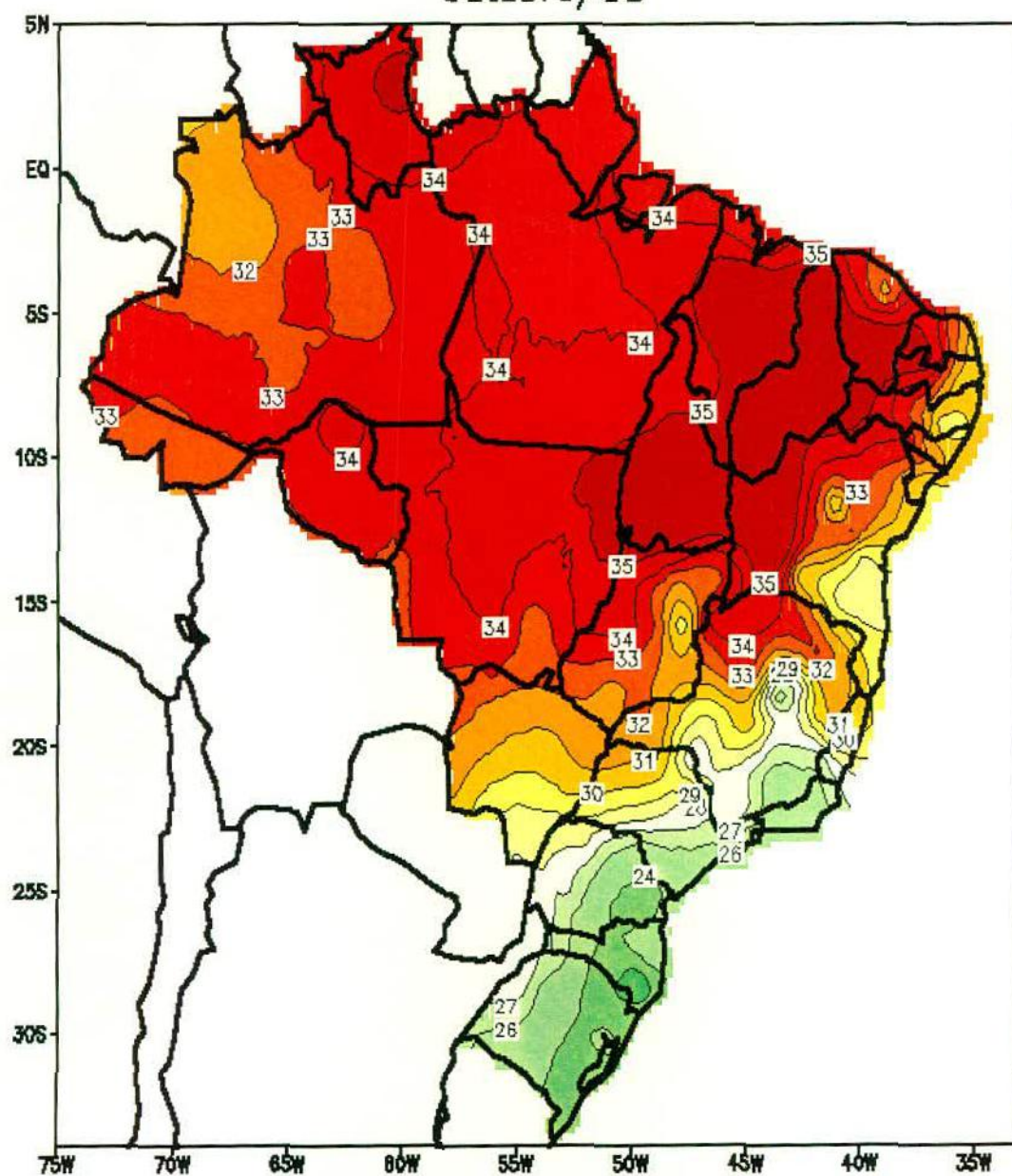


Fonte de dados: CMCD/INPE-INMET

CPTEC/INPE

C P T E C - I N P E

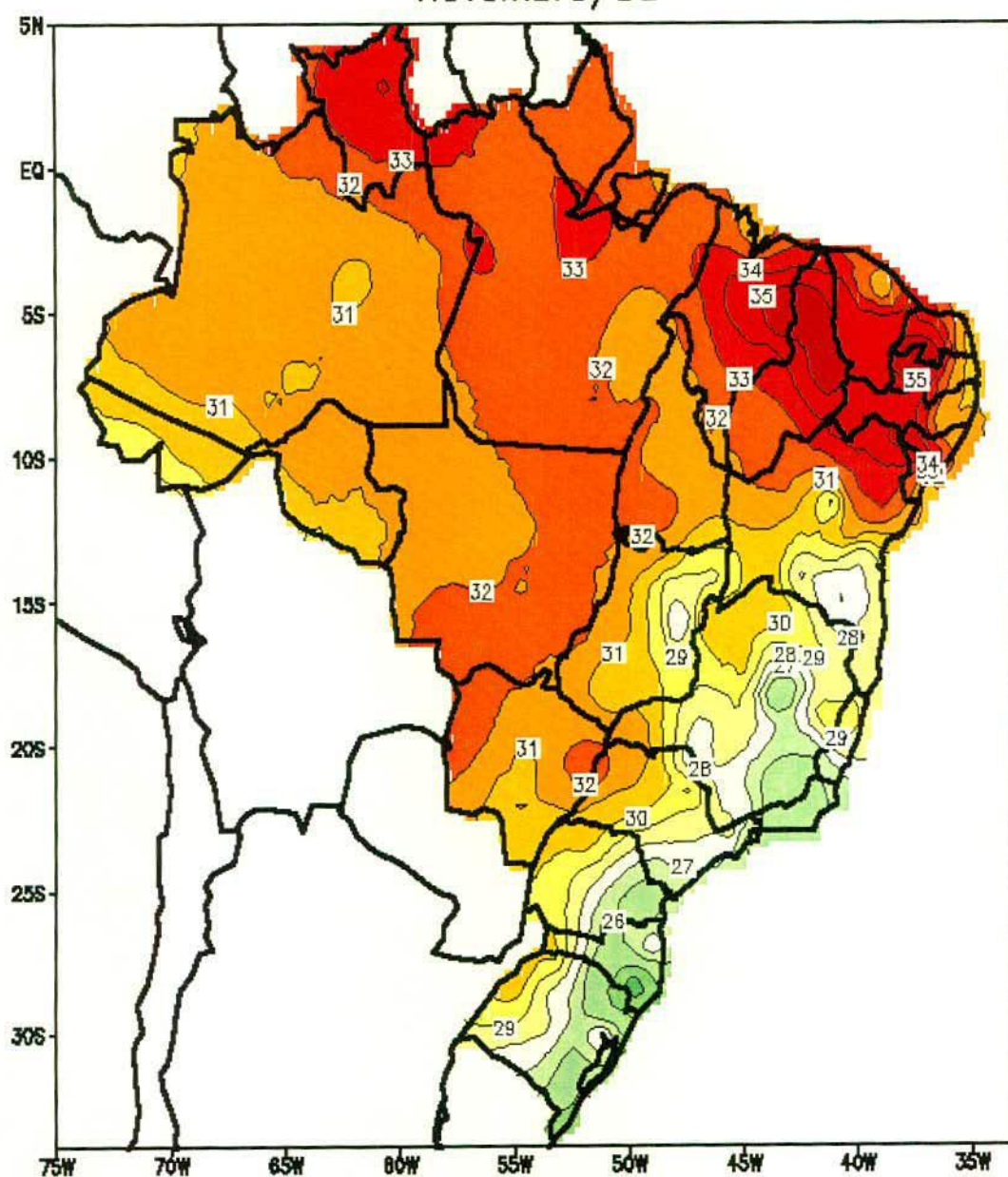
Temperatura Maxima
Outubro/98



Fonte de dados: CMCD/INPE - INMET - ANEEL

C P T E C - I N P E

Temperatura Maxima
Novembro/98



Fonte de dados: CMCD/INPE - INMET - ANEEL

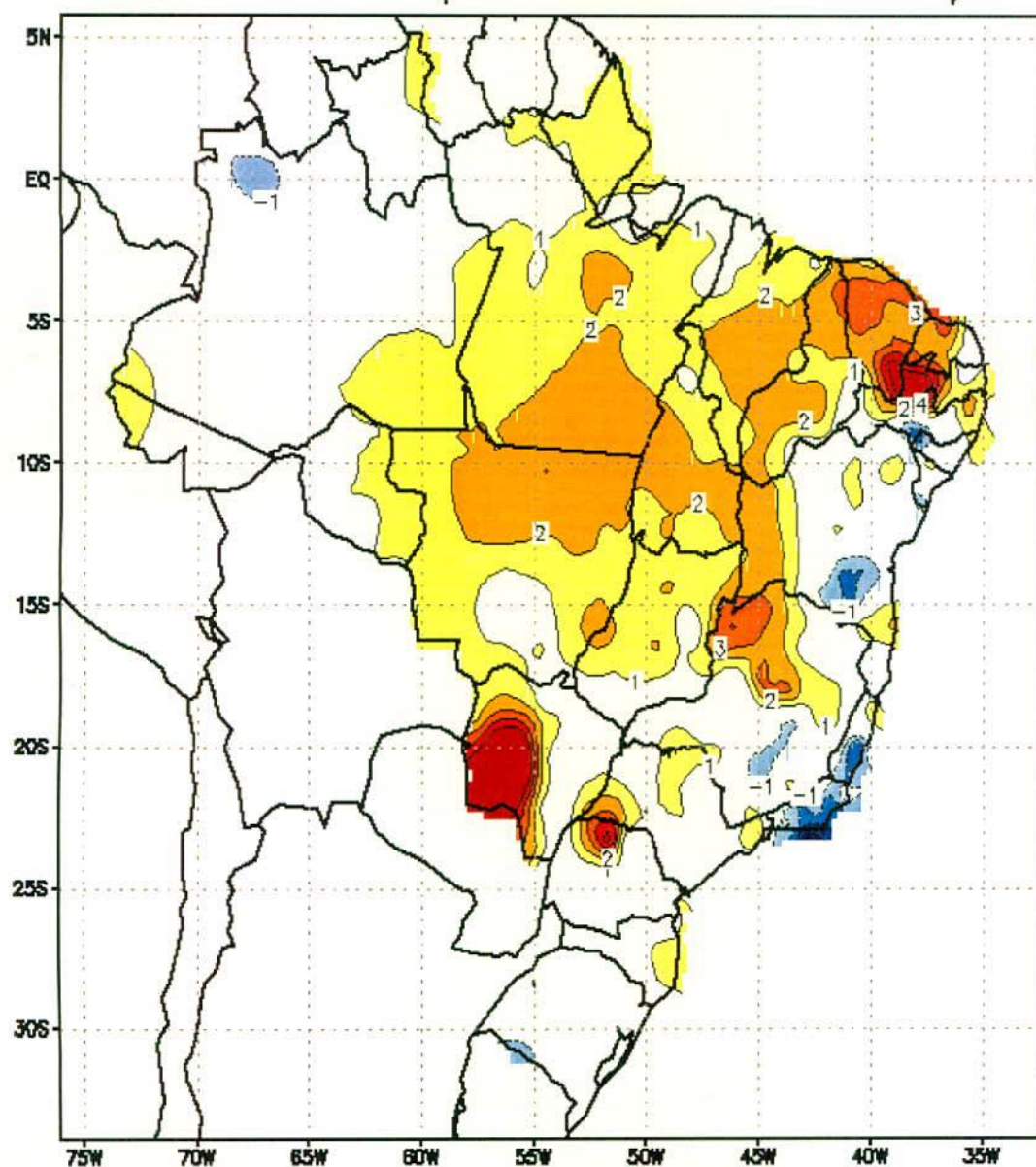
ANEXO III

MAPAS DE ANOMALIA DE TEMPERATURA MÁXIMA MÉDIA

PERÍODO JUN/98 A NOV/98

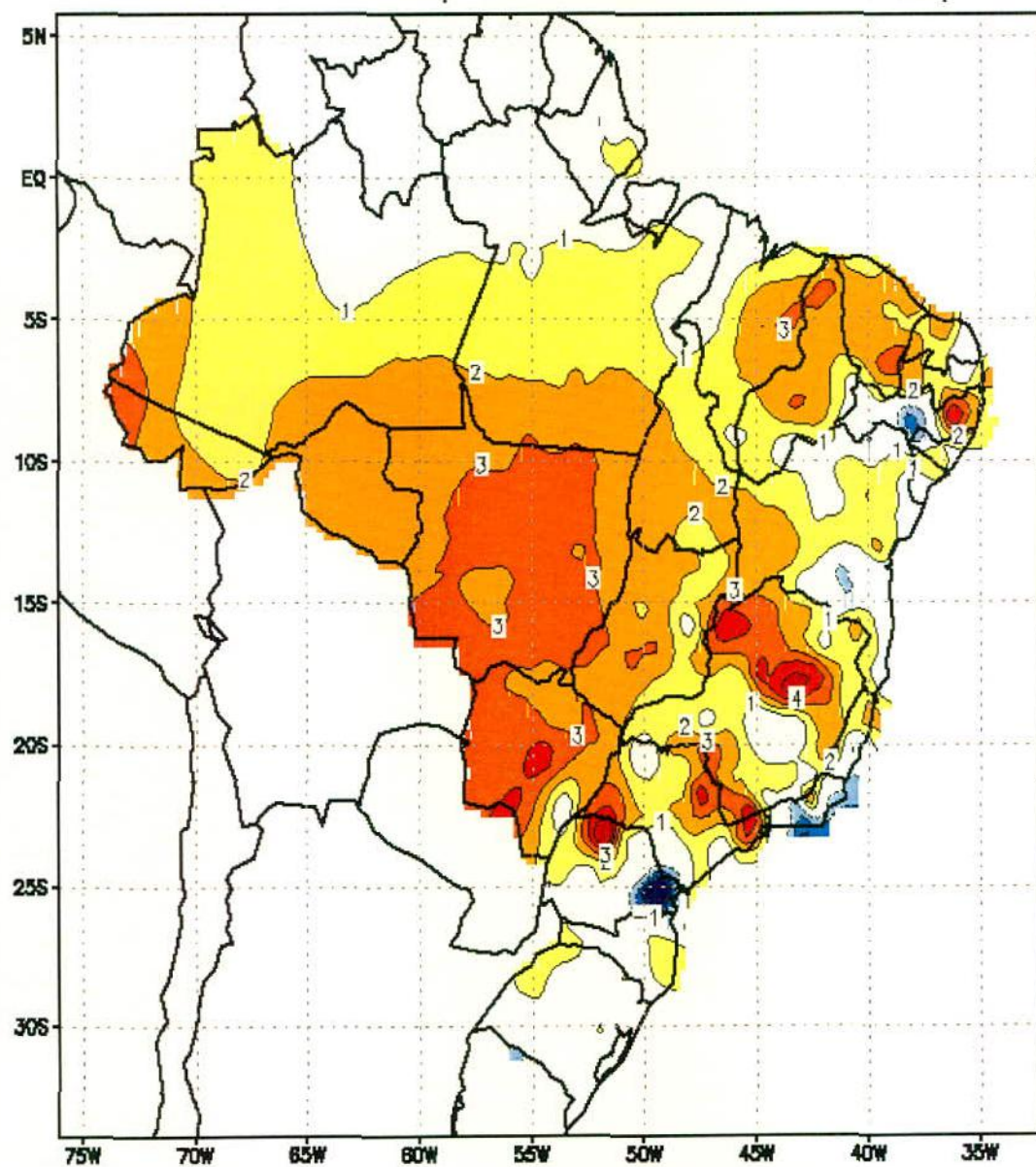
C P T E C - I N P E

Anomalia da Temperatura Maxima - JUN/98



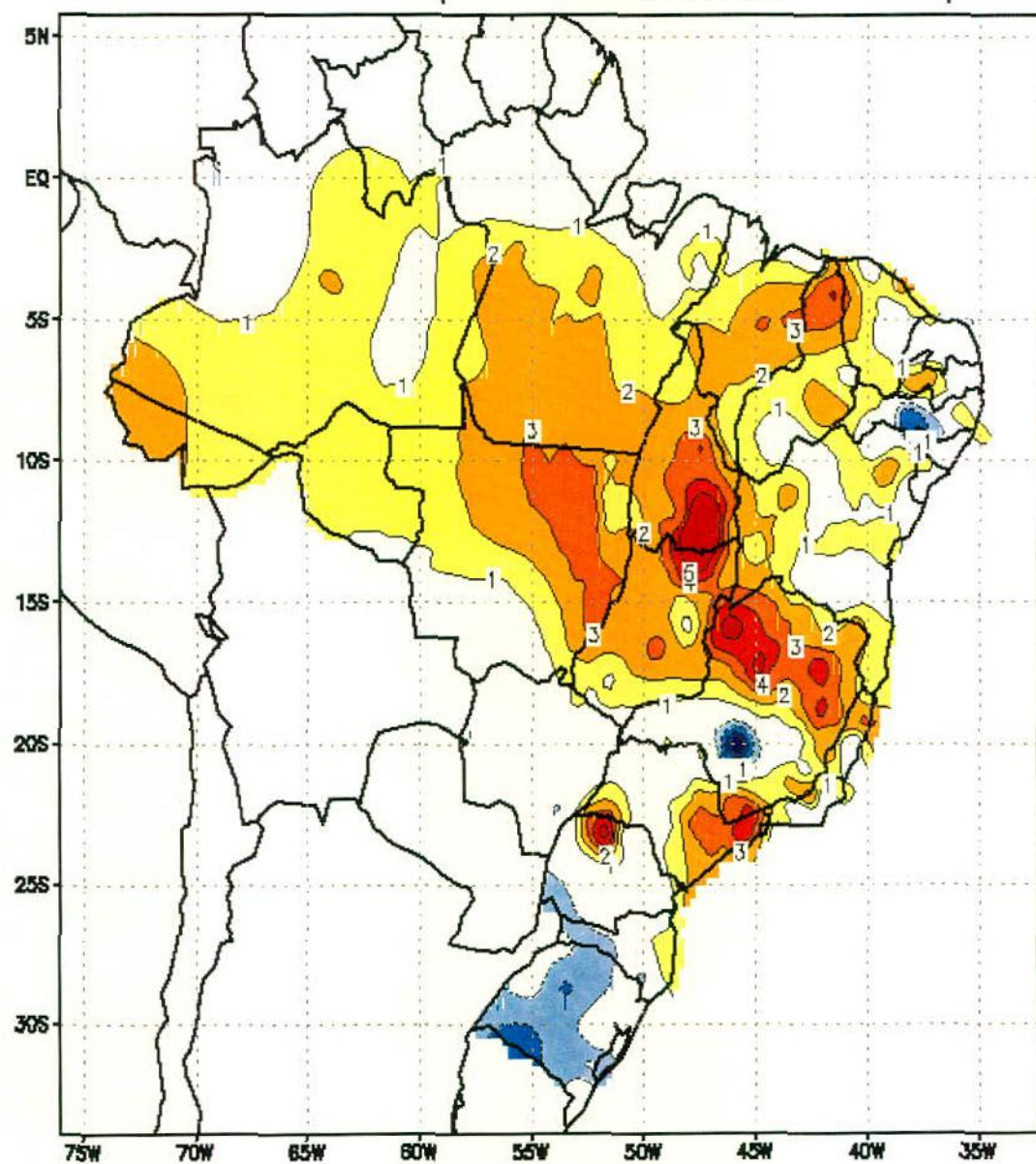
C P T E C - I N P E

Anomalia da Temperatura Maxima - JUL/98



CPTC - INPE

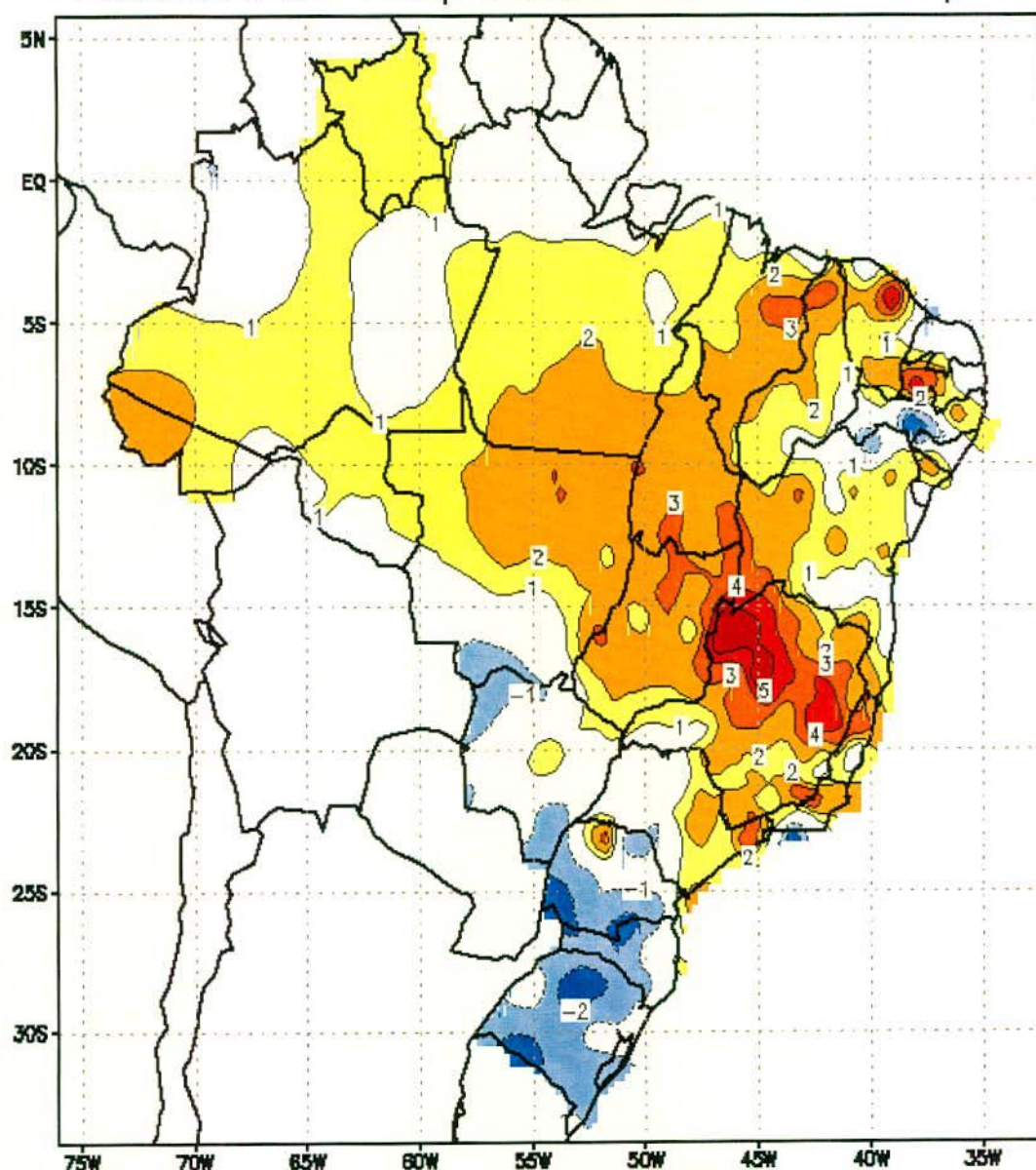
Anomalia da Temperatura Maxima - AGO/98



-4 -3 -2 -1 1 2 3 4 5 Celsius
Fonte de Dados: INMET

C P T E C - I N P E

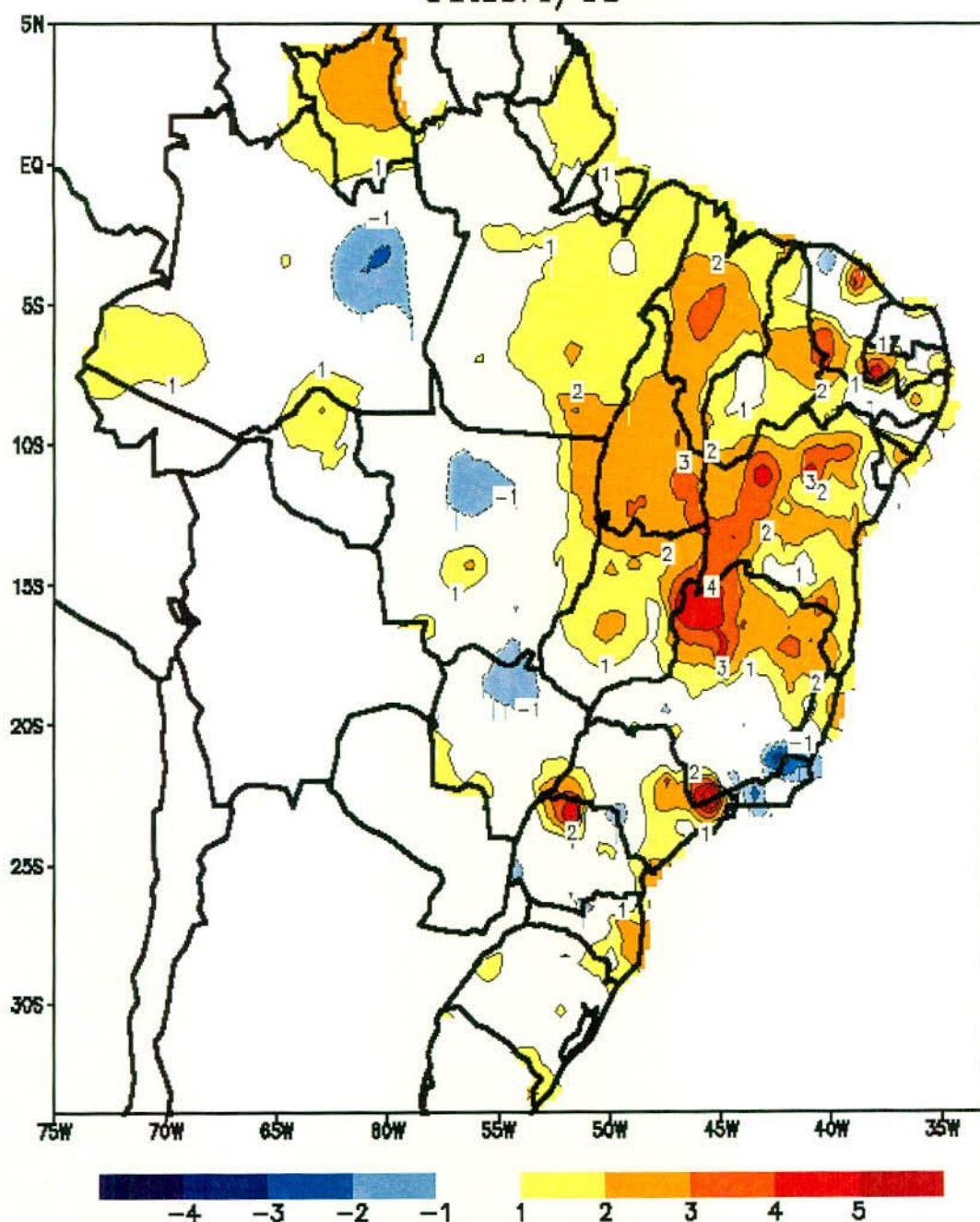
Anomalia da Temperatura Maxima - SET/98



Fonte de Dados: INMET

CPTC - INPE

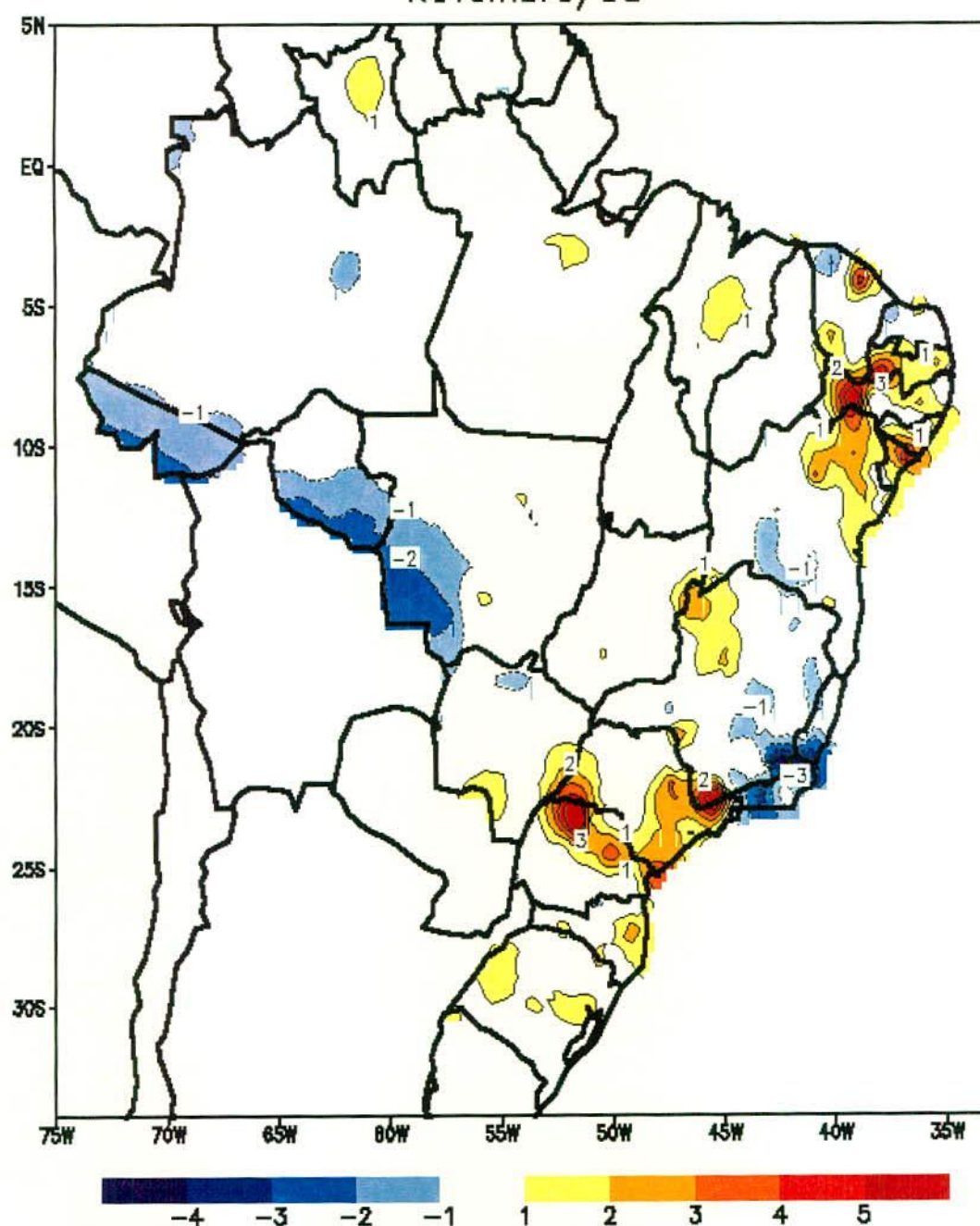
Anomalia de Temperatura Maxima
Outubro/98



Fonte de dados: CMCD/INPE - INMET - ANEEL

CPTC - INPE

Anomalia de Temperatura Maxima
Novembro/98



Fonte de dados: CMCD/INPE - INMET - ANEEL

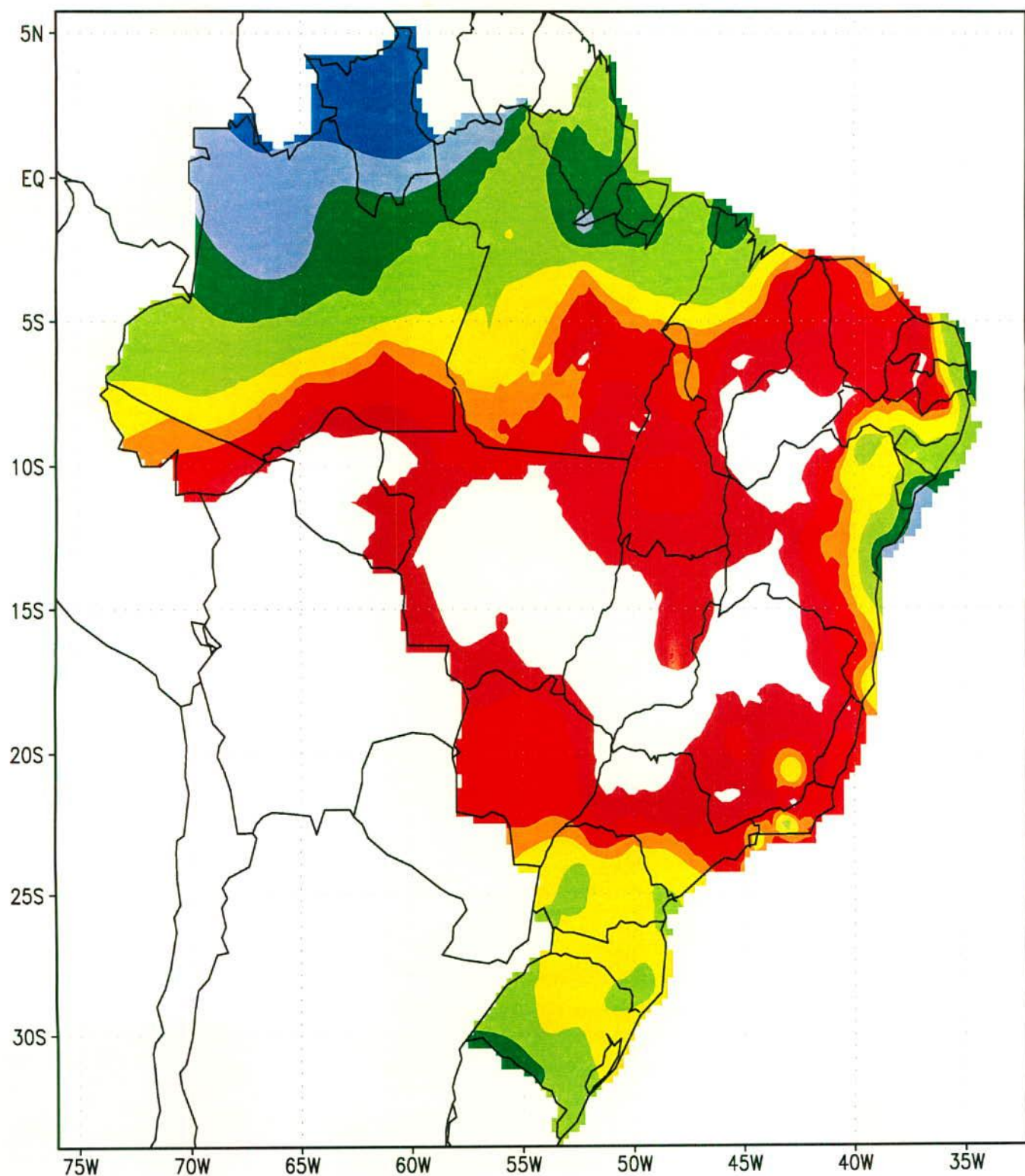
ANEXO IV

MAPAS DE PRECIPITAÇÃO TOTAL

PERÍODO JUN/98 A NOV/98

C P T E C - I N P E

Precipitacao
JUNHO 98

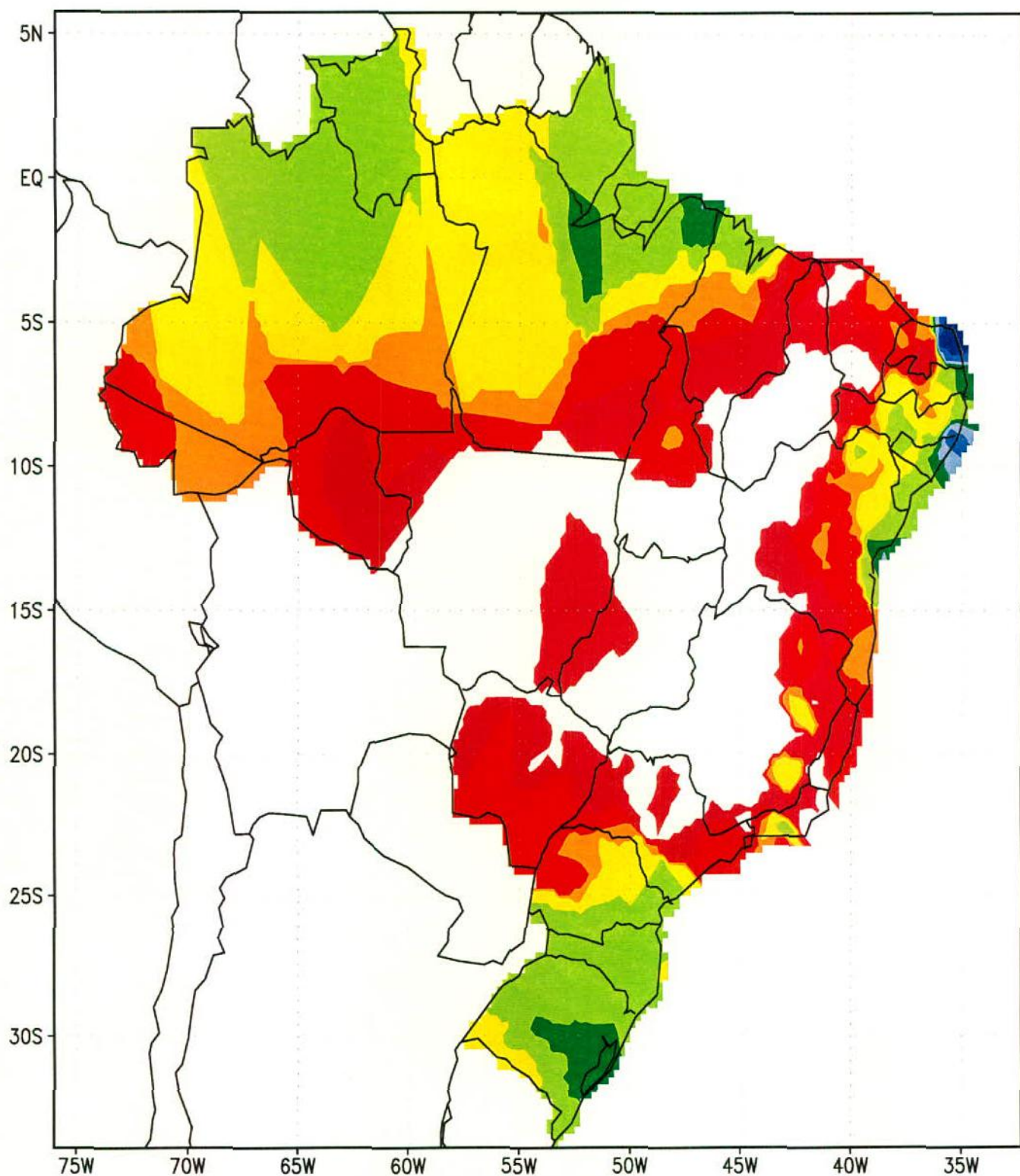


Fonte de dados: CMCD/INPE-INMET

CPTEC/INPE

C P T E C - I N P E

Precipitacao
JULHO 98

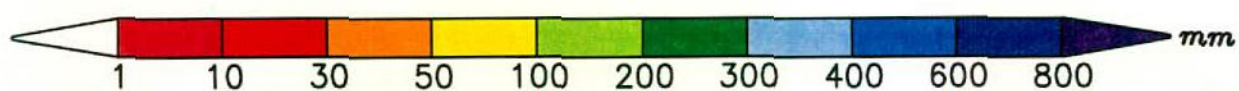
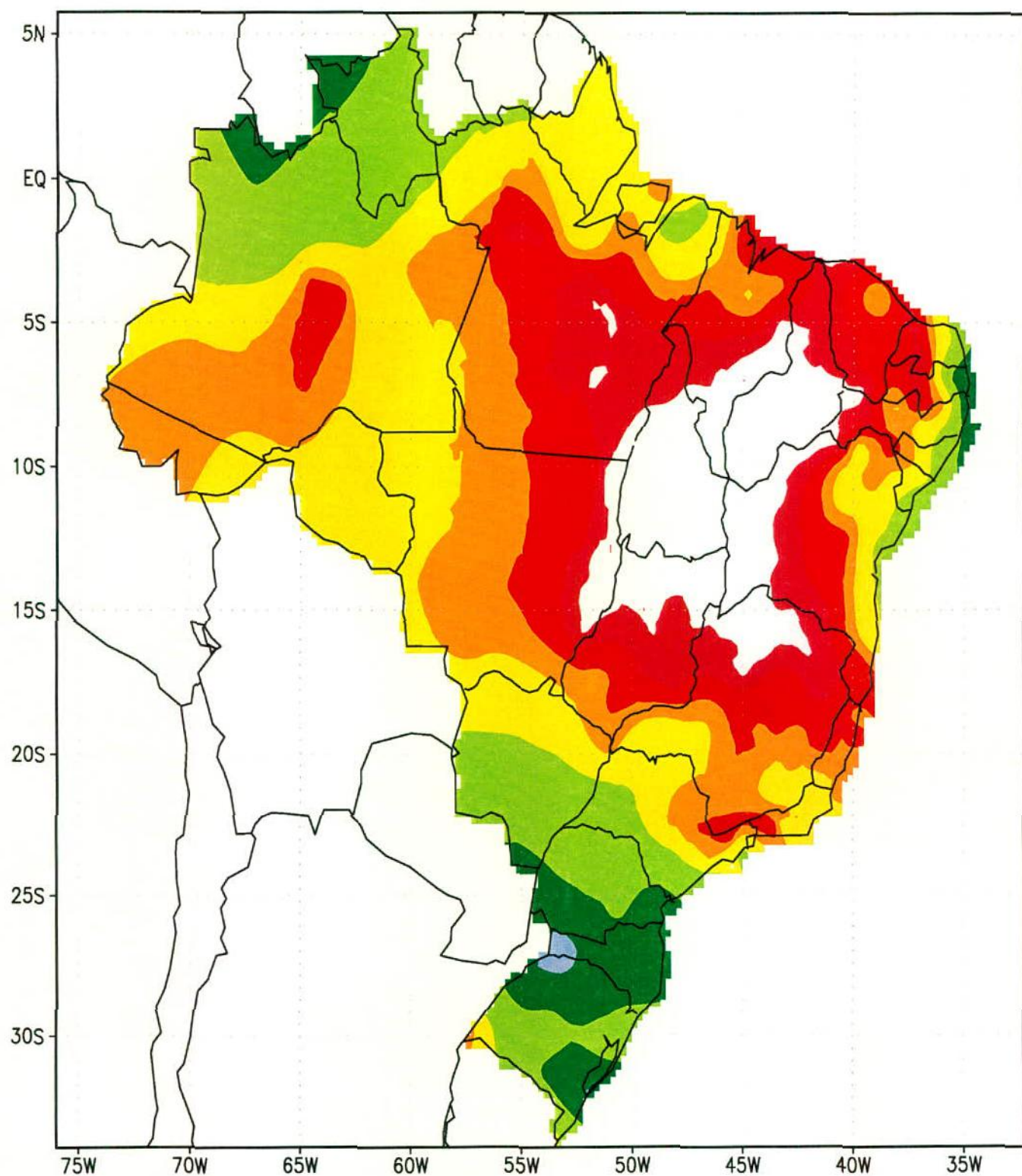


Fonte de dados: CMCD/INPE-INMET

CPTEC/INPE

C P T E C - I N P E

Precipitacao
AGOSTO 98

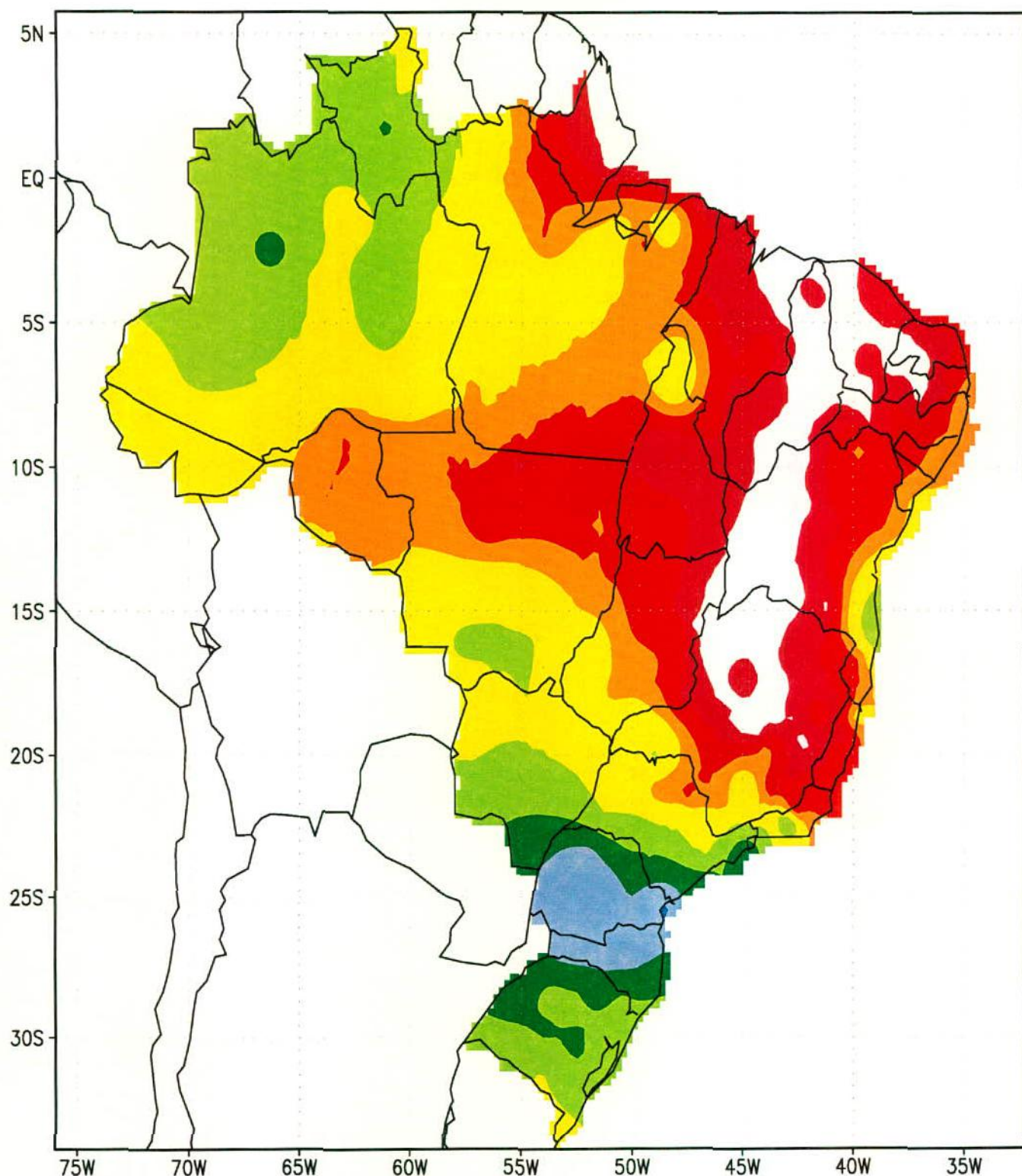


Fonte de dados: CMCD/INPE-INMET

CPTEC/INPE

C P T E C - I N P E

Precipitacao
SETEMBRO 98

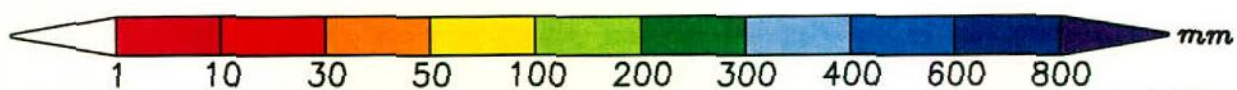
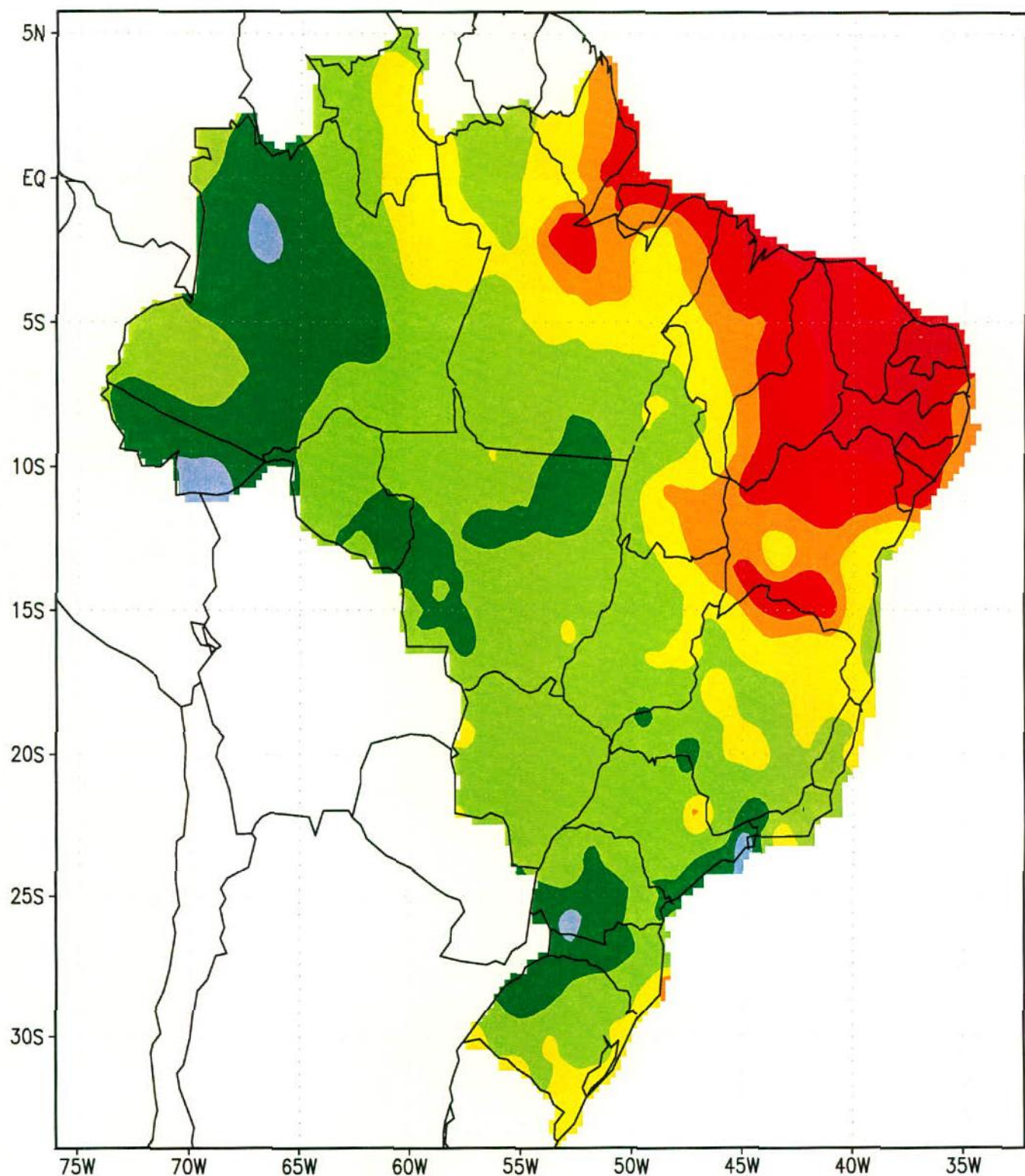


Fonte de dados: CMCD/INPE-INMET

CPTEC/INPE

C P T E C - I N P E

Precipitacao
OUTUBRO 98

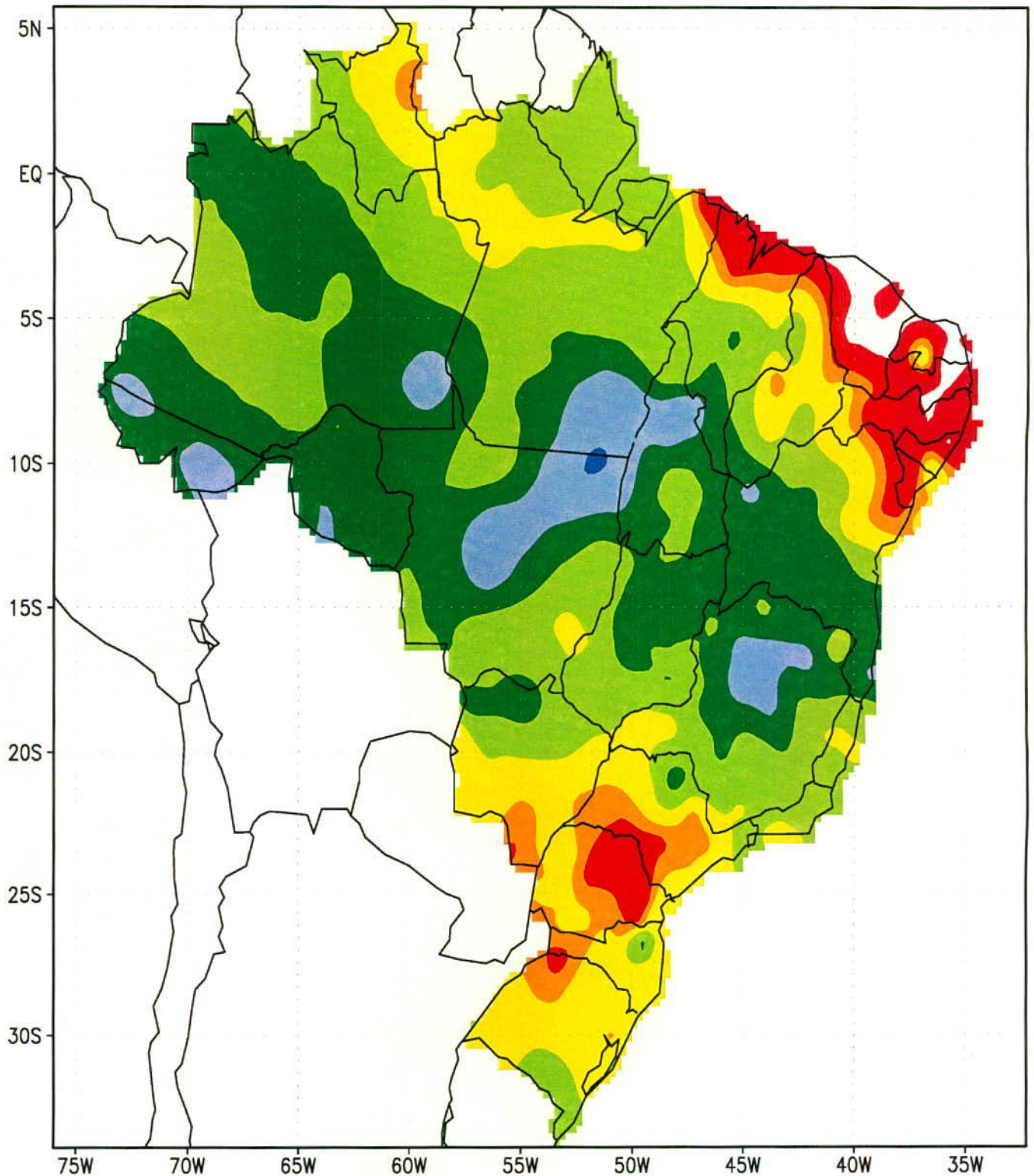


Fonte de dados: CMCD/INPE-INMET

CPTEC/INPE

C P T E C - I N P E

Precipitacao
NOVEMBRO 98



Fonte de dados: CMCD/INPE-INMET

CPTEC/INPE

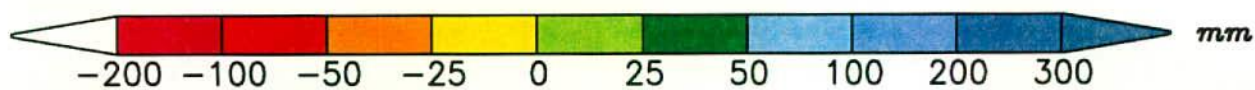
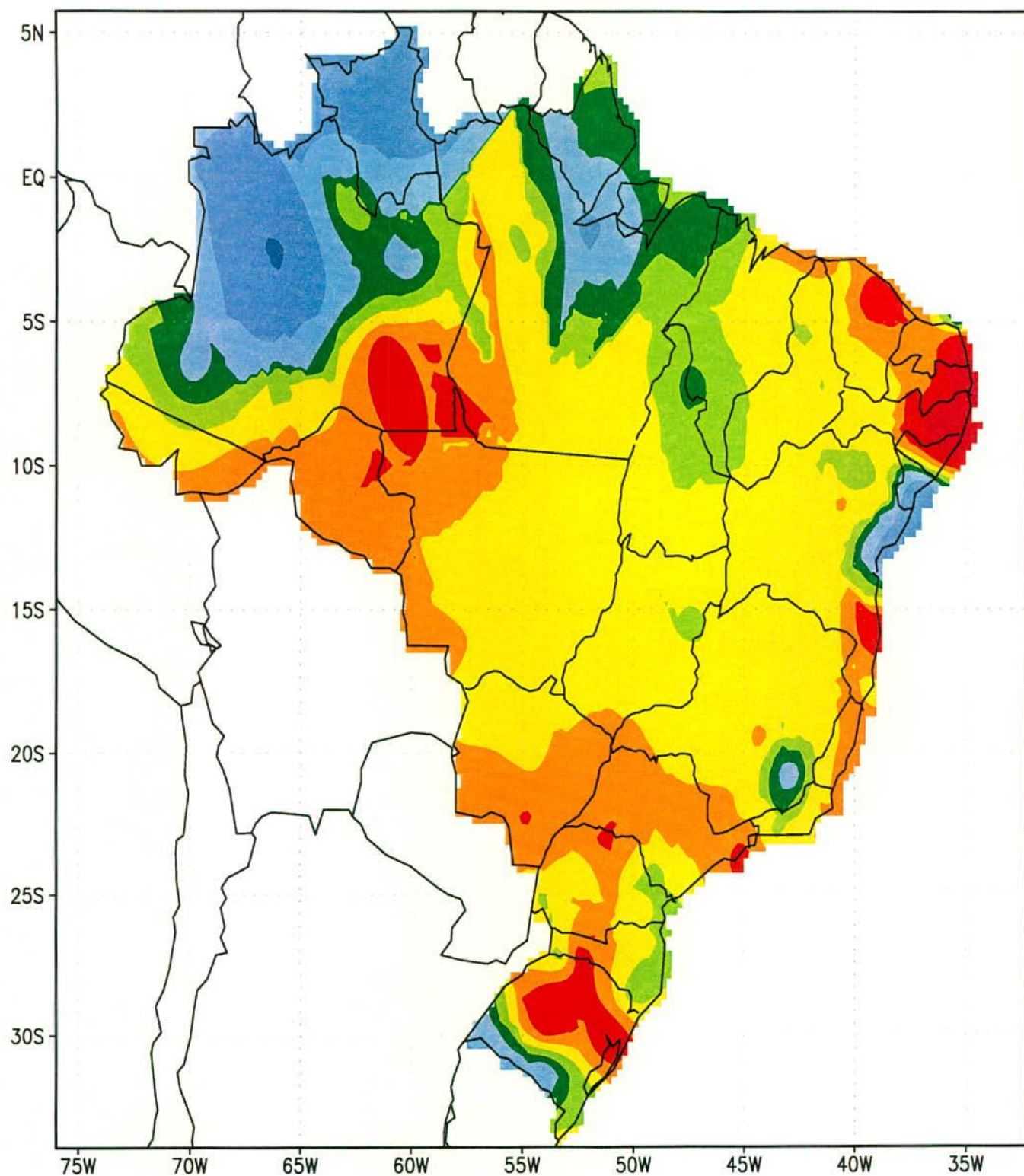
ANEXO V

MAPAS DE ANOMALIA DE PRECIPITAÇÃO TOTAL

PERÍODO JUN/98 A NOV/98

C P T E C — I N P E

Anomalia de Precipitacao
JUNHO 98

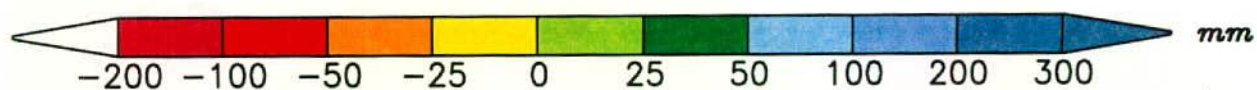
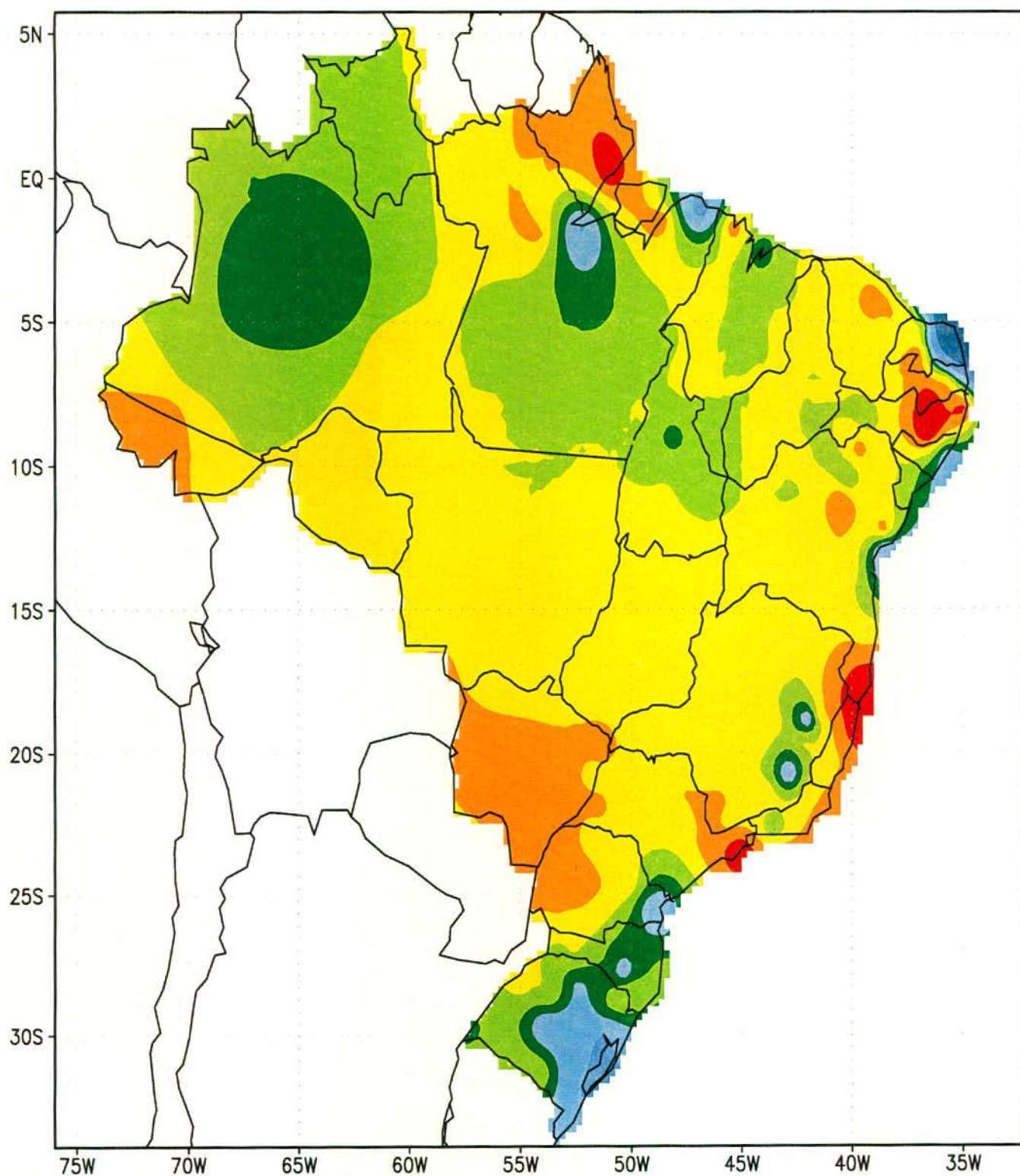


Fonte de dados: CMCD/INPE-INMET

CPTEC/INPE

C P T E C - I N P E

Anomalia de Precipitacao
JULHO 98

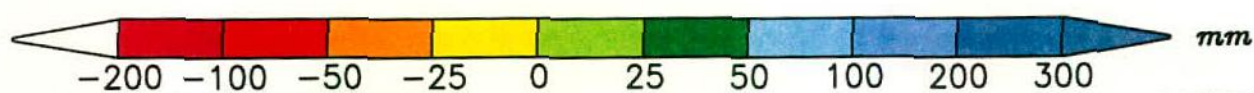
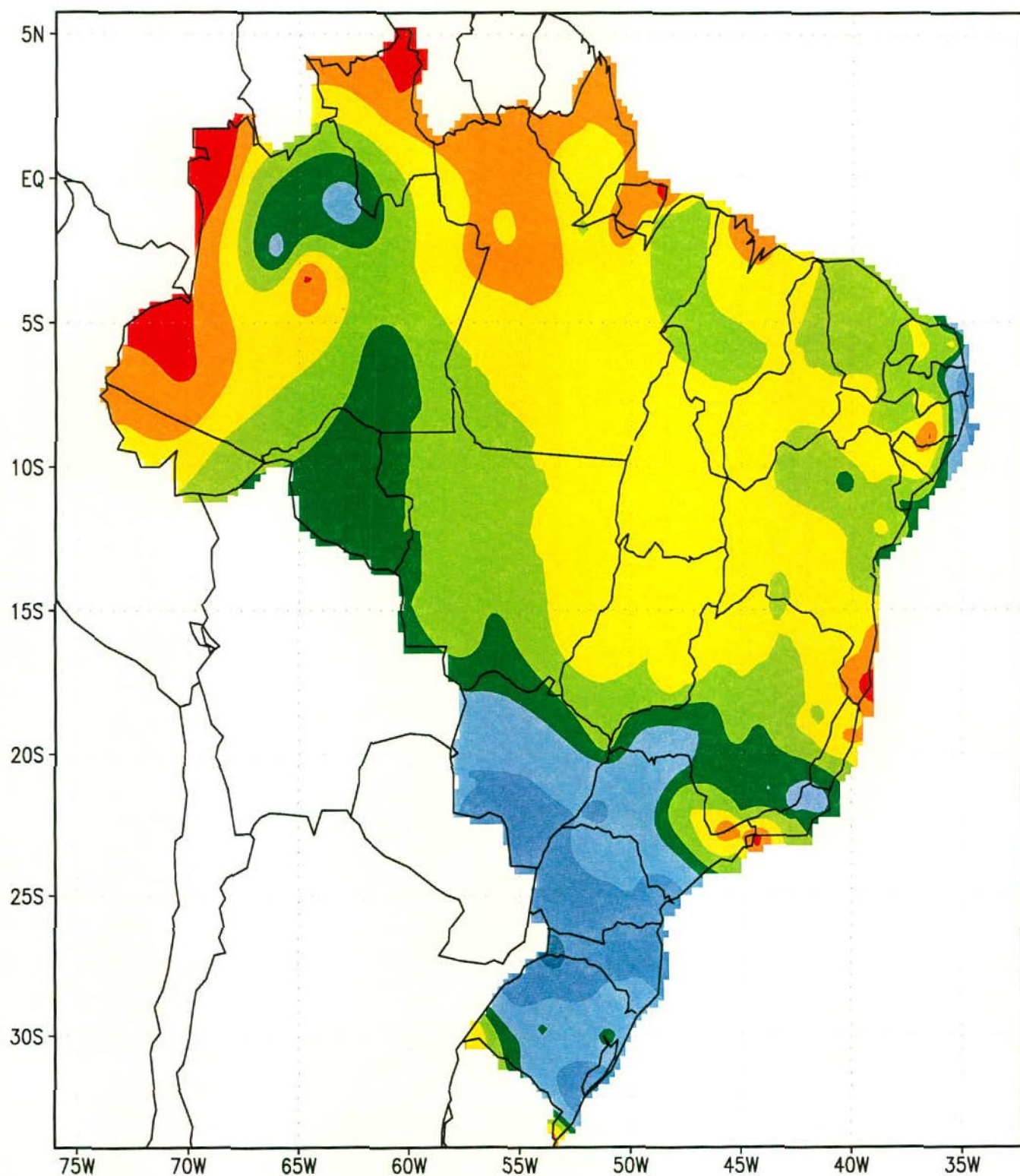


Fonte de dados: CMCD/INPE-INMET

CPTEC/INPE

C P T E C - I N P E

Anomalia de Precipitacao
AGOSTO 98

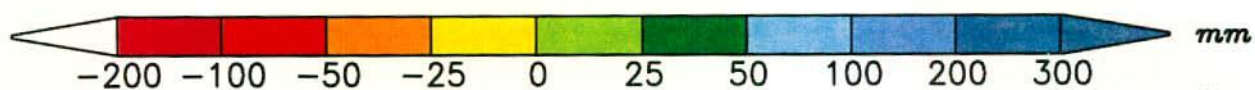
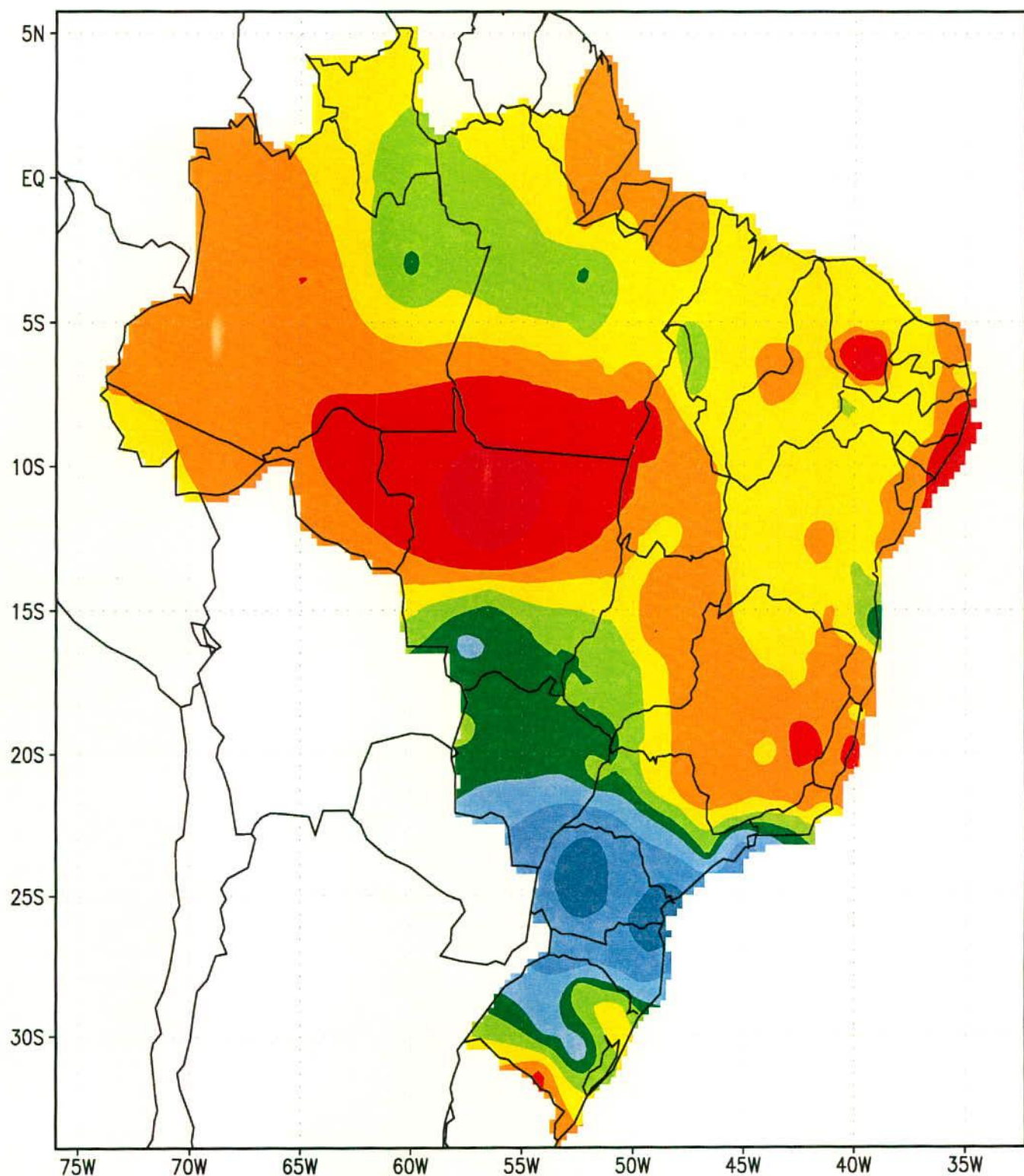


Fonte de dados: CMCD/INPE-INMET

CPTEC/INPE

C P T E C - I N P E

Anomalia de Precipitacao
SETEMBRO 98

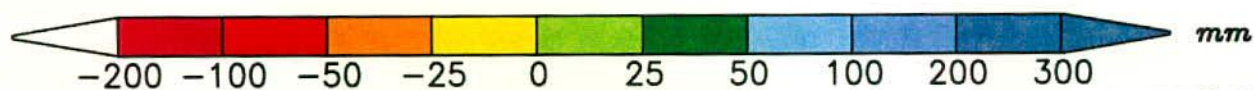
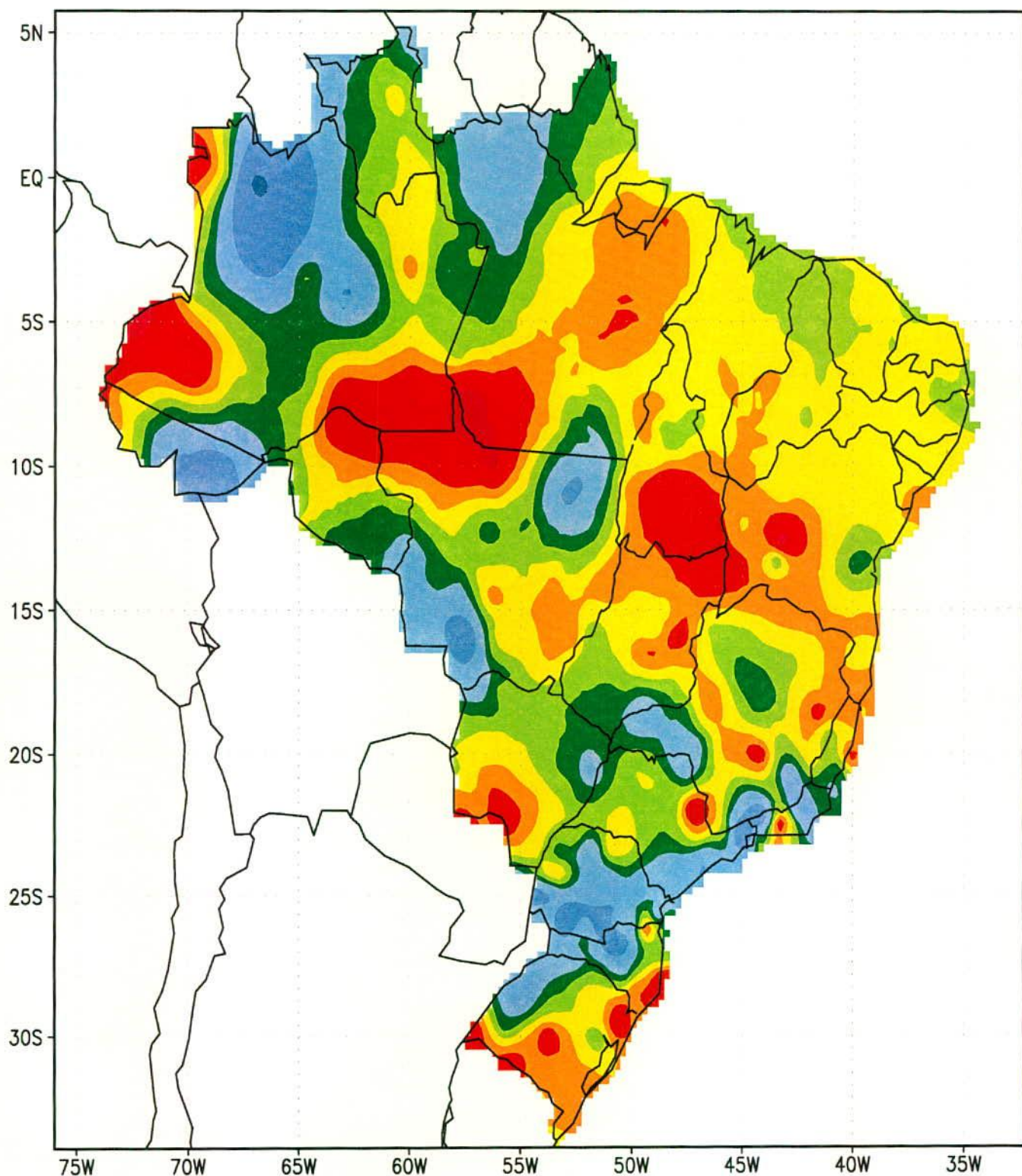


Fonte de dados: CMCD/INPE-INMET

CPTEC/INPE

C P T E C - I N P E

Anomalia de Precipitacao
OUTUBRO 98

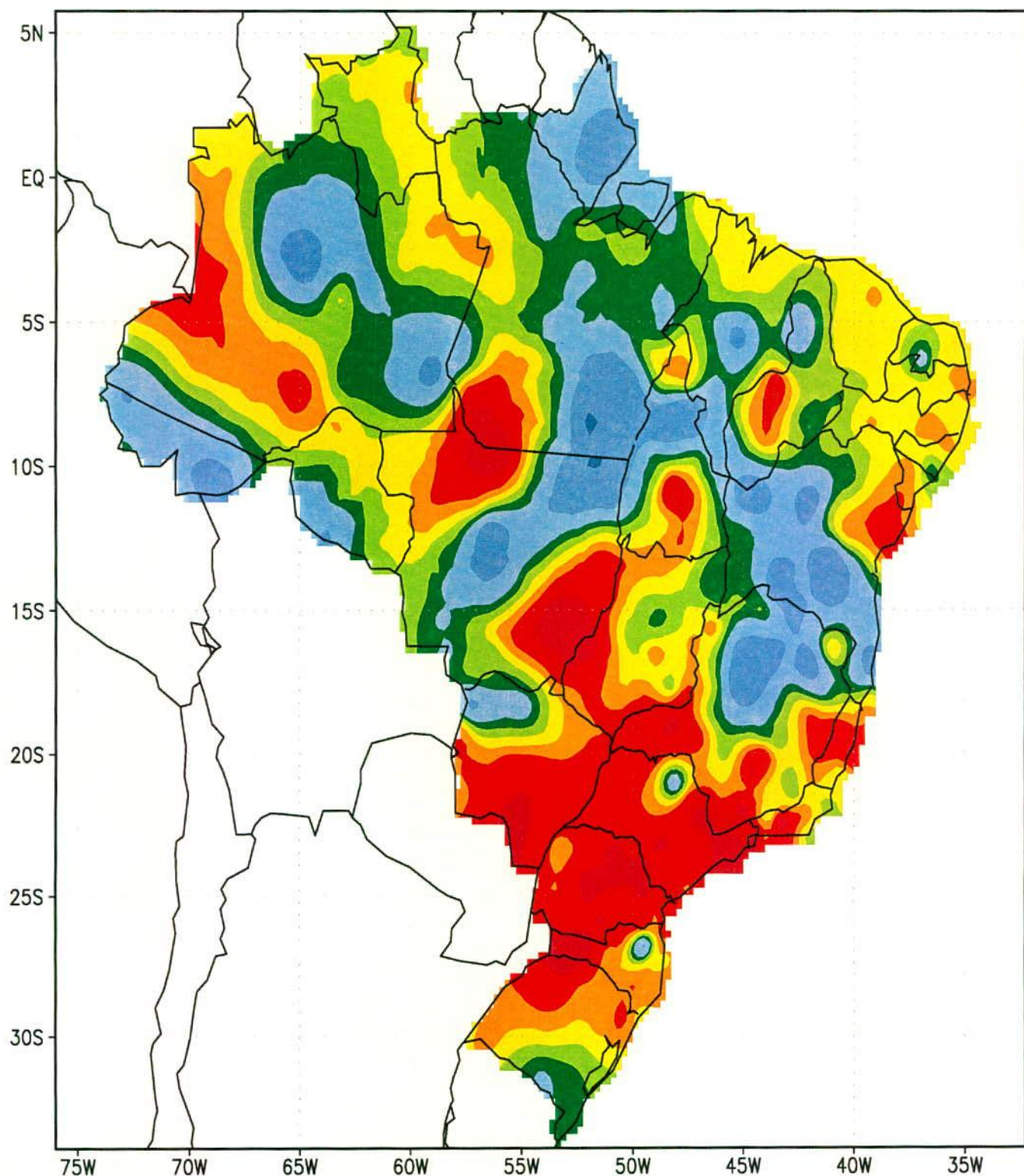


Fonte de dados: CMCD/INPE-INMET

CPTEC/INPE

C P T E C - I N P E

Anomalia de Precipitacao
NOVEMBRO 98



Fonte de dados: CMCD/INPE-INMET

CPTEC/INPE

**PUBLICAÇÕES TÉCNICO-CIENTÍFICAS
EDITADAS PELO INPE**

RELATÓRIOS DE PESQUISA

- *Reportam resultados de pesquisa tanto de natureza técnica quanto científica.*

NOTAS TÉCNICO-CIENTÍFICAS

- *Incluem resultados preliminares de pesquisa, descrição de equipamentos, software, sistemas e experimentos, apresentação de testes, dados e atlas, e documentação de projetos de engenharia.*

MANUAIS TÉCNICOS

- *Descrevem normas, procedimentos, instruções e orientações.*

PUBLICAÇÕES DIDÁTICAS

- *Apostilas, notas de aula e manuais didáticos.*

TESES E DISSERTAÇÕES

- *Teses e Dissertações apresentadas nos Cursos de Pós-Graduação do INPE.*

PUBLICAÇÕES SERIADAS

- *Periódicos Técnico-científicos: Boletim de Sensoriamento Remoto, Climanálise: Boletim de Monitoramento e Análise Climática.*
- *Anais de Eventos*