

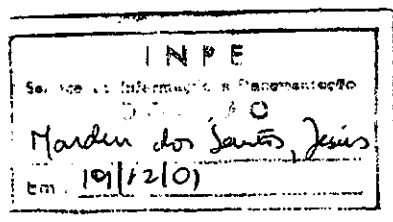


MONITORAMENTO ORBITAL DAS QUEIMADAS NO BRASIL

Evaristo E. de Miranda
Alberto W. Setzer
Aluizio M. Takeda



Campinas
1994



© ECOFORÇA ®

Exemplares desta publicação podem ser adquiridas junto à

ECOFORÇA - Pesquisa e Desenvolvimento

R. José Inocêncio de Campos 148

13024-230, Campinas, SP, Brasil

Tel: (0192) 55-4332

Fax: (0192) 54-0343

E-mail: ecof@fppsp.fapesp.br

Tiragem: 1000 exemplares

Editoração Eletrônica: Ana Lúcia Filardi

Revisão: Alejandro Jorge Dorado

Shirley Soares da Silva (*Normalização Bibliográfica*)

Miranda, Evaristo Eduardo de; Setzer, Alberto W.; Takeda, Aluizio Massanobu. **Monitoramento Orbital de Queimadas no Brasil.** Campinas : ECOFORÇA, 1994.

149p., tab., mapas, 29,69 x 21,01 cm.

1. Monitoramento Ambiental - Queimadas. 2. Monitoramento Orbital - Queimadas - Brasil. I. ECOFORÇA Pesquisa e Desenvolvimento (Campinas, SP). II. Miranda, E.E. de; Setzer, A.W.; Takeda, A.M. III. Título.

CDD 629.477

528.911.7: 650.43(81)
M642M
E.2

Sumário

Resumo

- 1 - Introdução**
- 2 - Objetivos do sistema de monitoramento orbital de queimadas**
- 3 - Principais etapas metodológicas do sistema de monitoramento orbital de queimadas**
 - 3.1 - Recepção e tratamento das imagens AVHRR no INPE**
 - 3.2 - Recepção dos dados e geração da cartografia no NMA/EMBRAPA**
 - 3.3 - Análise ambiental e comentários da cartografia elaborados pela ECOFORÇA**
- 4 - Resultados numéricos e cartográficos obtidos de 1991 a 1993**
 - 4.1 - Monitoramento anual das queimadas no Brasil (1991-1992-1993)**
 - 4.2 - Dinâmica mensal das queimadas no Brasil**
 - 4.3 - Monitoramento mensal das queimadas no Brasil**
 - 4.3.1 - Monitoramento mensal das queimadas no Brasil (junho a outubro de 1991)**
 - 4.3.2 - Monitoramento mensal das queimadas no Brasil (junho a outubro de 1992)**
 - 4.3.3 - Monitoramento mensal das queimadas no Brasil (junho a outubro de 1993)**
 - 4.4 - Monitoramento anual das queimadas nas regiões Centro/Sul/Sudeste (1992-1993)**
 - 4.5 - Monitoramento anual das queimadas nas região Nordeste (1992-1993)**
 - 4.6 - Monitoramento anual das queimadas nas região Amazônica (1992-1993)**
 - 4.7 - Monitoramento estadual das queimadas. Exemplos cartográficos e numéricos (1993)**
- 5 - Comentários e conclusões sobre a atual metodologia de monitoramento orbital de queimadas e os resultados apresentados**
- 6 - Bibliografia**
- 7 - Anexo**

MONITORAMENTO ORBITAL DAS QUEIMADAS NO BRASIL

RESUMO

Este trabalho apresenta dados numéricos e cartográficos, obtidos por um sistema de monitoramento orbital da ocorrência de queimadas no Brasil. Pesquisadores do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE, do Núcleo de Monitoramento Ambiental - NMA/EMBRAPA e da organização não governamental ECOFORÇA - Pesquisa e Desenvolvimento elaboraram, com o apoio da Agência Estado - AE, programas de computador e rotinas informatizadas que organizam em mapas semanais, mensais e anuais, dados obtidos diariamente pelo satélite NOAA - AVHRR, em Cachoeira Paulista - SP. Uma descrição sucinta dos métodos desenvolvidos é apresentada, assim como dos resultados e progressos obtidos por esse esforço multiinstitucional entre 1991 e 1993. O trabalho contém uma série de 46 mapas nacionais, regionais e estaduais das queimadas. A totalidade dos cerca de 350 mapas gerados anualmente pelo sistema está disponível no NMA e na ECOFORÇA. Eles podem ser fornecidos sob demanda e em breve serão passíveis de um acesso remoto via *FTP* ou *WWW/Mosaic*. Os resultados indicam uma redução de 467.012 pontos de queimadas em 1991 para 290.773 em 1992 e para 311.154 em 1993. Já os padrões espaço-temporais interanuais, observados a nível mensal, foram bastante similares e chegam a ser praticamente idênticos durante o mês de outubro. A contribuição de cada região e estado ao fenômeno é discutida no trabalho. Desequilíbrios regionais importantes foram evidenciados. S. Paulo e Paraná, por exemplo, respondem por quase 50% da produção agrícola do país e contribuem, cada um, com apenas cerca de 2% das queimadas detectadas. Enquanto isso, Mato Grosso contribui sozinho com cerca de 20% das queimadas detectadas no país, um número equivalente ao dobro do total das regiões Sul e Sudeste juntas, para uma produção agrícola relativamente muito pouco expressiva. Enfim espera-se que o significativo e inédito conjunto cartográfico e numérico apresentado sirva para ampliar o conhecimento científico e racionalizar a discussão sobre as queimadas no Brasil.

MONITORAMENTO ORBITAL DAS QUEIMADAS NO BRASIL

Evaristo Eduardo de Miranda ¹

Alberto W. Setzer ²

Aluizio M. Takeda ³

1 - Introdução

A dimensão atingida pela prática das queimadas na região intertropical tem sido objeto de preocupação e polêmica a nível nacional e internacional (CEPAL, 1990; Fontan, 1993) e até mesmo local (Silva, 1994). O fenômeno das queimadas é generalizado na agricultura brasileira (John, 1988; 1992) pois está presente desde os sistemas de produção menos intensificados - como os de caça e coleta dos indígenas - na agricultura mais intensificada como a cana de açúcar, o algodão e os cereais. Seu impacto ambiental também preocupa, mas só será elucidado através de trabalhos científicos e não a partir de tomadas de posição empíricas ou ideológicas. Como exemplo destes trabalhos, cabe citar as coletâneas encontradas em Levine (1991) e Crutzen & Goldammer (1993).

Neste trabalho são apresentados dados inéditos obtidos sobre as queimadas quanto a ocorrência, localização, dinâmica espacial e temporal em todo o território nacional. Ainda faltam muitos estudos para que se possa determinar a vegetação envolvida em cada caso (Reggan *et al.* 1993), a natureza e magnitude do fogo, além de uma avaliação qualitativa e quantitativa das emissões gasosas (Keller, s/d; Livingston, s/d; Joyce, 1985; Hammond, 1990; Setzer *et al.* 1991; Kaufman *et al.* 1991; Ward *et al.* 1991) em diversas escalas espaciais e temporais. Mesmo assim, toda difusão dessas informações já disponíveis para setores organizados da sociedade é fundamental para que as práticas agrícolas e comportamentais evoluam e a fiscalização torne-se mais eficaz (Setzer & Pereira 1991; Miranda, 1991; Harris, 1990; Tilton, 1989).

¹ Doutor em ecologia, professor da USP, pesquisador do NMA e presidente da ECOFORÇA

² Doutor em meio ambiente, pesquisador do departamento de sensoriamento remoto e meteorologia espacial do INPE

³ Analista de sistemas sênior, técnico especializado da área de cartografia digital do NMA

Visando obter dados científicos adicionais sobre o tema das queimadas no Brasil e gerar uma informação sistemática e adequada para a opinião pública nacional e internacional, um esforço multiinstitucional vem estruturando um sistema de monitoramento, mapeamento e divulgação semanal das queimadas ocorridas no país durante os meses secos no inverno, com base no uso de imagens orbitais dos satélites NOAA e seu sensor AVHRR.

Nesse sistema, pesquisadores do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE, do Núcleo de Monitoramento Ambiental - NMA/EMBRAPA e da organização não governamental ECOFORÇA - Pesquisa e Desenvolvimento elaboraram, com o apoio da Agência Estado - (AE), programas de computador e rotinas informatizadas que organizam em mapas semanais, mensais e anuais, os dados obtidos diariamente pelo satélite NOAA - AVHRR, em Cachoeira Paulista, pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - (INPE). Operacional e com seus resultados difundidos desde 1991 esse sistema é objeto de aperfeiçoamentos constantes.

Este trabalho apresenta uma descrição sucinta dos métodos desenvolvidos, mas principalmente dos resultados e principais progressos obtidos por esse esforço multiinstitucional entre 1991 e 1993 no monitoramento orbital das queimadas no Brasil. Ao mesmo tempo torna disponível, para a sociedade em geral e para a comunidade científica em particular, dados cartográficos homogêneos sobre o fenômeno. Esses dados ou mapas informam, em primeiro lugar, sobre a variabilidade temporal das queimadas no Brasil entre 1991 e 1993. Em segundo lugar, apresentam, com detalhamento progressivo (regional e estadual), exemplos de mapas disponíveis abordando a questão da variabilidade espacial das queimadas e indicando os locais que mais e menos queimam no Brasil, bem como a variabilidade desse fenômeno ao longo do tempo.

Como o sistema de monitoramento orbital gera cerca de 350 mapas por ano, publicá-los em sua totalidade implicaria num documento excessivo onde só os mapas representariam mais de 1000 páginas. Por essa razão este documento não apresenta os mapas semanais gerados nestes três anos, nem tão pouco os mapas regionais gerados a cada mês. Esses mapas estão disponíveis no NMA e na ECOFORÇA e podem ser fornecidos sob demanda. Em breve todos os mapas serão passíveis de um acesso remoto via *FTP* ou *WWW/Mosaic* na ECOFORÇA e no NMA. Já o significativo e inédito conjunto cartográfico aqui apresentado pode ser objeto de numerosas análises e servir para ampliar o conhecimento científico sobre a ocorrência das queimadas no Brasil.

2 - Objetivos do sistema de monitoramento orbital de queimadas

O principal objetivo do sistema de monitoramento orbital de queimadas tem sido o de assegurar, em tempo quase-real, uma informação numérica e cartográfica sobre a ocorrência de queimadas no país. Para atingir esse objetivo e aperfeiçoar seu desempenho, as instituições envolvidas definiram as seguintes metas operacionais:

- 1 - Consolidar no INPE um sistema de aquisição, tratamento e armazenamento digital dos dados numéricos referentes a queimadas obtidos a partir de imagens do sensor AVHRR do satélite NOAA em Cachoeira Paulista;
- 2 - Desenvolver no NMA e na ECOFORÇA rotinas que produzam de forma automática mapas nacionais, regionais e estaduais de queimadas, tanto numéricos como em classes, para semanas, meses e anos a partir da matriz de pontos de queimada gerada semanalmente no INPE;
- 3 - Realizar na ECOFORÇA uma análise ambiental da repartição e da variabilidade espaço-temporal das queimadas no Brasil, por regiões e estados a nível mensal e anual.

3 - Principais etapas metodológicas do sistema de monitoramento orbital de queimadas

3.1 - Recepção e tratamento das imagens AVHRR no INPE

A detecção diária operacional de queimadas no Brasil é um sistema pioneiro a nível mundial e se baseia nas imagens do sensor "Advanced Very High Resolution" - AVHRR à bordo dos satélites meteorológicos da série NOAA. Embora o AVHRR apresente resolução espacial nominal de 1,1 km, e portanto muito mais grosseira que a de satélites como o LANDSAT e SPOT, ele apresenta características únicas que se adaptam muito bem ao monitoramento de queimadas.

Uma delas é seu canal 3, na faixa ótica de 3,6 a 3,9 μm , exatamente onde ocorre maior emissão de energia de chamas. Isso permite a detecção de frentes de fogo da ordem de 30 m, portanto muito menores que sua resolução.

Outras duas características são: a cobertura espacial ampla de quase todo território nacional em apenas uma imagem e a alta frequência temporal de imagens com pelo menos uma no período vespertino e outra na madrugada. Como existem sempre pelo menos dois satélites NOAA operacionais, pode-se efetuar a detecção de queimadas no mínimo quatro vezes ao dia. Embora o conjunto NOAA/AVHRR não tenha sido previsto para detectar queimadas, constitui-se na única ferramenta disponível no presente para um monitoramento metódico e regular de queimadas no País (Justice et. al 1993), que atualmente não poderia ser obtido de outra maneira (John & Briess, 1994).

Resumidamente, a detecção de queimadas é feita selecionando-se todos elementos de resolução da imagem, ou "píxeis", que no canal 3 apresentam temperatura muito elevada e portanto indicam uma queimada (Setzer, 1993). Em geral apenas uma imagem AVHRR é recebida diariamente pelo INPE em suas instalações de Cachoeira Paulista, SP, à tarde, e no período em que se concentram as queimadas na maior parte do País, de 01 de junho a 30 de outubro. Através de equações de cálculo orbital determinam-se as coordenadas geográficas destes píxeis nas imagens para geração de produtos para usuários diversos. Cerca de 15 minutos após a passagem do satélite, as localizações das queimadas, em coordenadas com latitude e longitude, estão disponíveis para os usuários, em seus próprios endereços.

No caso da elaboração de mapas cumulativos de queimadas, como os apresentados neste trabalho, os produtos são gerados semanalmente, e apresentam a frequência de ocorrência de queimadas em unidades celulares de uma grade que cobre todo País. Até o ano de 1992 estas células possuíam 1,5 graus de longitude por 1,0 grau de latitude, quando foram alteradas para 0,5 graus em longitude e latitude. Para maiores detalhes descritivos da técnica usada pelo INPE na detecção e monitoramento de queimadas, assim como de suas vantagens e limitações, recomenda-se o trabalho de Setzer *et al.* (1992).

3.2 - Recepção dos dados e geração da cartografia no NMA/EMBRAPA

O INPE envia os dados semanais obtidos ao NMA através da Rede Nacional de Pesquisas (RNP-CNPq-MCT), usando o serviço INTERNET. Os dados originais são transformados em matrizes de latitudes, longitudes e quantidades de pontos de queimadas, usando programas desenvolvidos em linguagem C.

No NMA foram desenvolvidos e são executados os programas para gerar a informação cartográfica em formato PostScript. A unidade cartográfica básica usada neste trabalho é a da divisão internacional das folhas 1:250.000 no caso dos mapas nacionais, onde cada célula corresponde a uma área de aproximadamente 18.000 km². Uma divisão três vezes mais detalhada, de um grau de latitude por trinta minutos de longitude, é utilizada para a geração dos mapas regionais. Nesse caso as queimadas são totalizadas em células de aproximadamente 6.000 km². Enfim, os mapas estaduais são executados seguindo uma malha de meio grau de latitude por meio grau de longitude, onde o total de queimadas em cada célula refere-se a uma área de aproximadamente 2.500 km².

Os mapas básicos para quantificação das queimadas a nível nacional e regional foram digitalizados no NMA num ambiente de Sistema de Informações Geográficas (SGI) e transformados em PostScript em ambiente OpenWindows. Para os contornos geográficos de base e das quadriculas 1:250.000 foram usados mapas-base obtidos por redução fotográfica do mapa da América do Sul, preparados pelo Serviço de Mapeamento do Exército Americano e por fontes do IBGE.

Algumas rotinas estatísticas descritivas calculam para cada mapa parâmetros de posicionamento como o número de quadriculas com queimadas, o número médio de queimadas por quadrícula, o número máximo, etc. Esse cálculo é feito no caso de cada mapa regional ou estadual. O resultado é apresentado sob duas formas: uma numérica (onde o número de queimadas detectadas no período figura dentro da quadrícula) e outra por classes (onde a quadrícula é preenchida por um tom de cinza ou cor correspondente ao intervalo de classe a que pertence). Esse sistema permite a produção de mapas semanais, mensais, anuais ou de qualquer outro período desejado. Concluída esta fase, os mapas são enviados a ECOFORÇA para serem objeto de análises ambientais e cartográficas.

3.3 - Análise ambiental e comentários da cartografia elaborados pela ECOFORÇA

Os dados semanais são analisados por uma equipe multidisciplinar da ECOFORÇA. Ela busca identificar, qualificar e quantificar as ocorrências das queimadas conforme a pertinência de cada época e região (Forman & Godron, 1986).

A grade cartográfica de análise inicial é a do 1:250.000. A ECOFORÇA dispõe de um acervo de cartas temáticas (geologia, geomorfologia, vegetação, parcelar, agrícola, habitats, etc.), imagens radar e imagens de satélite na escala 1:250.000, tanto em forma de papel, como digital, cobrindo a totalidade do território nacional. Através do cruzamento dessas informações disponíveis com as áreas de maior concentração de queimadas realiza-se uma análise semanal preliminar das causas das queimadas (desmatamentos, incêndios florestais, renovação de pastagens, colheita de cana-de-açúcar, etc.), da vegetação envolvida (cerrado, floresta, caatinga, pastagem, área agrícola, reflorestamento, etc), dos sistemas de produção ou atividades humanas correlatas (colheita, eliminação de restolho, abertura de área, limpeza de pastos, etc) e do fenômeno observado com relação aos anos ou períodos anteriores. Em casos relevantes ou excepcionais, tratamentos em base digital usando um Sistema de Informações Geográficas e um Sistema de Tratamento de Imagens (SITIM) são realizados nos computadores da ECOFORÇA. Esses sistemas permitem analisar com maior detalhe imagens do satélite LANDSAT e cruzá-las com mapas digitais de vegetação e com os dados obtidos pelo sistema NOAA de monitoramento das queimadas.

Comentários sobre os impactos ambientais prováveis dessas ocorrências de queimadas em cada região e de sua ligação com a dinâmica espaço-temporal do uso das terras, são produzidos semanalmente, por uma equipe multidisciplinar, considerando as condições meteorológicas da semana e outros fatores conjunturais. O conjunto dessas análises da origem a um texto padrão de consulta, de cerca de duas páginas, em acompanhamento dos mapas nacionais de queimadas enviados para difusão para a Agência Estado.

As informações de queimadas (texto e mapas) são armazenadas semanalmente em formato PostScript para os mapas e formato ASCII para os textos nas estações de trabalho da ECOFORÇA. Uma edição em papel é sempre executada para envio por correio e fax a determinados usuários que não dispõem de acesso eletrônico.

Através das redes de comunicação eletrônica, está se tornando possível o acesso remoto às informações de queimadas disponíveis na ECOFORÇA, em uma área pública. Em breve usuários e interessados poderão, através de comandos como *FTP*, *Telnet* e *Mosaic/WWW*, acessar e recuperar as informações cartográficas bem como os respectivos comentários ambientais nos computadores da ECOFORÇA e do NMA.

4 - Resultados numéricos e cartográficos obtidos de 1991 a 1993

A imprensa tem divulgado com regularidade, os resultados obtidos pelo sistema de monitoramento orbital de queimadas. Foram 32 artigos e reportagens em 1991, 22 em 1992 e 43 em 1993 (Anexo). Os aspectos metodológicos vinculados à aquisição e ao tratamento das imagens, já foram objeto de publicações específicas (Setzer *et al.*, 1992; CLIMANALISE, 1992a, b, c; 1993a, b, c, d, e). Os dados de mapeamento têm sido distribuídos para imprensa nacional pela Agência Estado e enviados ao exterior para publicações regulares como, por exemplo, a *Wildfire Magazine*. Essa sistemática homogênea de cartografia orbital das queimadas permitiu, em trabalhos recentes, que pela primeira vez, fosse abordada sua dinâmica espaço-temporal a nível interanual (Miranda & Miranda, 1992; Miranda, 1993a, b; Miranda *et al.*, 1994a).

Os principais resultados cartográficos obtidos entre 1991 a 1993 são apresentados a seguir em vários conjuntos de informações:

- 1 - Monitoramento anual das queimadas no Brasil
- 2 - Dinâmica mensal das queimadas no Brasil
- 3 - Monitoramento mensal das queimadas no Brasil
junho a outubro de 1991
junho a outubro de 1992
junho a outubro de 1993
- 4 - Monitoramento anual das queimadas nas regiões Centro/Sul/Sudeste (1992-1993)
- 5 - Monitoramento anual das queimadas na região Nordeste (1992-1993)
- 6 - Monitoramento anual das queimadas na região Amazônica (1992-1993)
- 7 - Monitoramento estadual das queimadas. Exemplos cartográficos e numéricos (1993)

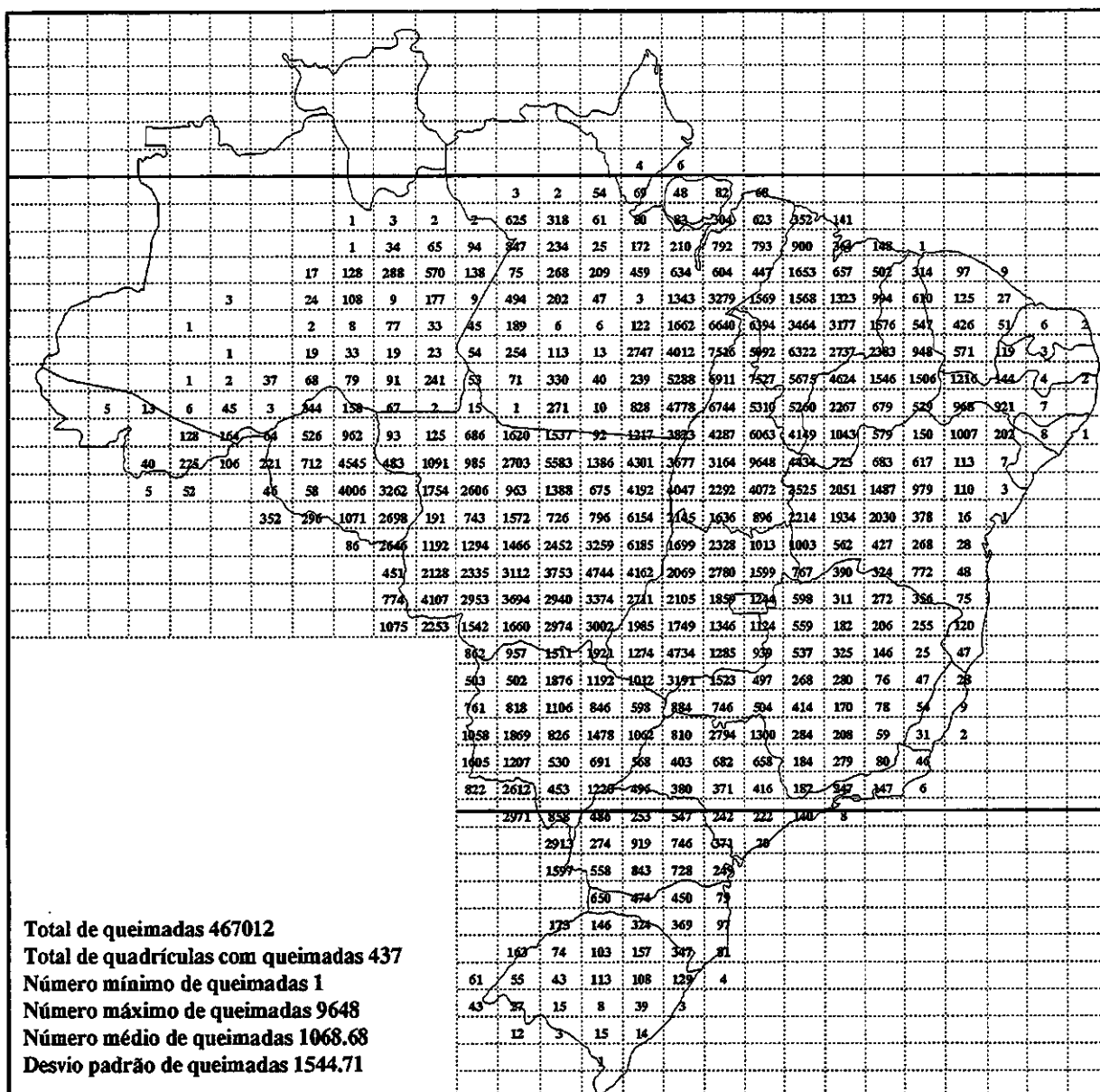
4.1 - MONITORAMENTO ANUAL DAS QUEIMADAS NO BRASIL

(1991 - 1992 - 1993)

INFORMAÇÕES AMBIENTAIS

QUEIMADAS

Junho-Outubro de 1991



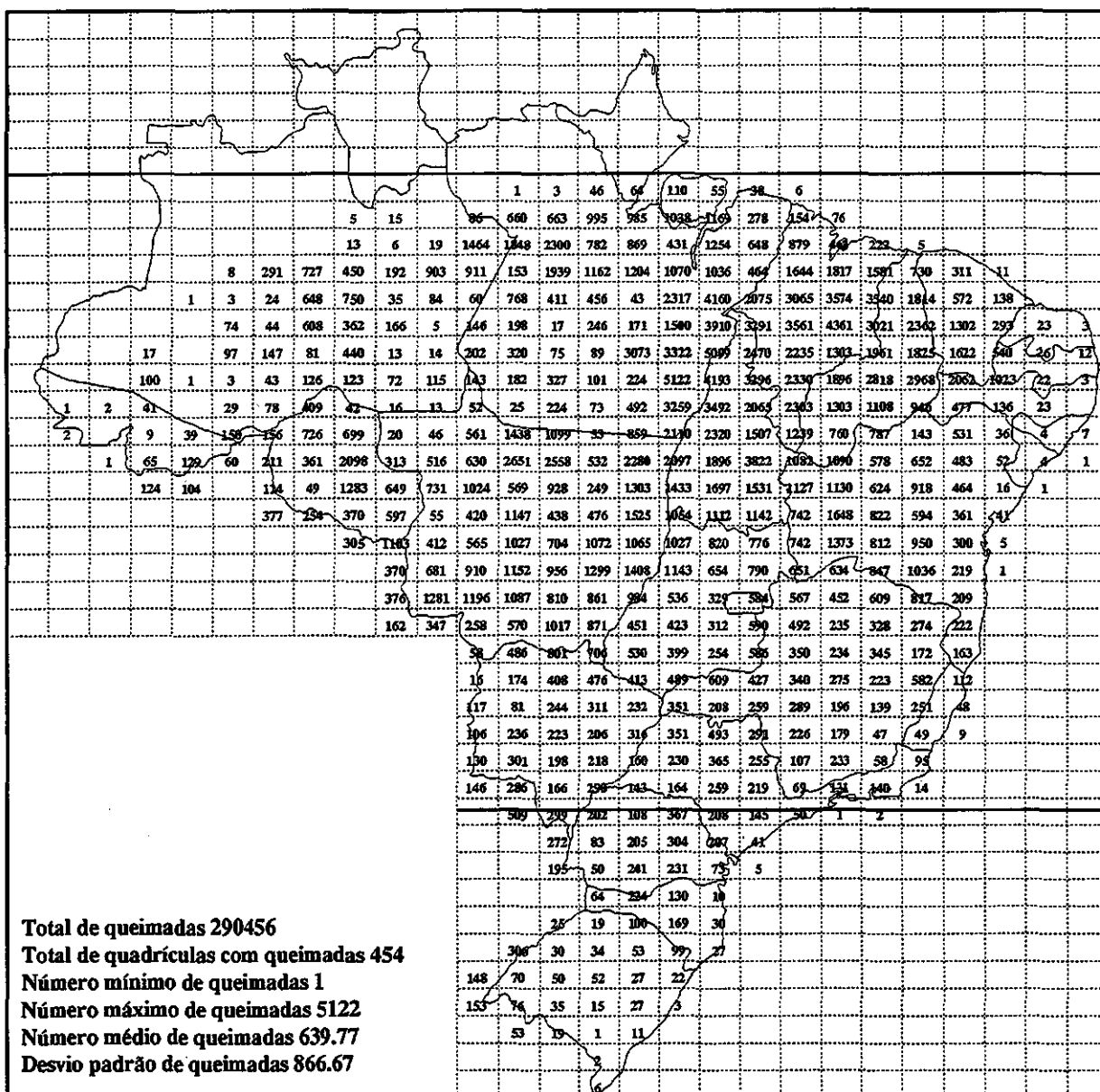
Dados do Satélite NOAA: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais / INPE-MCT
Mapeamento Digital e Arte Final: Núcleo de Monitoramento Ambiental / NMA-EMBRAPA
Interpretação Espacial e Análise Ambiental / ECOFORÇA
Difusão: Agência Estado / AE

Figura 1

INFORMAÇÕES AMBIENTAIS

QUEIMADAS

Junho-Outubro de 1992



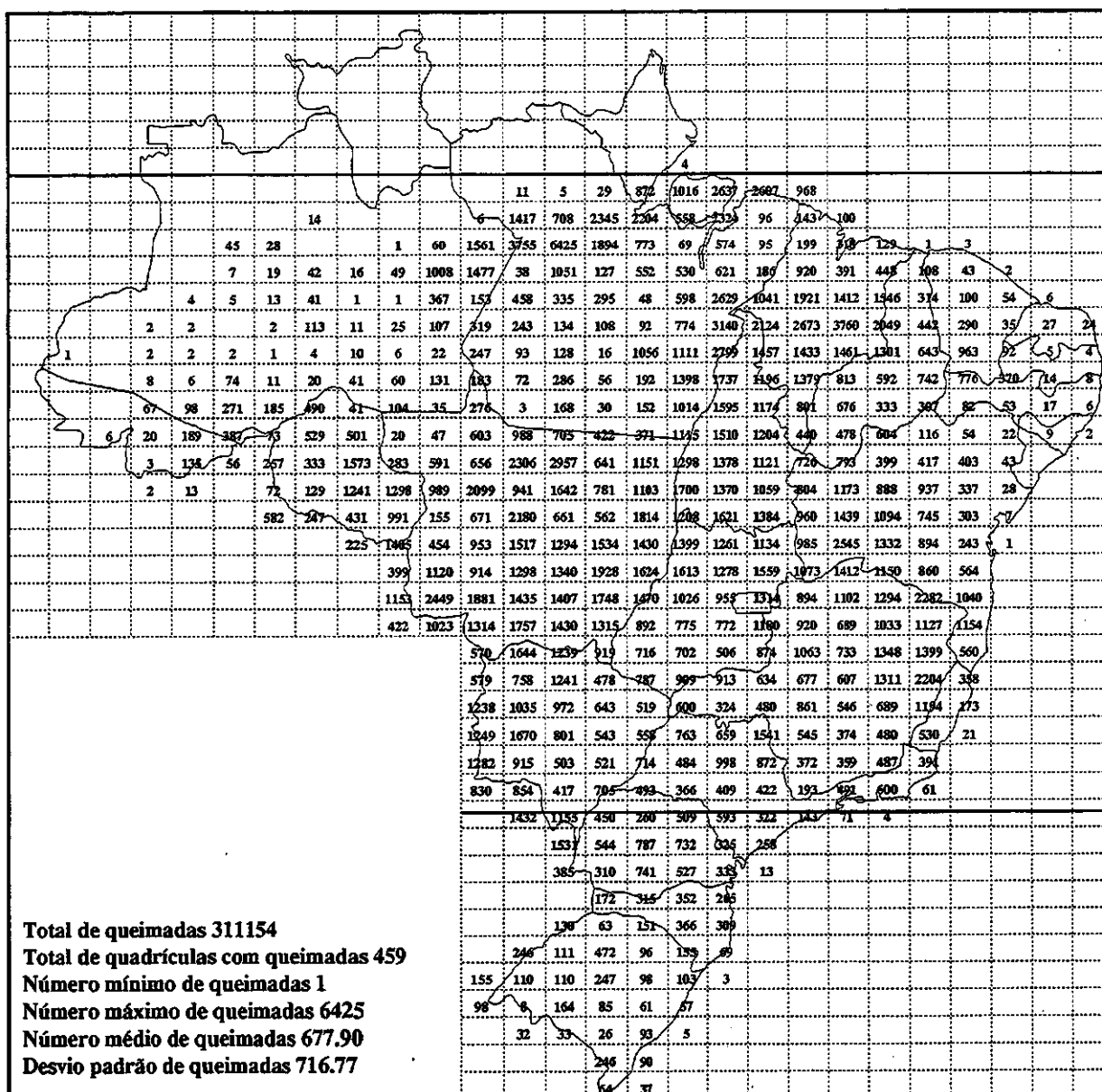
Dados do Satélite NOAA: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais / INPE-MCT
 Mapeamento Digital e Arte Final: Núcleo de Monitoramento Ambiental / NMA-EMBRAPA
 Interpretação Espacial e Análise Ambiental / ECOFORÇA
 Difusão: Agência Estado / AE

Figura 2

INFORMAÇÕES AMBIENTAIS

QUEIMADAS

Junho-Outubro de 1993



Dados do Satélite NOAA: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais / INPE-MCT
 Mapeamento Digital e Arte Final: Núcleo de Monitoramento Ambiental / NMA-EMBRAPA
 Interpretação Espacial e Análise Ambiental / ECOFORÇA
 Difusão: Agência Estado / AE

Figura 3

4.2 - DINÂMICA MENSAL DAS QUEIMADAS NO BRASIL

Monitoramento das Queimadas no Brasil			
Mês/Ano	1991	1992	1993
Junho	5.687	5.363	6.635
Julho	17.801	13.100	19.771
Agosto	209.683	71.643	83.032
Setembro	214.009	92.357	108.225
Outubro	19.832	107.993	93.491
Total	467.012	290.456	311.154

Figura 4: Totais Mensais e Anuais de Queimadas Detectadas em 1991, 1992 e 1993.

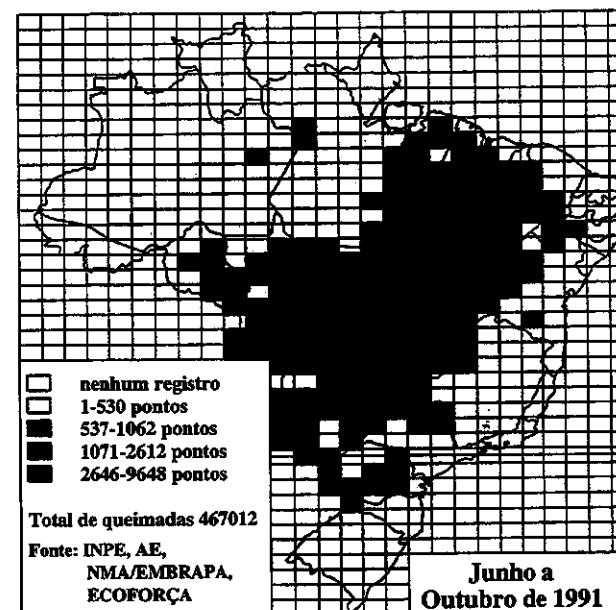
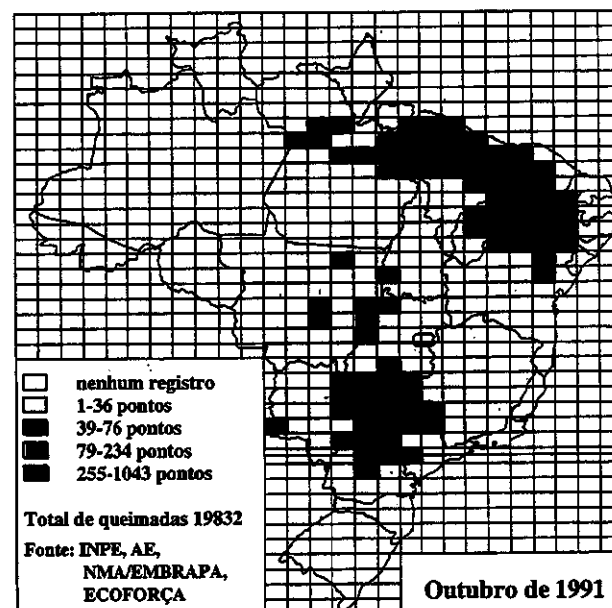
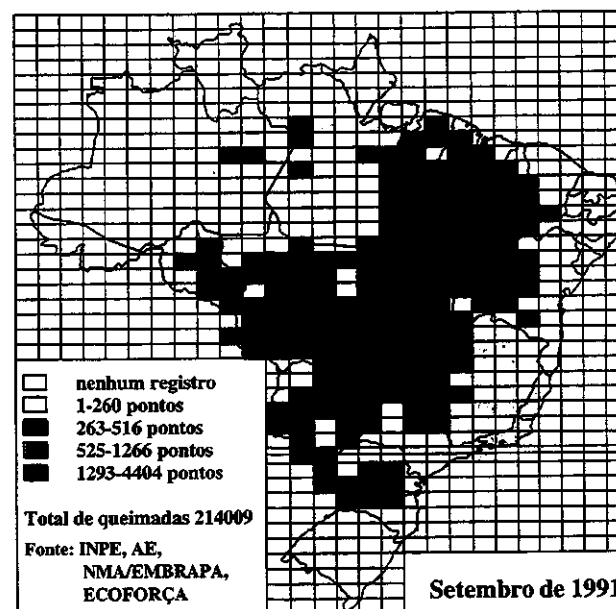
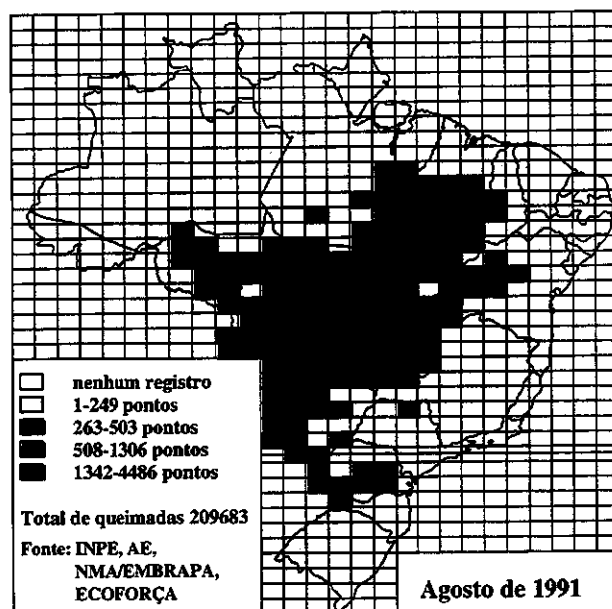
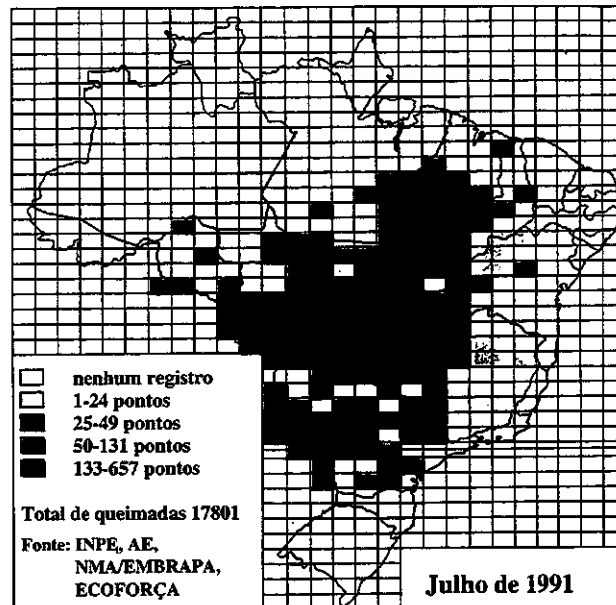
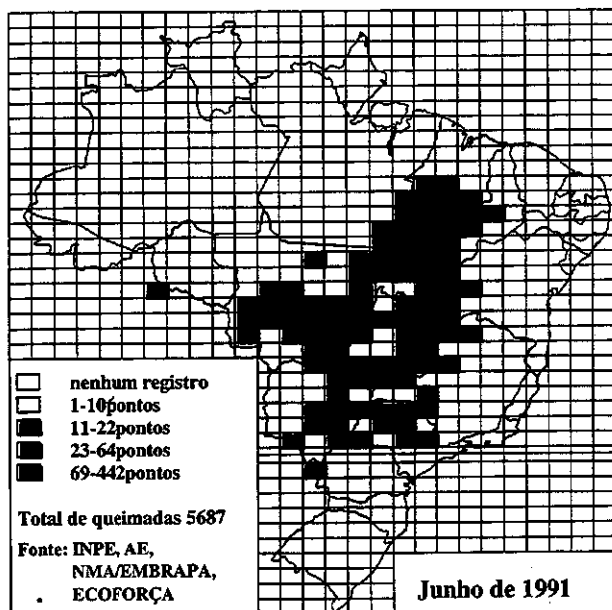


Figura 5: Dinâmica Mensal das Queimadas em 1991.

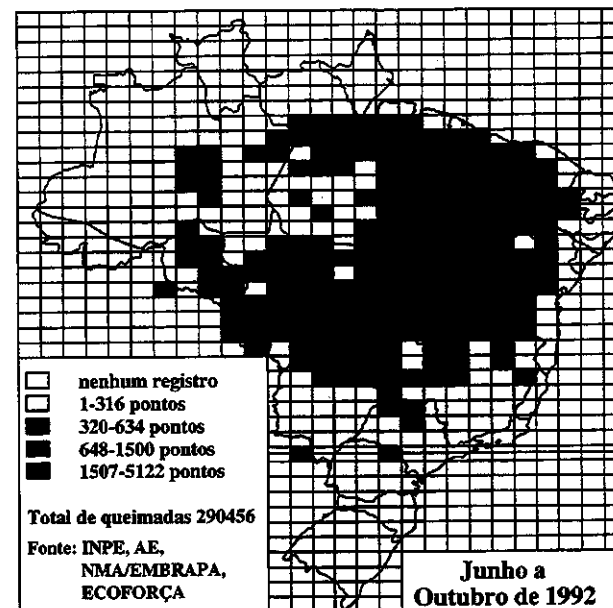
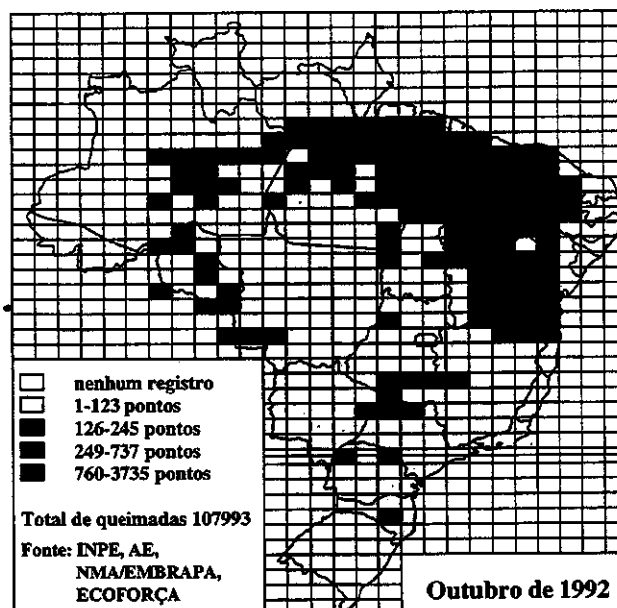
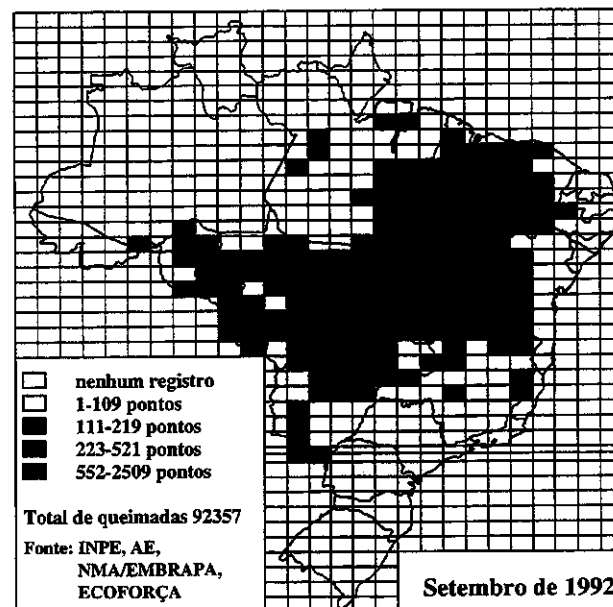
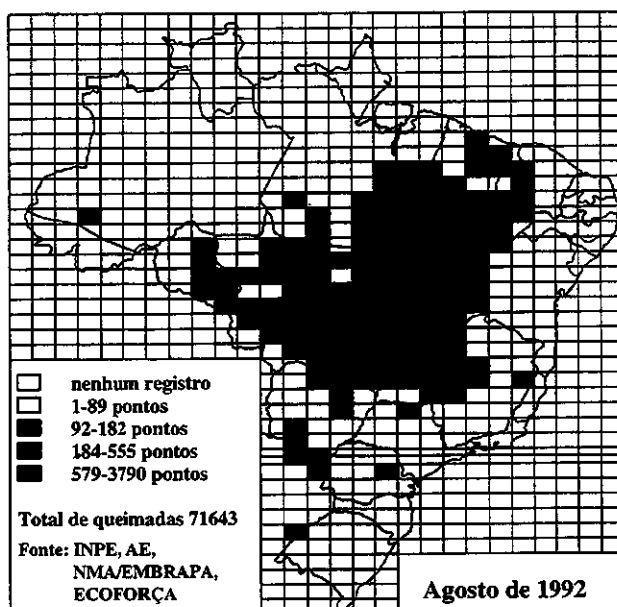
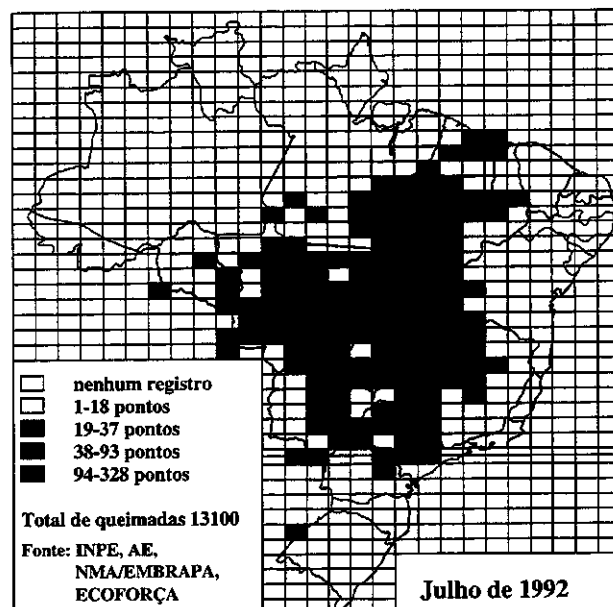
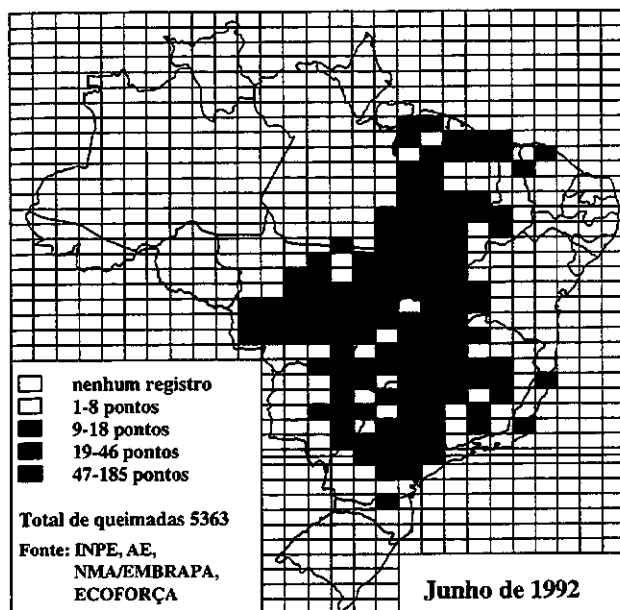


Figura 6: Dinâmica Mensal das Queimadas em 1992.

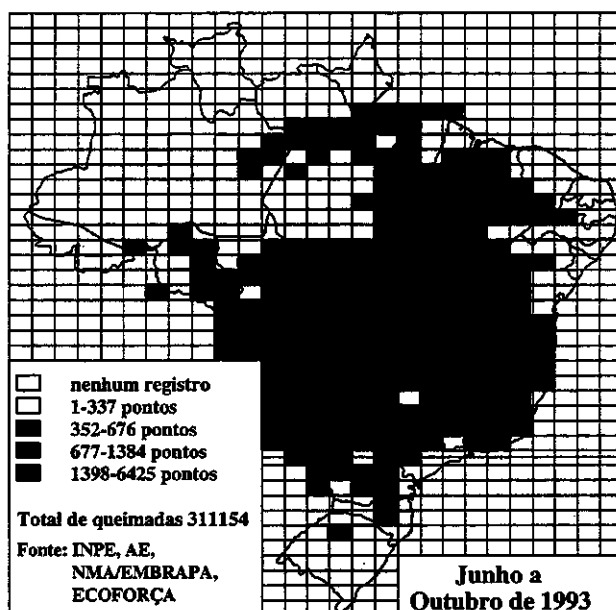
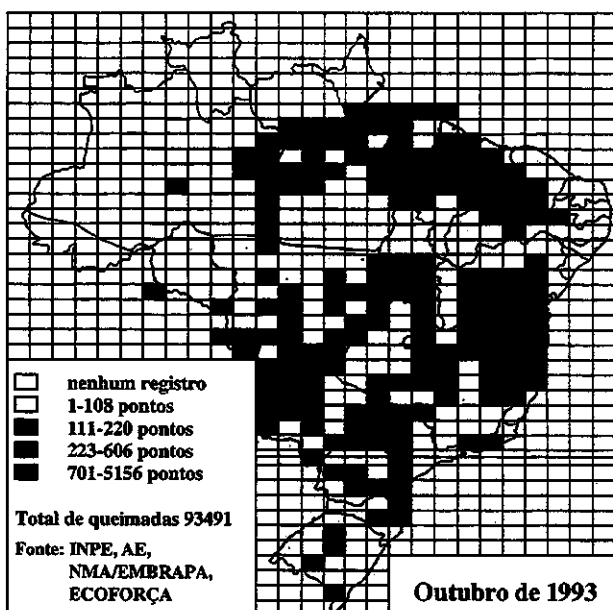
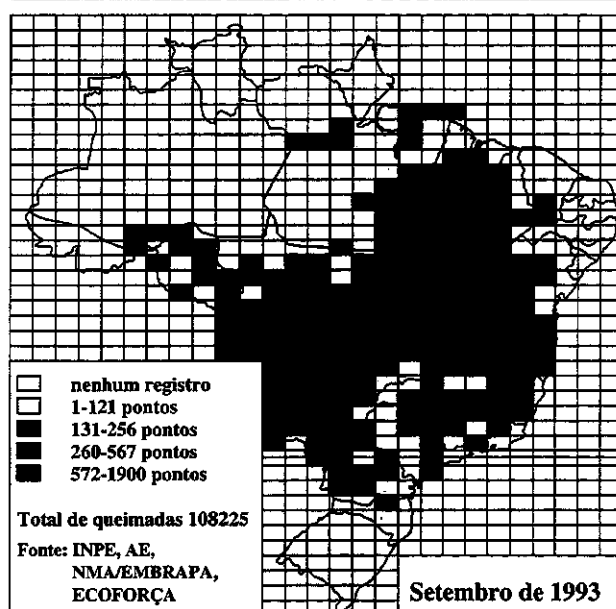
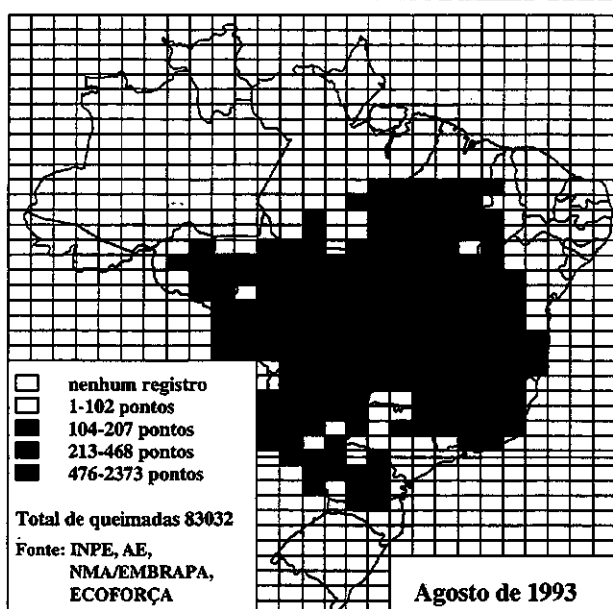
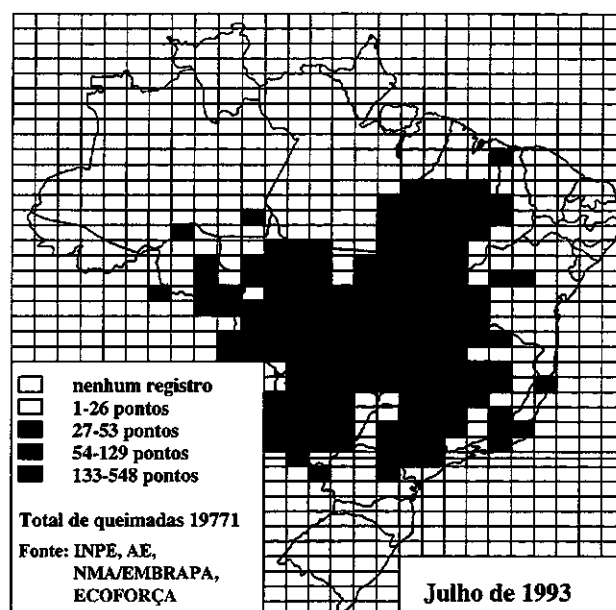
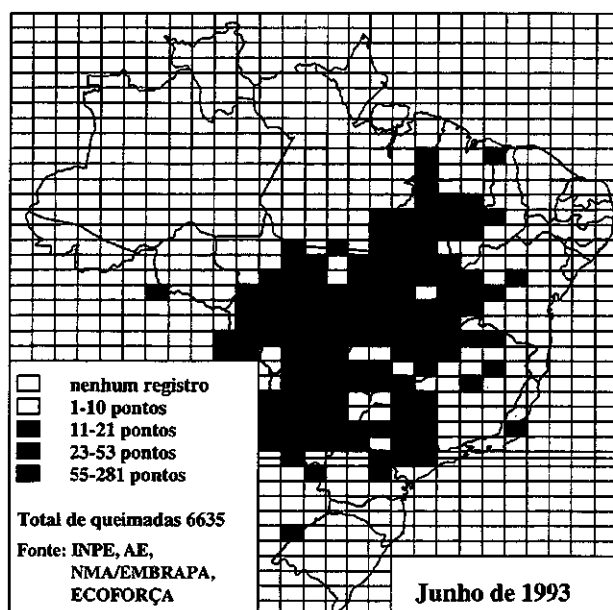


Figura 7: Dinâmica Mensal das Queimadas em 1993.

4.3 - MONITORAMENTO MENSAL DAS QUEIMADAS NO BRASIL

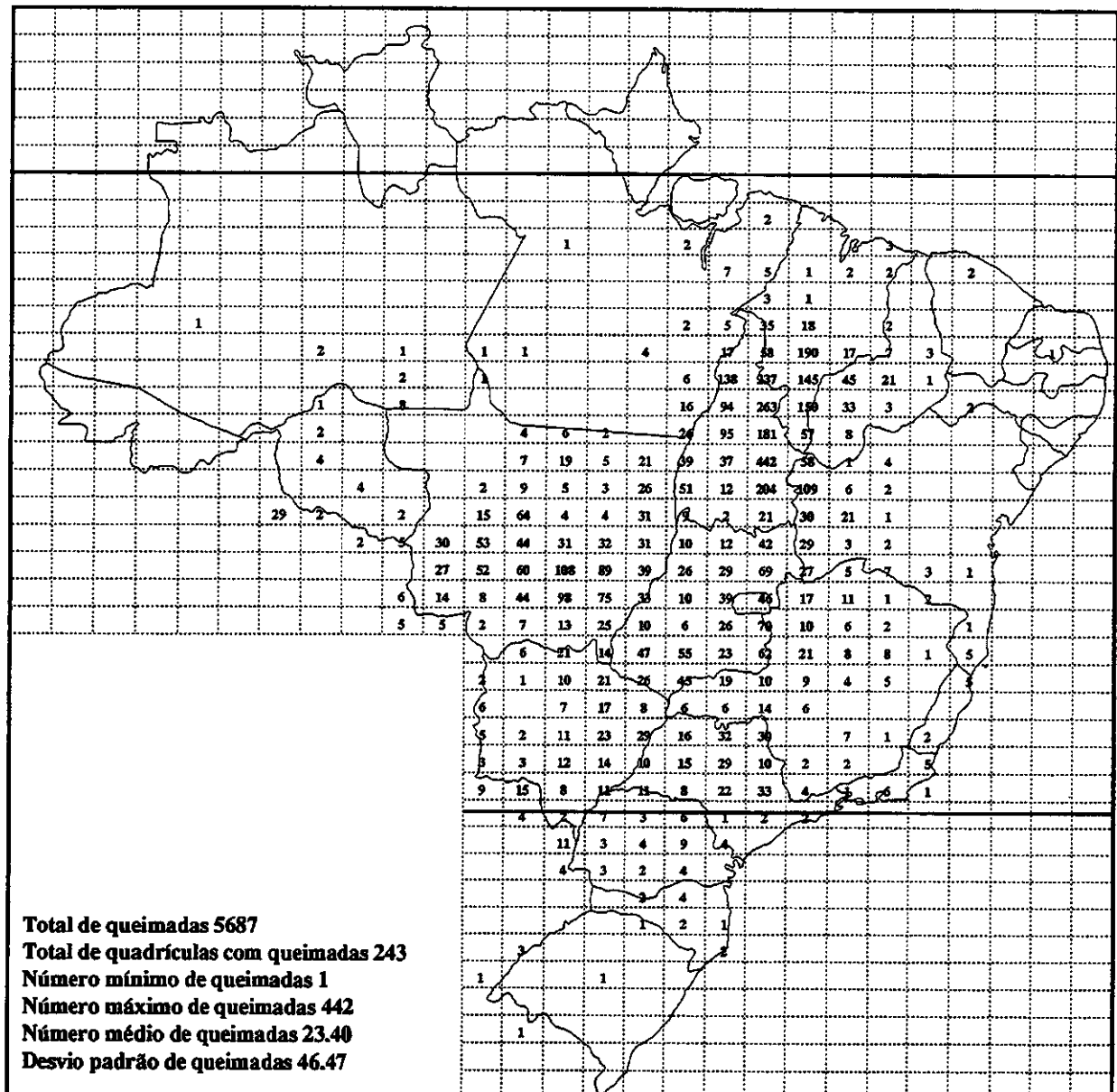
4.3.1 - MONITORAMENTO MENSAL DAS QUEIMADAS NO BRASIL

JUNHO A OUTUBRO DE 1991

INFORMAÇÕES AMBIENTAIS

QUEIMADAS

Junho de 1991

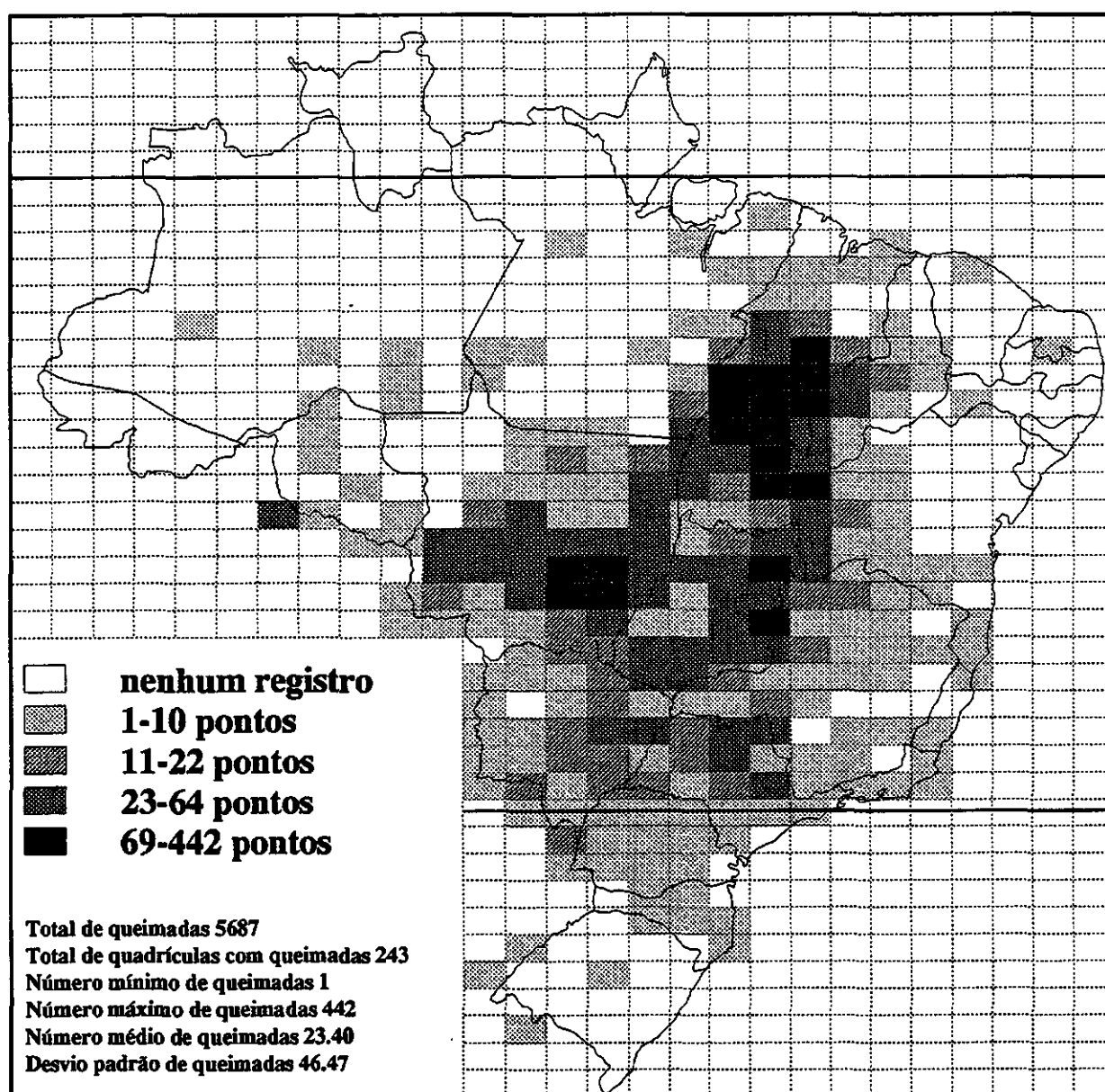


Dados do Satélite NOAA: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais / INPE-MCT
Mapeamento Digital e Arte Final: Núcleo de Monitoramento Ambiental / NMA-EMBRAPA
Interpretação Espacial e Análise Ambiental / ECOFORÇA
Difusão: Agência Estado / AE

Figura 8

QUEIMADAS

Junho de 1991



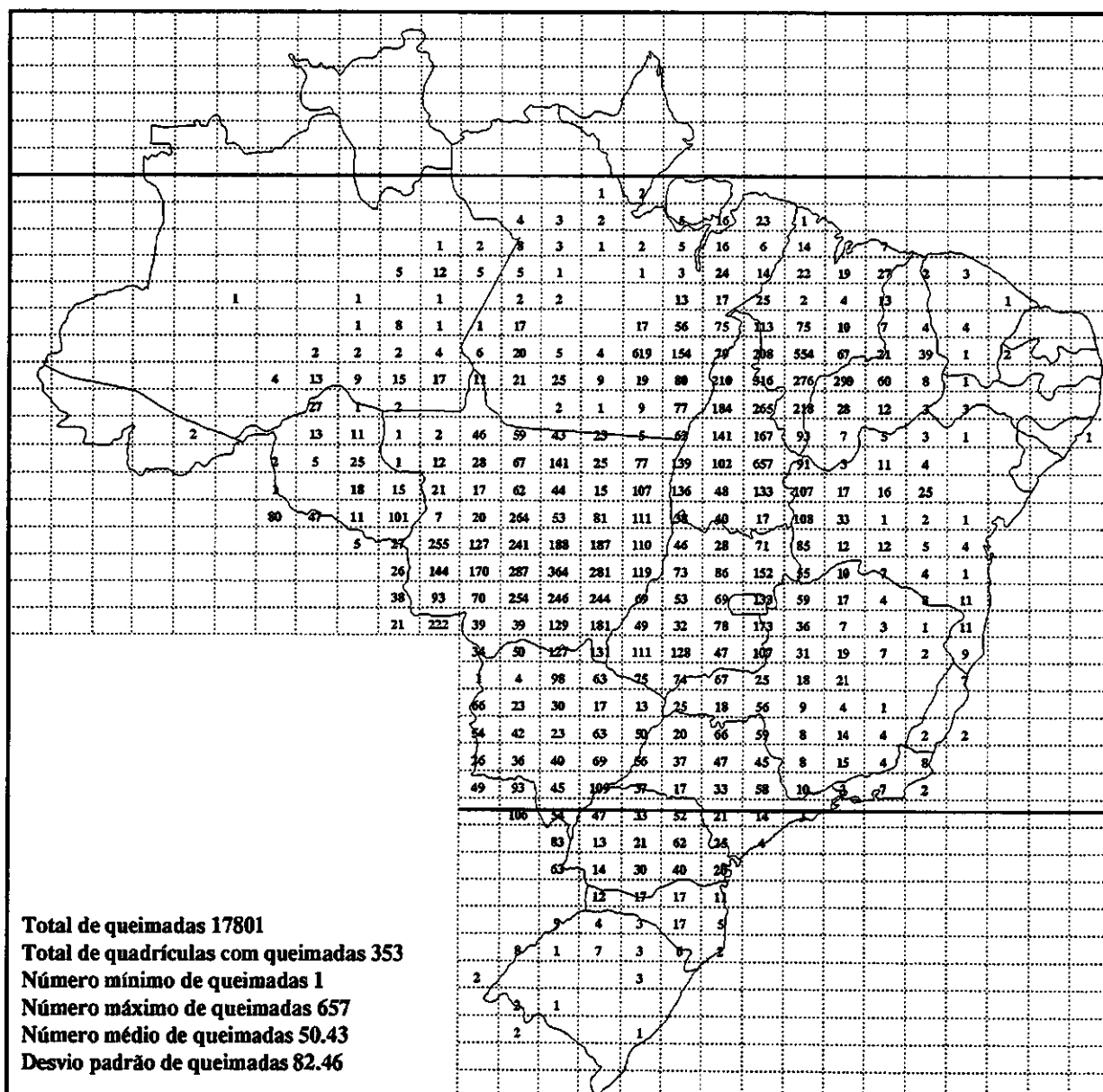
Dados do Satélite NOAA: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais / INPE-MCT
Mapeamento Digital e Arte Final: Núcleo de Monitoramento Ambiental / NMA-EMBRAPA
Interpretação Espacial e Análise Ambiental / ECOFORÇA
Difusão: Agência Estado / AE

Figura 9

INFORMAÇÕES AMBIENTAIS

QUEIMADAS

Julho de 1991

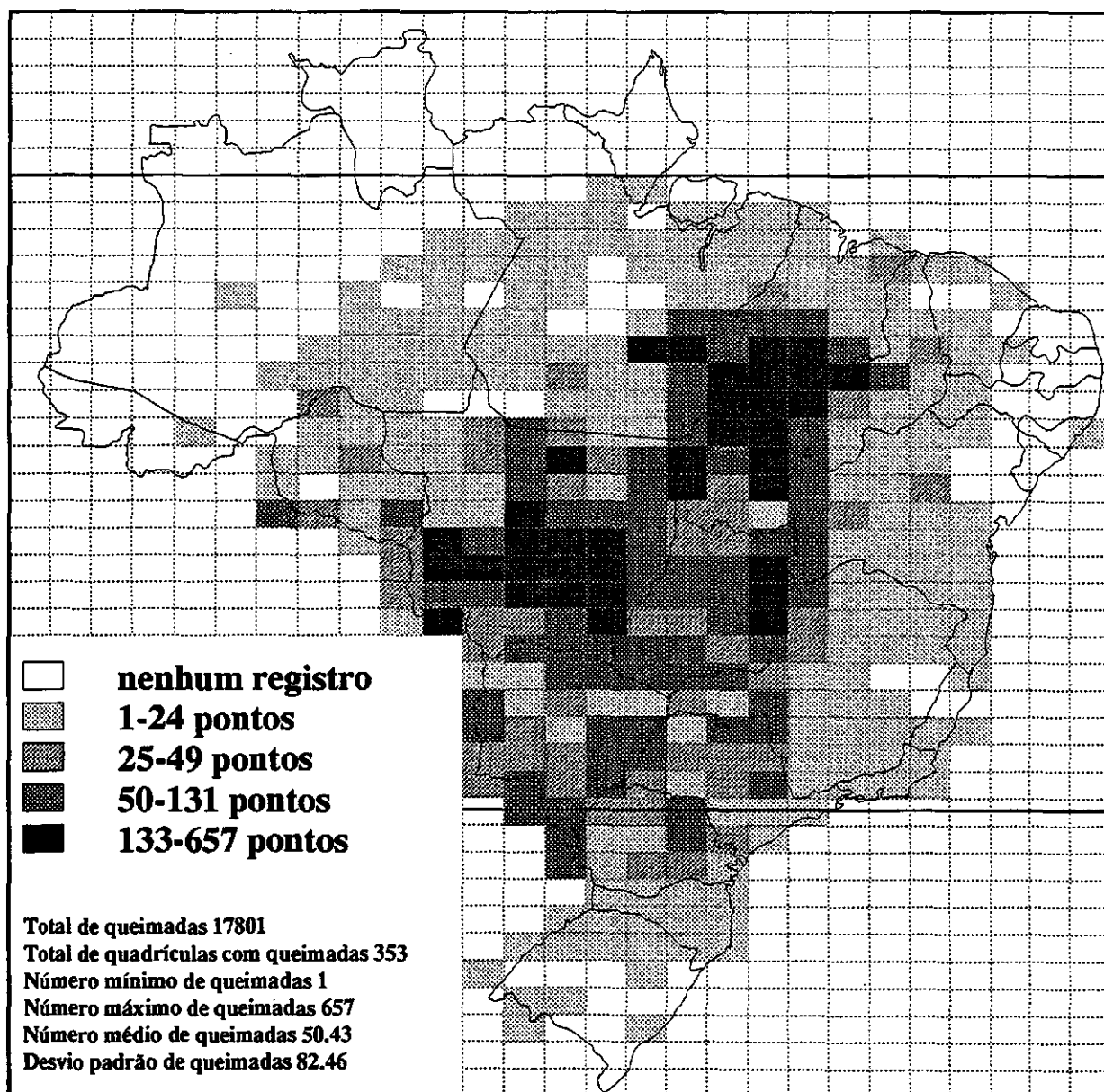


Dados do Satélite NOAA: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais / INPE-MCT
Mapeamento Digital e Arte Final: Núcleo de Monitoramento Ambiental / NMA-EMBRAPA
Interpretação Espacial e Análise Ambiental / ECOFORÇA
Difusão: Agência Estado / AE

Figura 10

QUEIMADAS

Julho de 1991

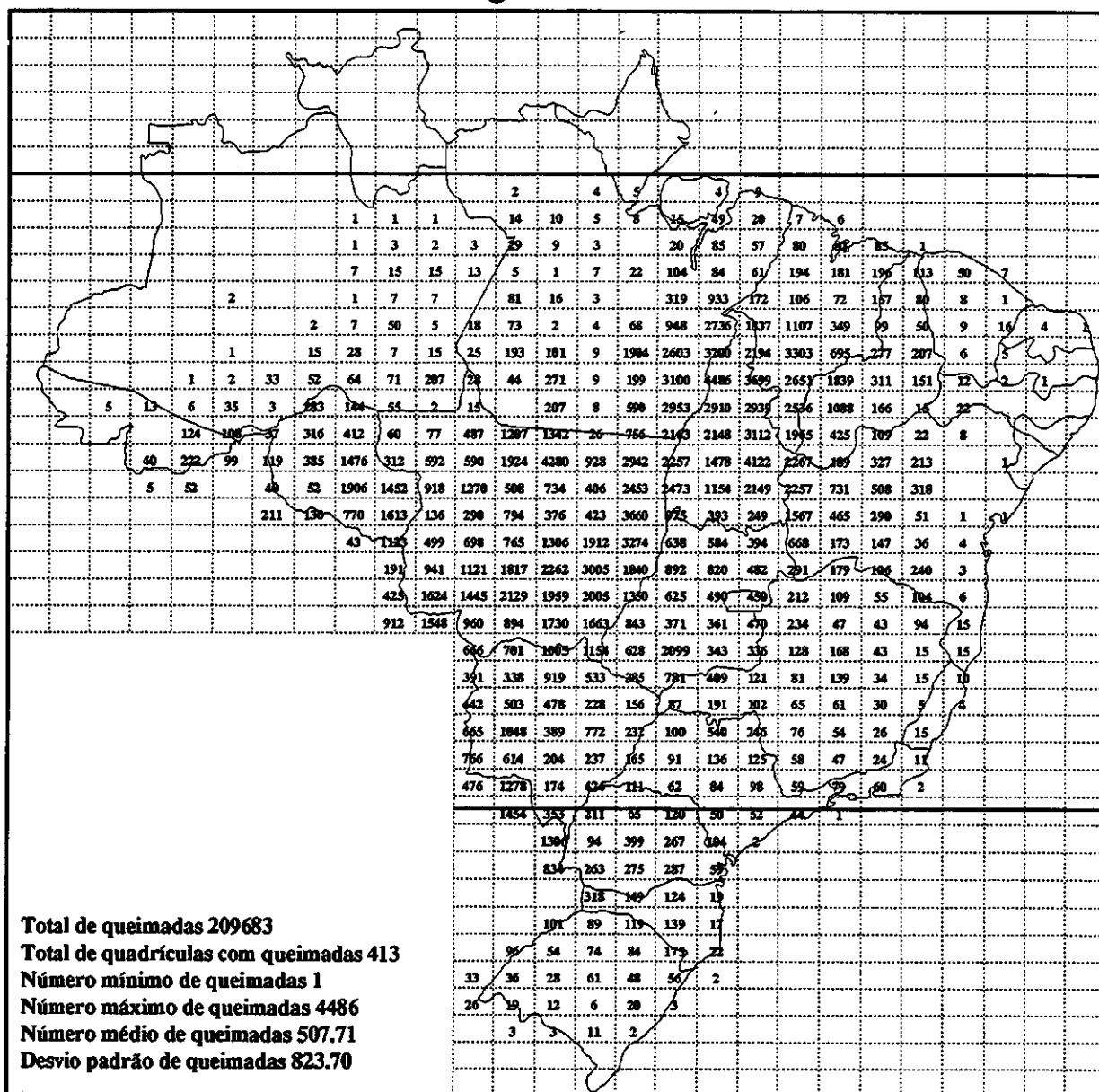


Dados do Satélite NOAA: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais / INPE-MCT
Mapeamento Digital e Arte Final: Núcleo de Monitoramento Ambiental / NMA-EMBRAPA
Interpretação Espacial e Análise Ambiental / ECOFORÇA
Difusão: Agência Estado / AE

INFORMAÇÕES AMBIENTAIS

QUEIMADAS

Agosto de 1991

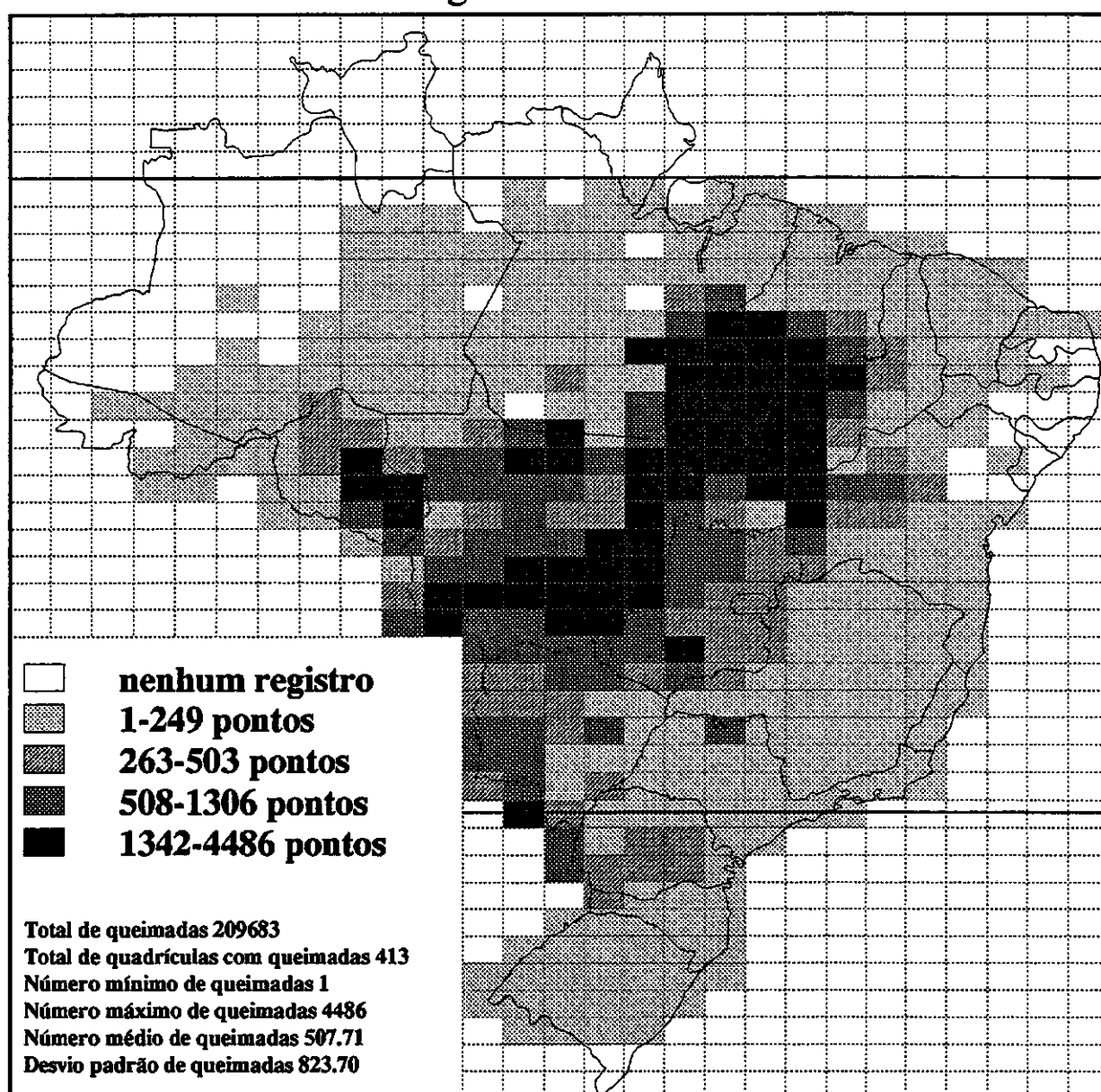


Dados do Satélite NOAA: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais / INPE-MCT
 Mapeamento Digital e Arte Final: Núcleo de Monitoramento Ambiental / NMA-EMBRAPA
 Interpretação Espacial e Análise Ambiental / ECOFORÇA
 Difusão: Agência Estado / AE

Figura 12

QUEIMADAS

Agosto de 1991



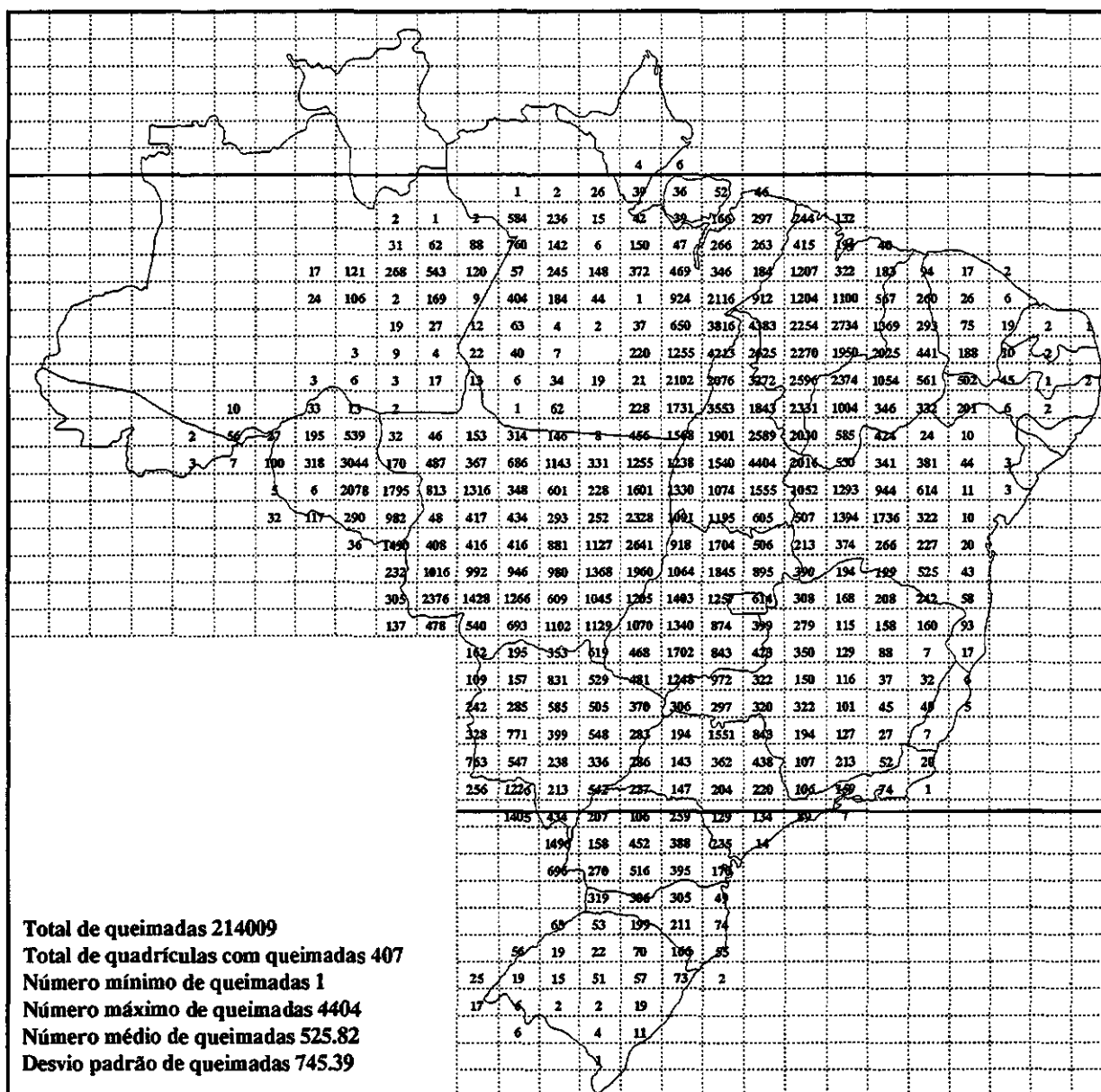
Dados do Satélite NOAA: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais / INPE-MCT
Mapeamento Digital e Arte Final: Núcleo de Monitoramento Ambiental / NMA-EMBRAPA
Interpretação Espacial e Análise Ambiental / ECOFORÇA
Difusão: Agência Estado / AE

Figura 13

INFORMAÇÕES AMBIENTAIS

QUEIMADAS

Setembro de 1991

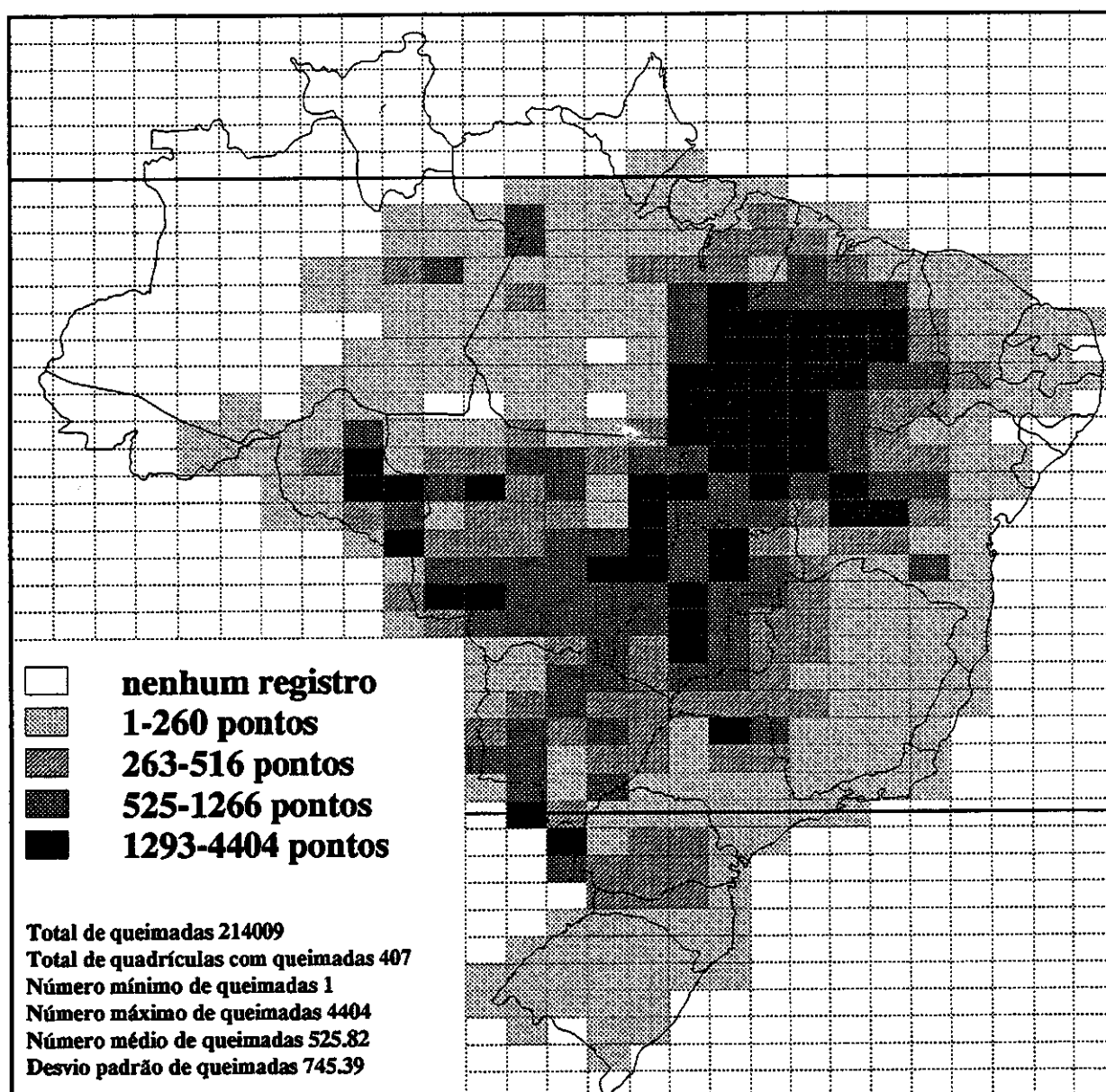


Dados do Satélite NOAA: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais / INPE-MCT
 Mapeamento Digital e Arte Final: Núcleo de Monitoramento Ambiental / NMA-EMBRAPA
 Interpretação Espacial e Análise Ambiental / ECOFORÇA
 Difusão: Agência Estado / AE

Figura 14

QUEIMADAS

Setembro de 1991



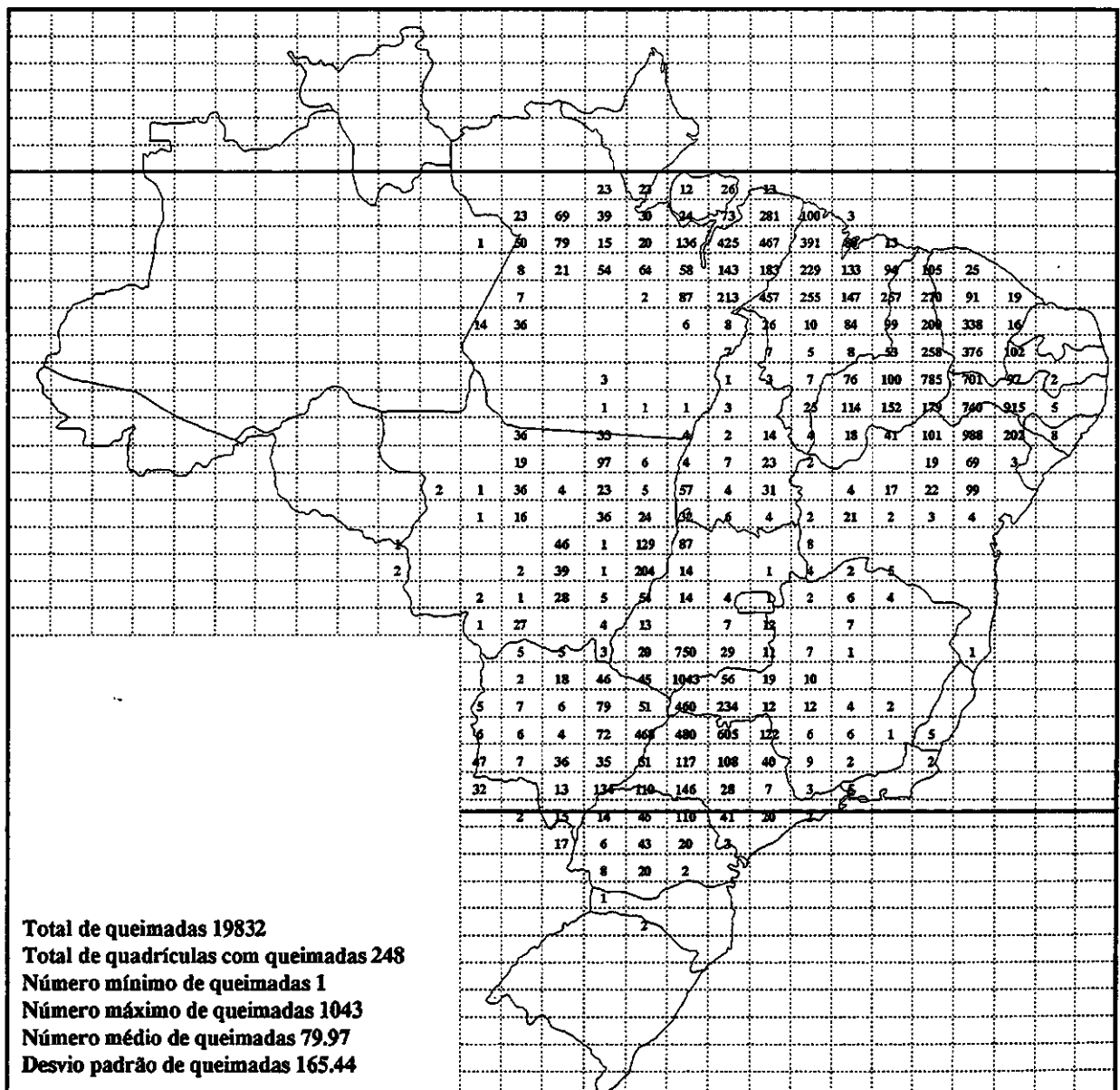
Dados do Satélite NOAA: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais / INPE-MCT
Mapeamento Digital e Arte Final: Núcleo de Monitoramento Ambiental / NMA-EMBRAPA
Interpretação Espacial e Análise Ambiental / ECOFORÇA
Difusão: Agência Estado / AE

Figura 15

INFORMAÇÕES AMBIENTAIS

QUEIMADAS

Outubro de 1991

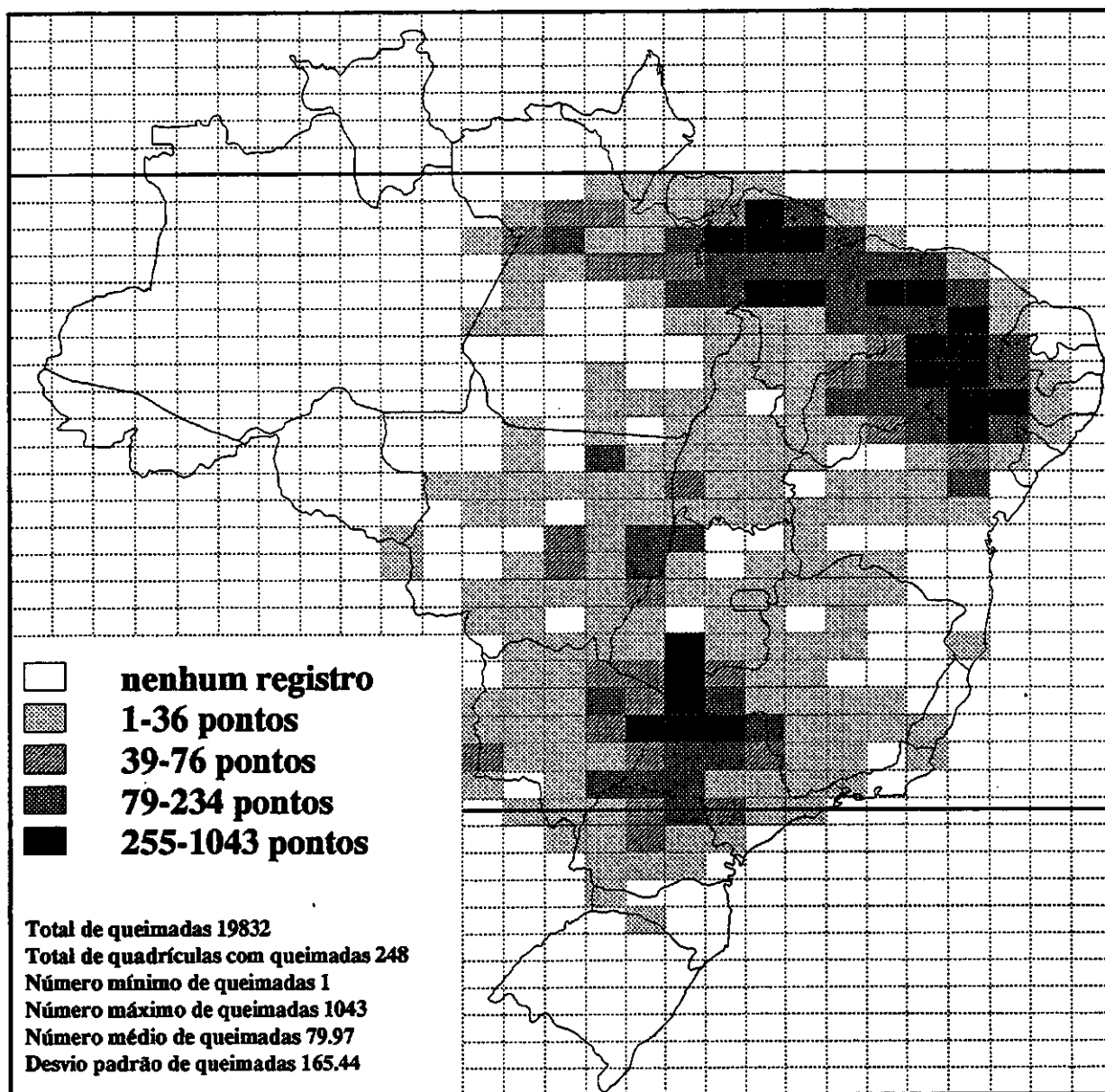


Dados do Satélite NOAA: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais / INPE-MCT
 Mapeamento Digital e Arte Final: Núcleo de Monitoramento Ambiental / NMA-EMBRAPA
 Interpretação Espacial e Análise Ambiental / ECOFORÇA
 Difusão: Agência Estado / AE

Figura 16

QUEIMADAS

Outubro de 1991



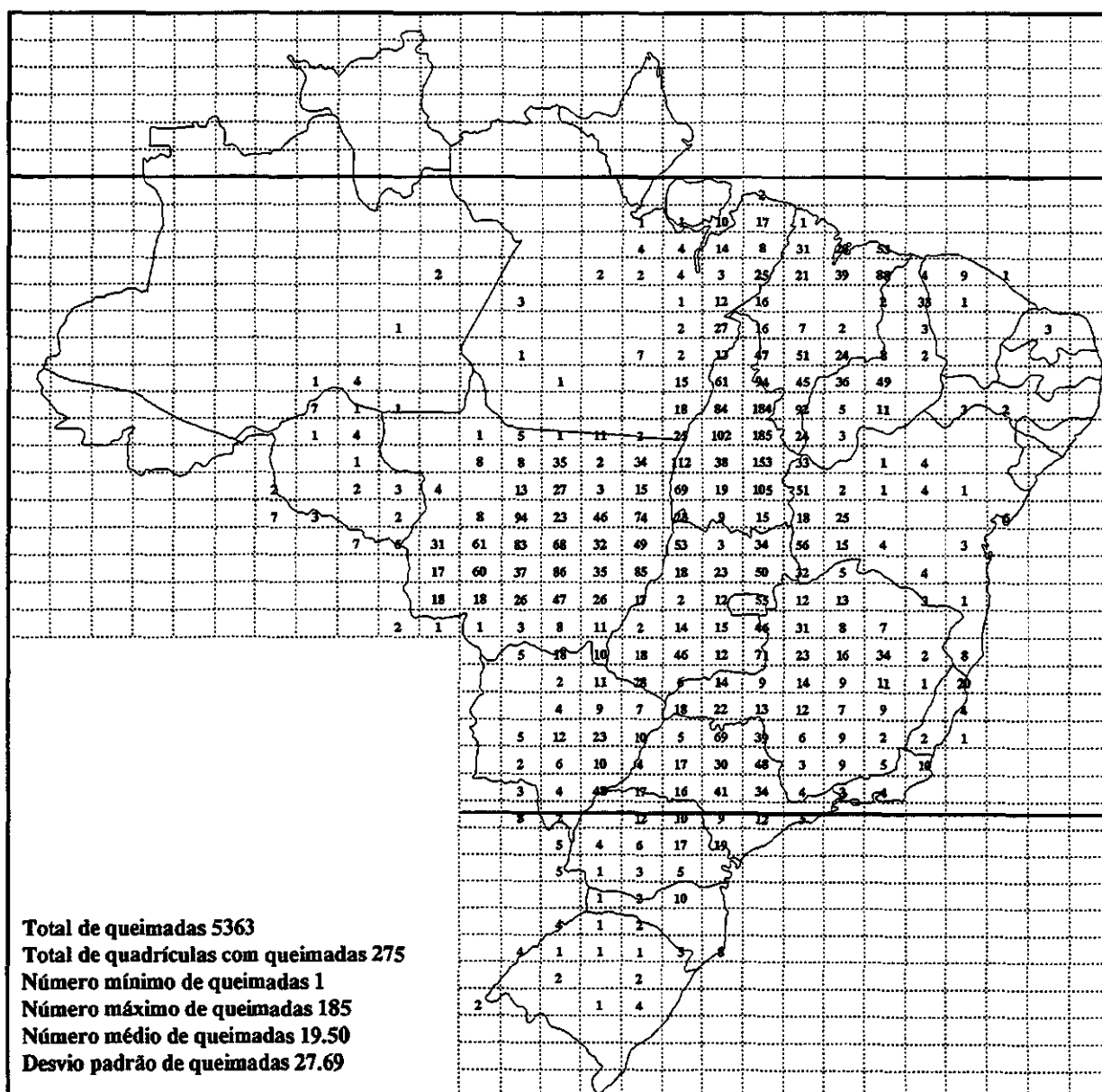
Dados do Satélite NOAA: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais / INPE-MCT
Mapeamento Digital e Arte Final: Núcleo de Monitoramento Ambiental / NMA-EMBRAPA
Interpretação Espacial e Análise Ambiental / ECOFORÇA
Difusão: Agência Estado / AE

4.3.2 - MONITORAMENTO MENSAL DAS QUEIMADAS NO BRASIL

JUNHO A OUTUBRO DE 1992

QUEIMADAS

Junho de 1992

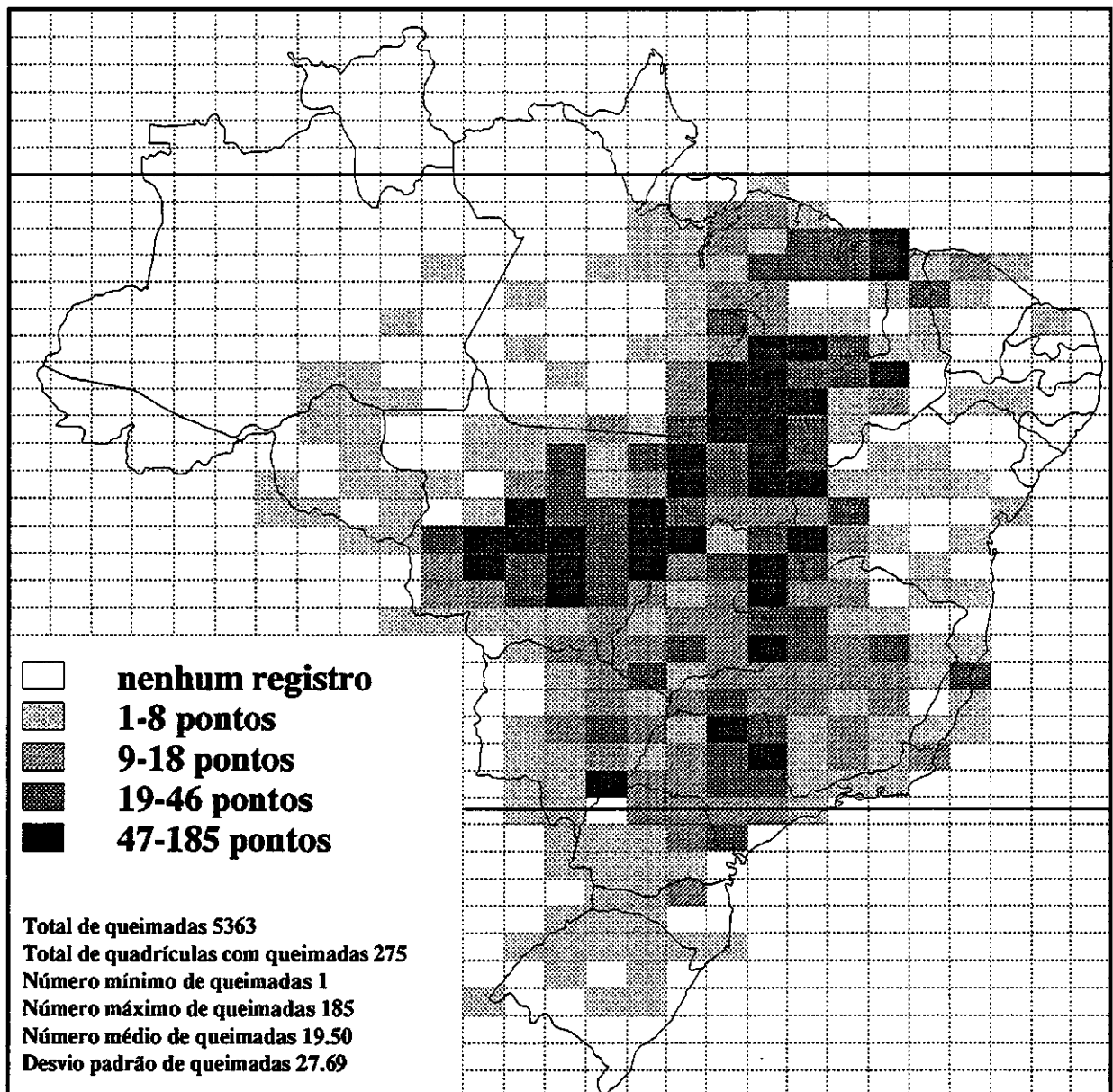


Dados do Satélite NOAA: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais / INPE-MCT
 Mapeamento Digital e Arte Final: Núcleo de Monitoramento Ambiental / NMA-EMBRAPA
 Interpretação Espacial e Análise Ambiental / ECOFORÇA
 Difusão: Agência Estado / AE

Figura 18

QUEIMADAS

Junho de 1992

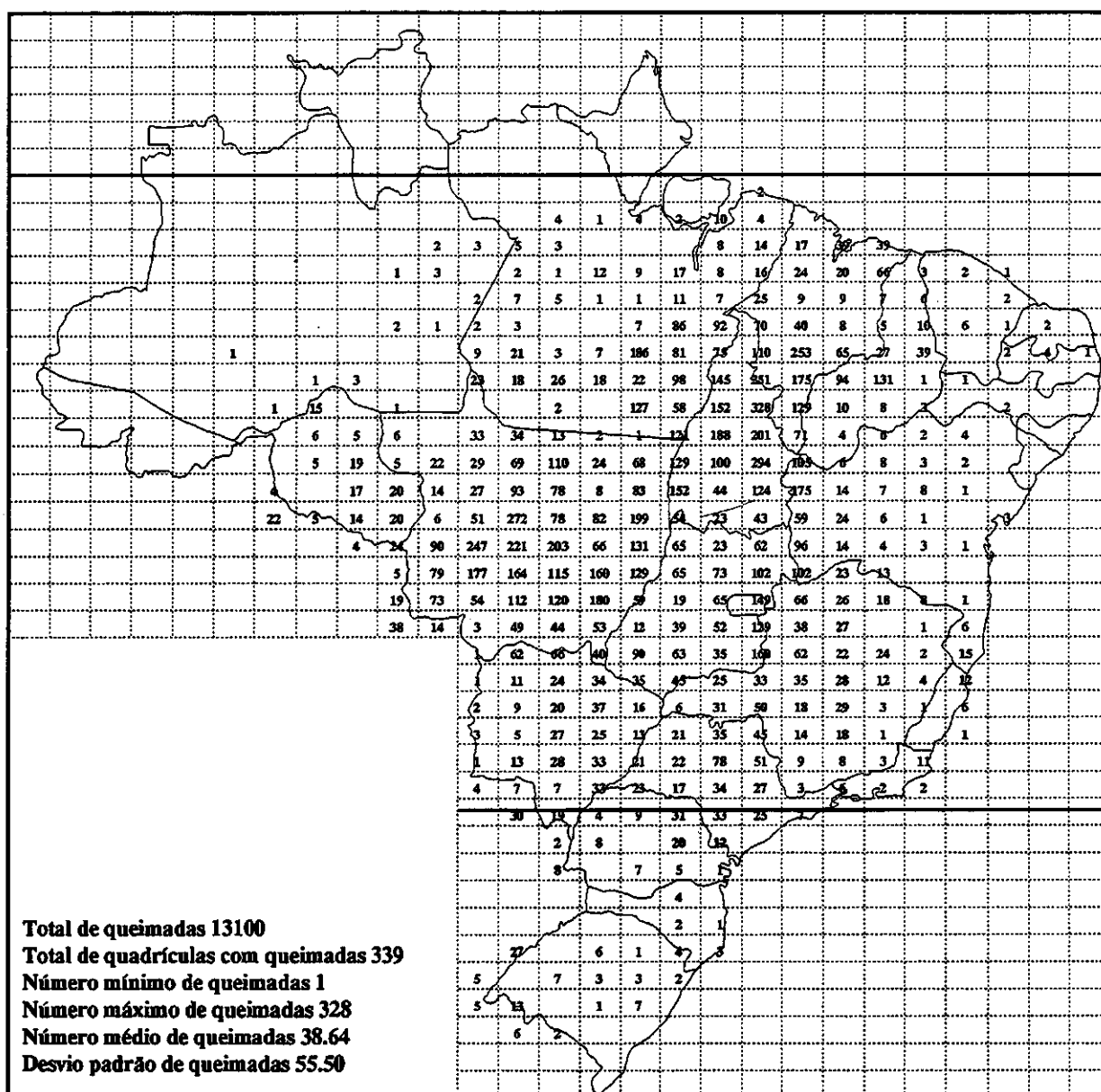


Dados do Satélite NOAA: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais / INPE-MCT
Mapeamento Digital e Arte Final: Núcleo de Monitoramento Ambiental / NMA-EMBRAPA
Interpretação Espacial e Análise Ambiental / ECOFORÇA
Difusão: Agência Estado / AE

INFORMAÇÕES AMBIENTAIS

QUEIMADAS

Julho de 1992

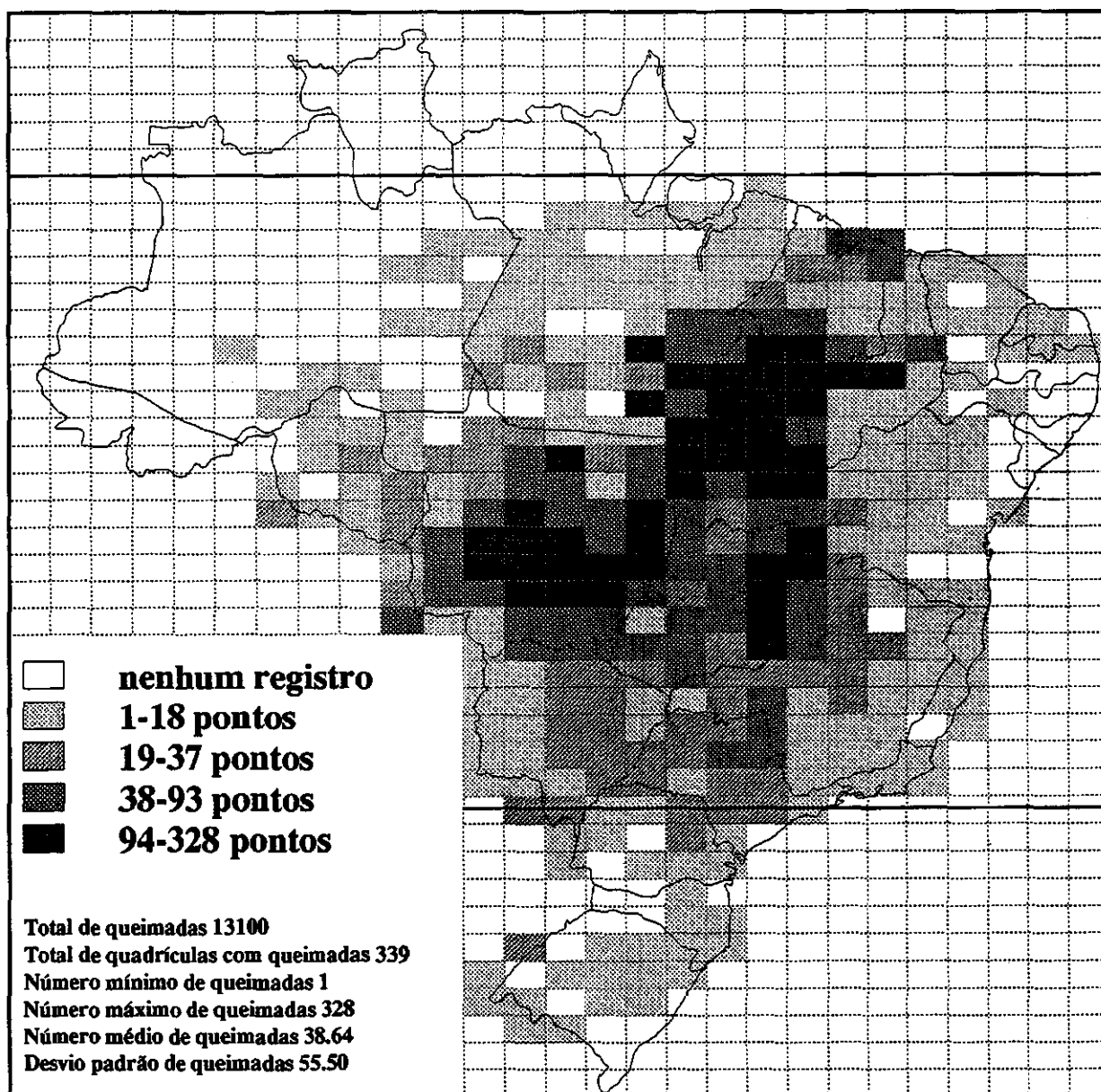


Dados do Satélite NOAA: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais / INPE-MCT
 Mapeamento Digital e Arte Final: Núcleo de Monitoramento Ambiental / NMA-EMBRAPA
 Interpretação Espacial e Análise Ambiental / ECOFORÇA
 Difusão: Agência Estado / AE

Figura 20

QUEIMADAS

Julho de 1992



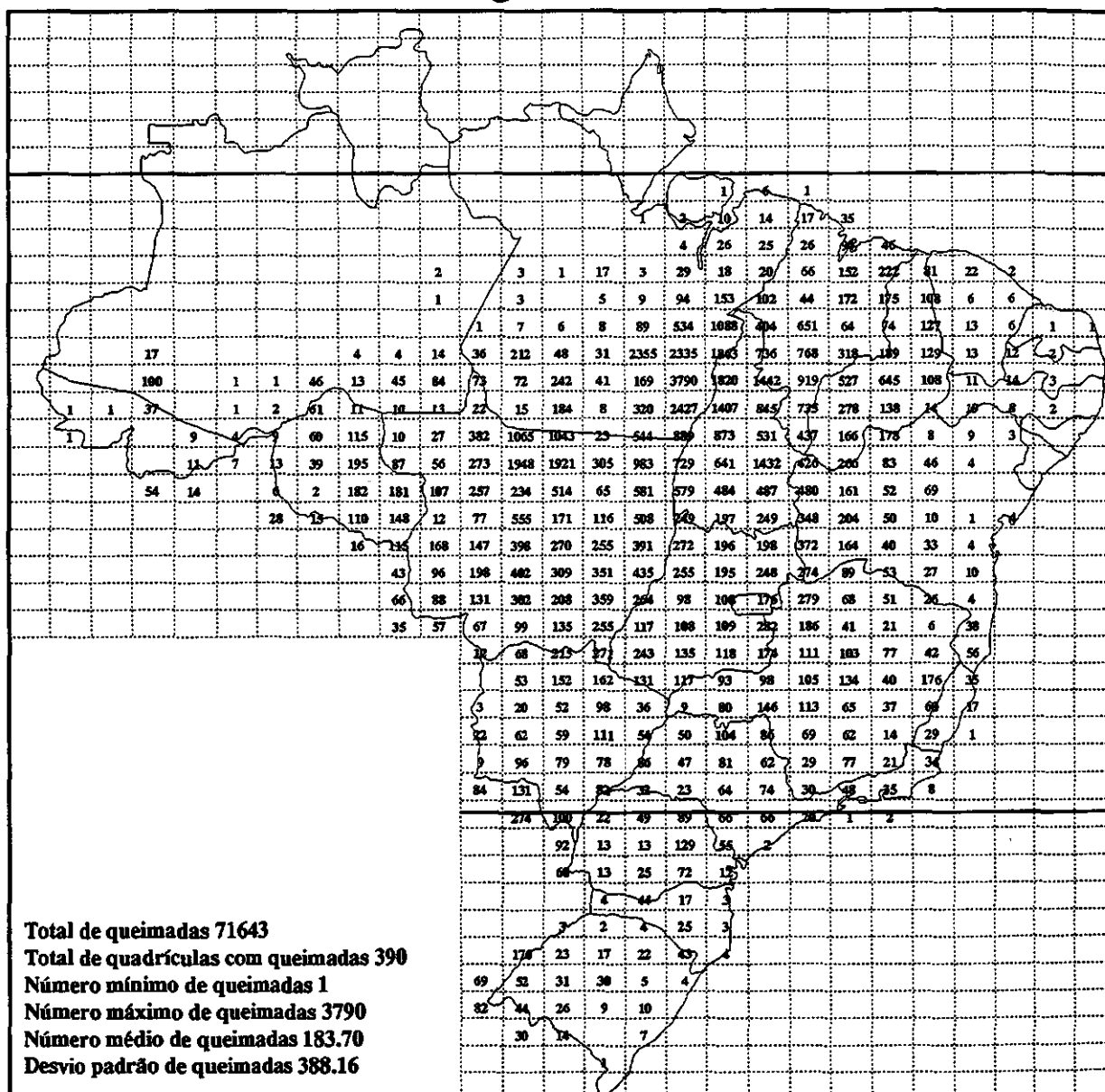
Dados do Satélite NOAA: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais / INPE-MCT
Mapeamento Digital e Arte Final: Núcleo de Monitoramento Ambiental / NMA-EMBRAPA
Interpretação Espacial e Análise Ambiental / ECOFORÇA
Difusão: Agência Estado / AE

Figura 21

INFORMAÇÕES AMBIENTAIS

QUEIMADAS

Agosto de 1992

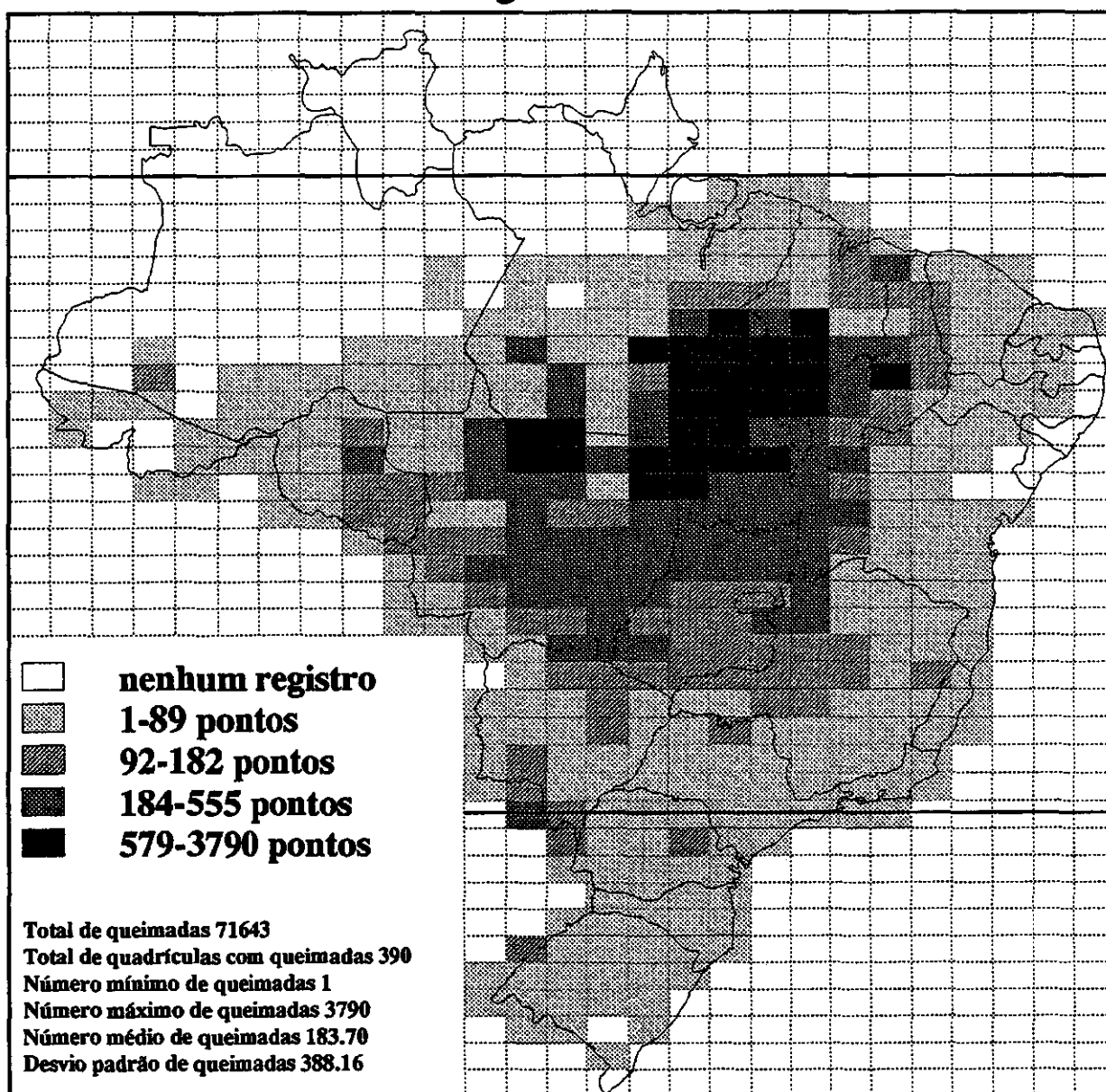


Dados do Satélite NOAA: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais / INPE-MCT
 Mapeamento Digital e Arte Final: Núcleo de Monitoramento Ambiental / NMA-EMBRAPA
 Interpretação Espacial e Análise Ambiental / ECOFORÇA
 Difusão: Agência Estado / AE

Figura 22

QUEIMADAS

Agosto de 1992

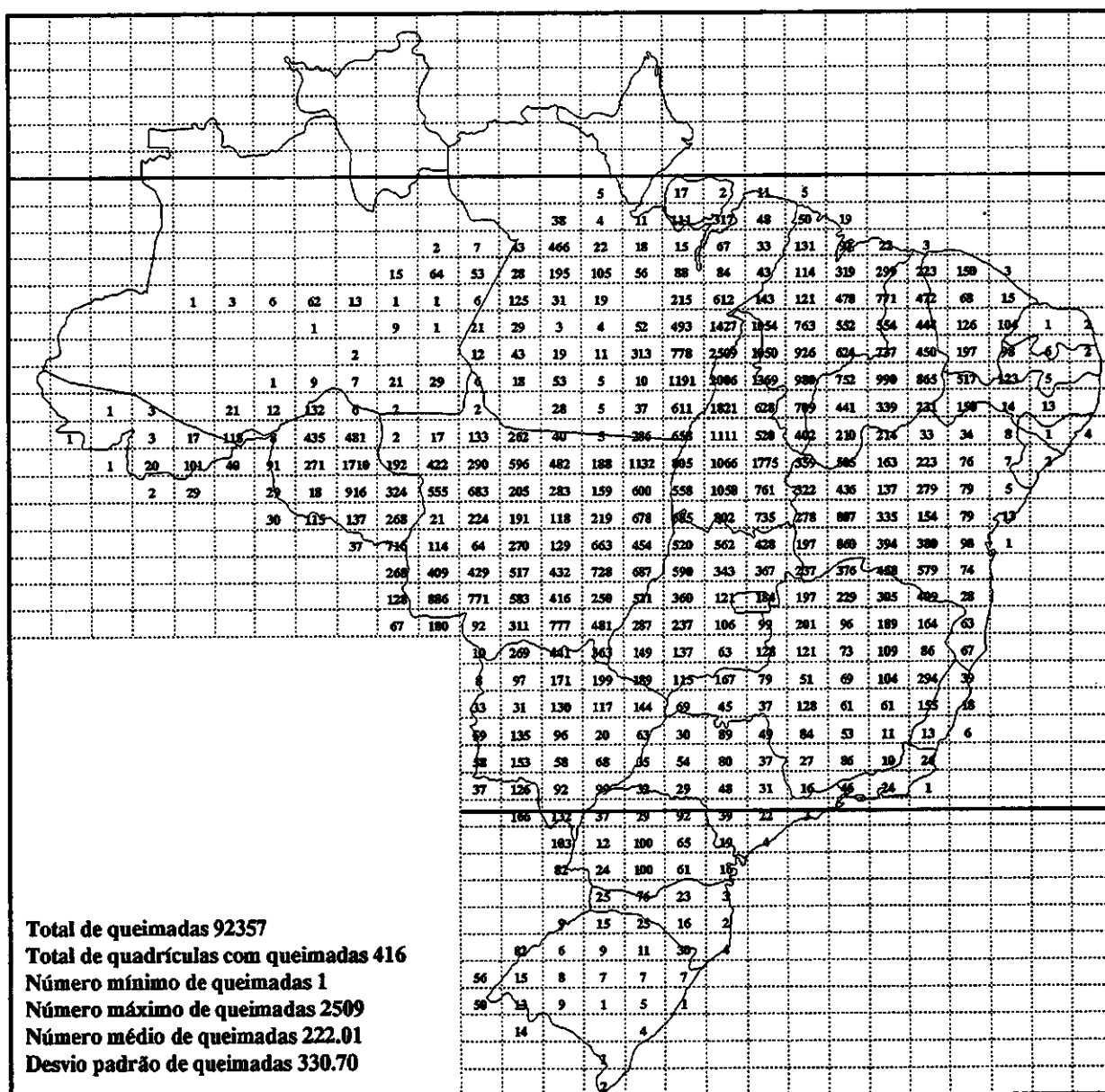


Dados do Satélite NOAA: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais / INPE-MCT
Mapeamento Digital e Arte Final: Núcleo de Monitoramento Ambiental / NMA-EMBRAPA
Interpretação Espacial e Análise Ambiental / ECOFORÇA
Difusão: Agência Estado / AE

INFORMAÇÕES AMBIENTAIS

QUEIMADAS

Setembro de 1992

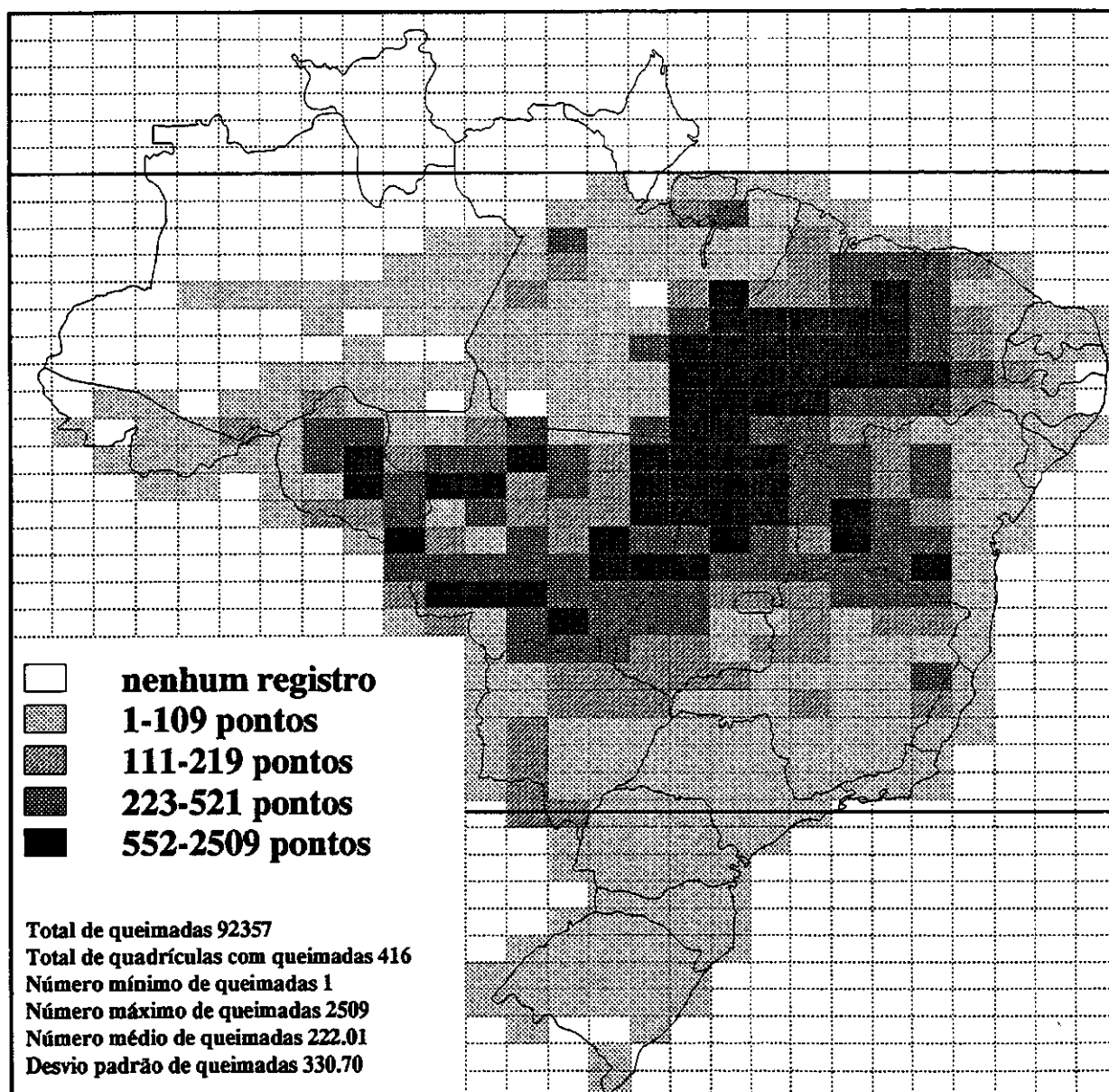


Dados do Satélite NOAA: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais / INPE-MCT
 Mapeamento Digital e Arte Final: Núcleo de Monitoramento Ambiental / NMA-EMBRAPA
 Interpretação Espacial e Análise Ambiental / ECOFORÇA
 Difusão: Agência Estado / AE

Figura 24

QUEIMADAS

Setembro de 1992

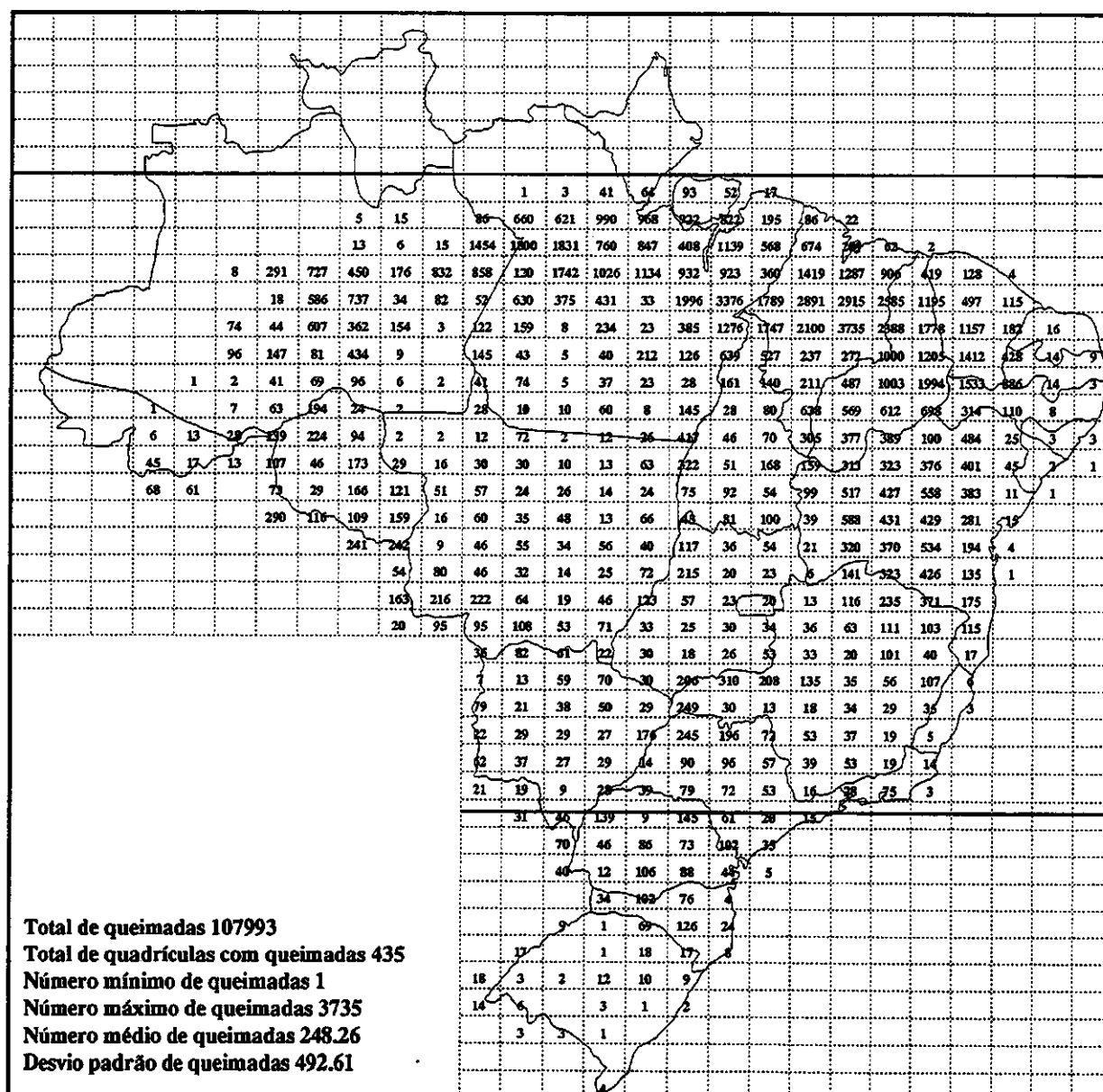


Dados do Satélite NOAA: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais / INPE-MCT
Mapeamento Digital e Arte Final: Núcleo de Monitoramento Ambiental / NMA-EMBRAPA
Interpretação Espacial e Análise Ambiental / ECOFORÇA
Difusão: Agência Estado / AE

INFORMAÇÕES AMBIENTAIS

QUEIMADAS

Outubro de 1992

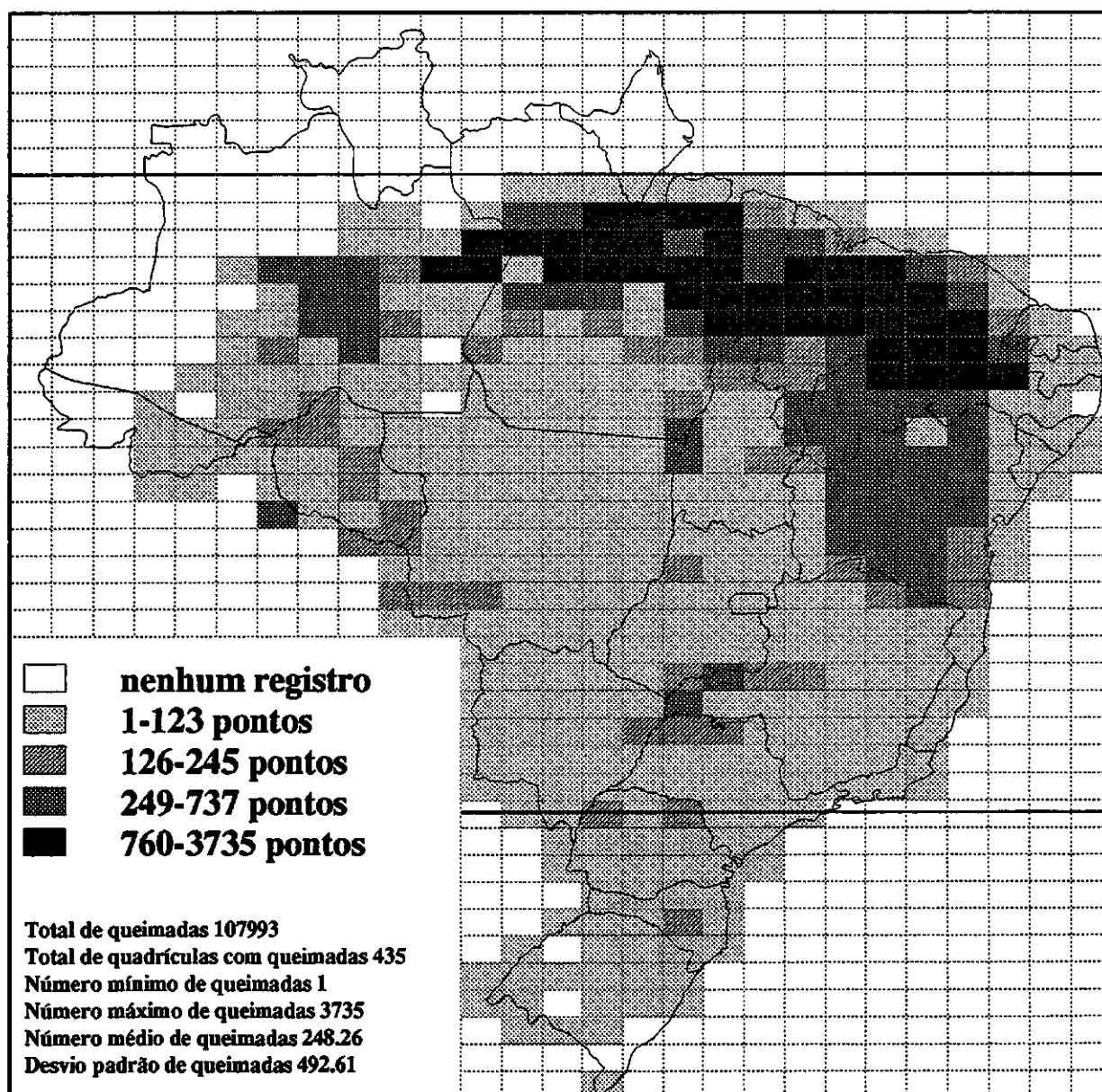


Dados do Satélite NOAA: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais / INPE-MCT
Mapeamento Digital e Arte Final: Núcleo de Monitoramento Ambiental / NMA-EMBRAPA
Interpretação Espacial e Análise Ambiental / ECOFORÇA
Difusão: Agência Estado / AE

Figura 26

QUEIMADAS

Outubro de 1992



Dados do Satélite NOAA: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais / INPE-MCT
Mapeamento Digital e Arte Final: Núcleo de Monitoramento Ambiental / NMA-EMBRAPA
Interpretação Espacial e Análise Ambiental / ECOFORÇA
Difusão: Agência Estado / AE

Figura 27

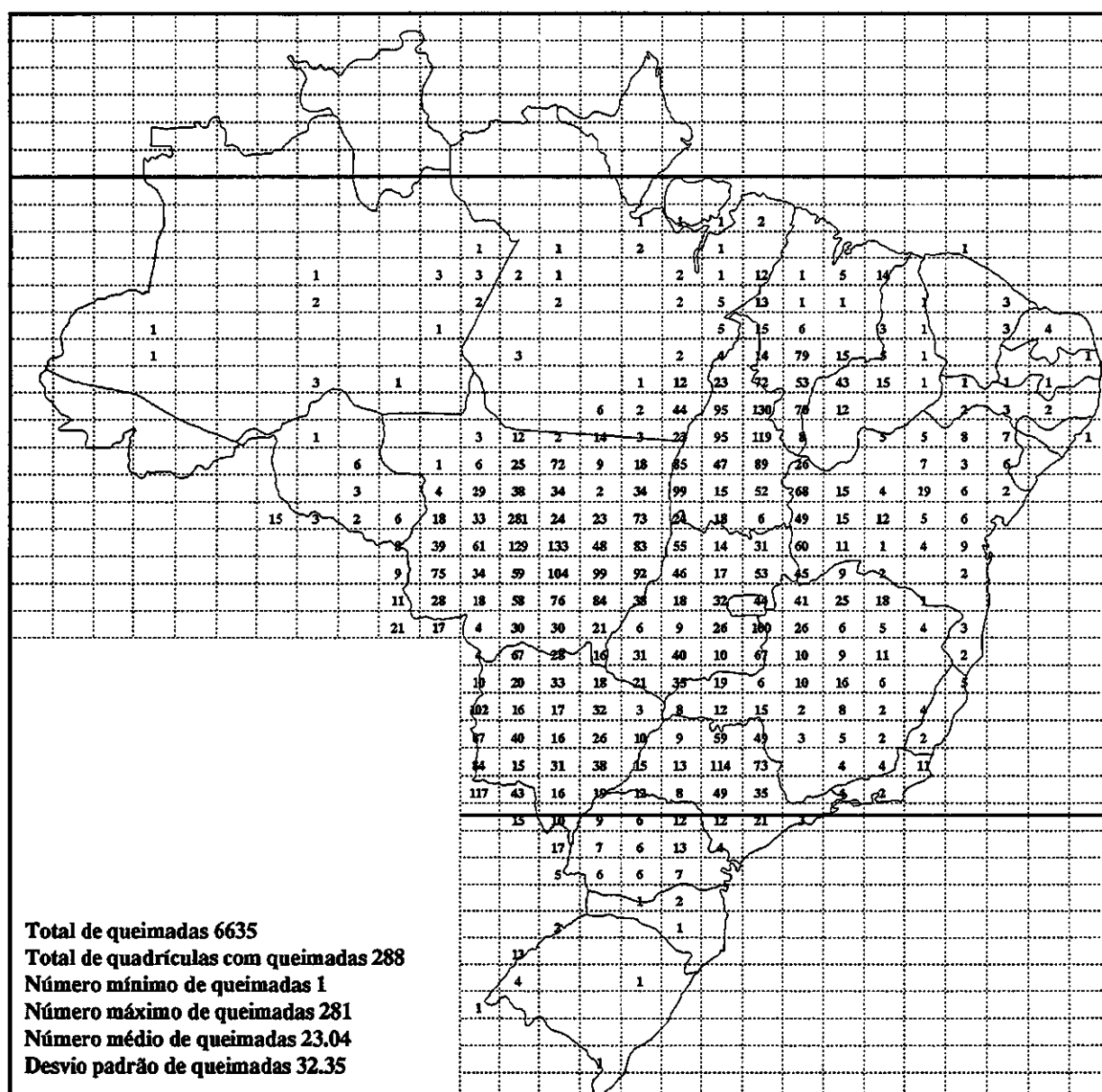
4.3.3 - MONITORAMENTO MENSAL DAS QUEIMADAS NO BRASIL

JUNHO A OUTUBRO DE 1993

INFORMAÇÕES AMBIENTAIS

QUEIMADAS

Junho de 1993

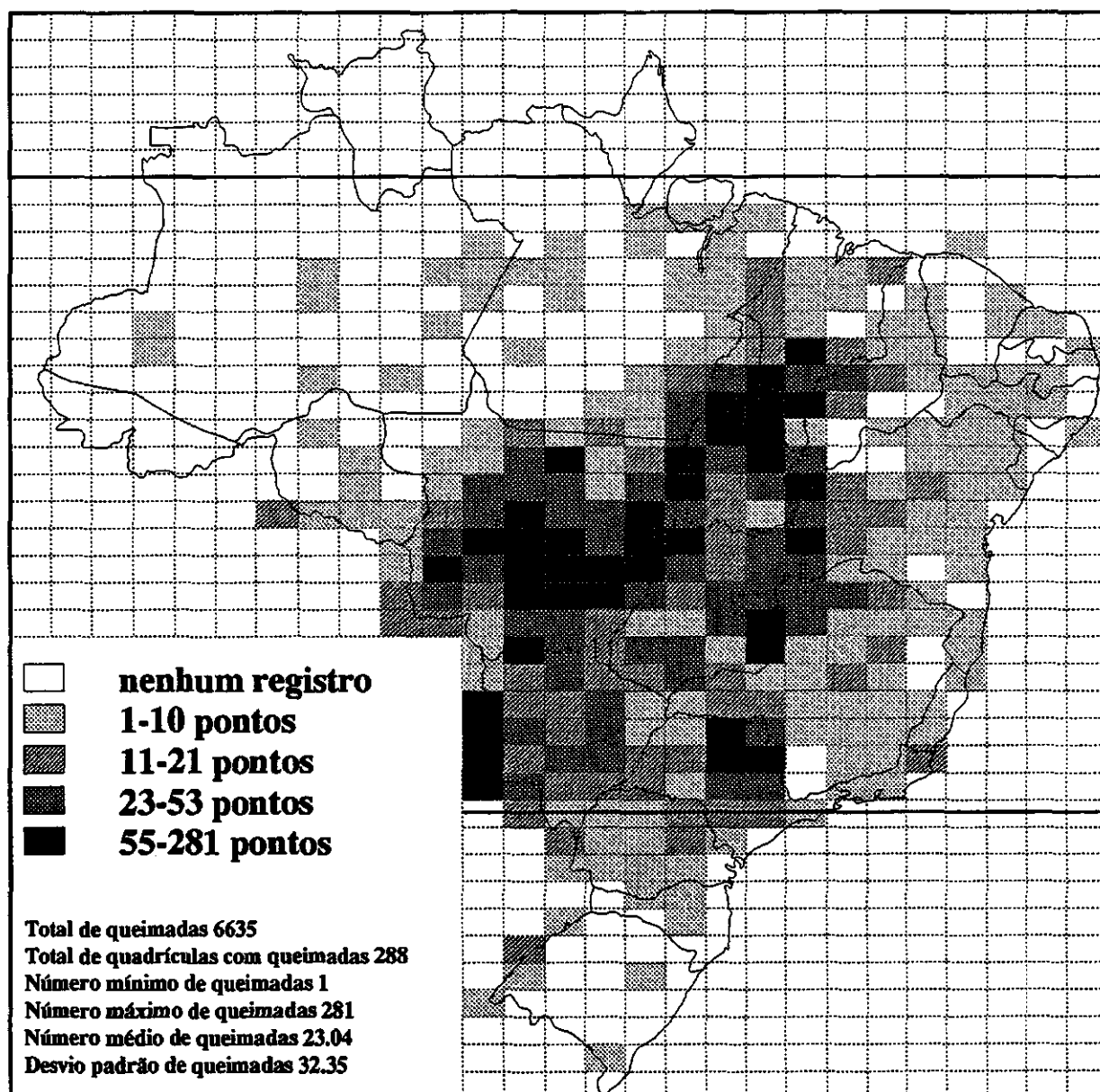


Dados do Satélite NOAA: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais / INPE-MCT
 Mapeamento Digital e Arte Final: Núcleo de Monitoramento Ambiental / NMA-EMBRAPA
 Interpretação Espacial e Análise Ambiental / ECOFORÇA
 Difusão: Agência Estado / AE

Figura 28

QUEIMADAS

Junho de 1993

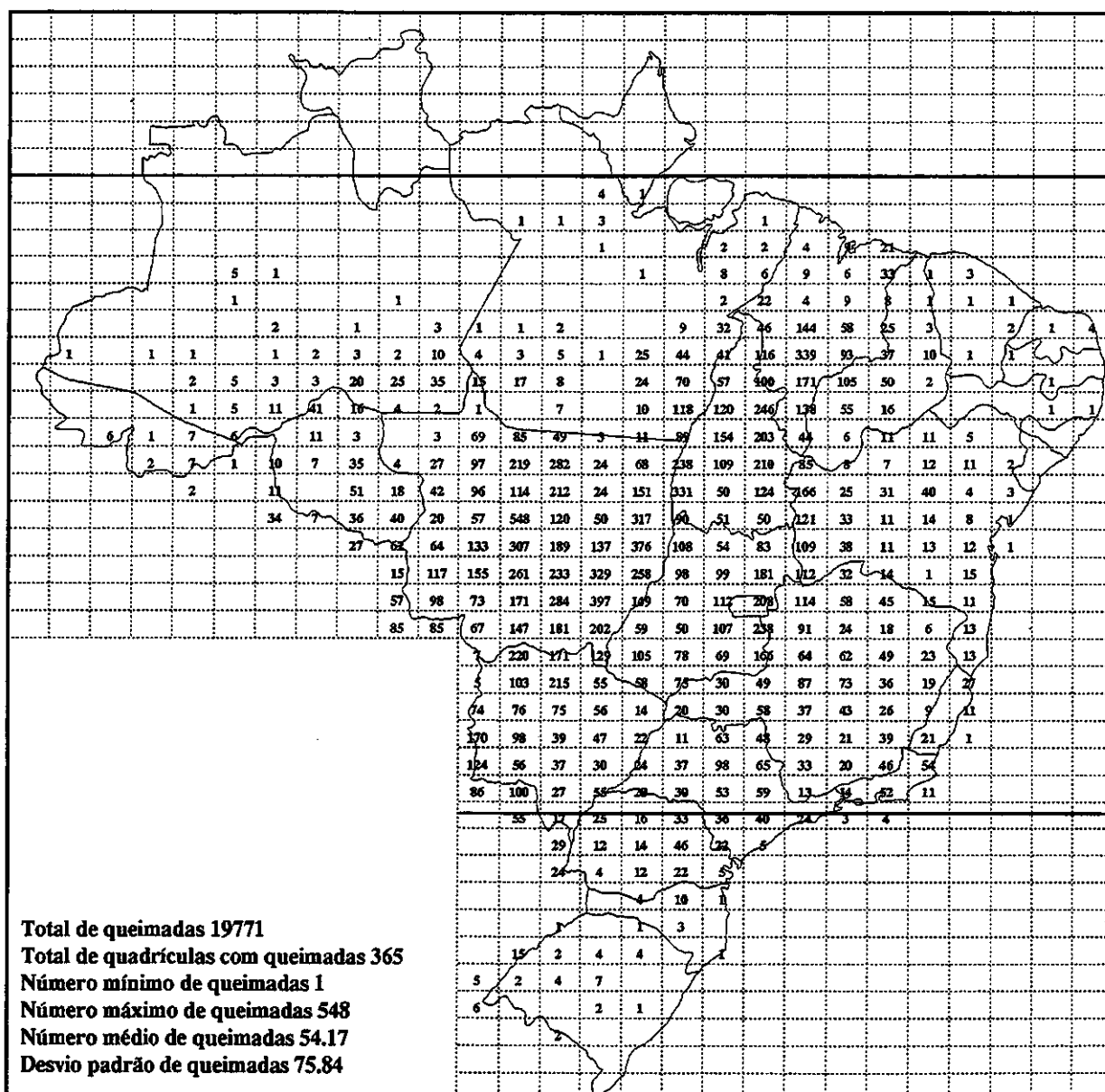


Dados do Satélite NOAA: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais / INPE-MCT
Mapeamento Digital e Arte Final: Núcleo de Monitoramento Ambiental / NMA-EMBRAPA
Interpretação Espacial e Análise Ambiental / ECOFORÇA
Difusão: Agência Estado / AE

INFORMAÇÕES AMBIENTAIS

QUEIMADAS

Julho de 1993

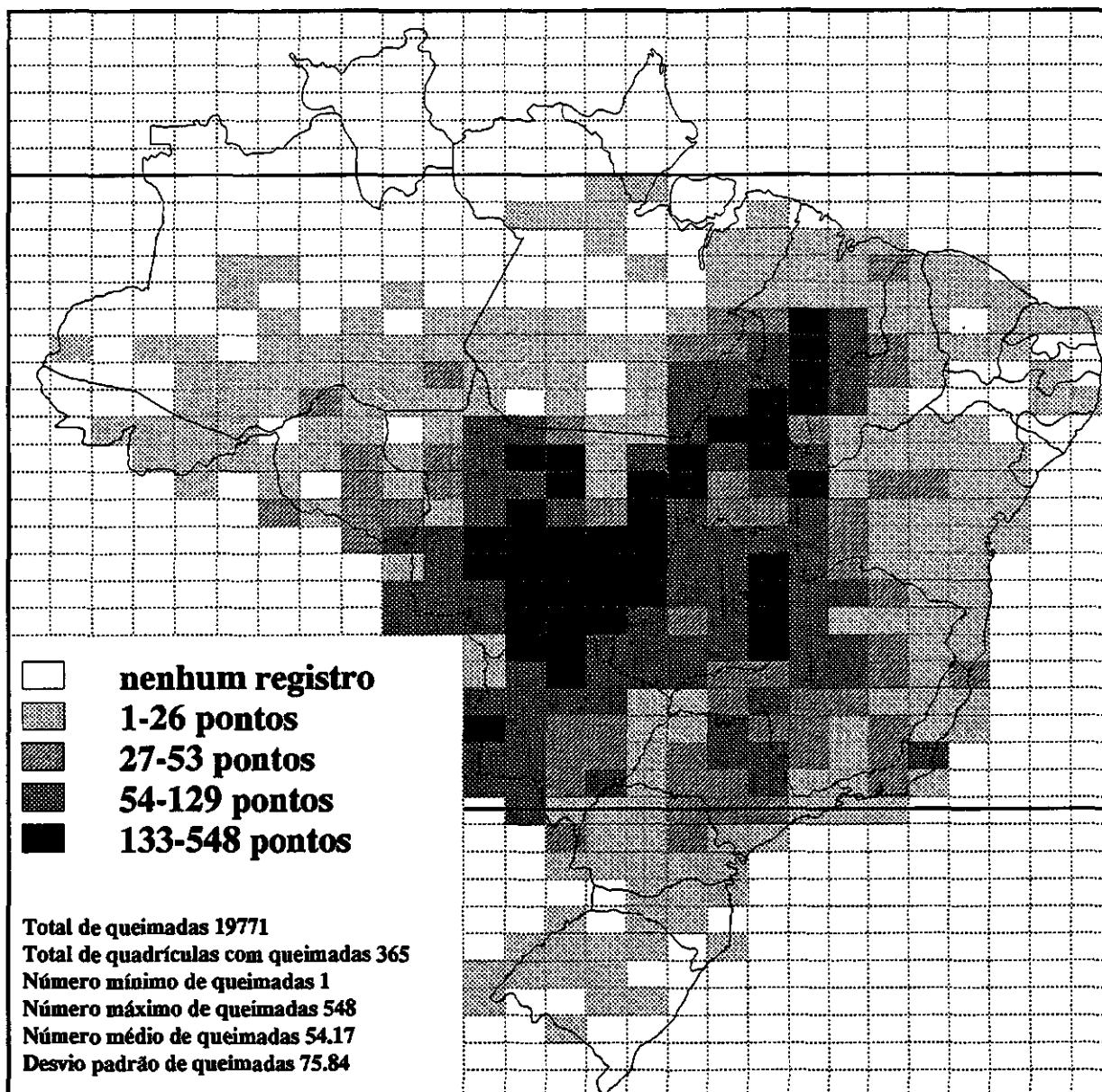


Dados do Satélite NOAA: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais / INPE-MCT
 Mapeamento Digital e Arte Final: Núcleo de Monitoramento Ambiental / NMA-EMBRAPA
 Interpretação Espacial e Análise Ambiental / ECOFORÇA
 Difusão: Agência Estado / AE

Figura 30

QUEIMADAS

Julho de 1993



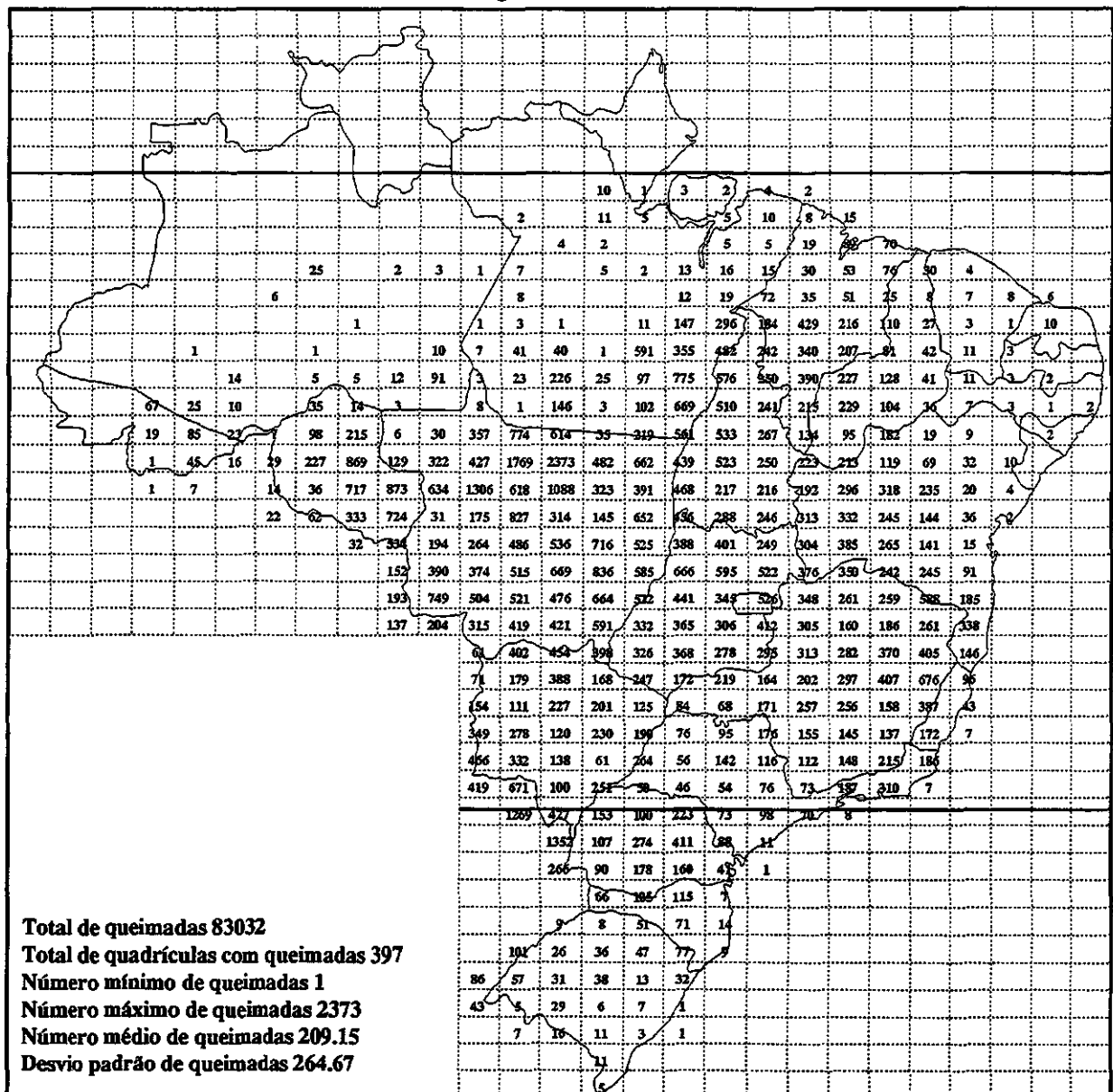
Dados do Satélite NOAA: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais / INPE-MCT
Mapeamento Digital e Arte Final: Núcleo de Monitoramento Ambiental / NMA-EMBRAPA
Interpretação Espacial e Análise Ambiental / ECOFORÇA
Difusão: Agência Estado / AE

Figura 31

INFORMAÇÕES AMBIENTAIS

QUEIMADAS

Agosto de 1993

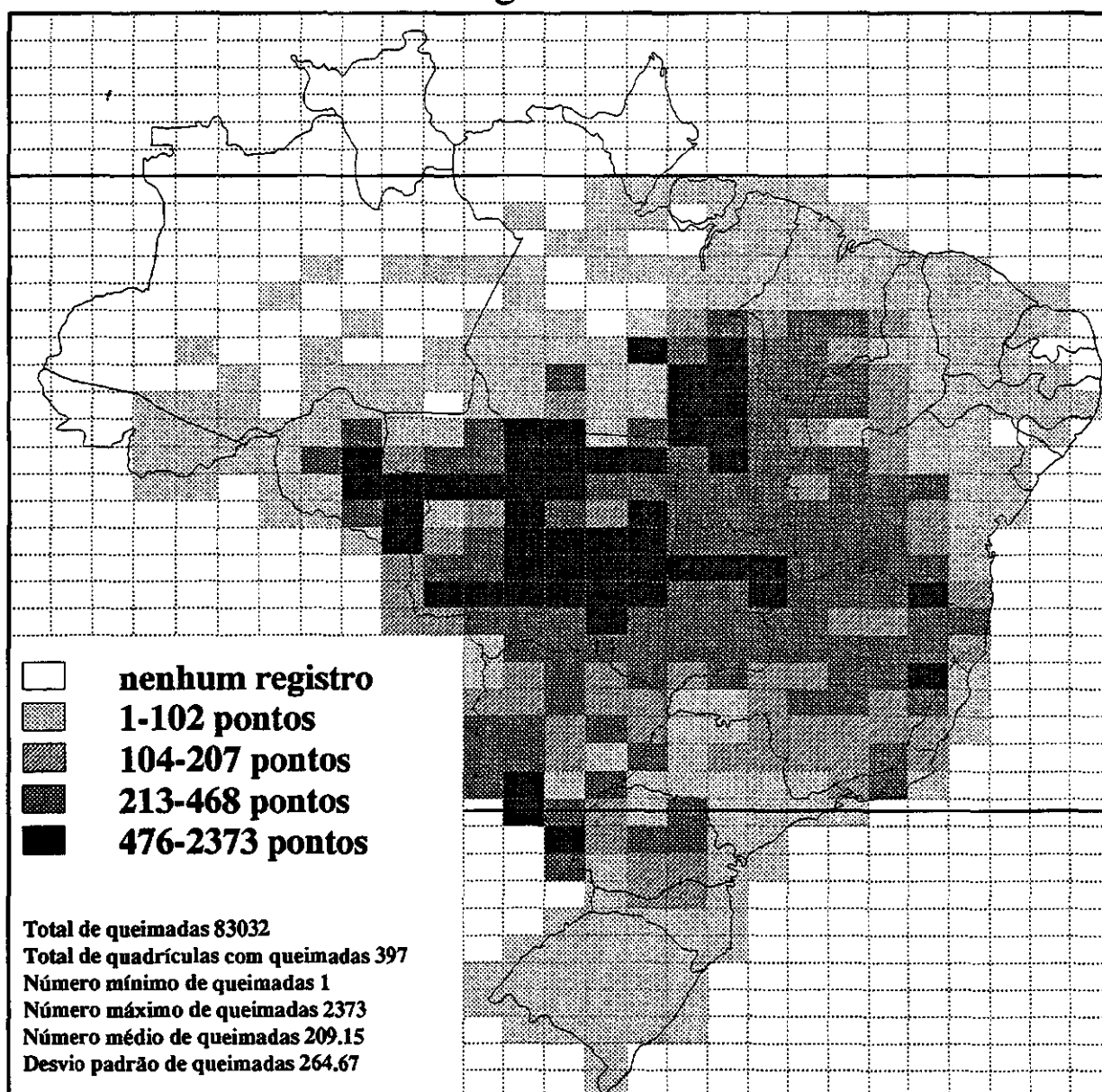


Dados do Satélite NOAA: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais / INPE-MCT
 Mapeamento Digital e Arte Final: Núcleo de Monitoramento Ambiental / NMA-EMBRAPA
 Interpretação Espacial e Análise Ambiental / ECOFORÇA
 Difusão: Agência Estado / AE

Figura 32

QUEIMADAS

Agosto de 1993

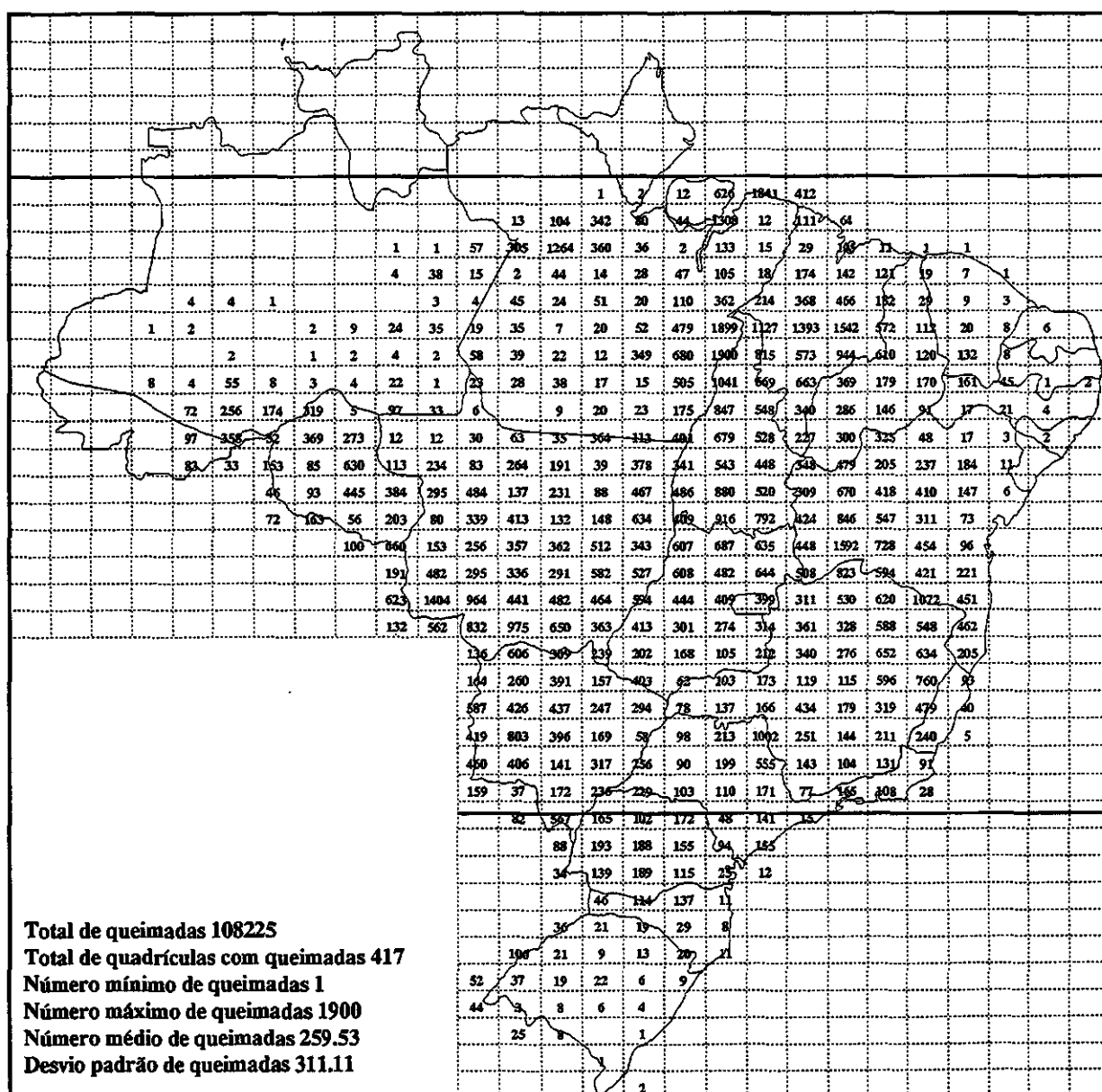


Dados do Satélite NOAA: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais / INPE-MCT
Mapeamento Digital e Arte Final: Núcleo de Monitoramento Ambiental / NMA-EMBRAPA
Interpretação Espacial e Análise Ambiental / ECOFORÇA
Difusão: Agência Estado / AE

INFORMAÇÕES AMBIENTAIS

QUEIMADAS

Setembro de 1993

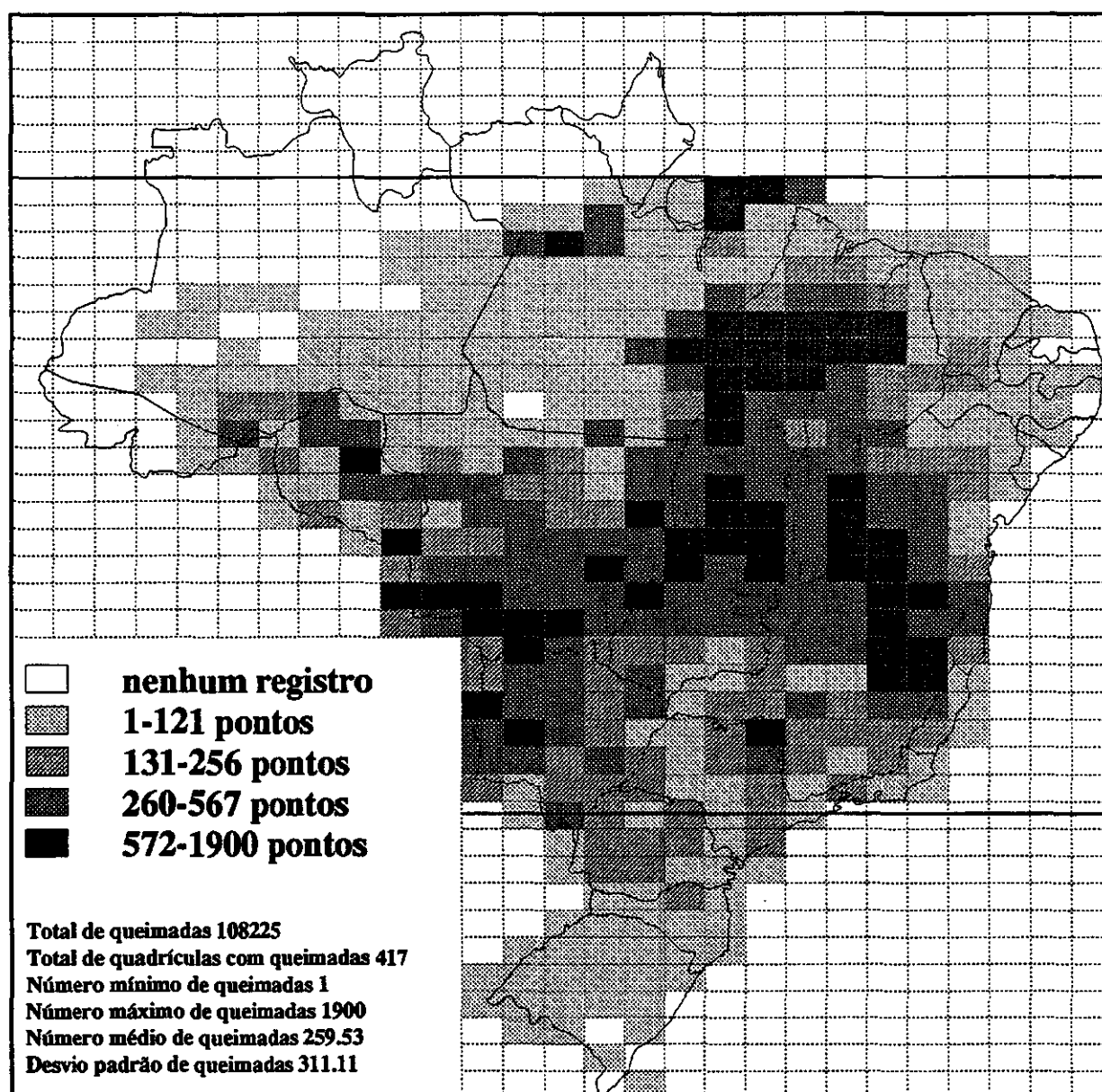


Dados do Satélite NOAA: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais / INPE-MCT
 Mapeamento Digital e Arte Final: Núcleo de Monitoramento Ambiental / NMA-EMBRAPA
 Interpretação Espacial e Análise Ambiental / ECOFORÇA
 Difusão: Agência Estado / AE

Figura 34

QUEIMADAS

Setembro de 1993



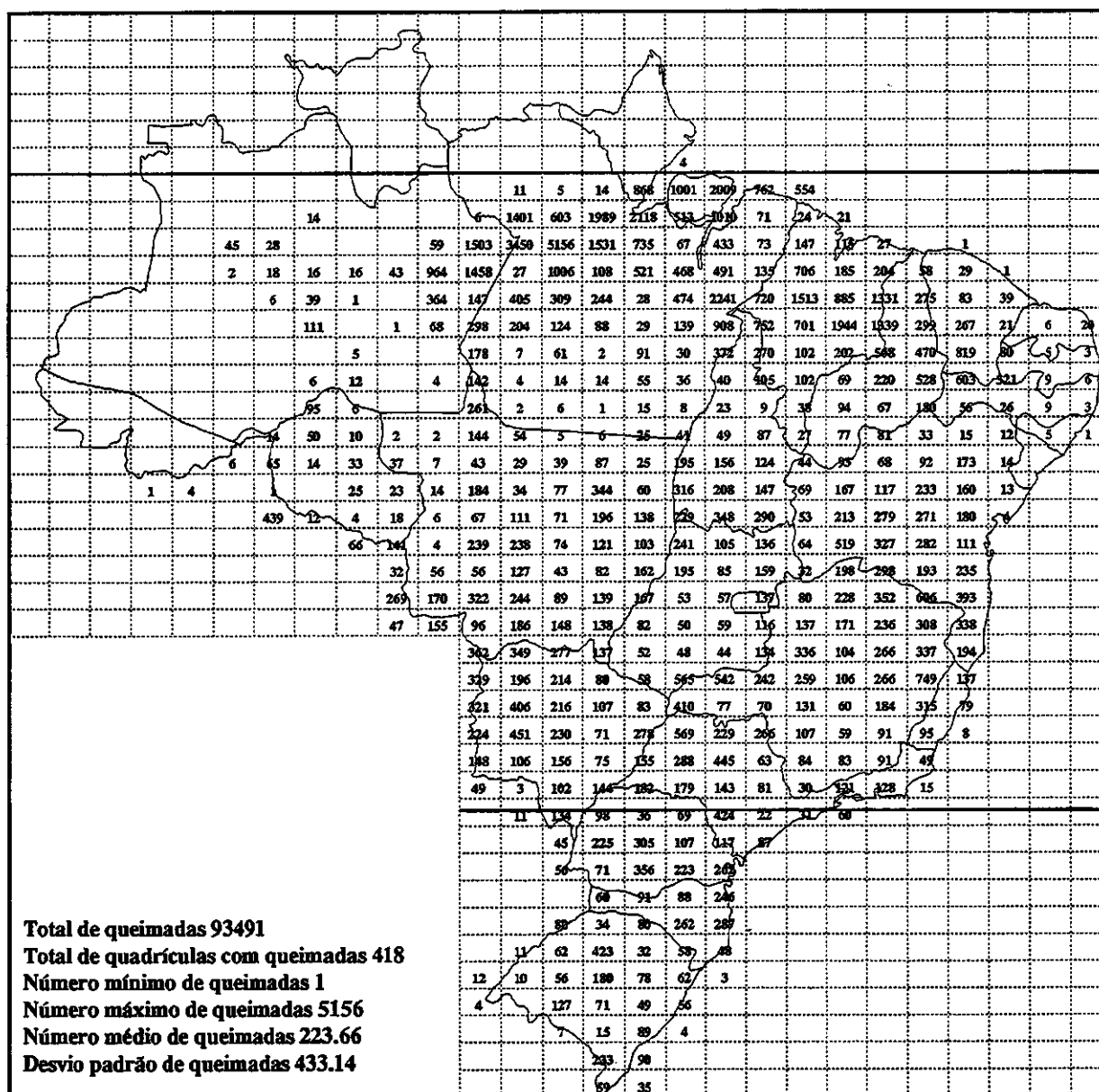
Dados do Satélite NOAA: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais / INPE-MCT
Mapeamento Digital e Arte Final: Núcleo de Monitoramento Ambiental / NMA-EMBRAPA
Interpretação Espacial e Análise Ambiental / ECOFORÇA
Difusão: Agência Estado / AE

Figura 35

INFORMAÇÕES AMBIENTAIS

QUEIMADAS

Outubro de 1993

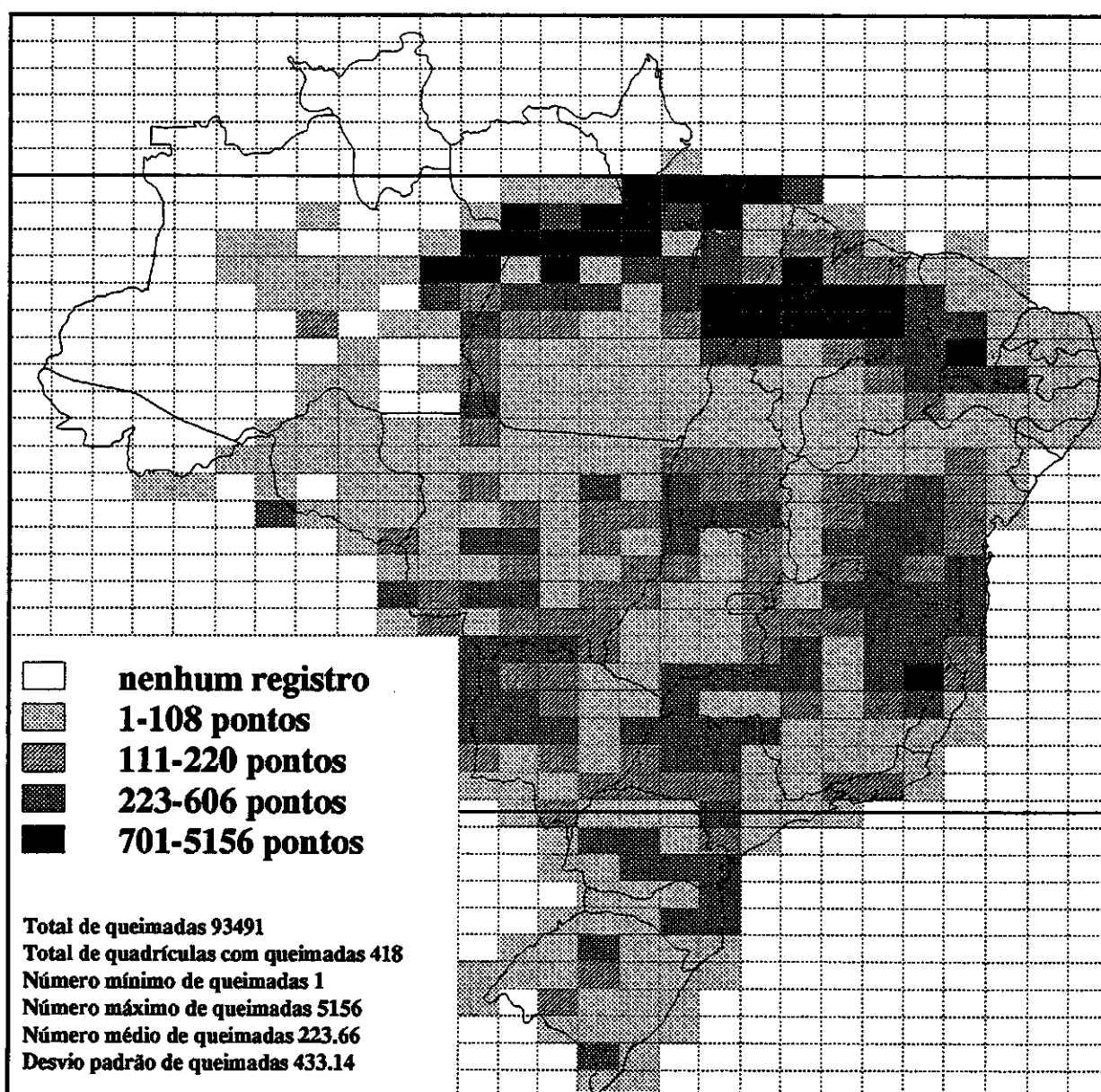


Dados do Satélite NOAA: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais / INPE-MCT
 Mapeamento Digital e Arte Final: Núcleo de Monitoramento Ambiental / NMA-EMBRAPA
 Interpretação Espacial e Análise Ambiental / ECOFORÇA
 Difusão: Agência Estado / AE

Figura 36

QUEIMADAS

Outubro de 1993



Dados do Satélite NOAA: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais / INPE-MCT
Mapeamento Digital e Arte Final: Núcleo de Monitoramento Ambiental / NMA-EMBRAPA
Interpretação Espacial e Análise Ambiental / ECOFORÇA
Difusão: Agência Estado / AE

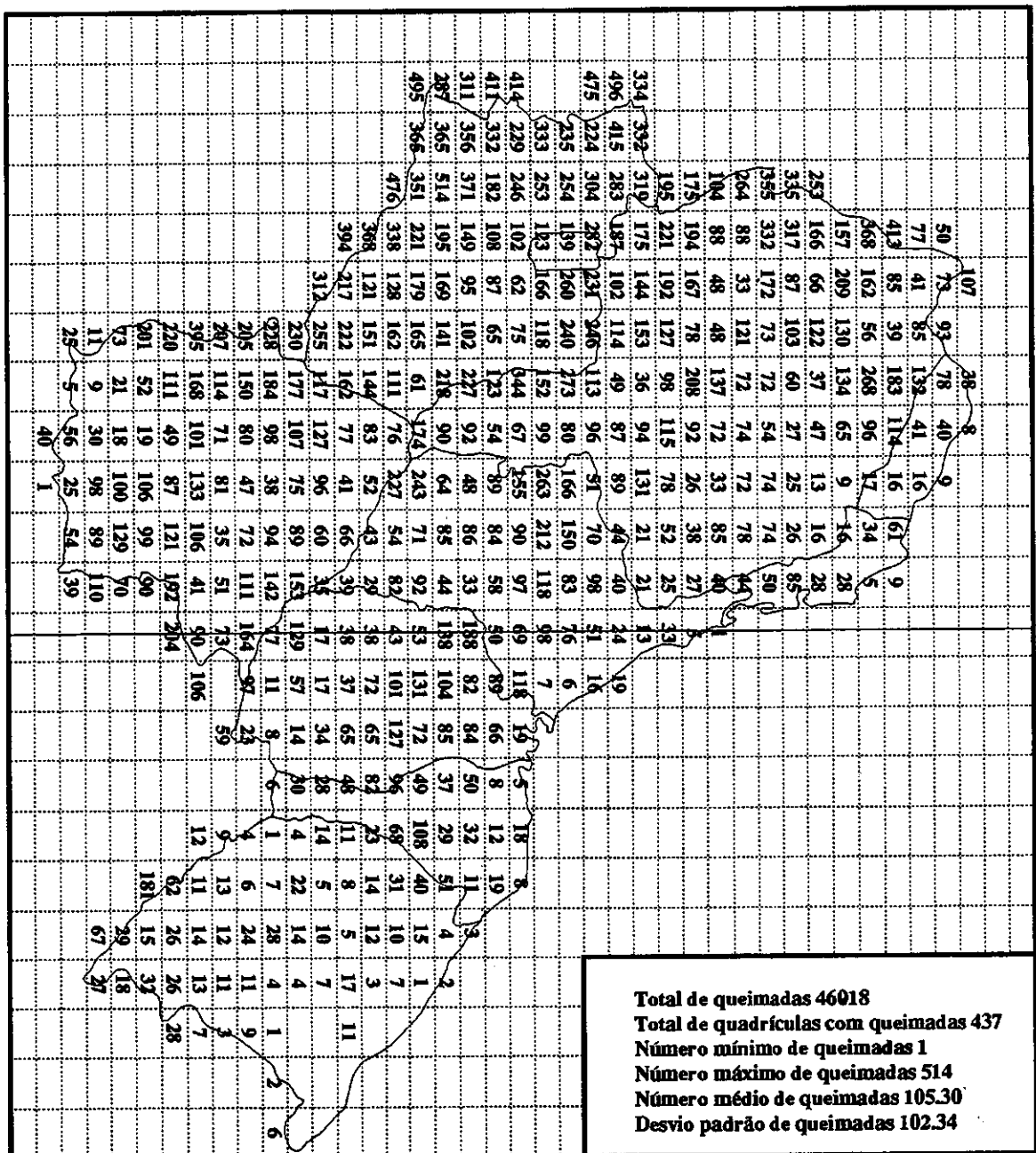
4.4 - MONITORAMENTO ANUAL DAS QUEIMADAS NAS REGIÕES CENTRO/SUL/SUDESTE

(1992 - 1993)

INFORMAÇÕES AMBIENTAIS

QUEIMADAS

Junho-Outubro de 1992



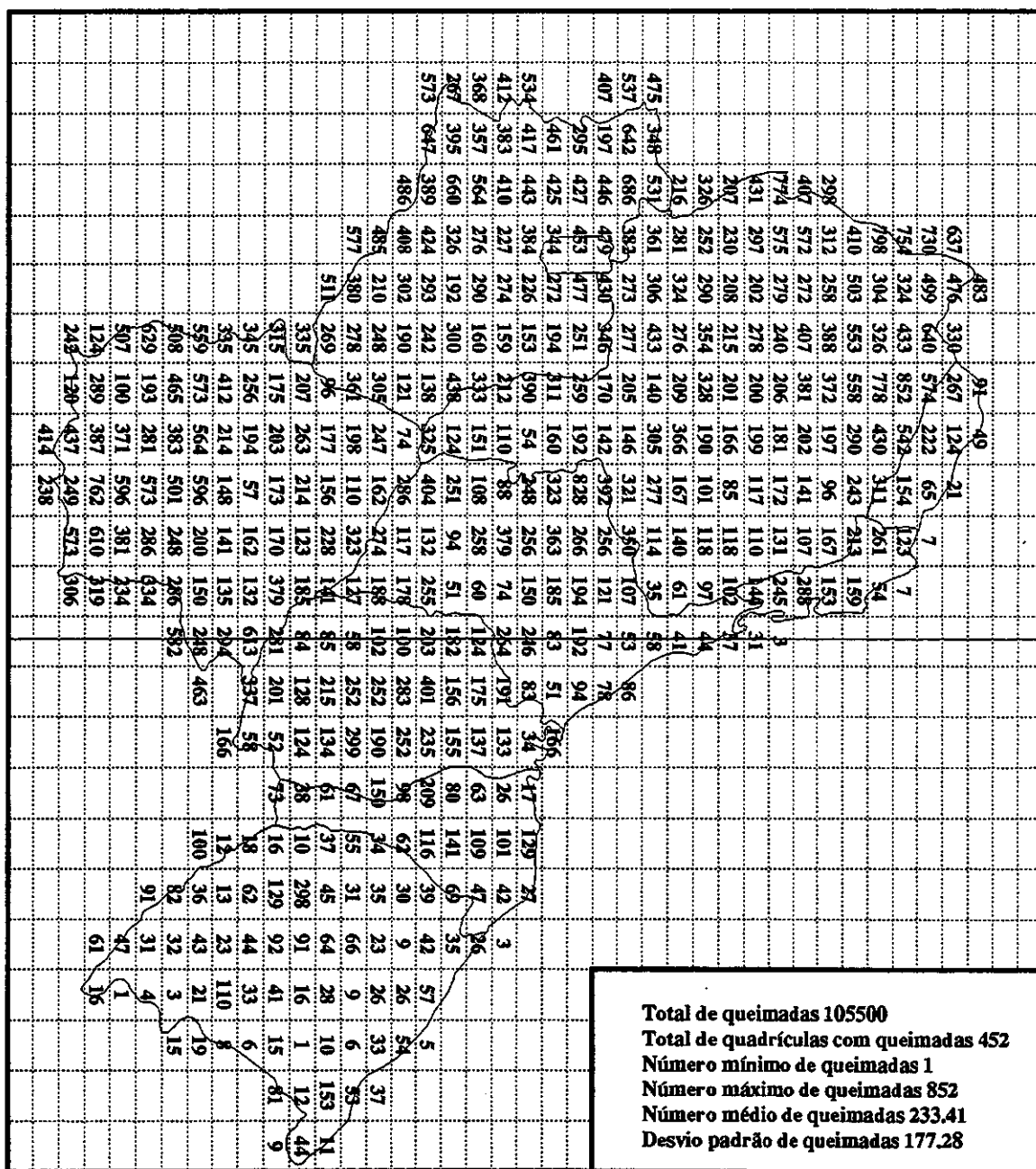
Dados do Satélite NOAA: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais / INPE-MCT
 Mapeamento Digital e Arte Final: Núcleo de Monitoramento Ambiental / NMA-EMBRAPA
 Interpretação Espacial e Análise Ambiental / ECOFORÇA
 Difusão: Agência Estado / AE

Figura 38

INFORMAÇÕES AMBIENTAIS

QUEIMADAS

Junho-Outubro de 1993



Dados do Satélite NOAA: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais / INPE-MCT
 Mapeamento Digital e Arte Final: Núcleo de Monitoramento Ambiental / NMA-EMBRAPA
 Interpretação Espacial e Análise Ambiental / ECOFORÇA
 Difusão: Agência Estado / AE

Figura 39

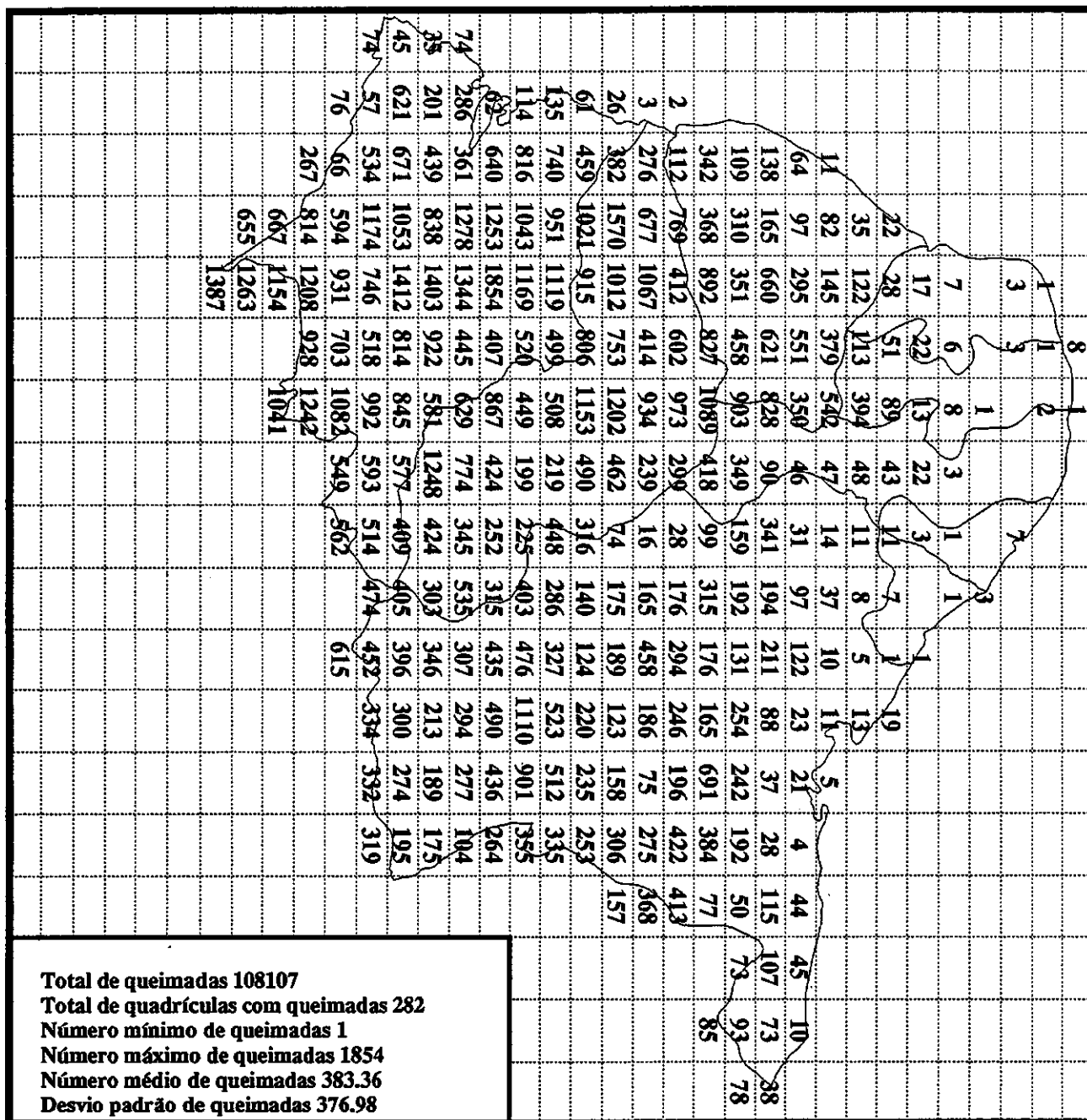
4.5 - MONITORAMENTO ANUAL DAS QUEIMADAS NA REGIÃO NORDESTE

(1992 - 1993)

INFORMAÇÕES AMBIENTAIS

QUEIMADAS

Junho-Outubro de 1992



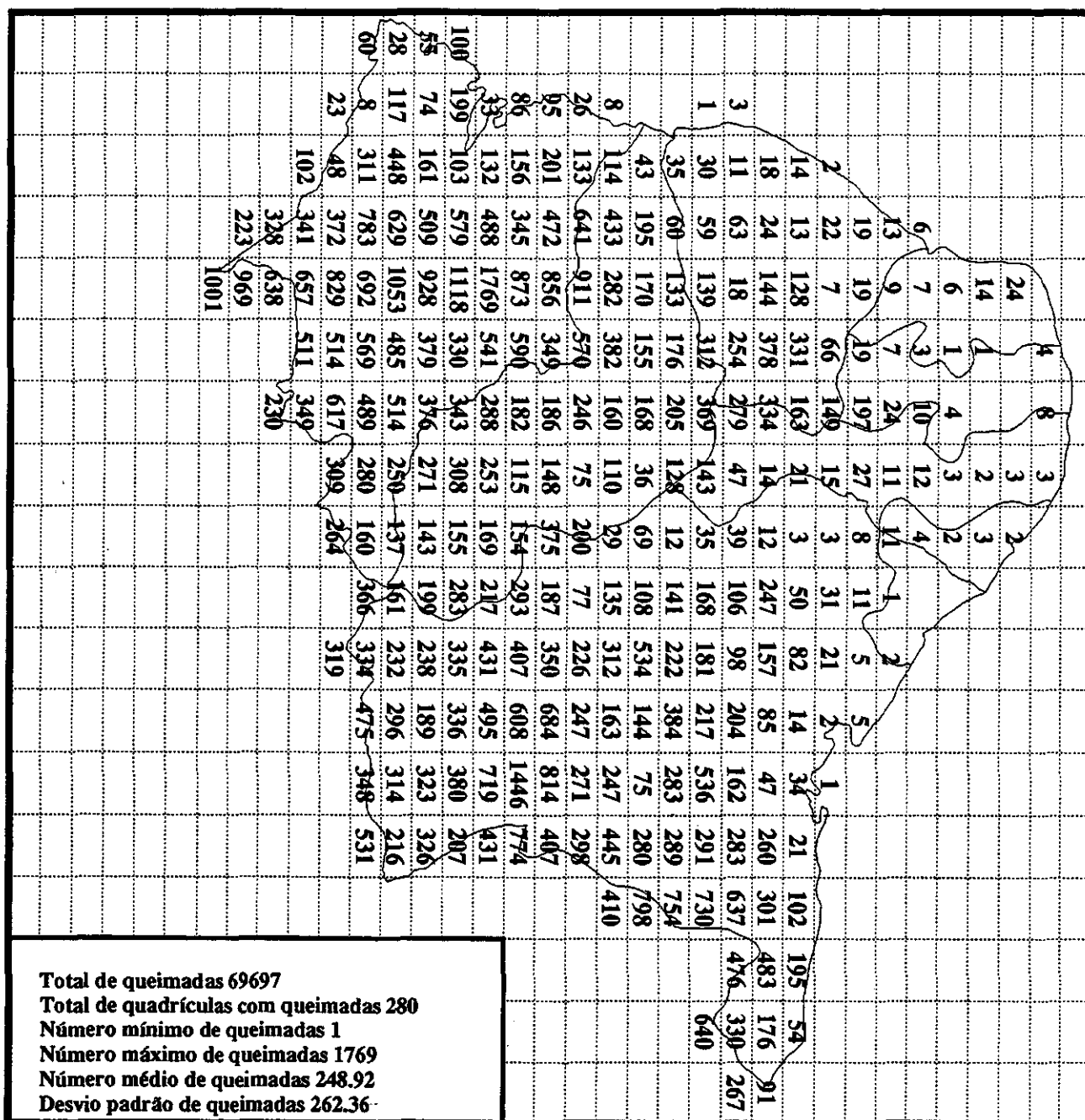
Dados do Satélite NOAA: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais / INPE-MCT
Mapeamento Digital e Arte Final: Núcleo de Monitoramento Ambiental / NMA-EMBRAPA
Interpretação Espacial e Análise Ambiental / ECOFORÇA
Difusão: Agência Estado / AE

Figura 40

INFORMAÇÕES AMBIENTAIS

QUEIMADAS

Junho-Outubro de 1993



Dados do Satélite NOAA: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais / INPE-MCT
 Mapeamento Digital e Arte Final: Núcleo de Monitoramento Ambiental / NMA-EMBRAPA
 Interpretação Espacial e Análise Ambiental / ECOFORÇA
 Difusão: Agência Estado / AE

Figura 41

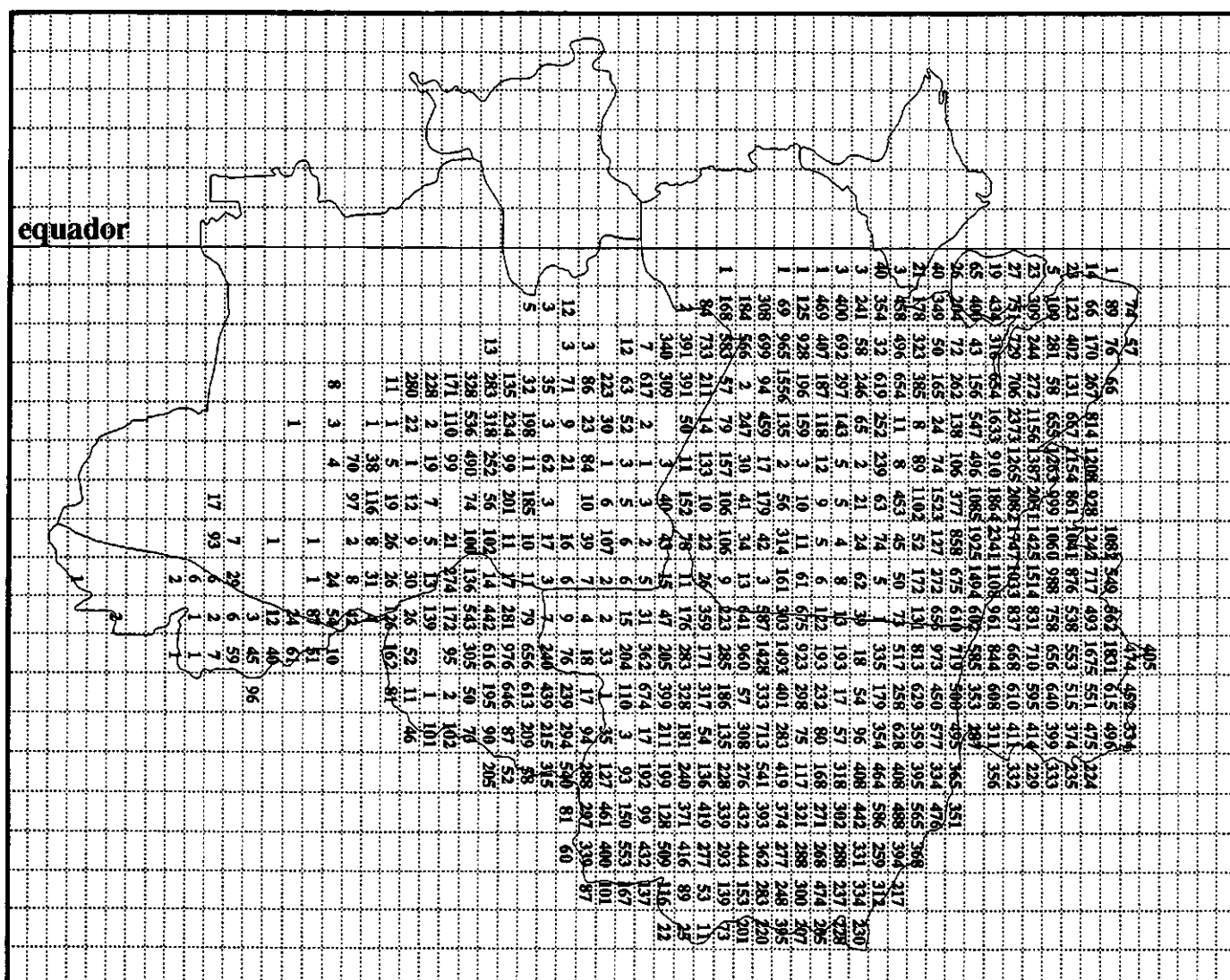
4.6 - MONITORAMENTO ANUAL DAS QUEIMADAS NA REGIÃO AMAZÔNICA

(1992 - 1993)

INFORMAÇÕES AMBIENTAIS

QUEIMADAS

Junho-Outubro de 1992



Total de queimadas 171532

Total de quadrículas com queimadas 597

Número mínimo de queimadas 1

Número máximo de queimadas 2373

Número médio de queimadas 287.32

Desvio padrão de queimadas 374.03

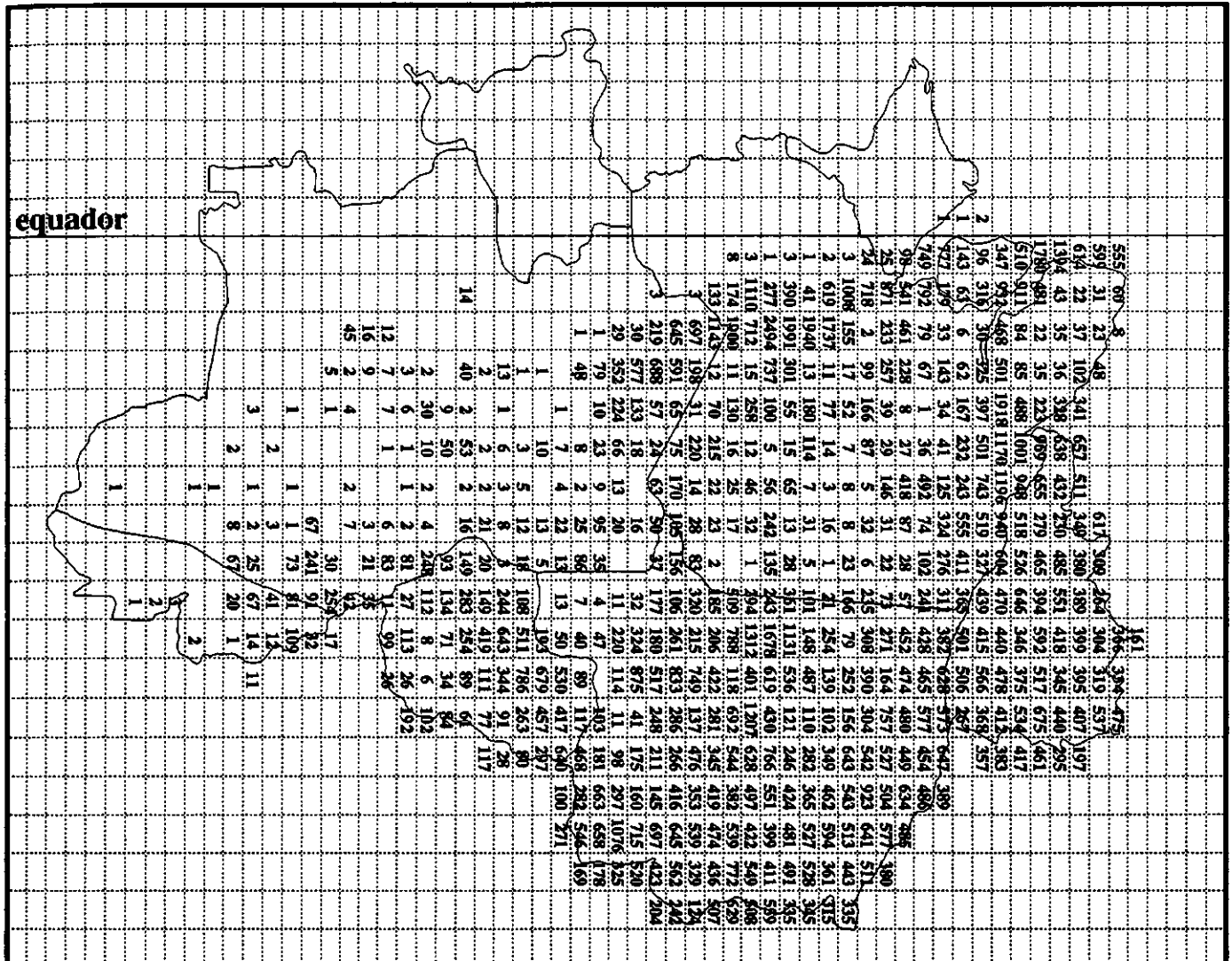
Dados do Satélite NOAA: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais / INPE-MCT
 Mapeamento Digital e Arte Final: Núcleo de Monitoramento Ambiental / NMA-EMBRAPA
 Interpretação Espacial e Análise Ambiental / ECOFORÇA
 Difusão: Agência Estado / AE

Figura 42

INFORMAÇÕES AMBIENTAIS

QUEIMADAS

Junho-Outubro de 1993



Total de queimadas 162179

Total de quadrículas com queimadas 591

Número mínimo de queimadas 1

Número máximo de queimadas 2494

Número médio de queimadas 274.41

Desvio padrão de queimadas 330.08

Dados do Satélite NOAA: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais / INPE-MCT
 Mapeamento Digital e Arte Final: Núcleo de Monitoramento Ambiental / NMA-EMBRAPA
 Interpretação Espacial e Análise Ambiental / ECOFORÇA
 Difusão: Agência Estado / AE

Figura 43

4.7 - MONITORAMENTO ESTADUAL DAS QUEIMADAS

Exemplos Cartográficos e Numéricos

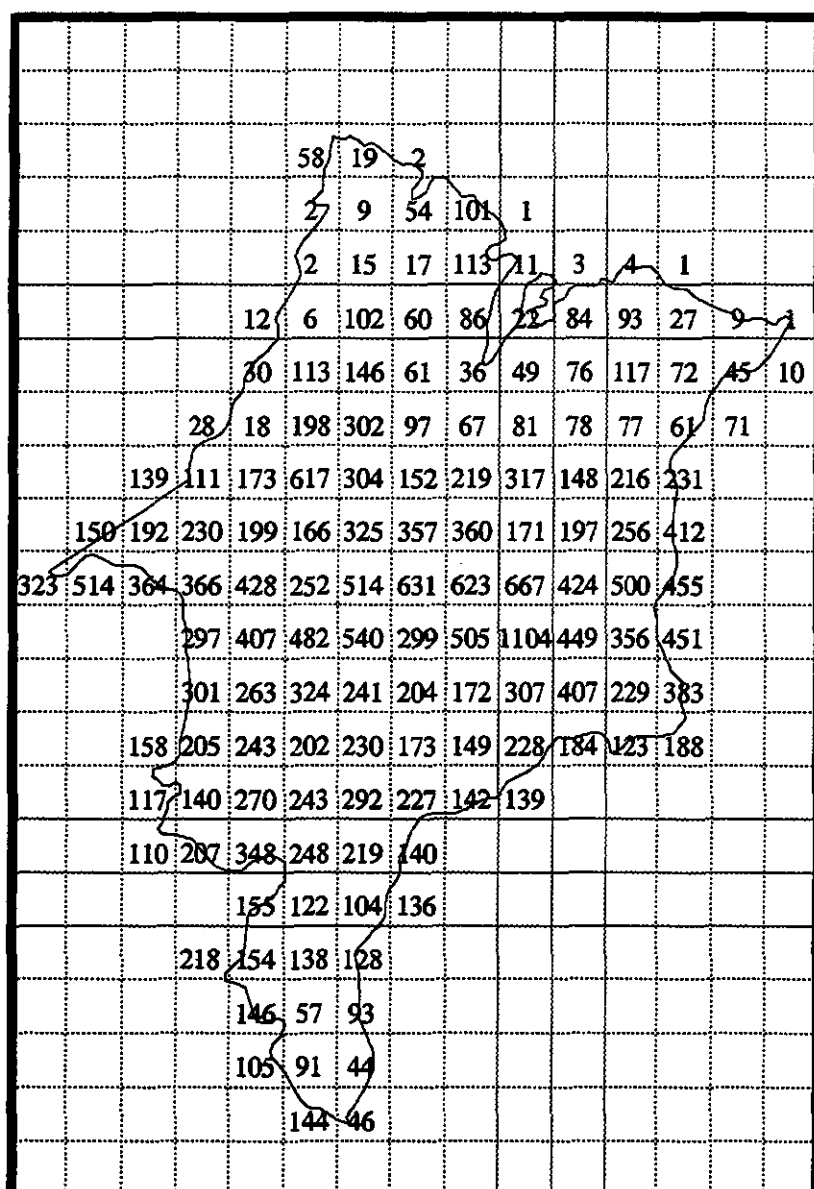
(1993)

INFORMAÇÕES AMBIENTAIS

QUEIMADAS

Junho-Outubro de 1993

Maranhão



Total de queimadas 28977
 Total de quadriculas com queimadas 146
 Número mínimo de queimadas 1
 Número máximo de queimadas 1104
 Número médio de queimadas 198.47
 Desvio padrão de queimadas 171.81

Dados do Satélite NOAA: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais / INPE-MCT
 Mapeamento Digital e Arte Final: Núcleo de Monitoramento Ambiental / NMA-EMBRAPA
 Interpretação Espacial e Análise Ambiental : ECOFORÇA
 Difusão: Agência Estado / AE

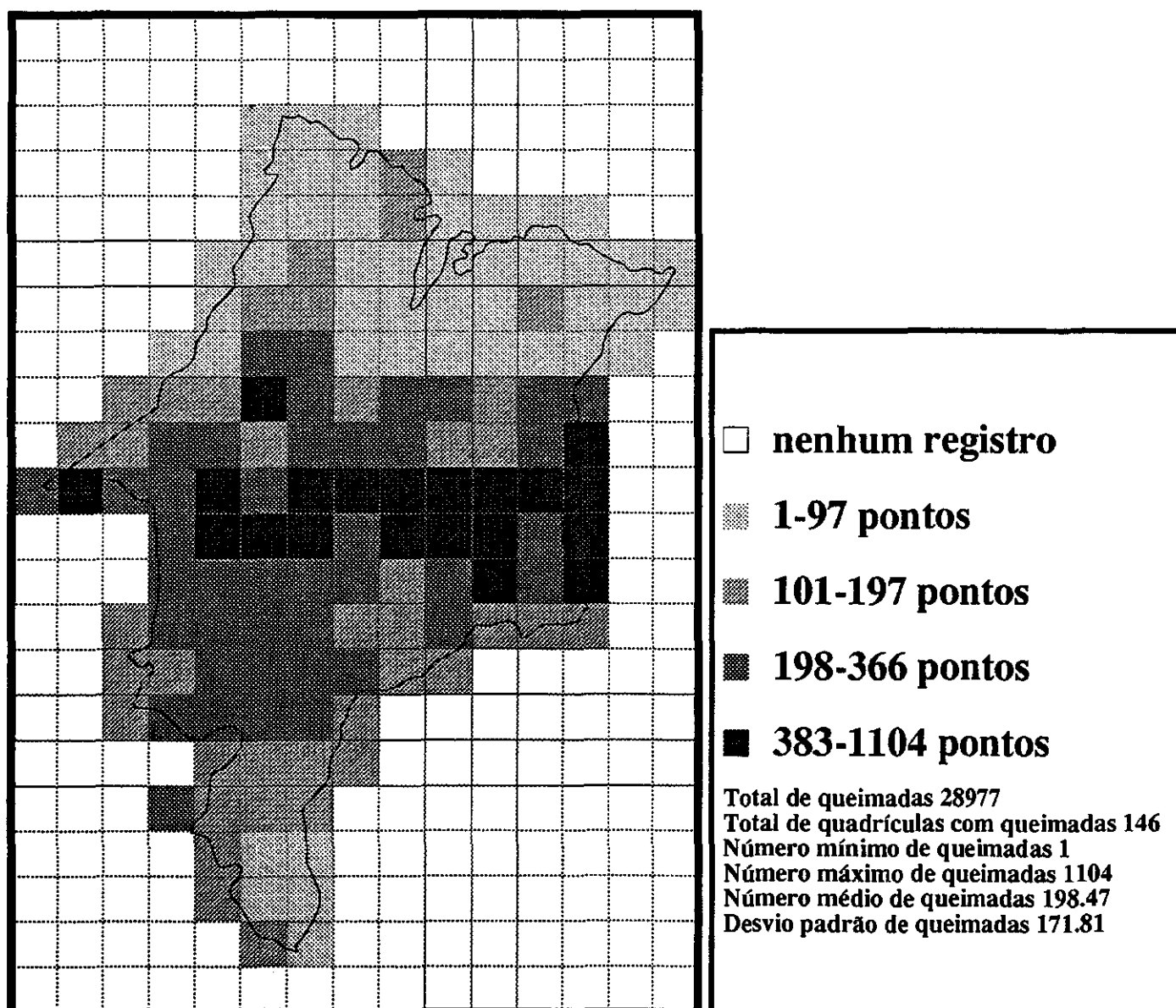
Figura 44

INFORMAÇÕES AMBIENTAIS

QUEIMADAS

Junho-Outubro de 1993

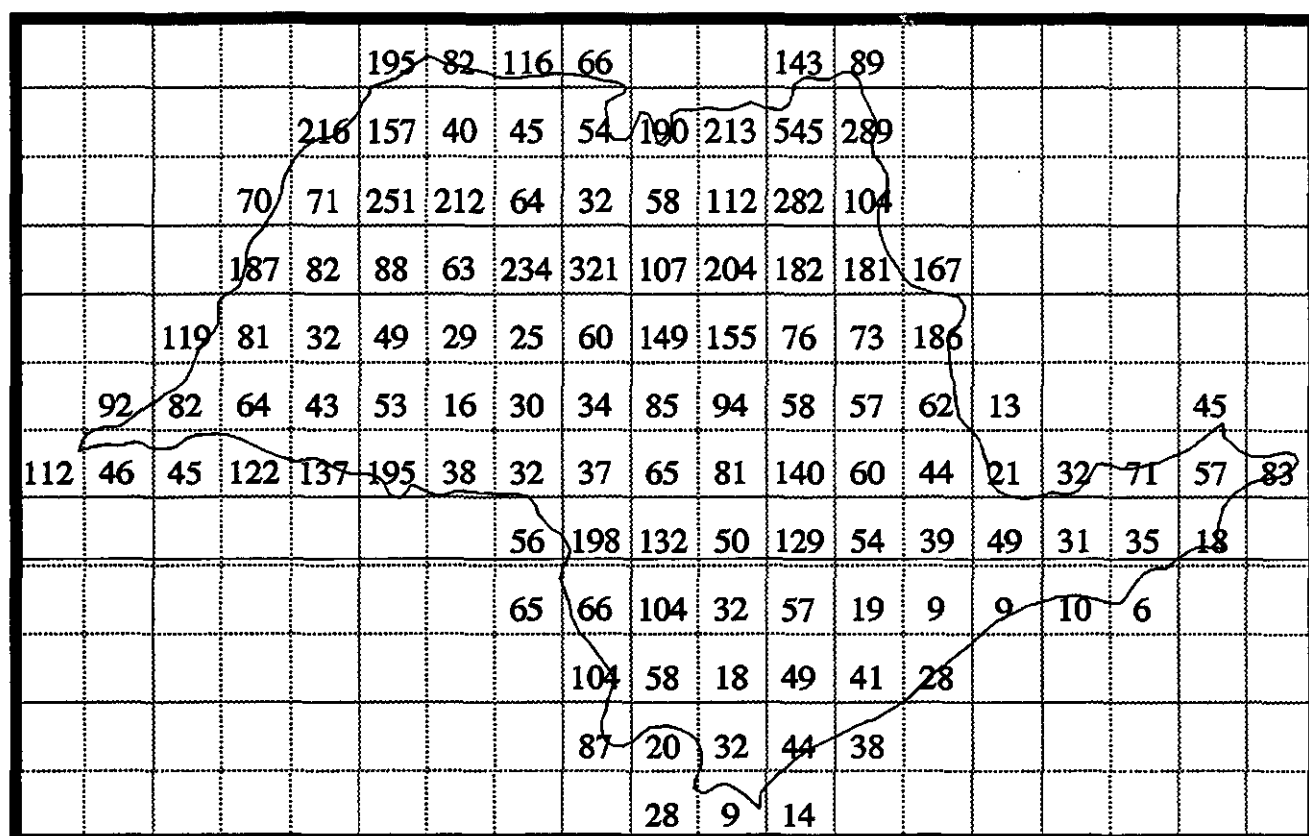
Maranhão



Dados do Satélite NOAA: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais / INPE-MCT
Mapeamento Digital e Arte Final: Núcleo de Monitoramento Ambiental / NMA-EMBRAPA
Interpretação Espacial e Análise Ambiental : ECOFORÇA
Difusão: Agência Estado / AE

Figura 45

Junho-Outubro de 1993



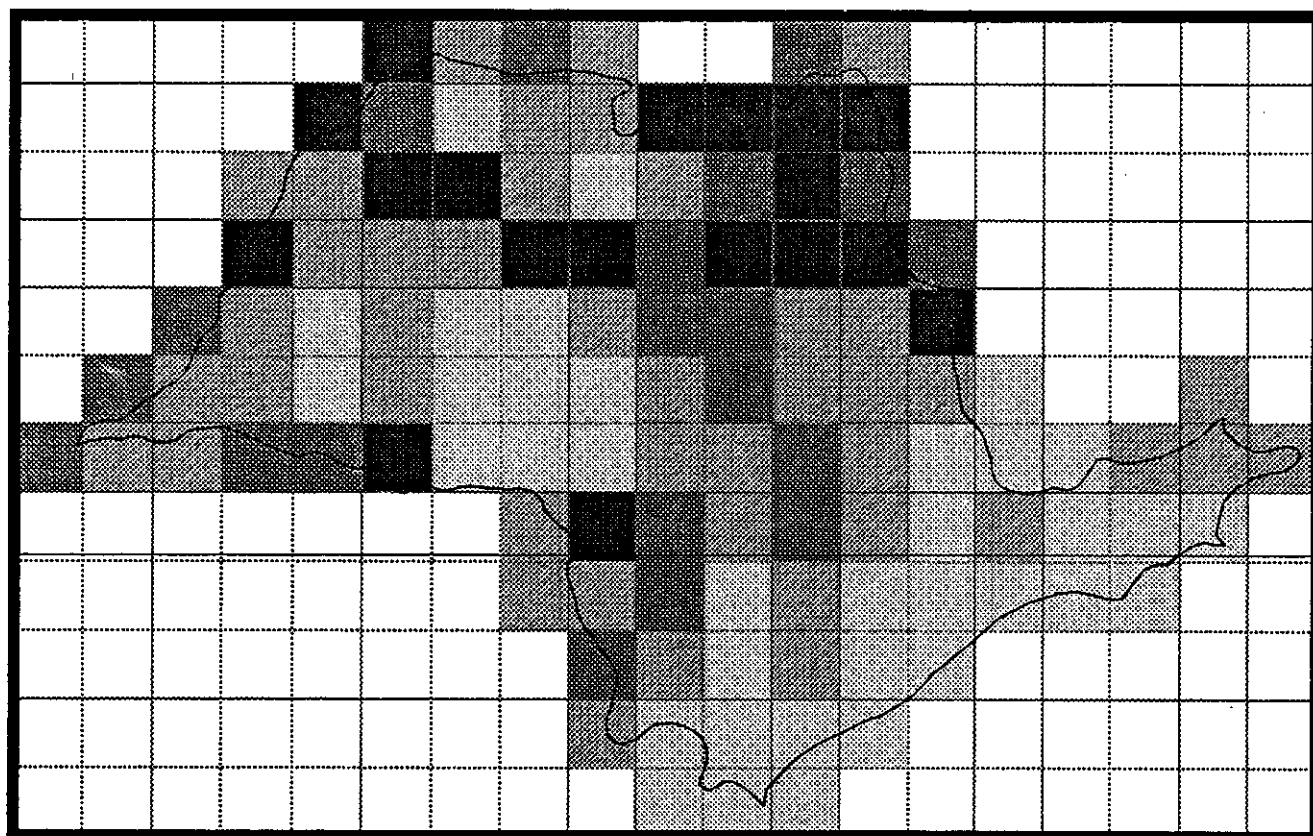
Total de queimadas 10530
Total de quadrículas com queimadas 117
Número mínimo de queimadas 6
Número máximo de queimadas 545
Número médio de queimadas 90.00
Desvio padrão de queimadas 79.69

Dados do Satélite NOAA: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais / INPE-MCT
Mapeamento Digital e Arte Final: Núcleo de Monitoramento Ambiental / NMA-EMBRAPA
Interpretação Espacial e Análise Ambiental: ECOFORÇA
Difusão: Agência Estado / AE

Figura 46

QUEIMADAS

Junho-Outubro de 1993



Total de queimadas 10530

Total de quadrículas com queimadas 117

Número mínimo de queimadas 6

Número máximo de queimadas 545

Número médio de queimadas 90.00

Desvio padrão de queimadas 79.69

□ nenhum registro

■ 6-44 pontos

■ 45-89 pontos

■ 92-167 pontos

■ 181-545 pontos

Dados do Satélite NOAA: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais / INPE-MCT

Mapeamento Digital e Arte Final: Núcleo de Monitoramento Ambiental / NMA-EMBRAPA

Interpretação Espacial e Análise Ambiental: ECOFORÇA

Difusão: Agência Estado / AE

REGIÕES		ANOS		MÉDIAS
	1991	1992	1993	
Norte	139627	109874	91014	113505.00
Nordeste	111862	100456	64547	92288.33
Centro Oeste	180010	61848	104353	115403.67
Sudeste	21020	13947	38939	24635.33
Sul	14493	4421	12306	10406.67

Figura 48: Valores absolutos e médios de queimadas detectadas para as principais Regiões Brasileiras em 1991, 1992 e 1993.

REGIÕES		ANOS		MÉDIAS
	1991	1992	1993	
Norte	29.90	37.83	29.25	32.32
Nordeste	23.95	34.59	20.74	26.42
Centro Oeste	38.55	21.29	33.54	31.12
Sudeste	4.50	4.80	12.51	7.27
Sul	3.10	1.52	3.95	2.86

Figura 49: Valores relativos e médios de queimadas detectadas para as principais Regiões Brasileiras em 1991, 1992 e 1993.

ESTADOS	ANOS			MÉDIAS
	1991	1992	1993	
Alagoas	9	12	11	10.67
Amapá	79	64	876	339.67
Amazonas	2693	9546	6655	6298.00
Bahia	22883	20096	25456	22811.67
Ceará	2805	7375	2404	4194.67
Espírito Santo	70	218	1082	456.67
Goiás	35335	11106	19652	22031.00
Maranhão	58974	41938	23746	41552.67
Mato Grosso	116254	44567	62159	74326.67
Mato Grosso do Sul	28421	6175	22542	19046.00
Minas Gerais	10623	9760	26864	15749.00
Pará	46394	55911	50907	51070.67
Paraíba	269	1600	488	785.67
Paraná	10113	2331	7109	6517.67
Pernambuco	3112	2698	934	2248.00
Piauí	23799	26680	11441	20640.00
Rio de Janeiro	446	382	1547	791.67
Rio Grande do Norte	11	52	62	41.67
Rio Grande do Sul	1829	1337	3191	2119.00
Rondônia	22053	9803	10418	14091.33
Santa Catarina	2551	753	2006	1770.00
São Paulo	9881	3587	9446	7638.00
Tocantins	68408	34460	22158	41675.33
TOTAL	467012	290451	311154	356205.67

Figura 50: Valores absolutos e médios de queimadas detectadas para Estados Brasileiros em 1991, 1992 e 1993.

ESTADOS	ANOS			MÉDIAS
	1991	1992	1993	
Amapá	0.02	0.02	0.28	0.11
Amazonas	0.58	3.29	2.14	2.00
Bahia	4.90	6.92	8.18	6.67
Ceará	0.60	2.54	0.77	1.30
Espírito Santo	0.01	0.08	0.35	0.15
Goiás	7.57	3.82	6.32	5.90
Maranhão	12.63	14.44	7.63	11.57
Mato Grosso	24.89	15.34	19.98	20.07
Mato Grosso do Sul	6.09	2.13	7.24	5.15
Minas Gerais	2.27	3.36	8.63	4.76
Pará	9.93	19.25	16.36	15.18
Paraíba	0.06	0.55	0.16	0.26
Paraná	2.17	0.80	2.28	1.75
Pernambuco	0.67	0.93	0.30	0.63
Piauí	5.10	9.19	3.68	5.99
Rio de Janeiro	0.10	0.13	0.50	0.24
Rio Grande do Norte	0.00	0.02	0.02	0.01
Rio Grande do Sul	0.39	0.46	1.03	0.63
Rondônia	4.72	3.38	3.35	3.82
Santa Catarina	0.55	0.26	0.64	0.48
São Paulo	2.12	1.23	3.04	2.13
Tocantins	14.65	11.86	7.12	11.21

Figura 51: Valores relativos e médios de queimadas detectadas para Estados Brasileiros em 1991, 1992 e 1993.

5 - Comentários e conclusões sobre a atual metodologia de monitoramento orbital de queimadas e os resultados apresentados

O sistema de monitoramento orbital de queimadas no território brasileiro está operacional e produz dados homogêneos e de qualidade crescente desde 1991. A cartografia semanal, mensal e anual obtida, tem permitido uma análise detalhada e satisfatória dos padrões espaço-temporais das queimadas.

Os dados utilizados neste trabalho são essencialmente aqueles gerados e fornecidos pelo INPE, a partir das imagens termais do sensor AVHRR dos satélites NOAA, na forma de totais cumulativos semanais de queimadas em células unitárias. Conforme exposto, estas células possuíam, até 1992, uma dimensão de 1,5 graus de longitude por 1,0 grau de latitude, coincidindo com a divisão cartográfica 1:250.000. Após este ano as células padrão passaram a ter 0,5 grau de definição para permitir estudos de sub-regiões e de estados com maior precisão.

Observações importantes devem ser consideradas quanto aos totais de queimadas por células que aparecem nos mapas e constituem a base de cálculo dos totais de queimadas apresentados no presente trabalho. Os totais em cada célula referem-se à soma de sub-totais diários. Estes por sua vez apresentam algumas limitações, consideradas a seguir, que tendem a diminuir com o passar dos anos graças a evolução dos programas e do sistema de monitoramento.

Em algumas células, onde existe uma grande superfície de água (o mar na linha costeira, grandes barragens, etc) o número de queimadas pode ser superestimado por um problema de albedo elevado ou de reflexo da luz solar que "ofuscam" o píxel. Esse problema é mais frequente no mês de outubro devido ao ângulo de inclinação solar e vinha sendo objeto de controle (horários de passagem) e correções. Os novos programas de tratamento das imagens, disponíveis a partir de 1994, eliminam praticamente esse problema, combinando procedimentos de filtragem (caches) com checagens dos píxeis ofuscados em outros canais.

Mas os sub-totais diários - utilizados para compor os mapas semanais, mensais e anuais - também podem apresentar duas limitações no sentido de subestimar o número de queimadas. Em primeiro lugar, nos dias sem gravação ou processamento da imagem AVHRR pelo INPE, que ocorrem esporadicamente, o número de queimadas em todas as células é considerado zero, podendo ser na realidade superior a esse valor.

A segunda limitação refere-se à frequência diferente com que várias partes do País são imageadas pelo AVHRR em função das órbitas dos satélites NOAA e da posição da antena receptora do INPE. Estados centrais, no sul e sudeste do País são imageados com frequência muito superior aos de outras regiões; por exemplo, enquanto que em uma semana S. Paulo e Goiás são imageados sete dias, Acre, Alagoas ou Pernambuco o são apenas dois ou três dias por situarem-se nos extremos oeste e leste do país. Também por problemas de alcance da antena, os estados Roraima e Amapá não são devidamente cobertos. Nesses casos o problema não tem maior gravidade. As estações no hemisfério norte são invertidas com relação ao hemisfério sul e o período chuvoso boreal - típico da maior parte desses estados - corresponde ao período seco austral.

Estas duas situações contribuem portanto para uma redução involuntária no número total de queimadas detectadas e computadas nos dados apresentados neste trabalho. Outros motivos também podem causar uma redução no número de queimadas detectadas como, por exemplo, queimadas não ativas no horário de passagem do satélite, frentes de fogo menores que 30 m, presença de nuvens ou até um fogo que esteja ocorrendo abaixo do dossel (Setzer *et al.*, 1992).

Assim, de maneira geral, nos dados apresentados pode ocorrer, sem dúvida, uma sub-estimativa do número real de queimadas no País, mas sem distorções espaciais relevantes a não ser no caso dos estados situados nas extremidades ocidental e oriental do país. Por outro lado, considerando-se que o número de imagens AVHRR utilizadas cada ano é bem superior a uma centena, estatisticamente os dados resultantes devem caracterizar adequadamente o regime espaço-temporal de queimadas, assim como seu acréscimo ou decréscimo anual, permitindo o uso das informações prestadas em trabalhos científicos diversos e de informação da sociedade. A análise dos padrões espaço-temporais das queimadas tem comprovado essa homogeneidade e robustez dos dados obtidos (Miranda *et al.* 1994b).

Apesar de uma redução de 467.012 pontos de queimadas em 1991 para 290.773 em 1992 e para 311.154 em 1993, os padrões espaço-temporais interanuais observados foram bastante similares (Fig. 5, 6 e 7) e chegam a ser praticamente idênticos durante o mês de outubro.

As tabelas com as contribuições das regiões (Fig. 48 e 49) também ilustram, de forma quantitativa, uma certa estabilidade nos valores observados no que pese os fatores de imprecisão já evocados. No extremo superior estão as regiões Norte e Nordeste contribuindo com mais de 60% das queimadas ocorridas no Brasil. No extremo inferior está a região Sul com cerca de 3% do total das queimadas.

No tocante aos estados (Fig. 50 e 51), as contribuições representam valores aproximados. A malha de um grau e meio de longitude por um grau de latitude de cada célula não permite acompanhar perfeitamente os limites interestaduais no momento da totalização. Mesmo assim, o procedimento aplicado para 1991, 1992 e 1993 foi homogêneo e dá uma idéia das contribuições relativas dos estados ao fenômeno (Fig. 51). O máximo de queimadas é observado no estado do Mato Grosso (cerca de 20% do total nacional), seguido pelo Pará (15%) e pelo Maranhão e Tocantins (cerca de 11% cada um).

Enfim, dado o caráter agrícola dominante na prática das queimadas cabe uma reflexão sobre o provável custo/benefício do uso dessa tecnologia pela agricultura. A título de exemplo pode-se considerar os estados de S. Paulo e do Paraná. Eles respondem por quase 50% da produção agrícola do país e contribuem, cada um, em média, com apenas cerca de 2% das queimadas detectadas no país. Enquanto isso, Mato Grosso contribui sozinho com cerca de 20% das queimadas detectadas, um número equivalente ao dobro do total das regiões Sul e Sudeste juntas (Fig. 49), para uma produção agrícola muito limitada.

6 - Bibliografia

- CLIMANÁLISE, São José dos Campos: MCT-INPE, v.7, n.9, 1992a.
- CLIMANÁLISE, São José dos Campos, MCT-INPE, v.7, n.10, 1992b.
- CLIMANÁLISE, São José dos Campos, MCT-INPE, v.7, n.11, 1992c.
- CLIMANÁLISE. São José dos Campos, MCT-INPE, v.8, n.6, 1993a.
- CLIMANÁLISE. São José dos Campos, MCT-INPE, v.8, n.7, 1993b.
- CLIMANÁLISE. São José dos Campos, MCT-INPE, v.8, n.8, 1993c.
- CLIMANÁLISE. São José dos Campos, MCT-INPE, v.8, n.9, 1993d.
- CLIMANÁLISE. São José dos Campos, MCT-INPE, v.8, n.10, 1993e.
- CEPAL. Los posibles cambios climáticos en América Latina y el Caribe y sus consecuencias. In: REUNIÓN TÉCNICA DE EXPERTOS GUBERNAMENTALES "HACIA UN DESARROLLO AMBIENTALMENTE SUSTENTABLE", Santiago de Chile, 12-14 set.1990. **Trabajos presentados...**
- Crutzen, P.J.; Goldammer, J.G. **Fire in the environment**. New York, J. Willey & Sons, 1993. 363p.
- Fontan, J. La pollution atmosphérique sous les tropiques. In: **Recherche**, Paris, avr. 1993. 9p.
- Forman, R.T.T.; Godron, M. **Landscape ecology**. New York: John Wiley & Sons, 1986. 619p.
- Hammond, A.L. et al. Accountability in the Greenhouse. In: **Nature**, n.347, p.705-706, Oct. 1990.
- Harris, R.C. Agricultural production vs climate protection: An emerging conflict in the 1990's? In: **Land Use Policy**, London, Penny Street, v.7, n.2, p.173-176, Apr. 1990.
- John, H.; Briess, 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 1994.

John, L. Queimadas poluem o ar no Pantanal. **O Estado de São Paulo**. São Paulo, 28 ago. 1988.

John, L. NASA estuda gás no ar no Brasil. **O Estado de São Paulo**, São Paulo, 15 ago. 1992. *Ciência e Tecnologia*, p.12.

Joyce, C. Trace gases amplify greenhouse effect. **New Scientist**, 16 mai.1985. p.3-4.

Justice, C; Malingreau, J.P.; Setzer, A.W. Satellite remote sensing of fires: potential and limitations. In: Crutzen, P.J.; Goldammer, J.G. (ed.) **Fire in the Environment-Dahlem Conference**. S.l: J. Wiley , 1993. p 77-88.

Kaufman, Y.J. et al. Biomass burning airborne and spaceborne experiment in the Amazon (BASE-A). In: **Global Biomass Burning**, MIT Press, v.97, n.13, p.14581-14599,1991.

Keller, M. et al. Effects of tropical deforestation on global and regional atmospheric chemistry. **Climatic Change**. S.l., s/d.

Levine, J.S. **Global biomass burning**. Cambridge, USA: MIT Press, 1991. 569p.

Livingston, M. **The rising concentration of atmospheric methane**. Proposal to NASA. s/d.

Miranda, E.E. de. Variabilidad espaciotemporal de las quemadas en el Brasil. In: **Interciencia**, Caracas, Venezuela, v.18, n.6, p.300-301, nov./dez. 1993.

Miranda, E.E. de. Variabilidade espaço-temporal das queimadas no Brasil. In: **SIMPOSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 7.**, Curitiba, (PR), 1993. **Anais...** Curitiba (PR): MCT-INPE/Gov. do Paraná/SELPER/SBC, 1993. v.2, p.197-201.

Miranda, E.E. de. As queimadas e a poluição ambiental. **Folha de São Paulo**, São Paulo, 25 set. 1991. *SP Sudeste - Opinião*, p.7-12.

Miranda, E.E. de; Miranda, J.R. Dinâmica espaço-temporal das queimadas no Brasil. In: **CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE ECOLOGIA, 2.**, Caxambú (MG), 1992. **Resumos...** S.l.: SEB, 1992. p 454-455.

- Miranda, E.E. de; Takeda, A.M.; Miranda, J.R. Suivi par satellite NOAA de la variabilité spatiale et temporelle des feux de brousse au Brésil. In: **INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON RESOURCES AND ENVIRONMENTAL MONITORING (ISPRS)**, 7., Rio de Janeiro (Brasil), 26-30 set.1994. **Proceedings...** São José dos Campos: MCT-INPE, 1994. v.30, n.7a, p.317-323.
- Miranda, E.E. de; Takeda, A.M.; Paniago, C.F.A.; Caputi, E. Multi-institutional integration system for monitoring the burnings in Brazil. In: **CONFERÊNCIA INTERNACIONAL DE INTEGRAÇÃO DE SISTEMAS (ICSI'94)**, 3., São Paulo, 18 ago. 1994. **Proceedings....** 4p.
- Reggan, P.J.; Brass, J.A.; Lockwood, R.N. Assessing fire emissions from tropical savanna and forests of Central Brazil. In: **Photogrammetric Engineering and Remote Sensing**, v.59, n.6, p.1009-1015, 1993.
- Setzer, A.W. Operational satellite monitoring of fires in Brazil. **International Forest Fire News/FAO**, n.9, p.8-11, 1993.
- Setzer, A.W.; Pereira, M.C. Amazon biomass burnings in 1987 and estimate of their tropospheric emissions. In: **Ambio**, v.20, n.1, p.19-22, 1991.
- Setzer, A.W.; Kirchhoff, V.W.J.H; Pereira, M.C. Ozone concentrations in the Brazilian Amazonia during BASE-A. In: Levine, J.S. (ed.) **Chapman Global Biomass Burning**. S.l.: MIT Press, 1991. p.112-114.
- Setzer, A.W. et al. O uso de satélites NOAA na detecção de queimadas no Brasil. **CLIMANÁLISE**, São José dos Campos, MCT-INPE, v.7, n.8, p.41-53, ago. 1992.
- Tilton, B. E. Health effects of tropospheric ozone. major effects and related scientific questions. **Environmental Science Technology**, v.23, n.3, p. 257-263, 1989.
- Ward, et al. Characteristics of smoke emissions from biomass fires of the Brazilian Amazon Region-BASE-A experiment. In: Levine, J.S. (ed.) **Global Biomass Burning**. S.l: MIT Press, 1991. p394-402.

7 - ANEXO

**ARTIGOS SOBRE O SISTEMA ORBITAL DE MONITORAMENTO DE
QUEIMADAS VEICULADOS NA IMPRENSA ESCRITA
ENTRE 1991 E 1993**

1991

QUEIMADAS. O Estado de São Paulo, São Paulo, 06 jul. 1991. Geral, p.10.

QUEIMADAS: Baixa intensidade. Jornal da Tarde, São Paulo, 06 jul. 1991. Cidades, p.12.

QUEIMADAS. O Estado de São Paulo, São Paulo, 13 jul. 1991. Geral, p.08.

QUEIMADAS. Aumentam os focos no Brasil. Jornal da Tarde, São Paulo, 13 jul. 1991. Meio Ambiente, p.11.

CHUVAS de julho reduzem focos de incêndio em todo o País. Jornal da Tarde, São Paulo, 20 jul. 1991, Ambiente, p.12.

QUEIMADAS. O Estado de São Paulo, São Paulo, 20 jul. 1991. Geral, p.09.

QUEIMADAS. O Estado de São Paulo, São Paulo, 27 jul. 1991, Geral, p.09.

QUEIMADAS do Brasil. O tempo seca. O fogo está de volta. Jornal da Tarde, São Paulo, 27 jul. 1991, Comportamento, p.15.

NO Brasil, o fogo avança na Amazônia. Jornal da Tarde, São Paulo, 03 ago. 1991. Meio Ambiente, p.12.

QUEIMADAS. O Estado de São Paulo, São Paulo, 03 ago. 1991. Geral, p.11.

QUEIMADAS. No Brasil, o fogo avança na Amazônia. Jornal da Tarde, São Paulo, 03 ago. 1991. Meio Ambiente, p.12.

QUEIMADAS. O Estado de São Paulo, São Paulo, 10 ago. 1991. Geral, p.11.

QUEIMADAS. Fogo: focos nos cerrados e no Xingu. Jornal da Tarde, São Paulo, 10 ago. 1991. Brasil, p.13.

QUEIMADAS. O Estado de São Paulo, São Paulo, 17 ago. 1991. Geral, p.08.

QUEIMADAS. As áreas de pastagem se multiplicam no Norte. Com elas, o fogo. Jornal da Tarde, São Paulo, 24 ago. 1991. Meio Ambiente, p.14.

QUEIMADAS. O Estado de São Paulo, São Paulo, 24 ago. 1991. Nacional, p.15.

QUEIMADAS. O Estado de São Paulo, São Paulo, 31 ago. 1991. Nacional, p.15.

QUEIMADAS. Queimadas explodem em agosto. Jornal da Tarde, São Paulo, 31 ago. 1991. Meio Ambiente, p.13.

QUEIMADAS. O Estado de São Paulo, São Paulo, 07 set. 1991. Geral, p.15.

QUEIMADAS. Seca no país favorece queimadas. Jornal da Tarde, São Paulo, 07 set. 1991. Meio Ambiente, p.13.

QUEIMADAS. O Estado de São Paulo, São Paulo, 14 set. 1991. Nacional, p.13.

QUEIMADAS. O Estado de São Paulo, São Paulo, 21 set. 1991. Nacional, p.14.

QUEIMADAS. Chuvas diminuem os focos. Jornal da Tarde, São Paulo, 21 set. 1991. Meio Ambiente, p.14.

MIRANDA, E. E. de. As queimadas e a poluição ambiental. Folha de São Paulo, São Paulo, 25 set. 1991. SP Sudeste - Opinião, C.7, p.2.

QUEIMADAS. O Estado de São Paulo, São Paulo, 28 set. 1991. Geral, p.11.

QUEIMADAS. Chuvas reduzem focos de queimadas. Jornal da Tarde, São Paulo, 28 set. 1991. Cidades, p.13.

VIEIRA, C. L. Fumaça faz Amazônia se parecer com um vulcão. Folha de São Paulo, São Paulo, 04 out. 1991. Expedição, Caderno 7, p.8.

CHUVAS em todo o País. E focos de incêndio diminuem. Jornal da Tarde, São Paulo, 05 out. 1991. Ambiente, p.14.

QUEIMADAS. O Estado de São Paulo, São Paulo, 05 out. 1991. Nacional, p.11.

JOHN, L. Aumenta número de queimadas no Brasil. O Estado de São Paulo, São Paulo, 11 nov. 1991. Geral/Meio Ambiente, p.14.

1992

JOHN, L. Estação seca intensifica queimadas. O Estado de São Paulo, São Paulo, 10 ago. 1992. Geral, p.8.

JOHN, L. Cresce o número de focos de queimadas. O Estado de São Paulo, São Paulo, 17 ago. 1992. Geral, p.11.

JOHN, L. Número de queimadas permanece elevado. O Estado de São Paulo, São Paulo, 24 ago. 1992. Geral, p.10.

JOHN, L. Queimadas no País batem recorde do ano. O Estado de São Paulo, São Paulo, 31 ago. 1992. Geral, p.10.

JOHN, L. INPE registra mais de 100 mil queimadas no Brasil em agosto. O Estado de São Paulo, São Paulo, 7 set. 1992. Geral, p.10.

JOHN, L. Queimadas aumentam no cerrado. O Estado de São Paulo, São Paulo, 14 set. 1992. Geral, p.10.

JOHN, L. Cai o número de queimadas registradas por satélite no País. O Estado de São Paulo, São Paulo, 21 set. 1992. Geral, p.11.

JOHN, L. Chuva reduz índice de queimadas no País. O Estado de São Paulo, São Paulo, 28 set. 1992. Geral, p.10.

FOCOS de fogo crescem no final de setembro. O Estado de São Paulo, São Paulo, 5 out. 1992. Geral, p.15.

JOHN, L. Satélite detecta aumento de 70% nas queimadas. O Estado de São Paulo, São Paulo, 12 out. 1992. Geral, p.10.

- JOHN, L. Cresce na Amazônia o número de focos de fogo. **O Estado de São Paulo**, São Paulo, 19 out. 1992. Geral, p.11.
- JOHN, L. Queimadas avançam na Amazônia. **O Estado de São Paulo**, São Paulo, 26 out. 1992. Geral, p.11.
- JOHN, L. Satélite registra recorde de fogo durante outubro. **O Estado de São Paulo**, São Paulo, 2 nov. 1992. Geral, p.12.
- JOHN, L. Satélite detecta 11.413 pontos de fogo no País. **O Estado de São Paulo**, São Paulo, 9 nov. 1992. Geral, p.12.
- SITUAÇÃO de queimadas ainda é preocupante. **O Estado de São Paulo**, São Paulo, 10 nov. 1992. Geral, p.16.
- JOHN, L. Fogo atinge Pantanal e Região Sul. **O Estado de São Paulo**, São Paulo, 16 nov. 1992. Geral, p.14.
- JOHN, L. Reflexos prejudicam medição de queimadas. **O Estado de São Paulo**, São Paulo, 23 nov. 1992. p.12.
- CASTRO, M. Queimada da cana não afeta qualidade do ar, diz pesquisa. **O Estado de São Paulo**, São Paulo, 28 nov. 1992. Interior, p.7.
- JOHN, L. Florestas do Pará ainda queimam. **O Estado de São Paulo**, São Paulo, 30 nov. 1992. Geral, p.12.

1993

- CHUVA diminui as queimadas no país. **Folha de São Paulo**, São Paulo/SP, 08 abr. 1993. SP/Sudeste - Cidades, p.6.
- BALANÇO de 92 aponta redução de queimadas. **O Estado de São Paulo**, São Paulo/SP, 8 abr. 1993. Geral, p.16.
- MARTINS, J. P. Concentração de ozônio aumenta na região. **Correio Popular**, Campinas/SP, 08 abr. 1993. Cidades, p.11. (com chamada de capa - Queimadas aumentam índice de ozônio na baixa atmosfera).

SILVEIRA, A. C. EMBRAPA registra mais de 382 mil focos no país. **Gazeta Mercantil**, São Paulo/SP, 08 abr. 1993. Meio Ambiente - Queimadas, p.12.

SOUZA B. Técnica pode reduzir queimada de cana. **Diário do Povo**, Campinas/SP, 08 abr. 1993. Cidades, p.1. (com chamada de capa - Pesquisador afirma que queimadas não contribuem para o aumento do efeito estufa).

QUEIMADAS no Brasil diminuem 18% no ano passado em relação a 91. **Diário do Rio Claro**, Rio Claro/SP, 11 abr. 1993. p.3.

VIDAS secas. O alto preço da salvação da lavoura. **Jornal da USP**, São Paulo/SP, 12-18 abr. 1993.

JOHN, L. Origem de cerrados do Pará é contestada. **O Estado de São Paulo**, São Paulo/SP, 17 abr. 1993. Geral, p.14.

INDIOS podem ter usado fogo na Amazônia. **Gazeta do Povo**, Curitiba/PR, 18 abr. 1993. p.51.

QUEIMADAS geraram o cerrado. **Correio Popular**, Campinas/SP, 19 abr. 1993. Brasil, p.4.

JOHN, L. Queimadas indígenas deram origem aos cerrados amazônicos. **A Crítica**, Manaus/AM, 22 abr. 1993. Polícia, p.11.

QUEIMADAS aumentam em 93. **Jornal Verde**, Campinas/SP, de mai. 1993. Tempo Jovem, p.4/A.

MIRANDA, E. E. A cana e o efeito estufa. **Jornal da Manhã**, Ribeirão Preto/SP, 26 jun. 1993. Opinião, p.2.

CASTRO, M. Canavial torna o ar mais puro, garante pesquisa. **O Estado de São Paulo**, São Paulo/SP, 27 jun. 1993. Cidades Interior, p.7.

MENOS queimadas em 1992. **Jornal da Ciência Hoje**, Rio de Janeiro/RJ, v.7, n.278, p.11, jul. 1993.

JUNHO abriu temporada de queimadas no País. **O Estado de São Paulo**, São Paulo/SP, 03 jul. 1993. Geral Ambiente, p.15.

CIENTISTA recomenda uso de satélite no Sertão. Diário de Pernambuco, Recife/PE, 27 jul. 1993. Economia, c.1.

CONDIÇÕES meteorológicas acentuam queimadas. Correio Popular, Campinas/SP, 8 ago. 1993. Brasil, p.8.

JOHN, L. Registrado maior índice de queimadas do ano. O Estado de São Paulo, São Paulo/SP, 11 set. 1993. Ambiente, p.15.

MÊs de setembro mostra mais alto índice semanal de pontos de fogo. Diário do Povo, Campinas/SP, 12 set. 1993. Política Nacional, p.10.

JOHN, L. Aumenta índice de queimadas no Tocantins. O Estado de São Paulo, São Paulo/SP, 18 set. 1993. Geral Ambiente, p.A-19.

JOHN, L. Índice de queimadas apresenta pequena queda. O Estado de São Paulo, São Paulo/SP, 25 set. 1993. Geral Ambiente, p.A-20

ÍNDICE de queimadas no país tem redução. O Estado de São Paulo, São Paulo/SP, 02 out. 1993. Geral Ambiente, p.A/12.

PONTOS de fogo. O Estado de São Paulo, São Paulo/SP 09 out. 1993. Geral, p.A/15.

JOHN, L. Pará é o recordista de queimadas da semana. O Estado de São Paulo, São Paulo/SP, 16 out. 1993. Geral - Ambiente, p.18.

COSTA, M.T. Cientistas estudam males causados pela poluição. Correio Popular, Campinas/SP, 22 out. 1933. Cidades, p.06.

JOHN, L. Índice de queimadas na semana volta a subir. O Estado de São Paulo, São Paulo/SP, 23 out. 1993. Geral Ambiente, p.A/19.

JOHN, L. Outubro registra alto número de queimadas. O Estado de São Paulo, São Paulo/SP, 30 out. 1993. Geral Ambiente, p.A/15. (com chamada de capa - Queimadas).

JOHN, L. Queimadas têm pequena redução na semana. O Estado de São Paulo, São Paulo/SP, 06 nov. 1993. Geral - Educação, p.A/19.

JOHN, L. Aproxima-se fim das queimadas. O Estado de São Paulo, São Paulo/SP, 13 nov. 1993. Geral - Imprensa, p.A/17.

JOHN, L. Em 1 semana, número de queimadas cai 27%. **O Estado de São Paulo**, São Paulo/SP, 20 nov. 1993. Geral - Ambiente, p.A/16.

JOHN, L. Centro-Sul realiza mais queimadas. **O Estado de São Paulo**, São Paulo/SP, 27 nov. 1993. Geral - Ambiente, p.A/17.

MARTINI, C. As loucuras do clima. **Gazeta de Barão**, Campinas/SP, nov. 1993. p.5.

JOHN, L. Número de queimadas é igual ao total de 1992. **O Estado de São Paulo**, São Paulo/SP, 4 dez. 1993. Geral - Ambiente, p.A/16.

DIMINUI 15% o número de queimadas em 93. **Folha de São Paulo**, São Paulo/SP, 7 dez. 1993. Sudeste - Ambiente, p.3.

FONSECA, L. Diminui o número de queimadas na região. **Correio Popular**, Campinas/SP, 7 dez. 1993. Cidades Ambiente, p.3.

REDA, P. EMBRAPA vai detectar queimadas no Mercosul. **Diário do Povo**, Campinas/SP, 7 dez. 1993. Cidades - Pesquisa, p.2-3.

SILVEIRA, A.C. EMBRAPA pretende monitorar queimadas em todos os países do Mercosul. **Gazeta Mercantil**, São Paulo/SP, 7 dez. 1993. Meio Ambiente - Sensoriamento Remoto, p.14.

