

(API 03)

id. 2527
09/10/00
AP 2009.060

Condicionantes da expansão da fronteira agrícola em Mato Grosso

Alexandre Camargo Coutinho¹

Resumo: A acelerada dinâmica de uso das terras, associada à elevada incidência de pontos de queimadas observadas na Amazônia Legal, atingiu proporções alarmantes, atraindo as atenções de políticos, de ambientalistas e da sociedade. Diferentes políticas, estratégias e ações de monitoramento e controle foram propostas, com o objetivo de conter o deslocamento e o avanço da fronteira agrícola sobre as áreas de vegetação natural remanescente, mais especificamente sobre a Floresta Tropical Úmida. Mato Grosso, localizado na Amazônia Legal, apresenta características especiais para o entendimento das relações entre o uso e a ocupação das terras, e a incidência das queimadas ao congregar importante diversidade ambiental e socioeconômica. Este trabalho caracterizou a dinâmica de queimadas naquele estado, identificando alguns dos seus principais condicionantes, com base em análises espaciais e estatísticas. Os resultados obtidos mostram a existência de diferentes padrões espaciais e temporais, condicionando a ocorrência de queimadas, indicando profundas limitações da adoção simplista e generalista de informações de localização, e a quantificação de queimadas, seja qual for sua delimitação espacial, para a elaboração de políticas públicas que tenham como objetivo mudar, definitivamente, a condição de emergência crônica das queimadas na Amazônia Legal brasileira.

Palavras-chave: desmatamento, políticas públicas, queimadas.

Drivers of agricultural frontier expansion in Mato Grosso

Abstract: The accelerated rate of land usage and the heightened incidence of fires as historically seen in the Legal Amazon Region have reached alarming proportions and have attracted the attention of politicians, environmentalists and society in general. Different policies, strategies and monitoring and control actions have been proposed, with the objective of containing the advance of the agricultural frontier on remaining areas of natural vegetation, specifically on Humid Tropical Forest areas. The state of Mato Grosso, which is located in the Legal Amazon Region, presents special characteristics for the understanding of relationships between land use and occupation and the incidence of fires due to the convergence of important environmental diversity and socio-economic actors. This paper focuses on the dynamics of burns in this state, by identifying some of the principal contributing factors based on spatial-statistical analysis. The results show the existence of different spatial and temporal patterns that influence the occurrence of fires. These patterns point to the limitations of simplistic

¹ Doutor em Ciências Ambientais, pesquisador da Embrapa Monitoramento por Satélite, Campinas, SP. E-mail: alex@cnpem.embrapa.br.

and generalized adaptation of localized information and burn quantification, whatever their spatial delimitation, for the purpose of elaborating public policies that aim to definitively change the chronic emergency of fires in the Legal Amazon Region.

Keywords: deforestation, public policies, land-clearing fires.

Introdução

A atual ocupação humana do espaço amazônico deriva de um cenário de transformações e de um histórico de estratégias, motivações políticas e ações. A evolução de tal ocupação está intimamente relacionada a algumas ações governamentais de incentivo ao povoamento da região e a tentativas de controle e de solução dos impactos ambientais e sociais gerados ao longo desse processo.

Até a década de 1950, a ocupação e a produção agropecuária da Região Amazônica caracterizaram-se por uma atividade pecuária praticamente sem expressão. Contudo, a dimensão territorial da Amazônia, aliada à sua baixíssima densidade populacional, já despertava enorme interesse internacional e delineava a necessidade política de se estabelecer uma definitiva e reconhecida soberania nacional sobre esse território. Tal sentimento mobilizou o governo federal, tornando prioritária a implementação de infraestrutura para melhorar ou viabilizar o acesso, e incentivar a migração e a colonização.

Nas décadas seguintes, várias estratégias foram adotadas para chamar a atenção da população brasileira e despertar o interesse nacional pela região. O planejamento e a construção de importantes rodovias visavam criar redes de integração dessa região. Os projetos de colonização agrícola, pública e privada procuravam atrair migrantes de outras regiões brasileiras.

Para Homma (1993) e Becker (2005), as significativas alterações dos padrões de ocupação, promovidos pela incorporação dessa nova rede viária, definem a passagem da civilização da várzea para a civilização da terra firme, na qual as estradas, construídas nos interflúvios amazônicos, assumiram o papel outrora designado aos rios. Considerando essa transformação, Margulis (2000) aponta a abertura de vias de

acesso como a principal variável indutora dos desmatamentos.

Nessa nova dinâmica territorial, promovida por políticas oficiais, conquistava-se o direito à posse de terras devolutas pela demonstração do seu uso efetivo e morada habitual. Formalmente reconhecido desde 1850, esse recurso foi um dos principais fatores responsáveis pelos agressivos e rápidos processos de transformação da paisagem natural nas frentes de expansão (BINSWANGER, 1991).

Na década de 1970, os incentivos fiscais representaram importante papel na implementação e no desenvolvimento de infraestrutura e da base industrial, associadas à produção pecuária na Amazônia. Mas já no final da década de 1980, tais incentivos fiscais perderam seu papel relevante na lista de fatores que explicam a produção pecuária observada (MARGULIS, 2004).

Atualmente, a Amazônia encontra-se noutra fase de ocupação, na qual a rentabilidade obtida com a prática de atividades extrativistas – sobretudo de madeira –, pecuárias e agrícolas transformou-se na principal força propulsora da expansão e da transformação da fronteira (ALENCAR et al., 2004; BECKER, 2005).

Nesse novo processo de ocupação e abertura de novas áreas, parece existir uma articulação entre madeireiros e pecuaristas. Após a exploração e a retirada da madeira de interesse comercial, os pecuaristas encontram maior facilidade, em função do “enfraquecimento” da floresta (NEPSTAD et al., 1999a, 1999b; UHL; KAUFFMAN, 1990), para penetrar e ocupar as áreas, usando as estradas e os caminhos abertos pelos madeireiros.

Na Amazônia, em função da frequente ausência ou conivência do Estado e da enorme extensão de terras devolutas, a grilagem segue à frente do madeireiro, garantindo sua perma-

nência e a exploração da madeira, muitas vezes mediante o estabelecimento de conflitos e de atos de violência (CASTRO et al., 2002).

A chegada e o estabelecimento das serrarias marcam o início do processo de expansão da fronteira agrícola e de apropriação da terra. Invariavelmente, segue-se a ocupação pela pecuária extensiva, Ferreira et al. (2005) e, mais recentemente, pela produção de grãos (ALENCAR et al., 2004; CASTRO et al., 2002; BECKER, 2001; ANDERSON, 1990) e pela indústria de processamento e beneficiamento de grãos e de carne (SOARES-FILHO et al., 2006).

O uso do fogo se faz, principalmente, associado à segunda etapa de ocupação descrita acima, na qual o processo de implantação e estabelecimento da pecuária se beneficia das queimadas como instrumento facilitador e redutor dos custos da abertura e eliminação da vegetação remanescente (BOSERUP, 1987).

Nesse cenário extremamente dinâmico, a extração da madeira de lei, a limpeza e a abertura das áreas, além da migração da atividade madeireira para a pecuária, reconhecidos "vilões", promotores dos desmatamentos e das queimadas, podem ser efetuados de várias maneiras e por diferentes atores, mas invariavelmente implicam no uso do fogo (MARGULIS, 2004; CASTRO et al., 2002; FEARNside, 1990a, 1990b, 1993; LAURANCE; LUIZÃO, 2007; TOLLEFSON, 2008).

Por iniciativa do governo brasileiro, atualmente existem grandes projetos que identificam, delimitam, mapeiam, quantificam e monitoram ações relacionadas aos desmatamentos e às queimadas, procurando compreender as relações existentes entre eles, na tentativa de orientar a tomada de decisões para seu controle efetivo.

Infelizmente, apesar dessas e de outras iniciativas governamentais, não se logrou modificar definitivamente a inércia das transformações pelas quais a região vem passando nas últimas décadas. Com isso, continuamos presenciando, ano a ano, a alta incidência de queimadas e de destruição da cobertura florestal natural.

Por meio de análises espaciais e estatísticas, este trabalho avaliou alguns condicionantes da ocorrência de queimadas em Mato Grosso, e seus

resultados oferecem novos entendimentos e subsídios para a definição e a articulação de políticas públicas que combatam e revertam o complexo e descontrolado cenário de alteração da cobertura florestal natural da Amazônia Legal.

Análise espacial

Os processamentos de dados, envolvidos na análise espacial, tiveram como principal objetivo detectar se as frequências de incidência das queimadas ocorriam seguindo um padrão compatível com as premissas da aleatoriedade, ou se existia alguma tendência na distribuição espacial desse fenômeno, em relação às variáveis selecionadas.

No caso da ocorrência aleatória das queimadas, em relação às variáveis selecionadas, a frequência esperada de queimadas, calculada com base na proporcionalidade de áreas de cada classe temática, deveria ser estatisticamente igual às frequências de incidência de queimadas observadas.

A análise sobre a aleatoriedade foi desenvolvida usando-se o teste qui-quadrado de aderência (χ^2), que serve para avaliar afirmações feitas sobre os padrões de distribuição de valores numa população (STEVENSON, 1981).

Nesse caso, o teste χ^2 de aderência busca verificar se a distribuição de valores das frequências de ocorrência de queimadas, nas diferentes classes temáticas, se comporta de forma aleatória ou não (STEVENSON, 1981).

A estatística teste χ^2 é calculada aplicando-se a fórmula:

$$\chi^2 = \sum \left[\frac{(o-e)^2}{e} \right]$$

em que:

o = frequência observada para cada categoria

e = frequência esperada para cada categoria.

Para essa análise, foram reunidos e agrupados em 9 bases anuais, os dados de queimadas em Mato Grosso, referentes ao período

1995–2003, publicados pelo Inpe (2004) e as cartas temáticas compiladas e publicadas pela Seplan-MT (MATO GROSSO, 2003), correspondentes aos temas Aptidão Agrícola das Terras, Rede Viária, Áreas de Uso Restrito e Vegetação e Uso das Terras – 1999.

As frequências de incidência de queimadas anuais foram contabilizadas em cada carta temática e o resultado final da somatória dos valores de χ^2 , obtidos para cada classe temática, foram comparados com uma tabela de distribuições qui-quadrado (STEVENSON, 1981), para verificação da hipótese da aleatoriedade da sua distribuição.

Os resultados da análise espacial dos dados estão organizados e apresentados em tópicos independentes, referentes às quatro análises executadas, considerando-se os temas selecionados.

Nessa análise, o resultado numérico da aplicação da fórmula para o cálculo do χ^2 produz apenas números positivos, mas para promover a discussão sobre o sentido dos desvios, adotou-se o sinal positivo (+) quando a frequência de queimadas obtida foi maior que a esperada e negativo (-) quando a frequência de queimadas obtida foi menor que a esperada.

Incidência de queimadas e a aptidão agrícola das terras

Como base cartográfica essa análise usou o Mapa de Aptidão Agrícola das Terras (MATO

GROSSO, 2003), reclassificado em apenas quatro classes temáticas (boa, regular, restrita e inapta). A análise do teste χ^2 de aderência foi desenvolvida com valores significativos a 0,5 % e 3 graus de liberdade. Nesse caso, o valor obtido da soma χ^2 deveria ser inferior a 12,84, para que a distribuição fosse considerada aleatória.

Como esse tema não apresenta significativa dinâmica espaço-temporal, ou seja, não varia significativamente ao longo do tempo, por ser baseado em variáveis do meio físico, foram desenvolvidas apenas três abordagens com os dados de queimadas (1995, 1999 e 2003), para confirmação da distribuição de valores (Tabelas 1, 2 e 3).

Como o resultado das somatórias dos valores de χ^2 mostrou, para qualquer data observada, valores sempre muito superiores ao limite estabelecido (12,84), pode-se afirmar que a distribuição dos pontos de queimadas em relação à aptidão agrícola das terras não pode ser considerada aleatória.

Além disso, ao avaliar o sentido da não aleatoriedade para cada uma das classes temáticas, percebe-se que existe uma tendência positiva relacionada à ocupação de áreas com aptidão agrícola consideradas boa ou regular e uma tendência negativa relacionada à aptidão agrícola considerada restrita ou inapta. Noutras palavras, há uma tendência na ocupação de novas áreas, nesse caso, indicada pela incidência de queimadas, sobre aquelas com melhor potencial agrícola.

Tabela 1. Distribuição das frequências de queimadas entre as classes de aptidão agrícola das terras, em 1995.

| Aptidão agrícola | Distribuição das frequências (1995) | | | | | χ^2 |
|------------------|-------------------------------------|--------------|---------------------|-------------------|-------|----------|
| | Área (%) | Queimada (%) | Frequência esperada | Frequência obtida | Sinal | |
| Boa | 6,03 | 7,06 | 2.877 | 3.371 | + | 84,86 |
| Regular | 53,66 | 57,15 | 25.614 | 27.276 | + | 107,87 |
| Restrita | 17,84 | 18,42 | 8.514 | 8.793 | + | 9,13 |
| Inapta | 22,47 | 17,37 | 10.726 | 8.291 | - | 552,83 |
| Total | 100,00 | 100,00 | 47.731 | 47.731 | | 754,69 |

(+) Frequência obtida maior do que a esperada.

(-) Frequência obtida menor do que a esperada.

Tabela 2. Distribuição das frequências de queimadas entre as classes de aptidão agrícola das terras, em 1999.

| Aptidão agrícola | Distribuição das frequências (1999) | | | | | χ^2 |
|------------------|-------------------------------------|--------------|---------------------|-------------------|-------|----------|
| | Área (%) | Queimada (%) | Frequência esperada | Frequência obtida | Sinal | |
| Boa | 6,03 | 9,66 | 2.606 | 4.179 | + | 948,76 |
| Regular | 53,66 | 60,73 | 23.206 | 26.261 | + | 402,20 |
| Restrita | 17,84 | 14,33 | 7.714 | 6.199 | - | 297,48 |
| Inapta | 22,47 | 15,27 | 9.718 | 6.605 | - | 997,08 |
| Total | 100,00 | 100,00 | 43.244 | 43.244 | | 2.645,52 |

(+) Frequência obtida maior do que a esperada.

(-) Frequência obtida menor do que a esperada.

Tabela 3. Distribuição das frequências de queimadas entre as classes de aptidão agrícola das terras, em 2003.

| Aptidão agrícola | Distribuição das frequências (2003) | | | | | χ^2 |
|------------------|-------------------------------------|--------------|---------------------|-------------------|-------|----------|
| | Área (%) | Queimada (%) | Frequência esperada | Frequência obtida | Sinal | |
| Boa | 6,03 | 5,05 | 3.097 | 2.596 | - | 81,18 |
| Regular | 53,66 | 67,98 | 27.577 | 34.937 | + | 1.964,12 |
| Restrita | 17,84 | 15,31 | 9.167 | 7.870 | - | 183,48 |
| Inapta | 22,47 | 11,65 | 11.548 | 5.987 | - | 2.678,18 |
| Total | 100,00 | 100,00 | 51.390 | 51.390 | | 4.906,96 |

(+) Frequência obtida maior do que a esperada.

(-) Frequência obtida menor do que a esperada.

Os valores das três tabelas sugerem, ainda, que as reduzidas áreas com terras detentoras de aptidão agrícola, considerada boa, devem estar se esgotando e proporcionando o aumento da incidência de queimadas, conforme observado em 2003, nas áreas com aptidão definida como regular.

Incidência de queimadas e rede viária

A análise da aleatoriedade de incidência de queimadas, em relação à rede viária, foi baseada na distribuição dos pontos de queimadas referentes aos nove períodos que compõem a série histórica, sobre uma representação vetorial das estradas, composta por seis faixas corres-

pondentes a intervalos regulares de distância dos eixos pavimentados assim representados na Fig. 1 e na Tabela 4:

- Até 10 km (1).
- De 10 km a 20 km (2).
- De 20 km a 30 km (3).
- De 30 km a 40 km (4).
- De 40 km a 50 km (5).
- Maior que 50 km (6).

Com base na tabela das frequências esperadas e observadas, foi elaborada uma tabela de valores de χ^2 para cada série temporal (Tabela 5), na qual segundo os parâmetros estabelecidos em

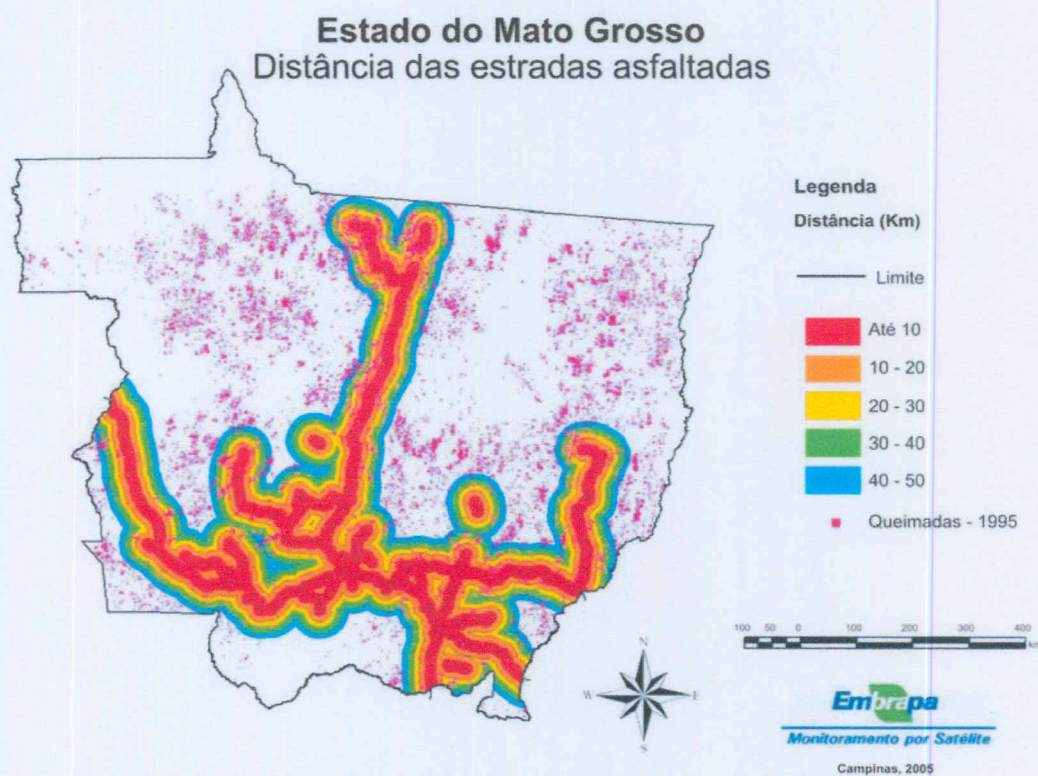


Fig. 1. Distância dos eixos viários pavimentados sobrepostos às queimadas de 1995.
Fonte: Coutinho (2005).

Tabela 4. Frequências absolutas esperadas (F.E.) e observadas (F.O.) de incidência de pontos de queimadas entre os intervalos de distância dos eixos viários pavimentados (1995–2003).

| | F.E. 1 | F.O. 1 | F.E. 2 | F.O. 2 | F.E. 3 | F.O. 3 | F.E. 4 | F.O. 4 | F.E. 5 | F.O. 5 | F.E. 6 | F.O. 6 |
|----------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Queimadas 1995 | 4.408 | 5.063 | 3.819 | 4.884 | 3.365 | 4.725 | 3.035 | 4.042 | 2.692 | 3.613 | 30.519 | 25.511 |
| Queimadas 1996 | 1.130 | 893 | 979 | 1.079 | 863 | 1.055 | 778 | 783 | 690 | 657 | 7.826 | 7.800 |
| Queimadas 1997 | 1.689 | 1.456 | 1.464 | 1.745 | 1.290 | 1.678 | 1.163 | 1.408 | 1.032 | 1.311 | 11.698 | 10.738 |
| Queimadas 1998 | 3.185 | 2.204 | 2.760 | 2.482 | 2.432 | 2.605 | 2.194 | 2.333 | 1.945 | 1.853 | 22.055 | 23.094 |
| Queimadas 1999 | 3.996 | 4.266 | 3.462 | 4.348 | 3.051 | 4.558 | 2.752 | 3.923 | 2.441 | 3.267 | 27.670 | 23.011 |
| Queimadas 2000 | 2.264 | 1.649 | 1.962 | 1.657 | 1.729 | 1.747 | 1.559 | 1.699 | 1.383 | 1.593 | 15.677 | 16.229 |
| Queimadas 2001 | 2.892 | 2.166 | 2.506 | 2.320 | 2.208 | 2.349 | 1.992 | 2.533 | 1.766 | 2.405 | 20.024 | 19.615 |
| Queimadas 2002 | 5.034 | 2.515 | 4.362 | 2.919 | 3.844 | 3.479 | 3.467 | 3.843 | 3.074 | 3.813 | 34.856 | 38.068 |
| Queimadas 2003 | 4.755 | 2.314 | 4.120 | 2.966 | 3.631 | 2.983 | 3.275 | 3.604 | 2.904 | 3.483 | 32.927 | 36.262 |

5 graus de liberdade e soma dos qui-quadrados inferior ou igual a 16,75, para um nível de significância de 0,5 %, percebe-se que a distribuição de frequências de queimadas também não se comportou aleatoriamente. Especificamente, para a apresentação da tabela dos valores de qui-quadrado, adotou-se o sinal positivo (+) nos casos em que a frequência obtida foi maior do que a esperada e negativo (-) para os casos em que a frequência obtida foi menor que a esperada.

Pela observação da soma dos qui-quadrados, nota-se a existência de três picos, nos quais os desvios relacionados à sua própria amplitude foram bastante superiores aos demais. Um primeiro pico está localizado em 1995, o segundo em 1999 e o terceiro inicia-se em 2002 e permanece em 2003.

Aparentemente, esses picos de desvio estão relacionados aos momentos de maiores taxas de avanço da fronteira agrícola e estão relacionados

aos processos de desmatamento e de abertura de novas frentes para expansão da atividade pecuária.

Pela simples formação de dois grandes blocos de números positivos (+) e negativos (-), a Tabela 5 ilustra, ainda, a evolução da incidência de queimadas nas diferentes faixas de distância em relação aos eixos viários pavimentados.

Essa sequência dá uma boa ideia do avanço da fronteira, partindo das áreas mais próximas aos eixos viários pavimentados e seguindo em direção às terras mais distantes, ao longo dos anos, provavelmente em decorrência do esgotamento das primeiras.

A comparação das frequências mostra uma migração das queimadas, ao longo da série temporal, da faixa situada até 10 km de distância para as faixas seguintes. A faixa que abrange até 10 km de distância da estrada apresentou um comportamento, em relação à incidência de

Tabela 5. Valores do qui-quadrado para as séries temporais dos eixos viários pavimentados.

| | | Valor de qui-quadrado (χ^2) | | | | | | Soma χ^2 |
|----------------|---|------------------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|----------|---------------|
| | | < 10 km | 10 km a 20 km | 20 km a 30 km | 30 km a 40 km | 40 km a 50 km | >50 km | |
| Queimadas 1995 | + | 97,46 | + 297,11 | + 549,30 | + 333,74 | + 315,27 | - 821,77 | 2.414,64 |
| Queimadas 1996 | - | 49,79 | + 10,16 | + 42,73 | + 0,03 | - 1,60 | - 0,09 | 104,40 |
| Queimadas 1997 | - | 32,25 | + 54,05 | + 116,75 | + 51,39 | + 75,58 | - 78,74 | 408,76 |
| Queimadas 1998 | - | 302,27 | - 27,95 | + 12,30 | + 8,85 | - 4,38 | + 48,94 | 404,69 |
| Queimadas 1999 | + | 18,21 | + 226,53 | + 744,04 | + 498,10 | + 279,87 | - 784,60 | 2.551,34 |
| Queimadas 2000 | - | 167,13 | - 47,33 | + 0,19 | + 12,51 | + 31,97 | + 19,41 | 278,54 |
| Queimadas 2001 | - | 182,24 | - 13,75 | + 8,99 | + 147,13 | + 231,07 | - 8,37 | 591,55 |
| Queimadas 2002 | - | 1.260,52 | - 477,12 | - 34,60 | + 40,80 | + 177,46 | + 295,90 | 2.286,41 |
| Queimadas 2003 | - | 1.253,34 | - 323,27 | - 115,60 | + 33,06 | + 115,38 | + 337,87 | 2.178,52 |

(+) Frequência obtida maior do que a esperada.

(-) Frequência obtida menor do que a esperada.

queimadas, que denota sua ocupação logo no princípio da série temporal avaliada, com uma frequência observada de queimadas significativamente superior àquela esperada para 1995.

Já no ano seguinte, sua frequência observada ficou abaixo da linha da frequência esperada, se posicionando gradativamente mais abaixo desta, com exceção de 1999, quando todas as faixas de distância apresentaram frequências observadas acima da esperada. Esse padrão repetiu-se nas demais faixas de distâncias que apresentaram sempre um atraso em relação à faixa anterior.

Incidência de queimadas e áreas de uso restrito

Como o mapa de áreas de uso restrito foi constituído por apenas duas classes temáticas (uso restrito e restante), a análise do teste χ^2 de

aderência foi desenvolvida com valores significativos a 0,5 % e apenas um grau de liberdade. Nesse caso, o valor da soma dos χ^2 obtidos deveria ser inferior a 7,88, para que a distribuição pudesse ser considerada aleatória.

Nessa abordagem, o *Mapa de Uso Restrito* foi criado a partir dos mapas de Unidades de Conservação e Áreas Indígenas publicados pela Seplan/MT (MATO GROSSO, 2003) e a frequência de sobreposição desse novo tema, com os pontos de queimadas, é mostrada na Tabela 6.

A análise desses resultados mostra que, numa determinada porção do território, o fato de existir uma condição ou status de uso restritivo modificou expressivamente o padrão de ocupação e de alteração do meio, nesse caso relacionado à menor incidência de pontos de queimadas do que a esperada na condição de aleatoriedade (valores com sinal "-"), nas áreas de uso restrito e a situação inversa no restante das áreas.

Tabela 6. Valores do χ^2 para a distribuição de frequências de queimadas em relação às áreas de uso restrito.

| | Uso restrito | | Restante | | Uso restrito | Restante | Soma |
|----------------|---------------------|----------------------|---------------------|----------------------|--------------|----------|----------|
| | Frequência esperada | Frequência observada | Frequência esperada | Frequência observada | | | |
| Queimadas 1995 | 7.654 | 3.323 | 40.184 | 44.515 | - 2.450,75 | + 466,81 | 2.917,56 |
| Queimadas 1996 | 1.963 | 531 | 10.304 | 11.736 | - 1.044,38 | + 198,93 | 1.243,31 |
| Queimadas 1997 | 2.934 | 1.085 | 15.402 | 17.251 | - 1.165,03 | + 221,91 | 1.386,94 |
| Queimadas 1998 | 5.531 | 2.003 | 29.040 | 32.568 | - 2.250,68 | + 428,7 | 2.679,38 |
| Queimadas 1999 | 6.940 | 2.161 | 36.433 | 41.212 | - 3.290,61 | + 626,78 | 3.917,39 |
| Queimadas 2000 | 3.932 | 1.159 | 20.642 | 23.415 | - 1.955,48 | + 372,47 | 2.327,95 |
| Queimadas 2001 | 5.022 | 1.675 | 26.366 | 29.713 | - 2.230,74 | + 424,9 | 2.655,64 |
| Queimadas 2002 | 8.742 | 2.945 | 45.895 | 51.692 | - 3.844,04 | + 732,2 | 4.576,24 |
| Queimadas 2003 | 8.258 | 1.973 | 43.354 | 49.639 | - 4.783,31 | + 911,11 | 5.694,42 |

(+) Frequência obtida maior do que a esperada.

(-) Frequência obtida menor do que a esperada.

Incidência de queimadas e Mapa de Vegetação e Uso das Terras em 1999

A simples observação da distribuição das frequências de incidência de queimadas em 1999, ano-referência do mapeamento, sobre as classes de vegetação e uso das terras (Tabela 7), indica que as queimadas ocorreram de forma mais incisiva nas áreas de floresta, em seguida nas áreas de Cerrado, depois, nas áreas de transição, de pecuária mecanizada, etc.

Essa avaliação da distribuição de frequências de queimadas – sobre as classes de vegetação e uso das terras – não está equivocada, mas a informação adicional, derivada do teste χ^2 de aderência, permitiu uma investigação mais criteriosa sobre a dinâmica de ocorrência das queimadas e possibilitou uma interpretação mais complexa relacionada à importância dos desvios observados em cada classe temática na totalidade da série histórica.

Como resultado imediato da análise do teste de χ^2 , foram estruturadas nove tabelas (Tabelas 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15 e 16), contendo as dez classes temáticas definidas pelo *Mapa de Vegetação e Uso das Terras* e as respectivas porcentagens de área de cada classe, bem como

as frequências de queimadas esperadas e obtidas. Essas tabelas serviram de subsídio para o cálculo do teste de χ^2 de aderência, que definiu a aleatoriedade ou não de cada uma das classes temáticas e da variável.

A análise da tabela de distribuição dos valores de χ^2 (STEVENSON, 1981) serviu de base para a avaliação dos valores obtidos. Para o caso das classes de vegetação e uso das terras, considerando 9 graus de liberdade e valores significativos a 0,5 %, o valor obtido da soma dos χ^2 deveria ser inferior a 23,6, para a distribuição ser considerada aleatória.

Para agregar a informação do sentido do desvio na análise foi estabelecida a associação do sinal (+) nos valores de χ^2 , nos quais a frequência observada de queimadas foi superior à esperada, e do sinal (-) nos valores de χ^2 , nos quais a frequência observada foi inferior à esperada.

Analisando todos os resultados da sobreposição dos pontos da série histórica dos dados de queimadas, percebe-se que os valores obtidos no período foram superiores àqueles definidos para aceitação da hipótese de aleatoriedade da distribuição dessas queimadas em relação às classes de vegetação e ao uso das terras. Assim, pode-se

Tabela 7. Distribuição das queimadas entre as classes de vegetação e uso das terras.

| Classe temática | Distribuição das queimadas (%) | | | | | | | | | |
|---------------------------|--------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--|
| | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | |
| Floresta | 26,49 | 32,06 | 30,96 | 30,92 | 31,24 | 31,95 | 30,75 | 34,78 | 34,79 | |
| Cerrado | 29,94 | 21,54 | 25,26 | 27,26 | 26,02 | 25,89 | 28,28 | 25,84 | 26,17 | |
| Transição | 9,26 | 15,27 | 15,05 | 13,68 | 15,39 | 16,76 | 18,18 | 19,67 | 22,29 | |
| Reflorestamento | 0,04 | 0,04 | 0,07 | 0,01 | 0,03 | 0,06 | 0,04 | 0,03 | 0,04 | |
| Agricultura mecanizada | 7,91 | 4,04 | 4,47 | 3,62 | 3,61 | 4,31 | 4,25 | 2,53 | 2,38 | |
| Pecuária mecanizada | 17,02 | 17,94 | 15,23 | 15,34 | 14,05 | 12,69 | 12,07 | 10,45 | 9,53 | |
| Pecuária no Pantanal | 0,05 | 0,32 | 0,27 | 0,15 | 0,53 | 0,27 | 0,56 | 0,35 | 0,04 | |
| Agropecuária convencional | 6,87 | 7,11 | 6,97 | 7,13 | 7,57 | 6,39 | 4,22 | 4,75 | 3,54 | |
| Outros | 2,33 | 1,59 | 1,64 | 1,81 | 1,44 | 1,62 | 1,56 | 1,52 | 1,15 | |
| Urbano | 0,09 | 0,09 | 0,08 | 0,06 | 0,11 | 0,07 | 0,09 | 0,06 | 0,07 | |
| Total | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | |

Tabela 8. Distribuição das frequências de queimadas entre as classes de vegetação e uso das terras em 1995.

| Classe temática | Distribuição das frequências (1995) | | | | | |
|---------------------------|-------------------------------------|--------------|---------------------|-------------------|-------|----------|
| | Área (%) | Queimada (%) | Frequência esperada | Frequência obtida | Sinal | χ^2 |
| Floresta | 31,60 | 26,49 | 15.085 | 12.646 | - | 394,35 |
| Cerrado | 31,32 | 29,94 | 14.953 | 14.293 | - | 29,13 |
| Transição | 11,77 | 9,26 | 5.619 | 4.423 | - | 254,56 |
| Reflorestamento | 0,07 | 0,04 | 35 | 20 | - | 6,68 |
| Agricultura mecanizada | 4,65 | 7,91 | 2.219 | 3.774 | + | 1.090,20 |
| Pecuária mecanizada | 14,28 | 17,02 | 6.817 | 8.123 | + | 250,29 |
| Pecuária no Pantanal | 0,47 | 0,05 | 225 | 25 | - | 177,40 |
| Agropecuária convencional | 3,46 | 6,87 | 1.650 | 3.280 | + | 1.609,17 |
| Outros | 2,28 | 2,33 | 1.088 | 1.113 | + | 0,56 |
| Urbano | 0,10 | 0,09 | 49 | 43 | - | 0,72 |
| Total | 100,00 | 100,00 | 47.740 | 47.740 | | 3.813,08 |

(+) Frequência obtida maior do que a esperada.

(-) Frequência obtida menor do que a esperada.

Tabela 9. Distribuição das frequências de queimadas entre as classes de vegetação e uso das terras em 1996.

| Classe temática | Distribuição das frequências (1996) | | | | | |
|---------------------------|-------------------------------------|--------------|---------------------|-------------------|-------|----------|
| | Área (%) | Queimada (%) | Frequência esperada | Frequência obtida | Sinal | χ^2 |
| Floresta | 31,60 | 32,06 | 3.864 | 3.921 | + | 0,83 |
| Cerrado | 31,32 | 21,54 | 3.831 | 2.634 | - | 373,81 |
| Transição | 11,77 | 15,27 | 1.439 | 1.868 | + | 127,58 |
| Reflorestamento | 0,07 | 0,04 | 9 | 5 | - | 1,82 |
| Agricultura mecanizada | 4,65 | 4,04 | 568 | 494 | - | 9,74 |
| Pecuária mecanizada | 14,28 | 17,94 | 1.746 | 2.194 | + | 114,77 |
| Pecuária no Pantanal | 0,47 | 0,32 | 58 | 39 | - | 5,98 |
| Agropecuária convencional | 3,46 | 7,11 | 423 | 870 | + | 473,05 |
| Outros | 2,28 | 1,59 | 279 | 194 | - | 25,79 |
| Urbano | 0,10 | 0,09 | 13 | 11 | - | 0,19 |
| Total | 100,00 | 100,00 | 12.230 | 12.230 | | 1.133,53 |

(+) Frequência obtida maior do que a esperada.

(-) Frequência obtida menor do que a esperada.

Tabela 10. Distribuição das frequências de queimadas entre as classes de vegetação e uso das terras em 1997.

| Classe temática | Distribuição das frequências (1997) | | | | | |
|---------------------------|-------------------------------------|--------------|---------------------|-------------------|-------|----------|
| | Área (%) | Queimada (%) | Frequência esperada | Frequência obtida | Sinal | χ^2 |
| Floresta | 31,60 | 30,96 | 5.782 | 5.665 | - | 2,39 |
| Cerrado | 31,32 | 25,26 | 5.732 | 4.622 | - | 214,90 |
| Transição | 11,77 | 15,05 | 2.154 | 2.755 | + | 167,75 |
| Reflorestamento | 0,07 | 0,07 | 14 | 13 | - | 0,02 |
| Agricultura mecanizada | 4,65 | 4,47 | 850 | 818 | - | 1,24 |
| Pecuária mecanizada | 14,28 | 15,23 | 2.613 | 2.788 | + | 11,71 |
| Pecuária no Pantanal | 0,47 | 0,27 | 86 | 50 | - | 15,14 |
| Agropecuária convencional | 3,46 | 6,97 | 633 | 1.275 | + | 652,27 |
| Outros | 2,28 | 1,64 | 417 | 300 | - | 32,90 |
| Urbano | 0,10 | 0,08 | 19 | 14 | - | 1,20 |
| Total | 100,00 | 100,00 | 18.300 | 18.300 | | 1.099,53 |

(+) Frequência obtida maior do que a esperada.

(-) Frequência obtida menor do que a esperada.

Tabela 11. Distribuição das frequências de queimadas entre as classes de vegetação e uso das terras em 1998.

| Classe temática | Distribuição das frequências (1998) | | | | | |
|---------------------------|-------------------------------------|--------------|---------------------|-------------------|-------|----------|
| | Área (%) | Queimada (%) | Frequência esperada | Frequência obtida | Sinal | χ^2 |
| Floresta | 31,60 | 30,92 | 10.889 | 10.656 | - | 4,99 |
| Cerrado | 31,32 | 27,26 | 10.794 | 9.395 | - | 181,26 |
| Transição | 11,77 | 13,68 | 4.056 | 4.714 | + | 106,73 |
| Reflorestamento | 0,07 | 0,01 | 26 | 4 | - | 18,16 |
| Agricultura mecanizada | 4,65 | 3,62 | 1.602 | 1.249 | - | 77,62 |
| Pecuária mecanizada | 14,28 | 15,34 | 4.921 | 5.287 | + | 27,27 |
| Pecuária no Pantanal | 0,47 | 0,15 | 162 | 52 | - | 74,82 |
| Agropecuária convencional | 3,46 | 7,13 | 1.191 | 2.457 | + | 1.344,72 |
| Outros | 2,28 | 1,81 | 786 | 625 | - | 32,81 |
| Urbano | 0,10 | 0,06 | 35 | 22 | - | 5,02 |
| Total | 100,00 | 100,00 | 34.461 | 34.461 | | 1.873,40 |

(+) Frequência obtida maior do que a esperada.

(-) Frequência obtida menor do que a esperada.

Tabela 12. Distribuição das frequências de queimadas entre as classes de vegetação e uso das terras em 1999.

| Classe temática | Distribuição das frequências (1999) | | | | | |
|---------------------------|-------------------------------------|--------------|---------------------|-------------------|-------|----------|
| | Área (%) | Queimada (%) | Frequência esperada | Frequência obtida | Sinal | χ^2 |
| Floresta | 31,60 | 31,24 | 13.674 | 13.519 | - | 1,75 |
| Cerrado | 31,32 | 26,02 | 13.554 | 11.259 | - | 388,54 |
| Transição | 11,77 | 15,39 | 5.093 | 6.658 | + | 480,75 |
| Reflorestamento | 0,07 | 0,03 | 32 | 15 | - | 9,08 |
| Agricultura mecanizada | 4,65 | 3,61 | 2.011 | 1.564 | - | 99,41 |
| Pecuária mecanizada | 14,28 | 14,05 | 6.179 | 6.078 | - | 1,65 |
| Pecuária no Pantanal | 0,47 | 0,53 | 204 | 230 | + | 3,42 |
| Agropecuária convencional | 3,46 | 7,57 | 1.496 | 3.277 | + | 2.120,53 |
| Outros | 2,28 | 1,44 | 986 | 624 | - | 133,16 |
| Urbano | 0,10 | 0,11 | 44 | 49 | + | 0,49 |
| Total | 100,00 | 100,00 | 43.273 | 43.273 | | 3.238,77 |

(+) Frequência obtida maior do que a esperada.

(-) Frequência obtida menor do que a esperada.

Tabela 13. Distribuição das frequências de queimadas entre as classes de vegetação e uso das terras em 2000.

| Classe temática | Distribuição das frequências (2000) | | | | | |
|---------------------------|-------------------------------------|--------------|---------------------|-------------------|-------|----------|
| | Área (%) | Queimada (%) | Frequência esperada | Frequência obtida | Sinal | χ^2 |
| Floresta | 31,60 | 31,95 | 7.748 | 7.835 | + | 0,97 |
| Cerrado | 31,32 | 25,89 | 7.680 | 6.348 | - | 231,14 |
| Transição | 11,77 | 16,76 | 2.886 | 4.110 | + | 519,00 |
| Reflorestamento | 0,07 | 0,06 | 18 | 14 | - | 0,96 |
| Agricultura mecanizada | 4,65 | 4,31 | 1.140 | 1.057 | - | 5,99 |
| Pecuária mecanizada | 14,28 | 12,69 | 3.501 | 3.112 | - | 43,30 |
| Pecuária no Pantanal | 0,47 | 0,27 | 115 | 66 | - | 21,13 |
| Agropecuária convencional | 3,46 | 6,39 | 848 | 1566 | + | 608,69 |
| Outros | 2,28 | 1,62 | 559 | 397 | - | 46,93 |
| Urbano | 0,10 | 0,07 | 25 | 16 | - | 3,32 |
| Total | 100,00 | 100,00 | 24.521 | 24.521 | | 1.481,42 |

(+) Frequência obtida maior do que a esperada.

(-) Frequência obtida menor do que a esperada.

Tabela 14. Distribuição das frequências de queimadas entre as classes de vegetação e uso das terras em 2001.

| Classe temática | Distribuição das frequências (2001) | | | | | |
|---------------------------|-------------------------------------|--------------|---------------------|-------------------|-------|----------|
| | Área (%) | Queimada (%) | Frequência esperada | Frequência obtida | Sinal | χ^2 |
| Floresta | 31,60 | 30,75 | 9.899 | 9.634 | - | 7,08 |
| Cerrado | 31,32 | 28,28 | 9.812 | 8.859 | - | 92,59 |
| Transição | 11,77 | 18,18 | 3.687 | 5.696 | + | 1.094,43 |
| Reflorestamento | 0,07 | 0,04 | 23 | 14 | - | 3,66 |
| Agricultura mecanizada | 4,65 | 4,25 | 1.456 | 1.330 | - | 10,89 |
| Pecuária mecanizada | 14,28 | 12,07 | 4.473 | 3.782 | - | 106,80 |
| Pecuária no Pantanal | 0,47 | 0,56 | 147 | 174 | + | 4,80 |
| Agropecuária convencional | 3,46 | 4,22 | 1.083 | 1.321 | + | 52,32 |
| Outros | 2,28 | 1,56 | 714 | 490 | - | 70,33 |
| Urbano | 0,10 | 0,09 | 32 | 27 | - | 0,81 |
| Total | 100,00 | 100,00 | 31.327 | 31.327 | | 1.443,71 |

(+) Frequência obtida maior do que a esperada.

(-) Frequência obtida menor do que a esperada.

Tabela 15. Distribuição das frequências de queimadas entre as classes de vegetação e uso das terras em 2002.

| Classe temática | Distribuição das frequências (2002) | | | | | |
|---------------------------|-------------------------------------|--------------|---------------------|-------------------|-------|----------|
| | Área (%) | Queimada (%) | Frequência esperada | Frequência obtida | Sinal | χ^2 |
| Floresta | 31,60 | 34,78 | 17.221 | 18.957 | + | 174,99 |
| Cerrado | 31,32 | 25,84 | 17.070 | 14.085 | - | 522,08 |
| Transição | 11,77 | 19,67 | 6.415 | 10.720 | + | 2.889,67 |
| Reflorestamento | 0,07 | 0,03 | 40 | 18 | - | 12,41 |
| Agricultura mecanizada | 4,65 | 2,53 | 2.533 | 1.379 | - | 525,68 |
| Pecuária mecanizada | 14,28 | 10,45 | 7.782 | 5.695 | - | 559,72 |
| Pecuária no Pantanal | 0,47 | 0,35 | 256 | 191 | - | 16,69 |
| Agropecuária convencional | 3,46 | 4,75 | 1.884 | 2.590 | + | 264,51 |
| Outros | 2,28 | 1,52 | 1.242 | 831 | - | 136,20 |
| Urbano | 0,10 | 0,06 | 56 | 34 | - | 8,55 |
| Total | 100,00 | 100,00 | 54.500 | 54.500 | | 5.110,51 |

(+) Frequência obtida maior do que a esperada.

(-) Frequência obtida menor do que a esperada.

Tabela 16. Distribuição das frequências de queimadas entre as classes de vegetação e uso das terras em 2003.

| Classe temática | Distribuição das frequências (2003) | | | | | |
|---------------------------|-------------------------------------|--------------|---------------------|-------------------|-------|----------|
| | Área (%) | Queimada (%) | Frequência esperada | Frequência obtida | Sinal | χ^2 |
| Floresta | 31,60 | 34,79 | 16.249 | 17.891 | + | 165,91 |
| Cerrado | 31,32 | 26,17 | 16.107 | 13.459 | - | 435,29 |
| Transição | 11,77 | 22,29 | 6.053 | 11.461 | + | 4.832,80 |
| Reflorestamento | 0,07 | 0,04 | 38 | 20 | - | 8,60 |
| Agricultura mecanizada | 4,65 | 2,38 | 2.390 | 1.225 | - | 567,84 |
| Pecuária mecanizada | 14,28 | 9,53 | 7.343 | 4.902 | - | 811,36 |
| Pecuária no Pantanal | 0,47 | 0,04 | 242 | 21 | - | 201,78 |
| Agropecuária convencional | 3,46 | 3,54 | 1.778 | 1.818 | + | 0,91 |
| Outros | 2,28 | 1,15 | 1.172 | 590 | - | 289,19 |
| Urbano | 0,10 | 0,07 | 53 | 37 | - | 4,67 |
| Total | 100,00 | 100,00 | 51.424 | 51.424 | | 7.318,34 |

(+) Frequência obtida maior do que a esperada.

(-) Frequência obtida menor do que a esperada.

afirmar que existe uma tendência relacionada à incidência de queimadas sobre as diferentes classes de vegetação e uso das terras.

Assumindo que 1999 foi o ano-base do mapeamento e que não houve nenhuma variação referente à dinâmica espaço-temporal do uso das terras, observou-se grande incidência de queimadas sobre a classe temática das florestas (Tabela 12), conforme mencionado anteriormente.

Contudo, ao comparar a frequência obtida com a frequência esperada e observar o resultado do teste de χ^2 de aderência, percebe-se que quase não há diferença significativa entre os dois valores e a incidência maior sobre essa classe temática específica é considerada consequência direta da sua maior superfície.

Por sua vez, em 1999, a importância dos valores de incidência de queimadas nas classes de agropecuária convencional e de transição, situados próximos de 7% e 15% do total de queimadas, é bastante alterada, quando considerada

a informação adicional proveniente dos valores de χ^2 individuais de cada uma delas.

Ao incluir esses novos valores na análise, observou-se que essas duas classes temáticas são responsáveis pelos maiores desvios positivos em relação à incidência de queimadas esperada, ou seja, a classe de agropecuária convencional apresentou o maior desvio em relação à frequência absoluta que era esperada, seguida pela classe de transição.

Em contrapartida, em 1999, as áreas de Cerrado apresentaram uma incidência de queimadas muito inferior à esperada, seguidas pelas áreas de outros usos (água, solo nu, etc.) e agricultura mecanizada. Em relação às áreas de reflorestamento, a redução é facilmente explicada, uma vez que os processos produtivos desse tipo de atividade incluem estratégias eficientes de prevenção e de combate à incidência de queimadas.

O resultado da análise de incidência de queimadas, nas áreas agrícolas mecanizadas,

indicou que essa atividade proporciona uma redução na incidência de queimadas, superando, inclusive, aquela observada nas áreas de pecuária mecanizada e de reflorestamento.

Partindo-se dessa análise sincrônica de 1999, ano-base do *Mapa de Vegetação e Uso das Terras*, foram desenvolvidas duas análises diacrônicas, uma regressiva e outra progressiva, para os períodos de 1995 a 1998 e de 2000 a 2003, respectivamente, considerando-se a existência de uma dinâmica de uso das terras nesse período.

Os resultados globais dessas análises sugerem que o processo de expansão da fronteira agrícola ocorre com a ocupação inicial pela atividade agropecuária convencional. Posteriormente, essas terras são adquiridas por pecuaristas mecanizados, detentores de recursos e de tecnologias que reduzem o uso do fogo e, mais tardiamente, a substituição de parte dessas terras pela agricultura mecanizada.

A análise diacrônica anterior (1995–1998) definiu um padrão na constituição dos desvios que foi caracterizado por desvios positivos para as classes temáticas de transição, pecuária mecanizada e agropecuária convencional.

A ocorrência de desvios positivos de incidência de queimadas, na classe pecuária mecanizada, diferentemente do ocorrido em 1999, considerou a dinâmica proposta e foi explicada pelo avanço dessa atividade sobre áreas naturais e áreas de agropecuária convencional, o que fez com que os limites da pecuária mecanizada em 1999 estivessem em anos anteriores sobre áreas da agropecuária convencional e de transição, que como ficou demonstrado na análise sincrônica de 1999, são as duas classes que apresentam desvios positivos mais significativos.

Outra constatação importante da análise diacrônica anterior foi relacionada à redução da importância dos desvios positivos da classe transição até o extremo (1995) em que seus valores inverteram o sentido, e a frequência observada passou a ser menor que a esperada. Isso foi explicado em função dos limites da floresta de transição estarem recuados em 1995, em relação

aos seus limites em 1999, fazendo com que ela não expressasse valores elevados no período inicial da série.

A atividade agropecuária convencional – responsável por valores positivos em todo o período analisado – apresentou valores ainda elevados na análise diacrônica anterior, possivelmente pelo fato de estar associada à abertura de novas áreas, por levar alguns anos para consolidar novas áreas e transferi-las às atividades com maior tecnicidade que a substituem no processo proposto. É oportuno informar também que o início da série histórica analisada foi 1995, quando houve uma explosão da expansão da fronteira e da ocupação dessas áreas.

Na análise diacrônica posterior (2000–2003), a agropecuária convencional, provavelmente por consolidar seu ciclo de ocupação e abertura de novas áreas passou a apresentar uma redução do desvio ainda positivo da incidência de queimadas, até 2003, quando obteve valores extremamente baixos tanto de porcentagem, quanto de X^2 . Isso não quer dizer que a atividade agropecuária convencional modificou seu padrão tecnológico nesse período, mas como transição, ela se deslocou espacialmente para as áreas mapeadas em 1999.

Essa constatação foi feita com base nos crescentes desvios positivos obtidos por essa classe temática, juntamente com a classe das florestas que, a partir de 2002, passou a assumir valores também positivos, invertendo o padrão que vinha ocorrendo até então.

A mudança de sinal dos desvios para a classe das florestas deve estar associada ao esgotamento das áreas de transição, principal foco da ocupação de Mato Grosso até 2000, e do início do avanço da fronteira agrícola sobre as áreas mais densamente florestadas.

Cabe ressaltar ainda que, nesse período de análise diacrônica posterior, a agricultura mecanizada, juntamente com a pecuária mecanizada apresentou-se como a atividade antrópica que proporcionou as maiores reduções na incidência de pontos de queimadas.

Em relação à agricultura mecanizada, essa constatação está relacionada ao fato dessa atividade se consolidar cada vez mais como atividade independente do uso das práticas de queimadas, o que já não ocorreu de forma tão incisiva com a pecuária, em que até mesmo os sistemas detentores de alta tecnicidade usam queimadas controladas em seus processos produtivos. No período, provavelmente o avanço da agricultura sobre as áreas de pecuária mecanizada resultou na expressiva redução dos valores observados na incidência de queimadas.

Contrariando o esperado, dada sua erradicação e acelerada ocupação pela atividade agropecuária no período considerado, o Cerrado apresentou comportamento negativo sempre muito expressivo. A presença de valores negativos dos seus desvios deve estar relacionada a duas razões principais:

- A expansão das áreas de agricultura e de pecuária sobre as áreas de Cerrado pôde ser efetuada pela simples remoção da vegetação natural com tratores, correntes, etc. Com isso, sua substituição por sistemas produtivos ocorreu rapidamente, com menor intensidade de uso do fogo, quando comparado às áreas de transição e de florestas.

- Nas áreas de Cerrado, a agricultura e a pecuária mecanizada adentraram em áreas de cobertura vegetal natural, restringindo a ocorrência da agropecuária convencional nas áreas de transição e da Floresta Tropical Úmida, onde o processo de ocupação evolui lentamente e as queimadas ocorrem por 3 ou 4 anos seguidos, até a completa eliminação dos restos da vegetação derrubada.

Essa análise dos resultados da sobreposição dos pontos de queimadas com o *Mapa de Vegetação e Uso das Terras* mostra que, em Mato Grosso, as queimadas estão relacionadas, ao fenômeno da expansão da fronteira agrícola, que ocorreu de 1995 a 2001, principalmente em áreas de floresta de transição. Em 2002 e em 2003, passou a ocorrer também em áreas de floresta mais densa.

Do ponto de vista de uso das terras, a análise mostra que as queimadas estão relacionadas à atividade agropecuária convencional, a qual mantém várias etapas dos seus processos produtivos, o uso do fogo como ferramenta essencial.

O fato de a atividade pecuária – inclusive a mecanizada – coexistir com o processo de expansão da fronteira, deve ter contribuído para os desvios positivos encontrados na análise diacrônica anterior.

Conhecer o fenômeno para interferir e mudar seu padrão de ocorrência

Frequentemente associado aos desmatamentos, a afirmação de que para interferir ou alterar o desenvolvimento de qualquer fenômeno, é necessário compreender as bases de seu comportamento, pode parecer óbvia mas, na prática, muitas vezes o que se percebe é o foco exclusivo, além do combate insistente e isolado da sua ocorrência. A abordagem do fenômeno das queimadas, frequentemente associado aos desmatamentos, é um exemplo atual desse tipo de comportamento, no qual diferentes estratégias e ações de comando e controle são planejadas e deflagradas, na tentativa de modificar o padrão de sua expressão.

Baseadas em ferramentas de geotecnologia, as análises espaciais apresentam um potencial ainda pouco explorado pelas instituições governamentais, responsáveis pela elaboração e execução de políticas públicas. Talvez isso se deva ao fato de essas tecnologias terem surgido e se desenvolvido, operacionalmente, ao longo das duas últimas décadas e ainda não terem conseguido migrar do ambiente acadêmico de desenvolvimento, para dentro do ambiente e da rotina dos usuários não especialistas.

Algumas variáveis condicionantes da ocorrência de queimadas podem ser mapeadas e modeladas, gerando informações sobre os padrões de ocorrência e de desenvolvimento desse fenômeno, bem como a percepção de tendências

futuras da sua expressão, possibilitando a estruturação e a execução de estratégias preventivas e de ações que evitem sua ocorrência e não simplesmente identifiquem e punam os culpados.

Como ficou demonstrado estatisticamente, a ocorrência de queimadas não se comportou, espacialmente, de forma aleatória e desordenada. Em vez disso, apresentou tendências e padrões bem definidos, delineando uma componente de previsibilidade detentora de uma relação direta com os melhores indicadores da aptidão agrícola das terras e com as menores distâncias dos eixos viários pavimentados. Por sua vez, constituiu uma relação inversa com determinadas situações de restrição de uso, como a delimitação e demarcação de Unidades de Conservação e de Áreas Indígenas.

Se por um lado, o fato de esperar o surgimento de focos de queimadas ou de áreas desmatadas para, a partir daí, atuar sobre os agentes responsáveis por tais ações, dificulta a formulação e execução de estratégias e ações, por outro, essa estratégia não atende à finalidade primordial da geração e da gestão dessas políticas, que são a preservação da biodiversidade e a conservação do recursos naturais, pois a possibilidade de atuação só é deflagrada após a efetiva ocorrência e identificação do fenômeno.

Outro resultado obtido, a ser destacado, refere-se à comprovação estatística dos processos de transição das áreas florestadas para áreas agricultadas com alta tecnologia, passando pela exploração seletiva de madeira, atividade agropecuária de tradicional e, finalmente, a agricultura mecanizada e tecnificada.

Logicamente, existem situações específicas e casos individuais, nos quais essa dinâmica pode não aderir ao padrão e ao comportamento geral identificado e caracterizado em Mato Grosso, mas a compreensão e a caracterização global das variáveis condicionantes do comportamento do fenômeno são imprescindíveis para fomentar as discussões que envolvam o delineamento de uma agenda positiva para o desenvolvimento do agronegócio nesse estado, com a desejada redução dos atuais custos ambientais associados.

Referências

- ALENCAR, A.; NEPSTAD, D.; McGRATH, D.; MOUTINHO, P.; PACHECO, P.; DIAZ, M. C. V.; SOARES FILHO, B. S. **Desmatamento na Amazônia: indo além da "emergência crônica"**. Belém: Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia, 2004. 85 p.
- ANDERSON, A. B. Deforestation in Amazonia: dynamics, causes, and alternatives. In: ANDERSON, A. B. **Alternatives to deforestation: steps toward sustainable use of the Amazon rain forest**. New York: Columbia University, 1990. p. 3-23.
- BECKER, B. K. Geopolítica da Amazônia. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 19, n. 53, p. 71-86, 2005.
- BECKER, B. K. Síntese do processo de ocupação da Amazônia: lições do passado e desafios do presente. In: BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Causas e dinâmica do desmatamento na Amazônia**. Brasília, DF, 2001. p. 5-28.
- BINSWANGER, H. P. Brazilian policies that encourage deforestation in the Amazon. **World Development**, Oxford, v. 19, n. 7, p. 821-829, 1991.
- BOSERUP, E. **Evolução agrária e pressão demográfica**. São Paulo: Hucitec: Polis, São Paulo, 1987. 141 p.
- CASTRO, E. R.; MONTEIRO, R.; CASTRO, C. P. **Atores e relações sociais em novas fronteiras na Amazônia**: Novo Progresso, Castelo de Sonhos e São Félix do Xingu. Belém: Ministério do Meio Ambiente, 2002. 145 p.
- COUTINHO, A. C. **Dinâmica das queimadas no Estado do Mato Grosso e suas relações com as atividades antrópicas e a economia local**. 2005. 308 p. Tese (Doutorado em Ciência Ambiental) Universidade de São Paulo.
- FEARNSIDE, P. M. Deforestation in Brazilian Amazonia: the effect of population and land tenure. **AMBIO**, Stockholm, SE, v. 22, n. 8, p. 537-545, 1993.
- FEARNSIDE, P. M. Fire in the tropical rain forest of the Amazon basin. In: GOLDAMMER, J. G. **Fire in the tropical biota: ecosystem processes and global challenges**. Berlin, DE: Springer: Verlag, 1990b. p. 106-116. (Ecological studies, v. 84).
- FEARNSIDE, P. M. Predominant land uses in Brazilian Amazonia. In: ANDERSON, A. B. **Alternatives to deforestation: steps toward sustainable use of the Amazon rain forest**. New York: Columbia University, 1990a. p. 233-251.
- FERREIRA, L. V.; VENTICINQUE, E.; ALMEIDA, S. O desmatamento na Amazônia e a importância das áreas protegidas. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 19, n. 53, p. 157-166, 2005.
- HOMMA, A. K. O. **Extrativismo vegetal na Amazônia: limites e oportunidades**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 1993. 202 p.
- INPE. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **Queimadas**. 2004. Disponível em: <<http://www.cptec.inpe.br/queimadas/>>. Acesso em: 11 abr. 2004.
- LAURANCE, W. F.; LUIZÃO, R. C. C. Driving a wedge into the Amazon. **Nature**, London, UK, v. 448, p. 409-410, 2007.

MARGULIS, S. **Causas do desmatamento da Amazônia brasileira**. Brasília, DF: Banco Mundial, 2004. 80 p.

MARGULIS, S. **Quem são os agentes do desmatamento na Amazônia e por que eles desmatam?** Brasília, DF: Banco Mundial, 2000. 25 p. Paper conceitual.

MATO GROSSO. Secretaria de Estado de Planejamento e Coordenação Geral. **Zoneamento socioeconômico ecológico do estado de Mato Grosso 2002**. Cuiabá: SEPLAN, 2003. Disponível em: <<http://www.zsee.seplan.mt.gov.br/servidordemapas/Run.asp>>. Acesso em: 1 jun. 2005.

NEPSTAD, D. C.; MOREIRA, A. G.; ALENCAR, A. A. **Flames in the rain forest**: origins, impacts and alternatives to amazonian fire: the pilot program to conserve the brazilian rain forest. Brasília, DF: Banco Mundial, 1999b. 161 p.

NEPSTAD, D. C.; VERÍSSIMO, A.; ALENCAR, A.; NOBRE, C.; LIMA, E.; LEFEBVRE, P.; SCHLESINGER, P.; POTTER,

C.; MOUTINHO, P.; MENDOZA, P.; COCHRANE, M.; BROOKS, V. Large scale impoverishment of Amazonian forests by logging and fire. **Nature**, London, UK, v. 398, p. 505-508, apr. 1999a.

SOARES-FILHO, B. S.; NEPSTAD, D. C.; CURRAN, L. M.; CERQUEIRA, G. C.; GARCIA, R. A.; RAMOS, C. A.; VOLL, E.; MCDONALD, A.; LEFEBVRE, P.; SCHLESINGER, P. Modelling conservation in the Amazon basin. **Nature**, London, UK, n. 440, p. 520-523, 2006.

STEVENSON, W. J. **Estatística aplicada à administração**. São Paulo: Harbra, 1981. 495 p.

TOLLEFSON, J. All eyes on the Amazon. **Nature**, London, UK, v. 452, 137 p., 2008.

UHL, C.; KAUFFMAN, J. B. Deforestation, fire susceptibility, and potential tree responses to fire in the eastern Amazon. **Ecology**, Tempe, AZ, v. 71, n. 2, p. 437-449, 1990.