

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EDUCAÇÃO AGRÍCOLA
SUPERIOR**

**RELAÇÕES ENTRE FOCOS DE CALOR E CONDIÇÕES
METEOROLÓGICAS NO ESTADO DE MATO GROSSO**

LUIZ GONZAGA DE OLIVEIRA

Monografia apresentada à
Universidade Federal do Paraná como
pré-requisito a obtenção de título de
Especialista em Controle de Incêndios
Florestais

CURITIBA - PR
2003

LUIZ GONZAGA DE OLIVEIRA

**RELAÇÕES ENTRE FOCOS DE CALOR E CONDIÇÕES
METEOROLÓGICAS NO ESTADO DE MATO GROSSO**

Monografia apresentada à
Universidade Federal do Paraná como
pré-requisito a obtenção de título de
Especialista em Controle de Incêndios
Florestais.

Orientadores:
Prof. Ronaldo Viana Soares
Prof. Antonio Carlos Batista

CURITIBA - PR
2003

AGRADECIMENTO

**A todas as pessoas que buscam seus ideais e encaram as
dificuldades do dia a dia, com fé e esperança.**

- Dedico

A Deus,
Aos meus pais,
A minha Esposa,
Aos meus filhos,
Aos meus irmãos
A todos os meus amigos,
Com respeito e gratidão.

CONTEÚDO

	Página
AGRADECIMENTO	lii
CONTEÚDO	Iv
RESUMO	Vi
ABSTRACT	Vii
1. INTRODUÇÃO	1
2. OBJETIVO	3
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	4
3.1 Focos de calor	4
3.2 Relação entre focos de calor e variáveis meteorológicas	5
3.2.1 Temperatura	5
3.2.2 Umidade relativa do ar	5
3.2.3 Precipitação	6
3.3 Consequências do uso do fogo	6
3.4 Mapeamento de riscos de incêndios	8
4. METODOLOGIA	9
4.1 Dados utilizados	9
4.2 Tabelas e Consolidação	9
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES	10
5.1 Relação entre áreas desflorestadas e focos de calor	10
5.2 Influência dos efeitos da precipitação no número de focos de calor	12
5.3 Influência dos efeitos meteorológicos globais no número de focos de calor	21
6. CONCLUSÃO	23
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	24

8. LISTA DE FIGURAS	Página
FIGURA 1. Focos de calor maio/1999.	12
FIGURA 2. Focos de calor junho/1999.	14
FIGURA 3. Precipitação total em mm para agosto/1999.	15
FIGURA 4. Desvios de precipitação em mm em relação à média Climatológica (1961 – 1990) para agosto/1999.	15
FIGURA 5. Variações mensais dos focos de calor no estado de Mato Grosso.	16
FIGURA 6. Distribuição temporal de densidades de queimadas em unidades de grade.	17
FIGURA 7. Desvios de precipitação em mm em relação à média climatológica (1961 – 1990) para junho/2000.	18
FIGURA 8. Distribuição temporal de densidades de queimadas em unidades de grade.	19
FIGURA 9. Precipitação total em mm para novembro/2000.	20
FIGURA 10. Comparativo dos focos de calor em Mato Grosso de 1997 a 2001.	21

LISTA DE TABELAS	Página
TABELA 1. temperatura média em graus Celsius nas estações meteorológicas de Cáceres, Vera, Cuiabá e Diamantino, MT/1961-1990.	5
TABELA 2. Áreas desmatadas e focos de calor por meso região em Mato Grosso.	10
TABELA 3. Os doze municípios com maior número de focos de calor no Estado de Mato Grosso/2001. Satélite NOAA-12.	11
TABELA 4. Focos de calor acumulados no Brasil de maio a novembro de 1997 a 2001	13

RESUMO

Este trabalho compara o número de focos de calor detectados pelo sensor AVHRR (“Advanced very High Resolution Radiometer”) do satélite NOAA-12, ou seja, das “queimadas”, em relação a condições meteorológicas em Mato Grosso, nos anos de 1997 a 2001. Maior incidência de queimadas foi verificada em 1999, e menor, em 2000. Em 2000, a precipitação observada de junho a dezembro na região central do Brasil, quando ocorrem a maioria das queimadas, foi acima da média, enquanto que em 1999 as anomalias de chuva foram negativas. Em 2001, os valores de precipitação, temperatura máxima do ar e umidade relativa foram próximos da média climatológica; esta situação foi interpretada como indicação que a ocorrência de focos depende adicionalmente de aspectos antrópicos associados a padrões locais de uso do solo, de conversão da vegetação e de tecnologias agrícolas e das condições meteorológicas.

ABSTRACT

This work compares the number of hot (fire) pixels detected by AVHRR (Advanced Very High Resolution Radiometer) on-board the NOAA-12 satellite in relation to meteorological conditions in Mato Grosso for the years 1997 - 2001. The highest occurrence of vegetation fires was in 1999 and the smallest in 2000. In 2000 the precipitation observed from June to December in the central part of the country, when most of the fires take place, was above the average, while in 2001 the rain anomalies were negative. In 1999, the values of precipitation, maximum air temperature and relative humidity were close to the climatological average; this situation was interpreted as indicating that vegetation fires also depend on anthropic factors associated to local patterns of soil use, vegetation conversion and, agricultural technology meteorological conditions.

1. INTRODUÇÃO

“A bacia Amazônica contém a maior extensão de florestas tropicais na terra, com mais de 5 milhões de Km², e possui aproximadamente 1/3 das espécies animais e de plantas. A região é abundante em recursos hídricos. A precipitação média na Amazônia é de 2,3m e o fluxo médio de água do Rio Amazonas para o Oceano Atlântico é de 200.000 m³/s, o que corresponde a 18% do fluxo total de água doce nos oceanos” (ARTAXO, 2000)

“Entretanto, nos últimos 25 anos, um programa de desenvolvimento rápido levou ao desmatamento de cerca de 550.000 Km² somente na Amazônia Brasileira. Um grande número de estudos sobre o ecossistema Amazônico foi realizado nos últimos 15 anos, mostrando alterações significantes, embora localizadas, nos fluxos de água, energia, carbono e ciclagem de nutrientes, e na composição da atmosfera causada por desmatamento e queimadas” (ARTAXO, 2000)

Mato Grosso, obedece a mesma tendência, em sua porção Amazônica, na qual a derrubada da floresta e a queima de vegetação por atividades humanas são grandes transformadoras das paisagens e que tendo crescido muito nas últimas décadas, tornando-se fator de grande influência na ocupação territorial, no uso de recursos naturais da floresta, do solo e do clima.

Diante dessa realidade, na região Amazônica, passou a ser denominada como “Arco de Desflorestamento, é a região que compreende os estados do Acre, Rondônia, a parte sul do Amazonas, o centro e o norte do Mato Grosso, sul e leste do Pará, centro e norte de Tocantins e oeste do Maranhão; nesta região muitos municípios têm risco potencial para a ocorrência de incêndios, pois são pólos de colonização com novos desmatamentos, intensa atividade de extração de madeira, pecuária e agricultura de subsistência” (FEMA, 2002).

Em função desta condição “a partir de 1996 a Fundação estadual do Meio Ambiente do estado de Mato Grosso FEMA/MT, passa a monitorar os focos de calor através de sensoriamento remoto orbital” (FEMA, 2000), e logo em seguida “foi criado no IBAMA (1998) o PROARCO para ampliar o monitoramento de queimadas na Amazônia Brasileira” (IBAMA, 1999).

“A intensificação dos números dos focos de calor tem sido associado a chegada dos meses de estiagem hídrica. Intensificam-se os incêndios provocados pela ação antrópica humana. As queimadas constituem um instrumento considerado indispensável pelos produtores rurais, usado para fins diversos na agropecuária, como por exemplo: renovação de pastagens, preparo de plantios e em desmatamentos. Como esta prática é amplamente utilizada, seu estudo e prevenção assume importância especial” (IMAZON, 2002)

Nesse sentido, este trabalho visa analisar o comportamento sazonal dos focos de queimadas (anos 1999 a 2001) e sua associação com a precipitação (PPT).

2. OBJETIVO

Verificar a relação entre o comportamento sazonal dos focos de calor (queimadas) No Estado de Mato Grosso provocadas pela ação antrópica humana em associação com a precipitação (PPT).

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Focos de calor

Para os dados referentes a queimadas, é importante salientar que os satélites captam os focos de calor existentes no solo, o que não necessariamente significa serem focos de incêndio. “Na realidade, foco de calor ou "Píxel" é a abreviação de elemento de imagem ("picture element" em inglês), correspondendo ao "grão" (resolução espacial) da imagem, que no caso do AVHRR varia de 1,1 km no centro da imagem até uns 5 km nas bordas laterais. Entretanto, devido à forte energia termal emitida pelas queimadas, até uma frente de fogo com 30 m por 0,5 m é detectada. Desta forma, um píxel de queimada pode corresponder tanto a um pequeno foco de queimada, como a vários pequenos focos muito próximos, ou a uma única queimada bem maior, com cerca de 1 km² (ZEE/MT, 2003)

“Todos os focos caloríficos são possíveis de serem identificados, pois cada foco possui sua posição geográfica. Portanto, sendo possível verificar em campo a ocorrência ou não de queimadas. Os satélites que registram os focos caloríficos são satélites meteorológicos” (PEREIRA, 2003). “O Governo estadual através da FEMA utiliza o satélite da série NOAA-12, cuja resolução espacial é de 1 Km por 1 Km, para monitoramento das queimadas no Brasil. As antenas de recepção das imagens do sensor AVHRR/NOAA se encontram na cidade de Cuiabá-MT e Cachoeira Paulista – SP” (FEMA, 2001)

3.2 Relação entre focos de calor e variáveis meteorológicas

3.2.1 Temperatura

A temperatura, tanto do material combustível como do ar atmosférico afeta diretamente a probabilidade de ocorrência e principalmente, o potencial de propagação dos incêndios florestais.

A temperatura do ar medida em estação meteorológica, para ser usada na prevenção e controle de incêndios deve representar as condições da região.

O tipo de termômetro mais usado é o chamado “termopar”, que utiliza as propriedades elétricas dos metais. Um dos melhores termopares é formado por cobre e constantan (liga de cobre e níquel), que gera cerca de 0,04 milivolts por grau Celsius de diferença.

Tabela 1. Temperatura Média em graus Celsius nas estações meteorológicas de Cáceres, Vera, Cuiabá e Diamantino, MT/1961-1990.

Mês/Município	Cáceres	Vera	Cuiabá	Diamantino	Média
Maio	25	23,9	24,6	24,4	24,47
Jun	21,8	22,4	23,5	25,4	23,28
Jul	21,6	21,9	22	24,5	22,50
Ago	22,9	23,2	24,7	24,7	23,88
Set	24,8	24,2	26,6	25,3	25,23
Out	27	25	27,4	24,5	25,98
Nov	26,7	24,8	27,2	25	25,93

(Fonte: 9º Distrito de Meteorologia).

3.2.2 Umidade relativa do ar

Constitui-se em elemento chave na determinação das condições de potencial de incêndio. Tem efeitos diretos na inflamabilidade dos combustíveis florestais, e através das inter-relações com outros fatores do tempo, apresenta efeitos indiretos sobre a ocorrência dos focos de calor.

3.2.3 Precipitação

A precipitação é o resultado de um avançado estado de condensação do ar atmosférico. Ela ocorre quando uma nuvem não pode conter o excesso de umidade condensada. Os elementos condensados, líquidos ou sólidos, caem então pela ação da gravidade.

É fácil perceber que os focos de calor não estejam associados a épocas de precipitação, mas sim de bom tempo. Nebulosidade, nevoeiros e precipitação não são comuns durante a estação dos focos de calor.

As condições meteorológicas da estação chuvosa no Cerrado propiciam o crescimento e acúmulo de material vegetal, enquanto que as do período de estiagem secam a maior parte desse material, formado principalmente por gramíneas (Ramos Neto, 2000). França (2000) relatou que cerca de 70 a 75% da área queimada no Cerrado ocorreram no período seco, sendo as atividades antrópicas sua principal causa, conforme relatado por (Coutinho, 1990; Mistry, 1998a; 1998b).

3.3 Conseqüências do uso do fogo

“Mato Grosso apresenta uma relativa parcela de seu PIB, provida das atividades agropecuárias, a qual tem ampliado muito sua fronteira nas últimas décadas. Nesse avanço da atividade a produção agrícola exige a remoção da vegetação, desmatando e queimando. A queima como uma atividade de custo baixo e arraigada, à agropecuária é a forma mais utilizada” (FEMA, 2000).

“Estes benefícios do fogo, contudo são contrabalançados pelos prejuízos que podem causar às propriedades privadas e indo até muito além dos limites das propriedades e podendo ganhar proporções sociais. provocando prejuízos na economia por contribuir com o aquecimento global, e também as perdas associadas com as doenças respiratórias

provocadas pela fumaça dos incêndios florestais e das queimadas” (Diaz, 2002).

“Os efeitos sobre a vegetação vai depender da frequência, intensidade e tipo de queimada, bem como do estado fisiológico dos indivíduos no ato da mesma” (Nogueira, 2002)

Vários estudos recentes tem apontado conseqüências desastrosas para o bioma local, onde tem ocorrido as queimadas. Como exemplos temos o trabalho do IMAZON (2002) onde encontraram os seguintes resultados: nas áreas de floresta queimadas intensamente, a área coberta por resíduos lenhosos foi maior, com troncos de espécies pioneiras queimados, demonstrando o impedimento da regeneração natural na recuperação da área; verificou-se também a redução de 30 a 70% do número de morfo-espécies em relação à floresta intacta e de 50% das árvores de madeira comercial.

A regeneração Natural pode ser definida como sendo o processo evolutivo da vegetação até a formação de uma floresta , após a perturbação (CARDOSO, 2003) É portanto, parte do ciclo de crescimento da floresta e refere-se às fases do seu estabelecimento.

“A Regeneração natural é a base para a sobrevivência e desenvolvimento do ecossistema florestal. Estudá-la possibilita o conhecimento da relação entre espécies e da quantidade destas na formação do estoque da floresta, bem como suas dimensões e distribuição na comunidade vegetal, oferecendo dados que permitem previsões sobre o comportamento e o desenvolvimento de planos de manejo adequados à conservação das florestas” (Blanchard e Prado, 1995).

3.4 Mapeamento de riscos de incêndios

O risco de incêndios, ou expectativa de ocorrências de fogo, é a medida da probabilidade de ocorrências de incêndios em uma determinada área, durante um período específico de tempo (Phillips e Nickey, 1978).

De uma forma geral, o risco de incêndios pode ser entendido como o risco potencial de início e propagação de incêndios florestais, podendo ser avaliado através dos diversos Índices de risco, propostos por vários autores, levando-se em conta principalmente fatores meteorológicos como pluviosidade, umidade relativa, temperatura do ar, entre outros.

Estes Índices são adaptados de acordo com as regiões de interesse e vem sendo utilizados amplamente por equipes de combate a incêndios, principalmente em empresas florestais.

O risco de incêndios pode ainda ser abordado por meio de seu mapeamento, que tem como objetivo a identificação de áreas com riscos diferenciados em uma determinada região de trabalho, usando fatores inerentes à região, como uso da terra, relevo, características das florestas, dados meteorológicos locais etc. Esses dados são analisados de acordo com a sua distribuição espacial na área.

4. METODOLOGIA

4.1 Dados utilizados

“O uso de satélites na detecção operacional de queimadas tem sido empregado nas últimas duas décadas. E em Mato Grosso isto ocorreu a partir do ano de 1995 quando a FEMA adquiriu o Sistema de Detecção de Queimadas (SIDEQ), em caráter experimental que se tornou definitivo em 1996. Em 2000, adquiriu o Sistema de Focos de Calor (SIDFOC), um avanço tecnológico significativo em relação ao Sistema anterior o SIDEQ. Passou-se agora a registrar dados estatísticos de queimadas por municípios, áreas indígenas e unidades de conservação estaduais e federais” (FEMA, 2001)

Assim utilizou-se os dados disponibilizados pelo SIDFOC, para o estado de Mato Grosso, e as informações climatológicas disponibilizadas pelo Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC) originados nas estações climatológicas do Instituto Nacional de Meteorologia - INMET, e de estações climatológicas regionais em Mato Grosso, controlados, pelo 9º Distrito de Meteorologia.

4.2 Tabelas e Consolidação

Porém vários dos dados, tiveram que ser tabelados e calculadas suas médias, os quais encontraram-se identificados, nos seus respectivos títulos. Para isto utilizou-se o software de planilha eletrônica Excel versão XP.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES.

Um fato importante a ser lembrado é que em Ciências Ambientais, todas as estimativas contém incertezas (KREBS, 1989) e deficiências que podem afetar o uso destas estimativas.

5.1 Relação entre áreas desflorestadas e focos de calor

A relação existente entre as áreas desflorestadas e as áreas queimadas pode ser observada na Tabela 2. Nela são mostrados que onde ocorrem as áreas desflorestadas, ocorrem também os maiores números de focos de calor. Apesar de estarem extrapolados de anos diferentes (desflorestamento: 1999 e focos de calor: 1999 a 2001), É possível observar que existe um indicativo de que os focos de calor, que representam queimadas, ocorrem principalmente em áreas já abertas, neste caso, para limpeza e renovação de pastagens. Assim, é possível verificar a relação entre áreas desflorestadas e focos de calor.

Tabela 2. Áreas desmatadas e focos de calor por meso região.

Meso Região (MR)	Desmatamento (ha) em 1999	Focos de Calor		
		1999	2000	2001
Norte	647.071,53	24.299	15189	18148
Nordeste	226.904,33	5425	5739	5.282
Sudoeste	156.659,19	3211	1448	2.789
Centro Sul	90.3536,39	4593	1601	3.258
Sudeste	102.051,03	2034	690	3.074
Total	1.223,039	39562	24667	32.551

Fonte: (Adaptado de FEMA, 2001)

Observa-se ainda que a MR-Norte, que corresponde a mais de 80% da Amazônia matogrossense, apresentava em 1999 a maior área desmatada (53%), e também vem liderando o número de focos de calor com 61,42% em 1999, 61,58% em 2000 e 55,75% em 2001.

Este fato porém apóia-se no desenvolvimento agrícola que o Estado de Mato Grosso vem se destacando nacionalmente e internacionalmente sendo um dos maiores produtores de grãos do Brasil, obtendo recordes anuais de produtividade por hectare. Na tabela 02 pode-se verificar que o Município de Sorriso com 1.520 focos, Ipiranga do Norte com 1.250 e Vera com 1.016, são municípios que pertence a Mesoregião Norte que se destacaram com números superiores a mil focos, sendo mais de 75% dos focos detectados nesses municípios foram nos meses em que a queimada era autorizada. O Município de Sorriso é considerado o maior produtor de grãos do Brasil.

No período de proibição (julho, agosto, setembro) da queima, a meso região Centro Sul/Microregião Altopantanal, se destacou com o município de Cáceres: 727 focos, respondendo por 66,27% do total dos focos de obtidos por ele em 2001. Barão de Melgaço com 491 e Poconé com 440 focos também registraram significativas queimadas (tabela 02).

A base econômica desses municípios é a pecuária, ocupando extensas áreas do Pantanal Mato-grossense. A prática da queimada para limpeza e renovação de pasto é muito usada pelos pecuaristas desta região.

Tabela 3. Os doze municípios com maior número de focos de calor no Estado de Mato Grosso/2001. Satélite NOAA-12.

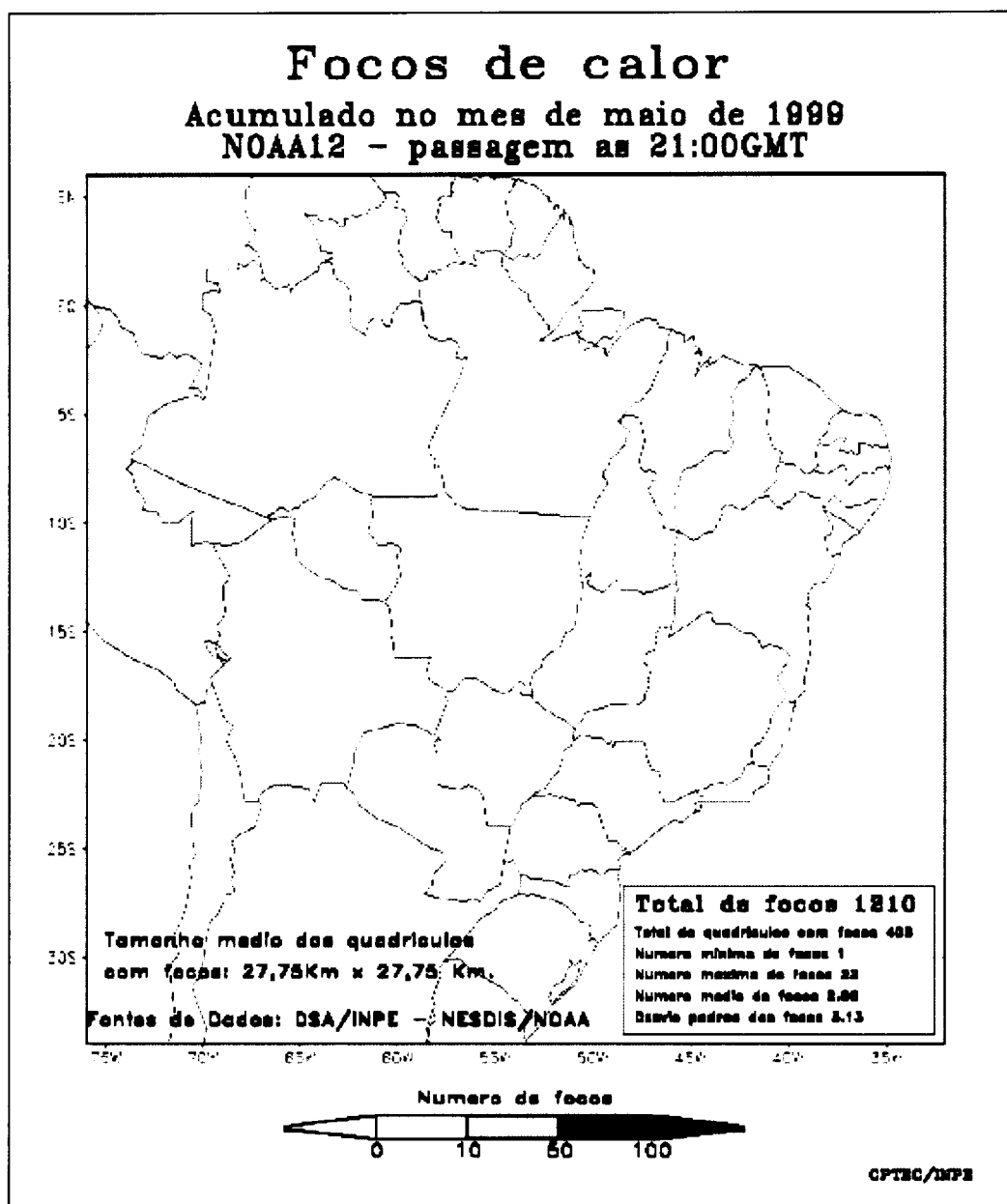
	Municípios	Mai/01	Jun/01	Jul/01	Ago/01	Set/01	Out/01	Nov/01	Total
01.	Sorriso	170	908	27	40	122	252	1	1520
02.	Ipiranga do Norte	102	614	22	74	208	225	5	1250
03.	Cáceres	1	25	17	237	473	313	33	1099
04.	Vera	201	460	21	80	56	198	0	1016
05.	Tabaporã	42	312	29	74	198	103	1	759
06.	Vila Bela S. Trindade	4	14	22	173	148	310	60	731
07.	Nova Ubitatã	51	248	4	132	47	242	4	728
08.	Poconé	0	5	1	177	262	243	22	710
09.	Porto dos Gaúchos	28	304	28	45	172	106	0	683
10.	Querência	54	208	13	55	139	178	18	665
11.	Juara	0	58	34	214	231	114	0	651
12.	Barão de Melgaço	0	14	5	178	308	88	25	618

FONTE: COGEO-FEMA/CPTEC-INPE/2001

5.2 Influência dos efeitos da precipitação no número de focos de calor

O número de focos de calor observados em maio de 1999 (570) foi superior ao observado no mesmo período de 1998 (329). A comparação entre os anos de 1998 e 1999 mostra que o aumento no número de focos em 1999 esteve associado à precipitação menor do que em 1998.

Fig 1. Focos de calor maio/1999



A comparação do número de focos de queimadas entre os anos de 1997, 1998 e 1999, mostra uma maior incidência de queimadas no ano de 1998. Em 1997 foram observados 219 focos, contra 2.197 em 1998 e 1.917 em 1999. Analisando o comportamento da precipitação nestes anos sobre o Estado de Mato Grosso foi observado que ocorreram chuvas acima da média no ano de 1997 sobre a região. Enquanto o ano de 1998 apresentou anomalias negativas. O ano de 1999 apresentou uma redução no número de focos associado ao aumento da precipitação, ficando próximo à média.

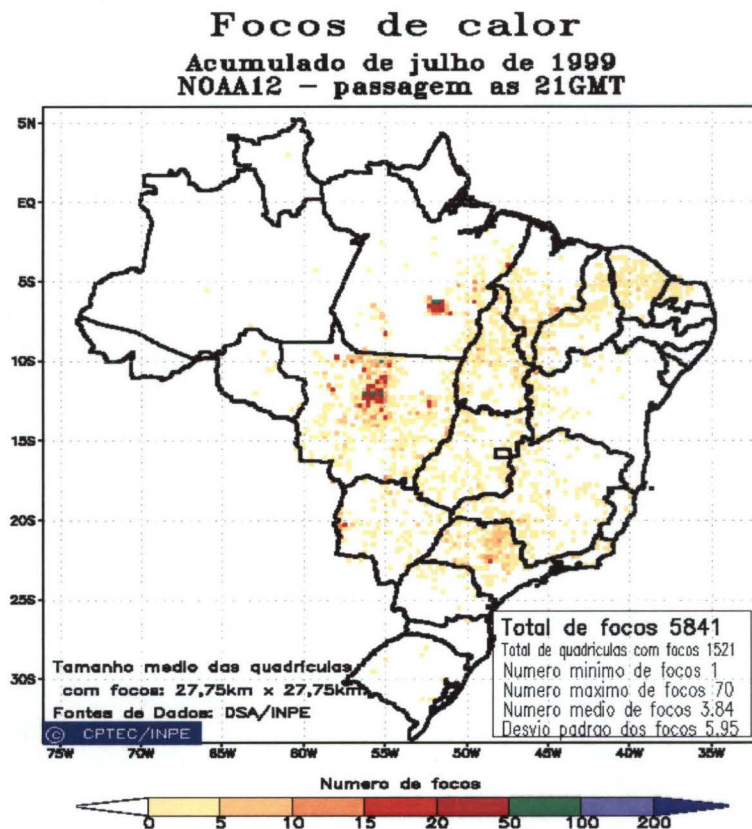
Tabela 4. FCs acumulados no Brasil de maio a novembro de 1997 a 2001

Mês / Ano	1997	1998	1999	2000	2001	Total
Maio	---	329	570	1.134	1.191	2.895
Junho	219	2.197	1.917	4.116	6.640	12.673
Julho	1.302	3.350	3.674	1.296	1.563	6.533
Agosto	7.419	14.646	15.858	5886	7.751	29495
Setembro	6.009	10.142	10.807	5.898	8.490	25.195
Outubro	2.325	2.546	5.917	5.861	6.543	18.321
Novembro	586	206	819	476	373	1.668
Total	17.860	33.416	39.562	24.667	32.551	96.780

Fonte: (FEMA, 2002)

A comparação do número de focos de calor entre os meses de Julho dos anos de 1998 e 1999, mostra uma inversão na apresentação dos números de focos de calor. Em 1998 observa-se 3.350 focos contra 3.674 de 1999. A análise no comportamento da precipitação nesses anos sobre a região do arco do desflorestamento (área com maior índice de focos), apresentou chuvas acima da média no ano de 1997, anomalias negativas no ano de 1998 e em torno da média no ano de 1999.

Fig 2. Focos de calor julho/1999.



Como observa-se, agosto é o mês em que se concentra a maior incidência de focos de calor sobre o Estado de Mato Grosso. O menor número de focos de calor em 1997 (7.419) pode ser interpretado como reflexo das anomalias positivas de precipitação na maior parte do norte de Mato Grosso, onde se concentra o maior número de focos de calor. Em 1998 e 1999, o número de focos de calor estiveram próximos, apesar de parte do Mato Grosso apresentar (em 1998) anomalias positivas de precipitação, e em 1999 ser marcado pela ausência de chuvas (figura 3), mas é uma situação de normalidade, de acordo com o campo de anomalia de precipitação (figura 4)

Figura 3 Precipitação total em mm para AGOSTO 99. (Fonte: INMET)

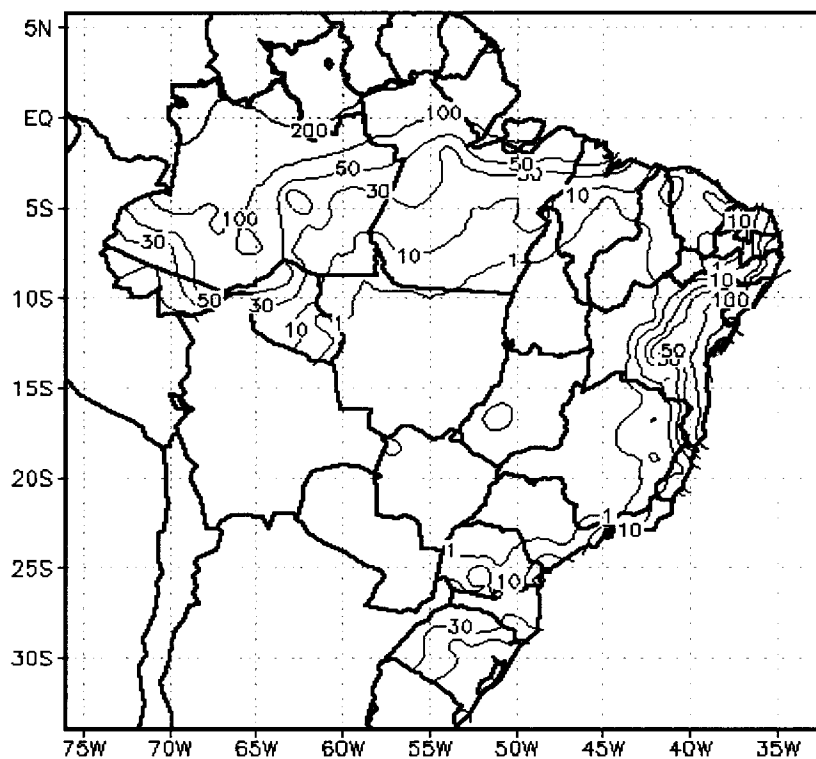
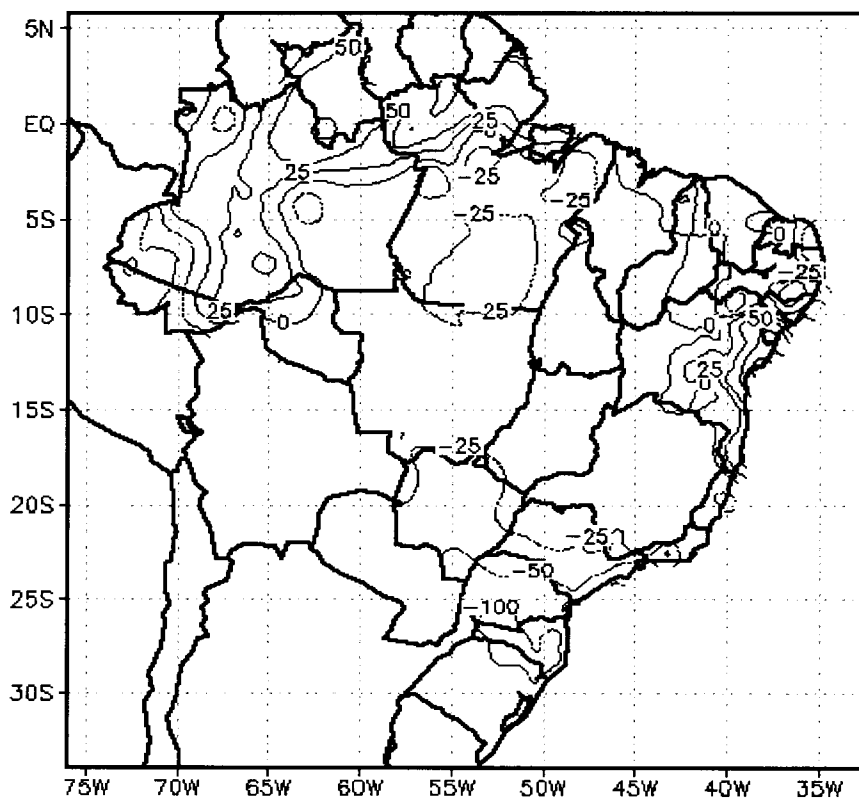


Figura 4 - Desvios de precipitação em mm em relação à média Climatológica (1961-1990) para AGOSTO-99. (Fonte: INMET)



Reg. 357138/04 Px - 0001480-9

Houve uma pequena redução no número de focos em relação a agosto, devido ao início da estação chuvosa. Foram observados 10.807 focos de calor neste mês (Tabela 2) contra 10.142 no mesmo período do ano passado.

Analisando os campos de precipitação acumulada (Figura 3) e anomalias de precipitação (Figura 4), observa-se que as chuvas foram insuficiente, determinando desvios negativos superiores a 25 mm no sudoeste e nordeste do Estado do Mato Grosso.

A comparação do número de focos de calor entre os anos 1997, 1998 e 1999 mostra uma maior incidência de queimadas no ano de 1999, como também se observou para o mês de setembro. No mês de outubro (Figura 5) é quando se observa o início da estação chuvosa. A análise do comportamento da precipitação nestes anos sobre a região do arco do desflorestamento no norte matogrossense, mostra que houve chuvas em torno da média no ano de 1997 sobre a região. Em outubro de 1998 houve anomalias positivas de precipitação.

Verifica-se que em função das anomalias positivas de precipitação a partir do mês de julho de 1998, em 1999 houve um aumento do número de focos, talvez para compensa insucessos ocorridos em 1998.

Figura 5. Variações mensais de focos de calor de 1997 a 2001

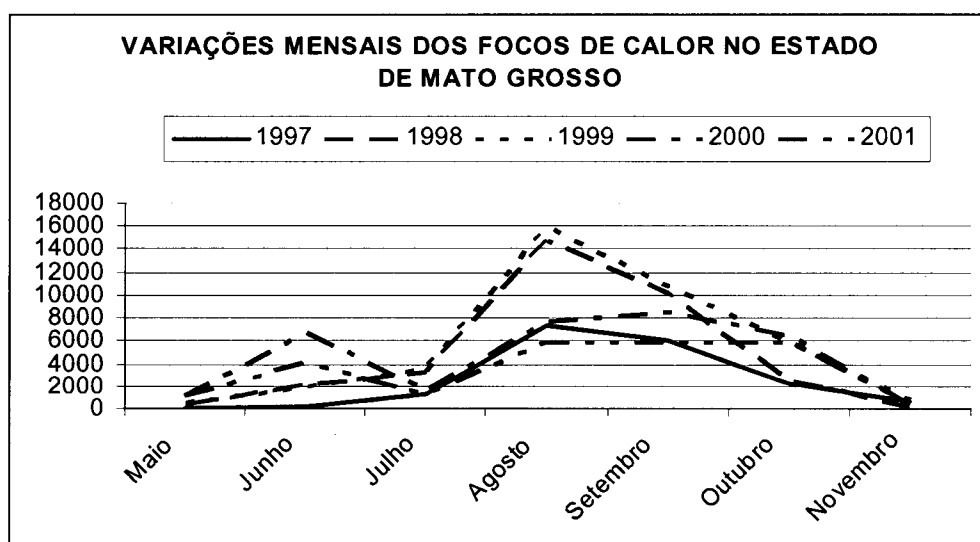
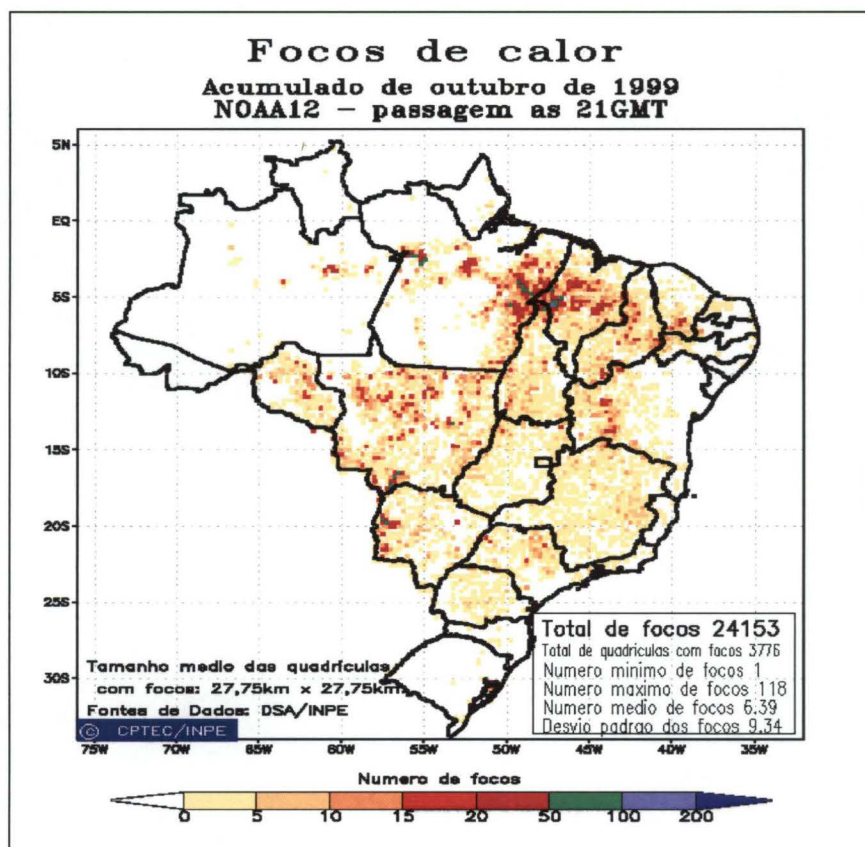


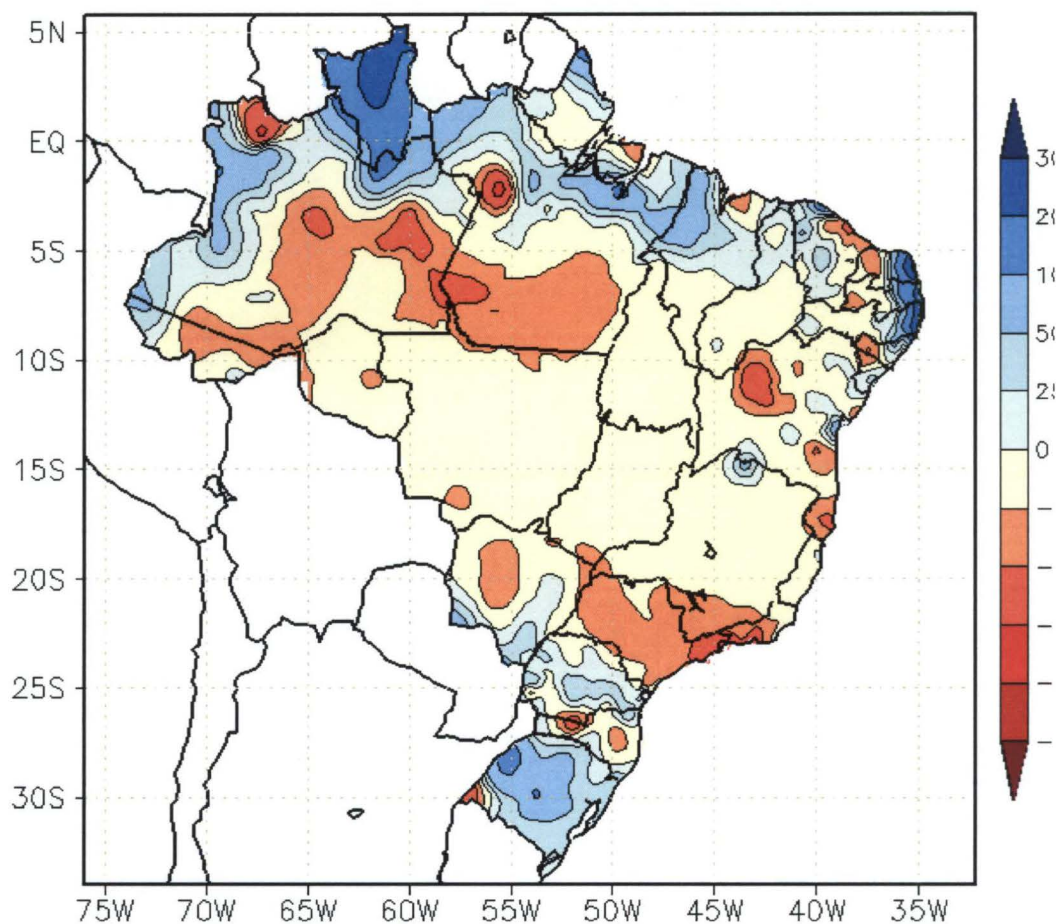
Figura 6 - Distribuição temporal de densidades de queimadas em unidades de grade



A análise do comportamento das anomalias de temperatura e precipitação em 1999 e 1998, mostra que em 1999 ocorreram menores valores de precipitação, entretanto com número de focos quase 200% maior que em novembro de 1998.

Passando-se a considerar o ano de 2000, verifica-se que o número de focos de calor detectados em Mato Grosso, durante os meses de maio (1134) e junho (4.116) foram 100% maiores que no mesmo período de 1999. O alto número de queimadas, em junho, foi resultado da estiagem precoce, que, desde fins de abril, castigou a Região Centro-Oeste (Fig 7). Apesar do aumento no número de queimadas, as áreas de maior concentração de focos, no mês de junho, apresentaram a mesma distribuição espacial dos anos anteriores. Os municípios de Tapurah e Sorriso apresentaram os maiores números de focos de calor, região de grandes fazendas de grãos (Tabela 2).

Figura 7 - Desvios de precipitação em mm em relação à média Climatológica (1961-1990) para JUNHO-00. (Fonte: CPTEC/2001)



Observa-se que os meses de julho, agosto e setembro, apresentaram uma redução do número de focos de calor, em mais de 50%, comparado ao mesmo período dos anos de 1999 e 1998. Ressalta-se a normalidade da precipitação e da temperatura máxima para o trimestre.

Em novembro, costumeiramente se observa o término do período de queimadas em Mato Grosso (Fig 8) com a chegada da época das chuvas (fig 9). É importante observar que grande parte das queimadas detectadas, estão ao longo das rodovias, mostrando a origem antrópica do uso do fogo, mais precisamente a abertura de novas áreas.

Figura 8 - Distribuição temporal de densidades de queimadas em unidades de grade

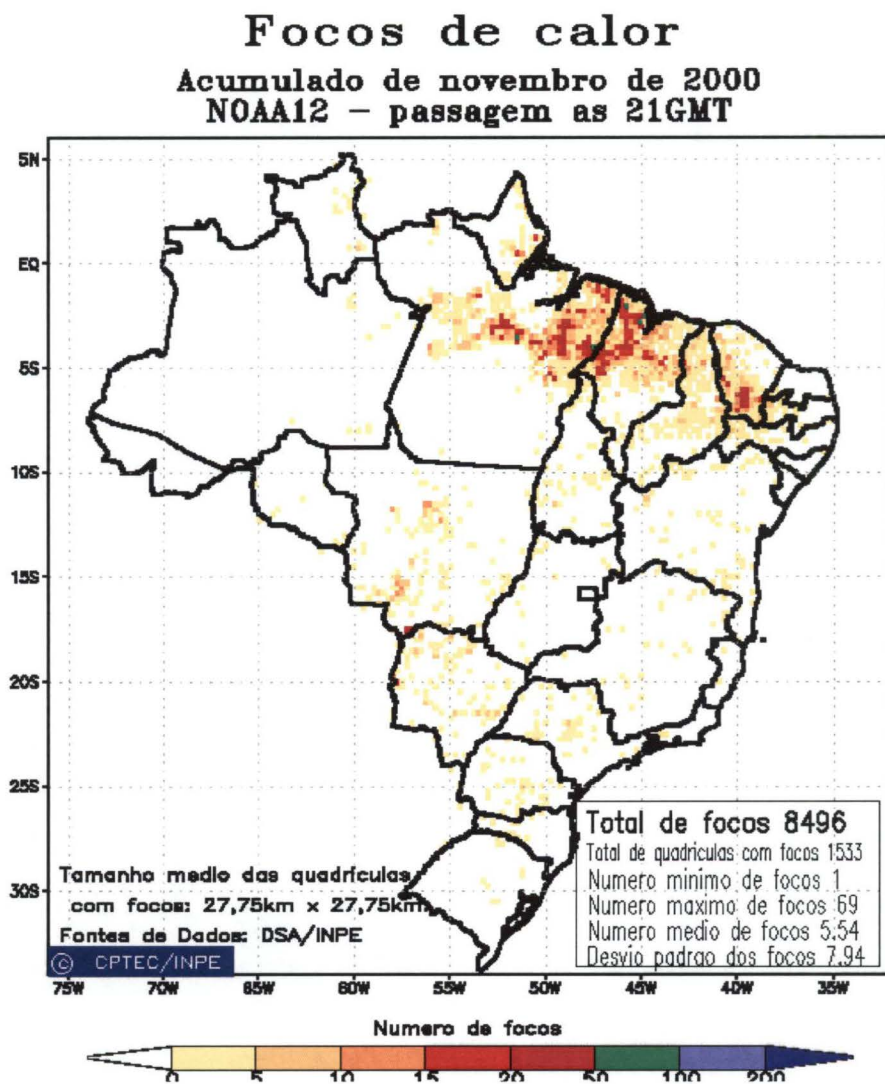
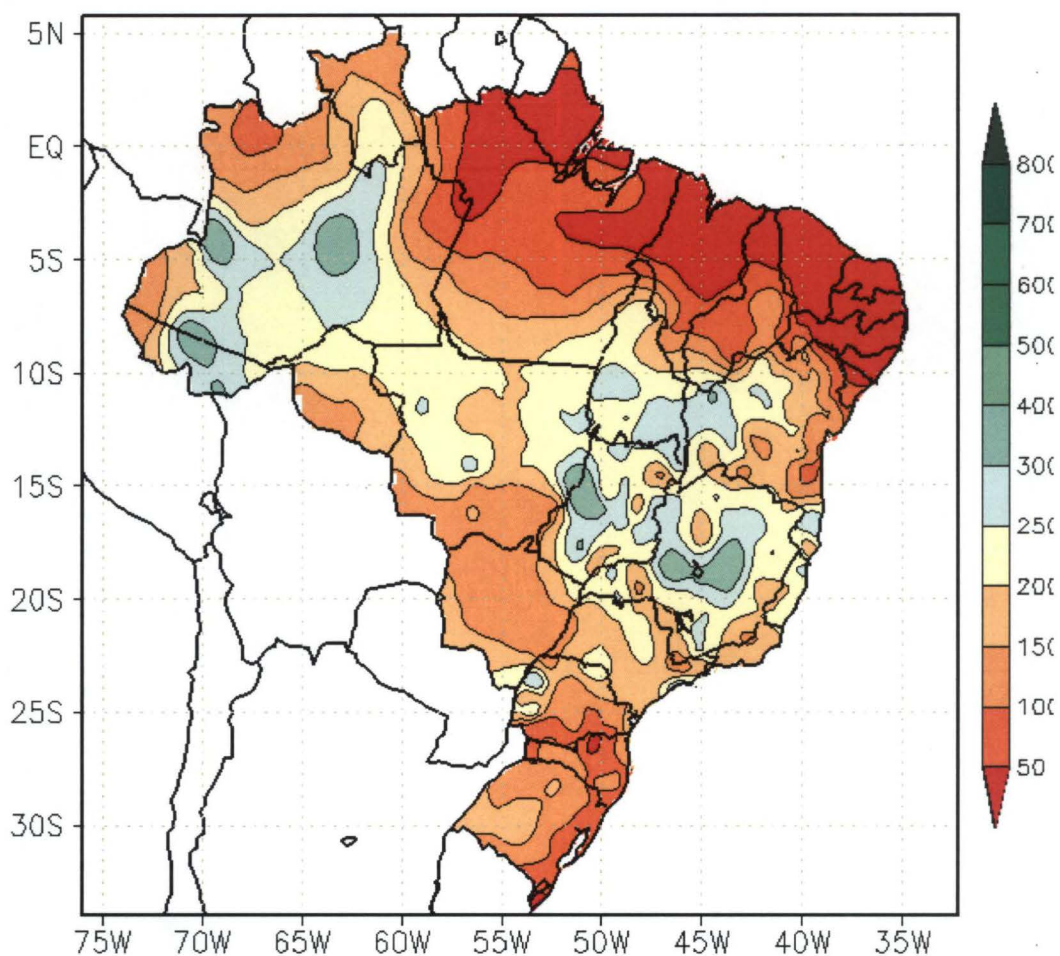
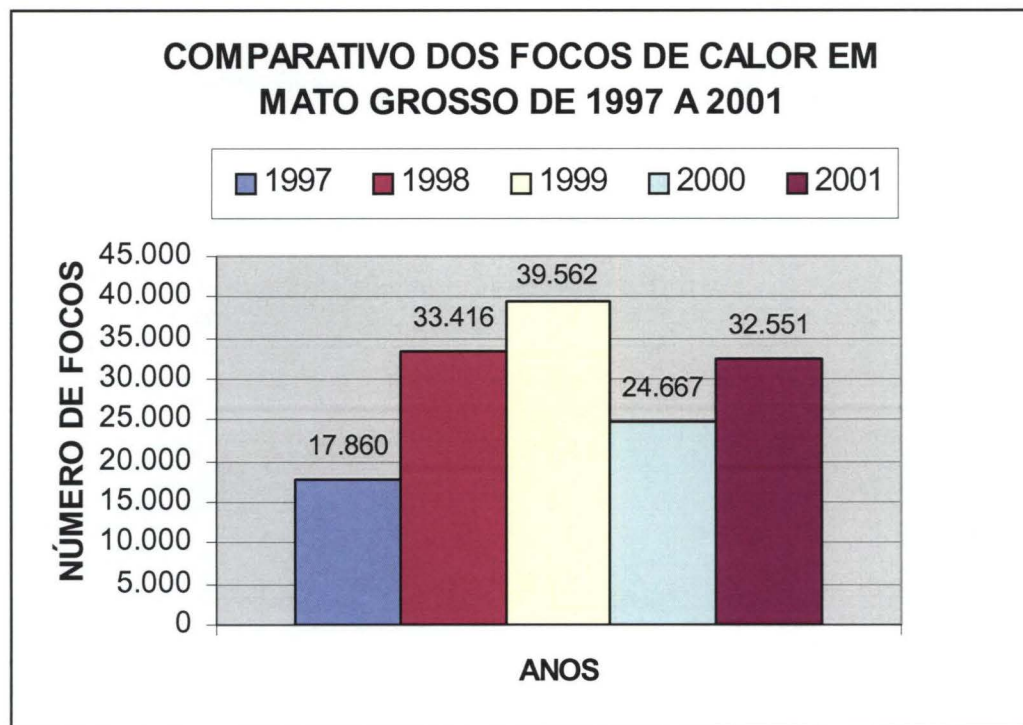


Figura 9 - Precipitação total em mm para NOVEMBRO-2000.
(Fonte: CPTEC/2001)



O número de focos de calor detectados em junho de 2001 foi igual a 6.640. este número foi 61,71% maior que o observado no ano anterior (4116). Fato interessante, visto que no mesmo período do ano de 2000, também foi verificada estiagem precoce observada desde o final de abril de 2001 de focos apresentando a mesma distribuição espacial de anos anteriores. Em Julho, o total de focos detectados foi de 20% superior ao mesmo período do ano passado: 1.563 contra 1.296 focos. Em agosto o número de focos de calor aumentou 31% em relação ao mesmo período de 2000: 7.751 contra 5.898. Em setembro o índice foi de 44% maior que o registrado no mesmo período ao de 2000. Em outubro o aumento foi de apenas 11% devido ao aumento das precipitações.

Figura 10. Focos de calor de 1997 a 2001



5.3 Influência dos efeitos meteorológicos globais no número de focos de calor

“A partir de dezembro de 1998 os valores da temperatura da superfície do mar (TSM) no Oceano Pacífico leste estiveram acima da média sob configuração La Niña moderada. A precipitação (PPT) esteve abaixo da média na maior parte do sudeste e centro-oeste durante os meses de junho a setembro” (INPE, 1998). É importante salientar que no inverno os valores de PPT no Brasil central apresentam baixos índices pluviométricos, em torno de 40mm mensais.

“As anomalias de temperatura máxima, apresentaram valores positivos durante a maior parte do segundo semestre em toda a parte centro-leste do Brasil” (Climanálise, 1998). Assim verifica-se que o

comportamento anômalo destas variáveis, influenciou a alta incidência de FCs em 1999. Para os anos de 2000 e 2001, não se verifica essa correlação.

6. CONCLUSÃO

A evolução temporal dos Focos de Calor, e a distribuição mensal da precipitação sobre o Brasil, indicam comportamento sazonal com aproximadamente seis meses de defasagem entre a incidência máxima de FCs e os máximos de precipitação, porém em fase com o campo de temperaturas máximas. O acompanhamento diário da distribuição dos FCs realizado pelo INPE e FEMA nos últimos anos, leva a conclusão que a principal causa das queimadas e incêndios florestais é a necessidade de remoção da vegetação para os mais diversos objetivos. “foram detectados focos de calor um dia após a passagem de um sistema frontal que causou precipitação em torno de 12mm” (FEMA, 2000). Dados de novos assentamentos de terra e FCs no norte do Estado ilustram como a presença humana pode se mostrar mais importante que fatores meteorológicos na explicação da variação do número de focos detectados.

Também foi observada, como esperado, menor ocorrência de FCs durante as estações chuvosas. Por outro lado, valores de precipitação acumulada em algumas regiões, de até 200mm em 15 dias, surpreendentemente não impediram a ocorrência de focos. Mesmo com Pluviosidade total de 700 a 800mm em seis meses na região de Sorriso, por exemplo, as pastagens podem ser queimadas em 36 horas após uma chuva; clareiras abertas nas florestas densas que tenham sido exploradas seletivamente, se tornam susceptíveis ao fogo após seis dias sem chuva; vegetação como a dos cerrados após dez de estiagem, apresentam alto índice de flamabilidade (IBAMA, 1998;).

Confirmamos que a maior parte das queimadas e incêndios florestais é detectada nos períodos de estiagem, baixa umidade relativa e alta temperaturas. Porém, como sua ignição depende na maioria dos casos de intervenção humana, padrões locais de uso do solo, de transformação da vegetação e de tecnologias agrícolas devem necessariamente ser incorporados em modelos de potencial de ocorrência de queimadas e incêndios intencionais, inclusive em períodos chuvosos.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CARDOSO E.L. Efeitos da queima na dinâmica da biomassa aérea. De um campo nativo no Pantanal, Revista Pesquisa agropecuária brasileira., Brasília, v. 38, n. 6, p. 747-752, jun. 2003.
- COUTINHO, L.M. Fire in the ecology of the Brazilian cerrado. In: *Fire in the tropical biota*. Ed. J.G. Goldammer. New York: Springer-Verlag, 1990. p. 82-105.
- DIAZ, M. C. V. *O preço oculto do fogo na amazônia: os custos econômicos associados às queimadas e incêndios florestais*. Relatório do Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia (IPAM) em colaboração com o Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA) e o Centro de Pesquisa Woods Hole (WHRC) Versão setembro de 2002.
- MISTRY, J. Fire in the cerrado (savannas) of Brazil: an ecological review. *Progress in Physical Geography*, v.22, n.4, p.425-448, 1998a.
- MISTRY, J. Decision-making for fire use among farmers in savannas: an exploratory study in the Distrito Federal, central Brazil. *Journal of environmental Management*, v.54, p.321-334, 1998b.
- PEREIRA, A; Et alli. Método para avaliação da susceptibilidade da vegetação Do cerrado ao fogo em relação a indicadores antrópicos. Anais XI SBSR, Belo Horizonte, Brasil, 05 -10 abril 2003, INPE, p. 501-508.
- FRANÇA, H. *Metodologia de identificação e quantificação de áreas queimadas no Cerrado com imagens AVHRR/NOAA*. Tese (Doutorado). Universidade de São Paulo (USP), São Paulo, 2000.
- RAMOS NETO, M.B. *O Parque Nacional de Emas (GO) e o fogo: implicações para a conservação biológica*. Tese (Doutorado). Universidade de São Paulo (USP), São Paulo, 2000.
- FERRAZ, S.F.B.; VETTORAZZI, C.A. Avaliação de riscos de incêndios florestais através de um SIG: proposta de um PHILLIPS, C.; NICKEY, B. The concept of spatial risk and its application to fire prevention. *Fire management notes*, v. 39, p. 4-19, 1978.
- NOGUEIRA, G. S. Escolha de locais para instalação de torres de detecção de incêndio com auxílio do sig. Revista *Árvore*, Viçosa-MG, v.26, n.3, p.363-369, 2002
- INCRA, 2000. http://www.incra.gov.br/asp/sisote/des_sint.asp
- MOLION, L.C.B. Amazonian rainfall and its variability. In. *Hydrology and water management in the humid tropics*, Ed., pp 99-111, Cambridge University Press, Cambridge.

- PEREIRA, M.; SETZER, A. Comparison of fires detection in Savannas using AVHRR's channel 3 and TM images. *International Journal of Remote Sensing*, 17(10): 1925-1937.
- NEGREIROS, G.H., 1999. Processes and conditions governing the flamability of the seasonally dry Amazon forests. PhD Proposal, College of Forest Resources, University of Washington, USA.
- PEREIRA, M.C., 1988. 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. INPE, 268 pp.
- IBAMA, 1998. Programa de prevenção e controle às queimadas e aos incêndios florestais no Arco do Desflorestamento - PROARCO. Superintendência Regional de Mato Grosso.
- IBAMA, 1999. Programa de prevenção e controle às queimadas e aos incêndios florestais no Arco do Desflorestamento - PROARCO. Superintendência Regional de Mato Grosso.
- FEMA, Relatório 1999 de Queimadas em Mato Grosso.
- FEMA, Relatório 2000 de Queimadas em Mato Grosso.
- FEMA, Relatório 2001 de Queimadas em Mato Grosso.
- KREBS, C. J. *Ecological Methodology*. USA: Harper Collins, 1989, 654 p.
- INPE, 1998. Incidência de Focos de Calor detectados pelo sensor
- CLIMANÁLISE, 1998. 13 (8), e 13(12).