

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO - USP

Programa de Pós-Graduação em Ciência Ambiental –

Procam

**DINÂMICA DAS QUEIMADAS NO ESTADO DO MATO GROSSO E
SUAS RELAÇÕES COM AS ATIVIDADES ANTRÓPICAS E A
ECONOMIA LOCAL**

**Tese de doutorado apresentada ao
Programa de Pós-Graduação em
Ciência Ambiental da Universidade de
São Paulo.**

Aluno: Alexandre Camargo Coutinho

**Orientador: Prof. Dr. José Eli da Veiga,
PROCAM e FEA / USP**

**São Paulo
2005**

Dedico aos meus dois filhos, Rodrigo e Caio, por me mostrarem sempre o caminho da felicidade e da inspiração e à Fábria, que com sua incessante dedicação, amor e carinho sempre soube como manter o equilíbrio e a razão para dar continuidade à construção e consolidação do nosso maior projeto.

SUMÁRIO

1	RESUMO.....	15
2	ABSTRACT.....	16
3	AGRADECIMENTOS.....	17
4	INTRODUÇÃO.....	19
5	ANTECEDENTES.....	22
6	OBJETIVOS.....	39
7	MATERIAL.....	39
7.1	O ESTADO DO MATO GROSSO	40
7.1.1	Histórico de ocupação	42
7.1.2	Clima	47
7.1.3	Relevo	51
7.1.4	Vegetação	55
7.1.5	Solos	62
7.2	IMAGENS DE SATÉLITE	79
7.3	CARTOGRAFIA BÁSICA UTILIZADA	84
7.4	BASE DE DADOS NUMÉRICOS	91
7.5	LOGICIAIS E APLICATIVOS.....	92
8	MÉTODOS.....	95
8.1	CONSOLIDAÇÃO DA BASE DE DADOS DE QUEIMADAS	95
8.2	CONSTITUIÇÃO DOS MOSAICOS DE IMAGENS DO SATÉLITE LANDSAT	97

8.3	PRINCIPAIS PARÂMETROS TÉCNICOS DOS MOSAICOS.....	99
8.3.1	Mosaico de 1999	99
8.3.2	Mosaico de 2000/2001	101
8.4	PROGRAMA COMPUTACIONAL UTILIZADO.....	102
8.5	REGISTRO E CORREÇÃO GEOMÉTRICA DAS IMAGENS.....	102
8.6	EQUALIZAÇÃO DOS HISTOGRAMAS DAS IMAGENS.....	103
8.7	FUSÃO DAS IMAGENS	103
8.8	VERIFICAÇÃO DA PRECISÃO ESPACIAL DOS DADOS DE QUEIMADAS	104
8.9	DEMONSTRAÇÃO DA NÃO ALEATORIEDADE DA OCORRÊNCIA DAS QUEIMADAS.....	108
8.10	DETERMINAÇÃO DA DINÂMICA DE OCORRÊNCIA DE QUEIMADAS	109
8.11	ANÁLISE ESPACIAL DOS DADOS	113
8.11.1	Incidência de queimadas e a aptidão agrícola das terras.....	114
8.11.2	Incidência de queimadas e a rede viária pavimentada.....	120
8.11.3	Incidência de queimadas e as áreas de uso restrito.....	125
8.11.4	Incidência de queimadas e as unidades de vegetação e uso das terras.....	127
8.12	ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS DADOS.....	131
8.12.1	Coleta de dados e definição da tabela com os descritores e objetos.....	132
8.12.2	Processamento estatístico com o SAS.....	136
9	RESULTADOS	139
9.1	VERIFICAÇÃO DA PRECISÃO ESPACIAL DOS DADOS DE QUEIMADAS	139
9.2	VERIFICAÇÃO DA NÃO ALEATORIEDADE DA OCORRÊNCIA DE QUEIMADAS	143
9.3	DINÂMICA ESPAÇO-TEMPORAL DA OCORRÊNCIA DAS QUEIMADAS	145
9.4	ANÁLISE ESPACIAL.....	151
9.4.1	Aptidão Agrícola das Terras	151
9.4.2	Rede Viária.....	154
9.4.3	Áreas de Uso Restrito	159
9.4.4	Vegetação e Uso das Terras-1999.....	160
9.5	ANÁLISE ESTATÍSTICA	172

9.5.1	Seleção das variáveis.....	172
9.5.2	Seleção das principais componentes para a análise de <i>cluster</i>	174
9.5.3	Análise de <i>Cluster</i>	178
9.5.3.1	Caracterização dos agrupamentos.....	182
9.5.3.2	Distribuição espacial dos agrupamentos	197
9.5.3.3	Síntese dos agrupamentos.....	200
10	DISCUSSÃO.....	203
10.1	DADOS DE QUEIMADAS: O POTENCIAL RESERVADO À SÉRIE HISTÓRICA	205
10.2	O QUE CONDICIONOU A DINÂMICA DE QUEIMADAS NO ESTADO DO MATO GROSSO?.....	209
11	CONCLUSÃO	216
12	REFERÊNCIAS	220
13	ANEXOS.....	234

ÍNDICE DAS FIGURAS

Figura 1: Localização do Estado do Mato Grosso (MT)	40
Figura 2: Linha de demarcação entre as terras atribuídas a Portugal e Espanha.....	43
Figura 3: Modelo Digital de Elevação do Estado do Mato Grosso.	52
Figura 4: Mapa de declividades do Estado do Mato Grosso.	53
Figura 5: Mapa de solos do Estado do Mato Grosso.	62
Figura 6: Mapa de Vegetação e Uso das Terras do Estado do Mato Grosso – 1999.....	86
Figura 7: Mapa de Aptidão Agrícola das Terras do Estado do Mato Grosso.....	87
Figura 8: Mapa da Rede Viária do Estado do Mato Grosso.	88
Figura 9: Mapa das Áreas Indígenas do Estado do Mato Grosso.....	89
Figura 10: Mapa das Unidades de Conservação do Estado do Mato Grosso.....	90
Figura 11: Referência de cenas das imagens Landsat. do Estado do Mato Grosso.....	98
Figura 12: Círculos definidos para verificação da precisão dos pontos de queimadas.....	106
Figura 13: Esquema das possibilidades de localização da área aproximada do pixel, no círculo de 1,5km de raio.	107
Figura 14: Mapa de Aptidão Agrícola das Terras com as queimadas de 1995.	117

Figura 15: Mapa de Aptidão Agrícola das Terras com as queimaas de 1999.	118
Figura 16: Mapa de Aptidão Agrícola das Terras com as queimadas de 2003.	119
Figura 17: Mapa da rede viária pavimentada.	120
Figura 18: Mapa de distância das estradas asfaltadas com as queimadas de 1995.	122
Figura 19: Mapa de distância das estradas asfaltadas com as queimadas de 1999.	123
Figura 20: Mapa de distância das estradas asfaltadas com as queimadas de 2003.	124
Figura 21: Mapa das áreas de uso restrito com as queimadas de 2003.	126
Figura 22: Mapa de Vegetação e Uso das Terras com as queimadas de 1995.	128
Figura 23: Mapa de Vegetação e Uso das Terras com as queimadas de 1999.	129
Figura 24: Mapa de Vegetação e Uso das Terras com as queimadas de 2003.	130
Figura 25: Conjuntos de imagens Landsat, utilizados no ano de 1999 e no biênio 2000/2001.	140
Figura 26: Gráficos das regressões do número de queimadas ano a ano.	144
Figura 27: Gráfico da distribuição dos valores de F1, por município.	147
Figura 28: Distribuição dos pontos de queimadas e linha de tendência no agrupamento 1.	148

Figura 29: Distribuição dos pontos de queimadas e linha de tendência no agrupamento 2.	149
Figura 30: Distribuição dos pontos de queimadas e linha de tendência do agrupamento 3.	149
Figura 31: Distribuição dos pontos de queimadas e linha de tendência do agrupamento 4.	150
Figura 32: Mapa da dinâmica de queimadas.....	151
Figura 33: Distribuição dos pontos de queimadas na faixa de até 10km de distância dos eixos pavimentados.....	156
Figura 34: Distribuição dos pontos de queimadas na faixa de 10 a 20km de distância dos eixos pavimentados.....	156
Figura 35: Distribuição dos pontos de queimadas na faixa de 20 a 30km de distância dos eixos pavimentados.....	157
Figura 36: Distribuição dos pontos de queimadas na faixa de 30 a 40km de distância dos eixos pavimentados.....	157
Figura 37: Distribuição dos pontos de queimadas na faixa de 40 a 50km de distância dos eixos pavimentados.....	158
Figura 38: Mapa da distribuição espacial dos agrupamentos.	199
Figura 39: Mapa da dinâmica de queimadas.....	199
Figura 40: Papel do fogo no processo de degradação da Floresta Tropical..	262
Figura 41: Ciclo natural do Carbono antes do período industrial.....	265
Figura 42: Ciclo do Carbono considerando as atividades antrópicas contemporâneas.	266

Figura 43: Influência da frequência de queimadas e dos tipos de solo no estabelecimento das diferentes fisionomias do domínio do cerrado.....268

ÍNDICE DAS TABELAS

Tabela 1: Características dos satélites da família NOAA.	81
Tabela 2: Características dos sensores à bordo dos satélites NOAA	81
Tabela 3: Características do satélites da família Landsat.	83
Tabela 4: Características dos sensores a bordo dos satélites da família Landsat.	84
Tabela 5: Variáveis selecionadas e fonte de obtenção.	133
Tabela 6: Coeficiente de correlação e nível de significância entre o F1 de queimadas e as três variáveis das culturas temporárias.....	136
Tabela 7: Avaliação de precisão dos pontos de queimadas.	141
Tabela 8: Matriz de correlação anual entre as queimadas.....	145
Tabela 9: Distribuição das freqüências de queimadas entre as classes de aptidão agrícola das terras, em 1995.....	152
Tabela 10: Distribuição das freqüências de queimadas entre as classes de aptidão agrícola das terras, em 1999.....	152
Tabela 11: Distribuição das freqüências de queimadas entre as classes de aptidão agrícola das terras, em 2003.....	153
Tabela 12: Freqüências esperadas (F.E.) e observadas (F.O.) de queimadas entre os intervalos de distância dos eixos viários pavimentados (1995 – 2003).....	154
Tabela 13: Valores do qui quadrado para as séries temporais dos eixos viários pavimentados.....	155

Tabela 14: Valores do X^2 para a distribuição de freqüências de queimadas em relação às áreas de uso restrito.	160
Tabela 15: Distribuição das queimadas entre as classes de vegetação e uso das terras.	161
Tabela 16: Distribuição das freqüências de queimadas entre as classes de vegetação e uso das terras em 1995.	162
Tabela 17: Distribuição das freqüências de queimadas entre as classes de vegetação e uso das terras em 1996.	163
Tabela 18: Distribuição das freqüências de queimadas entre as classes de vegetação e uso das terras em 1997.	163
Tabela 19: Distribuição das freqüências de queimadas entre as classes de vegetação e uso das terras em 1998.	164
Tabela 20: Distribuição das freqüências de queimadas entre as classes de vegetação e uso das terras em 1999.	164
Tabela 21: Distribuição das freqüências de queimadas entre as classes de vegetação e uso das terras em 2000.	165
Tabela 22: Distribuição das freqüências de queimadas entre as classes de vegetação e uso das terras em 2001.	165
Tabela 23: Distribuição das freqüências de queimadas entre as classes de vegetação e uso das terras em 2002.	166
Tabela 24: Distribuição das freqüências de queimadas entre as classes de vegetação e uso das terras em 2003.	166
Tabela 25: Auto-valores da matriz de correlação e porcentagens da variabilidade total dos dados explicada.	175

Tabela 26: Auto-vetores e os respectivos pesos de cada variável para sua constituição.	175
Tabela 27: Agrupamentos formados e distribuição das classes de variáveis.	181
Tabela 28: Distribuição dos valores e das classes das variáveis no agrupamento 1.	184
Tabela 29: Distribuição dos valores e das classes das variáveis no agrupamento 2.	186
Tabela 30: Distribuição dos valores e das classes das variáveis no agrupamento 3.	188
Tabela 31: Distribuição dos valores e das classes das variáveis no agrupamento 4.	189
Tabela 32: Distribuição dos valores e das classes das variáveis no agrupamento 5.	190
Tabela 33: Distribuição dos valores e das classes das variáveis no agrupamento 6.	192
Tabela 34: Distribuição dos valores e das classes das variáveis no agrupamento 7.	193
Tabela 35: Distribuição dos valores e das classes das variáveis no agrupamento 8.	194
Tabela 36: Distribuição dos valores e das classes das variáveis no agrupamento 9.	195
Tabela 37: Distribuição dos valores e classes das variáveis no agrupamento 10.	196

Tabela 38: Distribuição dos valores e classes das variáveis no agrupamento 11.....	197
Tabela 39: Área desmatada na Amazônia Legal, no período de 1978 a 2003.....	243
Tabela 40: Composição global das emissões e seqüestro de carbono.....	259
Tabela 41: Contribuição relativa dos gases-traço para o efeito estufa.....	260
Tabela 42: Origem e características dos gases traço atmosféricos significantes para o efeito estufa.....	260

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Itinerário histórico, político e tecnológico: o contexto da prática de queimadas no Estado do Mato Grosso.	234
Anexo 2: Totais anuais de pontos de queimadas por município do Estado do Mato Grosso.....	291
Anexo 3: Matriz de correlação entre as variáveis selecionadas e o F1 de queimadas.....	295
Anexo 4: Descrição dos códigos das variáveis.	296
Anexo 5: Dendrograma resultante da análise de <i>cluster</i>	301
Anexo 6: Imagens do satélite Landsat, ilustrando diferentes fases do processo de abertura de novas áreas.	302

1 RESUMO

A acelerada dinâmica de uso das terras e a elevada incidência de pontos de queimadas observadas na região da Amazônia Legal, na última década, atingiram proporções alarmantes, atraindo as atenções de políticos, ambientalistas e da sociedade em geral. Diferentes políticas, estratégias e ações de monitoramento e controle das queimadas foram propostas no decorrer desse período, 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. O Estado do Mato Grosso, localizado na região da Amazônia Legal, apresenta características especiais para o entendimento das relações entre a ocupação das terras e a incidência das queimadas, pois congrega em seu território uma importante diversidade ambiental e sócio econômica, favorecendo o desenvolvimento das análises propostas. Esta tese procurou identificar e mapear a dinâmica de queimadas no Estado do Mato Grosso e explicar suas principais condicionantes, baseando-se em análises espaciais e estatísticas, desenvolvidas com os dados de queimadas e de variáveis ambientais, econômicas e sociais.

Palavras-chave: queimadas, monitoramento ambiental, dinâmica do uso das terras, Estado do Mato Grosso, Amazônia Legal.

2 ABSTRACT

The increasing dynamics in land use and the elevated incidence of fires observed during the last decade in the Legal Amazon have reached an alarming scale that attracted the attention of politicians, environmentalists and the society in general. Different policies, strategies and monitoring actions to the control of fires were proposed during this period, with the goal of restraining the movement and the advance of the agricultural frontier over the remaining natural vegetation, especially on areas of Tropical Rain Forrest. Mato Grosso State, located in the Legal Amazon, presents special characteristics for the understanding of the relationship between land occupation and the incidence of fires, for it congregates in its territory an important environmental and socioeconomic diversity. Based on spatial and statistical analyzes developed from fire data, as well as on environmental, economical and social variables, this thesis focuses on the identification, mapping and explanation of the main driving forces of fire dynamics in Mato Grosso State.

Key-words: burnings, environmental monitoring, land use dynamics, Mato Grosso State, Legal Amazon.

3 AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar gostaria de agradecer à Embrapa por ter me proporcionado a oportunidade de desenvolver este trabalho, no âmbito do seu programa de pós-graduação e por ter, durante esse período, oferecido todo o apoio, além de condições técnicas e logísticas para seu desenvolvimento. Agradeço de forma particular, aos pesquisadores e amigos Ivo Pierozzi Jr., pelas inúmeras revisões do texto e sugestões, Marcelo Guimarães, Gustavo Souza Valladares, Marcos Cicarini Hott, Osvaldo Tadatomo Oshiro, José Gabriel Jordão Monteiro, Eduardo Góes Neves e Nikita Boundarenko, pelo apoio e pelas sugestões efetuadas durante a execução do trabalho. No âmbito da Embrapa, merece um agradecimento destacado o pesquisador e amigo José Ruy Porto de Carvalho, pelas impreteríveis discussões e pela revisão sobre os processamentos estatísticos adotados e executados.

Agradeço, de forma muito especial, ao professor José Eli da Veiga, pelas pacientes e criteriosas reflexões e sugestões efetuadas durante o desenvolvimento deste trabalho e pela disposição e dedicação, demonstradas em todo o processo. Em relação ao trabalho exaustivo de revisão do documento final, agradeço ao professor Leopoldo Magno Coutinho e à jornalista Liana John, pela forma judiciosa com a qual se dedicaram na produção deste documento e na elaboração das sugestões e críticas, sempre muito bem vindas.

Não poderia deixar de agradecer à Secretaria de Estado de Planejamento e Coordenação Geral do Estado do Mato Grosso (SEPLAN-MT), especialmente à

Lígia Camargo Madruga, pela cessão do material cartográfico digital do Zoneamento Sócio Econômico Ecológico, sem o qual a execução de boa parte deste trabalho não teria sido possível.

Ainda, considerando o aspecto de cessão dos dados, sou extremamente grato aos pesquisadores Alberto Setzer e Luis Eduardo Maurano, do Instituto de Pesquisas Espaciais-INPE, pelo trabalho de reunião e envio dos dados de queimadas solicitados, sem os quais o desenvolvimento deste trabalho seria absolutamente impensável.

Agradeço, também, a todas as pessoas das áreas de apoio técnico e administrativo da Embrapa Monitoramento por Satélite, pelo criterioso e valioso trabalho de suporte à pesquisa. Especialmente, a Rosângela do Nascimento Pereira, pelo constante cuidado e auxílio no cumprimento do protocolo referente a este processo e a Maria de Cléofas Faggion Alencar e a Shirley Soares da Silva, pelo apoio na localização das publicações e revisão das referências.

Dirijo, igualmente, meu reconhecimento e agradecimento à Universidade de São Paulo, especificamente ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Ambiental – PROCAM/USP, pela acolhida e pelo interesse demonstrado na execução e conclusão do trabalho, e por todo o apoio recebido dos integrantes da sua secretaria, em especial ao Luciano de Souza pela prontidão e dedicação no atendimento prestado aos alunos.

Finalmente, agradeço aos meus pais, pelo apoio e pela incondicional torcida com a qual sempre contei em todas as etapas da minha vida.

4 INTRODUÇÃO

A dimensão e os impactos decorrentes da prática de queimadas, sobretudo na região tropical, são objeto de preocupação e polêmica no âmbito nacional e internacional. De maneira geral, as queimadas são fortemente associadas a processos de desmatamento e incêndios florestais, embora pesquisas recentes afirmem que isso não corresponda totalmente à realidade.

As queimadas ocorrem em toda a extensão do Território Nacional, sendo utilizadas tanto em sistemas de produção primitivos ou convencionais, praticados por indígenas, caboclos e pequenos agricultores, quanto em sistemas com altos níveis de tecnicidade. Em geral, as queimadas praticadas na agricultura e pecuária têm o objetivo de promover a adubação através dos depósitos de cinza, eliminar plantas invasoras de pastagens, limpar os campos para o plantio, provocar a rebrota das gramíneas renovando as pastagens, controlar a população de carrapatos nas pastagens, combater pragas em restos de culturas e facilitar o trabalho humano como, por exemplo, na colheita manual da cana-de-açúcar, entre outros interesses.

Na Amazônia, o processo de ocupação possui características e dinâmicas muito particulares. A identificação e distinção dos múltiplos agentes, responsáveis pela atual dinâmica de queimadas da região é bastante complexa e incipiente, em função do convívio e das relações consolidadas entre diferentes atores do contexto exploratório dos recursos naturais e diferentes processos produtivos extrativistas, agropecuários, energéticos e mineradores.

A falta de informações e de diretrizes, capazes de auxiliar os processos de formatação e de decisão de políticas ambientais e agrícolas tem, sistematicamente, levado as instituições públicas ou privadas, responsáveis pela gestão dos recursos naturais e dos bens comuns, a adotarem primordialmente medidas repreensivas e imediatistas, na tentativa de solucionar ou minimizar impactos pontuais e específicos, causados, sobretudo, pela interferência antrópica direta.

Como estabelecer uma política mais racional e sustentável para a Amazônia, respeitando e contemplando sua heterogeneidade e realidade, evitando que ela esteja constantemente sujeita a diferentes ciclos de ocupação e exploração predatória e, finalmente, afastando o infundável estado de “emergência crônica” ao qual a humanidade a tem condenado?

A necessidade cada vez maior e mais urgente de se estabelecer, definitivamente, um instrumento de política pública, visando a gestão e o uso racional do território amazônico, exige o desenvolvimento de um contexto de investigação, identificação e definição dos processos e dos atores envolvidos na dinâmica de ocupação, para que seja possível circunstanciar, formatar e adotar estratégias de ocupação e de gerenciamento de médio e longo prazos que não busquem atender ou solucionar episódios isolados ou impactos específicos.

O uso do fogo é uma prática disseminada em vários contextos diferentes e tem finalidades absolutamente próprias em cada um deles, portanto, a simples definição e adoção de medidas proibitivas, punitivas e imediatistas, gera como consequência a necessidade de se estabelecer um contexto de fiscalização e de

política de comando e controle absolutamente incompatível com as dimensões e a realidade amazônica.

Considerando a atualidade das reflexões e acordos internacionais sobre a redução das emissões de gases de efeito estufa relacionados às mudanças climáticas globais, é imprescindível a criação e adoção de estratégias com o objetivo de atrair e captar recursos internacionais, para o desenvolvimento de pesquisas e implementação de soluções mais articuladas, de curto, médio e longo prazos para alguns problemas da Amazônia Legal.

A matriz energética brasileira indica, claramente, que as fontes das emissões nacionais de gases de efeito estufa são, sobretudo, baseadas nas ações relacionadas à expansão da fronteira agrícola, que se dá através da derrubada, queima e conseqüente substituição da cobertura florestal natural pela agricultura e pecuária.

Qual a participação efetiva de cada uma dessas atividades antrópicas nas taxas de emissão de gases de efeito estufa? Qual seria a melhor estratégia para reduzir essas emissões além dos níveis pretendidos e, com isso, ainda gerar recursos com a comercialização do excedente de carbono, criando a possibilidade de gerar uma opção “duplo ganhadora” (ambiente-sociedade), através de investimento dos recursos obtidos no desenvolvimento tecnológico e social envolvidos na agricultura e pecuária amazônica?

A heterogeneidade da distribuição dos recursos naturais, da infra-estrutura disponível, dos diferentes processos de colonização, dos fluxos e volumes de

recursos disponibilizados, da origem geográfica dos colonos etc. acabaram definindo uma heterogeneidade também nos padrões de ocupação e, conseqüentemente, nos impactos ambientais decorrentes das diferentes atividades desenvolvidas.

5 ANTECEDENTES

A atual ocupação humana do espaço amazônico, particularmente no Estado do Mato Grosso, deriva de um cenário de transformações e de um histórico de motivações políticas e ações. A evolução de tal ocupação está relacionada a algumas ações governamentais de incentivo ao povoamento da região e a tentativas de controle e solução dos impactos ambientais e sociais gerados nesse processo. Destacamos, a seguir, brevemente, os principais instrumentos e tecnologias arrolados na tarefa de identificar e mapear as alterações ambientais de origem antrópica. Uma análise mais detalhada e circunstanciada dos mesmos elementos é apresentada no Anexo1.

Até a década de 50, a ocupação e produção agropecuária da Região Amazônica caracterizaram-se por uma atividade pecuária praticamente sem expressão. Desenvolvida sobre campos, pastagens naturais e várzeas, tal atividade se distribuía, sobretudo, nos Estados do Pará, Tocantins, Mato Grosso, Amapá e Roraima.

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, até mesmo nas suas porções mais isoladas e distantes. Tal sentimento mobilizou o Governo Federal, tornando prioritária a implementação de infra-estrutura para melhorar ou viabilizar o acesso e incentivar a migração e a colonização. Entendia-se esta política como uma forma eficiente de povoar a Amazônia e, conseqüentemente, garantir a soberania sobre toda aquela extensão territorial.

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 visava criar redes de integração espacial. Os projetos de colonização agrícola, pública e privada, procuravam atrair migrantes de outras regiões brasileiras – sobretudo da região Sul - para o Norte. A integração das estruturas produtivas da Amazônia ao mercado nacional pretendia atrair novos empreendedores.

Embora o acesso fosse parte fundamental do processo de integração, a expansão da fronteira agrícola da Amazônia não deve ser considerada como uma relação unilateral de causa e efeito com a expansão da malha rodoviária. Há, nesse contexto, uma relação de retroalimentação positiva, estabelecendo um ciclo: as melhorias atraíram mais migrantes para a região, provocaram a expansão da fronteira agrícola, justificando mais melhorias na estrutura viária e o avanço da ocupação para novas áreas, onde o processo se repetia (Fearnside¹, 1982, *apud* Homma, 1993, p.123).

¹ FEARNSIDE, P.M. Desmatamento na Amazônia brasileira: com que intensidade vem ocorrendo? *Acta Amazônica*, Manaus, v.12, n.3, p.579-590, 1982.

Para Homma (1993) e Becker (2005, p. 73), as significativas alterações dos padrões de ocupação, promovidos pela incorporação dessa nova rede viária, definem a passagem da “civilização da várzea” - pautada pela ocupação das margens dos rios, principais vias de acesso e comunicação da região antes da década de 60 - para a “civilização da terra firme”, na qual as estradas, construídas nos interflúvios amazônicos, assumiram o papel outrora designado aos rios. Margulis (2000, p. 8) destaca a abertura de vias de acesso como a principal variável indutora dos desmatamentos.

Dessa forma, o padrão de ocupação predominante nas décadas de 60 e 70, cujos atores eram motivados pela consolidação dos grandes eixos viários de integração, caracterizou-se pela abertura de pequenas propriedades. Nelas, a utilização de processos de produção rudimentares servia basicamente para o sustento familiar. Ao mesmo tempo, incentivos fiscais para alguns grandes projetos agropecuários também tiveram papel significativo e proporcionaram a abertura e formação de grandes unidades com pastagens extensivas.

Nessa nova dinâmica territorial, promovida através de 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, p. 823). Assim, tal cenário de oportunidades e deficiências do sistema fundiário brasileiro, aliado à abertura de novas estradas, proporcionou o

acesso às terras devolutas e promoveu o avanço do processo de disputa pelos direitos à terra.

Paralelamente, a partir da década de 70, a abertura e entrada de capitais estrangeiros, aliada aos planos governamentais, relacionados sobretudo à extração de recursos minerais, possibilitaram e aceleraram a consolidação de uma infra-estrutura, que influenciou o desenvolvimento crescente e acelerado da atividade agropecuária na região amazônica. Esse histórico de ocupação mostra que atividades como o cultivo de cacau, a extração da borracha, o cultivo de pimenta do reino e o garimpo, cederam espaço para a mineração, a pecuária e alguns cultivos, praticados de forma intensiva e através do emprego de tecnologias de ponta como, por exemplo, a soja e o algodão.

De um lado, os pequenos colonos, instalados nos projetos de assentamento, sofrem com a ausência de políticas públicas eficientes para promover seu desenvolvimento e crescimento econômico. De outro lado, as subseqüentes ondas de ocupação consolidam novos atores, geralmente grandes proprietários e empreendedores. Estes são oriundos de vários setores da agropecuária, mineração e energia, que se beneficiam das dificuldades econômicas e dos riscos associados à posse da terra e se empenham em adquirir as pequenas propriedades. Assumem as incertezas inerentes à questão dos direitos de propriedade, mas consolidam grandes extensões contínuas de terras (Castro *et al.*, 2002).

Nesse modelo de desenvolvimento agrário, marcado de certa forma por uma estrutura “bimodal”, encontra-se um “setor principal” definindo os rumos do

“progresso” e do “desenvolvimento econômico” regional, acompanhado por um “setor secundário”, marginal, que praticamente funciona respondendo às pressões e oportunidades definidas pelo principal, conforme descrito por Veiga (2000). É um modelo praticamente oposto ao processo de desenvolvimento agrário ocorrido nos países desenvolvidos, nos quais a agropecuária é uma atividade de caráter principalmente familiar.

Esse padrão de ocupação “bimodal” do espaço amazônico, cria um “gigantesco confronto” entre a expansão da agroindústria da soja, da pecuária e da extração da madeira, de um lado, e o uso conservacionista da floresta, de outro, defendido pela produção familiar, pelos ambientalistas e por diversas categorias de cientistas (Becker, 2005, p. 82).

A ausência de uma política agrária mais abrangente - não limitada a simplesmente assentar ou “lançar” o homem no campo - favoreceu o estabelecimento e manutenção das antigas estruturas das relações sociais e agrárias, privilegiando abusivamente as classes economicamente dominantes.

Desde o início da década de 80, o desenvolvimento e a expansão da atividade agropecuária de grande escala reforça o histórico da política agrária nacional e a conseqüente e notável explosão das taxas de desmatamento. O Governo Federal, então, prevendo e já provando as conseqüências da ocupação acelerada e desordenada (resultado das suas próprias políticas e ações), resolve limitar e reduzir os incentivos à ocupação da região Amazônica. A intenção, com essa medida, era recuperar o controle da situação e diminuir as alarmantes taxas de

erradicação da cobertura florestal natural, que vinha assistindo e, de maneira ineficiente, tentando controlar (Margulis, 2004).

Mesmo após a suspensão e redução dos subsídios governamentais, no entanto, persistiram as altas taxas de desmatamento na Amazônia. Passou-se a acreditar que os desmatamentos estavam sendo efetuados pelos pequenos agricultores, através dos processos produtivos rudimentares. Alguns trabalhos contestaram essa visão e afirmaram que as altas taxas de desmatamento estariam forte e intimamente atreladas a um processo de formação de grandes áreas de pastagem para especulação com o valor da terra (Fearnside, 1993; Reydon, 2001).

Durante a década de 70, os incentivos fiscais representaram um importante papel para a construção de infra-estrutura e a base industrial, associadas à produção pecuária, assim como financiaram parte dos custos para o desenvolvimento de técnicas de produção pecuária na Amazônia. Mas desde o final da década de 80 tais incentivos fiscais perderam seu papel relevante na lista de fatores que explicam a produção pecuária observada (Margulis, 2004).

Atualmente, a Amazônia encontra-se em uma outra 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 transformação da fronteira (Alencar *et al.*, 2004; Becker, 2005, p. 81).

Segundo dados do Projeto de Estimativa de Desflorestamento da Amazônia – PRODES (INPE, 1999), em média são desmatados, aproximadamente, 18.000km²/ano de floresta na Amazônia, sendo que o Estado do Mato Grosso é

responsável por mais de 35% do total e, juntamente com o Estado do Pará, representa mais de 67% dos desmatamentos da região.

Se considerarmos que a quantificação anual das áreas desmatadas, efetuada pelo Instituto de Pesquisas Espaciais, no âmbito do Projeto PRODES, não inclui nos seus mapeamentos as áreas onde a floresta passa pelo processo de extração seletiva de madeira, nem as áreas afetadas pelos incêndios florestais, podemos concluir que existe um “desmatamento oculto” na Amazônia. Se computado, tal “desmatamento oculto” agregaria valores bastante elevados às estimativas atuais, provavelmente duplicando as taxas apresentadas (Alencar *et al.*, 2004, p. 40).

Além disso, embora a incidência de queimadas não possa ser totalmente ou diretamente relacionada aos desmatamentos e à abertura de novas frentes para a agricultura (Miranda e John, 2000: p. 167), existe uma relação bastante forte entre esses dois eventos, principalmente na região circunscrita ao chamado Arco de Desmatamento (Pereira *et al.*, 2000; Nepstad *et al.*, 2002). Ferreira *et al.* (2005, p. 158) estimam que 80% dos desmatamentos observados na região da Amazônia Legal ocorrem motivados pelo processo de formação das pastagens para a criação extensiva de gado.

O fato de o fogo ser amplamente utilizado como ferramenta do processo de erradicação da vegetação florestal natural, por se tratar de um instrumento de baixo custo para o especulador, o colono ou o agricultor, faz com que a sua ocorrência esteja, possivelmente, relacionada à expansão da fronteira agrícola de maneira prioritária. Estudos mais detalhados da dinâmica econômica e sobre os

atores do processo de expansão da fronteira mostram que o fogo está associado a várias atividades, tanto da “fronteira especulativa”, quanto da “fronteira consolidada” (Margulis, 2004).

No processo de ocupação e abertura de novas áreas, parece existir uma articulação entre madeireiros e pecuaristas. Após a exploração e retirada da madeira de interesse comercial, os pecuaristas encontram maior facilidade para penetrar e ocupar as áreas, utilizando-se das estradas e caminhos abertos pelos madeireiros. Ocorre que, na Amazônia, em função da freqüente ausência ou conivência do Estado e da enorme extensão de terras devolutas, a grilagem (ou ocupação ilegal de terras) segue à frente do madeireiro. E garante sua permanência e a exploração da madeira, muitas vezes com o estabelecimento de conflitos e violência (Castro *et al.*, 2002). Essa é uma fase de expansão que não está ligada diretamente ao uso do fogo, apesar de determinar de forma clara e definitiva o início do processo de ocupação, desmatamento e o avanço, irreversível, da fronteira agrícola.

Apesar de perceber o esgotamento do recurso, os atores envolvidos no processo de extrativismo seletivo de madeira não repensam as práticas predatórias adotadas, pois sabem que a atividade pecuária, intimamente relacionada à atividade madeireira, mantém suas oportunidades econômicas², seja através da mudança da atividade que executam, passando da extração da madeira para a

² Essa percepção de que a pecuária na Amazônia é uma atividade economicamente viável e que, portanto, subsidia e compensa o esgotamento causado pelas práticas e processos de produção que a sucedem é criticada por vários autores citados por Reydon (2001: p.301), que sustentam a tese de ser a pecuária a pior alternativa para a Amazônia, devido às altas taxas de perdas para o ecossistema, os baixos lucros obtidos e a baixa absorção de mão-de-obra.

pecuária, seja pelo mercado de terras, através da venda das suas propriedades para os pecuaristas.

A chegada e estabelecimento das serrarias sinaliza o início do processo de expansão da fronteira agrícola e de apropriação da terra, nos últimos anos observado nos estados do Pará e do Mato Grosso. Invariavelmente segue-se a ocupação pela pecuária extensiva e, mais recentemente, pela produção de grãos (Alencar *et al.*, 2004; Castro *et al.*, 2002; Becker, 2001, Anderson, 1990, p. 9).

O uso do fogo se faz, principalmente, associado a esta segunda etapa de ocupação, na qual o processo de implantação e estabelecimento da pecuária se beneficia das queimadas como instrumento facilitador e redutor dos custos da abertura e redução da vegetação remanescente.. Nesse processo, o valor comercial da “madeira branca”, remanescente da retirada da “madeira de lei” torna-se baixo demais, em função da oferta abundante e dos elevados custos de extração e transporte. Não compensa retirá-la das áreas abertas e, portanto, sua queima é a prática mais usualmente adotada para sua eliminação (Boserup, 1987).

A extração da “madeira de lei”, a limpeza e a abertura das áreas, e a 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 adotam o uso do fogo (Margulis, 2004; Castro *et al.*, 2002, Fearnside, 1990a, p. 234).

Particularmente no Estado do Mato Grosso, aliada a essa trajetória espacial de atores e diferentes usos de recursos, mais uma categoria produtiva se insere no processo de uso e posse da terra, agregando maior entropia nas relações sociais e no mercado de valores econômicos e ecológicos: os grandes agricultores, sobretudo os produtores de grãos. Os empresários regionais não questionam o emergente potencial da agricultura para a região, frente à recente percepção do esgotamento da madeira e à lucratividade da pecuária. Antes, definem: “a questão é saber quanto tempo ainda durará a atividade de madeira e da pecuária, antes de começar o ciclo de grãos” (Castro *et al.*, 2002, p. 33).

Em particular, o cultivo de soja, no Estado do Mato Grosso, tem obtido resultados econômicos tão expressivos que a sua inserção no processo de dinâmica de uso das terras pode estar, em alguns casos, assumindo o papel das atividades pioneiras³ na substituição da floresta primária (Alencar *et al.*, 2004, p. 38). Ou seja, novas áreas de floresta são desmatadas para implantação de culturas de soja, sem passar pelo processo tradicional, no qual o madeireiro ou pequeno agricultor iniciam a substituição da floresta, para abrir caminho para a pecuária, até chegar ao cultivo de grãos. Esta hipótese foi prematuramente criticada e refutada no trabalho desenvolvido por Brandão *et al.* (2005, p. 12). Primeiramente, pelo simples fato dos autores julgarem não ser possível abrir e usar, no mesmo período, uma área de vegetação nativa de cerrado, e, muito menos, de floresta. E também por considerarem que as áreas de vegetação nativa não estão próximas

³ Márcio Santilli (ISA), prefaciando Alencar *et al.*, (2004: 10), afirma existirem evidências de que a agricultura intensiva da soja está atuando diretamente sobre a cobertura vegetal natural.

da infra-estrutura necessária para o desenvolvimento de uma atividade de grande demanda de insumos e escoamento, como a associada à produção de soja.

Alencar *et al.* (2004, p. 35) consideram que, apesar de economicamente viável, a ocupação direta pela soja em áreas de floresta ainda é modesta, embora ela tenha responsabilidade indireta sobre as elevadas taxas de desmatamento no Estado do Mato Grosso, onde promoveram uma nova dinâmica entre os diferentes atores e atividades produtivas.

Motivado pela globalização e, conseqüentemente, pela formatação de mecanismos facilitadores das exportações e do comércio internacional, tal processo aumenta o interesse e as demandas de produtos da agropecuária brasileira. A abertura dessas novas oportunidades de mercado tem sido apontada como responsável pela geração de graves impactos ambientais, à medida que pode elevar a pressão sobre os recursos naturais. A produção de “commodities” obriga os pequenos produtores a se deslocarem para áreas marginais, cujos ecossistemas são mais frágeis, como no caso da fronteira agrícola brasileira (Romeiro, 1999d).

A exploração e utilização dos recursos ambientais, sem reflexões sobre a capacidade de suporte ambiental para absorver os impactos gerados, e, portanto, sem limites para o “desenvolvimento”, parece ser o modelo seguido na expansão da fronteira agrícola na Amazônia. A aparente “inesgotabilidade” dos recursos naturais mascara as limitações à expansão do subsistema econômico, em detrimento do ecológico. Gera, assim, dificuldades para a conscientização dos agentes promotores do desenvolvimento, no sentido de promover e consolidar o

desenvolvimento econômico da região, considerando a importância da sua complementariedade com o subsistema ecológico (Romeiro, 1999b, 1999c; Mazoyer e Roudart, 2001, p.82).

Talvez isso explique a lentidão da evolução dos sistemas produtivos tradicionais adotados na região amazônica, que perpetuam o uso de práticas e técnicas reconhecidamente rudimentares, como as queimadas agrícolas.

Esse problema reveste-se de grande complexidade, se considerarmos que o fogo afeta diretamente as características físico-químicas e a biologia dos solos (UNEP, 2004, p. 211), além de freqüentemente fugir ao controle. Nesses casos, ao destruírem remanescentes florestais e outros tipos de cobertura vegetal, os incêndios fragmentam a paisagem, alteram a biodiversidade, afetam a dinâmica dos ecossistemas, expõem os solos a processos erosivos e provocam sedimentação nos cursos d'água (EMBRAPA, 1991; Lovejoy, 2000).

Um outro impacto importante do uso do fogo, sobretudo na região amazônica, é o gradativo aumento da vulnerabilidade das florestas, após os eventos de incêndios. Como efeito das chamas, que tenham conseguido penetrar no interior de uma floresta, morrem algumas árvores adultas e a conseqüente abertura do dossel, resulta na redução e perda da capacidade de manutenção da umidade no interior da mata. Aumenta, então, a inflamabilidade da área e a floresta se torna progressivamente mais susceptível à incidência de novos incêndios (Uhl e Kauffman, 1990; Shulze, 1998; Nepstad *et al.*, 1998, 1999b; Cochrane *et al.*, 1999; Cochrane, 2000; Alencar *et al.*, 2004).

Além disso, a redução da massa florestal e a fumaça emitida podem afetar o regime de chuvas local, provocando uma redução nos níveis de precipitação (Nobre *et al.*, 1991; Rosenfeld, 1999; Andreae *et al.*, 2004). O conseqüente agravamento dos efeitos dos períodos de seca, estabelece, assim, uma nova relação de causa e efeito bastante forte e comprometedora da perenidade da floresta (Nepstad *et al.*, 1995, 2002). Sem contar que diversos gases presentes na fumaça das queimadas contribuem para a formação do ozônio de baixa altitude, o chamado “ozônio ruim”, que afeta a produtividade das plantas e tem efeitos nocivos sobre a saúde dos animais e dos homens.

A emissão de gases resultantes da queima, numa região onde naturalmente se produzem nuvens muito altas, capazes de projetar tais gases bem acima da “camada de mistura” (os primeiros 1 a 2 quilômetros acima da superfície), potencializa as alterações na composição química da atmosfera. Os gases de carbono – sobretudo dióxido e monóxido de carbono – e os óxidos de nitrogênio, resultantes da queima, contribuem para o aumento do efeito estufa e, conseqüentemente, para as mudanças climáticas.

Seguramente, de todos os impactos negativos das queimadas agrícolas e incêndios florestais na Amazônia, este é um dos que mais tem preocupado a comunidade científica e merecido destaque na mídia, e mesmo nas negociações de acordos e convenções internacionais, pois as mudanças climáticas afetam todo o mundo.

No Brasil, por iniciativa do Governo Federal, existem atualmente alguns grandes projetos buscando identificar, delimitar, mapear, quantificar e monitorar 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.

No âmbito do Ministério da Ciência e Tecnologia, surgiu o Projeto Monitoramento da Floresta Amazônica Brasileira por Satélite - PRODES (INPE, 1999), considerado o maior projeto de monitoramento de florestas do mundo. O PRODES utiliza técnicas de sensoriamento remoto orbital, com suporte de um sistema de informações geográficas e há mais de 15 anos permite o acompanhamento do desflorestamento bruto da Amazônia brasileira, com o mapeamento das áreas desflorestadas, através de imagens dos satélites da série Landsat.

Paralelamente, o País também conta com a detecção e a localização de focos de calor, atividade circunscrita ao Projeto Queimadas, também ligado à esfera de ações do Ministério da Ciência e Tecnologia e desenvolvido pelo Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos do Instituto de Pesquisas Espaciais (INPE/CPTEC). Esta foi a primeira iniciativa no mundo de mapeamento de queimadas através da utilização do sensor AVHRR dos satélites da série NOAA (Kaufman *et al.*, 1990) e apresenta dados diários para a totalidade do território nacional (Setzer e Pereira, 1991b; INPE, 2004).

Ainda na esfera do Governo Federal, a preocupação com os incêndios florestais, justificada pelo grave evento ocorrido em Roraima, no início de 1998, originou, em maio do mesmo ano, o Programa de Prevenção e Controle de Queimadas e Incêndios Florestais na Amazônia Legal - PROARCO, que emerge das funções institucionais do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais

Renováveis - IBAMA, Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal - MMA. (IBAMA, 1998).

Um outro projeto desenvolvido na esfera federal, no Ministério da Agricultura, Pecuária e do Abastecimento, constitui-se em uma resposta do Governo Federal à necessidade de apresentar um projeto de redução das queimadas agrícolas à sociedade. Trata-se de um programa de monitoramento e combate desta prática, através da indicação de “Alternativas Para a Prática das Queimadas na Agricultura” (BRASIL, 2001).

Infelizmente, apesar dessas e outras iniciativas governamentais, implementadas como o objetivo de identificar e monitorar os impactos da ocupação e dos processos produtivos adotados na Região da Amazônia Legal, não se logrou modificar a inércia das graves e contundentes transformações pelas quais a região vem passando nas últimas décadas. Com isso, continuamos presenciando, ano a ano, a divulgação de absurdas e irresponsáveis taxas de erradicação da cobertura vegetal natural.

Esta tese procura detectar e caracterizar a dinâmica de queimadas no Estado do Mato Grosso e identificar as condicionantes que provocaram a redução dos focos de queimadas em alguns municípios, sua manutenção e seu crescimento em outros. Dessa forma, a pergunta científica elaborada foi enunciada da seguinte maneira: **Qual é a dinâmica de ocorrência das queimadas no Estado do Mato Grosso e quais são os principais fatores e agentes condicionantes da sua ocorrência?**

HIPÓTESES

As hipóteses adotadas para pautar o desenvolvimento desse trabalho derivaram da formulação de três hipóteses iniciais, elaboradas e apresentadas no projeto de pesquisa original.

A primeira delas considerou que o sistema de identificação e monitoramento de queimadas adotado no Brasil estava baseado em algoritmos e procedimentos tecnológicos ultrapassados e simplistas e, portanto, apresentava dados com baixa confiabilidade e precisão.

A segunda sugeriu a existência de uma dinâmica espaço-temporal de queimadas não aleatória, determinada por variáveis ambientais, agrícolas, econômicas e culturais.

A terceira considerou que o desconhecimento dessa dinâmica, por parte das instituições e agentes governamentais responsáveis pelo combate e prevenção das queimadas, impedia a atuação preventiva e corretiva desses agentes na hora e no lugar certos e, portanto, determinava a menor eficiência na modificação desse quadro crônico nacional.

Com essa concepção, o projeto apresentava uma componente de cunho mais tecnológico, relacionada à validação do sistema de identificação, monitoramento e definição da dinâmica de queimadas e uma outra componente relacionada à questão da formatação de políticas públicas e ações governamentais para contenção do fenômeno.

Já na primeira fase de desenvolvimento do trabalho, referente à reunião das informações e dados, percebeu-se a necessidade de reformulação das hipóteses iniciais, uma vez que o projeto não havia sido concebido de forma a desenvolver uma abordagem para compreensão, julgamento e validação das estratégias e políticas adotadas pelos órgãos governamentais responsáveis pela formatação e execução das políticas públicas e ações de controle de queimadas.

Uma vez avaliada e considerada inoportuna a nova dimensão e os elevados custos operacionais provenientes da inclusão dessa discussão no projeto original, foi definida a reformulação das hipóteses e a eliminação daquela relacionada à verificação dos fatores condicionantes da ineficiência das ações governamentais no combate e controle da ocorrência de queimadas.

Desta forma, esse trabalho restringiu-se à formulação e verificação das três hipóteses relacionadas abaixo, referentes à distribuição espacial e temporal das queimadas e às condicionantes da sua ocorrência.

- 1. A dinâmica espaço-temporal de ocorrência de queimadas não é aleatória;**
- 2. Existe um padrão espacial e temporal bem definido para a ocorrência das queimadas;**
- 3. O padrão espacial e temporal é produto de uma interação complexa entre condicionantes naturais (sazonalidade, tipos de solos, tipos de cobertura vegetal etc.), antrópicos (tecnologia de produção, tipologias dos produtores, distância de núcleos urbanos, da rede viária, de estruturas de**

transformação e armazenagem etc.) e sócio econômicos (estrutura fundiária, desigualdades sociais, mercado, legislação ambiental etc.).

6 OBJETIVOS

Os objetivos do trabalho são identificar e caracterizar a dinâmica espaço-temporal das queimadas no Estado do Mato Grosso e explicar seus principais condicionantes.

Para atingir esses objetivos foram elaborados os seguintes objetivos específicos:

- a) Avaliar a qualidade e a precisão dos dados históricos de queimadas publicados pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE;
- b) Identificar e definir a dinâmica espaço-temporal de ocorrência de queimadas no Estado do Mato Grosso, com base na sua estrutura municipal;
- c) Estabelecer correlações espaciais e estatísticas entre a dinâmica das queimadas e variáveis físicas, biológicas e sócio econômicas, do Estado do Mato Grosso, para a identificação daquelas mais importantes e condicionantes na definição dessa dinâmica.

7 MATERIAL

Neste capítulo a área escolhida para desenvolvimento deste projeto será delimitada e caracterizada. Serão apresentados os produtos cartográficos e

iconográficos reunidos e os programas utilizados para o cumprimento do objetivo proposto.

7.1 O ESTADO DO MATO GROSSO

A área escolhida para o desenvolvimento deste trabalho foi o Estado do Mato Grosso, localizado na região Centro-Oeste do Brasil (Figura 1), entre as coordenadas 06° 00' e 19° 45' de latitude Sul e 50° 06' e 62° 45' de longitude Oeste. Inserido entre a área de ocorrência dos cerrados brasileiros, da floresta tropical úmida e da planície do pantanal, o Estado apresenta uma grande diversidade de situações ecológicas, sociais, econômicas, culturais e de processos de produção agrosilvipastoril.



Figura 1: Localização do Estado do Mato Grosso (MT)

Possuindo uma extensão territorial de 906.069km², 139 municípios e uma população de 2.027.231 habitantes (SEPLAN-MT, 2002), este vasto território está inserido em duas das maiores bacias hidrográficas brasileiras, com dimensões continentais: a Bacia do Paraguai (Bacia do Rio Paraná) e a Bacia Amazônica.

A posição geográfica, associada a fatores climáticos, geológicos, pedológicos, fitoecológicos, geomorfológicos e hídricos, condiciona uma grande complexidade ambiental ao Estado, onde sucedem-se no eixo espacial sul-norte o Complexo do Pantanal no Sul, as formações savânicas na região Centro-Sul, uma variedade de ambientes de transição ecológica na região central e, finalmente, as formações amazônicas no Norte. Associados às políticas públicas e às variáveis socio-econômicas, que dirigiram os processos de ocupação do Estado, estes vários ambientes condicionaram, historicamente, diferentes dinâmicas e características do uso e ocupação do solo (SEPLAN-MT, 2002).

Nas últimas décadas, o Estado do Mato Grosso assumiu um papel de destaque no cenário nacional, ora por apresentar elevados índices de crescimento econômico, produção agrícola e pecuária, ora por ser apontado como o responsável por uma das maiores taxas de erradicação da cobertura vegetal natural, sobretudo no cerrado e na floresta tropical úmida. Vale lembrar que o Estado destaca-se ainda, por possuir os maiores índices anuais de ocorrência de queimadas do país, no período de 1999 a 2004, dividindo as primeiras posições juntamente com o Estado do Pará.

Essas características fazem com que o Estado do Mato Grosso venha sendo acompanhado de perto nas últimas décadas e, em função disto, possua um volume de dados compatível com o delineado por este projeto de pesquisa. Por outro lado, o fato de apresentar uma grande diversidade de situações ecológicas, fundiárias, econômicas etc., ampliou as possibilidades para o estabelecimento das análises e discussões sobre as variáveis determinantes da dinâmica das queimadas na sua extensão territorial.

7.1.1 Histórico de ocupação

Apesar de, historicamente, terem pertencido à Espanha, a partir do Tratado de Tordesilhas (Figura 2), as terras hoje pertencentes ao Estado do Mato Grosso foram pouco exploradas pelos espanhóis que preferiram, durante o século XVI, XVII e XVIII, se fixar no extremo Ocidente Sul-americano, onde haviam encontrado grande quantidade de prata (Gomes, 2001, p. 2). Esse desinteresse pelo Planalto Central foi motivado, por um lado, pela abundância de metais preciosos na porção ocidental e por outro lado pela presença de grandes contingentes indígenas que, acossados pelos portugueses que penetravam no Brasil Central, de Leste para Oeste, formavam uma grande fronteira viva entre os dois impérios (Siqueira, 2002, p. 27).

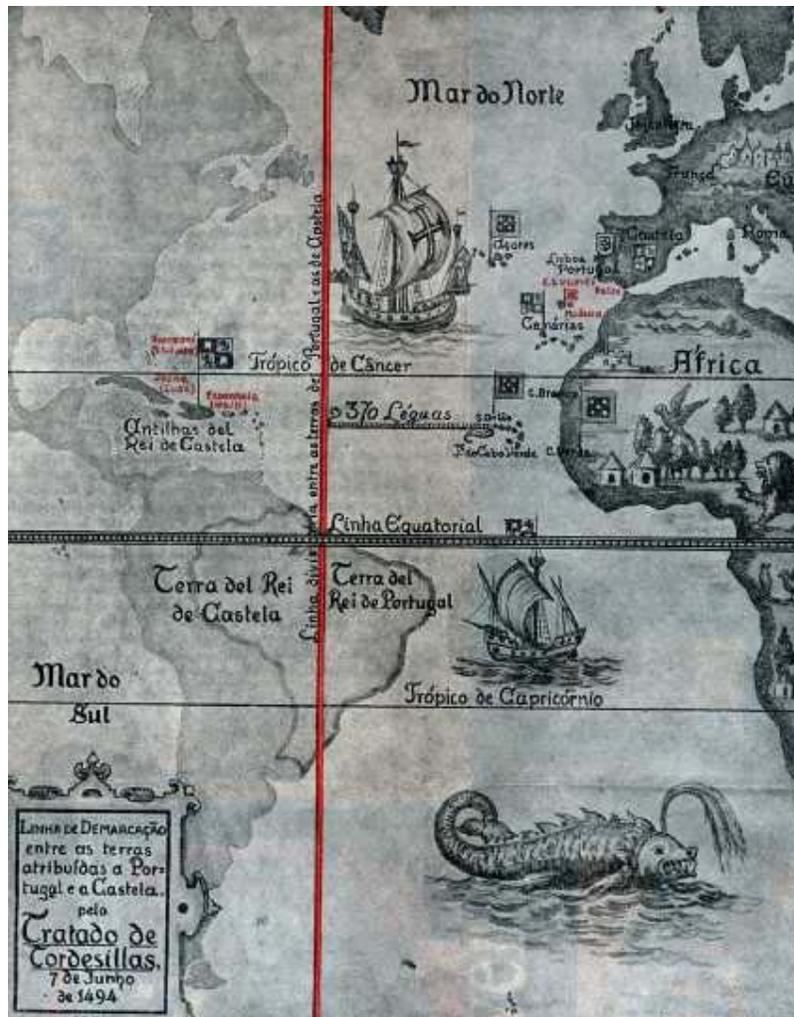


Figura 2: Linha de demarcação entre as terras atribuídas a Portugal e Espanha (Fonte: IGEO/UFRJ, 2003).

Inicialmente o interesse dos bandeirantes paulistas que adentraram na região era exatamente a captura desses índios, mercadoria abundante na região, para sua posterior comercialização nos mercados de São Paulo. Ocorre que, em 1719, membros da expedição de Pascoal Moreira Cabral, ao descobrirem algumas pepitas de ouro nas denominadas Minas de Cuiabá, pertencentes na época à Capitania de São Paulo e Minas de Ouro, iniciaram o ciclo de exploração das minas no território mato-grossense (Costa e Silva, 1993, p. 13).

Posteriormente, a grande divulgação da descoberta das “Lavras do Sutil”, em 1722, efetuada pela bandeira de Miguel Sutil, que aportara em Cuiabá com o objetivo de se dedicar à agricultura, fez com que a migração oriunda de todas as partes da colônia se tornasse muito intensa, fato que tornaria Cuiabá, no período de 1722 a 1726, uma das cidades mais populosas do país (Ferreira, 1993, p. 11).

A ocupação do território, que fora iniciada no século XVIII na porção Sul do Estado, em decorrência das descobertas e do desenvolvimento das atividades de mineração de ouro e diamante, durante o século XIX instalou-se, preferencialmente, nas áreas do Pantanal Matogrossense e nas Depressões do Alto Paraguai, Cuiabana e Guaporé, regiões no Domínio do Cerrado com presença expressiva da Floresta Estacional e de ambientes transicionais (SEPLAN-MT, 2002).

Embora existam significativas discrepâncias relacionadas às datas de criação dos municípios mais antigos, foi no período que se estende pelos séculos XVIII e XIX, que ocorreu a criação de povoados como Cuiabá (1719), Vila Bela da Santíssima Trindade (1737), Diamantino (1728), Cáceres (1778) e Poconé (1778). Além do garimpo, a exploração da poaia (*Cephaëlis ipecacuanha* A.Rich), planta possuidora de propriedades eméticas, que ocorria em ambientes da Floresta Estacional, entre os rios Paraguai e Guaporé, propiciou o desenvolvimento de Cáceres, além de condicionar o surgimento de Barra do Bugres, às margens do Rio Paraguai (SEPLAN-MT, 2002; Silva, 1992, p. 33).

No início do século XX a ocupação estendeu-se progressivamente para Leste, no sentido da Bacia do Araguaia e das rotas de ligação entre as regiões meridionais e

setentrionais do país. Nesta área a ocupação também ocorreu em função da atividade de mineração, criando núcleos para o suprimento de bens de consumo para a população atraída por esta atividade.

A primeira metade do século XX é marcada pelas descobertas de jazidas diamantíferas na porção Sudeste do Estado, no vale dos rios Araguaia, Garças e São Lourenço, dando início ao processo de povoamento desta região, com a criação dos núcleos que originaram as atuais cidades de Alto Araguaia, Barra do Garças, Araguaiana, Pontal do Araguaia, Tesouro, Guiratinga, Alto Garças, Poxoréo, Dom Aquino e Itiquira. Simultaneamente, expande-se também a ocupação na região de Alto Paraguai e Diamantino, pelo desenvolvimento das atividades agropecuárias nesta região e no entorno de Cuiabá, com ênfase para o cultivo da cana-de-açúcar. (SEPLAN-MT, 2002).

Expedições exploratórias e científicas, como a Expedição Roncador-Xingu e a Expedição Rondon, que implantou a linha telegráfica, induziram a criação de diversos núcleos urbanos como Rondonópolis, General Carneiro, Acorizal, Porto Esperidião e foram importantes no processo de ampliação da ocupação do território matogrossense.

Nessa época, os principais eixos de penetração correspondiam ao interflúvio entre o Rio Araguaia e o Rio Xingu, na região de São Félix do Araguaia e Cocalinho, ao Vale do Guaporé e às regiões mineradoras de Diamantino e Alto Paraguai.

Entre os anos 50 e 70, iniciam-se ações dirigidas de colonização, promovidas pelo governo estadual, dando início a um povoamento mais extensivo do território.

Entretanto, é apenas a partir das décadas de 70 e 80, em função das políticas de integração nacional, implementadas pelo Governo Federal com o objetivo de anexar os grandes vazios demográficos ao processo produtivo brasileiro, que ocorre a ampliação e a incorporação das terras de Mato Grosso às atividades produtivas. (SEPLAN-MT, 2002)

Neste período o processo de incorporação do território matogrossense foi mais intenso, salientando-se o papel decisivo que desempenharam a abertura de rodovias e a implantação de núcleos de colonização. A grande maioria dos municípios surgidos a partir da década de 70 teve sua origem em projetos de colonização privados ou governamentais, sobretudo na porção Norte do Estado.

A melhoria das condições de acessibilidade propiciou a expansão das atividades de mineração, extração de madeira e a implantação da agropecuária. No contexto desse processo, ocorreu a consolidação das antigas cidades do Sul-Sudoeste e o surgimento de novos núcleos urbanos, principalmente na região Centro-Norte, com fluxos migratórios internos ao Estado de Mato Grosso, oriundos de outras regiões do país (SEPLAN-MT, 2002).

Simultaneamente, ocorre também a partir da década de 70 uma mudança radical nas atividades agrícolas, motivada sobretudo pelo desenvolvimento das pesquisas de culturas agrícolas adaptadas aos solos de Cerrado e, em especial, à criação de cultivares de soja adaptados às condições climáticas do Estado. A cultura da soja e de outros grãos, com moldes de manejo altamente mecanizados, ocupa hoje grande parte do território da região de Rondonópolis e Primavera do Leste (Planaltos Taquari/Alto Araguaia e dos Guimarães), a Chapada e Planalto dos

Parecis (Tangará da Serra, Campos de Júlio, Sapezal, Campo Novo dos Parecis, Diamantino) e ao longo da rodovia BR-163 (Sorriso, Tapurah, Lucas do Rio Verde, Nova Mutum, Sinop), transformando radicalmente ambientes de Cerrado e de formações transicionais, avançando além dos limites dos domínios florestais.

7.1.2 Clima

A notável extensão territorial do Estado do Mato Grosso lhe confere uma grande diversidade de tipos climáticos associados às latitudes equatoriais continentais e tropicais na porção central do continente Sul Americano. Apesar do forte aquecimento pela posição latitudinal ocupada pelo seu território, a oferta pluvial é relativamente elevada. Os valores médios encontrados para a série 1983-1994 revelam totais quase sempre superiores a 1.500mm anuais; apenas em áreas deprimidas e rebaixadas topograficamente encontram-se valores mais modestos (SEPLAN-MT, 2002).

As menores precipitações do Estado ocorrem na região pantaneira e no extremo meridional da baixada cuiabana, anotando 1.100 a 1300mm anuais. Na área Sudeste varia entre aproximadamente 1400 e 1700mm anuais e as precipitações aumentam constantemente em direção ao Norte de Cuiabá (1348mm), alcançando valores anuais médios de 1805mm em Diamantino, em torno de 2300mm no extremo Noroeste e entre 1800 e 2200mm anuais no setor Nordeste do Estado (Sánchez, 1992, p. 77).

Essas precipitações não se distribuem igualmente através do ano. Seu regime é caracteristicamente tropical, com máxima no verão e mínima no inverno. Mais de

70% do total de chuvas acumuladas durante o ano precipita-se de novembro a março, sendo geralmente mais chuvoso o trimestre janeiro-março no Norte do Estado, dezembro-fevereiro no centro e novembro-janeiro no Sul. Durante esses trimestres, chove em média 45 a 55% do total anual. Em contrapartida, o inverno é excessivamente seco. Nessa época do ano, as chuvas são muito raras, ocorrendo em média de 4 a 5 dias chuvosos por mês (Anderson, 2004, p. 85).

Um dos fatos que reforça a potencialidade hídrica do Estado é, justamente, esse ritmo sazonal com acentuada regularidade, no qual a maior intensidade da deficiência hídrica ocorre de maio a setembro e o período chuvoso tem uma duração média de novembro a março (SEPLAN-MT, 2002).

A amplitude térmica anual varia para as diferentes regiões entre 3° e 6°C, sendo que os valores máximos ocorrem no setor Sudoeste do Estado, na região do pantanal, e os valores mínimos no setor Norte, onde as condições termoclimáticas vão se aproximando do regime tipicamente equatorial (Sánchez, 1992, p. 77).

Apesar da consideração anterior, referente à regularidade dos sistemas climáticos do Estado, o Zoneamento Sócio Econômico Ecológico do Estado do Mato Grosso define três grandes macrounidades climáticas aí presentes, que devem ser consideradas como importantes vetores, condicionantes dos processos de ocupação e implantação das diferentes atividades produtivas do Estado, sobretudo em relação àquelas relacionadas à produção agropecuária (SEPLAN-MT, 2002):

- Clima Equatorial Continental Úmido com Estação Seca Definida da Depressão Sul Amazônica.

De maneira geral, a área ocupada por esta unidade climática está localizada entre 7°30' e 11°/12° de latitude Sul e 51° a 61° Oeste, ou seja, a porção Norte do Estado do Mato Grosso. Um dos aspectos fundamentais desta unidade é que, mesmo se tratando de climas Equatoriais Continentais quentes e úmidos, existe a definição da estação seca. Trata-se de uma “seca moderada”, existente em quase todas as suas subunidades.

A segunda propriedade extensiva é a existência de um elevado excedente hídrico (superior a 1.000mm). Constata-se também uma faixa relativamente extensa de unidades climáticas de transição para os climas tropicais continentais alternadamente úmido e seco.

- Clima Sub-Equatorial Continental Úmido com Estação Seca Definida do Planalto dos Parecis.

O aumento da intensidade da seca estacional (entre 300 a 350mm), combinado com excedentes entre 800 a 1.000mm, cria uma extensa faixa de transição climática dentro do Planalto dos Parecis. O aumento da altitude média (300 a 400 metros) e da latitude diminuem o aquecimento, mantendo a variação das temperaturas médias anuais entre 24,8° a 24,0°C e os totais anuais médios de precipitação entre 1.600 a 2.000mm (SEPLAN-MT, 2002).

Apesar disso, a diminuição dos totais anuais de pluviosidade não apresenta aumento da deficiência hídrica sazonal, ficando com valores entre 250 a 300mm, representando uma moderada seca de final de outono e de maior intensidade

durante o inverno austral (junho, julho, agosto). A duração do período seco é, portanto, de cinco meses, ou seja, de maio a setembro. A redução do excedente hídrico (entre 800 a 900mm) ocorre principalmente em função da diminuição dos totais pluviométricos dentro da estação chuvosa.

- Clima Tropical Continental Alternadamente Úmido e Seco das Chapadas, Planaltos e Depressões do Mato Grosso.

Os Climas Tropicais do Mato Grosso são muito variados, em função da enorme extensão territorial e do controle modificador, exercido pela forma e orientação do relevo. Os ciclos estacionais, quase regulares, com seis a sete meses de predomínio da estação chuvosa e quatro a cinco meses com estação seca definida, permitem um planejamento razoavelmente confiável no desenvolvimento e desempenho da atividade agropecuária.

O segundo aspecto, em termos de importância, é a existência de um conjunto substancial de terras elevadas (chapadas e planaltos com altitudes entre 400 a 800 metros), significando diferentes níveis de alteração térmica, possibilitando reagrupar conjuntos e realidades climáticas distintas. A atenuação térmica conduz implicitamente a um aumento da disponibilidade hídrica, diminuindo o rigor das altas perdas de água superficial. Além deste aspecto, a orientação, a forma e a altitude agem dinamicamente nos fluxos de vento, aumentando os valores da precipitação pluviométrica (SEPLAN-MT, 2002).

Resta lembrar que os grandes sistemas coletores de água dos planaltos (Depressão do Guaporé, Pantanal e Depressão do Araguaia) têm os seus valores quantitativos de chuva reduzidos pelo “efeito orográfico”. Neste aspecto, merecem

atenção especial, por se encontrarem mais próximos dos limites inferiores ou superiores das oscilações rítmicas, tanto no caso de anos “extremos de seca”, pois vão ser afetados na produção local da pluviosidade, como vão receber menores volumes do escoamento fluvial, superficial e subterrâneo das chapadas e planaltos elevados. Por outro lado, em anos ou seqüências de anos com “ciclos de águas altas” o aumento local da pluviosidade soma-se àquele do escoamento, resultando em cheias e ultrapassando os limites superiores (SEPLAN-MT, 2002).

7.1.3 Relevo

O relevo do Estado do Mato Grosso repousa sobre a porção do escudo brasileiro denominada de Maciço Central, Maciço do Brasil Central ou, ainda, Maciço Mato-Grossense. Este representa um vasto conjunto de áreas de escudo exposto, exibindo complexas estruturas geológicas, sobre as quais vieram a se depositar sedimentos. O Maciço Mato-Grossense apresenta-se soerguido para o Sul, onde apresenta suas maiores altitudes: 800-1200 metros, na Serra Azul e 500-800 metros, na Chapada dos Guimarães (Figura 3 e Figura 4), fazendo limites, ao Norte com a Bacia Amazônica, a Leste com a Bacia do São Francisco, a Oeste com a borda oriental andina e ao Sul-Sudeste, com a Bacia de sedimentação do Paraná (Anderson, 2004, p. 87).

Os mapas referentes ao relevo do Estado do Mato Grosso foram obtidos do produto “Brasil em Relevo”, da Embrapa Monitoramento por Satélite (EMBRAPA, 2005), desenvolvido através da utilização de dados coletados pelo sensor *Shuttle Radar Topography Mission* - SRTM, produto este compatível com a escala 1:250.000.

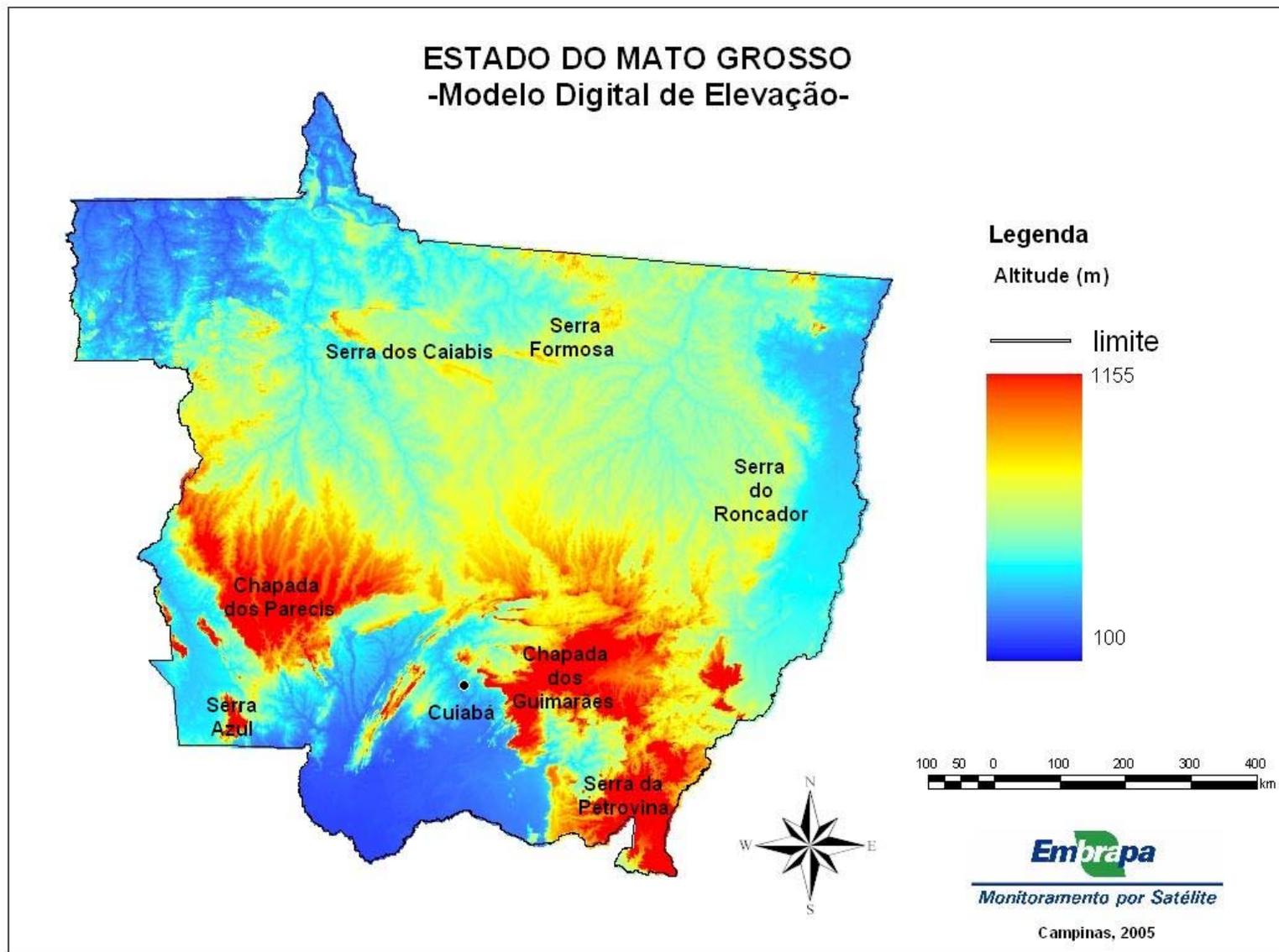


Figura 3: Modelo Digital de Elevação do Estado do Mato Grosso.

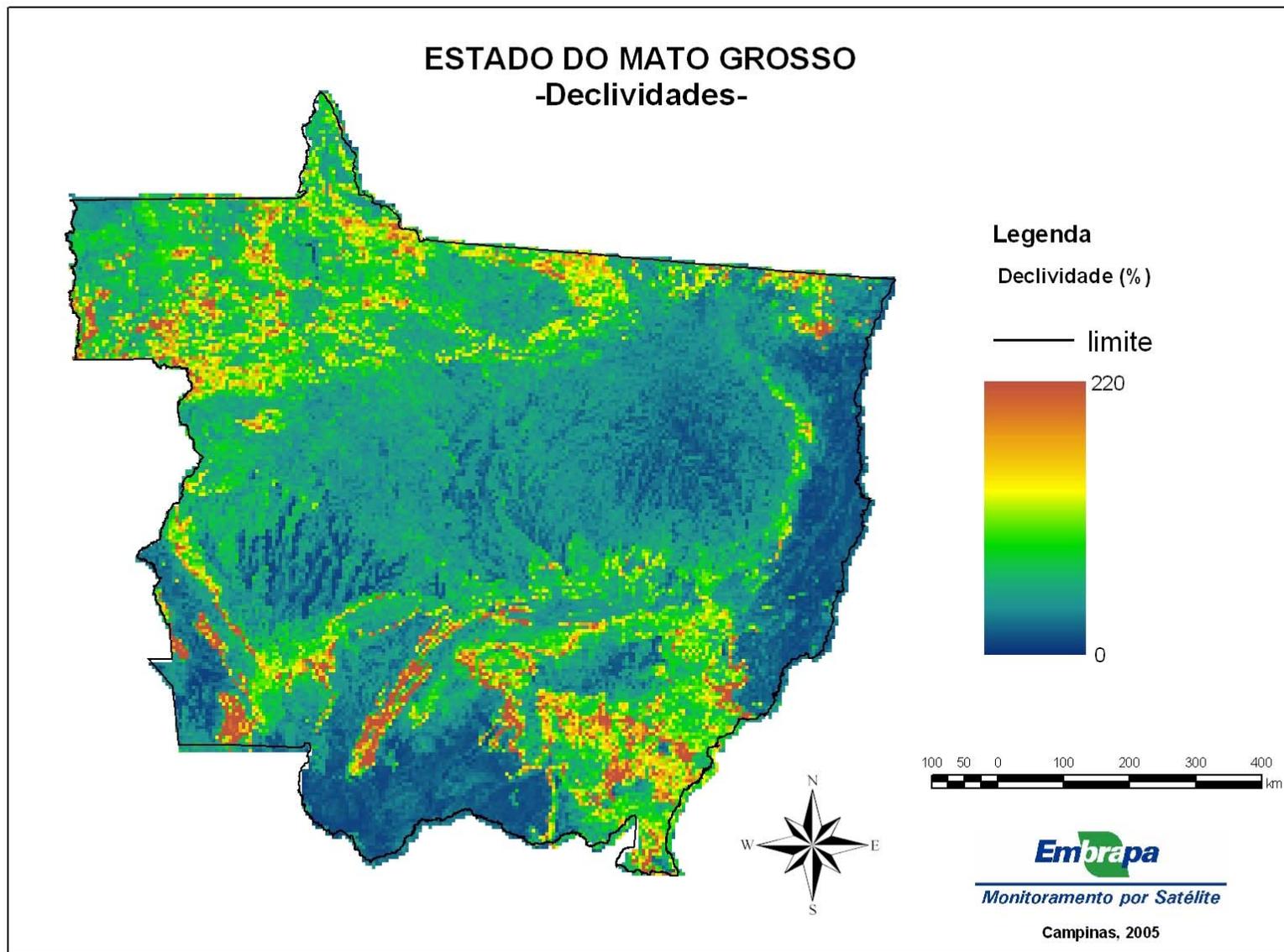


Figura 4: Mapa de declividades do Estado do Mato Grosso.

Para o Norte, o grande conjunto Pré-cambriano inclina-se em direção à Bacia Amazônica, apresentando altitudes médias de 200-500 metros, quebrados pelos relevos divisórios (500-800 metros) dos rios que correm para o Amazonas, tais como: a Serra Formosa, no divisor das bacias dos rios Xingú - Teles-Pires; Serra dos Caiabis - Apiacás, dos rios Teles Pires - Arinos; Serra do Tombador, dos rios Arinos - Juruena e a Serra do Norte, separando as bacias dos rios Juruena - Aripuanã (Moreira⁴, 1977, *apud* Anderson, 2004, p. 88).

As rochas deste complexo incluem formações muito antigas, profundamente metamorfasadas, dobradas, falhadas e penetradas por rochas eruptivas graníticas e graniodioríticas. Filitos, quartzitos e xistos são aí encontrados, formando o embasamento das seqüências sedimentares Paleozóicas e Mesozóicas, que se dispõem sobre uma face geossinclinal – área da superfície terrestre (bacia) na qual se acumulam pacotes vulcano-sedimentares com espessura de milhares de metros (Moreira, *op.cit.*).

Na região Centro-Oeste, como decorrência das condições do quadro morfológico, a sua hidrografia está representada, principalmente, por rios de planalto que se caracterizam por apresentar, ao longo de seus cursos, um considerável número de quedas d`água, corredeiras e travessões rápidos e baixos. As planícies desta região apresentam área bem inferior à dos planaltos, embora os rios que nela desenvolvem os seus cursos também figurem como artérias de grande importância, não só pelas feições que eles imprimem na paisagem regional, mas

⁴ Moreira, A.A.N. Relevo. In: Galvão, M. G. (Coord). **Geografia do Brasil**. Região Centro-Oeste. Rio de Janeiro: IBGE, v. 4, 1977, p.1-34.

também pelas perspectivas que oferecem de utilização pelo homem (Innocêncio⁵, 1977, *apud* Anderson, 2004, p. 89).

7.1.4 Vegetação

Apresentando relevo pouco acidentado e alternando um conjunto de grandes chapadas com altitudes médias entre 400 e 800m e áreas de planície pantaneira, sempre inundadas pelo rio Paraguai e seus afluentes, o Estado do Mato Grosso possui um conjunto de três ecossistemas principais: o pantanal (10% da área), o cerrado (40% da área) e a floresta amazônica (50% da área).

A descrição da vegetação do Estado do Mato Grosso foi desenvolvida através da análise de três volumes da publicação do Projeto RADAMBRASIL e dividiu o Estado em três regiões: Norte, Central e Sul correspondentes, respectivamente, às folhas Juruena, Cuiabá e Corumbá (BRASIL, 1980; 1982a 1982b).

- Região Norte

A vegetação da região Norte do Estado do Mato Grosso apresenta quatro classes principais de formação vegetal: Cerrado (savana), Floresta Ombrófila Densa Tropical, Floresta Ombrófila Aberta Tropical e Floresta Estacional Decidual Tropical. Originárias de diferentes domínios florísticos, essas formações vegetais apresentam adaptações ecológicas xeromórficas e hidromórficas particulares e distintas (BRASIL, 1980, p. 354).

⁵ Innocêncio, N.R. Hidrografia. **Geografia do Brasil** - região centro-oeste. Rio de Janeiro: IBGE, 1977, 364p.

Algumas formações denominadas “pioneiras” e de “tensão ecológica”, originadas sobretudo em função dos contatos existentes entre as zonas “core” das diferentes formações presentes, ocorrem em toda a extensão do estado do Mato Grosso e estão aqui descritas de forma genérica para a totalidade da sua extensão:

Cerrados (savanas): a denominação de savana é antiga e originária do Caribe. No século XV foi levada para a África pelos naturalistas espanhóis e aí conceituada como um lhano (formação herbácea graminosa contínua, em geral composta por plantas lenhosas). No Brasil, a denominação sugerida por Warming e aceita por Rawitscher e seus seguidores foi dos “Campos Cerrados”. Ocorrendo em solos de condições extremas de lixiviação, com maior expressão nos arenitos Pré-Cambrianos da Chapada do Cachimbo (BRASIL, 1980, p. 354), este bioma caracteriza-se por um bioclima com um período seco que se acentua nos solos de textura arenosa e temperaturas médias variáveis (acima de 18°C) (BRASIL, 1980, p. 341). Os cerrados ocorrem na Região Norte do Estado, na forma de quatro fisionomias diferentes e aparecem ocupando grandes extensões de terreno:

Formação Arbórea Densa (Cerradão): caracteriza-se por uma formação clímax, com pouco mais de 5 metros de altura, com árvores densamente dispostas, mas cujas copas não se tocam, não possuem um nítido estrato arbustivo e apresentam um tapete graminoso ralo, em tufo, podendo ocorrer palmeiras anãs intercaladas e plantas lenhosas rasteiras (Veloso *et al.*⁶, 1974, *apud* BRASIL, 1980, p. 341). Essas áreas de cerradão aparecem principalmente em terrenos com solos

⁶ Veloso H.P. *et al.* As regiões fitoecológicas, sua natureza e seus recursos econômicos. Estudo fitogeográfico. In: Brasil. DNPM. Radam. Folha Araguaia - SB.22, Rio de Janeiro, 1974.

areníticos lixiviados profundos (IBGE, 1992, p. 26), e quase sempre encontram-se intercaladas com os agrupamentos da formação de fisionomia Arbóreo Aberta.

Formação Arbórea Aberta (Campo Cerrado): é uma formação sub-clímax, com pequenas árvores esparsas e altura variando de 2 a 5 metros, esgalhadas e bastante tortuosas, dispersas sobre um tapete contínuo de gramíneas, intercaladas de plantas arbustivas baixas e outras lenhosas rasteiras, geralmente providas de xilopódios (BRASIL, 1980, p. 343).

Formação Gramíneo-Lenhosa (Campo Limpo): essa formação caracteriza-se por um tapete graminoso ralo em mistura com poucos arbustos eretos e decumbentes, sendo comum à ocorrência de palmeiras anãs (BRASIL, 1980, p. 344).

Floresta Ombrófila Densa Tropical: formação clímax que ocorre em regiões detentoras de características bioclimáticas de curto período seco (de 0 a 2 meses) e temperaturas acima de 25° C. Essa formação é constituída de árvores com alturas variando entre 20 e 30 metros, com troncos retos e bem copados que representam os estratos dominantes e co-dominantes. Sua expressão é significativamente diminuída à medida que avança para o Sul e apresenta um grande número de espécies, muitas delas de excelente propriedade e de ótima potencialidade de madeira por unidade de área. Está representada por duas formações principais (BRASIL, 1980, p. 344):

Formação Aluvial: ocorrem nas planícies aluviais, cujos solos predominantes foram classificados como areias quartzozas hidromórficas álicas e Podzólico Vermelho-Amarelo;

Formação Submontana: composição florística bastante heterogênea, fisionomicamente caracterizada por árvores emergentes. De acordo com as formas do terreno, esta região apresenta características ambientais múltiplas.

Floresta Ombrófila Aberta Tropical: ocupa grandes extensões de terreno com diferentes aspectos fisiográficos e litológicos. Ela caracteriza-se por um bioclima de período seco pouco pronunciado (2 a 3 meses) e altas temperaturas (acima de 22° C – Tropical Equatorial Amazônico), apresenta dominância de formas biológicas fanerófitas e lianas lenhosas (BRASIL, 1980, p. 346):

Formação Submontana: apresenta uma cobertura vegetal com fisionomias de subformação com cipó, palmeiras e bambú, podendo estar interrompida por pequenas áreas com predomínio de Floresta Densa.

Floresta Estacional Decidual Tropical: compreende uma vegetação localizada sobre solos deficientes de areia quartzosas, localizado entre o contato da Floresta Estacional com uma vegetação de aspecto fisionômico de savana:

Formação Submontana: identificada pela alta ocorrência de árvores que, em épocas desfavoráveis, mais de 60% perdem suas folhas e pelo grande número de epífitas. Seu sub-bosque possui um grande número de plantas graminóides e espécies decíduas, sobre uma espessa camada de material orgânico não decomposto. Estruturalmente, essa floresta é constituída de razoável número de indivíduos adultos com altura mediana, variando entre 50 a 60 por hectare. A fisionomia de emergentes decíduas apresenta considerável homogeneidade, fruto de comportamento gregário de determinadas espécies.

Formações Pioneiras: ocorrem geralmente ao longo dos cursos dos rios e ao redor de depressões fechadas que acumulam água, onde se observam vegetações campestres herbáceas lenhosas. Estas formações estão associadas a terrenos com deposições constantemente renovadas e áreas pedologicamente instáveis, com sedimentos pouco consolidados, sob o processo de acumulação fluvial ou lacustre (Anderson, 2004, p. 91):

- Região Central

Na região Central do Estado, foram descritas cinco regiões fitoecológicas: Cerrado, Floresta Ombrófila Densa, Floresta Ombrófila Aberta, Floresta Estacional Semidecidual e Floresta Estacional Decidual.

Dentre as regiões fitoecológicas presentes, os cerrados são responsáveis por aproximadamente 57% da cobertura vegetal total, a Floresta Estacional por pouco mais de 30% e o restante se divide entre as demais formações existentes (BRASIL, 1982a, p. 428).

Surgindo com relativa indiferença em vários tipos de solos desenvolvidos sobre estruturas geológicas diversas, os cerrados ocorrem, com maior frequência, em condições climáticas determinadas por um período de seca acentuado e prolongado, o que pode indicar que é justamente o regime hídrico a variável mais discriminante para a definição da sua distribuição na região central do Estado (BRASIL, 1982a, p. 428).

Juntamente com os cerrados, encontra-se uma segunda região fitoecológica, representada pelas Florestas Estacionais, cuja distribuição geográfica está

também associada a diferentes tipos de solos e estruturas geológicas. A delimitação dessas formações florísticas está relacionada, principalmente, à disponibilidade de água no solo e sua exuberância ou raquitismo está associada, sobretudo, a fatores edáficos.

No total, para a região central do Estado, foram descritas cinco regiões fitoecológicas: Cerrado, Floresta Ombrófila Densa, Floresta Ombrófila Aberta, Floresta Estacional Semidecidual e Floresta Estacional Decidual.

A única formação não descrita ainda, por não ocorrer significativamente na região Norte do Estado é a Floresta Estacional Semidecidual, descrita a seguir:

Floresta Estacional Semidecidual: o conceito ecológico de Floresta Estacional está relacionado com a presença de um clima com duas estações, uma seca e outra chuvosa ou por com acentuada variação térmica, responsável pela estacionalidade foliar dos elementos arbóreos (BRASIL, 1982b, p. 409).

Para as formações vegetais das zonas tropicais e subtropicais, é necessário que esse comportamento caducifoliar esteja presente em pelo menos 20% dos indivíduos para que elas sejam consideradas como Floresta Estacional Semidecidual.

Estendendo-se por uma superfície bastante expressiva, essa formação possui duas subformações: Aluvial com dossel emergente e Submontana com dossel emergente:

Formação Aluvial com dossel emergente: formação florestal ribeirinha que ocupa, principalmente, as acumulações fluviais quaternárias e apresentam estrutura semelhante à da Floresta Ciliar, diferindo apenas floristicamente desta outra.

Formação Submontana com dossel emergente: caracterizada sobretudo pela sua posição altimétrica em relação ao nível do mar que varia de 100m a 500m. Ocorre sobretudo nas cabeceiras do Xingu e no Planalto dos Parecis, em forma de encraves com a Floresta Aberta.

- Região Sul

Na região Sul do Estado, quatro regiões fitoecológicas são diferenciadas: Cerrado, Savana Estépica (Vegetação Chaquenha), Floresta Estacional Decidual e Floresta Estacional Semidecidual. A única formação ainda não descrita para as demais regiões do Estado é a Savana Estépica:

Formação Savana Estépica ou Savana Parque: essa nomenclatura foi criada originalmente para designar um tipo de vegetação da África. O Projeto RADAMBRASIL adotou essa nomenclatura para definir a vegetação neotropical de cobertura arbórea estépica, em geral com plantas lenhosas, baixas e espinhosas, associadas a um campo gramíneo savânico (BRASIL, 1982b, p. 337). Na região Sul do estado do Mato Grosso, essa formação ocorre geralmente em relevo plano, com altitudes que não ultrapassam 200 metros do nível do mar, com exceção dos testemunhos com bases calcáreas que se distinguem em meio aos terrenos alagáveis, onde se fixam as formações vegetais densas (Anderson, 2004, p. 95).

7.1.5 Solos

A descrição dos solos do Estado do Mato Grosso foi compilada da criteriosa e detalhada documentação produzida pelo Zoneamento Sócio Econômico Ecológico do Estado, desenvolvido pela Secretaria de Estado de Planejamento e Coordenação Geral, que identificou e mapeou, na escala 1:250.000, um total de 23 classes de solos (SEPLAN-MT, 2003) (Figura 5).

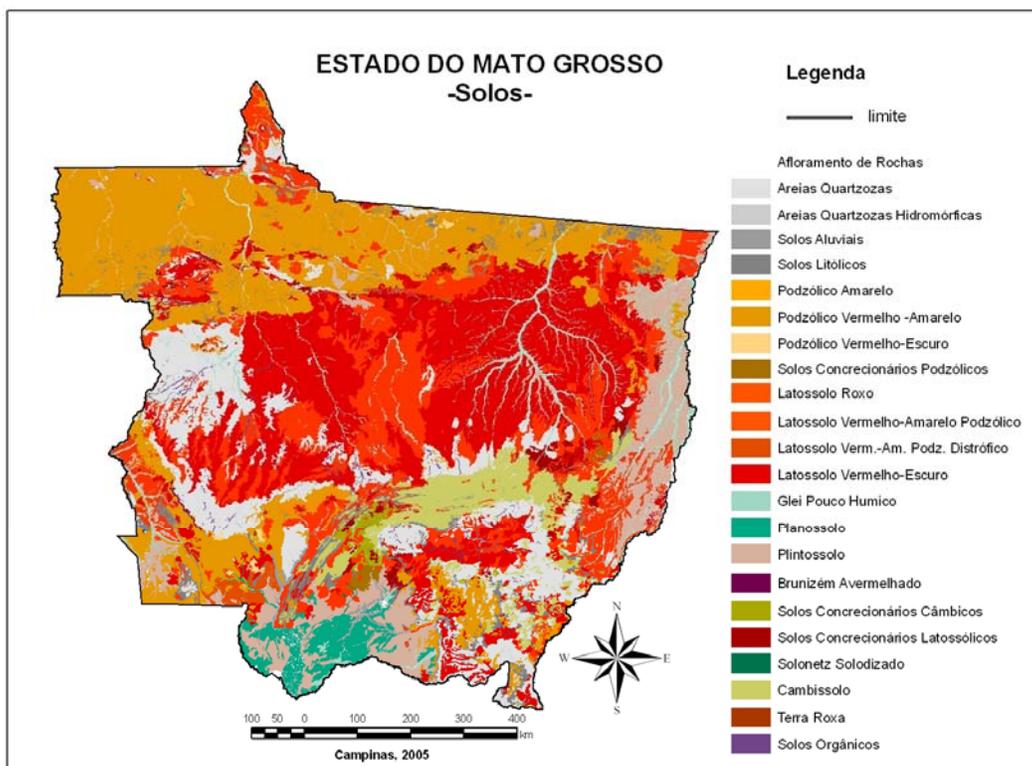


Figura 5: Mapa de solos do Estado do Mato Grosso.

- Latossolo Roxo (0,18%):

São solos minerais, não hidromórficos, com horizonte B latossólico de cor vermelho-escuro com tonalidades arroxeadas e teores de Fe_2O_3 , provenientes do

ataque sulfúrico maior que 18%. Apresentam normalmente forte atração magnética.

São profundos, friáveis ou muito friáveis, argilosos ou muito argilosos, porosos, permeáveis e estão cobertos por vegetação de Cerrado e Floresta.

Nesta área ocorrem, na maioria das vezes, em condições de relevo plano e suave ondulado, o que junto às suas excelentes características físicas, é responsável pelo intenso uso agrícola mecanizado.

A sua ocorrência mais expressiva e praticamente única é no Planalto de Tapirapuã, contemplando municípios como Tangará da Serra, Nova Olímpia, Arenápolis e Nortelândia.

- Latossolo Vermelho-Escuro (23,63%):

São solos minerais, profundos, bastante intemperizados, caracterizados por apresentar um horizonte B latossólico, de cor vermelho-escura e possuem teores de Fe_2O_3 entre 8 e 18%.

Apresentam boa drenagem interna, condicionada por elevada porosidade e homogeneidade de características ao longo do perfil e, em razão disto, elevada permeabilidade. Este fato os coloca como solos de razoável resistência à erosão de superfície.

São sem dúvida alguns dos solos mais expressivos em termos de ocorrência no Estado do Mato Grosso, distribuindo-se por todas as regiões tendo, entretanto, no

Planalto dos Parecis, sua maior ocorrência. São cobertos tanto por vegetação de Cerrado quanto por Floresta.

Possuem ótimas condições físicas, que aliadas ao relevo plano ou suavemente ondulado onde ocorrem, favorecem sua utilização com as mais diversas culturas adaptadas à região. Estes solos por serem ácidos e distróficos, ou seja, com baixa saturação de bases, requerem sempre correção de acidez e fertilização.

- Latossolo Vermelho-Amarelo (17,18%):

São solos bem drenados, caracterizados pela ocorrência de horizonte B latossólico de cores vermelhas a vermelho-amareladas, com teores de Fe_2O_3 iguais ou inferiores a 11% e normalmente maiores que 7%, quando a textura é argilosa ou muito argilosa.

São profundos e suas características físicas são muito favoráveis ao aproveitamento agrícola, refletidas em boa drenagem interna, boa aeração e ausência de impedimentos físicos à mecanização e penetração de raízes.

Têm nas características químicas as principais limitações ao aproveitamento agrícola, impondo a execução de práticas para correção química (adubação e calagem).

São bastante utilizados, ora com pastagens plantadas (textura média), ora com lavouras (textura argilosa). O relevo de sua ocorrência é suave ondulado ou plano, sob vegetação de Cerrado e Floresta.

Apresentam-se distribuídos por praticamente todas as regiões do Estado e suas ocorrências mais significativas estão distribuídas no extremo Norte (Município de Apiacás), Noroeste (municípios de Aripuanã e Juína), Planalto dos Parecis, Planície do Guaporé (Comodoro e Vila Bela da Santíssima Trindade), Bacia do Alto Paraguai (Diamantino, Nortelândia, Denise e Barra do Bugres, entre outros), Chapada dos Guimarães e a Planície do Araguaia (Barra do Garças, Água Boa, Canarana e São Félix do Araguaia).

- Latossolo Vermelho-Amarelo Podzólico (0,60%):

Diferem dos Latossolos Vermelho-Amarelos apenas pela ocorrência de um gradiente textural excepcionalmente elevado para a classe dos Latossolos.

Têm textura média e possuem apenas limitações de ordem química para o uso agrícola. Práticas de adubação e calagem são inevitáveis, para sua colocação no processo produtivo.

Foram cartografados como dominantes na porção Sudoeste do Estado, abrangendo terras do Município de Cáceres.

- Terra Roxa Estruturada (0,03%):

São solos minerais, não hidromórficos, com horizonte B textural, argila de atividade baixa, cerosidade moderada a forte, estrutura moderada a fortemente desenvolvida em blocos e/ou prismas, cor vermelho-escura com tonalidades arroxeadas e teores de Fe_2O_3 relativamente elevados (> 15%).

A fertilidade natural é média a alta, a textura é argilosa ou muito argilosa, o gradiente textural é baixo e a profundidade é mediana.

São solos com boas condições físicas e que apresentam como principais limitações ao uso agrícola sua ocorrência em relevo ondulado e forte ondulado, a elevada susceptibilidade à erosão e a presença de pedregosidade e rochiosidade em algumas unidades. Quando em áreas de relevo suavemente ondulado podem ser usados para agricultura, tomando-se os devidos cuidados com a erosão.

Em caráter de dominância ocupam as regiões Norte e Sudoeste do Estado.

- Brunizém Avermelhado (0,07%):

Solos minerais, não hidromórficos, moderadamente profundos a rasos com distinta diferenciação entre os horizontes, normalmente com textura média, nos horizontes superficiais e argilosa, nos sub-superficiais. Do ponto de vista químico, estes solos apresentam valores elevados de saturação e soma de bases, enquanto os valores de saturação com alumínio são baixos ou até praticamente inexistentes.

Trata-se, portanto, de solos com características químicas excelentes para o uso agrícola, com um elevado potencial nutricional, refletido em alta saturação de bases e capacidade de troca de cátions, além de apresentar uma acidez praticamente nula. No entanto, ocorrem em locais onde o relevo é acidentado e associado a solos rasos. Portanto, prevalecem as limitações decorrentes das fortes declividades que lhes conferem alto risco de erosão. Em razão disto, são mais usados com pastagens, ocupando parte dos municípios de Pontes e Lacerda e Vila Bela da Santíssima Trindade.

- Podzólico Amarelo (0,08%):

Trata-se de solos minerais, bem drenados, profundos, caracterizados pela ocorrência de um horizonte B textural sob um horizonte A, que na área é do tipo moderado.

Quimicamente são caracterizados como álicos sendo, pois, desprovidos de elementos nutrientes para os vegetais. A baixa fertilidade natural é o principal empecilho destes solos para o seu aproveitamento pleno na agricultura. Entretanto, a relativa alta erodibilidade é também fator restritivo. Correções químicas são determinantes para a sua utilização plena.

Ocorrem ligados a sedimentos possivelmente retrabalhados, posicionados na baixa vertente dos principais rios da região Noroeste do Estado e aparecendo como dominantes na região dos municípios de Colniza e Aripuanã.

- Podzólico Vermelho-Amarelo (24,1%):

São solos minerais, não hidromórficos, com horizontes B textural, de cor vermelho-amarelada e distinta diferenciação entre os horizontes no tocante a cor, estrutura e textura, principalmente. São profundos e apresentam-se cobertos por vegetação de Floresta e Cerrado nos quais o principal tipo de uso verificado é a pastagem.

De uma maneira geral, pode-se dizer que os Podzólicos são solos bastante susceptíveis à erosão, sobretudo quando há maior diferença de textura do A para o B, presença de cascalhos e relevo mais movimentado com fortes declividades.

Neste caso, não são recomendados para agricultura, prestando-se, sobretudo, para pastagem.

Constituem uma das classes de solos mais importantes do Estado do Mato Grosso, ocorrendo como dominante em três regiões: uma extensa faixa na porção Norte, sobretudo nos municípios de Juara, Aripuanã; outra grande concentração na porção Sudoeste, nos municípios de Pontes e Lacerda, Porto Esperidião, Jauru, Figueirópolis d'Oeste, São José dos Quatro Marcos e Araputanga e, finalmente, na região Sudeste, abrangendo área dos municípios de Jaciara, Rondonópolis e Poxoréu.

- Podzólico Vermelho-Escuro (0,01%):

Diferem dos demais Podzólicos principalmente pela coloração mais avermelhada do horizonte B. Ocorrem em relevo desde suave a forte ondulado e a cobertura vegetal natural é a Floresta.

A baixa fertilidade natural, no caso dos solos distróficos, relevo acidentado em algumas unidades de mapeamento e a relativa alta vulnerabilidade à erosão, são as principais limitações ao uso agrícola destes solos. Aliado ao problema da baixa fertilidade, a presença do horizonte B textural, condiciona uma maior propensão à erosão.

Ocorrem como dominantes em pequenas manchas ao Norte, Município de Guarantã do Norte e na região Sudoeste do Estado, nos municípios de Mirassol d'Oeste e Salto do Céu.

- Planossolo (2,04%):

Solos minerais hidromórficos, com mudança de textura abrupta entre o A ou o E e o horizonte B textural que tem alta densidade aparente, cores de redução e/ou mosqueados, decorrentes de drenagem imperfeita ou má.

São solos rasos ou de profundidade média, com permeabilidade lenta abaixo da superfície, em decorrência da porosidade total muito baixa. Isto favorece o encharcamento temporário a que estão sujeitos em consequência da situação topográfica baixa que ocupam em áreas receptoras de águas. Em contraposição ao período em que permanecem molhados, durante a época seca, estes solos tornam-se duros a extremamente duros.

As principais limitações à agricultura estão relacionadas, sobretudo, a características físicas desses solos, decorrentes de uma drenagem imperfeita ou má; alta densidade aparente e permeabilidade lenta. Na região do Pantanal são mais usados como pastagens

Ocorrem como dominantes na região do Pantanal Matogrossense, ao Sul do Estado, abrangendo municípios como os de Cáceres, Poconé e Barão de Melgaço.

- Solonetz Solodizado (0,02%):

São solos minerais, hidromórficos ou não, com alta densidade aparente no horizonte B e com porosidade total extremamente baixa, que indicam más condições físicas para o desenvolvimento vegetal. Quando secos, os horizontes

abaixo da superfície ficam extremamente duros e compactos, tornando a permeabilidade muito lenta, o que dificulta a penetração do ar, água e raízes.

As principais limitações estão relacionadas às más condições físicas, resultantes da alta densidade aparente, baixa porosidade, lenta permeabilidade nos horizontes B e C, teores elevados em sódio trocável, que inibem o desenvolvimento da maioria das plantas cultivadas, e alta susceptibilidade à erosão.

A ocorrência destes solos restringe-se a pequenas ocorrências na região do Pantanal, Município de Poconé.

- Cambissolo (4,75%):

Solos minerais não hidromórficos, pouco profundos a rasos, com pequena diferenciação de horizontes, ausência de acumulação de argila, textura franco-arenosa ou mais fina.

Na região de Nova Brasilândia há o predomínio de Cambissolos mais rasos, pedregosos, cascalhentos, ocorrendo em relevo forte ondulado sob vegetação de Floresta.

Na Depressão de Paranatinga são pedregosos, poucas vezes são cascalhentos, ocorrem em relevo desde plano a ondulado, nas planícies, e forte ondulado, nas áreas serranas.

Algumas unidades se prestam bem ao uso agrícola, sendo que o uso mais comum, atualmente, é a pastagem plantada. Num passado próximo, suportaram expressivas lavouras de arroz, principalmente na região de Paranatinga. Hoje, nesta região, prosperam algumas fazendas de criação de gado e produção de sementes de forrageiras.

Em face da grande diversidade de propriedades e também de relevo, não se pode generalizar o uso e as limitações destes solos. De um modo geral, são solos bastante susceptíveis à erosão. A maior parte da área destes solos tem relevo ondulado, forte ondulado ou montanhoso, onde as limitações podem ser fortes ou muito fortes, em decorrência da susceptibilidade à erosão.

Ocorrem de forma expressiva e em caráter de dominância em municípios como Nossa Senhora do Livramento, Poconé, Rosário Oeste, Nova Brasilândia, Paranatinga, Campinápolis, Água Boa e Canarana.

- Plintossolo (7,32%):

São solos minerais hidromórficos ou pelo menos com sérias restrições de drenagem, tendo como característica principal a presença de horizonte plíntico dentro de 40 cm da superfície ou a maiores profundidades.

Geralmente ocorrem em locais planos e baixos, onde há oscilação do lençol freático. São solos imperfeitamente ou mal drenados, tendo horizonte plíntico de coloração variegada com cores acinzentadas alternadas com cores avermelhadas e intermediárias entre estas. Este horizonte submetido a ciclos de umedecimento

e secagem e, após rebaixamento drástico e prolongado do lençol freático, desidrata-se irreversivelmente, tornando-se extremamente duro quando seco.

Apresentam uma grande diversificação em textura, tendo-se constatado desde solos arenosos até argilosos, sendo característica a grande diferença de textura do A ou E para o horizonte B, por vezes, com mudança textural abrupta.

A principal limitação relaciona-se com a drenagem imperfeita ou má, que limita bastante o uso destes solos durante uma parte do ano, quando ficam saturados com água. Em face da diversidade da textura e de suas características químicas, são mais usados com pastagens. Na Ilha do Bananal, partes destes solos, os mais argilosos, estão sendo usados com arroz irrigado, tendo apresentado grande produtividade.

Na porção Norte do Estado, foram verificados como dominantes em algumas situações elevadas no Município de Aripuanã, mas têm sua grande expressão nas Planícies do Bananal, Guaporé e do Pantanal Matogrossense.

- Vertissolo (subdominantes):

São solos minerais hidromórficos ou não, argilosos (mais de 30% de argila), com argilas de alta atividade (expansivas). Os teores relativamente altos em argila com atividade alta tornam os solos muito plásticos e muito pegajosos quando molhados e de consistência extremamente dura quando secos, além de terem lenta permeabilidade.

Embora quimicamente sejam solos ricos, as más condições físicas que conferem aos solos uma lenta permeabilidade aliada à baixa condutividade hidráulica e grande plasticidade e pegajosidade quando molhados, dificultam o manejo e prejudicam o sistema radicular das plantas.

A ocorrência de vertissolos está restrita ao Pantanal Matogrossense, onde aparecem, apenas, como subdominantes, associados a Solos Aluviais.

- Glei Pouco Húmico (1,58%):

Solos minerais hidromórficos, mal ou muito mal drenados, encharcados, ocorrendo em áreas baixas, com textura variável de média a muito argilosa.

As principais limitações ao uso agrícola decorrem da má drenagem, com presença de lençol freático alto e dos riscos de inundação que são freqüentes.

Aparecem em alguns trechos das planícies dos rios Juruena, Arinos, Xingu, Araguaia, Guaporé e ainda trecho da bacia do Rio Piquiri, afluente do Rio Paraguai.

- Areias Quartzosas (12,94%):

Solos minerais arenosos, bem a fortemente drenados, normalmente profundos ou muito profundos, essencialmente quartzosos, virtualmente destituídos de minerais primários pouco resistentes ao intemperismo.

Possuem textura nas classes areia e areia franca até pelo menos 2 metros de profundidade e são, normalmente, muito pobres.

Ocorrem geralmente em relevo que varia do plano ao ondulado, sob vegetação tanto de Cerrado quanto de Floresta. A textura muito arenosa condiciona uma baixa retenção de umidade e de eventuais elementos nutrientes aplicados, caracterizando-se como uma fortíssima limitação ao seu aproveitamento agrícola.

A ocorrência mais significativa é verificada sobre o Planalto dos Parecis, mais especificamente, em suas porções Sul e Oeste, onde estão sob a vegetação do cerrado.

Outra grande concentração é verificada em municípios como Alto Araguaia, Alto Garças, Itiquira, Poxoréu e General Carneiro.

- Areias Quartzosas Hidromórficas (0,06%):

São solos minerais, hidromórficos, com textura nas classes areia ou areia franca até a profundidade de 2 metros pelo menos.

Ocorrem em ambientes com restrição de drenagem, geralmente com lençol freático elevado e possuem uma fertilidade natural baixa, o que impõe sempre a necessidade de correções químicas para seu aproveitamento.

Trata-se de solos pouco expressivos em termos de ocorrência. Foram verificados como dominantes apenas em pequenos trechos das planícies do Rio Itiquira, na área do Pantanal Matogrossense e do Rio Corixão do Meio na Planície do Bananal (Rio Araguaia).

- Solos Aluviais (0,34%):

Solos minerais não hidromórficos, pouco evoluídos, formados em depósitos aluviais recentes, nas margens de cursos d'água.

Devido a sua origem de fontes as mais diversas, esses solos são muito heterogêneos quanto à textura e demais propriedades físicas e químicas, que podem variar num mesmo perfil entre as diferentes camadas.

Os maiores problemas ao desenvolvimento de atividade agrícola nesses solos decorrem dos riscos de inundação por cheias periódicas ou por acumulação de água de chuvas na época de intensa pluviosidade. De uma maneira geral, os solos aluviais são considerados de grande potencialidade agrícola, por ocorrerem em locais de relevo plano, favorecendo a prática de mecanização agrícola intensiva.

Ocupam vários trechos das planícies dos rios Paraguai, Cuiabá e São Lourenço, na região Sul do Estado.

- Solos Litólicos (2,40%):

São solos minerais não hidromórficos, pouco desenvolvidos, muito rasos ou rasos, com textura variável, freqüentemente arenosa ou média, ocorrendo textura argilosa e raramente siltosa. São também heterogêneos quanto às propriedades químicas e ocorrem sob vegetação Campestre, de Cerrado e Floresta, em locais com forte declividade, geralmente encostas de morros e bordas de chapadas.

A pequena espessura do solo, a freqüente ocorrência de cascalhos e fragmentos de rocha no seu perfil, a grande susceptibilidade à erosão, mormente nas áreas de relevo acidentado, que são as mais freqüentes onde ocorrem, são as limitações mais comuns para este tipo de solo.

Como dominantes, foram mapeados de forma dispersa nas várias regiões do Estado, destacando-se as bordas das Chapadas de Dardanelos e Serra dos Apicás.

- Solos Concrecionários Latossólicos (1,36%):

Com esta denominação foram classificados solos minerais, bem drenados, profundos e que ocorrem sob vegetação de cerrado e de floresta, sobretudo em superfícies aplanadas dos planaltos elevados.

As maiores limitações ao uso agrícola decorrem da grande quantidade de concreções lateríticas consolidadas na massa do solo (normalmente mais de 50% do seu volume), que dificultam muito o uso de máquinas agrícolas e a penetração de raízes. Além disso, os solos são pobres, com baixa saturação de bases.

Suas ocorrências mais expressivas estão nas Chapadas de Dardanelos, Serras dos Apicás e Caiabis, ao Norte do Estado; sobre o Planalto dos Parecis, na altura do município de Serra Nova do Norte e Peixoto de Azevedo; na região de Canarana e Água Boa, a Leste do Estado e, por fim, na região da Depressão Cuiabana.

- Solos Concrecionários Podzólicos (0,22%):

São solos minerais, bem drenados, profundos, com presença de concreções de ferro ao longo do perfil em quantidade maior que 50% por volume e aparecem sob vegetação de Cerrado cujo relevo de ocorrência é suave ondulado.

Assim como no caso dos Solos Concrecionários Latossólicos, são limitados, do ponto de vista agrônomo, pela presença excessiva de concreções ferruginosas no perfil e pela baixa fertilidade natural.

São dominantes em uma única mancha na Depressão Cuiabana, abrangendo os municípios de Poconé e Nossa Senhora do Livramento.

- Solos Concrecionários Câmbicos (0,58%):

Solos minerais, bem drenados, de profundidade mediana, com presença de concreções de ferro ao longo do perfil em quantidade maior que 50% do volume.

Estão sob vegetação de Cerrado e o relevo de ocorrência é suave ondulado. Não se prestam à utilização com lavouras, sendo a pastagem de capim braquiária o tipo de utilização mais comum sobre estes solos.

A presença expressiva de concreções e a baixa fertilidade natural associam-se, neste caso, a uma menor profundidade do perfil do solo, para restringir as possibilidades de uso agrícola sobre os mesmos.

Sua maior expressividade, em termos de dominância, é verificada na região da Depressão Cuiabana, nos municípios de Cuiabá, Vargem Grande e Rosário Oeste, entre outros.

- Afloramentos de Rocha (subdominante):

Trata-se de unidades onde rochas encontram-se expostas na superfície do terreno, tanto em forma descontínua (matacões e/ou *boulders*) como em forma contínua (lageado).

Nesses locais, os vegetais superiores não encontram meios para se desenvolverem.

Não se prestam à utilização agrícola, considerando-se tanto os aspectos físicos, quanto químicos e mineralógicos.

Encontram-se distribuídos por praticamente toda a área do Estado, sendo mais comuns em áreas acidentadas. São componentes subdominantes em várias unidades de mapeamento e ocorrem associados a vários solos, principalmente Solos Litólicos.

- Solos orgânicos (0,04%):

A categoria de “solos orgânicos” foi mapeada pela SEPLAN-MT, apesar de não ter sido descrita no Zoneamento Sócio Econômico Ecológico do Estado do Mato Grosso, e sua ocorrência principal é apontada nos municípios de Comodoro, Diamantino e Primavera do Leste, com uma área total de 3.221,67km².

7.2 IMAGENS DE SATÉLITE

As imagens de satélite utilizadas no desenvolvimento desse trabalho foram obtidas por dois sistemas orbitais independentes.

- National Oceanic Atmospheric Administration – NOAA/AVHRR:

A família de satélites NOAA, administrada pelo National Environmental Satellite and Information Service (NESDIS), foi iniciada em 1960 com o lançamento do satélite TIROS-1. A partir do lançamento do sexto satélite da série, em 1979, ela foi denominada NOAA, assumindo a nomenclatura atual. A existência de vários satélites da mesma família, com características semelhantes, possibilitou a geração diária de várias observações globais de padrões meteorológicos e condições ambientais (Chuvienco, 1996, p. 131).

Desenhada para coletar informações meteorológicas da “superfície” terrestre, a série NOAA foi estruturada para oferecer um ciclo de cobertura bastante curto. Orbitando a uma altitude de 833 a 870km da superfície terrestre, cada satélite da série NOAA proporciona uma cobertura de um mesmo ponto da Terra a cada doze horas, intervalo de observação encurtado em função da passagem diária dos diferentes satélites da família.

No que se refere às aplicações terrestres, o sensor mais interessante a bordo dos satélites da série NOAA é o Advanced Very High Resolution Radiometer – AVHRR. Desenhado para proporcionar imagens com uma resolução espacial de 1,1 por 1,1 km no “nadir”, esse sensor é composto por 5 canais espectrais (vermelho, infravermelho próximo, infravermelho médio e 2 canais no

infravermelho termal) e apresenta uma faixa de imageamento de 2400km de largura (Coutinho, 2004, p. 36).

À medida que o ângulo de visada se afasta do “nadir”, o tamanho do elemento básico da imagem (pixel) é aumentado, chegando a atingir 2,4 por 6 km nas bordas da imagem e, portanto, a sua área na superfície terrestre ultrapassa em muito aquelas localizadas no centro da passagem (Lillesand e Kiefer, 1994, p. 498-499). Isso faz com que a utilização prática dessas imagens seja precedida de correções geométricas para a eliminação ou redução dessas distorções.

Apesar da “baixa” resolução espacial das imagens dos satélites da série NOAA, sobretudo se fizermos uma comparação com a resolução espacial dos novos instrumentos orbitais como o satélite Ikonos (1 a 4m) e o satélite QuickBird (0,61 a 2,8m), existem várias aplicações e projetos baseados nessas imagens, graças à alta frequência de imageamento e ao reduzido custo de aquisição (Chuvieco, 1996, p. 132).

Exemplos de aplicações de imagens NOAA-AHVRRR são comumente encontrados em mapeamentos de superfícies cobertas por neve, de áreas alagadas, da vegetação, da umidade dos solos, no monitoramento de queimadas, em mapeamentos da rede de drenagem, de erupções vulcânicas etc. (Lillesand e Kiefer, 1994, p. 503).

As principais características dos satélites da série NOAA e dos sensores disponíveis nesses instrumentos são apresentadas na Tabela 1 e Tabela 2.

Tabela 1: Características dos satélites da família NOAA.

Missão	National Oceanic Atmospheric Administration (NOAA)				
Instituições Responsáveis	National Environmental Satellite Data and Information Service (NESDIS) e National Aeronautics and Space Administration (NASA)				
País/Região	Estados Unidos				
Satélite	NOAA-12	NOAA-14	NOAA-15	NOAA-16	NOAA-17
Lançamento	14/05/1991	30/12/1994	13/05/1998	21/09/2000	24/06/2002
Situação Atual	ativo	ativo	ativo	ativo	ativo
Órbita	Polar	Polar	Polar	Polar	Polar
Altitude	833 km	870 km	833 km	870 km	833 km
Inclinação	98,6°	98,9°	98,7°	98,7°	98,7°
Tempo de Duração da Órbita	101,2 min	102 min	101 min	102 min	102 min
Período de Revisita	diário	diário	diário	diário	diário
Instrumentos Sensores	AVHRR e TOVS	AVHRR e TOVS	AVHRR/3 e TOVS	AVHRR/3 e TOVS	AVHRR/3 e TOVS

Fonte: Embrapa CNPM, disponível em <<http://www.sat.cnpm.embrapa.br/>> em 13 de julho de 2005.

Tabela 2: Características dos sensores à bordo dos satélites NOAA

Sensor	Bandas Espectrais	Resolução Espectral	Resolução Espacial	Resolução Temporal	Faixa Imageada
AVHRR (Advanced Very High Resolution Radiometer)	1 (Vermelho)	0,58 - 0,68 μm	1,1 km	Diária (no máximo)	2.400 km
	2 (Infravermelho próximo)	0,72 - 1,10 μm			
	3 (Infravermelho médio)	3,55 - 3,93 μm			
	4 (Infravermelho termal)	10,30 - 11,30 μm			
	5 (Infravermelho termal)	11,30 - 12,50 μm			
AVHRR/3	1 (Vermelho)	0,58 - 0,68 μm	1,1 km	Diária (no máximo)	2.400 km
	2 (Infravermelho próximo)	0,72 - 1,10 μm			
	3A (infravermelho próximo)	1,58 - 1,64 μm			
	3B (Infravermelho médio)	3,55 - 3,93 μm			
	4 (Infravermelho termal)	10,30 - 11,30 μm			
	5 (Infravermelho termal)	11,30 - 12,50 μm			

Fonte: Embrapa CNPM, disponível em <<http://www.sat.cnpm.embrapa.br/>> em 13 de julho de 2005.

- Land Remote Sensing Satellite – Landsat:

A série Landsat foi iniciada no final da década de 60, a partir de um projeto desenvolvido pela Agência Espacial Americana e dedicado exclusivamente à observação dos recursos naturais terrestres. O primeiro satélite da série começou a operar em 1972 e a última atualização ocorreu em 1999 com o lançamento do Landsat-7.

Durante esse período foram desenvolvidas três gerações de sensores MSS (*Multispectral Scanner*), TM (*Thematic Mapper*), ETM (*Enhanced Thematic Mapper*) e ETM+ (*Enhanced Thematic Mapper Plus*), com inovações e melhoramentos de uma geração para a outra. O sensor MSS, principal instrumento a bordo dos satélites Landsat 1, 2 e 3, tinha um total de quatro canais espectrais e uma resolução espacial de 80 metros. Já o sensor TM, principal instrumento a bordo dos satélites Landsat 4 e 5, apresentava um total de sete canais espectrais e uma melhora na resolução espacial que atingiu 30m no multispectral e uma inovação, referente à existência de um canal termal, com resolução espacial de 120 metros.

As características do sensor ETM, disponível no Landsat 6, que não atingiu a fase operacional em função de problemas ocorridos no seu lançamento, não foram divulgadas, mas o seu sucessor, denominado ETM+, a bordo do Landsat 7, em operação até o ano de 2003, apresentou inovações relacionadas à melhora da resolução espacial que atingiu 30 metros no multispectral, 60 metros no termal, além de um novo canal, denominado pancromático, com uma resolução espacial de 15 metros.

Atualmente o único satélite dessa família em operação é o Landsat-5 que, como já mencionado, leva a bordo o sensor TM e contribui para o mapeamento temático da superfície terrestre. O Landsat-7 iniciou suas atividades em abril de 1999 e encerrou em 2003, utilizando o sensor ETM+. Este instrumento foi capaz de ampliar as possibilidades de uso dos produtos Landsat, porque manteve a alta resolução espectral (característica importante desse sistema) e conseguiu ampliar

a resolução espacial da banda 6 (Infravermelho Termal) para 60 metros, além de inserir a banda pancromática e permitir a geração de composições coloridas com 15 metros de resolução (EMBRAPA, 2004c).

As principais características dos satélites da série Landsat e dos sensores disponíveis nesses instrumentos são apresentadas na Tabela 3 e na Tabela 4.

Tabela 3: Características do satélites da família Landsat.

Missão	Land Remote Sensing Satellite (Landsat)						
Instituição Responsável	NASA (National Aeronautics and Space Administration)						
País/Região	Estados Unidos						
Satélite	LANDSAT 1	LANDSAT 2	LANDSAT 3	LANDSAT 4	LANDSAT 5	LANDSAT 6	LANDSAT 7
Lançamento	27/7/1972	22/1/1975	5/3/1978	16/7/1982	1/3/1984	5/10/1993	15/4/1999
Situação Atual	Inativo (06/01/1978)	Inativo (02/1982)	Inativo (03/1983)	Inativo (1993)	ativo	falha no lançamento	Inativo (2003)
Órbita	Polar	Polar	Polar	Polar	Polar	X	Polar
Altitude	917 km	917 km	917 km	705 km	705 km	X	705 km
Inclinação	99°	99°	99°	98,20°	98,20°	X	98,3°
Tempo de Duração da Órbita	103,27 min	103,27 min	103,27 min	98,20 min	98,20 min	X	98,9 min
Horário de Passagem	9:15 A.M.	9:15 A.M.	9:15 A.M.	9:45 A.M.	9:45 A.M.	X	10:00 A.M.
Período de Revisita	18 dias	18 dias	18 dias	16 dias	16 dias	X	16 dias
Instrumentos Sensores	RBV e MSS	RBV e MSS	RBV e MSS	MSS e TM	MSS e TM	ETM	ETM+

Fonte: Embrapa CNPM, disponível em <<http://www.sat.cnpm.embrapa.br/>> em 13 de julho de 2005.

Tabela 4: Características dos sensores a bordo dos satélites da família Landsat.

Sensor	Bandas Espectrais	Resolução Espectral	Resolução Espacial	Resolução Temporal	Faixa Imageada
MSS	1	0.5 - 0.6 μm	80 m	18 dias	185 km
	2	0.6 - 0.7 μm	80 m	18 dias	185 km
	3	0.7 - 0.8 μm	80 m	18 dias	185 km
	4	0.8 - 1.1 μm	80 m	18 dias	185 km
TM	1	0.45 - 0.52 μm	30 m	16 dias	185 km
	2	0.50 - 0.60 μm	30 m	16 dias	185 km
	3	0.63 - 0.69 μm	30 m	16 dias	185 km
	4	0.76 - 0.90 μm	30 m	16 dias	185 km
	5	1.55 - 1.75 μm	30 m	16 dias	185 km
	6	10.4 - 12.5 μm	120 m	16 dias	185 km
	7	2.08 - 2.35 μm	30 m	16 dias	185 km
ETM+	1	0.45 - 0.52 μm	30 m	16 dias	185 km
	2	0.50 - 0.60 μm	30 m	16 dias	185 km
	3	0.63 - 0.69 μm	30 m	16 dias	185 km
	4	0.76 - 0.90 μm	30 m	16 dias	185 km
	5	1.55 - 1.75 μm	30 m	16 dias	185 km
	6	10.4 - 12.5 μm	60 m	16 dias	185 km
	7	2.08 - 2.35 μm	30 m	16 dias	185 km
	8	0.50 - 0.90 μm	15 m	16 dias	185 km

Fonte: Embrapa CNPM, disponível em <<http://www.sat.cnpm.embrapa.br/>> em 13 de julho de 2005.

7.3 CARTOGRAFIA BÁSICA UTILIZADA

A base cartográfica utilizada no desenvolvimento do trabalho foi composta, principalmente, pelos produtos digitais publicados pelo IBGE e pela Secretaria de Estado de Planejamento e Coordenação Geral do Estado do Mato Grosso – SEPLAN-MT.

A carta da divisão política municipal do Estado do Mato Grosso, após avaliação e comparação das diferentes versões existentes, foi compilada a partir da Base de Informações Municipais – BIM (IBGE, 2002).

Os mapas temáticos digitais foram produzidos no âmbito do Zoneamento Sócio Econômico Ecológico do Estado e recuperados pela Internet, através de um acesso restrito, condicionado ao cadastramento e à aprovação prévia da

coordenação da SEPLAN-MT. O acesso aos dados cartográficos foi efetuado através do endereço <<http://www.zsee.seplan.mt.gov.br/servidordemapas/downloads/>>.

Dos documentos cartográficos produzidos, apresentados e disponibilizados pelo ZSEE-MT foram utilizados os mapeamentos de Vegetação e Uso das Terras – do ano de 1999 (Figura 6), Aptidão Agrícola das Terras (Figura 7), Rede Viária (Figura 8), Áreas Indígenas (Figura 9) e Unidades de Conservação (Figura 10). De forma geral, esses mapeamentos foram desenvolvidos originalmente na escala 1:250.000 e simplificados para serem publicados em escala compatível com abordagens 1:500.000.

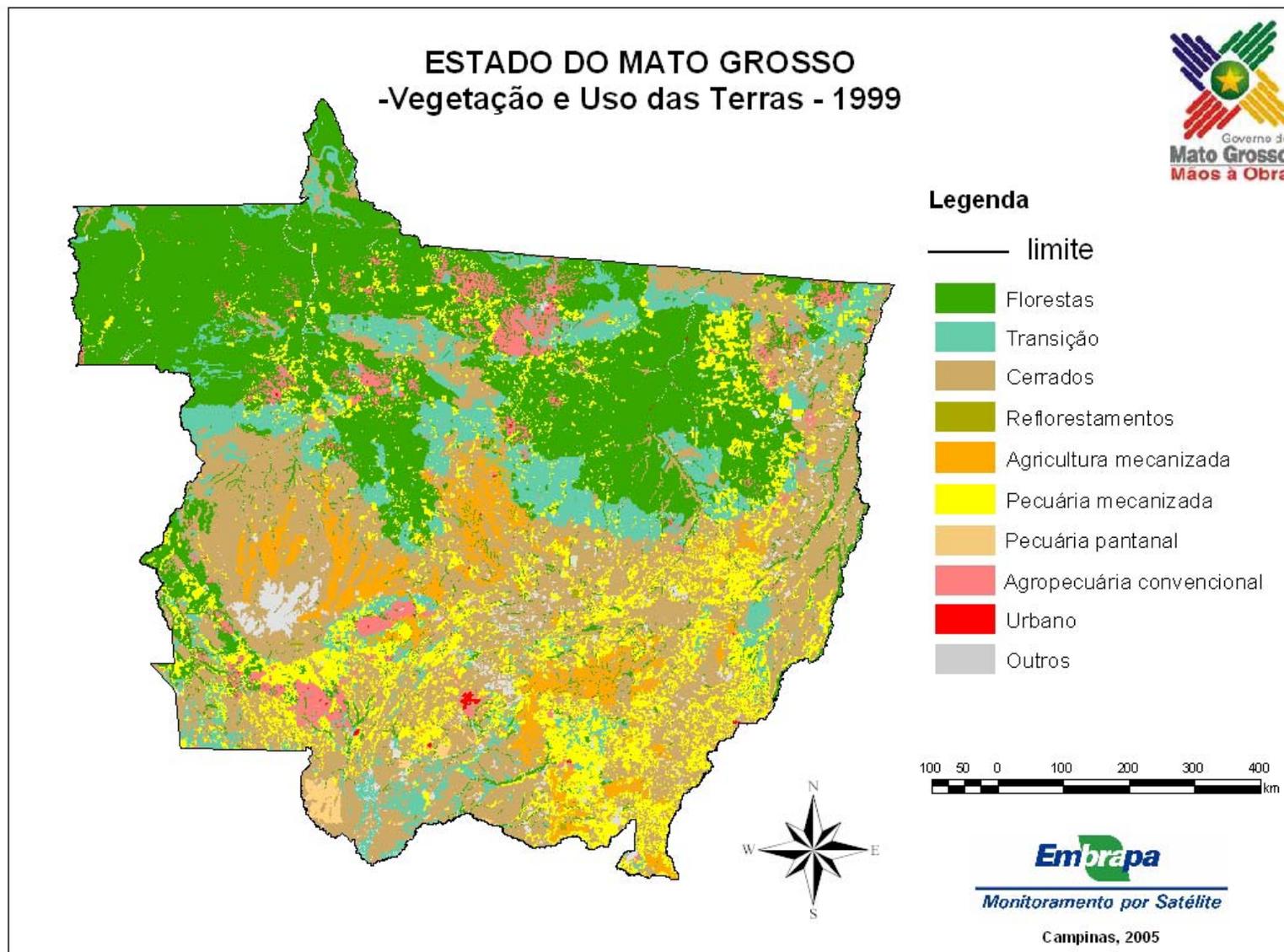


Figura 6: Mapa de Vegetação e Uso das Terras do Estado do Mato Grosso – 1999 (Fonte: adaptado de SEPLAN-MT, 2003).

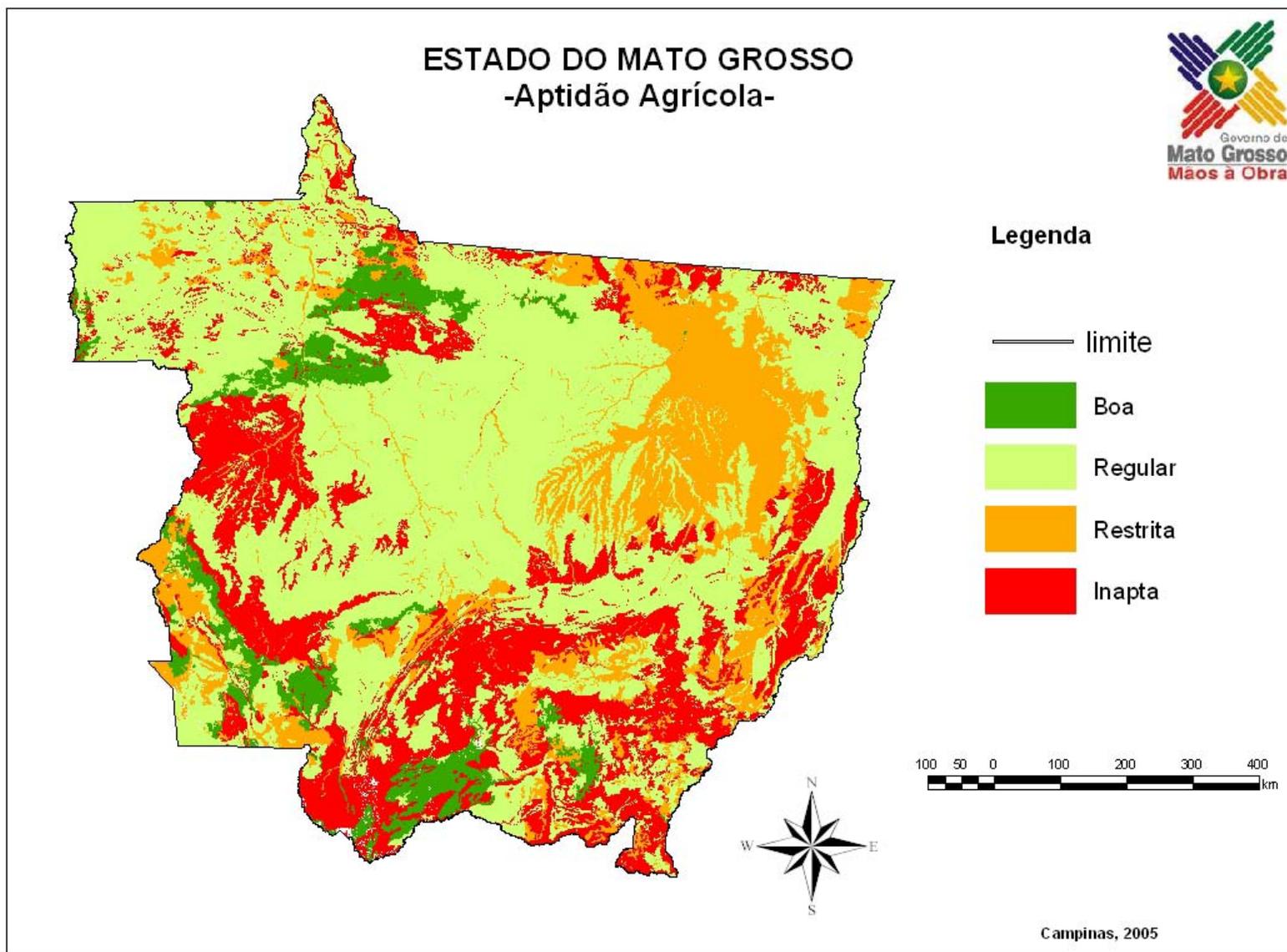


Figura 7: Mapa de Aptidão Agrícola das Terras do Estado do Mato Grosso (Fonte: adaptado de SEPLAN-MT, 2003).

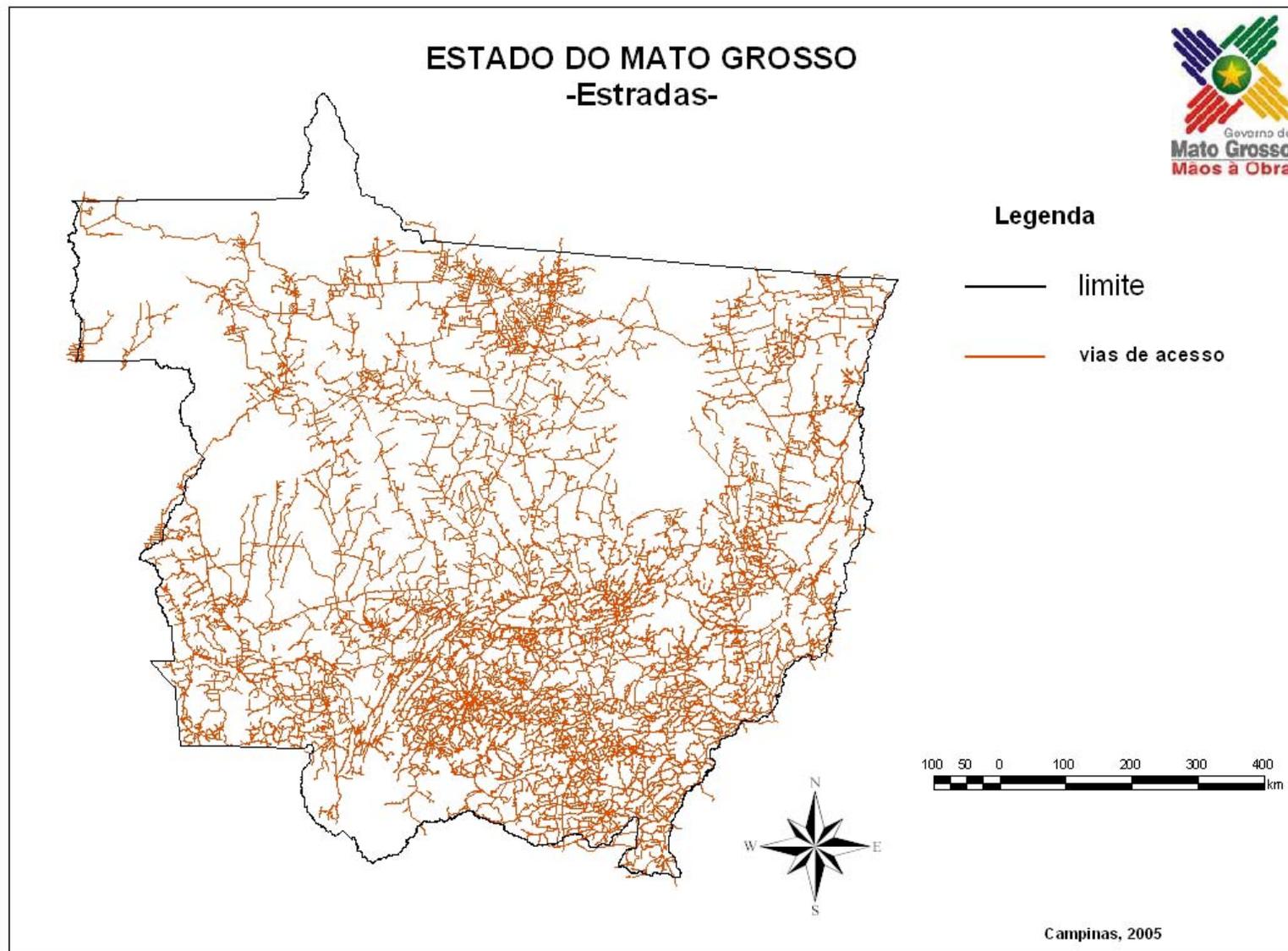


Figura 8: Mapa da Rede Viária do Estado do Mato Grosso (Fonte: adaptado de SEPLAN-MT, 2003).

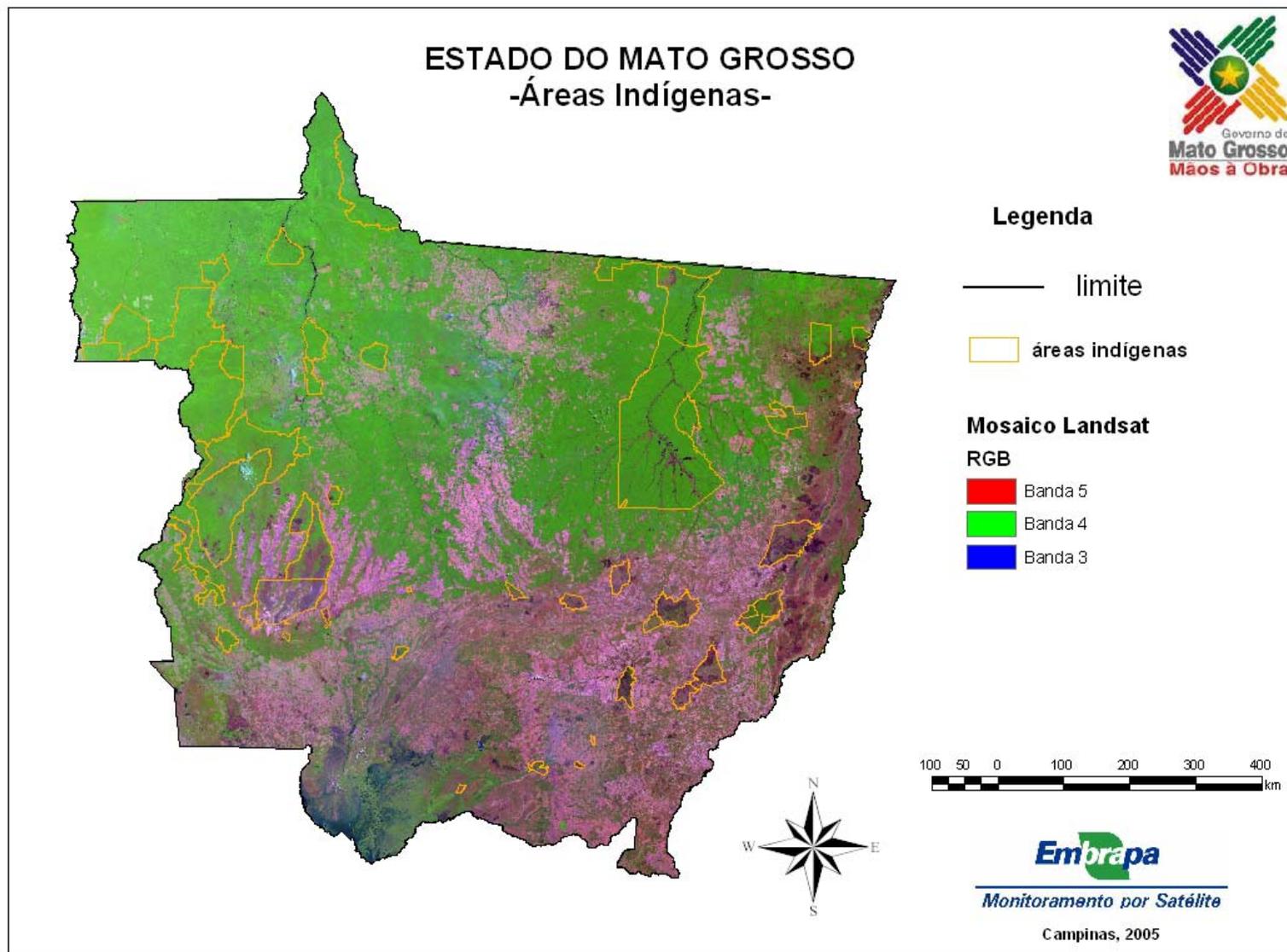


Figura 9: Mapa das Áreas Indígenas do Estado do Mato Grosso (Fonte: adaptado de SEPLAN-MT, 2003).

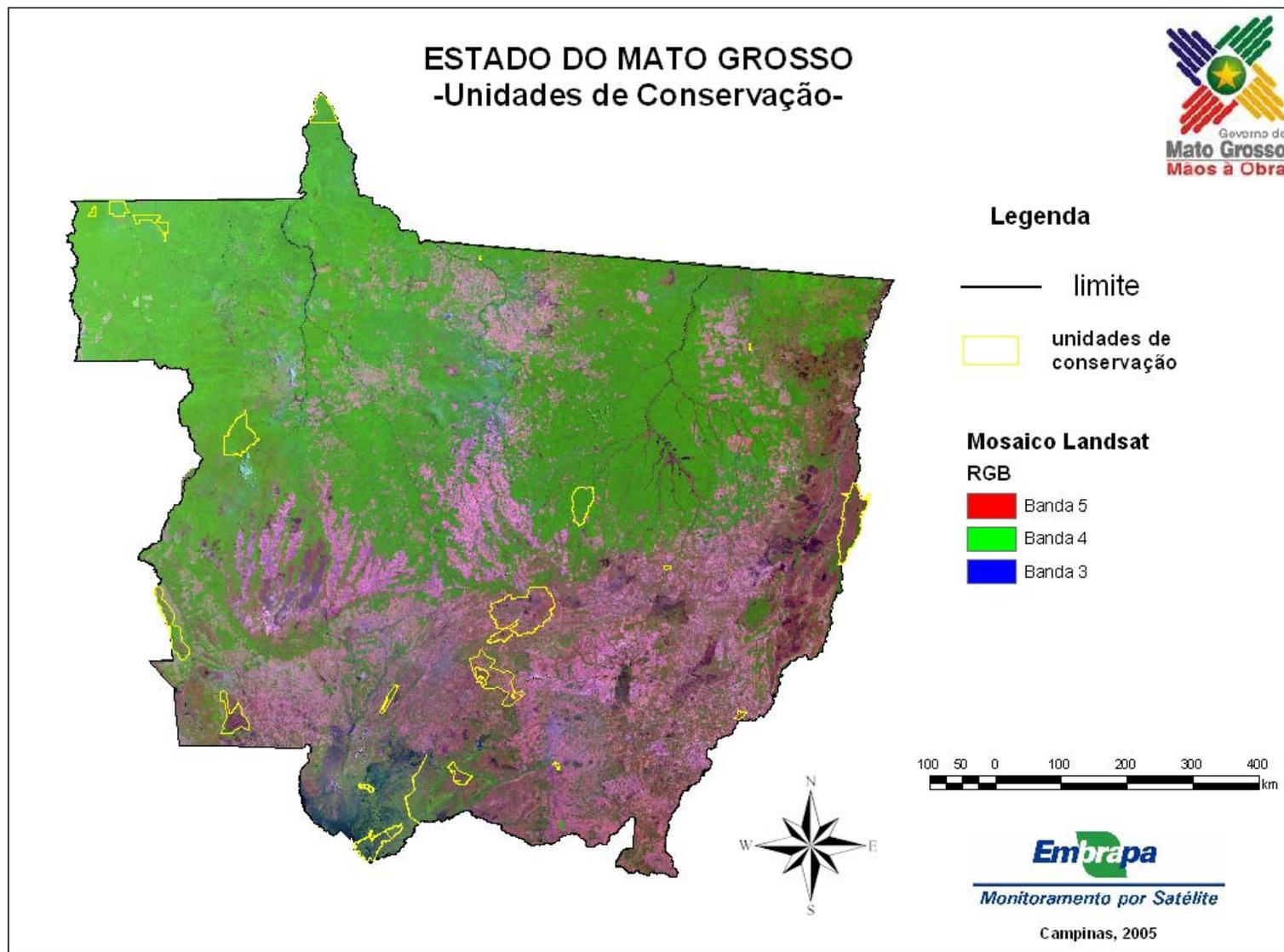


Figura 10: Mapa das Unidades de Conservação do Estado do Mato Grosso (Fonte: adaptado de SEPLAN-MT, 2003).

7.4 BASE DE DADOS NUMÉRICOS

A base de dados numéricos estruturada, foi originada de informações publicadas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 1996; 1999), disponibilizadas na *Internet* pelo acesso ao Sistema IBGE de Recuperação Automática – SIDRA, mais especificamente do censo agropecuário de 1996 e dos dados sobre a Produção Agrícola Municipal – PAM, dos anos de 1995 a 2003/2004.

O acesso pela Internet foi feito através do *link*

<<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/agric/default.asp?z=t&o=10&i=P>>

Paralelamente, foram utilizados dados numéricos obtidos nos Anuários Estatísticos do Estado do Mato Grosso (SEPLAN-MT, 2000; SEPLAN-MT, 2002). Embora grande parte dos dados, publicados nos anuários estatísticos do Estado, sejam compilados da base de dados do IBGE, algumas séries ali contidas são específicas para o Estado e possuem uma freqüência maior de levantamentos, como é o caso das séries produzidas pela Fundação Estadual do Meio Ambiente – FEMA-MT, sobre área desmatada; base municipal dos valores totais realizados pelo Fundo do Cento Oeste – FCO, oriundos do Banco do Brasil, Superintendência do Mato Grosso; arrecadação do INSS, proveniente do Instituto de Previdência Social do Mato Grosso etc.

Os dados de queimadas, provenientes da análise e classificação dos dados do NOAA/AVHRR, foram produzidos pelo INPE e colocados à disposição sob a forma

de listagens diárias das coordenadas correspondentes aos pixels que apresentaram temperatura indicativa da incidência de queimadas. Esses dados foram formatados em pacotes específicos, referentes aos anos de 1995 a 2004, através da interface desenvolvida pelo INPE, disponível no *link* <<http://www.dpi.inpe.br/proarco/bdqueimadas/>>.

7.5 LOGICIAIS E APLICATIVOS

Para a aquisição, armazenamento, processamento e expressão dos dados e imagens de satélite reunidos e gerados durante esse trabalho, foi utilizado um computador com a seguinte configuração:

AMD Athlon 2500+

1.84 GHz

512 MB de RAM

120 GB de disco

monitor colorido de 17 polegadas

Em relação aos aplicativos adotados, além do sistema operacional Microsoft Windows XP Service Pack 2, versão 2002, e do pacote Microsoft Office 97 Professional, foram utilizados vários outros programas de suporte, como Adobe Acrobat 5.0, Mozilla 1.7.3, OpenOffice 1.1.3, entre outros.

Para o processamento, análise e formatação da base dos dados cartográficos e iconográficos, foram utilizados dois programas específicos para Sensoriamento

Remoto e Geoprocessamento: Erdas Imagine Professional, versão 8.7 e o pacote ArcGis, versão 9.0.

Tanto o Erdas Imagine Professional, quanto o ArcGis são programas computacionais fabricados pela ERDAS Inc., empresa americana dedicada ao desenvolvimento de produtos ligados ao processamento digital de imagens e geoprocessamento.

O Erdas Imagine divide-se em 3 módulos básicos: Essentials, Advantage e Professional, sendo o módulo Professional o mais completo da série agregando, além das ferramentas mais tradicionais, como as necessárias para o georreferenciamento de imagens, melhoramento espacial, radiométrico, espectral, topográfico e de análise SIG (Sistema de Informação Geográfica), funções como modelos de ortocorreção e mosaicagem de imagens, ferramentas de classificação avançada e uma ferramenta para desenvolver modelos de aplicativos “customizáveis”.

O ArcGIS 9.0 é na verdade uma família de produtos de *software* que dá forma a um Sistema de Informações Geográficas - SIG completo, construído segundo os mais altos padrões de exigência do mercado, fornecendo capacidades excepcionais que fazem dele o SIG mais utilizado no mundo todo.

O ArcGIS oferece uma grande flexibilidade na configuração de uma solução, uma vez que é um sistema modular, ou seja, é possível adquirir diferentes componentes para estruturação do sistema mais adequado. Os principais módulos do ArcGis disponíveis na Embrapa Monitoramento por Satélite são:

- ArcView: fornece visualização de dados, *query*, análise, e potencialidades de integração junto com a capacidade de criar e editar elementos geográficos simples;
- ArcEditor: trata-se de um novo produto de *software* que inclui as funcionalidades do ArcView e adiciona a capacidade de criar e editar elementos numa geodatabase com múltiplos utilizadores e em diferentes planos (*shapes*);
- ArcInfo: inclui todas as funcionalidades do ArcEditor e adiciona capacidades avançadas de geoprocessamento.

Desenvolvido a partir de um conjunto de componentes baseados e dirigidos ao objeto, os produtos ArcView, ArcEditor e ArcInfo possibilitam a entrada, armazenamento, manipulação e saída de dados georreferenciados, além de partilhar as mesmas aplicações de base, a mesma interface e os mesmos conceitos operacionais.

Para o processamento estatístico multivariado dos dados organizados na matriz e geração dos agrupamentos (análise de *cluster*), foi utilizado o pacote SAS (SAS Institute, 1999), Versão 8. Esse programa estatístico, criado pela maior empresa privada de geração de *software* do mundo e que opera, oficialmente, no Brasil desde 1996, é utilizado há mais de 20 anos em universidades, instituições de pesquisa, empresas privadas e públicas.

8 MÉTODOS

8.1 CONSOLIDAÇÃO DA BASE DE DADOS DE QUEIMADAS

A primeira etapa deste trabalho constituiu-se da reunião e validação dos dados de queimadas produzidos e publicados pelo Instituto de Pesquisas Espaciais – INPE, através do acesso à página principal do sistema (INPE, 2004) e da recuperação dos dados selecionados para a pesquisa. Historicamente, os dados utilizados há mais tempo, para a detecção e monitoramento dos focos de queimadas no Brasil, são os obtidos pelo satélite NOAA-12, pelo fato de a passagem e cobertura deste sistema orbital, pelo Brasil, coincidir com o horário do final da tarde e início da noite.

Ao priorizar a passagem do satélite NOAA-12 para a detecção dos dados de queimadas, minimiza-se a ocorrência de reflexos que degradam a qualidade das imagens obtidas e confundem os sensores, fato relacionado à posição do Sol em relação à superfície terrestre no momento da aquisição de dados. Aumenta-se também o contraste entre as temperaturas das superfícies com fogo, ou ainda aquecidas pela passagem de uma queimada, e as áreas vizinhas, fazendo com que a brusca mudança de temperatura de um pixel para outro possa ser detectada e identificada como um foco de queimada. Essa segunda variável ocorre em função de as queimadas incidirem, preferencialmente, no período da tarde.

Somente a partir de 1995, o INPE começou a adquirir, diária e ininterruptamente, dados de queimadas com o satélite NOAA-12, o que determinou a data do início

da série histórica consolidada neste trabalho, que se restringiu, portanto, à manipulação de dados diários do período de 1995 a 2003.

A reunião dos dados incluiu a consolidação da base de dados, contendo entre outras variáveis, um par de coordenadas geográficas (latitude/longitude), correspondentes à posição e origem dos seus pixels de referência.

Até o ano de 1998, o INPE armazenava e publicava apenas os dados referentes ao período compreendido entre os meses de junho a novembro, período mais crítico em relação à ocorrência de queimadas. Somente a partir de 1999, os dados passaram a abranger a totalidade dos meses do ano. Portanto, a partir daí, a disponibilidade das séries históricas anuais está completa.

Após a estruturação da base de dados de queimadas, consolidada no programa Excel, ela foi importada por um programa de geoprocessamento (ArcGis-9.0), para que os dados pudessem ser espacializados, com base nas coordenadas fornecidas para cada ponto de calor identificado pelo sistema. Consolidou-se, dessa forma, uma base de dados espaciais sobre a ocorrência de queimadas para o Estado do Mato Grosso. Essa base de dados, contendo informações diárias sobre a ocorrência de queimadas, foi estruturada considerando-se uma grade de 1,1km por 1,1km, constituída pela resolução plena do sensor NOAA/AVHRR.

A constituição da base de dados, no ArcView (SIG), foi efetuada através da inclusão e compatibilização de outros níveis de informação como o Mapa da Divisão Política Municipal, Mapa da Rede Viária, Mapa de Vegetação e Uso das

Terras, Mapa de Aptidão Agrícola das Terras, Mapa das Áreas Indígenas, Mapa dos Parques e Reservas, além dos mosaicos de imagens do satélite Landsat.

8.2 CONSTITUIÇÃO DOS MOSAICOS DE IMAGENS DO SATÉLITE LANDSAT

Mosaicos de imagens de satélite são representações sinópticas de grandes extensões territoriais e, quando elaborados sobre a totalidade territorial de um estado ou município revelam, de forma fiel, a situação vigente das diversas modalidades de uso e ocupação do solo da área “imageada”. Portanto, os mosaicos de imagens originados a partir da fusão digital, são ferramentas de extrema utilidade para trabalhos de planejamento, monitoramento e gestão ambiental e territorial.

Dois mosaicos de imagens do satélite Landsat foram elaborados, com o objetivo de apoiar a verificação da precisão dos dados de queimadas em dois momentos distintos. A cobertura de imagens do satélite Landsat para o Estado do Mato Grosso é composta por 47 imagens e segue o esquema de Órbitas/Pontos, ilustrado pela Figura 11.

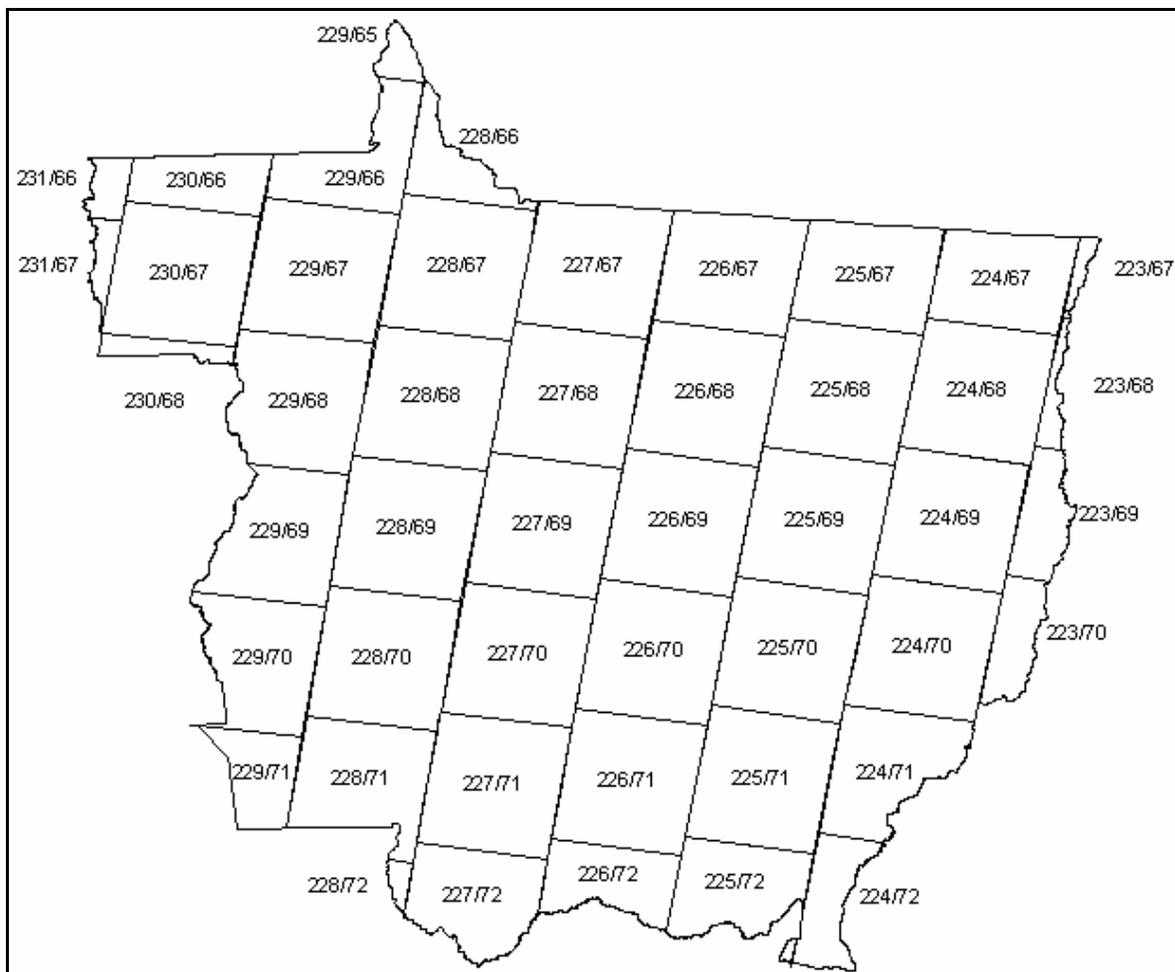


Figura 11: Referência de cenas das imagens Landsat. do Estado do Mato Grosso.

Um dos mosaicos constituído no âmbito do projeto “Brasil Visto do Espaço”, desenvolvido pela Embrapa Monitoramento por Satélite (Miranda *et al.*, 2001), foi produzido com a utilização de imagens obtidas no ano de 1999 e o emprego de avançadas tecnologias para o processamento digital de imagens, como por exemplo, o georreferenciamento de precisão cartográfica e a combinação dos processos de equalização de histograma, balanço de cores, ajuste geométrico e recorte, segundo a base cartográfica do Estado do Mato Grosso, publicada pelo IBGE, na escala 1:500.000.

8.3 PRINCIPAIS PARÂMETROS TÉCNICOS DOS MOSAICOS

8.3.1 Mosaico de 1999

Fontes dos dados: imagens de satélite Landsat 7/ETM+ e, eventualmente, Landsat 5 TM;

Composição: combinação das bandas espectrais 5,4,3/RGB, em composição colorida falsa cor;

Projeção: Projeção Geográfica (Lat/Long);

Elipsóide: South America 1969;

Datum: SAD69;

Tipo: matricial (raster) 8 bits, 1 byte por píxel;

Formato: original GEOTIFF

Resolução espacial: em função da extensão territorial do Estado do Mato Grosso e, conseqüentemente, do tamanho do arquivo correspondente ao mosaico total do Estado, a resolução adotada foi de 60 metros;

Sazonalidade das imagens: foram utilizadas, preferencialmente, datas do período seco;

Cobertura de Nuvens: a cobertura de nuvens máxima foi inferior a 5%;

Precisão Geométrica: erro circular horizontal de 1,5 píxel (90 metros);

Georreferenciamento: a partir de pontos cartográficos obtidos na cartografia 1:100.000;

Relação das órbitas/pontos e data de aquisição

223/067 30.08.99	227/069 10.08.99
223/068 30.08.99	227/070 10.08.99
223/069 25.03.00	227/071 10.08.99
223/070 15.09.99	227/072 14.11.99
224/067 08.10.99	228/066 17.08.99
224/068 21.08.99	228/067 17.08.99
224/069 21.08.99	228/068 17.08.99
224/070 21.08.99	228/069 17.08.99
224/071 21.08.99	228/070 17.08.99
224/072 05.08.99	228/071 17.08.99
225/067 12.08.99	228/072 17.08.99
225/068 12.08.99	229/065 08.08.99
225/069 12.08.99	229/066 11.10.99
225/070 12.08.99	229/067 11.10.99
225/071 28.08.99	229/068 11.10.99
225/072 16.11.99	229/069 11.10.99
226/067 19.08.99	229/070 08.08.99
226/068 02.07.99	229/071 11.10.99
226/069 15.04.00	230/066 15.08.99
226/070 03.08.99	230/067 30.07.99
226/071 19.08.99	230/068 15.08.99
226/072 03.08.99	231/066 06.08.99
227/067 10.08.99	231/067 06.08.99
227/068 10.08.99	

8.3.2 Mosaico de 2000/2001

O outro mosaico, elaborado com imagens adquiridas em 2000 e 2001, foi composto utilizando-se, apenas, as imagens correspondentes às áreas selecionadas para a validação dos dados de queimadas (21 imagens). O processo de constituição do segundo mosaico seguiu o mesmo protocolo do anterior e suas imagens foram obtidas, individualmente, pela Internet e apresentam as seguintes características:

Fontes dos dados: imagens de satélite Landsat 7/ETM+;

Composição: combinação das bandas espectrais 5,4,3/RGB, em composição colorida falsa cor;

Projeção: Projeção UTM / WGS84;

Tipo: matricial (raster) 8 bits, 1 byte por píxel;

Formato: original TIFF

Resolução espacial: 28,5 metros;

Método de interpolação: vizinho mais próximo;

Sazonalidade das imagens: foram recuperadas e utilizadas as imagens ortorretificadas, disponíveis no site [<ftp://ftp.glcg.umiacs.umd.edu/glcg/Landsat/WRS2/>](ftp://ftp.glcg.umiacs.umd.edu/glcg/Landsat/WRS2/)

Precisão Geométrica: 50 metros;

Georreferenciamento: a partir de pontos obtidos a partir de fotografias georreferenciadas com erro horizontal máximo de 15 metros;

Perímetro Estadual: base oficial do IBGE, nas escalas 1:500.000;

Relação das órbitas/pontos e data de aquisição

224/068 06.07.00	227/071 30.07.01
224/070 23.06.01	228/066 31.05.00
224/072 23.06.01	228/068 06.08.01
225/067 26.05.00	228/070 07.09.01
225/069 29.07.00	228/072 07.09.00
225/071 29.07.00	229/065 26.08.00
226/068 18.06.00	229/067 26.08.00
226/070 08.08.01	229/069 13.08.01
226/072 08.08.01	229/071 13.08.01
227/067 25.04.01	230/067 16.07.00
227/069 30.07.01	

8.4 PROGRAMA COMPUTACIONAL UTILIZADO

O trabalho foi realizado no *software* Erdas Imagine Professional 8.4, fabricado pela ERDAS Inc., empresa americana dedicada ao desenvolvimento de produtos ligados ao processamento digital de imagens e geoprocessamento.

8.5 REGISTRO E CORREÇÃO GEOMÉTRICA DAS IMAGENS

O processo de correção geométrica teve como finalidades a definição e incorporação de um sistema de projeção cartográfica às imagens e, conseqüentemente, a atribuição de coordenadas geográficas às mesmas, preparando-as para a execução da “fusão” e constituição, posterior, de uma imagem única de todo o Estado.

O mosaico desenvolvido foi georreferenciado segundo a projeção UTM, em função das cartas adotadas e, posteriormente, reprojeto para o sistema geográfico, baseado em coordenadas geodésicas (latitude/longitude), escrito em graus decimais.

8.6 EQUALIZAÇÃO DOS HISTOGRAMAS DAS IMAGENS

Esta etapa está relacionada aos processamentos realizados com o objetivo de melhorar a imagem no seu domínio espectral. Depois de registradas, são efetuadas as equalizações dos histogramas das imagens, antes de iniciar o processo de mosaicagem ou fusão pois, após a fusão, não é mais possível efetuar qualquer manipulação ou alteração individual das cenas originais.

A opção de contraste adotada foi o contraste através de operações com os *Breakpoints* e os melhores resultados, para efeito de mosaicagem, foram obtidos com a aplicação do contraste linear, em cenas previamente realçadas com a opção de contraste padrão do Erdas, habilitada quando da abertura da cena em um *viewer*.

8.7 FUSÃO DAS IMAGENS

Depois de corrigidas espacial e espectralmente, as imagens foram selecionadas e mosaicadas em um mesmo ambiente georreferenciado, no qual foram feitas as verificações referentes à qualidade das sobreposições e dos contrastes e, somente depois desse controle, elas foram fundidas em uma imagem única, contemplando a totalidade de todo o Estado do Mato Grosso.

8.8 VERIFICAÇÃO DA PRECISÃO ESPACIAL DOS DADOS DE QUEIMADAS

A primeira manipulação efetuada no SIG teve como objetivo verificar e dimensionar a precisão espacial dos pontos de queimadas. A partir dos dados diários da série histórica, foram consolidados arquivos contendo informações de sub-séries quinzenais. Foram, portanto, estabelecidos para cada mês dos anos de 1995 a 2003, dois arquivos, um referente à primeira quinzena e outro referente à segunda quinzena.

Para a verificação da precisão espacial dos dados de queimadas, foram utilizados dois mosaicos de imagens Landsat do Estado do Mato Grosso, com datas diferentes, para que as queimadas identificadas e publicadas pelo INPE pudessem ser confirmadas nos mosaicos das imagens Landsat.

Nesse processo, as datas de aquisição de cada uma das imagens Landsat foram observadas e os respectivos arquivos quinzenais de queimadas foram selecionados, para que pudessem ser feitas a sobreposição e confirmação da ocorrência e localização das queimadas. O procedimento de seleção dos dados de queimadas seguiu o seguinte protocolo: a partir da data de aquisição da imagem Landsat, foram selecionados os dois arquivos quinzenais de dados de queimadas (aproximadamente 30 dias), que cobriam o período imediatamente anterior à data de aquisição. Dessa forma, garantiu-se que o tempo máximo, transcorrido entre a ocorrência de uma queimada e a imagem que serviu para sua validação, fosse de 45 dias.

Essa estratégia de seleção da imagem Landsat e, posteriormente, de consolidação do período de duas quinzenas de pontos de queimadas, procurou ponderar os ganhos no volume de dados de queimadas, necessários para a análise estatística, com os riscos da perda das evidências da ocorrência de queimadas.

Agregar um maior volume de dados de queimadas, incorporando um período superior a 45 dias da passagem do satélite Landsat, poderia prejudicar a validação desenvolvida, em função da relação direta existente entre o tempo transcorrido e a redução da percepção dos indícios de queimadas.

Para o cálculo do tamanho da amostra, inerente à verificação da precisão espacial dos dados de queimadas, considerou-se, inicialmente, um nível de confiança de 95% e um intervalo de confiança de 5%. Todos os pontos de queimadas, correspondentes a cada um dos mosaicos, foram incorporados em uma planilha e, em função da quantidade de pontos exigida para a execução da validação, segundo os níveis de precisão estabelecidos, foi feita uma amostragem sistemática sobre a listagem total dos pontos, para a obtenção daqueles que seriam verificados.

Do total de 2889 pontos de queimadas, correspondentes às imagens selecionadas a partir do mosaico de 1999, foi dimensionada uma amostra de 339 pontos para a obtenção dos níveis de precisão desejados. Para o mosaico de 2000 e 2001, considerando o universo amostral de 716 pontos de queimadas, foi dimensionada uma amostra de 250 pontos.

Ao seleccionar um ponto de queimada na tabela, ele foi sobreposto ao mosaico Landsat do Estado do Mato Grosso e visualizado na escala 1:100.000. Como a Imagem NOAA/AVHRR possui uma resolução de 1,1km por 1,1km, foram definidos três tamanhos de círculos (1,5km, 3km e 6km de raio), cujo centro foi definido pela coordenada do ponto da queimada detectada (Figura 12).

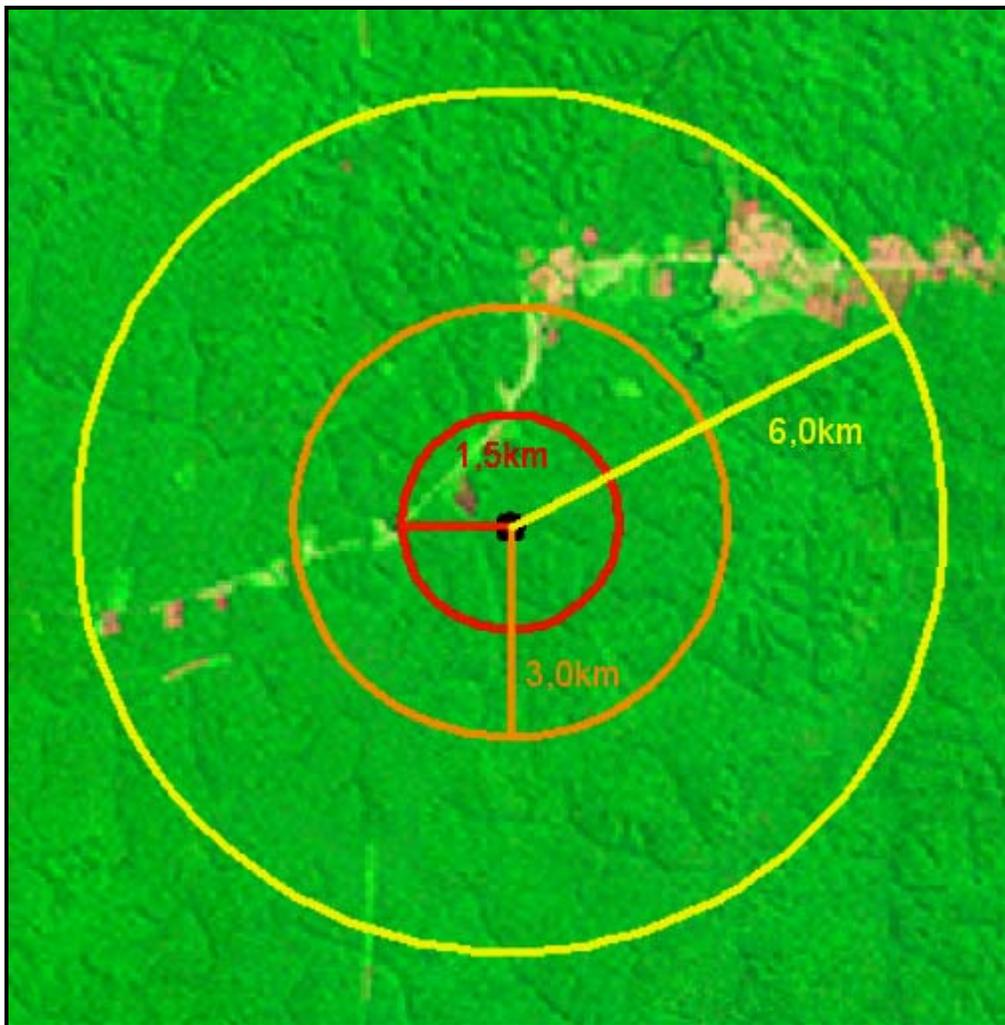


Figura 12: Círculos definidos para verificação da precisão dos pontos de queimadas.

Face à indefinição da posição da coordenada fornecida, em relação ao pixel da imagem do satélite NOAA/AVHRR, a definição do menor raio igual a 1,5km, foi

considerada uma superfície, capaz de conter a área do pixel, independentemente da posição da coordenada ser central ou um dos quatro cantos do pixel (Figura 13).

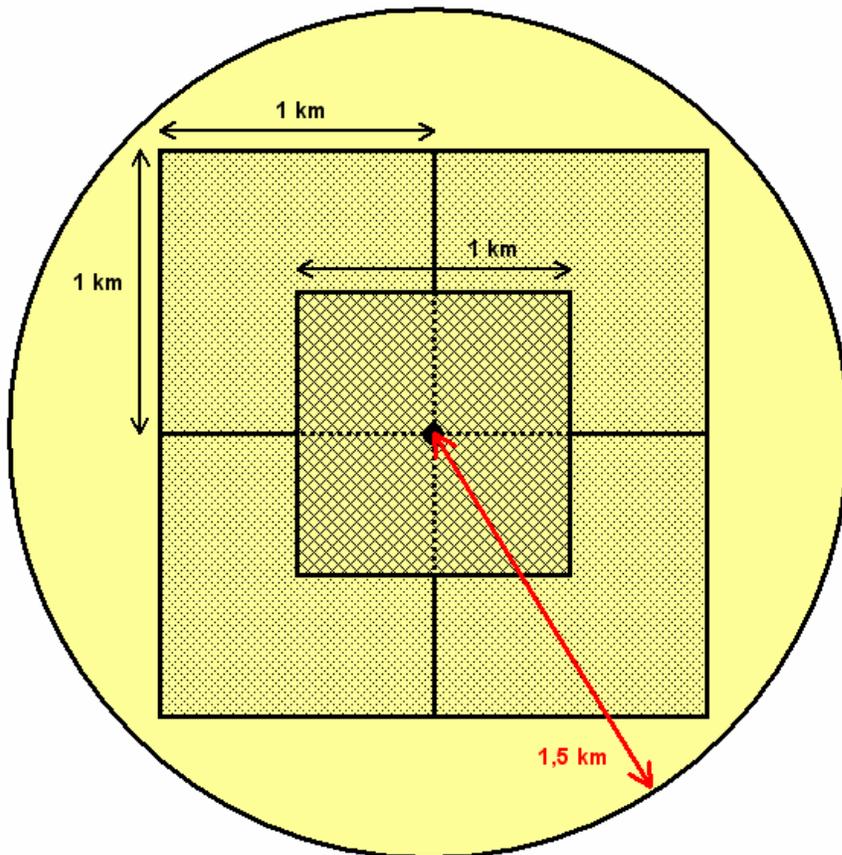


Figura 13: Esquema das possibilidades de localização da área aproximada do pixel, no círculo de 1,5km de raio.

Dessa forma, para cada ponto de queimada selecionado, foi verificada a presença de alguma evidência da sua ocorrência, através da análise e interpretação da imagem Landsat correspondente. A avaliação da precisão foi efetuada considerando-se as frequências de ocorrência de cada uma das três classes de distância, medida entre o ponto fornecido e a localização efetiva da evidência da queimada.

8.9 DEMONSTRAÇÃO DA NÃO ALEATORIEDADE DA OCORRÊNCIA DAS QUEIMADAS

A formulação do trabalho, referente à demonstração da não aleatoriedade da ocorrência das queimadas, foi baseada na hipótese de que a dinâmica espaço-temporal da sua ocorrência não é aleatória e, portanto, deve existir uma correlação significativa entre a distribuição espacial das queimadas, quando consideramos datas próximas e, conseqüentemente, uma redução dessa correlação quando consideramos datas mais distantes.

O elemento escolhido para fazer essa análise espacial foi a base cartográfica digital da divisão municipal do Estado do Mato Grosso, publicada pelo IBGE (2002), compatível com a escala 1:500.000.

A preparação dos dados de queimadas envolveu a manipulação e ordenamento da totalidade da série histórica na base de dados do SIG. Após a elaboração de sínteses anuais de queimadas, esses dados foram sobrepostos e cruzados com a base de dados municipal do Estado do Mato Grosso para a contagem e estruturação de tabelas anuais, contendo o número total de queimadas por município.

Após a consolidação de todas as nove tabelas anuais, elas foram exportadas para o Excel e sintetizadas em uma única planilha (Anexo2). A tabela inicial de dados dessa análise foi, portanto, constituída pelos 139 municípios do Estado do Mato Grosso (linhas) e por nove variáveis (colunas), relativas aos totais de queimadas em cada ano do período de 1995 a 2003.

Considerando a existência e incidência de variáveis ambientais não controladas, optou-se por trabalhar com os valores padronizados, segundo a frequência relativa anual, e não com os valores absolutos. Isso também facilitou a formatação, visualização e análise dos gráficos gerados, uma vez que proporcionou uma uniformização das representações.

Finalmente, com o objetivo de identificar a existência de correlações entre os dados de queimadas de um ano para outro e testar a hipótese da não aleatoriedade, foram utilizados os dados padronizados de queimadas por município, para o período de 1995 a 2003, na elaboração de gráficos de distribuição dos valores através de análises de regressão linear, ano a ano, além da elaboração de uma matriz de correlação linear.

8.10 DETERMINAÇÃO DA DINÂMICA DE OCORRÊNCIA DE QUEIMADAS

A unidade de correlação espacial definida no âmbito dessa etapa do trabalho também foi a base municipal do Estado e a identificação e caracterização da dinâmica de ocorrência de queimadas foi baseada em resultados de procedimentos de análise estatística multivariada.

O desenvolvimento dessa análise teve como meta estabelecer e demonstrar a existência de diferentes dinâmicas relacionadas à incidência de queimadas nos municípios do Estado do Mato Grosso. Além de demonstrar a existência dessa variação de padrões e comportamentos, a análise permitiu identificar a localização e composição dos agrupamentos com características semelhantes.

Para o desenvolvimento desta etapa foi utilizada a matriz original contendo os dados de queimada por município, porém essa análise estatística exigiu que os dados fossem normalizados (Valentin, 2000, p. 75).

Foi desenvolvida então uma análise de componentes principais - ACP sobre a totalidade dos dados, com o objetivo de buscar os principais eixos que “explicassem” as variações anuais entre os 139 municípios. A ACP foi, e talvez continue sendo, o método de ordenação mais usado para tratar dados multivariados estabelecendo, com base em uma matriz de semelhança (correlações, variâncias-covariâncias ou até mesmo de similaridades), um conjunto de eixos denominados componentes principais.

Na aplicação dessa técnica considerou-se uma tabela inicial de dados (matriz) de 139 linhas que correspondem às unidades de observação ou indivíduos e nove colunas que correspondem às variáveis, medidas em números reais, que expressam características específicas das unidades de observação. Em uma representação espacial desse conjunto todo, os indivíduos podem ser considerados vetores, cujas coordenadas são as observações das variáveis que se encontram dispostas nas linhas da tabela. Dessa forma, o espaço multidimensional, limitado pela totalidade das representações é definido pelos pontos extremos das representações geométricas de cada vetor (Kageyama e Leone, 1999).

A ACP consiste em definir direções ou eixos que, passando pelo centro de gravidade da nuvem e tomados dois a dois, determinem planos, ortogonais, sobre os quais se projetam os pontos da nuvem constituída pelos elementos do

conjunto, de forma que cada direção torne máxima a inércia em relação ao centro de gravidade dos pontos nela projetados. O que, geometricamente, equivale a obter os eixos que representam melhor a variabilidade dos elementos do conjunto (Kageyama e Leone, 1999).

Quando o primeiro eixo ou fator consegue reter uma quantidade suficiente da informação total, contida no conjunto das variáveis originais, nesse caso representadas pelas queimadas anuais de cada município, temos a possibilidade de representar todas as variáveis através de um único eixo, ou seja, através de uma nova variável denominada F1. Esse procedimento facilitou muito a diferenciação e definição de agrupamentos de indivíduos, no caso os municípios, em função de transformar um universo multidimensional em um universo unidimensional. Frequentemente as análises multivariadas por componentes principais utilizam até o segundo fator (F1 e F2) para explicar o comportamento dos indivíduos.

Quanto mais próximos forem os valores dos municípios, obtidos nos eixos das principais componentes, maiores tenderão a ser as semelhanças do comportamento das queimadas nesses municípios.

Com os valores obtidos na primeira componente (F1), foi efetuada a classificação dos municípios, segundo o método de quebras naturais, para a formação de 4 grupos distintos e verificação do padrão de ocorrência de queimadas em cada um deles.

Em cada agrupamento definido, foi efetuada uma regressão linear com os dados de queimadas, com o propósito de identificar características e tendências distintas para cada agrupamento de municípios. Para a elaboração desses gráficos dos agrupamentos foram utilizados os dados originais dos totais de queimadas para não padronizar, ponderar ou mascarar nenhum comportamento individual.

Depois de definidos os municípios componentes de cada agrupamento e caracterizados os seus distintos comportamentos em relação à dinâmica de ocorrência de queimadas foi necessário, ainda, identificar quais variáveis estariam determinando essas diferentes dinâmicas e, mais importante do que isso, verificar se os municípios de um mesmo grupo estavam sujeitos às mesmas condicionantes ambientais, sociais, econômicas etc., ou não.

Para cumprir essa etapa do trabalho, foram elaboradas duas análises com os dados de queimadas e as demais variáveis selecionadas. Uma primeira abordagem foi intitulada de “análise espacial”, pelo fato de trabalhar com os dados cartografados em um Sistema de Informações Geográficas – SIG, no qual foram feitas associações e verificações espaciais entre os pontos de ocorrência de queimadas e algumas cartas temáticas selecionadas. A segunda abordagem, intitulada análise estatística, trabalhou estritamente com comparações de padrões e comportamentos quantitativos das séries de dados de queimadas e das demais variáveis.

8.11 ANÁLISE ESPACIAL DOS DADOS

Os processamentos de dados, envolvidos na análise espacial, tiveram como principal objetivo detectar se as freqüências 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 aos temas selecionados, a freqüência esperada de queimadas, calculada com base na proporcionalidade de áreas de cada classe temática para os temas analisados, deveria ser estatisticamente igual às freqüências de incidência de queimadas observadas.

A análise sobre a aleatoriedade foi desenvolvida usando-se o teste qui-quadrado de aderência (X^2) que serve para avaliar afirmações feitas sobre os padrões de distribuição de valores numa população (Stevenson, 1981, p. 294).

Nesse caso, o teste X^2 de aderência busca verificar se a distribuição de valores das freqüências de ocorrência de queimadas, nas diferentes classes temáticas, se comporta de forma aleatória ou não. Para obter um valor da tabela qui-quadrado para fins de comparação, deve-se primeiro determinar os graus de liberdade. O número de graus de liberdade para um teste de aderência é igual ao número “ k ” de categorias menos o número de vínculos nos dados amostrais. Nesse caso, houve sempre um único vínculo: a soma das freqüências esperadas deve ser sempre igual ao seu total (Stevenson, 1981, p. 296).

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

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

onde: **o** = freqüência observada para cada categoria;

e = freqüência esperada para cada categoria.

Para essa análise, foram selecionados as cartas temáticas publicadas pelo ZSEE-SEPLAN-MT, correspondentes aos temas “Aptidão Agrícola das Terras”, “Rede Viária”, “Áreas de Uso Restrito” que reuniu, em um único plano, os mapas das áreas indígenas e das unidades de conservação e “Vegetação e Uso das Terras-1999”.

As freqüências de incidência de queimadas 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, p.463), para verificação da hipótese da aleatoriedade da sua distribuição.

8.11.1 Incidência de queimadas e a aptidão agrícola das terras.

O mapeamento da aptidão agrícola das terras do Estado do Mato Grosso derivou principalmente de um trabalho inédito, sistemático e detalhado dos solos e, portanto, tem como base informações atualizadas sobre a realidade do território matogrossense. Em razão disso, o mapa de Aptidão Agrícola das Terras considerou, sobretudo, a distribuição espacial dos solos do Estado do Mato

Grosso e algumas variáveis ambientais secundárias envolvidas, tais como relevo e clima.

Observando-se o mapa pedológico do Estado, publicado pela SEPLAN-MT (Figura 5), percebe-se claramente a destacada importância assumida pelos diferentes tipos de solo, na definição e delineamento dos polígonos do mapa de Aptidão Agrícola das Terras (Figura 7). A caracterização dos diferentes tipos de solos presentes no Estado do Mato Grosso, compilada do Zoneamento Sócio Econômico Ecológico e apresentada neste trabalho no item 7.1.5, explica os principais fatores, limitantes ou potencializadores, responsáveis pela formação dos agrupamento dos solos em função da aptidão agrícola dos mesmos.

Em razão dessas considerações, a análise espacial desenvolvida para verificar a possível influência dos potenciais relacionados aos usos futuros das terras, na escolha e definição das áreas incorporadas aos processos de queimadas e desmatamento, utilizou como referência apenas o mapa de Aptidão Agrícola das Terras, principalmente, por se tratar de uma variável composta, delimitada por fatores objetivos e potencialmente influenciadores dos processos decisórios de ocupação.

Ao mapa de Aptidão Agrícola das Terras, foram sobrepostos os pontos de queimadas dos anos de 1995, 1999 e 2003 (Figura 14, Figura 15 e Figura 16) e foi desenvolvida a mesma análise estatística com o teste do X^2 de aderência, considerando-se a frequência de ocorrência de queimadas nas diferentes classes temáticas apresentadas.

Possuindo originalmente um total de 34 classes temáticas, o mapa de Aptidão Agrícola das terras foi simplificado e reclassificado para um total de quatro classes ($k=3$), considerando-se apenas o primeiro nível hierárquico da classificação original (boa, regular, restrita e inapta).

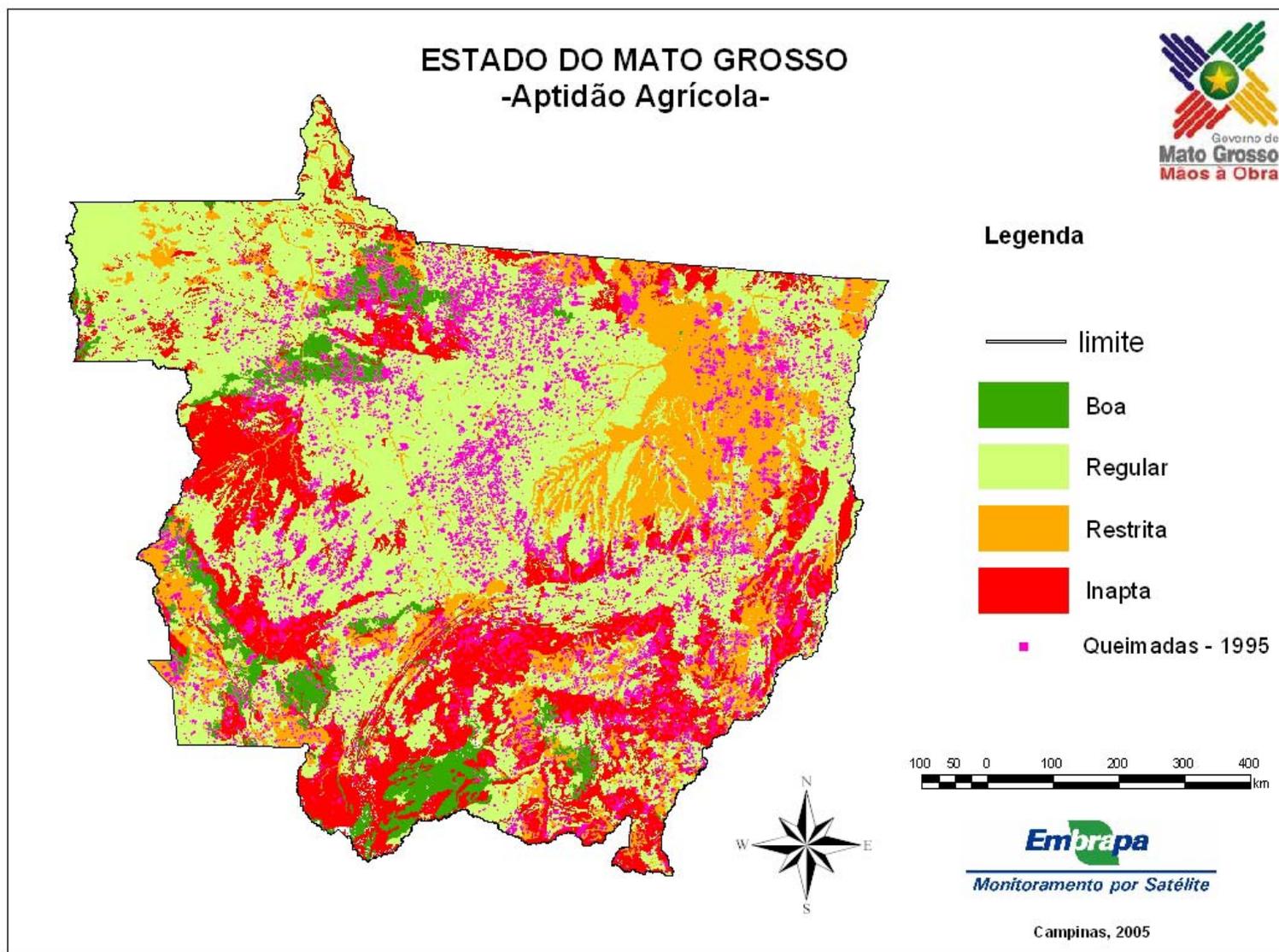


Figura 14: Mapa de Aptidão Agrícola das Terras com as queimadas de 1995.

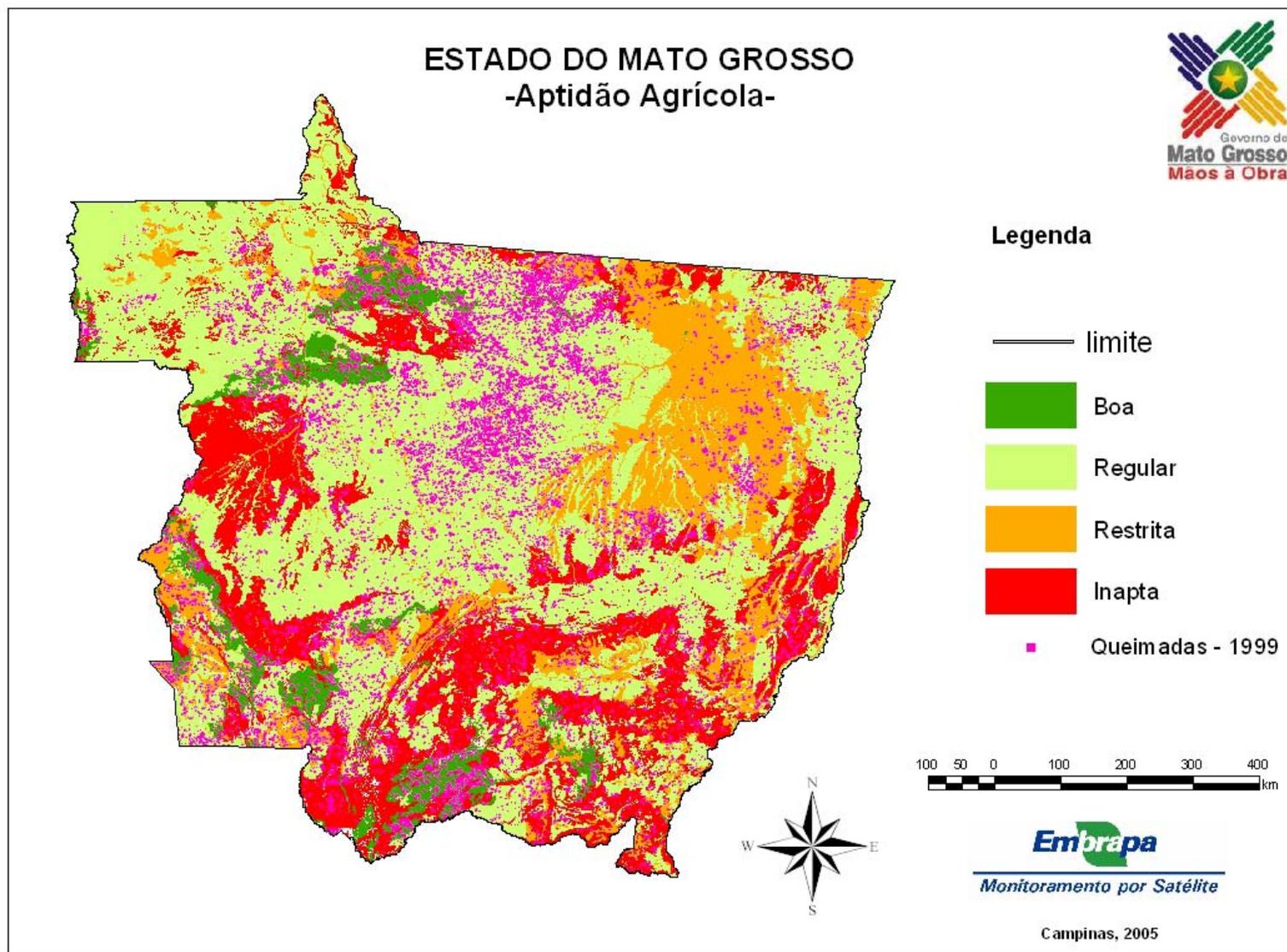


Figura 15: Mapa de Aptidão Agrícola das Terras com as queimaas de 1999.

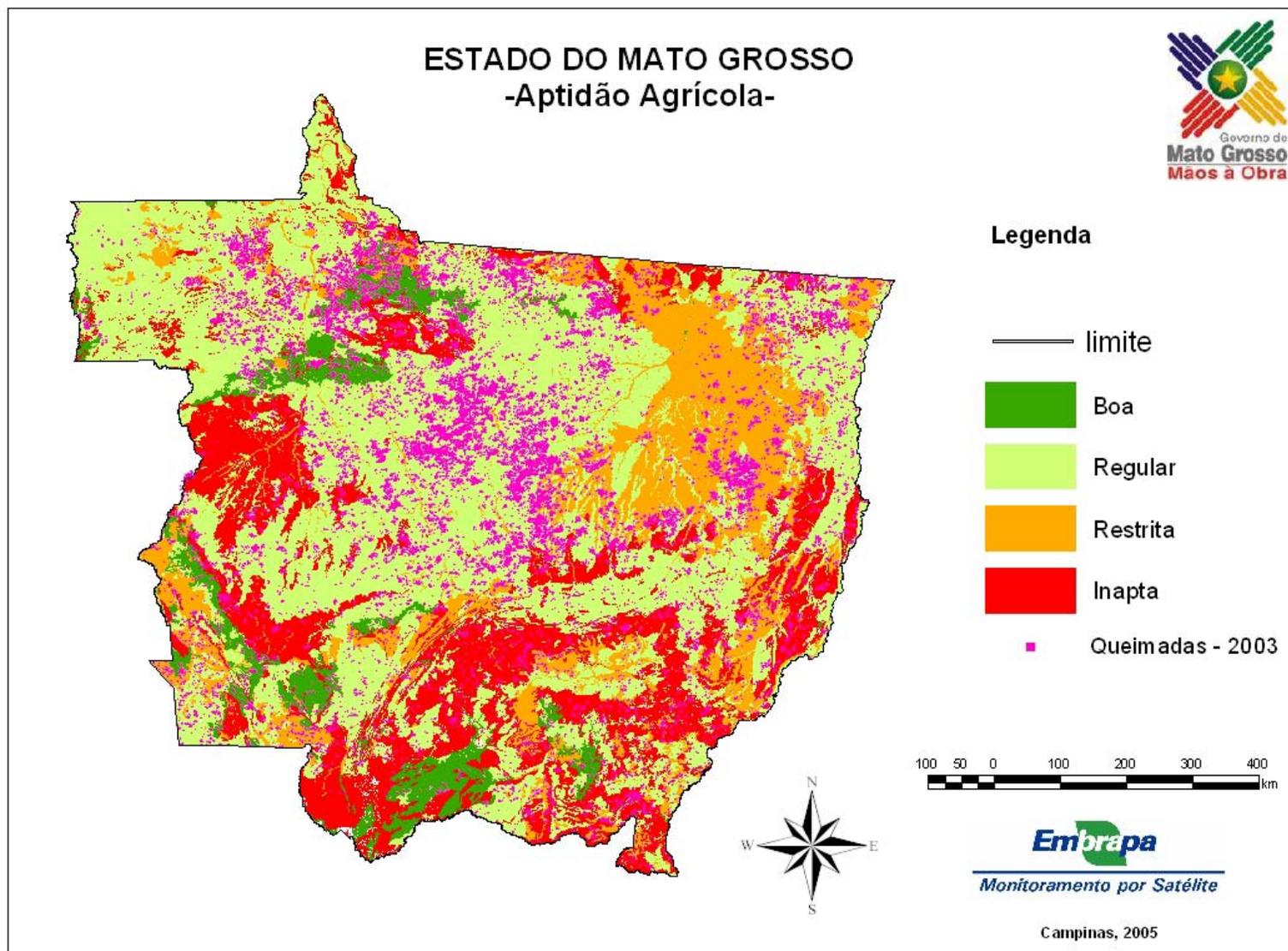


Figura 16: Mapa de Aptidão Agrícola das Terras com as queimadas de 2003.

8.11.2 Incidência de queimadas e a rede viária pavimentada.

O terceiro tema abordado na análise espacial sobre a frequência de ocorrência de queimadas foi o Mapa da Rede Viária. Com o objetivo de verificar estatisticamente a influência das facilidades de acesso físico à propriedade sobre a dinâmica e incidência de queimadas, essa abordagem envolveu apenas os principais eixos viários asfaltados do Estado do Mato Grosso (Figura 17).



Figura 17: Mapa da rede viária pavimentada.

A partir dos vetores rodoviários asfaltados, selecionados do Mapa da Rede Viária publicado pela SEPLAN-MT, foram gerados “*buffers*”, polígonos descritos ao redor do delineamento vetorial, cuja máxima distância entre seu eixo principal e as bordas dos polígonos é conhecida e controlada.

Os polígonos foram criados com auxílio de um algoritmo disponível no aplicativo ArcToolbox, que processa análises de proximidade e permite a geração dos “*buffers*”. Foram delineados polígonos com faixas de distâncias variando de 0 a 10, 10 a 20, 20 a 30, 30 a 40 e 40 a 50 km das estradas (Figura 18, Figura 19 e Figura 20).

A análise da composição e distribuição de frequências para uma série temporal de queimadas, em relação a cada uma das faixas criadas, foi desenvolvida com o propósito de explicar a influência da componente temporal sobre a atividade das queimadas e sua dinâmica espacial.

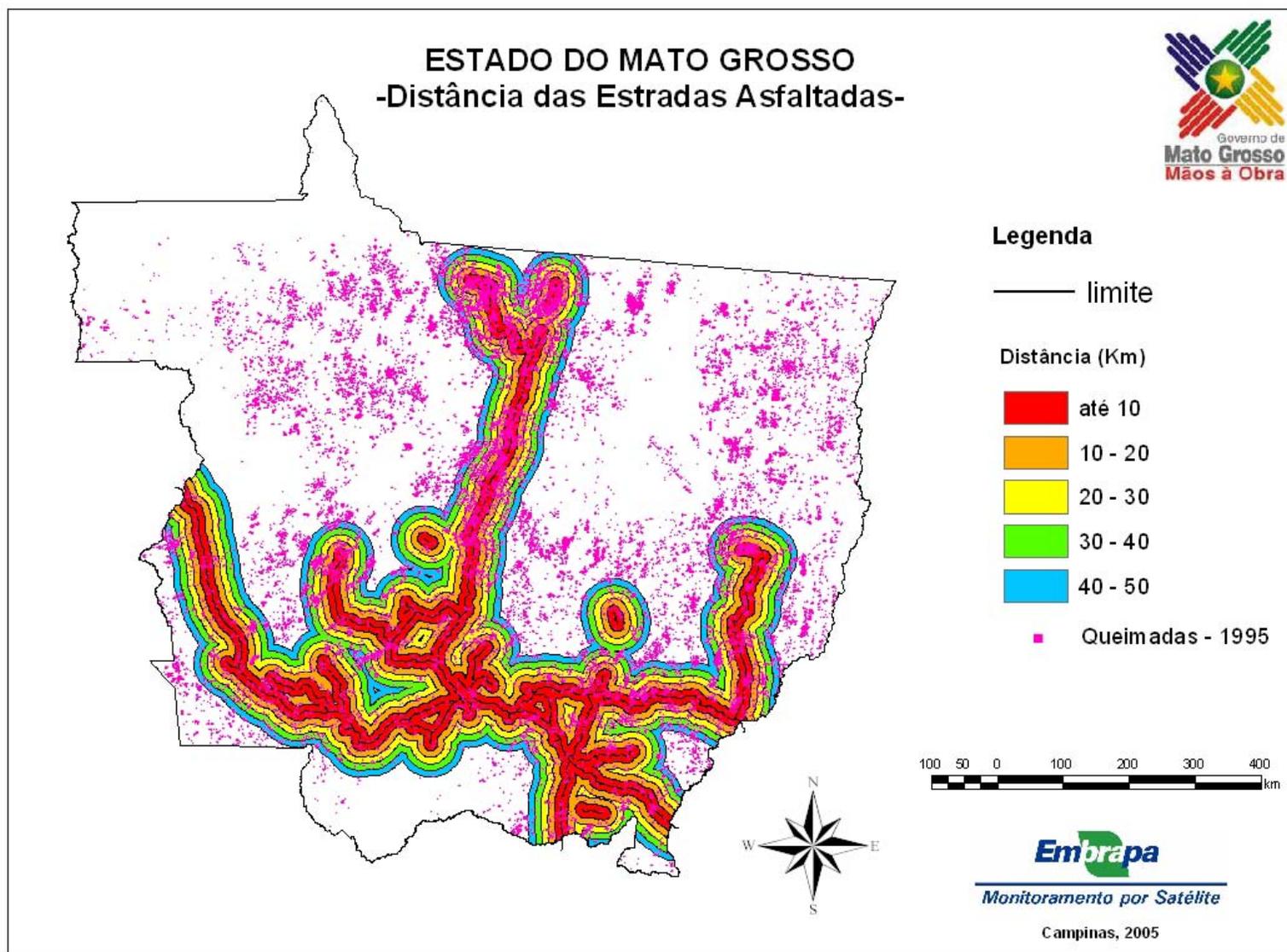


Figura 18: Mapa de distância das estradas asfaltadas com as queimadas de 1995.

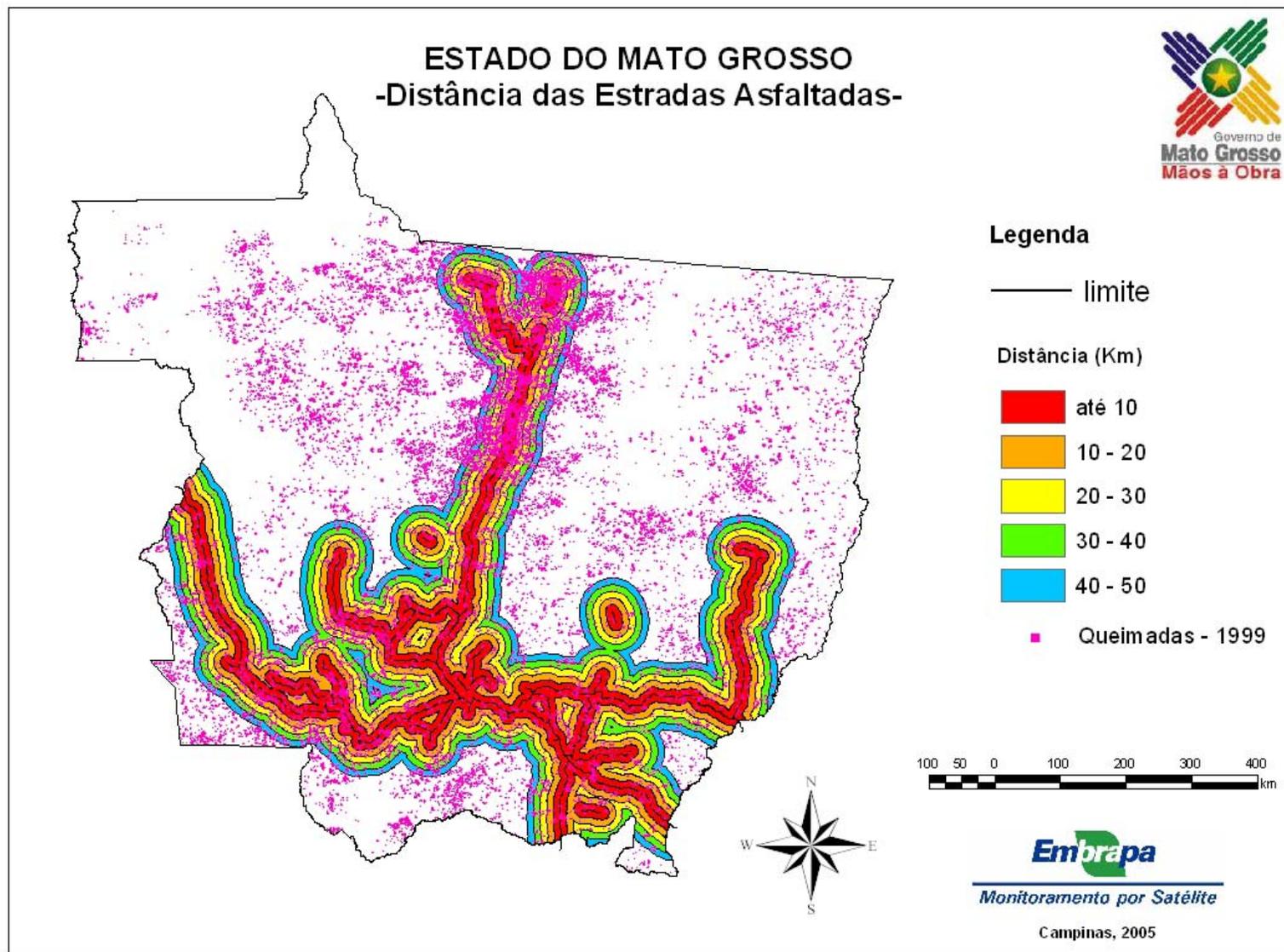


Figura 19: Mapa de distância das estradas asfaltadas com as queimadas de 1999.

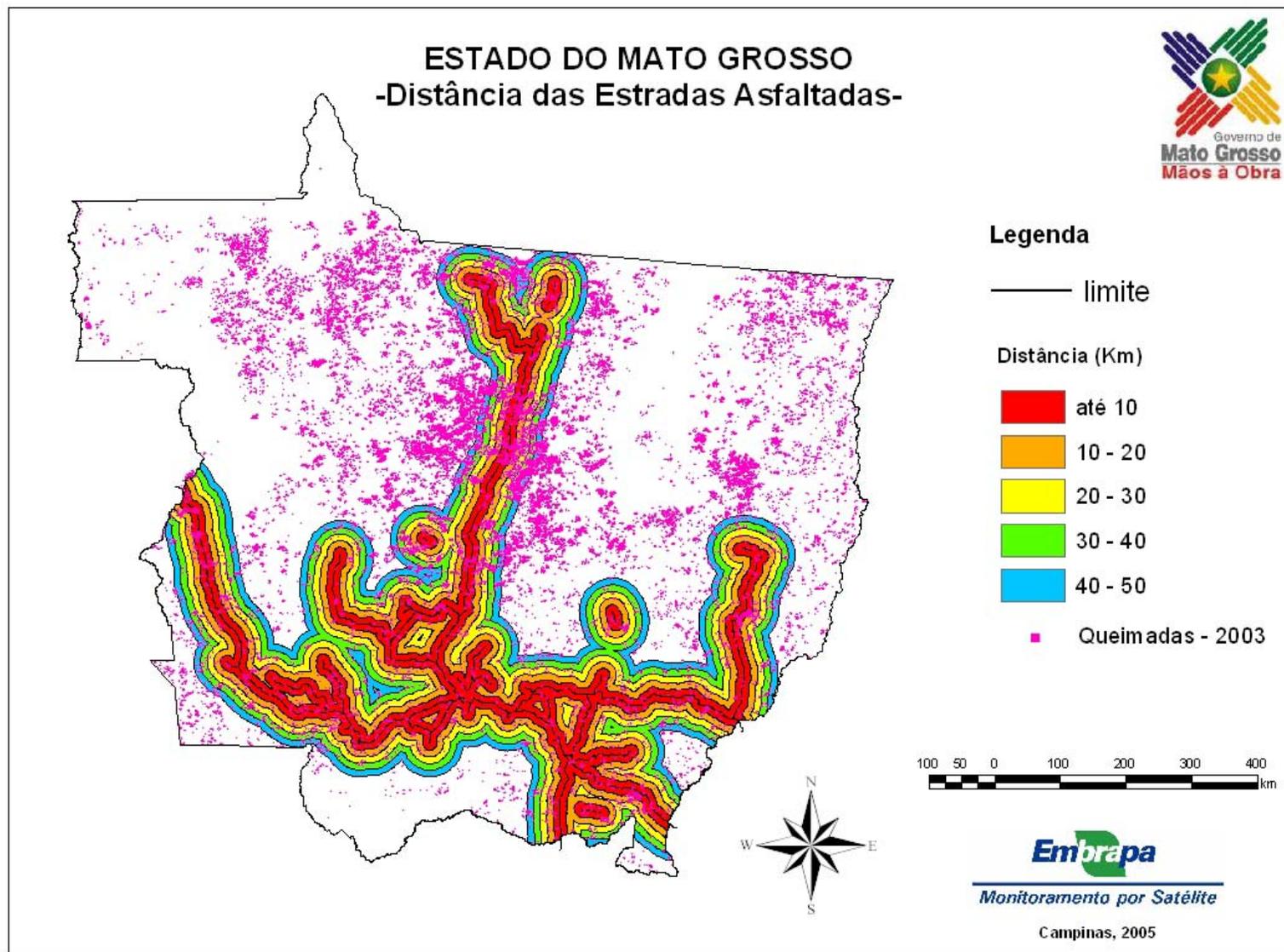


Figura 20: Mapa de distância das estradas asfaltadas com as queimadas de 2003.

8.11.3 Incidência de queimadas e as áreas de uso restrito.

O objeto da última análise espacial, desenvolvida com os testes de X^2 de aderência, foi o mapa das Áreas de Uso Restrito. Reunindo as informações do Mapa de Áreas Indígenas e do Mapa de Unidades de Conservação, essa abordagem procurou avaliar a influência da criação e delimitação de áreas de uso restrito sobre a dinâmica de incidência de queimadas.

Na execução dessa análise, o Mapa das Áreas de Uso Restrito foi sobreposto pelos pontos de queimadas de 2003, como mostra a Figura 21, e o teste do X^2 de aderência, desenvolvido com os valores da frequência de incidência de queimadas nas áreas de uso restrito, mostrou a existência de tendências dessa distribuição.

Nessa análise foi utilizado apenas o conjunto de pontos de queimadas do ano de 2003, para garantir que todas as áreas indígenas e unidades de conservação já estivessem demarcadas e criadas no ano de referência da base de dados de queimadas.

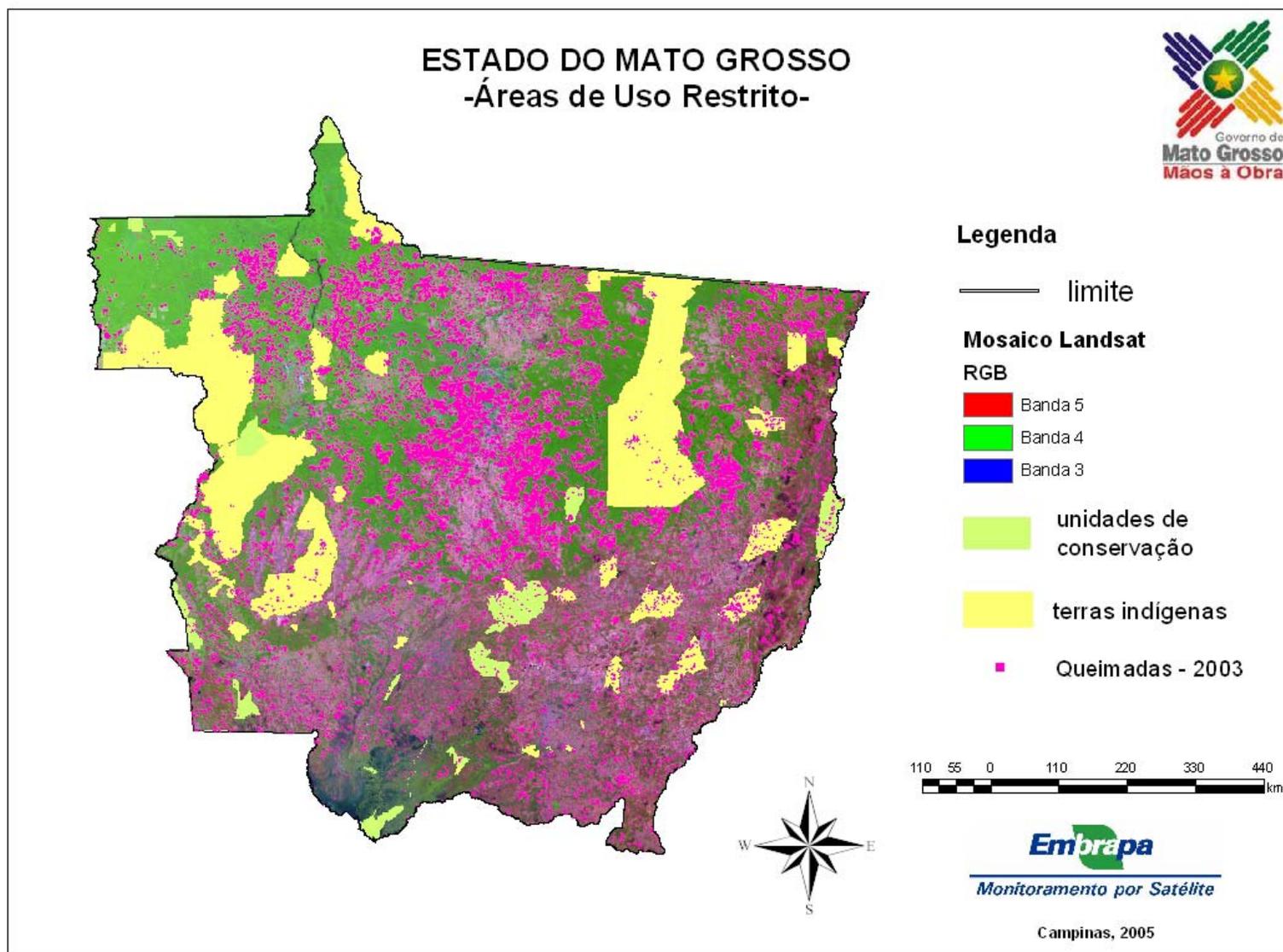


Figura 21: Mapa das áreas de uso restrito com as queimadas de 2003.

8.11.4 Incidência de queimadas e as unidades de vegetação e uso das terras.

Após a migração e inclusão do mapa de Vegetação e Uso das Terras, na escala 1:250.000, na base de dados cartográficos, sua legenda temática foi reclassificada e do total de 35 classes temáticas foram estabelecidas 8 categorias ($k=7$ graus de liberdade), baseadas na fisionomia principal de ocorrência: floresta, transição, cerrado, agroflorestal, agricultura, pecuária, urbano e outras (corpos d'água, área queimada, rochas etc.).

Sobre esse tema foram sobrepostos os pontos de queimadas anuais, referentes ao período abordado, como ilustrado pela Figura 22, Figura 23 e Figura 24. Observando-se as frequências esperadas, correspondentes às porcentagens das áreas de cada uma das classes temáticas e às frequências obtidas, correspondentes às contagens efetivas dos pontos de queimadas para os nove períodos anuais considerados, foram estruturadas tabelas para verificação do padrão de distribuição espacial encontrado e para caracterização da dinâmica e da composição estrutural da incidência de queimadas, em relação às classes temáticas do mapa de Vegetação e Uso das Terras.

Logicamente, a análise de incidência de queimadas nas classes temáticas do mapa de Vegetação e Uso das Terras não poderia ignorar a existência de uma forte dinâmica das formas de uso das terras e, portanto, a avaliação dos resultados obtidos com a sobreposição e cruzamento de dados foi desenvolvida de forma a considerar, compreender e explicar como a variação espacial dos diferentes usos da terra interferiu nos resultados obtidos.

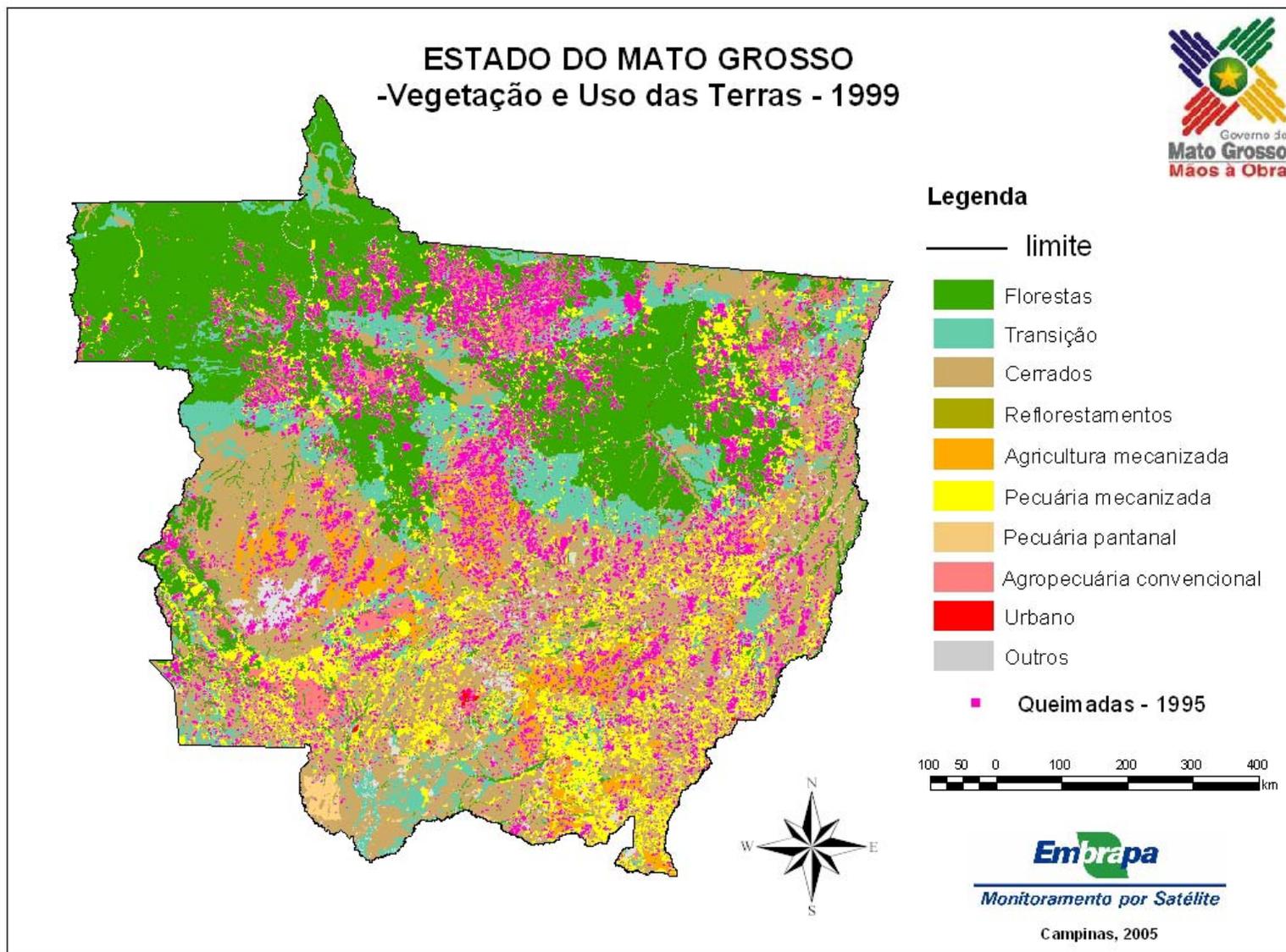


Figura 22: Mapa de Vegetação e Uso das Terras com as queimadas de 1995.

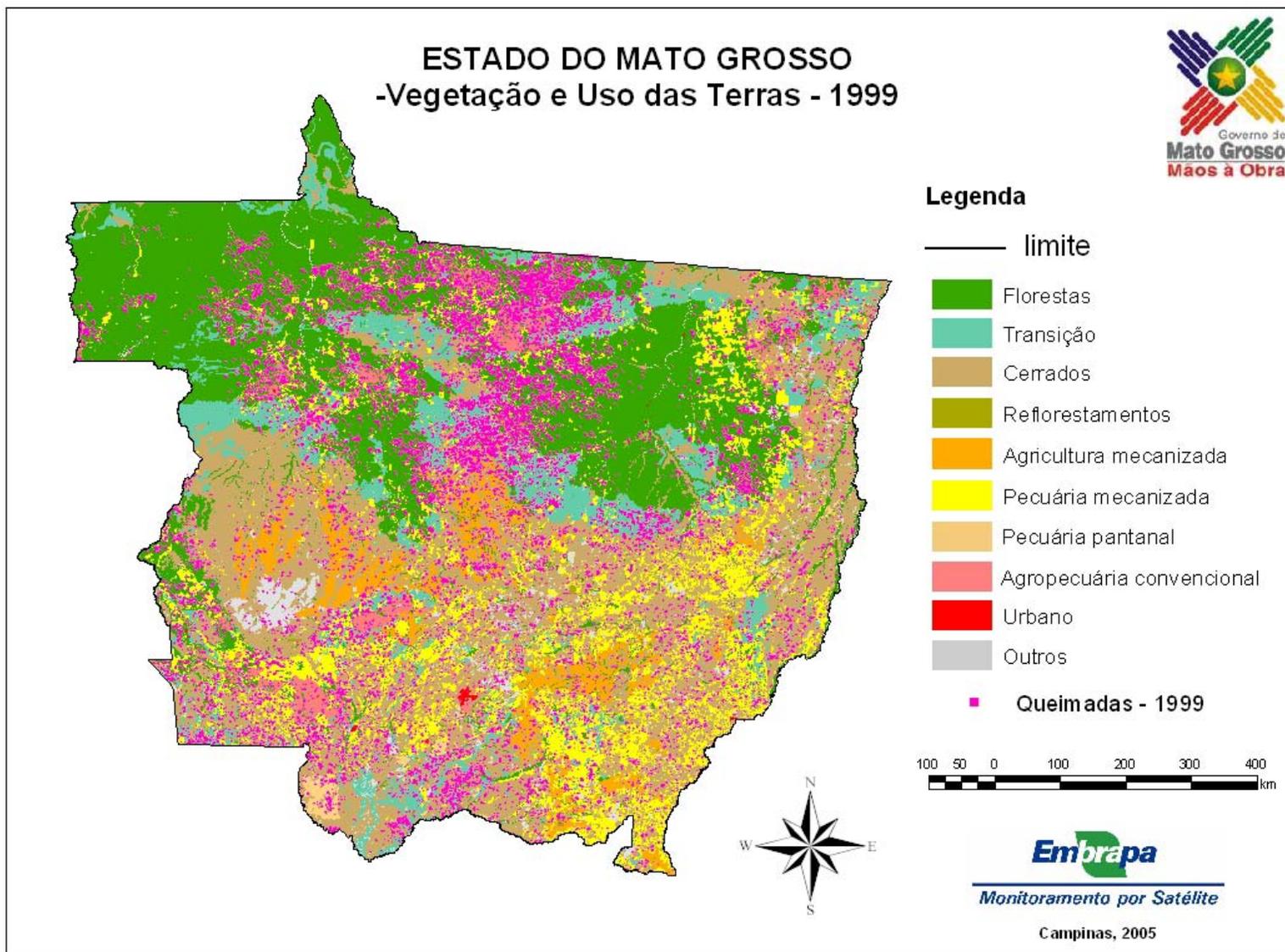


Figura 23: Mapa de Vegetação e Uso das Terras com as queimadas de 1999.

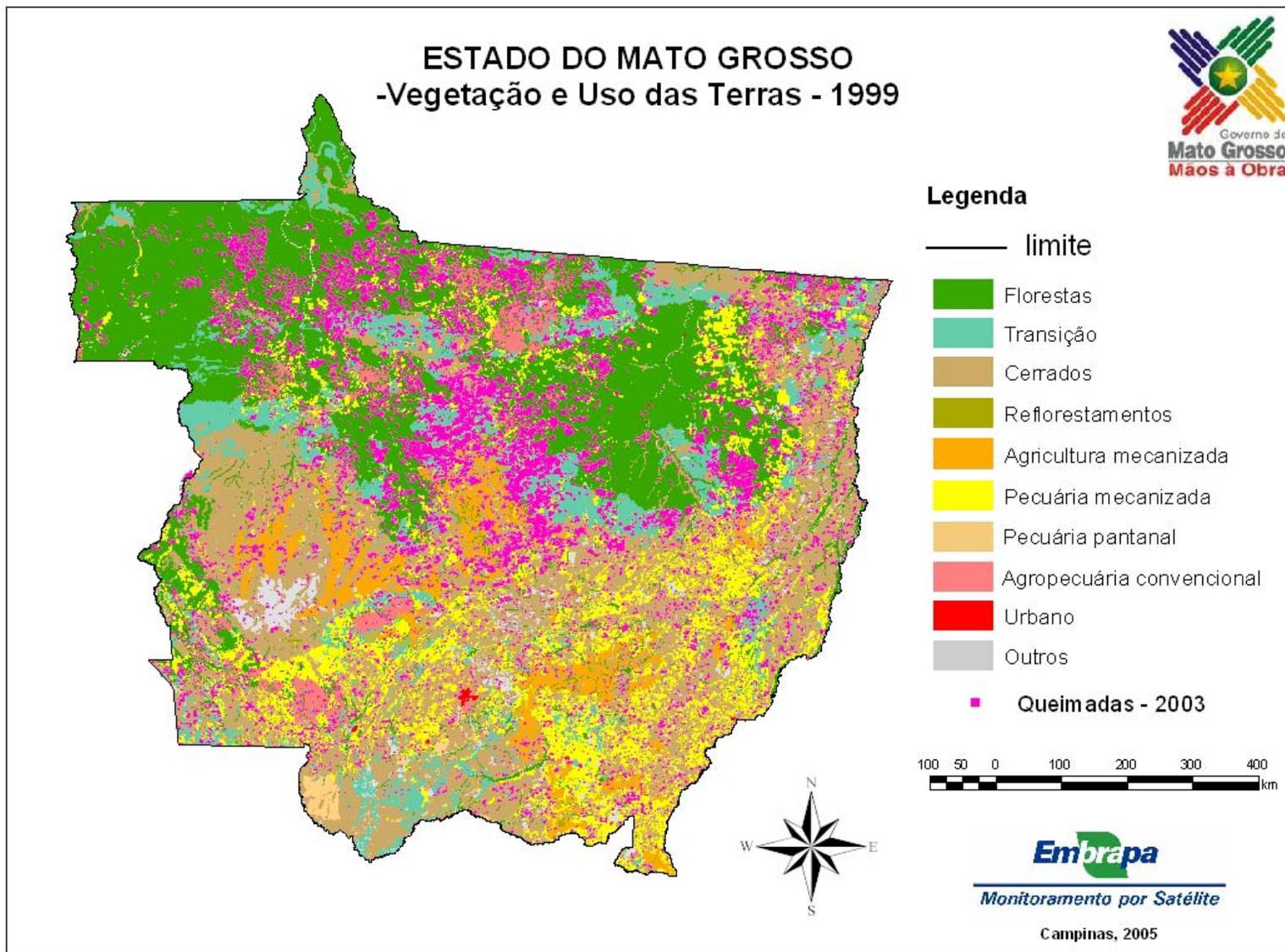


Figura 24: Mapa de Vegetação e Uso das Terras com as queimadas de 2003.

8.12 ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS DADOS

A análise estatística desenvolvida no contexto desse trabalho foi baseada em um protocolo de procedimentos, definidos para a formatação de agrupamentos de municípios com características similares, denominada “análise de *cluster*” ou “análise de agrupamentos”. Apesar de consideradas mais primitivas que as técnicas de classificação de variáveis, pelo fato de não possibilitarem o controle do usuário sobre o número e a estrutura dos agrupamentos, essas técnicas são muito eficientes para a compreensão da complexidade das relações multivariadas (Johnsos e Wichern, 1992, p. 573).

Agrupar objetos ou elementos consiste em reconhecer neles um certo grau de similaridade, suficiente para reuní-los num mesmo conjunto (Valentin, 2000 , p.53). A análise estatística de agrupamentos, tarefa aparentemente simples de ser executada, dado o atual potencial das ferramentas e programas disponíveis, deve ser desenvolvida com extrema cautela e avaliação. Seguramente, a fase de maior importância, em todo o processo de formatação de agrupamentos através da análise de múltiplas variáveis, é a escolha das variáveis independentes (Magnusson e Mourão, 2003, p. 115).

O julgamento, avaliação e seleção do conjunto de variáveis, a serem processadas, devem identificar e discriminar suas associações e redundâncias. Essa discriminação é importante, pois o envolvimento de grupos de variáveis redundantes pode caracterizar e definir um “viés” na formação dos agrupamentos. Por outro lado, a valorização e inclusão de variáveis com alta correlação, dotadas de informações não redundantes, são extremamente importantes. Afinal, nesse

tipo de análise, buscam-se associações que se repetem entre variáveis (Magnusson e Mourão, 2003, p. 115).

Adotando as etapas descritas por Valentin, (2000, p. 53), para o desenvolvimento de uma análise multivariada, esse trabalho cumpriu o seguinte protocolo:

8.12.1 Coleta de dados e definição da tabela com os descritores e objetos.

Embora haja alguma divergência em relação ao total de municípios do Estado do Mato Grosso, sobretudo por existirem alguns processos de emancipação e algumas homologações ainda pendentes, para a execução desse trabalho também foi adotada a base municipal publicada pela Secretaria de Estado de Planejamento e Coordenação Geral (SEPLAN-MT, 2000), que define um total de 139 municípios.

Dessa forma, os 139 municípios foram dispostos nas linhas da tabela e os descritores ou as variáveis, inicialmente selecionadas, foram arranjados nas colunas.

Em um primeiro esforço, para consolidação das variáveis que compuseram essa análise, foram reunidas aproximadamente 200 variáveis, considerando-se o potencial hipotético de sua correlação com a dinâmica de queimadas. A Tabela 5 apresenta o conjunto dessas variáveis selecionadas e suas referidas fontes e datas.

Tabela 5: Variáveis selecionadas e fonte de obtenção.

VARIÁVEL	Fonte
Área do município (ha)	IBGE
Área do município (ha)	Sistema Informações Geográficas
Fator1 – queimadas (1995 a 2003)	SAS
Renda Per Capita em 1991 e 2000	IBGE
Índice de Desenvolvimento Humano em 2000	PNUD / IPEA
População residente em 2000	IBGE
Número de tratores em 1996	IBGE – Censo Agropecuário 95-96
Área desmatada (ha) em 1999 e 2000	FEMA
Total da área desmatada (ha) até 1999 e 2000	FEMA
Porcentagem de área desmatada até 1999 e 2000	FEMA
Rebanho bovino em 1995, 1996, 1997, 1998, 1999, 2000 e 2001	IBGE – PPM 2000
Produção de algodão (ton) em 1994, 1995, 1996, 1997, 1998, 1999, 2000 e 2001	IBGE – PAM
Valor da produção de algodão (mil reais) em 1994, 1995, 1996, 1997, 1998, 1999, 2000 e 2001	IBGE – PAM
Área plantada com algodão (ha) em 1994, 1995, 1996, 1997, 1998, 1999, 2000 e 2001	IBGE – PAM
Produção de cana de açúcar (ton) em 1994, 1995, 1996, 1997, 1998, 1999, 2000 e 2001	IBGE – PAM
Valor da produção de cana de açúcar (mil Reais) em 1994, 1995, 1996, 1997, 1998, 1999, 2000 e 2001	IBGE – PAM
Área plantada com cana de açúcar (ha) em 1994, 1995, 1996, 1997, 1998, 1999, 2000 e 2001	IBGE – PAM
Produção de milho (ton) em 1994, 1995, 1996, 1997, 1998, 1999, 2000 e 2001	IBGE – PAM
Valor da produção de milho (mil Reais) em 1994, 1995, 1996, 1997, 1998, 1999, 2000 e 2001	IBGE – PAM
Área plantada com milho (ha) em 1994, 1995, 1996, 1997, 1998, 1999, 2000 e 2001	IBGE – PAM
Produção de soja (ton) em 1994, 1995, 1996, 1997, 1998, 1999, 2000 e 2001	IBGE – PAM
Valor da produção de soja (mil Reais) em 1994, 1995, 1996, 1997, 1998, 1999, 2000 e 2001	IBGE – PAM
Área plantada com soja (ha) em 1994, 1995, 1996, 1997, 1998, 1999, 2000 e 2001	IBGE – PAM
Valor da produção agrícola das lavouras temporárias (mil Reais) em 1994, 1995, 1996, 1997, 1998, 1999, 2000 e 2001	IBGE – PAM
Área das lavouras temporárias (ha) em 1994, 1995, 1996, 1997, 1998, 1999, 2000 e 2001	IBGE – PAM
Financiamento agropecuário (Reais) em 1999 e 2000	BACEN
Fundo Constitucional de Financiamento do Centro Oeste (Reais) em 1999 e 2000	BB, Superintendência MT
Arrecadação de Tributos Federais_todos (Reais) em 1999 e 2000	Ministério da Fazenda – Delegacia Receita Federal – MT
Imposto sobre Produtos Industrializados (Reais) em 1999 e 2000	Ministério da Fazenda – Delegacia Receita Federal – MT
Imposto sobre Operações Financeiras (Reais) em 1999 e 2000	Ministério da Fazenda – Delegacia Receita Federal – MT

VARIÁVEL	Fonte
Contribuição Provisória sobre Movimentações Financeiras (Reais) em 1999	Ministério da Fazenda – Delegacia Receita Federal – MT
Imposto sobre Importação (Reais) em 1999 e 2000	Ministério da Fazenda – Delegacia Receita Federal – MT
Arrecadação de tributos federais_outras receitas (Reais) em 1999	Ministério da Fazenda – Delegacia Receita Federal – MT
Imposto Sobre Exportação (Reais) em 2000	Ministério da Fazenda – Delegacia Receita Federal – MT
Programa de Integração Social (PIS) e Programa de Formação do Patrimônio do Servidor (PASEP) (Reais) em 1999	Ministério da Fazenda – Delegacia Receita Federal – MT
Imposto de Renda (Reais) em 2000	Ministério da Fazenda – Delegacia Receita Federal – MT
Imposto de Renda Pessoa Jurídica (Reais) em 1999 e 2000	Ministério da Fazenda – Delegacia Receita Federal – MT
Imposto de Renda Retido na Fonte (Reais) em 1999 e 2000	Ministério da Fazenda – Delegacia Receita Federal – MT
Imposto sobre a Propriedade Territorial Rural (Reais) em 1999 e 2000	Ministério da Fazenda – Delegacia Receita Federal – MT
Impostos e Taxas Estaduais (Reais) em 1995 e 1996	SEFAZ – MT
Imposto Sobre Circulação de Mercadorias e Serviços (Reais) em 2000	SEFAZ – MT
Benefício Instituto Nacional de Seguridade Social (Reais) em 2000	INSS – MT
Contribuição Social sobre Lucro Líquido (Reais) em 1999	Ministério da Fazenda – Delegacia Receita Federal – MT
Contribuição para o Financiamento da Seguridade Social (Reais) em 1999	Ministério da Fazenda – Delegacia Receita Federal – MT
Contribuição para o Fundo de Desenvolvimento da Atividade Fazendária (Reais) em 1999	Ministério da Fazenda – Delegacia Receita Federal – MT
Contribuição para o Regime de Prev. Dos Servidores(Reais) em 1999	Ministério da Fazenda – Delegacia Receita Federal – MT
Arrecadado Instituto Nacional de Seguridade Social (Reais) em 1999 e 2000	INSS – MT
Distribuído Instituto Nacional de Seguridade Social (Reais) em 1999 e 2000	INSS – MT
Número de focos de calor em 1996, 1997, 1998, 1999 e 2000	INPE/FEMA
Fundo de Participação Estadual e Fundo de Participação Municipal (Reais) em 1999 e 2000	Ministério da Fazenda
Número de Indústrias em 1998 e 1999	Ministério do Trabalho e Emprego, RAIZ
Número de funcionários em 1998 e 1999	Ministério do Trabalho e Emprego, RAIZ
Produção de carvão vegetal (ton) em 1997 e 1999	IBGE
Produção de lenha (m³) em 1997 e 1999	IBGE
Produção de madeira em tora (m³) em 1997 e 1999	IBGE
Número de agências bancárias e cooperativas de crédito em 2000	BACEN
Número de contratos com o Programa Nacional de Agricultura Familiar em 2000	Superintendência do Banco Brasil – MT
Valores contratado com o Programa Nacional de Agricultura Familiar em 2000	Superintendência do Banco Brasil – MT
Número de focos de calor em 1995, 1996, 1997, 1998, 1999, 2000, 2001, 2002 e 2003	INPE/Embrapa
Área dos assentamentos (ha) em 1999 e 2000	INCRA
Número de famílias assentadas em 1999 e 2000	INCRA

Antes de submeter o conjunto total de dados ao protocolo definido no SAS, uma primeira avaliação desse conjunto procurou reduzir as mais de 200 variáveis, através da elaboração de uma análise de correlação entre a variável F1 de queimadas e as demais variáveis reunidas (Anexo 3 e 4), para a identificação dos pares com os melhores coeficientes de correlação e níveis de significância. As variáveis que não apresentaram uma correlação significativa com o F1 foram eliminadas.

Posteriormente, buscando reduzir as redundâncias inter-variáveis, foram efetuados dois tipos de análise e seleção. Em uma primeira verificação, procurou-se eliminar aquelas variáveis que apareciam mais de uma vez, como por exemplo as componentes das séries temporais de dados de um determinado cultivar, as da série temporal de rebanho bovino etc. A seleção de uma única data para cada série temporal foi efetuada considerando-se a abrangência e a distribuição dos dados, bem como a relação temporal dessa variável selecionada em função das demais variáveis do conjunto todo. Em outras palavras, essa avaliação procurou formatar um conjunto que mantivesse uma coerência temporal inter-variáveis.

A segunda seleção para eliminação das redundâncias concentrou-se na identificação dos casos menos evidentes e foi responsável pela definição e manutenção de uma única variável para cada cultivar. Apesar de tratarem de ordens de grandeza e medidas diferentes, as variáveis de “produção”, “valor da produção” e “área plantada”, para os diferentes cultivares e para as culturas temporárias em geral, acabaram apresentando fortíssima correlação e foram resumidas a uma única variável para cada cultivar.

Observando-se a Tabela 6, verifica-se que os maiores coeficientes de correlação (r) e os menores níveis de significância (n.s.), estabelecidos entre essas variáveis e a F1 de queimadas, foram definidos com a variável de “área” plantada.

Tabela 6: Coeficiente de correlação e nível de significância entre o F1 de queimadas e as três variáveis das culturas temporárias.

		algodão			cana de açúcar			milho			soja			temporária	
		prod.	valor	área	prod.	valor	área	prod.	valor	área	prod.	valor	área	prod.	área
F1	r	-0,08	0,09	-0,07	-0,10	-0,10	-0,10	0,10	0,10	0,17	0,14	0,13	0,14	0,12	0,17
	n.s.	0,34	0,30	0,45	0,25	0,26	0,24	0,25	0,26	0,05	0,10	0,13	0,09	0,15	0,05

8.12.2 Processamento estatístico com o SAS

Após a migração dos dados selecionados para o pacote estatístico SAS, foi definida a seguinte seqüência de processamentos: **seleção do conjunto de variáveis**, dentre todas as apresentadas; **análise de componentes principais-ACP**, com as variáveis selecionadas; **análise de cluster**, para definição dos agrupamentos de municípios em função de similaridades do comportamento das variáveis elencadas.

- Seleção do conjunto de variáveis:

A seleção criteriosa das variáveis explicativas constitui uma decisão importante no estabelecimento de um modelo multilinear. Para a construção do melhor modelo representativo desse conjunto de variáveis foi executada uma regressão múltipla multivariada (*multivariate multiple regression* – MMR), através do método denominado “passo a passo” ou *stepwise procedure*, adotando-se a variável F1 como dependente e aceitando a seleção das variáveis independentes apresentadas pelo modelo, em um nível de significância menor ou igual a 20%.

Inicialmente, a variável explicativa mais fortemente correlata com a variável dependente é selecionada. Em seguida, são incorporadas as variáveis com maior coeficiente de correlação parcial com a dependente. Porém, antes de cada introdução de uma nova variável explicativa, é verificada a correlação parcial da variável dependente com as variáveis anteriormente introduzidas para que as variáveis, cujo coeficiente deixar de ser significativo sejam retiradas do modelo (Valentin, 2000, p. 48; Stevenson, 1981, p.367). Trata-se portanto, de uma ferramenta dinâmica de elaboração, avaliação e consolidação do melhor agrupamento, onde as variáveis devem possuir forte correlação mútua.

- Análise de Componentes Principais–ACP:

A análise de componentes principais–ACP é utilizada em muitos casos como uma forma de reduzir o volume de dados, buscando uma representação mais simples através das principais componentes - PCs (Manly, 1994, p. 134). Como nesse caso era esperado que a uma única componente principal não fosse suficiente para representar uma significativa porcentagem da variação dos dados, foi necessário selecionar uma maior quantidade de PCs para compor a análise de *cluster*, de tal forma que a variação total dos dados fosse representada pelos PCs no limite próximo de 75%.

Essa análise é baseada na consolidação de uma matriz de correlação, e em uma *eigenanalysis* (Gauch, 1982, p. 141; Manly, 1994, p. 81) constituída por uma análise dos “autovalores”, para avaliação da variância total dos dados explicada por cada um dos eixos das Principais Componentes constituídas e por uma

análise dos “autovetores”, onde se identifica o peso de cada variável na constituição de cada um dos vetores (Principais Componentes).

- Análise de *cluster*.

Após a seleção do conjunto de PCs originados no processamento anterior, a análise de *cluster* teve como principal objetivo formatar agrupamentos de municípios com características “semelhantes”, em relação às variáveis selecionadas.

O método adotado para a definição dos agrupamentos foi o método da mínima variância (Wards), no qual um grupo é reunido a outro grupo se essa união proporcionar o menor aumento das variância intragrupo. Com a adoção desse método a variância intragrupo é calculada para todas as possibilidades de aglomeração, optando-se pelo arranjo que proporcione a menor variância (SAS Institute, 1999, p. 861). Segundo Valentin (2000, p. 59) o método é considerado altamente eficiente e indicado para a formação de agrupamentos.

Durante o processo de seleção de variáveis e identificação das redundâncias foram aplicados vários processamentos do protocolo definido pelo SAS para formação dos *clusters*. A observação dos resultados obtidos em cada processamento permitiu a análise e reformulação do grupo de variáveis, submetido ao protocolo, até a obtenção de um resultado que expressou a relação existente entre a dinâmica de queimadas e as demais variáveis selecionadas.

Logicamente, essa dinâmica de inclusão e exclusão de variáveis independentes não procurou atender ou favorecer nenhuma hipótese ou expectativa em relação

ao conjunto de dados, mas procurou incluir a variável de queimadas (dependente) com uma contribuição significativa no processo de decisão e definição dos agrupamentos.

Como resultado da análise de *cluster*, além da hierarquia, listagem e relação dos agrupamentos formados, foi elaborado um dendrograma (Anexo 5) que ilustra graficamente as posições de cada objeto (município) em relação ao conjunto todo.

9 RESULTADOS

9.1 VERIFICAÇÃO DA PRECISÃO ESPACIAL DOS DADOS DE QUEIMADAS

De um total de 47 imagens de satélite, necessárias para cobrir integralmente o território do Estado do Mato Grosso, foram selecionados dois conjuntos de imagens, de datas diferentes, representativos da totalidade do Estado, com a finalidade de desenvolver a análise estatística da precisão dos pontos de queimadas em anos distintos. Em função da disponibilidade de imagens georreferenciadas do satélite Landsat, encontradas nos acervos da Embrapa Monitoramento por satélite e no site da Universidade de Maryland <<ftp://ftp.glcg.umiacs.umd.edu/glcg/Landsat/>>, o primeiro conjunto foi elaborado exclusivamente com imagens do ano de 1999 e foi constituído por um total de 47 imagens. O segundo conjunto de imagens, constituído por um total de 21 imagens, foi elaborado com imagens referentes ao biênio 2000, 2001 (Figura 25).

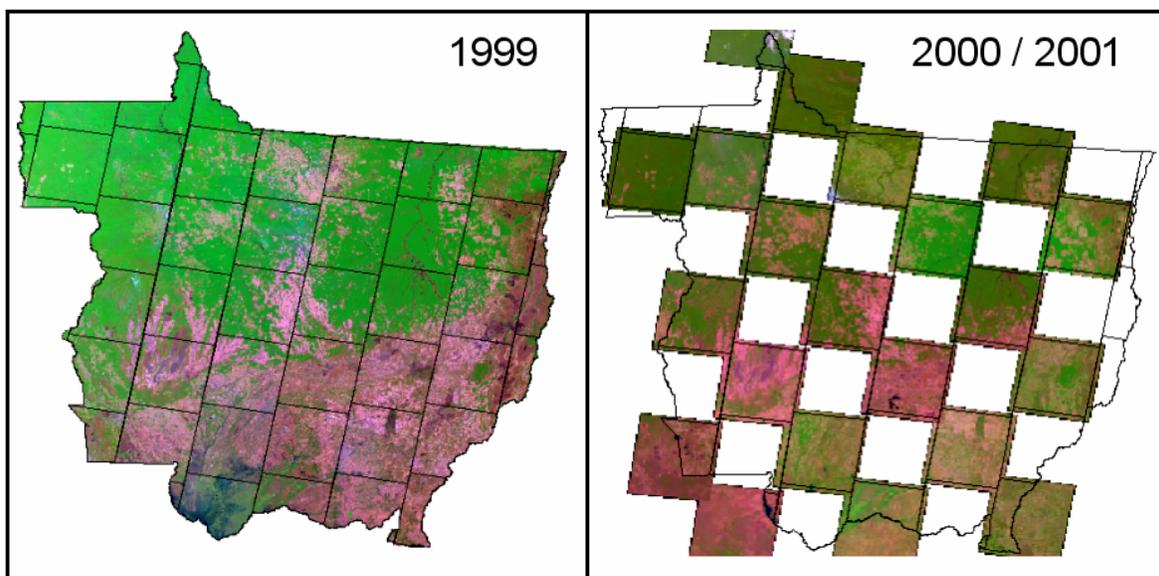


Figura 25: Conjuntos de imagens Landsat, utilizados no ano de 1999 e no biênio 2000/2001.

Para um universo amostral de 2899 queimadas, correspondentes ao mosaico de 1999, e para a obtenção de um nível de confiança de 95% e um intervalo de confiança de 5%, estatisticamente seria necessária a constituição de uma amostra com 339 pontos de queimadas, segundo cálculo do pacote *sample size calculator* <<http://www.surveysystem.com/sscalc.htm#ssneeded>>. Seguindo uma estratégia adotada para facilitar a seleção e visualização individual dos pontos amostrados, em função dos processos inerentes ao SIG utilizado, foram efetuadas 315 amostras, o que elevou o intervalo de confiança para 5,21%.

No caso do mosaico do biênio 2000/2001, considerando um total de 716 pontos de queimadas, correspondentes às imagens selecionadas, a obtenção de um nível de confiança de 95% e um intervalo de confiança de 5%, seria alcançada através de uma amostra contendo 250 pontos de queimadas, segundo o mesmo pacote

estatístico. Adotando a mesma estratégia anterior, foram efetuadas 246 amostras, elevando o intervalo de confiança para 5,06%.

Os resultados da validação dos pontos de queimadas para os dois mosaicos elaborados estão sintetizados na Tabela 7.

Tabela 7: Avaliação de precisão dos pontos de queimadas.

raio (Km)	amostra 315 pontos (1999)			amostra 246 pontos (2000/2001)		
	corretos	% acerto	%erro	corretos	% acerto	%erro
1,5	202	64,1	35,9	150	61	39
3	263	83,5	16,5	194	78,9	21,1
6	301	95,6	4,4	226	91,9	8,1
alg.	14		4,4	20		8,1

Considerando que o intervalo de confiança adotado foi de aproximadamente 5%, pode-se assumir que não houve uma diferença significativa entre os resultados da avaliação de precisão nos dois períodos e que, ao adotar o círculo de raio de 3km, obtém-se 95% de certeza de estar trabalhando com um dado de queimada com uma precisão aproximada de 80%.

Existem duas origens possíveis para o erro de identificação e localização, encontrado nos dados de queimadas. O primeiro tipo de erro tem sua origem associada à curvatura da superfície terrestre e se baseia no fato de o sensor NOAA/AVHRR imagear uma faixa, extremamente larga, de aproximadamente 2400km. Essa característica do sensor faz com que os pixels localizados nas bordas das imagens correspondam a superfícies mais extensas. Quanto mais

próximo do centro da imagem do satélite (nadir), mais próximo das dimensões de 1,1km por 1,1km e por outro lado, quanto mais distante do centro da imagem, maiores são as dimensões da superfície imageada.

O segundo tipo de erro está relacionado a problemas do algoritmo de classificação de imagens, desenvolvido para identificação dos pontos de calor. Esse seria o principal fator responsável pelos 20% de erros constatados.

Portanto, ao assumir-se o círculo de 3km de raio, considera-se uma dimensão intermediária do pixel, entre aquela de 1,1km por 1,1km, quando localizado a nadir, e a dimensão dos pixels das bordas que, segundo Alberto Setzer⁷, coordenador do projeto Queimadas/INPE, podem apresentar medidas superiores a 5km.

Do ponto de vista estritamente cartográfico, se considerar-se que a precisão exigida para a escala 1:500.000 é de 250m (Robinson *et al.*, 1995, p.247) e que, aproximadamente, 80% dos focos de calor identificados pelo INPE ocorreram dentro de um raio de 3km das coordenadas fornecidas, poderíamos concluir que os dados de queimadas não são compatíveis com a abordagem elaborada.

Contudo, ao considerar-se o fato de que a coordenada fornecida é uma referência espacial, pontual, de uma superfície (pixel) que pode medir mais de 10km², o erro encontrado acaba restringindo-se à própria superfície média do pixel do NOAA/AVHRR e, portanto, torna-se aceitável.

⁷ Comunicação pessoal do autor (06 de março de 2003).

9.2 VERIFICAÇÃO DA NÃO ALEATORIEDADE DA OCORRÊNCIA DE QUEIMADAS

Os resultados da regressão linear efetuada ano a ano mostram a existência de uma forte correlação espacial na ocorrência de queimadas, demonstrando a existência de um padrão intra-anual, repetitivo, e reforçando a idéia da existência de variáveis condicionantes dessas dinâmicas (Figura 26).

Para testar as correlações encontradas, o nível de significância do menor coeficiente de determinação (R^2) encontrado foi determinado através da análise de variância, para o biênio 1998-1999, e apresentou uma probabilidade de $2,07 \times 10^{-16}$, indicando um alto nível de significância para esse biênio e para os demais.

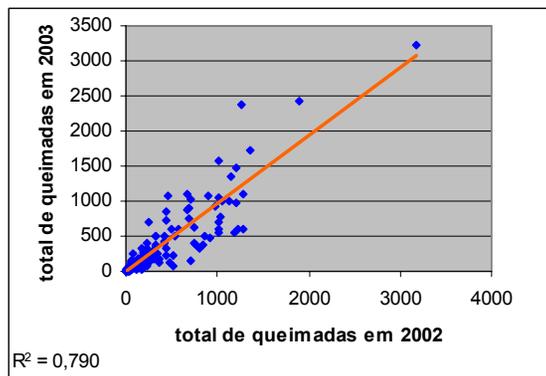
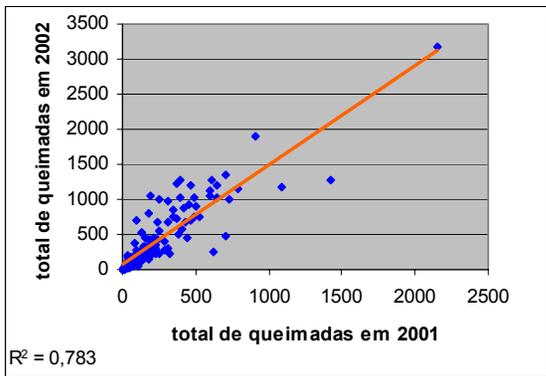
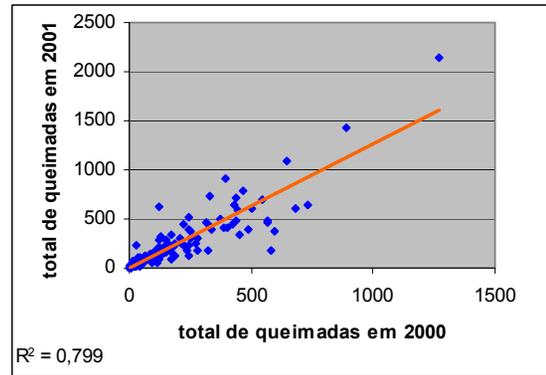
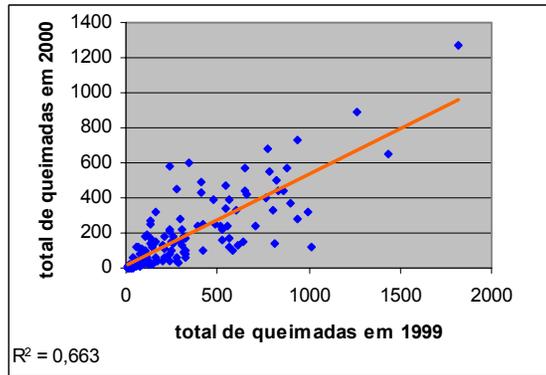
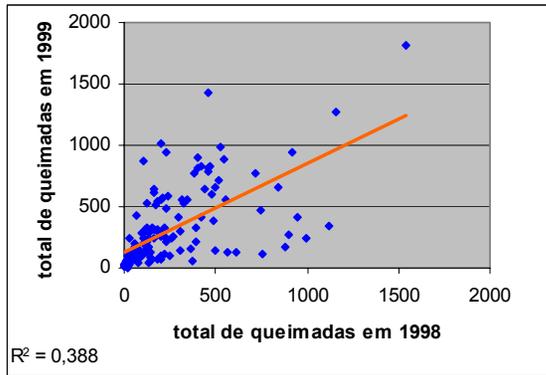
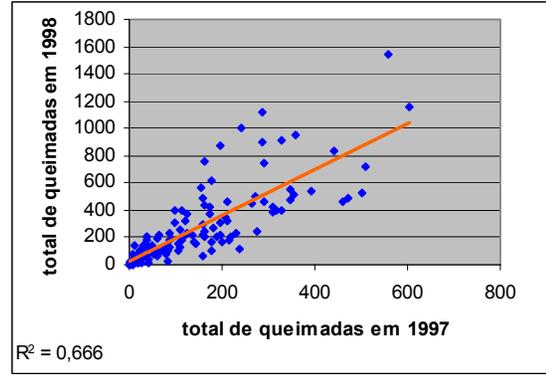
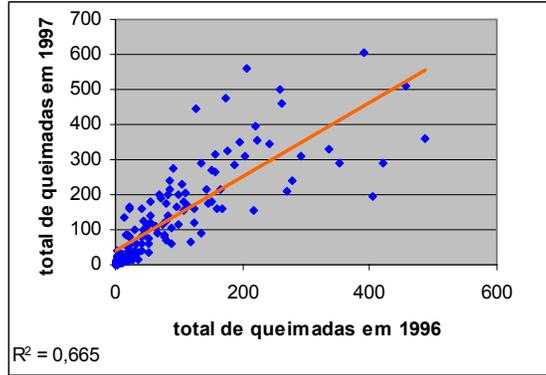
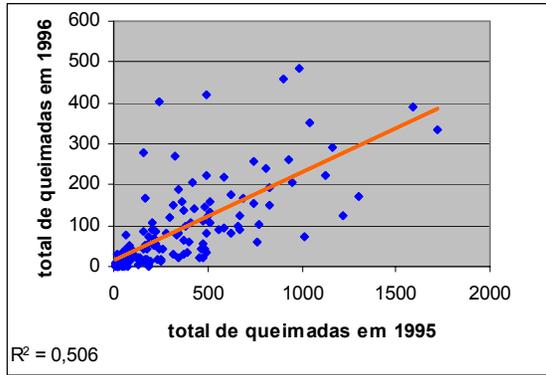


Figura 26: Gráficos das regressões do número de queimadas ano a ano.

Ainda corroborando o que postulou a hipótese inicial, relacionada ao índice de correlação das queimadas ano a ano, ao observar-se a matriz de correlação (Tabela 8), nota-se que houve uma queda considerável no índice de correlação entre as datas mais distantes. Isso está relacionado ao fato de o padrão de ocorrência de queimadas não ser estático e, portanto, elas não incidirem sempre nos mesmos locais. Os avanços da fronteira agrícola, o surgimento de novas oportunidades locais e regionais, as oscilações econômicas nacionais e internacionais são apenas alguns dos possíveis elementos envolvidos na explicação desse padrão dinâmico.

Tabela 8: Matriz de correlação anual entre as queimadas.

	total95	total96	total97	total98	total99	total00	total01	total02	total03
total95	1,00								
total96	0,71	1,00							
total97	0,82	0,82	1,00						
total98	0,68	0,82	0,82	1,00					
total99	0,66	0,61	0,79	0,62	1,00				
total00	0,67	0,77	0,83	0,87	0,81	1,00			
total01	0,59	0,59	0,73	0,71	0,87	0,89	1,00		
total02	0,58	0,70	0,78	0,83	0,75	0,91	0,88	1,00	
total03	0,53	0,60	0,71	0,67	0,68	0,83	0,81	0,89	1,00

9.3 DINÂMICA ESPAÇO-TEMPORAL DA OCORRÊNCIA DAS QUEIMADAS

Os resultados dos procedimentos estatísticos de análise multivariada possibilitaram a utilização de um único vetor F1, capaz de explicar a variância de 77,59% dos dados de queimadas. A distribuição desses valores, referentes aos 139 municípios, ilustrada pela Figura 27, na qual as colunas referentes aos valores

de F1 aparecem na ordenada e a lista dos municípios aparece na abscissa, possibilitou a identificação empírica de 4 conjuntos distintos de municípios.

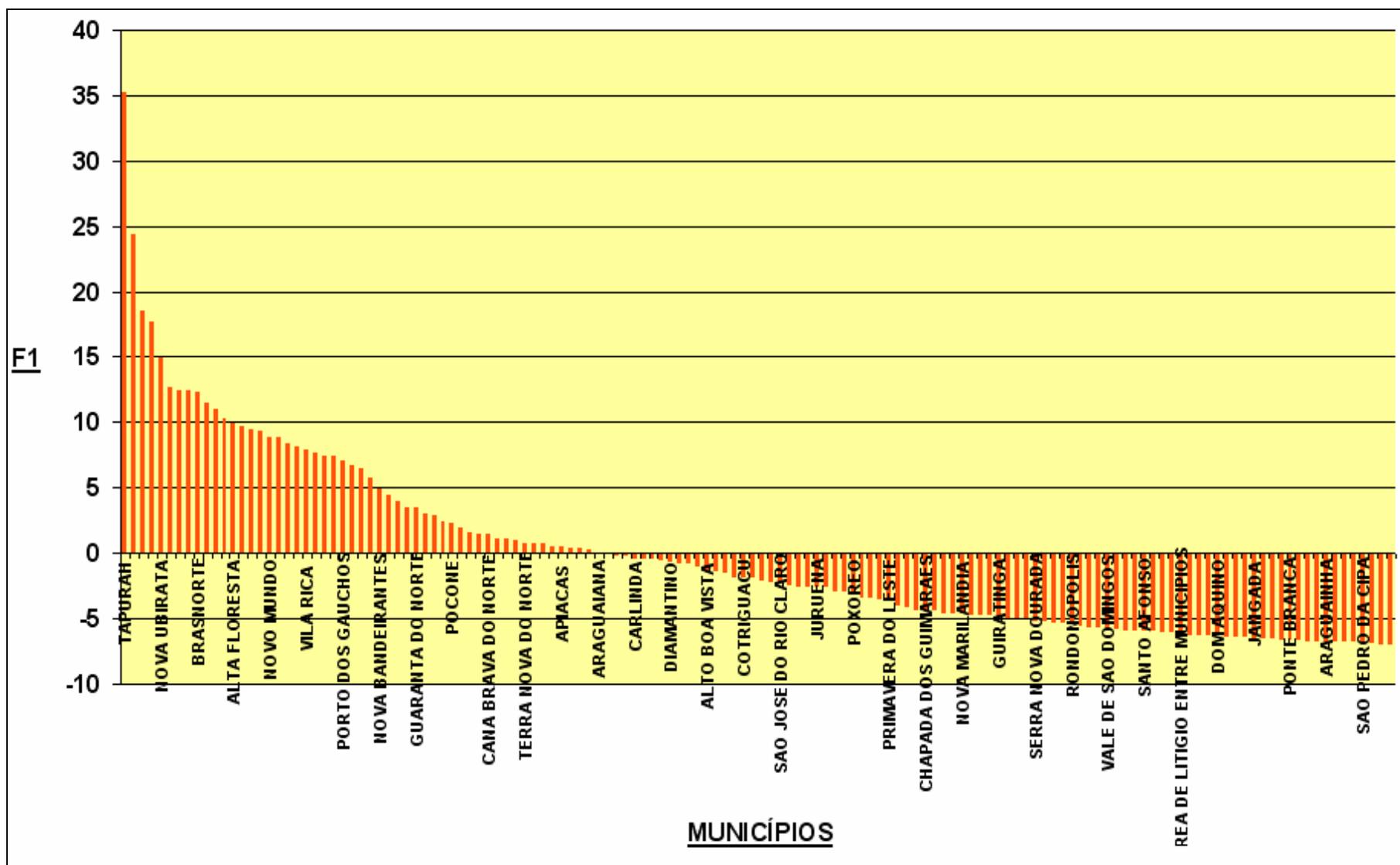


Figura 27: Gráfico da distribuição dos valores de F1, por município.

O processo estatístico de classificação e formação dos agrupamentos foi desenvolvido no ambiente SIG, onde após a incorporação da coluna dos valores do F1, na tabela original, foi solicitado o agrupamento dos municípios em 4 classes, tomando-se como base os dados da coluna dos valores de F1 e aplicando-se o método de classificação por quebras naturais.

Depois de definidos os grupos de municípios, pertencentes a cada uma das 4 classes temáticas, foram elaborados gráficos, representando os valores de pontos de queimadas das séries históricas de cada município do agrupamento e foi desenvolvida uma regressão (linha amarela) sobre os valores das médias anuais (linha vermelha) para a identificação do comportamento e das tendências existentes em cada agrupamentos (Figura 28, Figura 29, Figura 30 e Figura 31).

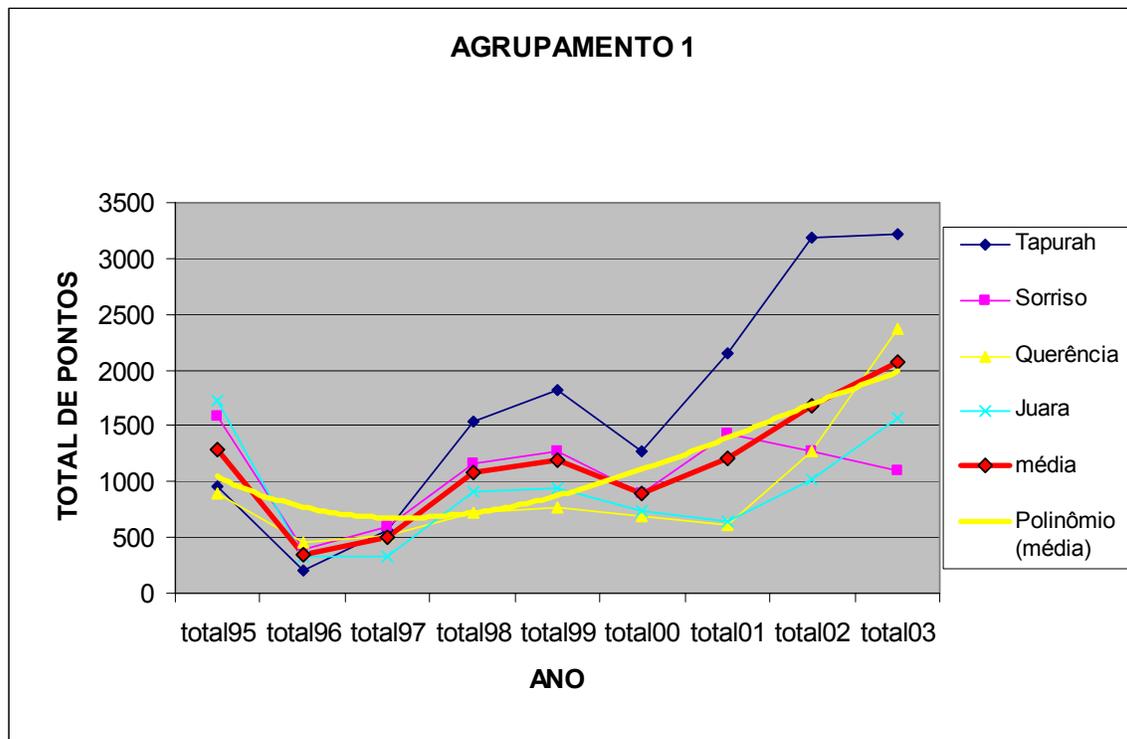


Figura 28: Distribuição dos pontos de queimadas e linha de tendência no agrupamento 1.

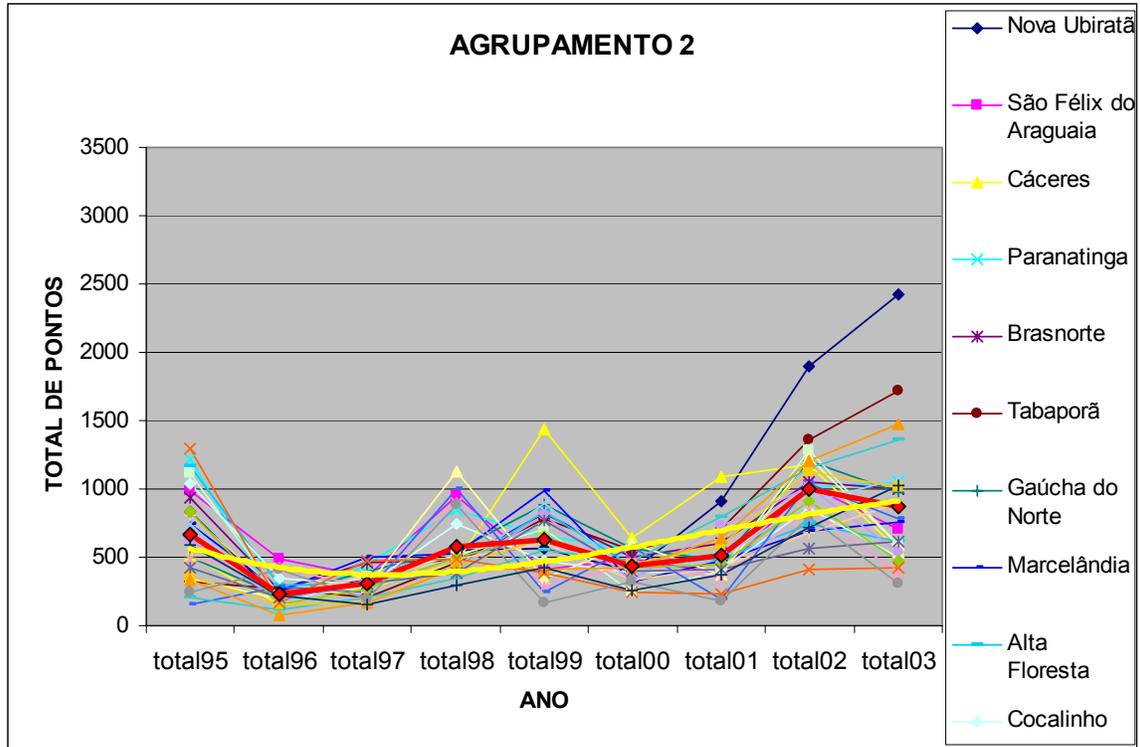


Figura 29: Distribuição dos pontos de queimadas e linha de tendência no agrupamento 2.

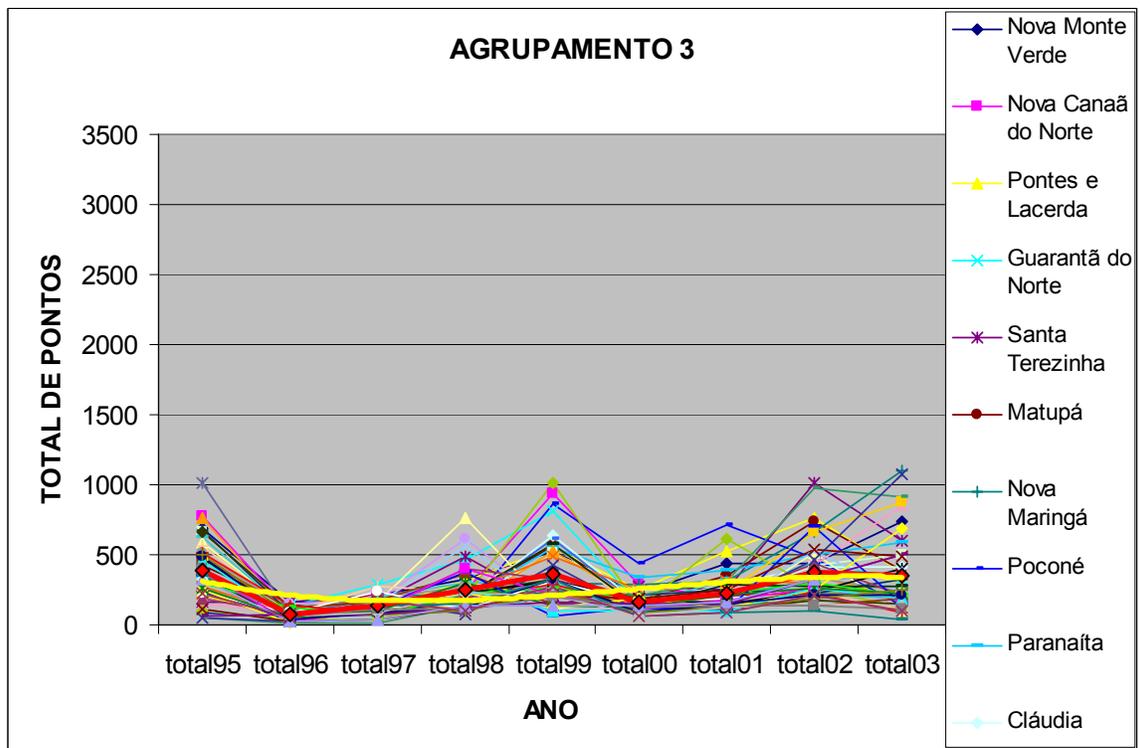


Figura 30: Distribuição dos pontos de queimadas e linha de tendência do agrupamento 3.

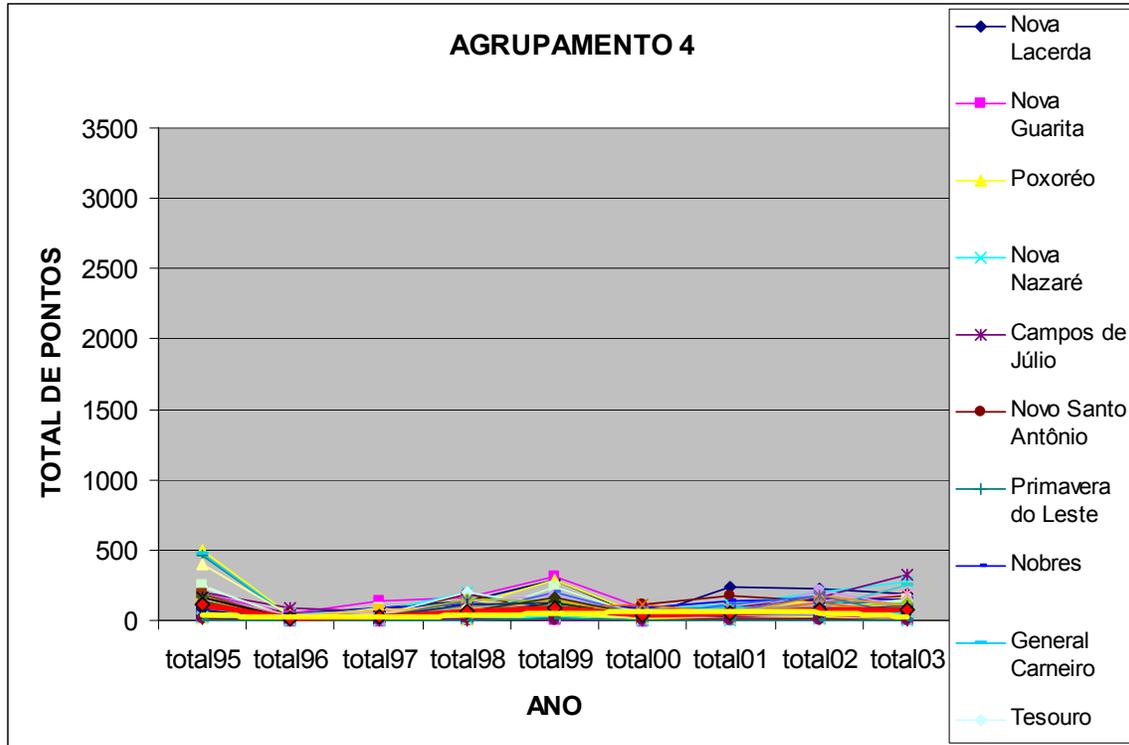


Figura 31: Distribuição dos pontos de queimadas e linha de tendência do agrupamento 4.

Através da análise dos gráficos, os quatro agrupamentos formados foram espacializados, conforme ilustra a Figura 32 e caracterizados da seguinte forma:

- 1) o primeiro agrupamento, composto por 4 municípios que obtiveram os maiores valores para F1, foi caracterizado por apresentar uma dinâmica caracterizada como “progressiva” e uma incidência de queimadas “muito alta”;
- 2) o segundo agrupamento apresentou um total de 25 municípios com uma dinâmica caracterizada como “progressiva” e uma incidência de queimadas “alta”;
- 3) o terceiro agrupamento, composto por 49 municípios com uma dinâmica considerada “estável” e uma incidência de queimadas “média”;
- 4) o quarto agrupamento apresentou um total de 61 municípios com dinâmica “estável” e incidência de queimadas “baixa”.

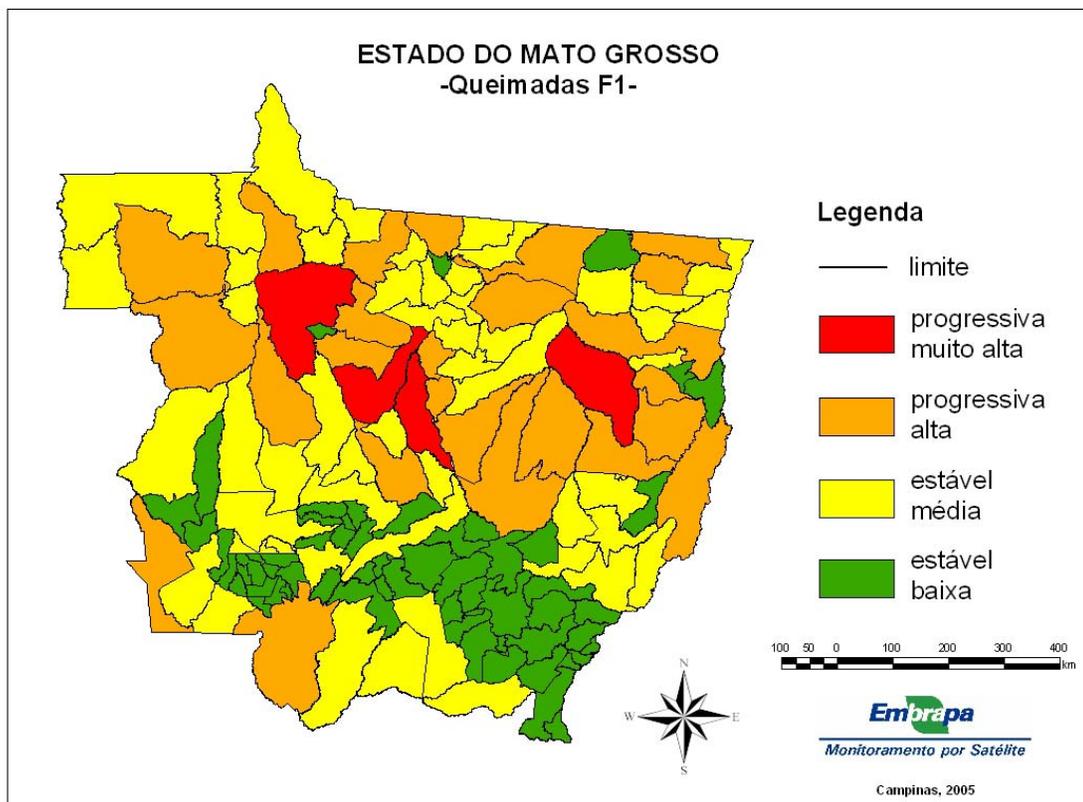


Figura 32: Mapa da dinâmica de queimadas.

9.4 ANÁLISE ESPACIAL

Os resultados da análise espacial dos dados serão apresentados em tópicos diferentes, referentes às quatro análises executadas em relação aos temas Aptidão Agrícola das Terras, Rede Viária, Áreas de Uso Restrito e Vegetação e Uso das Terras-1999.

9.4.1 Aptidão Agrícola das Terras

Esta análise procurou identificar os mesmos desvios que a análise anterior, mas usou como base cartográfica o Mapa de Aptidão Agrícola das Terras. Como o mapa foi constituído por apenas quatro classes temáticas (boa, regular, restrita e

inapta) a análise do teste X^2 de aderência foi desenvolvida com valores significativos a 0,5% e 3 graus de liberdade. Nesse caso o valor da soma dos X^2 obtidos deveria ser inferior a 12,84, para que a distribuição pudesse ser considerada aleatória.

Como esse tema não apresentou dinâmica espaço- temporal ou seja, não variou significativamente ao longo do tempo por ser baseado em variáveis do meio físico, foram desenvolvidas apenas três abordagens (1995, 1999 e 2003) para confirmação da distribuição de valores (Tabela 9, Tabela 10 e Tabela 11). Diferentemente do caso anterior, no qual foram estabelecidos nove cruzamentos e as tabelas correspondentes.

Tabela 9: Distribuição das freqüências de queimadas entre as classes de aptidão agrícola das terras, em 1995.

Aptidão agrícola	%_área	%_qmd1995	Freq.Esp_95	Freq.Obt_95	X^2
boa	6,03	7,06	2877	3371	84,86
regular	53,66	57,15	25614	27276	107,87
restrita	17,84	18,42	8514	8793	9,13
inapta	22,47	17,37	10726	8291	552,83
total	100,00	100,00	47731	47731	754,69

Tabela 10: Distribuição das freqüências de queimadas entre as classes de aptidão agrícola das terras, em 1999.

Aptidão agrícola	%_área	%_qmd1999	Freq.Esp_99	Freq.Obt_99	X^2
boa	6,03	9,66	2606	4179	948,76
regular	53,66	60,73	23206	26261	402,20
restrita	17,84	14,33	7714	6199	297,48
inapta	22,47	15,27	9718	6605	997,08
total	100,00	100,00	43244	43244	2645,52

Tabela 11: Distribuição das freqüências de queimadas entre as classes de aptidão agrícola das terras, em 2003.

Aptidão agrícola	%_área	%_qmd2003	Freq.Esp_03	Freq.Obt_03	X ²
boa	6,03	5,05	3097	2596	81,18
regular	53,66	67,98	27577	34937	1964,12
restrita	17,84	15,31	9167	7870	183,48
inapta	22,47	11,65	11548	5987	2678,18
total	100,00	100,00	51390	51390	4906,96

Como o resultado das somatórias dos valores de X² mostram, para qualquer data observada, os valores são sempre muito superiores ao limite estabelecido (12,84), e, portanto, a distribuição dos pontos de queimadas em relação à aptidão agrícola das terras não pode ser considerada aleatória.

Ao avaliar o sentido da não aleatoriedade, através da mesma estratégia adotada na análise anterior, 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”.

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 expressivo aumento da incidência de queimadas, observado em 2003, nas áreas com aptidão definida como “regular”.

9.4.2 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 faixas de intervalo de distância dos eixos pavimentados (Tabela 12).

Tabela 12: Frequências esperadas (F.E.) e observadas (F.O.) de queimadas entre os intervalos de distância dos eixos viários pavimentados (1995 – 2003).

	F.E. 10km	F.O. 10km	F.E. 20km	F.O. 20km	F.E. 30km	F.O. 30km	F.E. 40km	F.O. 40km	F.E. 50km	F.O. 50km	F.E. >50km	F.O. >50km
Queimadas 1995	4408	5063	3819	4884	3365	4725	3035	4042	2692	3613	30519	25511
Queimadas 1996	1130	893	979	1079	863	1055	778	783	690	657	7826	7800
Queimadas 1997	1689	1456	1464	1745	1290	1678	1163	1408	1032	1311	11698	10738
Queimadas 1998	3185	2204	2760	2482	2432	2605	2194	2333	1945	1853	22055	23094
Queimadas 1999	3996	4266	3462	4348	3051	4558	2752	3923	2441	3267	27670	23011
Queimadas 2000	2264	1649	1962	1657	1729	1747	1559	1699	1383	1593	15677	16229
Queimadas 2001	2892	2166	2506	2320	2208	2349	1992	2533	1766	2405	20024	19615
Queimadas 2002	5034	2515	4362	2919	3844	3479	3467	3843	3074	3813	34856	38068
Queimadas 2003	4755	2314	4120	2966	3631	2983	3275	3604	2904	3483	32927	36262

Com base na tabela das frequências esperadas e observadas, foi elaborada uma tabela de valores de X^2 para cada série temporal (Tabela 13), na qual percebe-se, segundo os parâmetros estabelecidos em 5 graus de liberdade e soma dos qui quadrados inferior ou igual a 16,75, para um nível de significância de 0,5%, que a

distribuição de freqüências de queimadas também não se comportou aleatoriamente.

Tabela 13: Valores do qui quadrado para as séries temporais dos eixos viários pavimentados.

	χ^2 10km	χ^2 20km	χ^2 30km	χ^2 40km	χ^2 50km	χ^2 >50km	Soma χ^2
Queimadas 1995	97,46	297,11	549,30	333,74	315,27	821,77	2414,64
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	2551,34
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	1260,52	477,12	34,60	40,80	177,46	295,90	2286,41
Queimadas 2003	1253,34	323,27	115,60	33,06	115,38	337,87	2178,52

Pela observação dos dados da tabela é possível notar que existem três picos, nos quais os desvios relacionados à amplitude dos desvios foram bastante superiores aos demais. Um primeiro pico está localizado no ano de 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, portanto, estão relacionados aos processos de desmatamento e abertura de novas frentes para expansão da atividade pecuária.

As Figura 33, Figura 34, Figura 35, Figura 36 e Figura 37 ilustram a evolução da incidência de queimadas nas diferentes faixas de distância em relação aos eixos viários pavimentados. Essa seqüência dá uma boa idéia do avanço da fronteira, partindo das áreas mais próximas aos eixos viários pavimentados e seguindo em

direção às terras mais distantes, provavelmente em função do esgotamento das primeiras.

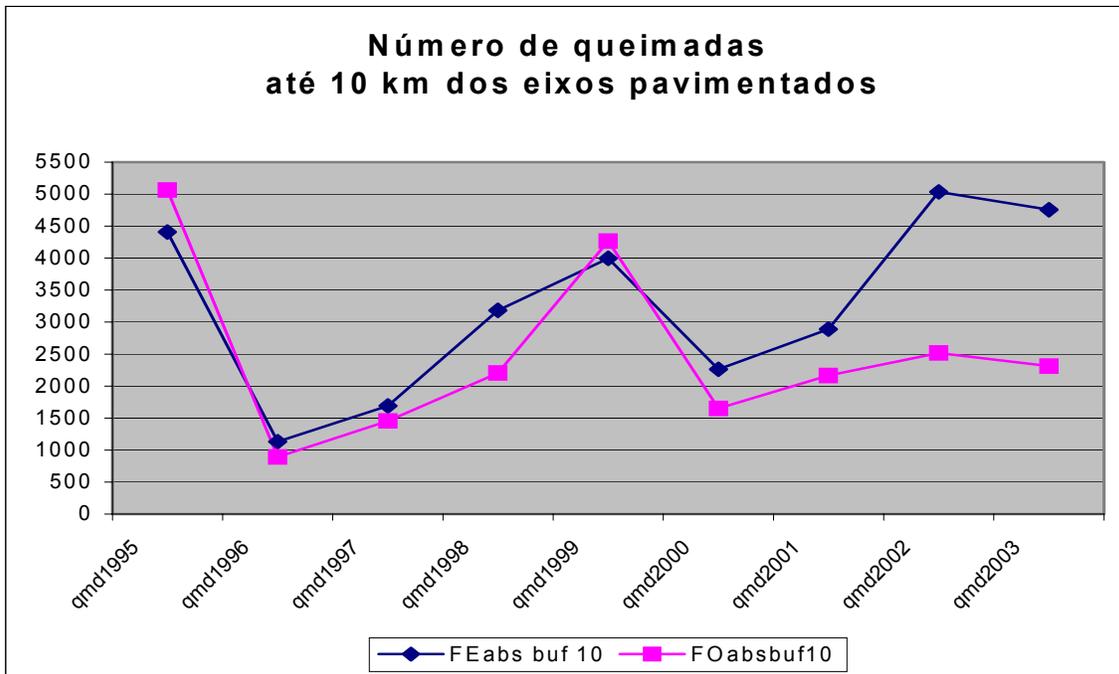


Figura 33: Distribuição dos pontos de queimadas na faixa de até 10km de distância dos eixos pavimentados.

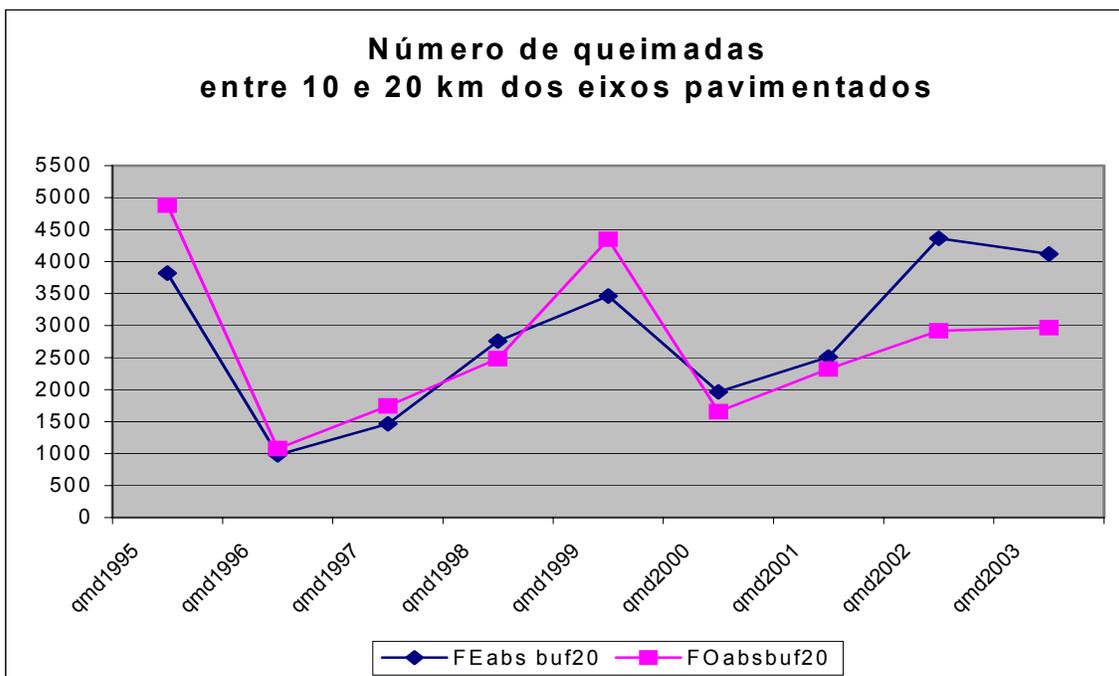


Figura 34: Distribuição dos pontos de queimadas na faixa de 10 a 20km de distância dos eixos pavimentados.

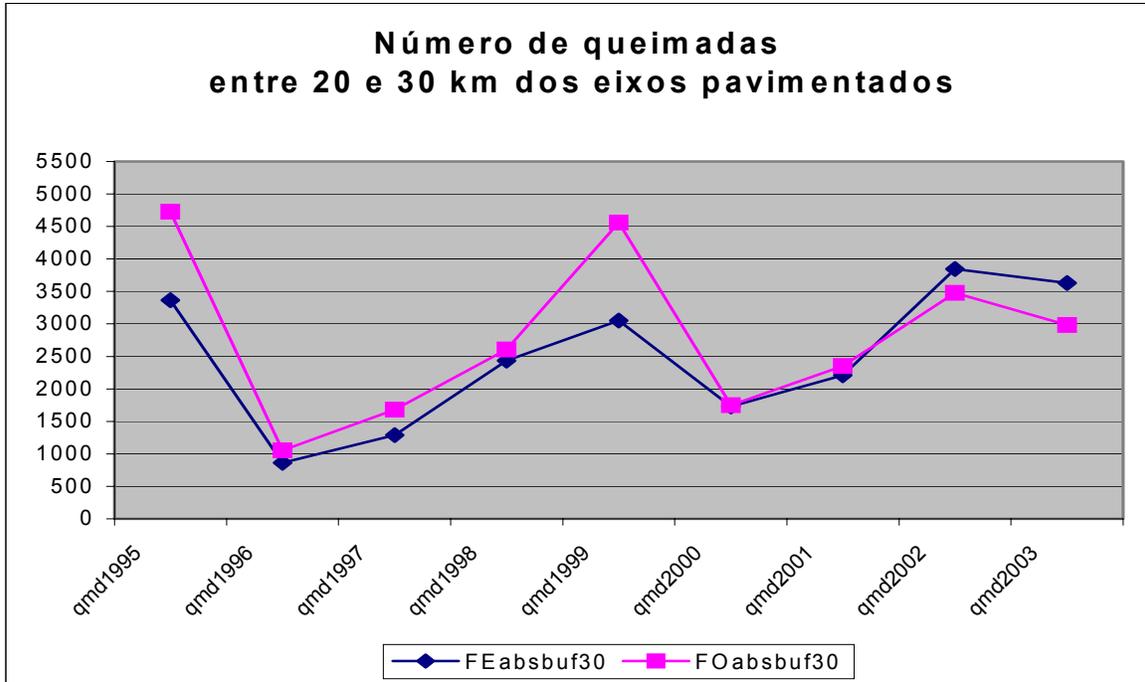


Figura 35: Distribuição dos pontos de queimadas na faixa de 20 a 30km de distância dos eixos pavimentados.

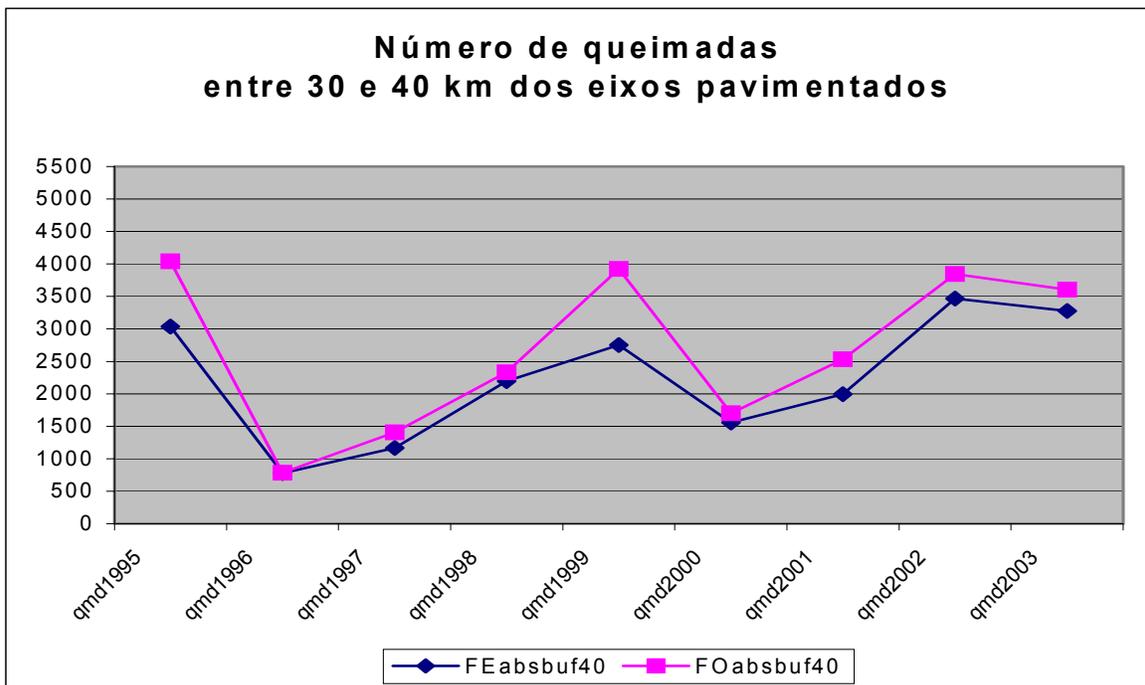


Figura 36: Distribuição dos pontos de queimadas na faixa de 30 a 40km de distância dos eixos pavimentados.

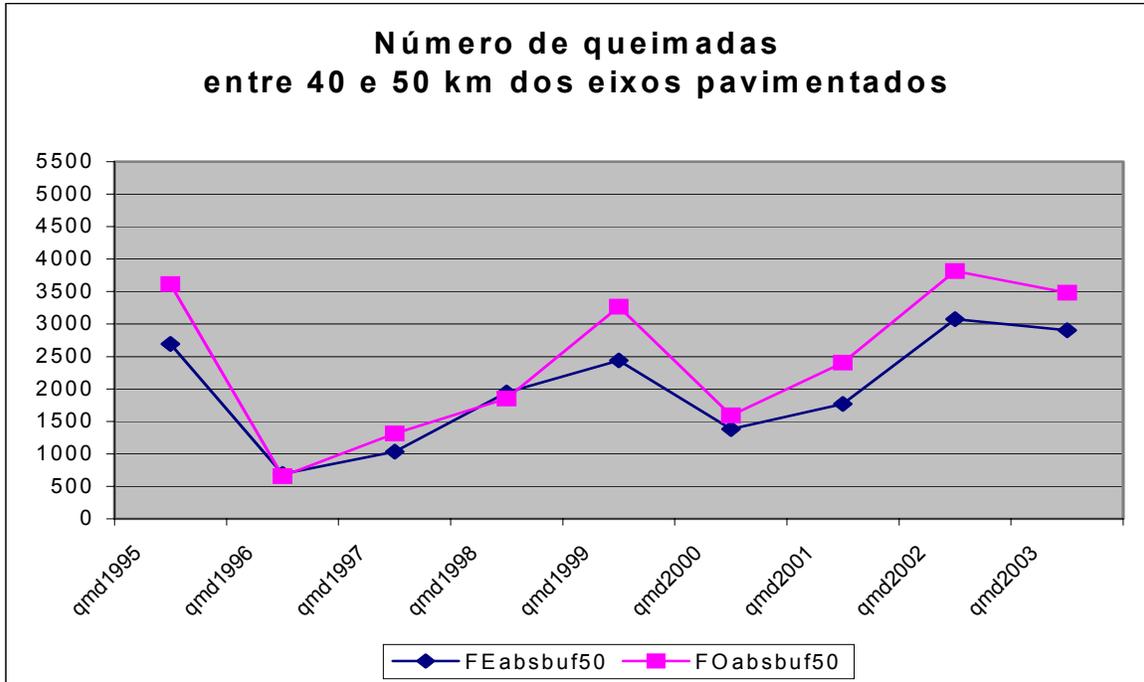


Figura 37: Distribuição dos pontos de queimadas na faixa de 40 a 50km de distância dos eixos pavimentados.

A comparação das freqüências mostra uma clara migração das queimadas, ao longo da série temporal, da faixa situada até dez quilômetros de distância para as faixas seguintes. A faixa que abrange até 10km de distância da estrada apresentou um comportamento, em relação à incidência de queimadas, que denota sua ocupação logo no princípio da série temporal avaliada. Foi a única com freqüência observada de queimadas significativamente superior àquela esperada em 1995.

Já no ano seguinte, 1996, sua freqüência observada ficou abaixo da linha da freqüência esperada, se posicionando gradativamente mais abaixo desta, com exceção do ano de 1999, onde todas as faixas de distância apresentaram freqüências observadas acima da esperada.

Esse padrão repetiu-se nas demais faixas de distâncias, apresentando sempre um atraso em relação à faixa anterior, para o momento em que a frequência observada posicionou-se abaixo da frequência esperada. No caso da faixa de 10 a 20km, o momento de inversão ocorreu em 1998; para a faixa de 20 a 30km, foi em 2002 e para as demais faixas, em todo o período considerado, as frequências observadas não posicionaram-se estatisticamente abaixo das frequências esperadas, embora a superação numérica das frequências esperadas para essas faixas só fosse realmente bem definida após o ano de 1999.

9.4.3 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 X^2 de aderência foi desenvolvida com valores significativos a 0,5% e apenas um grau de liberdade. Neste caso, o valor da soma dos X^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 e a frequência de sobreposição desse novo tema, com os pontos de queimadas, pode ser avaliada pela Tabela 14.

Tabela 14: Valores do χ^2 para a distribuição de freqüências de queimadas em relação às áreas de uso restrito.

	Uso Restrito		Restante		Uso Restrito	Restante	Soma
	Freq.Esp	Freq.Obs	Freq.Esp	Freq.Obs	χ^2	χ^2	χ^2
Queimadas 1995	7654	3323	40184	44515	2450,75	466,81	2917,56
Queimadas 1996	1963	531	10304	11736	1044,38	198,93	1243,31
Queimadas 1997	2934	1085	15402	17251	1165,03	221,91	1386,94
Queimadas 1998	5531	2003	29040	32568	2250,68	428,70	2679,38
Queimadas 1999	6940	2161	36433	41212	3290,61	626,78	3917,39
Queimadas 2000	3932	1159	20642	23415	1955,48	372,47	2327,95
Queimadas 2001	5022	1675	26366	29713	2230,74	424,90	2655,64
Queimadas 2002	8742	2945	45895	51692	3844,04	732,20	4576,24
Queimadas 2003	8258	1973	43354	49639	4783,31	911,11	5694,42

A análise desses resultados mostra com muita propriedade que o fato de existir uma condição ou *status* de uso restritivo, em uma determinada porção do território, modificou expressivamente o padrão de ocupação e alteração do meio, nesse caso relacionado à menor incidência de pontos de queimadas do que a esperada.

9.4.4 Vegetação e Uso das Terras-1999

A simples observação da distribuição das freqüências de incidência de queimadas no ano de 1999, sobre as classes de vegetação e uso das terras (Tabela 15), indica que as queimadas ocorreram de forma mais incisiva sobre as áreas de floresta, depois sobre as áreas de cerrado, áreas de transição, de pecuária mecanizada etc.

Tabela 15: Distribuição das queimadas entre as classes de vegetação e uso das terras.

Classe Temática	%_qmd 1995	%_qmd 1996	%_qmd 1997	%_qmd 1998	%_qmd 1999	%_qmd 2000	%_qmd 2001	%_qmd 2002	%_qmd 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 pantanal.	0,05	0,32	0,27	0,15	0,53	0,27	0,56	0,35	0,04
agropec. 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

Essa avaliação da distribuição de freqüências de queimadas sobre as classes de vegetação e uso das terras não está equivocada, mas a informação adicional, derivada do teste X^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 X^2 foram estruturadas nove tabelas (Tabela 16, Tabela 17, Tabela 18, Tabela 19, Tabela 20, Tabela 21, Tabela 22, Tabela 23 e Tabela 24), 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 freqüências de queimadas esperadas e obtidas. Essas tabelas serviram de subsídio para o cálculo do teste de X^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 X^2 (Stevenson, 1981, p. 463) 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 da soma dos X^2 obtidos deveria ser inferior a 23,6, para a distribuição ser considerada aleatória.

O teste de aderência indicou quanto o valor obtido diferiu em relação ao valor esperado, mas como esses valores foram sempre positivos, resultado da fórmula aplicada, ele não expressou o “sentido” do desvio. Para agregar essa informação na análise, foi estabelecida a inclusão do sinal (+) nos valores de X^2 nos quais a frequência observada de queimadas foi superior à esperada e o sinal (-) nos valores de X^2 nos quais a frequência observada foi inferior à esperada. Logicamente, essa convenção não foi considerada na somatória dos X^2 para verificação da aleatoriedade de queimadas em relação ao mapa temático.

Tabela 16: Distribuição das frequências de queimadas entre as classes de vegetação e uso das terras em 1995.

Classe Temática	%_area	%_qmd 1995	Freq.Esp. 1995	Freq.Obt. 1995		X^2
floresta	31,60	26,49	15085	12646	-	394,35
cerrado	31,32	29,94	14953	14293	-	29,13
transição	11,77	9,26	5619	4423	-	254,56
reflorestamento	0,07	0,04	35	20	-	6,68
agricultura mecanizada	4,65	7,91	2219	3774	+	1090,20
pecuária mecanizada	14,28	17,02	6817	8123	+	250,29
pecuária pantanal.	0,47	0,05	225	25	-	177,40
agropecuária convencional	3,46	6,87	1650	3280	+	1609,17
outros	2,28	2,33	1088	1113	+	0,56
urbano	0,10	0,09	49	43	-	0,72
total	100,00	100,00	47740	47740		3813,08

Tabela 17: Distribuição das freqüências de queimadas entre as classes de vegetação e uso das terras em 1996.

Classe Temática	%_area	%_qmd 1996	Freq.Esp. 1996	Freq.Obt. 1996		χ^2
floresta	31,60	32,06	3864	3921	+	0,83
cerrado	31,32	21,54	3831	2634	-	373,81
transição	11,77	15,27	1439	1868	+	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	1746	2194	+	114,77
pecuária 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	12230	12230		1133,53

Tabela 18: Distribuição das freqüências de queimadas entre as classes de vegetação e uso das terras em 1997.

Classe Temática	%_area	%_qmd 1997	Freq.Esp. 1997	Freq.Obt. 1997		χ^2
floresta	31,60	30,96	5782	5665	-	2,39
cerrado	31,32	25,26	5732	4622	-	214,90
transição	11,77	15,05	2154	2755	+	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	2613	2788	+	11,71
pecuária pantanal	0,47	0,27	86	50	-	15,14
agropecuária convencional	3,46	6,97	633	1275	+	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	18300	18300		1099,53

Tabela 19: Distribuição das freqüências de queimadas entre as classes de vegetação e uso das terras em 1998.

Classe Temática	%_area	%_qmd 1998	Freq.Esp. 1998	Freq.Obt. 1998		χ^2
floresta	31,60	30,92	10889	10656	-	4,99
cerrado	31,32	27,26	10794	9395	-	181,26
transição	11,77	13,68	4056	4714	+	106,73
reflorestamento	0,07	0,01	26	4	-	18,16
agricultura mecanizada	4,65	3,62	1602	1249	-	77,62
pecuária mecanizada	14,28	15,34	4921	5287	+	27,27
pecuária pantanal	0,47	0,15	162	52	-	74,82
agropecuária convencional	3,46	7,13	1191	2457	+	1344,72
outros	2,28	1,81	786	625	-	32,81
urbano	0,10	0,06	35	22	-	5,02
total	100,00	100,00	34461	34461		1873,40

Tabela 20: Distribuição das freqüências de queimadas entre as classes de vegetação e uso das terras em 1999.

Classe Temática	%_area	%_qmd 1999	Freq.Esp. 1999	Freq.Obt. 1999		χ^2
floresta	31,60	31,24	13674	13519	-	1,75
cerrado	31,32	26,02	13554	11259	-	388,54
transição	11,77	15,39	5093	6658	+	480,75
reflorestamento	0,07	0,03	32	15	-	9,08
agricultura mecanizada	4,65	3,61	2011	1564	-	99,41
pecuária mecanizada	14,28	14,05	6179	6078	-	1,65
pecuária pantanal	0,47	0,53	204	230	+	3,42
agropecuária convencional	3,46	7,57	1496	3277	+	2120,53
outros	2,28	1,44	986	624	-	133,16
urbano	0,10	0,11	44	49	+	0,49
total	100,00	100,00	43273	43273		3238,77

Tabela 21: Distribuição das freqüências de queimadas entre as classes de vegetação e uso das terras em 2000.

Classe Temática	%_area	%_qmd 2000	Freq.Esp. 2000	Freq.Obt. 2000		χ^2
floresta	31,60	31,95	7748	7835	+	0,97
cerrado	31,32	25,89	7680	6348	-	231,14
transição	11,77	16,76	2886	4110	+	519,00
reflorestamento	0,07	0,06	18	14	-	0,96
agricultura mecanizada	4,65	4,31	1140	1057	-	5,99
pecuária mecanizada	14,28	12,69	3501	3112	-	43,30
pecuária 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	24521	24521		1481,42

Tabela 22: Distribuição das freqüências de queimadas entre as classes de vegetação e uso das terras em 2001.

Classe Temática	%_area	%_qmd 2001	Freq.Esp. 2001	Freq.Obt. 2001		χ^2
floresta	31,60	30,75	9899	9634	-	7,08
cerrado	31,32	28,28	9812	8859	-	92,59
transição	11,77	18,18	3687	5696	+	1094,43
reflorestamento	0,07	0,04	23	14	-	3,66
agricultura mecanizada	4,65	4,25	1456	1330	-	10,89
pecuária mecanizada	14,28	12,07	4473	3782	-	106,80
pecuária pantanal	0,47	0,56	147	174	+	4,80
agropecuária convencional	3,46	4,22	1083	1321	+	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	31327	31327		1443,71

Tabela 23: Distribuição das freqüências de queimadas entre as classes de vegetação e uso das terras em 2002.

Classe Temática	%_area	%_qmd 2002	Freq.Esp. 2002	Freq.Obt. 2002		χ^2
floresta	31,60	34,78	17221	18957	+	174,99
cerrado	31,32	25,84	17070	14085	-	522,08
transição	11,77	19,67	6415	10720	+	2889,67
reflorestamento	0,07	0,03	40	18	-	12,41
agricultura mecanizada	4,65	2,53	2533	1379	-	525,68
pecuária mecanizada	14,28	10,45	7782	5695	-	559,72
pecuária pantanal	0,47	0,35	256	191	-	16,69
agropecuária convencional	3,46	4,75	1884	2590	+	264,51
outros	2,28	1,52	1242	831	-	136,20
urbano	0,10	0,06	56	34	-	8,55
total	100,00	100,00	54500	54500		5110,51

Tabela 24: Distribuição das freqüências de queimadas entre as classes de vegetação e uso das terras em 2003.

Classe Temática	%_area	%_qmd 2003	Freq.Esp. 2003	Freq.Obt. 2003		χ^2
floresta	31,60	34,79	16249	17891	+	165,91
cerrado	31,32	26,17	16107	13459	-	435,29
transição	11,77	22,29	6053	11461	+	4832,80
reflorestamento	0,07	0,04	38	20	-	8,60
agricultura mecanizada	4,65	2,38	2390	1225	-	567,84
pecuária mecanizada	14,28	9,53	7343	4902	-	811,36
pecuária pantanal	0,47	0,04	242	21	-	201,78
agropecuária convencional	3,46	3,54	1778	1818	+	0,91
outros	2,28	1,15	1172	590	-	289,19
urbano	0,10	0,07	53	37	-	4,67
total	100,00	100,00	51424	51424		7318,34

Analisando todos os resultados da sobreposição dos pontos da série histórica dos dados de queimadas, percebe-se que os valores, obtidos em todos os anos, foram muito superiores àqueles definidos para aceitação da hipótese de aleatoriedade da distribuição das queimadas em relação às classes de vegetação e uso das

terras. Portanto, pode-se 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, portanto, não houve nenhuma variação referente à dinâmica espaço-temporal do uso das terras, observou-se uma grande porcentagem de incidência de queimadas sobre a classe temática das florestas (Tabela 20), como já foi dito anteriormente. Porém, ao comparar a frequência obtida com a frequência esperada e observar o resultado do teste de X^2 de aderência, percebe-se que quase não há diferença significativa entre os dois valores e, portanto, essa incidência maior sobre essa classe temática específica pôde ser considerada como uma consequência direta da sua maior superfície.

Por outro lado, a importância dos valores de incidência dos valores das porcentagens de queimadas, nas classes de agropecuária convencional e de transição em 1999, situados próximos de 7% e 15% do total de queimadas, é bastante alterada quando considerada a informação adicional proveniente dos valores de X^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, no ano de 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 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 reflorestamento.

Partindo dessa análise sincrônica do ano 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 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 tecnologias que reduzem o uso do fogo e, mais tardiamente, a substituição de parte dessas terras pela agricultura mecanizada.

A análise diacrônica anterior (1995 a 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 no ano de 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 do ano de 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.

Uma 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, portanto, a frequência observada passou a ser menor do que a esperada. Isso foi explicado em função dos limites da floresta de transição, no ano de 1995, estarem “recuados” 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 e por levar alguns anos para consolidar novas áreas e transferí-las às atividades com maior técnica que a substituem no processo proposto. Lembra-se, ainda, que o início da série histórica analisada foi o ano de 1995, onde houve uma explosão da expansão da fronteira e da ocupação dessas áreas.

Na análise diacrônica posterior (2000 a 2003), a agropecuária convencional, provavelmente por consolidar o seu ciclo de ocupação e abertura de novas áreas passou a apresentar uma redução do desvio ainda positivo da incidência de queimadas, até o ano de 2003, onde 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 sim que ela se deslocou espacialmente para as áreas mapeadas em 1999 como transição. Essa constatação foi feita através da verificação dos 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 do Estado do Mato Grosso até o ano 2000, e do início do avanço da fronteira agrícola sobre as áreas mais densamente florestadas.

Cabe ressaltar ainda que a atividade de agricultura mecanizada apresentou-se, nesse período de análise diacrônica posterior, juntamente com a pecuária mecanizada, 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 de essa atividade se consolidar cada vez mais como uma atividade independente do uso das práticas de queimadas, o que já não ocorreu de forma tão incisiva com a pecuária onde até mesmo os sistemas detentores de alta tecnicidade utilizam-se das queimadas controladas em seus

processos produtivos. Provavelmente, o avanço da agricultura sobre as áreas de pecuária mecanizada no período acabou resultando na expressiva redução dos valores observados para a incidência de queimadas.

O cerrado, contrariando o esperado, dada a sua erradicação e acelerada ocupação pela atividade agropecuária no período considerado, apresentou um comportamento negativo sempre muito expressivo. A presença de valores sempre negativos dos seus desvios deve estar relacionada a duas razões principais: a expansão das áreas de agricultura e pecuária sobre as áreas de cerrado pôde ser efetuada através da simples remoção da vegetação natural com uso de tratores, correntões etc. e, com isso, sua substituição por sistemas produtivos ocorreu de forma rápida e com muito menor intensidade de uso do fogo, quando comparado às áreas de transição e de florestas.

A segunda razão é que nas áreas de cerrado a agricultura e pecuária mecanizada puderam e devem ter entrado diretamente sobre as áreas de cobertura vegetal natural, restringindo a ocorrência da agropecuária convencional às áreas de transição e da Floresta Tropical Úmida, onde o processo de ocupação evolui de forma mais lenta e as queimadas ocorrem por três ou quatro 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, claramente, que as queimadas no Estado do Mato Grosso estão relacionadas, sobretudo, ao fenômeno da expansão da fronteira agrícola, que ocorreu no período de 1995 a 2001, principalmente

sobre áreas de floresta de transição e em 2002 e 2003 passou a ocorrer também sobre áreas de floresta mais densa.

Do ponto de vista de Uso das Terras, a análise mostra claramente que as queimadas estão primordialmente relacionadas à atividade agropecuária convencional, que mantém até os dias de hoje, em várias etapas dos seus processos produtivos, o uso do fogo como uma ferramenta essencial. O fato de a atividade pecuária, mesmo a mecanizada estar mais fortemente associada e, em muitos casos, concorrer com o processo de expansão da fronteira, também deve ter contribuído para os desvios positivos encontrados na análise diacrônica anterior.

9.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA

9.5.1 Seleção das variáveis

O conjunto final, estabelecido através do procedimento descrito, foi composto por um total de 23 variáveis, incluindo a F1 de queimadas. Contemplando indicadores econômicos, sociais, ecológicos, tecnológicos, físicos, de produção e de impactos ambientais esse conjunto foi definido pelas seguintes variáveis:

1. F1 de queimadas;
2. Área;
3. Renda per capita – 2000;
4. Índice de desenvolvimento humano – 2000;
5. População residente – 2000;
6. Número de tratores – 1996;

7. Área desmatada no ano de 2000;
8. Área total dos desmatamentos em 2000;
9. Porcentagem total das áreas desmatadas – 2000;
10. Rebanho bovino – 2001;
11. Área plantada com algodão – 2001;
12. Área plantada com cana de açúcar – 2001;
13. Área plantada com milho – 2001;
14. Área plantada com soja – 2001;
15. Valor da produção das lavouras temporárias – 2001;
16. Área cultivada com lavouras temporárias – 2001;
17. Financiamentos agropecuários – 2000;
18. Fundo Constitucional de Financiamento do Centro Oeste – 2000;
19. Produção de lenha – 1999;
20. Produção de madeira em tora – 1999;
21. Queimadas – 2000;
22. Área dos assentamentos do INCRA – 2000;
23. Número de famílias em assentamentos do INCRA – 2000.

Do total de 23 variáveis selecionadas, a regressão múltipla multivariada, feita pelo método *stepwise*, descartou 8, em função do nível de significância definido (20%), estabelecido como limite para essa análise. Portanto, restaram apenas 15 delas para consolidar a análise de componentes principais que definiu a posterior análise de *cluster*.

1. F1 de queimadas;
2. Área;
3. Número de tratores – 1996;

4. Área desmatada no ano de 2000;
5. Área total dos desmatamentos em 2000;
6. Porcentagem total das áreas desmatadas – 2000;
7. Rebanho bovino – 2001;
8. Área plantada com algodão – 2001;
9. Área plantada com cana de açúcar – 2001;
10. Área plantada com milho – 2001;
11. Área plantada com soja – 2001;
12. Área cultivada com lavouras temporárias – 2001;
13. Fundo Constitucional de Financiamento do Centro Oeste – 2000;
14. Produção de madeira em tora – 1999;
15. Número de famílias em assentamentos do INCRA – 2000.

A análise de componentes principais – ACP, associada à análise de *cluster*, é utilizada em muitos casos como uma forma de reduzir o volume de dados que, nesse caso, correspondeu a 15 variáveis e 139 municípios, buscando uma representação mais simples através de grupos menores de variáveis, formados pelas principais componentes (Manly, 1994, p. 134).

9.5.2 Seleção das principais componentes para a análise de *cluster*

A primeira análise efetuada para seleção das principais componentes, que seriam utilizadas na análise de *cluster*, considerou os valores absolutos e acumulados das respectivas porcentagens de variação dos dados explicados para cada novo vetor incorporado na análise (Tabela 25).

Tabela 25: Auto-valores da matriz de correlação e porcentagens da variabilidade total dos dados explicada.

Principal Componente	Auto-valores	Porcentagem	Porcentagem acumulada
1 ^a	4,7683	0,3179	0,3179
2 ^a	3,4721	0,2315	0,5494
3 ^a	1,5843	0,1056	0,6550
4 ^a	1,1001	0,0733	0,7283
5 ^a	0,9711	0,0648	0,7931
6 ^a	0,7063	0,0471	0,8402
7 ^a	0,6334	0,0422	0,8824
8 ^a	0,4897	0,0326	0,9150
9 ^a	0,3215	0,0214	0,9364
10 ^a	0,2611	0,0174	0,9538
11 ^a	0,2239	0,0149	0,9687
12 ^a	0,1060	0,0131	0,9818
13 ^a	0,1798	0,0120	0,9938
14 ^a	0,0910	0,0061	0,9999
15 ^a	0,0013	0,0001	1,0000

Essa decisão considerou, além da tabela das porcentagens de contribuições de cada PC e de seus respectivos valores acumulados, os conjuntos de variáveis e seus respectivos pesos na constituição de cada um dos vetores (Tabela 26).

Tabela 26: Auto-vetores e os respectivos pesos de cada variável para sua constituição.

	Prin1	Prin2	Prin3	Prin4	Prin5	Prin6
Fator 1	0.227371	0.351674	-.090979	-.263729	0.068846	0.148340
área	0.198842	0.417790	-.027536	-.010152	0.047908	-.219870
número de tratores 1996	0.386499	-.102847	0.184576	0.181195	-.008799	0.003316
área desmatada em 2000	0.191076	0.399565	0.000035	-.144412	0.140058	-.043402
total desmatado até 2000	0.374989	0.153200	0.271013	0.009269	-.106859	-.200735
porcentagem desmatada até 2000	0.019088	-.392434	0.270886	0.132617	-.220602	-.053375
rebanho bovino 2001	0.137816	0.296359	0.509103	0.097899	-.226466	-.103925
área algodão 2001	0.306727	-.223892	-.118232	0.099918	-.108832	-.170294
área cana de açúcar 2001	0.056302	-.107897	0.167065	0.290228	0.887408	-.158909
área milho 2001	0.324590	-.173707	-.250251	-.139170	-.085969	0.024166
área soja 2001	0.383829	-.187672	-.242968	-.104031	0.041845	0.000990
área lavoura temporária 2001	0.396093	-.193553	-.232726	-.082931	0.065984	-.007970
Fundo Centro Oeste 2000	0.236050	-.066185	0.337250	0.236100	-.002217	0.694359
produção de madeira em tora 1999	0.009707	0.276057	-.370663	0.356439	0.017276	0.492617
famílias assentadas pelo INCRA 2000	0.016152	0.145013	-.286435	0.731659	-.220827	-.306771

O primeiro vetor (Principal Componente 1) explicou 31,79% da variabilidade total dos dados e as variáveis que tiveram maior peso na sua constituição foram, em ordem decrescente, as variáveis “área de lavoura temporária em 2001”, “número de tratores”, “área de soja em 2001”, “área desmatada até 2000”, “área de milho em 2001”, “área de algodão em 2001” etc. Ou seja, como entre os valores mais altos obtidos estão as variáveis de “área de lavoura temporária” e “número de tratores”, essa componente principal explicou bem, ou diferenciou bem, os agrupamentos em função de características relacionadas à presença ou ausência de uma agricultura temporária mecanizada.

O segundo vetor (Principal Componente 2) explicou 23,15% da variabilidade dos dados e foi definido pelas variáveis de “área do município”, “área desmatada em 2000”, “fator 1 de queimadas”, “rebanho bovino”, “produção de madeira em tora” etc., e por valores negativos pelas variáveis “porcentagem desmatada até 2000”, “área de algodão em 2001” etc. Juntas, as duas principais componentes explicaram 54,94% da variabilidade total dos dados. Como nesse caso, os valores mais altos (positivos) foram obtidos com as variáveis de “área”, “F1 de queimadas”, “área desmatada em 2000” e (negativos) com a “porcentagem desmatada até 2000”, essa componente diferenciou bem os agrupamentos em função da intensidade das atividades relacionadas à expansão da fronteira agrícola.

O terceiro vetor (Principal Componente 3) explicou 10,56% da variabilidade dos dados e foi definido pelas variáveis “rebanho bovino”, “Fundo Centro Oeste”, “desmatamento total até 2000”, “porcentagem desmatada até 2000”, “produção de

madeira em tora 1999”, “número de famílias assentadas pelo INCRA em 2000”, variáveis de área agrícola etc. Juntas, as três principais componentes explicaram 65,50% da variabilidade total dos dados. Como nesse caso os valores mais altos (positivos) foram obtidos com as variáveis “rebanho bovino”, “Fundo Centro Oeste” e duas variáveis relacionadas à área total ocupada e os valores mais altos (negativos) foram obtidos com as variáveis “extração de madeira em tora” e três outras de agricultura, essa componente diferenciou os municípios em relação à presença da atividade de pecuária em contraposição às variáveis agrícolas e à atividade de extrativismo madeireiro.

O quarto vetor (Principal Componente 4) explicou 7,33% da variabilidade dos dados e foi definido pelas variáveis “número de famílias assentadas pelo INCRA em 2000”, “produção de madeira em tora 1999”, “área de cana-de-açúcar em 2001”, “fundo Centro Oeste”, “F1 de queimadas”, “área desmatada em 2000” etc. Juntas, as quatro principais componentes explicaram 72,83% da variabilidade total dos dados. Nesse caso, não ficou muito claro qual o tipo de atividade seria explicada pela principal componente, mas aparentemente ela sugere a diferenciação dos grupos segundo a presença de assentamentos do INCRA e a atividade extrativista de madeira em tora, em contraposição à frequência de queimadas.

A decisão da não inclusão dos demais vetores, Prin5 até Prin15, foi baseada na relação custo benefício imposta pelas novas inclusões, onde o benefício foi representado pela porcentagem adicional da variabilidade de dados explicados pela nova componente e o custo foi avaliado através da complexidade da

interpretação preliminar do resultado dessas inclusões na formação e composição dos agrupamentos.

9.5.3 Análise de *Cluster*

Os resultados da análise de *cluster* foram consolidados em quatro partes: um dendrograma de apresentação dos agrupamentos definidos (Anexo 5), uma tabela relacionando detalhadamente os municípios e o comportamento das variáveis contidas em cada um dos sub-grupos, a caracterização desses conjuntos de municípios, desenvolvida através da observação do comportamento e distribuição das variáveis utilizadas na sua gênese e, finalmente, um mapa da distribuição dos agrupamentos.

O dendrograma lista os 139 municípios e apresenta diferentes possibilidades de análise, segundo a definição de um maior ou menor Coeficiente de Determinação Múltipla (R^2), relacionado ao comportamento das variáveis em cada um dos agrupamentos propostos (Valentin, 2000, p. 52).

O valor de R^2 varia de 0 a 1. Quando a variação não explicada constitui uma grande percentagem da variação total, ou seja, a variação explicada é um valor de percentagem pequeno, o R^2 será pequeno. Inversamente, quando a dispersão em torno da reta de regressão é pequena em relação à variação total dos valores, isto significa que a variação explicada responde por uma grande percentagem da variação total, e o R^2 será muito mais próximo de 1,0 (Stevenson, 1981, p. 359-360).

A discussão sobre qual valor de Coeficientes de Determinação Múltipla (R^2) escolher, para desenvolver a análise dos agrupamentos, levou em consideração o fato de que valores muito pequenos, como $R^2 = 0,2$ ou $R^2 = 0,4$, proporcionaram a formação de um menor número de agrupamentos, no caso 3 e 4 grupos consecutivamente. Em contrapartida, esses valores de R^2 explicaram muito pouco da variação dos dados, isto é, apenas 20% e 40%, consecutivamente.

Por outro lado, a adoção de valores muito elevados de R^2 , como uma estratégia para explicar a maior variação de dados possível trouxe como consequência negativa a formação de um número extremamente grande de agrupamentos, chegando até o limite onde, para explicar 100% da variação dos dados, foi necessário adotar um R^2 igual 1,0, com o qual cada município constituiu um “agrupamento” individual isolado, não sendo reconhecida nenhuma similaridade entre eles.

Neste caso, após a avaliação dos custos da interpretação e do ganho de informação, foi definido o valor de R^2 igual a 0,8, com o qual houve a geração de 11 agrupamentos.

Para a verificação do comportamento das variáveis em relação aos agrupamentos definidos pela adoção de diferentes valores de R^2 , as variáveis foram distribuídas em quatro classes, segundo o critério de quebras naturais, onde a identificação de vales e picos definiu os intervalos de classes mais adequados para cada variável.

A Tabela 27 lista os onze agrupamentos de municípios definidos e mostra o resultado da classificação das variáveis, representadas em ordem crescente dos valores, pelas cores verde, amarelo, laranja e vermelho.

Tabela 27: Agrupamentos formados e distribuição das classes de variáveis.

R2	Município	CLUSTER	área munic	tratores 96	desmat 00	desmat 00	desmat % 00	bovino 01	algodão 01	cana 2001	milho 2001	soja 2001	área plant 01	F CO 2000	madeira 99	inora 2000	F1 qmd		
0,76	Afonizal	1																	
	Jandaguá																		
	Nonópolis																		
	Araçuaia																		
	Ponte Branca																		
	Reserva do Cabacal																		
	Ribeirãozinho																		
	Novo Horizonte do Norte																		
	Alto Boa Vista																		
	Novo Santa Helena																		
	Ponte do Araçuaia																		
	Alto Paraíso																		
	Novo Maranhão																		
	Porto Estrela																		
	Novo Guaraná																		
	Planalto da Serra																		
	Araçuaia																		
	Ponte de São Paulo																		
	Jauri																		
	Mirassol d'Oeste																		
	São João do Cau																		
	Colúbia																		
	Lambari d'Oeste																		
	Varzea Grande																		
	Arenópolis																		
	Indiavaí																		
	Clória d'Oeste																		
	Santo Arseno																		
	Itaipopolis d'Oeste																		
	Rio Branco																		
	Chapadão																		
	São Pedro da Cima																		
	Denise																		
	São José dos Quatro Marcos																		
	Dom Aquino																		
	Jaciara																		
	Triciméira																		
	Novo Olimpia																		
	São José do Prado																		
	Alto Garças																		
	Alto Itaipua																		
	Campos de Júlio																		
	Santa Rita do Trivelato																		
	Santo Antônio do Oeste																		
	Bom Jesus do Araguaia																		
	Porto Alegre do Norte																		
	Canabrava do Norte																		
Novo Lacerda																			
Colina																			
Santa Carmem																			
Vera																			
Iticara																			
Novo Santo Antônio																			
Vale de São Domingos																			
Conquista d'Oeste																			
Novo Nazare																			
Santa Cruz do Xingu																			
Serra Nova Dourada																			
Alto Araguaia																			
Campanópolis																			
Carlinópolis																			
Serra Nova do Norte																			
Esporte																			
Chapada dos Guimarães																			
Nossa Senhora do Livramento																			
Novo Brasilândia																			
General Carneiro																			
Silvânia																			
Guaraná do Norte																			
Rosário Oeste																			
Guiratinga																			
Novo São Joaquim																			
São José do Rio Claro																			
Poxoreo																			
Araçuaia																			
Novo Canaã do Norte																			
Barra do Garças																			
Paranaíba																			
Vila Rica																			
Novo Aventina																			
Porto Esperança																			
São José do Xingu																			
Picopó																			
Santo Antônio do Leverger																			
Abreópolis																			
Marcelândia																			
Maurilândia																			
Matão																			
Porto dos Gaúchos																			
Barão de Melgaco																			
Novo Brandeirões																			
Santa Genevieve																			
Novo Mundo																			
Confresa																			
Ribeirão Cascalheira																			
Novo Monte Verde																			
Caçu do Norte																			
Paixão de Azevedo																			
Rondolândia																			
Brasilândia																			
Querencia																			
Colina																			
Labarna																			
Novo Upiratã																			
Colatina																			
São Félix do Araguaia																			
Comodoro																			
Urua																			
Castanheira																			
Itupeta																			
Nopres																			
São Natal																			
Itaipua																			
Novo Maranhão																			
União do Sul																			
Água Boa																			
Barra do Bugres																			
Colider																			
Itaipua																			
Prata Preta																			
Rondonópolis																			
Alta Floresta																			
Vale da Santíssima Trindade																			
Ponies e Lacerda																			
Canarana																			
Planalto da Serra																			
Caceres																			
Urua																			
Paranaíba																			
Antônio																			
Colinas																			
Campanópolis																			
Campanópolis																			
Campanópolis																			
Primavera do Leste																			
Novo Mundo																			
Lucas do Rio Verde																			
Sorizal																			
Japurá																			
Sorriso																			
0,78																			

Logicamente, a escolha do valor R^2 igual a 0,8 contou com uma considerável dose de subjetividade, em detrimento da possível escolha de valores como 0,75 ou 0,85. Ainda que a opção escolhida não signifique que a análise dos agrupamentos não poderia ter sido desenvolvida, considerando-se outros valores, ela mostrou ser exagerada e detalhista para adoção de valores de R^2 maiores e genérica para adoção de valores menores.

9.5.3.1 Caracterização dos agrupamentos

Seguindo a disposição dos agrupamentos apresentados na Tabela 27, eles foram caracterizados de cima para baixo, ou seja, do agrupamento número 1, de cor verde escuro até o número 11, colorido de vermelho. Na realidade, essa ordenação foi definida pelo grau de similaridade entre os agrupamentos, ou seja, aqueles cuja localização ficou mais próxima possuem maior similaridade e os mais distantes possuem menor similaridade. Portanto, os agrupamentos com características mais divergentes foram o verde escuro (1) e o vermelho (11).

9.5.3.1.1 Agrupamento 1

Em relação às queimadas o primeiro agrupamento, constituído por 39 municípios (Tabela 28), apresentou as menores taxas de incidência de queimadas do Estado do Mato Grosso. Considerando as demais variáveis, esse agrupamento foi composto por municípios detentores de uma área relativamente pequena, com uma agricultura modesta, cujas lavouras temporárias não chegaram a ocupar 35% do território dos municípios e apresentaram uma pecuária modesta em relação ao

número de cabeças de bovinos, mas uma densidade de bovinos bastante elevada para os padrões do Estado do Mato Grosso.

Em relação às variáveis relacionadas à dinâmica de desmatamentos, esse conjunto de municípios apresentou uma porcentagem de área total desmatada extremamente elevada, condicionando na maioria dos casos, os reduzidos valores observados para a área desmatada no ano de 2000, em função do esgotamento de novas áreas disponíveis.

Considerando esse conjunto de características, o agrupamento situa-se entre os mais estáveis e, portanto, foi classificado como um grupo de baixíssimo potencial para mudança nos padrões de uso da terras e incidência de queimadas.

Tabela 28: Distribuição dos valores e das classes das variáveis no agrupamento 1.

Município	área munic	tratores 96	desmat 00	desmat00	desmat % 00	bovin o 01	algodão 01	cana 2001	milho 2001	soja 2001	área plant 01	FCO 2000	madeira 99	incra 2000	F1 qmcd	CLUSTER
Acorizal	82608,92	98	23,08	33838,74	39,67	32000	0	26	500	0	1376	125815,00	50	0	-6,62	1
Jangada	110030,73	73	47,74	57249,83	36,19	36927	8	130	550	550	3407	0,00	15	0	-6,36	1
Nortelândia	132545,54	128	602,83	64670,76	47,98	49105	0	0	1685	7525	11382	0,00	780	0	-6,41	1
Araguaína	65769,86	28	575,59	37253,62	55,46	23717	0	0	0	0	120	0,00	100	0	-6,64	1
Ponte Branca	71518,11	29	614,71	39501,40	56,78	22617	0	0	100	0	295	32987,00	201	0	-6,56	1
Reserva do Cabaçal	37501,43	14	412,18	20326,62	57,16	28660	0	10	230	0	505	59652,00	846	0	-6,86	1
Ribeirãozinho	62713,43	38	444,69	40309,30	64,42	22685	0	0	120	7300	7955	10238,74	66	0	-6,42	1
Novo Horizonte do Norte	89498,45	39	893,11	59118,07	65,22	66948	8	0	1466	0	3627	31961,26	3252	0	-4,92	1
Alto Boa Vista	230230,45	136	4820,14	86300,07	37,64	59444	0	0	1500	0	3181	0,00	3871	0	-1,31	1
Nova Santa Helena	220195,30	0	2036,27	91333,96	40,60	121782	50	10	600	0	1960	0,00	0	0	-2,51	1
Portal do Araguaia	273940,72	133	8740,66	117602,82	43,03	97319	0	0	400	0	703	0,00	240	0	-4,58	1
Alto Paraguai	185715,62	202	2813,55	87874,58	36,71	52898	0	0	730	2800	4763	139028,00	326	0	-5,98	1
Nova Mariilândia	195914,89	83	2740,22	80025,12	44,33	83276	0	0	2454	10924	14172	185358,40	640	0	-4,54	1
Porto Estrela	204902,02	113	740,83	74402,21	36,09	76930	150	50	500	180	1649	0,00	1402	0	-5,14	1
Nova Guarita	111357,74	65	1826,44	73928,46	66,94	89811	230	0	1000	200	4610	0,00	15927	0	-2,85	1
Planalto da Serra	245064,31	147	2829,25	115751,29	47,53	80447	0	25	600	300	11948	0,00	450	17	-5,80	1
Araputanga	158784,30	101	385,38	119264,06	74,06	204508	0	15	2000	0	2630	302180,64	777	0	-6,63	1
Torixoréu	240190,54	164	5082,33	168677,05	70,05	117623	0	50	150	6474	7199	199365,08	178	0	-5,56	1
Jauru	118499,60	51	1725,57	91340,32	76,38	156000	20	20	500	0	790	19890,00	1414	0	-5,81	1
Mirassol d'Oeste	106062,12	165	2366,93	87577,34	78,69	111777	300	0	2200	0	4311	340145,80	548	0	-6,28	1
Salto do Céu	131772,77	82	1009,15	103779,08	78,85	123068	0	15	2420	0	3115	45568,67	1472	0	-6,18	1
Cuiabá	313191,41	153	1150,66	108988,48	30,97	88452	0	23	620	0	1158	1993361,12	0	0	-5,88	1
Lambari D'Oeste	176732,86	154	3394,41	97848,90	56,89	115024	0	5200	650	264	6704	0,00	7548	0	-4,48	1
Várzea Grande	88830,32	27	2700,98	36534,01	39,45	16930	0	60	15	0	133	3204397,79	0	0	-6,68	1
Arenápolis	43124,24	59	199,44	48565,41	72,89	36770	0	2060	74	0	2837	349684,69	390	0	-6,79	1
Indiavaí	59686,66	41	737,40	81199,07	90,20	52565	0	8	250	0	428	14070,00	576	0	-6,70	1
Glória D'Oeste	84267,14	178	1132,61	64417,58	75,87	85231	750	0	1100	0	2188	59050,00	366	0	-6,29	1
Santo Afonso	115627,00	108	807,59	84000,03	71,98	65295	0	3960	957	484	6840	0,00	198	0	-5,85	1
Figueirópolis D'Oeste	89868,81	103	411,92	54300,97	91,73	105000	0	0	2300	0	2880	123193,72	392	0	-6,17	1
Rio Branco	56096,04	40	608,22	44313,22	80,32	50555	0	0	500	0	770	1067964,76	1097	0	-6,84	1
Curvelândia	37922,31	0	1249,00	25353,52	81,73	33904	0	400	200	0	790	0,00	0	0	-6,55	1
São Pedro da Cipa	34449,03	58	146,74	26542,82	73,26	14297	0	2098	120	0	2303	22979,00	0	0	-6,74	1
Denise	125735,44	144	703,24	78449,69	74,70	65334	0	29314	300	0	29954	65116,00	468	0	-5,99	1
São José dos Quatro Marcos	128811,11	309	1114,98	119125,60	90,81	146000	120	5	2000	0	2995	2321946,95	1349	0	-6,30	1
Dom Aquino	219107,87	297	2019,58	168295,50	76,59	83984	6500	2110	6520	25395	42162	416225,05	110	50	-6,23	1
Jaclara	167975,17	299	393,53	121357,19	71,27	84784	5700	13240	7100	19500	48810	337054,76	510	0	-6,18	1
Juscimeira	229823,21	372	1313,79	148836,24	65,30	137160	350	2310	3250	15000	22956	215093,20	110	371	-5,57	1
Nova Olímpia	132405,42	118	2919,40	82367,97	56,79	59696	0	17418	1200	0	19580	38979,00	789	0	-5,42	1
São José do Povo	45129,75	70	0,00	36111,50	79,23	55677	300	0	400	0	1040	0,00	560	296	-6,58	1

9.5.3.1.2 Agrupamento 2

Constituído por um total de 19 municípios, o segundo agrupamento apresentou valores um pouco superiores para área total e incidência baixa a média de queimadas. Em alguns casos, foram observados valores mais elevados de queimadas, como por exemplo nos municípios de Vera, Bom Jesus do Araguaia, Cláudia e Santa Carmem.

Em relação à atividade agrícola, embora alguns municípios do agrupamento tenham apresentado áreas significativas de cultivo de soja, ele ainda foi caracterizado como um agrupamento detentor de baixa atividade agrícola. A atividade pecuária se manifestou de forma mais homogênea e, assim como no agrupamento anterior, foi modesta.

Quanto às variáveis relacionadas à dinâmica de uso e avanço da fronteira agrícola, os municípios desse agrupamento apresentaram um comportamento bastante heterogêneo (Tabela 29). Os cinco primeiros municípios (Alto Garças, Alto Taquari, Campos de Júlio, Santa Rita do Trivelato e Santo Antônio do Leste) apresentaram valores de porcentagem de área desmatada situados entre os maiores do agrupamento e, concomitantemente, as maiores áreas de lavoura temporária, sobretudo de soja, indicando uma relativa estabilidade nos padrões de uso e conseqüentemente uma baixa incidência de queimadas.

Por outro lado, os municípios de Cláudia, Santa Carmem e Vera apresentaram uma incidência de queimadas mais elevada, uma porcentagem de área total desmatada muito baixa e alguns indicadores de crescimento e expansão das áreas de cultura de soja (área desmatada em 2000, produção de madeira em tora em 1999 e área de soja em 2001). Essa combinação de valores indicou uma dinâmica emergente e um alto potencial de expansão da fronteira agrícola, sobretudo ao considerar a localização geográfica desses municípios, situados às margens dos grandes pólos de produção de soja.

Os municípios Bom Jesus do Araguaia, Porto Alegre do Norte e Canabrava do Norte também apresentaram valores de incidência de queimadas significativos

para o agrupamento. Situados em uma região de predominância de vegetação de cerrados com acentuada interface com a floresta de transição, esses municípios não apresentaram, portanto, valores de extração de madeira em tora como os observados no caso da expansão das áreas de soja destacados acima. Os demais municípios, todos localizados em áreas de vegetação de cerrados e interface com a floresta de transição, apresentaram baixa incidência de queimadas, uma agricultura incipiente e um número e densidade de bovinos baixo.

Tabela 29: Distribuição dos valores e das classes das variáveis no agrupamento 2.

Município	área munic	tratores 96	desmat 00	desmtot 00	desmat % 00	bovin o 01	algodão 01	cana 2001	milho 2001	soja 2001	área plant 01	FCO 2000	madeira 99	incra 2000	F1 qmd	CLUSTER
Alto Garças	387014,52	347	4233,35	247578,42	63,35	70000	7200	11	8000	70000	87618	113456,50	500	0	-4,68	2
Alto Taquari	145057,81	346	49,29	117775,03	81,25	30000	5000	0	12000	57000	83110	18750,00	500	0	-6,66	2
Campos de Júlio	678445,81	0	5854,71	249397,24	36,67	10836	8270	0	21018	125923	166773	46018,00	1945	0	-3,36	2
Santa Rita do Trivelato	341911,05	0	2102,99	153789,90	45,17	20139	1030	0	6990	65000	77020	0,00	0	0	-1,33	2
Santo Antônio do Leste	414490,49	0	10029,53	342936,22	29,52	57337	15718	0	4200	94490	120506	0,00	0	0	-4,28	2
Bom Jesus do Araguaia	419648,15	0	5001,24	193037,79	45,86	13907	0	0	1200	660	5160	0,00	0	0	5,74	2
Porto Alegre do Norte	396715,76	34	4482,36	126303,22	31,64	85651	0	0	550	0	8020	0,00	4682	0	1,13	2
Canabrava do Norte	344672,60	64	6169,58	149331,44	43,32	139894	0	0	3000	400	7650	0,00	3998	0	1,45	2
Nova Lacerda	471971,40	0	8872,44	146645,39	30,88	152381	0	0	650	480	1410	0,00	8638	0	-2,80	2
Cláudia	384263,49	143	3423,32	99313,42	25,72	45788	0	0	1070	2990	8356	0,00	67531	0	1,61	2
Santa Carmem	381016,49	155	4155,80	68887,63	18,13	32114	0	0	3007	9729	22320	0,00	31185	0	1,08	2
Vera	298203,24	312	2757,32	85977,86	28,52	25330	1300	0	1295	21100	37104	0,00	22340	0	7,72	2
Luciára	425352,64	47	5215,84	35524,46	8,32	28000	0	0	100	0	2180	0,00	2394	0	-1,80	2
Novo Santo Antônio	438809,36	0	1382,34	28546,54	6,55	4115	0	0	100	0	370	0,00	0	0	-3,45	2
Vale de São Domingos	204320,88	0	26762,82	26762,82	13,15	27385	0	10	400	0	830	0,00	0	0	-5,59	2
Conquista D'Oeste	266712,59	0	6035,67	75589,91	28,17	41696	0	0	300	0	572	0,00	0	0	-5,71	2
Nova Nazaré	402880,28	0	869,24	81353,39	20,16	49311	0	0	100	0	620	0,00	0	0	-3,34	2
Santa Cruz do Xingu	559622,67	0	3412,28	102424,34	18,06	14039	0	0	800	0	1710	0,00	0	0	-4,51	2
Serra Nova Dourada	149675,98	0	1322,72	47886,79	32,33	4616	0	0	500	0	1040	0,00	0	0	-5,09	2

Resumidamente, pode-se dizer que esse agrupamento apresentou uma dinâmica relativamente baixa, ainda que em alguns casos, como naqueles municípios onde houve uma atividade significativa de soja, existam indicativos do potencial futuro de expansão desta atividade, principalmente em função da proximidade desses municípios aos grandes pólos de produção de grãos.

9.5.3.1.3 Agrupamento 3

Reunindo um total de 26 municípios, com incidência de queimadas considerada de baixa a média, esse agrupamento foi caracterizado pela presença mais incisiva da atividade pecuária, concomitantemente à ainda pouco expressiva atividade agrícola. Da mesma forma que o agrupamento 2, em alguns casos foram observados valores mais elevados de incidência de queimadas (Vila Rica e Sinop), onde ocorreram também significativos aportes do FCO.

Apresentando um nível de mecanização mais elevado que os agrupamentos anteriores, notam-se, aí, elementos indicativos de um potencial para dinâmica de uso e ocupação mais acelerada como, por exemplo, uma porcentagem de desmatamento com valores intermediários (indicativos da existência de áreas ainda não exploradas), associadas a taxas de desmatamento no ano de 2000 relativamente elevadas, indicativas da presença de processos de expansão da fronteira. Possivelmente, o fato de os municípios desse agrupamento estarem localizados em regiões de vegetação predominantemente de cerrado condicionou a baixa atividade de extração de madeira em tora observada na Tabela 30.

Tabela 30: Distribuição dos valores e das classes das variáveis no agrupamento 3.

Município	área munic	tratores 96	desmat 00	desmtot 00	desmat % 00	bovin o 01	alгодão 01	cana 2001	milho 2001	soja 2001	área plant 01	FCO 2000	madeira 99	incra 2000	F1 qcmd	CLUSTER
Alto Araguaia	543293,75	381	3566,53	285001,14	52,73	140838	0	181	2500	15000	19194	231240,00	870	0	-4,92	3
Campinápolis	584771,06	141	3941,89	198844,94	33,32	186138	0	300	280	0	2341	420303,00	1402	0	-1,45	3
Carlinda	241152,32	0	5113,43	143526,88	59,34	185617	150	20	1000	0	3850	0,00	18807	0	-0,31	3
Terra Nova do Norte	271465,97	99	4607,43	172275,34	62,56	201000	250	20	800	300	5755	246940,30	32904	0	0,78	3
Tesouro	419561,53	214	5323,52	185183,44	44,61	63006	0	0	1000	13000	14490	985099,50	300	0	-4,24	3
Chapada dos Guimarães	610494,25	284	7006,55	234460,56	41,63	110112	3200	50	1449	1650	8039	299284,51	0	144	-4,26	3
Nossa Senhora do Livram	558737,72	264	2748,81	139364,53	26,40	101083	0	350	1520	0	3640	43940,00	50	80	-4,66	3
Nova Brasilândia	331013,35	82	3350,40	142245,28	43,21	94142	98	20	600	0	4594	26000,00	40	252	-4,89	3
General Carneiro	373873,14	252	4730,16	172610,28	45,94	113249	3750	5	1700	36000	42681	54000,00	480	0	-4,01	3
Sinop	319963,22	414	6784,63	149235,92	46,60	59014	3500	70	7000	20000	56286	1781752,00	32660	0	6,46	3
Guarantã do Norte	465600,94	163	9970,68	137675,68	48,42	225227	0	20	2150	0	5033	435944,00	64236	0	3,45	3
Rosário Oeste	895807,12	330	14735,56	214197,33	22,99	143171	0	10	300	1500	2860	285620,57	135	283	-2,01	3
Guiratinga	506246,14	467	6788,14	334374,24	65,43	116000	1750	15	3000	43000	51095	395253,83	280	190	-4,73	3
Novo São Joaquim	447770,87	734	6639,04	243662,38	54,09	173415	13334	0	4000	27680	48579	24400,00	910	0	-2,44	3
São José do Rio Claro	452435,67	215	5463,38	158599,05	35,07	78134	7442	5780	2950	35537	55769	1604178,99	44434	0	-2,10	3
Poxoréo	691067,68	599	3501,71	336102,04	48,47	260000	4832	30	8500	35000	51493	308657,00	2185	357	-3,09	3
Araguaiana	627184,62	262	9547,77	251878,59	40,07	203800	0	0	150	600	1590	0,00	560	0	0,08	3
Nova Canaã do Norte	595963,18	150	8529,39	210253,84	35,05	312392	300	10	1000	300	5785	570784,00	2848	0	3,95	3
Barra do Garças	909690,80	427	11370,61	346330,63	38,20	403230	0	60	650	2400	5816	399967,44	3956	0	0,72	3
Paranaíta	476205,94	173	28592,53	126958,58	26,48	133136	0	30	1500	300	8365	3599906,00	13544	0	1,91	3
Vila Rica	724915,75	173	16003,81	277188,42	37,55	334573	0	0	3500	0	4621	1665807,77	21622	0	7,94	3
Nova Xavantina	564115,32	376	9874,51	279383,55	50,14	243970	1210	160	1500	18000	24825	1211385,68	550	0	-0,36	3
Porto Esperidião	582707,54	434	10862,09	294259,54	50,20	338859	700	160	2530	0	4208	450505,78	2214	0	0,33	3
São José do Xingu	745148,19	184	3908,52	362798,34	47,44	364954	0	0	1500	0	2290	0,00	4724	0	0,93	3
Poconé	1721264,42	395	8161,69	252955,36	14,79	290761	0	4500	500	0	5693	508170,00	600	384	2,33	3
Santo Antônio do Leverge	1176263,01	315	3790,74	234492,14	56,50	425000	620	146	1515	8000	11868	59355,00	225	233	-0,14	3

O agrupamento 3, de forma geral, envolveu municípios com um potencial para pecuária já parcialmente explorado. Porém, embora não tenha sido caracterizado por uma atividade agrícola forte, reservou um significativo potencial para expansão dessa atividade, sobretudo nos municípios mais próximos aos pólos de produção de grãos e sementes como, por exemplo, Sinop e São José do Rio Claro.

9.5.3.1.4 Agrupamento 4

O agrupamento 4, formado por um total de 23 municípios com extensão territorial considerada de média a grande, caracterizou-se pela alta incidência de pontos de queimadas, presença de um rebanho bovino bastante expressivo e pela baixíssima expressão da atividade agrícola (Tabela 31).

Em relação à dinâmica do uso das terras notam-se valores muito baixos de porcentagem de área desmatada até o ano de 2000, associados a valores de área desmatada em 2000 extremamente grandes.

Tabela 31: Distribuição dos valores e das classes das variáveis no agrupamento 4.

Município	área munic	tratores 96	desmat 00	desmat00	desmat% 00	bovin o 01	algodão 01	cana 2001	milho 2001	soja 2001	área plant 01	FCO 2000	madeira 99	incra 2000	F1 qmid	CLUSTER
Apiacás	2052340,00	32	9987,70	86756,39	4,22	84382	0	10	650	0	2223	36000,00	9311	0	0,47	4
Marcelândia	1226471,37	154	7621,29	185255,32	15,12	128154	0	30	800	200	3345	0,00	58645	0	10,27	4
Matupá	517525,86	96	8174,45	134722,16	18,87	127156	170	0	1150	1700	17110	20000,00	60035	0	2,87	4
Porto dos Gaúchos	684793,69	117	13731,64	153160,07	22,33	107935	1100	10	1200	2800	11512	591030,34	87403	0	7,05	4
Barão de Melgaço	1139593,78	81	9097,44	62859,02	5,50	129529	0	35	320	0	662	145000,06	0	0	0,48	4
Nova Bandeirantes	961101,71	68	9164,65	136497,03	14,17	119375	0	20	600	0	1640	0,00	12967	0	4,90	4
Santa Terezinha	635778,90	74	14862,85	161317,51	24,88	96399	0	0	780	70	3406	0,00	1991	0	2,97	4
Novo Mundo	570955,99	0	16185,32	142613,05	24,50	124842	600	0	1500	1000	10930	138408,00	17272	0	8,88	4
Confresa	578105,09	129	21100,31	228604,39	39,63	184569	0	5000	8500	0	32030	23404,00	9068	0	9,33	4
Ribeirão Cascalheira	1132428,71	192	6581,10	267169,68	23,56	205471	0	0	1800	0	5670	0,00	3962	0	8,80	4
Nova Monte Verde	514065,52	117	18524,19	165065,92	32,02	198941	0	20	1500	0	4250	0,00	15131	0	4,47	4
Gaúcha do Norte	1688585,03	0	12590,97	260805,18	15,34	145498	0	80	630	6000	14210	24264,00	7552	0	11,05	4
Peixoto de Azevedo	1411349,11	77	16448,96	197322,59	13,80	157545	0	20	1500	200	9680	8000,00	7835	0	9,44	4
Rondolândia	1265942,59	0	23809,43	144471,13	11,36	135983	0	50	820	0	1574	0,00	0	0	-0,37	4
Brasnorte	1591868,09	171	20227,23	386436,43	25,35	255000	3800	5	6475	65000	78685	34880,73	115976	0	12,26	4
Querência	1774271,06	234	19261,22	325099,81	18,29	176841	0	30	1800	21200	33935	259763,00	53120	0	18,48	4
Colniza	2790192,20	0	21292,57	76213,26	3,67	32138	0	100	2000	0	7130	0,00	0	0	-0,12	4
Tabaporá	843237,96	61	32717,87	173213,93	20,52	118729	0	0	1000	6000	12092	328351,73	111815	0	11,42	4
Nova Ubiratã	1244040,27	0	25926,69	143060,50	16,64	24403	6075	47	3200	57669	75301	9544,50	6930	0	14,90	4
Cocalinho	1663686,97	375	21915,60	325636,48	19,52	271169	0	0	570	1742	3016	0,00	818	0	9,69	4
São Félix do Araguaia	1668414,36	215	23391,84	408424,37	24,74	206346	0	0	2300	0	5350	105632,00	11373	0	12,72	4
Comodoro	2153440,91	512	27839,24	253989,71	11,78	236751	0	0	2650	7700	12285	346315,83	20946	0	1,50	4
Juína	2634099,20	243	20008,23	325928,89	12,36	428941	0	100	4500	0	7632	250947,50	114975	335	7,47	4

A grande incidência de queimadas nesse agrupamento foi associada à expansão da fronteira agrícola e à consolidação da atividade da pecuária e, dada à reduzida porcentagem de área desmatada e à dinâmica representada pelos desmatamentos recentes verificados, o potencial de expansão da fronteira agrícola e de incidência de queimadas, nesses municípios, foi considerado extremamente elevado.

9.5.3.1.5 Agrupamento 5

Esse agrupamento foi composto por 7 municípios com área mediana, nos quais as atividades agrícola e pecuária se mostraram bastante reduzidas. Da mesma forma que ocorreu no agrupamento anterior, em função das porcentagens de área desmatada serem reduzidas e das áreas desmatadas em 2000 serem relativamente elevadas, a dinâmica de cobertura e uso as terras apresentou um potencial bastante elevado, sobretudo naqueles municípios localizados próximos aos pólos de produção de soja.

Dois diferenciais apresentados por esse agrupamento foram o significativo volume da produção de madeira em tora (Tabela 32), associado a uma incidência média de pontos de queimadas e o expressivo número de famílias assentadas pelo INCRA. Essas características, quando associadas aos demais indicadores da dinâmica de uso e ocupação, caracterizaram a fase inicial do processo de expansão da fronteira agrícola.

Tabela 32: Distribuição dos valores e das classes das variáveis no agrupamento 5.

Município	área munic	tratores 96	desmat 00	desmat00	desmat% 00	bovin o 01	algodão 01	cana 2001	milho 2001	soja 2001	área plant 01	FCO 2000	madeira 99	incra 2000	F1 qimd	CLUSTER
Castanheira	369842,26	87	5268,31	170330,42	46,00	243208	0	9	1001	0	2089	0,00	32784	567	-0,88	5
Juruena	350399,12	26	5988,59	63712,39	18,31	91758	0	40	1300	0	2882	0,00	63405	650	-2,47	5
Nobres	389059,67	153	5666,11	104127,05	26,39	74222	100	10	2000	2550	6068	152102,00	761	801	-3,89	5
Feliz Natal	1164119,11	0	24129,02	94329,15	8,08	15066	0	0	855	1000	4885	0,00	124966	0	-0,46	5
Itaúba	453020,67	176	8658,70	113125,45	25,11	126337	0	10	800	3500	7624	0,00	149928	0	0,74	5
Nova Maringá	1152697,91	102	7320,26	153160,28	13,37	61876	0	0	270	15020	17525	99000,00	122554	0	2,47	5
União do Sul	457252,95	0	1842,30	42069,41	9,19	20787	0	0	300	0	1205	0,00	292780	0	-0,64	5

O importante elemento proposto por esse agrupamento foi a identificação de municípios em fase inicial de ocupação, mostrando o processo se desenvolvendo

com a extração seletiva da madeira, concomitantemente a um modesto e reservado uso do fogo e o início da implementação do rebanho bovino.

9.5.3.1.6 Agrupamento 6

Formado por um total de 6 municípios, esse agrupamento apresentou área mediana, porcentagem muito elevada de área desmatada em 2000 e uma significativa co-ocorrência das atividades de pecuária e agricultura de algodão, cana-de-açúcar e soja.

O destaque desse agrupamento está no elevado número de tratores, proporcionado possivelmente pela agricultura altamente mecanizada, sobretudo no pólo de produção de sementes de soja, e de produção de algodão, localizado em Itiquira, Rondonópolis e Pedra Preta.

Esse grupamento apresentou também significativo recebimento de recursos do FCO em 2000, possivelmente associado ao desenvolvimento da atividade pecuária, uma vez que os montantes mais significativos de recursos foram direcionados, sobretudo, àqueles municípios onde existiu um marcado predomínio dessa atividade sobre a agricultura. Cabe ressaltar ainda que os municípios que mais receberam esses recursos apresentaram as maiores taxas de queimadas.

Apesar de apresentarem incidência de queimada média/baixa, como mostra a Tabela 33, possivelmente em função das elevadas porcentagens de área desmatada e pela localização dos municípios em áreas de vegetação de cerrado, os municípios que apresentaram as maiores áreas desmatadas em 2000 também apresentaram os maiores valores de F1.

Tabela 33: Distribuição dos valores e das classes das variáveis no agrupamento 6.

Município	área munic	tratores 96	desmat 00	desmtot 00	desmat % 00	bovin o 01	algodão 01	cana 2001	milho 2001	soja 2001	área plant 01	FCC 2000	madeira 99	incra 2000	F1 qmd	CLUSTER
Água Boa	738371,54	602	10810,96	459708,53	61,55	351920	0	50	3500	15691	30351	4967572,10	3425	0	-1,72	6
Barra do Bugres	536080,75	402	9471,72	292718,91	43,52	211358	0	30763	400	0	32047	784556,00	7538	0	-0,71	6
Colíder	308207,10	309	1161,90	224442,95	72,61	322679	120	20	2000	0	4392	6028249,49	19060	0	-2,31	6
Itiquira	872838,28	793	6195,72	510818,59	58,97	242000	21887	800	8533	113500	153162	2294839,13	300	80	-2,09	6
Pedra Preta	384878,17	612	468,54	297650,76	73,88	249009	32325	70	2640	29607	69102	607413,00	400	160	-5,20	6
Rondonópolis	442400,90	798	832,84	327497,82	75,52	293374	21204	0	4600	42000	73189	459945,80	160	514	-5,37	6

9.5.3.1.7 Agrupamento 7

Composto por 8 municípios detentores de áreas extremamente grandes e porcentagem de desmatamento baixas, esse agrupamento foi caracterizado por uma atividade pecuária extremamente forte e pela discretíssima presença da atividade agrícola.

Possivelmente as elevadas participações no FCO anotadas para os municípios estiveram associadas, sobretudo, à expansão das áreas de pastagem, já que esse agrupamento indicou valores de incidência de pontos de queimadas altos, situados entre os mais elevados de todo o Estado.

A contabilização do elevado número de tratores em todos os municípios deve estar associada à expansão da fronteira agrícola, no caso impulsionada, quase que exclusivamente, pela atividade pecuária.

Embora de forma ainda modesta, alguns municípios apresentaram alguma atividade de agricultura de soja como, por exemplo, os municípios de Paranatinga, Tangará da Serra e Canarana (Tabela 34), sugerindo a possibilidade de expansão dessa atividade nesse agrupamento, em alguns casos devido a suas localizações, próximas aos pólos de produção de grãos.

Tabela 34: Distribuição dos valores e das classes das variáveis no agrupamento 7.

Município	area munic	tratores 96	desmat 00	desmat00	desmat % 00	bovin o 01	algodão 01	cana 2001	milho 2001	soja 2001	area plant 01	FCO 2000	madeira 99	incra 2000	Ft qmd	CLUSTER
Alta Floresta	891450,75	502	22668,90	366541,55	40,97	539676	200	60	2000	300	10142	1510192,27	31936	0	9,96	7
Vila Bela da Santíssima Trindade	1281109,05	434	21994,43	431344,09	34,31	585000	10	0	1800	0	3095	1225500,00	22623	0	8,41	7
Pontes e Lacerda	917188,47	377	22410,98	456472,75	39,96	545936	30	30	3000	0	5920	2920874,47	31634	0	3,49	7
Canarana	1082636,54	742	11227,82	483161,86	44,46	320553	0	30	2500	41250	53853	2228923,58	3521	0	6,75	7
Tangará da Serra	1221722,20	559	32586,82	358338,28	31,30	205533	1400	13937	5730	24213	49890	612196,00	6265	0	0,38	7
Cáceres	2458619,45	545	26238,72	519485,53	21,05	710000	90	23	5300	0	10318	1900938,08	5191	0	12,44	7
Juara	2259103,92	276	27578,15	566189,28	25,04	740776	0	0	3700	150	7077	52879,20	100000	0	17,65	7
Paranatinga	2410679,30	740	33599,39	726716,31	30,28	355926	0	121	800	13450	42683	965214,32	3000	420	12,42	7

A não ser pela fraca produção de madeira em tora, o conjunto de características desse agrupamento sugeriu tratar-se de um agrupamento no qual persistem comportamentos típicos da fase inicial de expansão da fronteira agrícola, na qual a atividade de pecuária inicia o processo de abertura e ocupação das terras, até a consolidação total das propriedades e, em seguida, cede espaço à atividade agrícola. Esses municípios devem persistir com intensa dinâmica de uso das terras, em função dos reduzidos percentuais de terras ocupadas, portanto a incidência de queimadas deve permanecer entre as mais elevadas do Estado.

9.5.3.1.8 Agrupamento 8

Representado por apenas 2 municípios de dimensões consideradas grandes, esse agrupamento caracterizou-se por apresentar o maior número de famílias assentadas pelo INCRA até o ano 2000. Detentores de um rebanho bovino modesto e de atividade agrícola incipiente, esses municípios obtiveram valores altos para produção de madeira em tora e médios para incidência de pontos de queimadas. O município de Aripuanã apresentou o segundo maior volume de madeira em tora produzido em 2000, no Estado do Mato Grosso, e alta incidência de pontos de queimadas.

Mais uma vez pode-se observar o início do processo de ocupação, desta vez direcionado pelo próprio Estado, através da implantação de projetos de assentamento. Os reduzidos montantes de recursos do FCO destinados a esses dois municípios e a baixa mecanização observada devem estar associados às altas taxas de exploração da madeira (Tabela 35), como a principal fonte de renda, sobretudo nessa fase do processo de expansão da fronteira, onde os recursos madeireiros são absolutamente extraordinários.

Tabela 35: Distribuição dos valores e das classes das variáveis no agrupamento 8.

Município	área munic	tratores 96	desmat 00	desmtot 00	desmat % 00	bovin o 01	algodão 01	cana 2001	milho 2001	soja 2001	área plant 01	FCO 2000	madeira 99	lincra 2000	F1 qmd	CLUSTER
Aripuanã	2482064,72	112	23700,14	186472,04	5,82	155185	0	100	1000	0	2793	231750,00	260717	2035	7,39	8
Cotriguaçu	904580,56	29	13666,25	57879,76	6,41	42175	0	100	1400	0	4862	9174,00	76814	1635	-1,74	8

Trata-se , portanto, de um caso onde o Estado promoveu o início da expansão da fronteira agrícola e, após estimular e assentar as populações, omitiu-se das responsabilidades de direcionar e controlar o padrão e ritmo da ocupação, deixando o espaço livre para a atuação dos agentes do mercado que, sobretudo nessas regiões e frente a essas oportunidades, não possuem compromisso algum com as premissas da sustentabilidade ecológica e do desenvolvimento sustentável.

9.5.3.1.9 Agrupamento 9

O agrupamento 9 foi constituído apenas pelo Município de Campo Novo dos Parecis, apresentando uma superfície total de valor elevado e uma porcentagem de área desmatada e área total desmatada em 2000 também elevadas, ainda que

mascaradas pela presença da Terra Indígena Utiariti, cobrindo grande porção do seu território.

A presença de um rebanho bovino extremamente reduzido e da atividade agrícola muito forte o caracterizaram como um município detentor de um perfil de dinâmica de uso das terras praticamente estável, confirmado pela produção de madeira praticamente inexistente e pela média incidência de queimadas (Tabela 36).

Vale ressaltar que nesse caso os elevados valores recebidos através do FCO não foram traduzidos em altas taxas de incidência de queimadas, como ocorreu no caso do agrupamento 7.

Tabela 36: Distribuição dos valores e das classes das variáveis no agrupamento 9.

Município	área munic	tratores 96	desmat 00	desmtot 00	desmat % 00	bovin o 01	algodão 01	cana 2001	milho 2001	soja 2001	área plant 01	FCO 2000	madeira 99	incra 2000	F1 qmd	CLUSTER
Campo Novo do Parecis	941042,83	1913	4643,26	449964,34	44,14	43666	29578	17800	18931	283000	374749	6648549,24	5642	0	0,32	9

9.5.3.1.10 Agrupamento 10

Agrupamento formado por 4 municípios com área variando de média a grande, com um rebanho muito reduzido e com uma agricultura extremamente ativa, sobretudo com a produção de algodão, soja e milho.

As altas porcentagens de área desmatada em 2000 indicaram uma estabilidade na dinâmica de uso das terras, confirmada pela baixa/média incidência de queimadas e pela irrisória produção de madeira em tora observada.

Muito provavelmente, a maior incidência de pontos de queimadas observados nos municípios de Diamantino e Nova Mutum (Tabela 37) esteja relacionada ao fato de eles estarem localizados na região de transição entre a floresta e o cerrado e, portanto, o processo de erradicação da vegetação natural neste caso ter utilizado o fogo para eliminação dos restos florestais. Por outro lado, foram eles que apresentaram as menores porcentagens de área desmatada e, em função disso, contabilizaram alguma taxa de expansão das áreas agrícolas em 2000.

Tabela 37: Distribuição dos valores e classes das variáveis no agrupamento 10.

Município	área munic	tratores 96	desmat 00	desmatot 00	desmat % 00	bovin o 01	algodão 01	cana 2001	milho 2001	soja 2001	área plant 01	FCO 2000	madeira 99	incra 2000	F1 qmd	CLUSTER
Campo Verde	475052,42	805	999,54	351074,70	74,08	100000	60416	127	26000	75000	171683	2479705,00	1320	169	-5,21	10
Diamantino	820811,74	765	8695,90	447728,44	54,34	83303	30500	6200	9000	202000	257229	334444,75	690	0	-0,54	10
Primavera do Leste	547163,90	1090	3020,74	397247,64	72,80	52934	24488	0	32000	183000	254927	974779,91	1452	0	-3,56	10
Nova Mutum	953150,38	817	8773,62	451983,08	47,38	98275	13320	10	16833	160000	203282	1716830,76	1946	0	8,19	10

Esse agrupamento foi caracterizado com um perfil agrícola bastante estável, no qual a expansão desenvolveu-se, principalmente, nos municípios detentores das menores porcentagens de área desmatada, indicando uma certa saturação do espaço físico disponível e a conseqüente desaceleração do processo de expansão das áreas agrícolas.

9.5.3.1.11 Agrupamento 11

Reunindo um total de 4 municípios, o agrupamento 11 foi caracterizado por possuir uma agricultura forte, sobretudo pela produção de soja e milho e uma pecuária muito fraca. Vale notar que o município que possui o maior rebanho bovino nesse agrupamento, é justamente o que detém menor área plantada, a segunda menor porcentagem de área desmatada, a maior produção de madeira

em tora e, finalmente, a maior incidência de queimada do Estado do Mato Grosso (Tabela 38), indicando claramente a existência da atividade de expansão da atividade antrópica.

Tabela 38: Distribuição dos valores e classes das variáveis no agrupamento 11.

Município	área munic	tratores 96	desmat 00	desmtot 00	desmat % 00	bovino 01	algodão 01	cana 2001	milho 2001	soja 2001	área plant 01	FCO 2000	madeira 99	incra 2000	F1 qmd	CLUSTER
Lucas do Rio Verde	366666,48	864	1773,78	258831,82	70,49	25044	10661	60	77466	175000	273635	654529,70	1105	0	-2,45	11
Sapezal	1358884,99	0	11783,42	401895,22	29,57	36382	35563	0	15091	243406	306268	588948,00	535	0	0,00	11
Tapurah	1157921,76	447	11974,81	179744,15	40,00	106000	4000	60	32000	133555	211626	659438,55	91500	0	35,20	11
Sorriso	923506,95	1266	35637,21	593840,32	70,77	68000	20850	8	45455	390000	512560	1913781,38	9400	200	24,32	11

9.5.3.2 Distribuição espacial dos agrupamentos

Embora não tenha sido possível definir um padrão claro para a repartição espacial de todos os agrupamentos formatados, foi possível identificar a existência de pelo menos 3 padrões latitudinais, definidos pela maioria dos agrupamentos (Figura 38).

Enquanto os municípios pertencentes aos agrupamentos 1, 3 e 6 estão localizados preferencialmente na porção Sul do Estado do Mato Grosso, sobre a vegetação do domínio dos cerrados, os municípios dos agrupamentos 4, 5 e 8 estão localizados na porção Norte do Estado, sobre uma vegetação florestal mais densa.

Entre essas duas situações, ou seja, principalmente na porção central do Estado encontram-se os municípios dos agrupamentos 9, 10, 11, sobre uma vegetação de transição entre o Cerrado e a Floresta Tropical Úmida.

Esta repartição espacial dos agrupamentos e a sua caracterização individual apresenta uma significativa coerência com a repartição espacial da dinâmica das queimadas (Figura 39) e, de certa forma, sugere a existência de uma relação entre o processo de ocupação de áreas sob vegetação de Cerrado com menor dependência das queimadas e a ocupação da floresta de transição e da floresta tropical úmida, através do uso intensivo das queimadas.

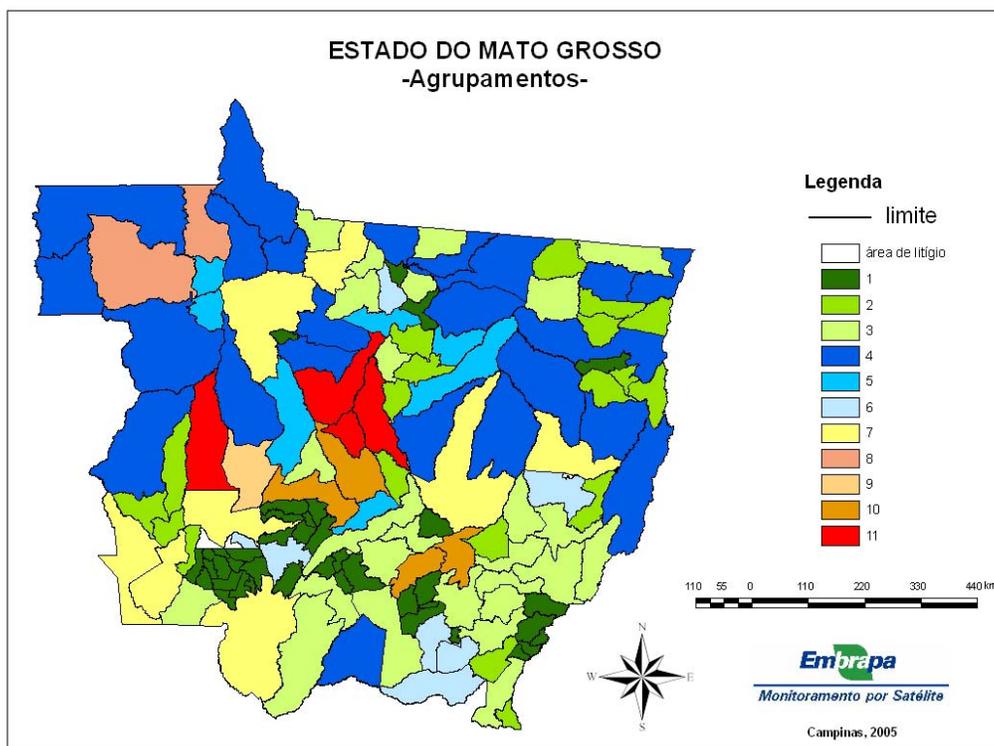


Figura 38: Mapa da distribuição espacial dos agrupamentos.

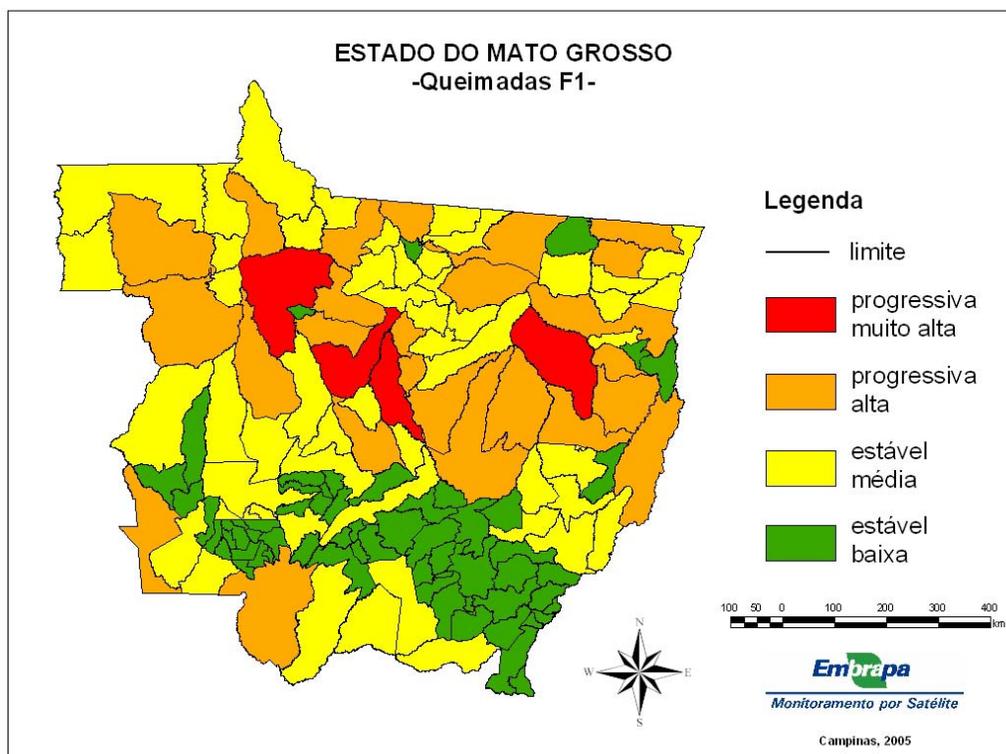


Figura 39: Mapa da dinâmica de queimadas.

9.5.3.3 Síntese dos agrupamentos

A análise dos agrupamentos mostrou, de forma bastante clara, a complexidade envolvida na identificação e compreensão das diferentes situações, agentes e relações envolvidas na consolidação dos padrões de queimadas. Uma estratégia para reorganizar os agrupamentos, buscando uma constituição mais simplista dessas relações foi desenvolvida através da reunião dos 11 agrupamentos, segundo características referentes a duas modalidades de dinâmica de queimadas (estável e progressiva) e a quatro condicionantes principais (rebanho bovino, área de lavouras temporárias, produção de madeira em tora e número de famílias assentadas pelo INCRA).

O resultado desse reagrupamento foi consolidado através da formação de seis grupos compostos e caracterizados da seguinte forma:

Grupo A: composto apenas pelo agrupamento 1, esse grupo foi caracterizado por possuir uma dinâmica de queimadas estável, com incidência baixa, onde ocorre o predomínio de uma pecuária já consolidada;

Grupo B: constituído pelos agrupamentos 2 e 3, este grupo foi caracterizado por uma dinâmica de queimadas considerada estável. Apresentando uma combinação de agentes da pecuária e agentes da agricultura e possuindo valores intermediários, em relação à porcentagem de área desmatada, esse grupo sugere a existência de um potencial para a intensificação da dinâmica de queimadas, sobretudo naqueles municípios localizados próximos aos pólos produtores de grãos e de desenvolvimento da atividade pecuária;

Grupo C: – composto apenas pelo agrupamento 6, esse grupo é caracterizado por possuir uma atividade de pecuária muito forte e uma agricultura expressiva, sobretudo de algodão e soja. O que mais o diferencia do grupo anterior é o fato de apresentar porcentagens de área desmatada extremamente elevadas sugerindo o estabelecimento de uma dinâmica de queimadas mais estável;

Grupo D: formado pelos agrupamentos 4 e 7 esse grupo é detentor das maiores taxas de incidência de queimadas do Estado. Possuindo uma atividade produtiva baseada quase exclusivamente na atividade de pecuária e apresentando valores de porcentagem de área desmatada ainda bastante reduzidos, esse grupo foi o que mais chamou a atenção para a questão da intensificação da dinâmica de queimadas, sobretudo em função da grande extensão territorial de seus municípios, os maiores do Estado, definindo assim a existência grandes extensões de vegetação nativa ainda inexploradas;

Grupo E: Constituído pelos agrupamentos 9 10 e 11 esse grupo foi caracterizado como o grupo da agricultura moderna, sobretudo de algodão, milho e soja. Um dos indicadores dessa modernidade da agricultura pode ser identificado através do número de tratores dos seus municípios. Interessante notar que, entre os quatro municípios que apresentaram as maiores taxas de incidência de queimadas no Estado do Mato Grosso, no período de 1995 a 2003, os dois mais importantes estão inseridos nesse grupo. O Município de Sorriso, principal produtor de soja do Estado, apresentou a segunda maior taxa de incidência de queimadas no período e possuía mais de 70% da sua área desmatada em 2000.

O Município de Tapurah, responsável pelas maiores contabilizações de queimadas do Estado do Mato Grosso apresenta uma combinação de variáveis que faz dele um dos mais importantes alvos do cenário dos desmatamentos e das queimadas do Estado. Apresentando um potencial para expansão da agricultura extremamente alto, dada sua localização próxima ao principal pólo de produção de grãos, Tapurah possui uma área total extremamente grande e uma porcentagem de área desmatada ainda modesta, viabilizando a crescente expansão da atividade agrícola e pecuária.

Não fossem as elevadas taxas de incidência de queimadas observadas em Sorriso e Tapurah, seguramente associadas ao processo de expansão das áreas desmatadas, esses municípios de perfil estritamente agrícola, apresentariam taxas de incidência de queimadas bastante moderadas, sugerindo que a atividade agrícola, quando consolidada proporciona a consolidação de patamares de incidência e dinâmica de queimadas bastante reduzidos;

Grupo F: constituído pelos municípios dos agrupamentos 5 e 8, este grupo apresentou características muito diferenciadas dos demais como, por exemplo, uma atividade pecuária extremamente baixa, associada à atividade agrícola insignificante. Uma outra característica que o diferenciou completamente do restante foi a presença de números elevados de famílias assentadas pelo INCRA e os maiores volumes de produção de madeira em tora do Estado. A observação das demais características desse grupo, como as menores porcentagens de área desmatada, aliada à grande extensão territorial dos seus municípios, deixa claro

que esse grupo é composto pelos municípios que estão à montante do processo de ocupação e expansão da fronteira.

10 DISCUSSÃO

Não há dúvidas de que as estratégias e políticas, historicamente formuladas e adotadas pelos diferentes governos federais, para ocupar e adensar as populações humanas no espaço amazônico, com o intuito original de demonstrar a soberania nacional sobre a região, são responsáveis pelo quadro atual que promove grandes impactos ambientais, desordem fundiária e graves conflitos sociais.

A ausência de políticas públicas amplas e articuladas, envolvendo demandas oriundas de diferentes setores do governo e procurando ocupar a Amazônia de forma ordenada e coordenada pelo Estado, acabou culminando com a definição de diferentes iniciativas, baseadas sobretudo na implantação de infra-estrutura de acesso e na criação de assentamentos de pequenos agricultores.

Se por um lado a abertura e pavimentação de grandes eixos viários expôs enormes extensões territoriais, até então consideradas como grandes vazios demográficos, ao sabor da ganância especulativa e do oportunismo descoordenado, por outro a insuficiência de políticas de crédito, educativas, e sociais, que garantissem o desenvolvimento tecnológico e crescimento econômico das populações assentadas, acabou gerando uma dinâmica própria, pautada na utilização maciça dos recursos naturais e no desenvolvimento de atividades produtivas rudimentares.

É nesse cenário de quase absoluta ausência do Estado, tanto como um agente moderador e coordenador dos processos de ocupação e das relações de produção, quanto como um agente promotor do desenvolvimento tecnológico e do crescimento econômico, que o fogo surge como uma ferramenta poderosa, capaz de desenvolver diferentes funções e viabilizar, a um custo imediato bastante modesto, a expansão da fronteira agrícola e o desenvolvimento de atividades agropecuárias baseadas em baixos níveis de mecanização.

Apesar de cumprir seu papel na abertura de novas áreas para a agricultura, através da eliminação dos restos vegetais depositados sob o solo, após o corte da floresta, de promover a adubação com o depósito das cinzas na superfície, de eliminar pragas e provocar a rebrota das pastagens etc., as queimadas na região amazônica assumiram uma dimensão alarmante, em função dos seus impactos diretos e indiretos, locais, regionais e globais, entre os quais, alguns dos mais discutido pela comunidade científica na atualidade, estão as mudanças climáticas globais e as alterações da biodiversidade.

Não obstante todos os inegáveis e inúmeros impactos ambientais negativos promovidos pelas queimadas, a sua incidência, em alguns casos, cumpre um papel importantíssimo para a manutenção de certas dinâmicas naturais, vitais para a manutenção e perpetuação de alguns ecossistemas, como no caso dos ecossistemas do Cerrado.

Historicamente, as políticas governamentais elaboradas com o objetivo de modificar o quadro de incidência das queimadas, abordaram esse fenômeno com muita superficialidade buscando, quase sempre, estabelecer a sua redução

através da proibição incondicional da sua utilização e da adoção de mecanismos insuficientes de comando e controle. Talvez, os maiores entraves para a obtenção de melhores resultados dessa estratégia, estejam relacionados às enormes dimensões do território nacional, somadas às dificuldades de acesso e deslocamento ainda existentes em algumas regiões.

O desenvolvimento e execução de abordagens e análises rápidas e de baixo custo são fundamentais, sobretudo, se considerarmos as dimensões do espaço amazônico e a sua dinâmica de ocupação. Considerando esse aspecto, a utilização de técnicas e ferramentas de sensoriamento remoto e geoprocessamento torna-se absolutamente essencial para o cumprimento da tarefa de identificar, delimitar, mapear e explicar os processos envolvidos e as variáveis condicionantes da dinâmica de queimadas, em cada contexto específico.

O desenvolvimento da discussão deste trabalho foi dividido em duas partes, pelo fato de haver uma componente estritamente técnica e metodológica, relacionada ao sistema e ao método de obtenção e tratamento dos pontos de queimadas, e uma segunda parte ligada à discussão dos resultados das análises espacial e estatística, desenvolvidas com o objetivo de identificar e explicar as condicionantes da dinâmica das queimadas

10.1 DADOS DE QUEIMADAS: O POTENCIAL RESERVADO À SÉRIE HISTÓRICA

Atualmente, existe no mercado de observação da Terra uma enorme diversidade e volumes de dados de queimadas disponíveis, provenientes do desenvolvimento e

lançamento de novos sensores orbitais, novas metodologias e aplicativos para sua detecção, identificação e mapeamento.

As demandas sobre dados de queimadas, provenientes de diferentes setores governamentais e da sociedade civil, nacional e internacional, têm chamado a atenção para a necessidade do desenvolvimento de sensores com melhor resolução espacial, espectral e radiométrica e, com isso, têm norteado os rumos do desenvolvimento dessas ferramentas. Embora convencionalmente as imagens do satélite NOAA/AVHRR sejam utilizadas para o cumprimento dessa tarefa, desde a década de 80, atualmente percebe-se a obtenção de um melhor desempenho com uso de tecnologias mais modernas, como atestam vários trabalhos relacionados na seção 6.6, sobre sensoriamento remoto aplicado à detecção de queimadas.

Não bastassem as vantagens relacionadas à possibilidade de aumentar o detalhe das imagens através da utilização de outros sistemas orbitais e sensores, existem ainda outras qualidades provenientes do fato de terem sido eles muitas vezes planejados e programados para cumprir essa tarefa específica de identificação, mapeamento e monitoramento de queimadas, o que não ocorreu com o sensor AVHRR à bordo do NOAA, que foi programado, inicialmente, para obtenção de dados meteorológicos.

As indiscutíveis vantagens associadas à continuidade da utilização das imagens do NOAA, como bem definiu o trabalho de Elvidge *et al.* (1997), estão relacionadas à alta frequência de obtenção de imagens de um mesmo ponto da superfície terrestre, ao reduzido custo de transferência das imagens e, sobretudo

no caso do território brasileiro, à existência de uma série histórica de dados de queimadas, produzida e colocada à disposição gratuitamente pelo Instituto de Pesquisas Espaciais.

Concordando com Li *et al.* (2000), essa série histórica ininterrupta, estruturada segundo a aplicação de uma mesma metodologia, homogênea e consistente, cobrindo o período crítico da dinâmica de queimadas, foi decisiva e imperativa na escolha do produto de monitoramento de queimadas utilizado neste trabalho, mas considerando a diversidade de dados existentes e o celeuma que envolve a utilização dos dados do NOAA/HVRR e o método empregado na geração do produto de queimadas do INPE, fez-se necessária a verificação da precisão dos dados, como uma forma de garantir e não comprometer a confiabilidade dos resultados obtidos, posteriormente, com os processamentos espaciais e estatísticos multivariados, onde a dinâmica de queimadas foi a variável mais importante (explicada).

Os resultados da verificação da precisão dos dados de queimadas desenvolvida neste trabalho confirmaram os resultados do trabalho de Setzer (1993) e fundamentaram a execução dos processamentos posteriores com esses dados, sobretudo porque não foi proposta nenhuma avaliação ou associação com valores relacionados à extensão das queimadas, medida comprovadamente imprópria para ser efetuada com esse sistema de monitoramento de queimadas, como já haviam alertado Setzer (1993) e Arino *et al.* (2000).

Ficou evidente que a ampliação e integração dessa base de dados, em análises que busquem uma compreensão mais ampla desse fenômeno, é fator

fundamental para transformar as convencionais análises quantitativas e locativas, baseadas sobretudo na confecção de mapas cloropléticos, em abordagens mais complexas que pretendam compreender, de forma mais profunda e integrada, o fenômeno das queimadas, bem como suas complexas geometrias, fluxos e articulações com os sistemas naturais e antrópicos.

O desenvolvimento metodológico e a utilização dos dados de incidência de queimadas para a definição da sua dinâmica, através de análises espaciais e estatísticas, mostraram existir um potencial ainda pouco explorado na compreensão desse fenômeno. O exercício de agregar informações aos dados de queimadas, em análises multivariadas, foi fundamental para a formatação e hierarquização dos conjuntos de variáveis que explicaram, cada qual em seu contexto, as diferentes relações e articulações existentes entre os principais atores e atividades envolvidas na definição da dinâmica de queimadas observada.

Todo o desenvolvimento tecnológico e metodológico resultante dos esforços da comunidade científica e das instituições governamentais e privadas é absolutamente justificável e necessário para a obtenção de uma melhor qualidade das informações e consolidação de instrumentos mais precisos e eficientes para o monitoramento das queimadas. No entanto, isso não deve significar que os dados das séries históricas de queimadas, processados diariamente e armazenados há aproximadamente vinte anos, devam ou possam ser desprezados ou ignorados.

Ficou evidente que o potencial e as limitações dos dados de queimadas produzidos pelo NOAA/AVHRR, armazenados no Instituto de Pesquisas Espaciais, devem ser exaustivamente testados e utilizados pois, como mostraram

os resultados deste trabalho, as evidências históricas da ocorrência e dinâmica desse fenômeno, bem como as variáveis que o conduzem, ainda estão enfiadas e camufladas nos meandros e detalhes escusos dessa base de dados.

10.2 O QUE CONDICIONOU A DINÂMICA DE QUEIMADAS NO ESTADO DO MATO GROSSO?

A discussão sobre as variáveis condicionantes da dinâmica de queimadas foi pautada em resultados obtidos por trabalhos científicos, recentemente publicados, que apresentaram discussões importantes e abrangentes sobre as relações existentes entre os desmatamentos, as queimadas, o extrativismo madeireiro, a atividade pecuária, o cultivo de soja, o asfaltamento de estradas e a implantação de assentamentos rurais em áreas isoladas da Amazônia Legal.

Alguns aspectos da complexa rede de relações e dependências dessas atividades e fenômenos são consensuais e aparecem de forma consistente em praticamente todas as vertentes de discussão. Não há nenhuma dúvida de que a atividade pecuária exerce um papel fundamental nas frentes de expansão da fronteira agrícola, assim como também não há dúvida quanto à responsabilidade do Estado em relação aos atuais processos de apropriação privada de terras, nas frentes de expansão e ocupação. Neste trabalho, essas duas situações ficaram fortemente evidenciadas na formação dos grupos D e F, situados nas classes de dinâmicas média a alta.

Talvez, a menor entropia e celeuma, sobre a questão dos avanços da fronteira agrícola, sejam encontrados em torno das discussões relacionadas à necessidade de se estabelecer um novo cenário para a questão fundiária. A relação direta entre a disputa pela posse de terras e as taxas de desmatamento é, talvez, a única unanimidade entre todos os autores. A alta e significativa correlação encontrada entre a incidência de pontos de queimadas e as taxas de desmatamento (Anexo 3) corrobora essa tese.

Os resultados obtidos nesse trabalho sugerem a ocorrência de diferentes composições de atores e relações, agindo em diferentes momentos do processo de expansão da fronteira, que visam o atendimento das necessidades presentes de cada grupo, através da geração de recursos e renda, mas ao mesmo tempo procurando garantir as oportunidades futuras.

Embora haja significativa heterogeneidade no destaque dado ao papel das atividades da pecuária e da agricultura de grãos, prioritariamente para a soja, nos trabalhos mais recentemente publicados, é unânime a visão de que a pecuária é ainda a atividade produtiva mais importante na frente de expansão da fronteira. Essa importância da pecuária é especialmente flagrante no trabalho de Margulis (2004), no qual o autor destinou um reduzido espaço para falar sobre o papel da agricultura na questão dos desmatamentos, concentrando-se, quase que exclusivamente, à questão da pecuária.

Sem dúvida essa visão de que a atividade pecuária é a principal, senão a única, responsável pelo avanço da fronteira agrícola, atingiu seu extremo no trabalho publicado por Brandão *et al.* (2005, p. 2), no qual os autores, minimizando todas

as reflexões desenvolvidas no recente artigo publicado pela revista *The Economist* (THE BRAZILIAN, 2004, p. 33-35), sugerem “o *asfaltamento, o mais rapidamente possível, da BR-163, já que, independentemente do efeito benéfico, via redução de custo de transporte que esse asfaltamento trará, essa melhoria de infraestrutura viabilizará o plantio de soja no entorno dessa estrada e permitirá que a política de preservação ambiental do governo seja mais eficiente do que é hoje*”. Frente aos resultados obtidos, parece ser recomendável, nesse caso específico, a consideração, anterior, de questões como a irreversibilidade dessa ação, os limites ambientais e a adoção do princípio da precaução (Romeiro, 2004, p. 13).

A idéia de que a agricultura da soja estabelece um padrão e uma dinâmica ecologicamente mais aceitável assume a premissa de que ela realmente não tem nada à ver com o processo de expansão da fronteira que, portanto, estaria exclusivamente relacionado à atividade da pecuária.

Essa visão parece ser um pouco premeditada, uma vez que desconsidera completamente a existência de relações, ainda que indiretas, da expansão da atividade agrícola da soja com todo o contexto e dinâmica associado à expansão da fronteira, conforme assume Brandão *et al.* (2005, p. 18). A entrada da soja não ocorre pela mudança de atividade dos mesmos atores presentes nas áreas já ocupadas; muito pelo contrário, ela ocorre através da substituição radical dos atores e, conseqüentemente, do padrão tecnológico e dos processos produtivos adotados. As políticas públicas agrícolas brasileiras ainda não são habilitadas a promover a transformação de pequenos agricultores ou pecuaristas em grandes empresários do setor agrícola.

A conseqüência direta dessa relação é a transferência de terras entre os diferentes grupos e o deslocamento dos pequenos agricultores e pecuaristas descapitalizados em busca de novas oportunidades que, em função das dificuldades econômicas e dos primitivos padrões tecnológicos adotados, estão situadas invariavelmente na fronteira especulativa.

Os resultados deste trabalho sugerem, ainda, que existe no caso da atividade pecuária, a necessidade de se fazer uma distinção muito clara entre duas modalidades: a pecuária mecanizada e a pecuária convencional, relacionada ao contexto especulativo. Ficou evidente, através das análises espaciais, que a distribuição dos pontos de queimadas da pecuária mecanizada assumiu um padrão muito semelhante àquele obtido com a agricultura de grãos. Os maiores problemas identificados com a pecuária foram encontrados na modalidade relacionada às atividades especulativas, localizadas exatamente nas frentes de expansão, onde a posse da terra depende fundamentalmente da abertura de novas áreas e sua utilização efetiva.

Provavelmente, em função da sua maior mobilidade espacial e dos processos produtivos inerentes à atividade pecuária, ela é mais habilitada a cumprir o papel de caracterização do uso efetivo, objetivando a obtenção da posse, segundo o protocolo convencional descrito por Binswanger (1991, p. 823). Essa tese é claramente defendida no trabalho de Margulis (2004, p. 59) e no trabalho publicado pelo grupo Amigos da Terra – Amazônia Brasileira (GT Florestas, 2004, p. 4), onde os autores concluem que a economia dos agentes na fronteira

especulativa é mais baseada na comercialização de terras do que em retornos produtivos da pecuária.

Mesmo que a soja esteja entrando quase exclusivamente sobre áreas de pastagem degradada, como sugere o trabalho de Brandão *et al.* (2005, p. 11), a substituição e a transferência de posse acarretam a capitalização dos proprietários daquelas pastagens improdutivas e, como conseqüência possível, agregaria mais entropia à dinâmica das frentes de expansão. A idéia do estabelecimento do consórcio entre a atividade pecuária e a soja, como uma possibilidade de, por um lado, reduzir os custos de apropriação de terras para desenvolvimento do cultivo de grãos e, por outro lado, devolver a qualidade dos solos degradados pela pecuária, através do cultivo da soja por alguns anos, é excepcionalmente interessante, tanto do ponto de vista econômico quanto ecológico, embora não haja nenhuma evidência de que ela esteja realmente ocorrendo na escala sugerida.

Uma visão mais integrada do processo de expansão da fronteira e das relações entre os diferentes atores envolvidos nesse cenário foi apresentada no trabalho de Becker (2001, p. 18), onde a autora relaciona a extração de madeira, a expansão agrícola e a abertura de estradas como as principais atividades responsáveis pelos desmatamentos. Essa visão mais ampla e articulada do problema foi confirmada pelos resultados obtidos com a dinâmica das queimadas, que proporcionou a formação de diferentes grupos de municípios, cada um circunstanciado por um arranjo específico de variáveis e diferentes comportamentos de incidência de queimadas.

Apesar de não tratar o fenômeno das queimadas de forma específica, o trabalho de Alencar *et al.* (2004), definiu o desmatamento como um fenômeno de natureza complexa, que não pode ser atribuído a um único fator e considera que a exploração seletiva e predatória de madeiras nobres funciona como uma espécie de “cabeça-de-ponte” do desflorestamento. A alta correlação existente entre esses dois fenômenos possibilitou o cotejamento dos resultados deste trabalho com boa parte dos resultados do trabalho de Alencar *et al.* op. cit.

Comparando os resultados obtidos na análise espacial dos pontos de queimadas e as áreas de uso restrito, com os resultados do trabalho de Alencar *et al.* op.cit., p. 59, onde essas áreas formam as denominadas “áreas protegidas”, foi possível identificar uma total coerência no que foi sugerido: *”por ter sua dominialidade bem definida, as áreas protegidas, que incluem as unidades de conservação e as terras indígenas, desempenham um importante papel na contenção do desmatamento”*. Apesar de não entrar no mérito da discussão dos motivos que levaram a essa constatação, os resultados obtidos neste trabalho confirmaram a expressiva redução da incidência de queimadas no interior das áreas de uso restrito (terras indígenas e unidades de conservação).

Relacionando, a pecuária, a agricultura familiar (convencional), a agricultura mecanizada, a exploração madeireira e os incêndios florestais como atividades e fenômenos que devem ser considerados simultaneamente no combate às causas dos desmatamentos, as hipóteses e os dados apresentados pelo trabalho de Alencar *et al.* op. cit. foram confirmados com os resultados do desenvolvimento

deste trabalho, apesar de terem sido na maioria das vezes, baseadas em estudos de casos específicos.

Por fim, ao mapear os pontos e a dinâmica de queimadas e identificar entre as variáveis condicionantes da sua incidência a variável de extração madeireira, os resultados deste trabalho mostram que é possível utilizar essa informação como um ponto de partida para a estruturação de políticas de monitoramento e controle de novas frentes de expansão, como foi sugerido por Barreto (2005, p. 19). A complementariedade entre um novo programa integrado de monitoramento de queimadas e o monitoramento dos desmatamentos, já desenvolvido no âmbito do PRODES, parece ser fundamental para provocar a antecipação da identificação das ações predatórias e ilegais, atualmente deflagradas apenas quando o processo é irreversível, em função de o PRODES detectar, delimitar e mapear, apenas, as áreas que apresentam a vegetação original completamente desflorestada (corte raso).

O Anexo 6, mostra através de imagens do Satélite Landsat, algumas das alterações ignoradas pelas atuais estimativas governamentais de desmatamento, desenvolvidas no âmbito do projeto PRODES, tornando evidente a necessidade de se atuar de forma mais consistente e abrangente na identificação, monitoramento e controle do avanço da fronteira agrícola.

11 CONCLUSÃO

As queimadas no Estado do Mato Grosso apresentam uma dinâmica espaço-temporal bem definida, condicionada a diferentes fatores ambientais, sociais e econômicos.

O fenômeno das queimadas está forte e intimamente relacionado aos desmatamentos. Existem, basicamente, duas condições definindo essa associação: 1) a abertura de novas áreas, na frente de expansão da fronteira agrícola, dependentes da utilização do fogo para eliminar os restos de matéria orgânica resultante do corte e derrubada da floresta; 2) os agentes da ocupação inicial das novas áreas, incorporadas à atividade agropecuária, são geralmente agricultores e pecuaristas descapitalizados, voluntários ou assentados por programas governamentais, que “colocam” o homem no campo, mas não conseguem promover o desenvolvimento tecnológico dos sistemas de produção convencionalmente adotados.

Esse trabalho mostrou que a série histórica dos dados de queimadas deve ser vista como uma variável com potencial dinâmico e não simplesmente a ser utilizada na identificação e localização de pontos isolados. A compreensão desse fenômeno passa invariavelmente por uma análise da sua dinâmica.

Na formação dos agrupamentos gerados pela análise de *cluster*, foram percebidas evidências da existência de articulações entre os diferentes atores que se sucedem na ocupação e transferência das terras amazônicas. Tais evidências estão presentes desde a fase inicial de ocupação - marcada, muitas vezes, pela

extração de madeiras com elevado valor comercial - até a substituição desse extrativismo pela agricultura ou pecuária, com adoção dos mais altos níveis tecnológicos como uso de adubos químicos, pesticidas, maquinário específico etc.

Diferentemente da atividade pecuária, sempre presente no *front*, o cultivo de grãos, em grande escala, não mostrou possuir relação direta, significativa, com a expansão da fronteira agrícola. Apesar disso, considerando as relações existentes entre os diferentes atores, não se pode, com tal constatação, eximir a expansão da soja, no Mato Grosso, como uma das variáveis responsáveis pela aceleração percebida na dinâmica da fronteira agrícola, na última década.

A dinâmica “progressiva, com incidência de queimadas muito alta”, detectada nos municípios de Tapurah e Sorriso, no período abordado, mostrou que o processo de entrada e estabelecimento da soja está relacionado, mesmo que de forma indireta, à elevação da incidência de focos de calor e à aceleração da dinâmica de uso das terras.

Ações isoladas de monitoramento, combate e controle de queimadas ou desmatamentos, serão incipientes se não houver um esforço prévio de compreensão dos fenômenos que regem essas ações.

Não há dúvidas quanto aos impactos negativos da componente especulativa da posse da terra, cujo incentivo pode ocorrer tanto pela utilização das vias de acesso, abertas pela extração seletiva de madeira, quanto pela abertura de estradas por parte dos governos municipal, estadual e federal. Da mesma forma, não há mais como questionar a eficiência da adoção de estratégias radicais de

transformação da paisagem, como a erradicação total da cobertura vegetal original, no processo de disputa e posse da terra. Inúmeras evidências convergem para a situação de absoluto desconhecimento e descontrole fundiário, na região da Amazônia Legal, como a principal componente responsável pela ferocidade e agressividade percebidas no processo de disputa pela posse das terras.

A autonomia do mercado de terras estabelecido na região prevalece sobre as irrisórias, pontuais e ineficientes políticas e ações preservacionistas, deflagradas pelos governos estadual e federal. Pior: as políticas desenvolvimentistas e preservacionistas, deflagradas contemporaneamente por diferentes setores do governo, são incompatíveis e agravam os problemas, gerando inúmeros conflitos de ordem ecológica, social, econômica e fundiária, ainda mal dimensionados e mal conhecidos.

A análise, a discussão e a compreensão desse cenário, complexo e dinâmico, são fundamentais e inevitáveis se realmente houver disposição para mudar o quadro atual de políticas públicas e ações de comando e controle e para formatar novas alternativas de atividades antrópicas ecologicamente sustentáveis, economicamente menos gananciosas e socialmente mais justas.

É essencial e indispensável coordenar e harmonizar as iniciativas dos diferentes setores do governo como o Ministério do Desenvolvimento Agrário, Ministério do Meio Ambiente, Ministério dos Transportes, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Ministério da Ciência e Tecnologia, Ministério de Minas e Energia, entre outros, na busca da solução para problemas tão graves e crônicos. Enquanto as queimadas forem tratadas como um fenômeno isolado, fora do

contexto próprio e exclusivamente por setores restritos do governo (no caso atual, pelo Ministério do Meio Ambiente), continuaremos assistindo ao agravamento da já complexa situação fundiária, ambiental, agrícola, social e econômica da Amazônia.

12 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 Press, 1990. p.3–23.
- ANDERSON, L.O. **Classificação e monitoramento da cobertura vegetal d Estado do Mato Grosso utilizando dados multitemporais do sensor MODIS**. São José dos Campos, 2004. 247 f. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) – Instituto de Pesquisas Espaciais-INPE.
- ANDREAE, M.O.; ROSENFELD, D.; ARTAXO, P.; COSTA, A.; FRANK, G.P.; LONGO, K.M.; SILVA DIAS, M.A.F. Smoking rain clouds over the amazon. **Science**, Washington, D.C., n. 303, p. 1337-1342, 2004.
- ARINO, O.; PICCOLINI, I.; SIEGERT, F.; EVA, H.; CHUVIECO, E.; MARTIN, P.; LI, Z.; FRASER, R.H.; KASISCHKE, E.; ROY, D.; PEREIRA, J.; STROPPIANA, D. Burn scars mapping methods. In: **Forest Fire Monitoring and Mapping: A component of Global Observation of Forest Cover**. Italy: Joint Research Centre, Ispra, 2000. p. 198-223.
- BARRETO, P. Pressão humana no Bioma Amazônia. **Eco 21**, Rio de Janeiro, n. 104, p. 18-21, jul. de 2005.
- BARRETO, P.; SOUSA Jr., C.; ANDERSON, A.; SALOMÃO, R.; WILES, J. **Pressão humana no bioma Amazônia**. Belém: Imazon, 2005. 6 p. (O estado da Amazônia, n. 3). Disponível em: <http://www.imazon.org.br/publicacoes/index_2.asp?subsecao=21>. Acesso em: 01 jul. 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, 2001. p. 5-28.
- BECKER, B.K. Geopolítica da amazônia. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 19, n. 53, p. 71-86, 2005.
- BINSWANGER, H.P. Brazilian policies that encourage deforestation in the Amazon. **World Development**, v. 19, n. 7, p. 821-829, 1991.
- BOSERUP, E. **Evolução agrária e pressão demográfica**. São Paulo: Editora Hucitec, Editora Polis, São Paulo, 1987. 141 p.

BRANDÃO, A.S.P.; REZENDE, G.C. de; COSTA MARQUES, R.W. da **Crescimento agrícola no período 1999-2004, explosão da área plantada com soja e meio ambiente no Brasil**. Rio de Janeiro: IPEA, 2005. 24 p. (Texto para discussão, n. 1103).

BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Secretaria Geral. **Projeto RADAMBRASIL Folha SC.21 Juruena.**, Rio de Janeiro, 1980. v. 20, 456 p.

BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Secretaria Geral. **Projeto RADAMBRASIL Folha SD.21 Cuiabá.** Rio de Janeiro, 1982a. v. 26, 544 p.

BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Secretaria Geral. **Projeto RADAMBRASIL Folha SE.21 Cuiabá.** Rio de Janeiro, 1982b. v. 27, 448 p.

BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. **Alternativas tecnológicas para a prática de queimadas na agricultura – recomendações tecnológicas**. Brasília, D.F.: EMBRAPA, 2001.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Programa Piloto para a proteção das florestas tropicais do Brasil – Projeto de apoio ao monitoramento e análise (AMA). **Termo de referência para o estudo sobre o Sistema de licenciamento ambiental em propriedades rurais do Estado do Mato Grosso: análise de lições na sua implementação**. Brasília, D.F., 2004a. 8 p.

BRASIL. Presidência da República. Grupo permanente de trabalho interministerial para a redução dos índices de desmatamento da Amazônia Legal. **Plano de ação para a prevenção e controle do desmatamento na Amazônia Legal**. Brasília, D.F., 2004b. 156 p.

CASTRO, E.A. de; KAUFFMAN, J.B. Ecosystem structure in the brazilian cerrado: a vegetation gradient of aboveground biomass, root mass and consumption by fire. **Journal of Tropical Ecology**, v. 14, n. 3, 1998.

CASTRO, E.R.; MONTEIRO, R.; CASTRO, C.P. **Atores e relações sociais em novas fronteiras na Amazônia – Novo Progresse, Castelo de Sonhos e São Félix do Xingu**. Belém, Pará, 2002. 145 p.

CHUVIECO, E.; MARTIN, M. Global fire mapping and fire danger estimation using AVHRR images. **Photogrammetric Engineering e Remote Sensing**, v. 60, n. 5, p. 563-570, 1994.

CHUVIECO, E. **Fundamentos de teledetección espacial**. 3. ed. Alcalá, Madrid: Ediciones Rialp, 1996. 568 p.

COCHRANE, M.A.; ALENCAR, A.; SCHULZE, M.D.; SOUZA, C.A.; NEPSTAD, D.; LEFEBVRE, P.; DAVIDSON, E.A. Positive feedbacks in the fire dynamic of closed canopy tropical forests. **Science**, Washington, v. 284, Jun. 1999.

COCHRANE, M.A. O grande incêndio de Roraima. **Ciência Hoje**, v. 27, n. 157, p. 26-31, 2000.

CONSERVAÇÃO INTERNACIONAL DO BRASIL. **Cerrado pode sumir até 2030**. Brasília, 2004. Disponível em: <<http://www.conservation.org.br/noticias/noticia.php?id=31>>. Acesso em: 13 jul. 2004.

COSTA, F. de A. Questão agrária e macropolíticas para a Amazônia. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 19, n. 53, p.131-156, 2005.

COSTA e SILVA, P.P. **Governantes do Mato Grosso: Edição do arquivo público de Estado do Mato Grosso**. Cuiabá: CCS Editora e Gráfica, 1993. 68p.

COUTINHO, A.C. Monitoramento orbital de impactos locais e regionais. In: ROMEIRO, A.R. (Org.) **Avaliação e contabilização de impactos ambientais**. Campinas: Editora UNICAMP, 2004. p. 32-39.

COUTINHO, L.M. **Contribuição ao conhecimento do papel ecológico das queimadas na floração de espécies do cerrado**. São Paulo, 1976. Tese (Livre-docência em Ecologia) - Universidade de São Paulo.

COUTINHO, L.M. **Aspectos ecológicos do fogo no cerrado – as queimadas e a dispersão de sementes em algumas espécies anemocóricas do estrato herbáceo-arbustivo**. São Paulo: Universidade de São Paulo, 1977. (Boletim de Botânica).

COUTINHO, L.M. Aspectos ecológicos do fogo no cerrado – a época das queimadas e a floração de espécies do estrato herbáceo subarbustivo. **Ciência e Cultura**, São Paulo, v. 30, p. 416, 1978a.

COUTINHO, L.M. O conceito de cerrado. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 1, p. 17-23, 1978b.

COUTINHO, L.M.. Aspectos ecológicos do fogo no cerrado – a precipitação atmosférica de nutrientes minerais. **Revista Brasileira de Botânica**. v. 2, p. 97-101, 1979.

COUTINHO, L.M. Aspectos ecológicos do fogo no cerrado: nota sobre a ocorrência e datação de carvões vegetais encontrados no interior do solo, em Emas, Pirassununga, S.P. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 4, p. 115-117, 1981.

COUTINHO, L.M. Ecological effects of fire in brazilian cerrado. In: HUNTLEY, B.J.; WALKER, B.H. (Eds.). In: **ECOLOGICAL studies: Ecology of tropical savannas**, Berlin, Berlin, Springer-Verlag, v. 42, p. 273-291, 1982.

COUTINHO, L.M.; De VUONO, Y.S.; LOUSA, J.S. Aspectos ecológicos do fogo no cerrado - a época da queimada e a produtividade primária líquida epigéia do estrato herbáceo subarbustivo. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 5, n. 1, p. 37-41, 1982.

COUTINHO, L.M. Fire in the ecology of the brazilian cerrado. In: GOLDAMMER, J.G. **ECOLOGICAL studies: Fire in the tropical biota: ecosystem processes and global challenges**, Berlin, Springer-Verlag, v. 84, p. 82-105, 1990.

COUTINHO, L.M. O bioma do cerrado. In: Klein, A.L. (Org.) **Eugen Warming e o cerrado brasileiro: um século depois**. São Paulo: Editora UNESP, Imprensa Oficial do Estado, 2002. 156 p.

CSISZAR, I.; GUTMAN, G.; ROMANOV, P.; LEROY, M.; HAUTECOEUR, O. Usinag ADEOS/POLDER data to reduce angular variability of NOAA/AVHRR reflectances. **Remote Sensing of the Environment**, v. 76, n.3, p. 399-409, 2001.

DIAS, P.L.da S. Mudanças climáticas na região SE do Brasil: observações e perspectivas. In: **Mudanças Climáticas Globais e a Agropecuária Brasileira: Memória do Workshop**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 1999. p.22-23.

DULL, C.W.; SINGH, A. Satellite Earth Observation for Wildland Fire Management. In: **Forest Fire Monitoring and Mapping: A component of Global Observation of Forest Cover**. Italy: Joint Research Centre, Ispra, 2000. p. 85-97.

DWYER, E.; PINNOCK, S.; GREGOIRE, J.-M.; PEREIRA, J.M.C. Global spatial and temporal distribution of vegetation fire as determined from satellite observations. **International Journal of Remote Sensing**, v. 21, n. 6/7, 2000.

ELVIDGE, C.D.; PACK, D.W.; PRINS, E.; KENDALL, J.; PURDOM, J.; BALDWIN, D. Wildfire detection with meteorological satellite data. In: **International Biosphere Geosphere Programme – Data Information System (IGBP/DIS)**. Regional Fire Data Compilation, Dec., 1997. 1 CD-ROM.

ELVIDGE, C.D.; NELSON, I.; HOBSON, V.R.; SAFRAN, J. Detection of Fires at Night Using DMSP-OLS Data. In: **Forest Fire Monitoring and Mapping: A component of Global Observation of Forest Cover**. Italy: Joint Research Centre, Ispra, 2000. p.136-138.

EMBRAPA MONITORAMENTO POR SATÉLITE. **Monitoramento Orbital de Queimadas**. Campinas, SP.: 1991. Disponível em: <<http://www.queimadas.cnpm.embrapa.br>>. Acesso em: 02 mar. 2004.

EMBRAPA MONITORAMENTO POR SATÉLITE. **Monitoramento orbital das queimadas em Roraima**. Campinas, S.P.: 1998. Disponível em: <<http://www.qmdrr.cnpm.embrapa.br/>>. Acesso em: 02 mar. 2004.

EMBRAPA MEIO AMBIENTE. **Contribuição relativa de gases provenientes de atividades antrópicas ao efeito estufa**. Jaguariúna, 2004a. Disponível em: <http://www.cnpma.embrapa.br/agrogases/graf_01-1.html>. Acesso em: 10 maio 2004.

EMBRAPA MEIO AMBIENTE. **Gases traço atmosféricos significantes para ao aumento do efeito estufa**. Jaguariúna, 2004b. Disponível em: <http://www.cnpma.embrapa.br/agrogases/tab_01-1.htm>. Acesso em: 10 maio 2004.

EMBRAPA MONITORAMENTO POR SATÉLITE. **Satélites de monitoramento**. Campinas, S.P., 2004c. Disponível em: <<http://www.sat.cnpm.embrapa.br/>>. Acesso em: 07 jun. 2005.

EMBRAPA MONITORAMENTO POR SATÉLITE. **Brasil visto em relevo**. Campinas, S.P., 2005. Disponível em: <<http://www.relevobr.cnpm.embrapa.br/>>. Acesso em: 07 jun. 2005.

ESA/ESRIN (European Space Agency). **World Fire Atlas, Australia, Africa and South America**. Italy: Fire Ionia Tool, Frascati, 1997. 1 CD-ROM.

EUR. The SMOKO experiment: development and test of a multi-systems approach to burnt area mapping from optical, thermal and microwave satellite data: A Joint Australia-European Union scientific collaboration. **Progress report**, n. 1. Jun., 2000.

EVA, H. **Along track scanning radiometer data for burnt area mapping**. Italy: IGBP-DIS Workshop on Global Fire Monitoring. Joint Research Centre, Ispra, 1995.

EVA, H.; FLASSE, S. Contextual and multiple -threshold algorithms for regional active fire detection with AVHRR data. **Remote Sensing Reviews**, Amsterdam, Netherlands, v. 14, p. 333-351, 1996.

EVA, H.; LAMBIN, E.F. Burnt area mapping in Central Africa using ATSR data. **International Journal of Remote Sensing**, v. 19, n. 18, p. 3473-3497, 1998a.

EVA, H.; LAMBIN, E.F. Remote Sensing of Biomass Burning in Tropical Regions: Sampling Issues and Multisensor Approach. **Remote Sensing of Environment**, New York, v. 64, p. 292-315, 1998b.

EVA, H.D.; MALINGREAU, J.P.; GREGOIRE, J.M.; BELWARD, A.S.; MUTLOW, C.T. The advance of burnt areas in Central Africa as detected by ERS-1 ATSR-1. **International Journal of Remote Sensing**, v. 19, n. 9, p. 1635-1637, 1998.

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 Press, 1990a. p. 233-251.

FEARNSIDE P.M. Fire in the tropical rain forest of the amazon basin. In: GOLDAMMER, J.G. In: **ECOLOGICAL studies: Fire in the tropical biota : ecosystem processes and global challenges**. Berlin: Springer-Verlag, v. 84, p. 106-116, 1990b.

FEARNSIDE P.M. Deforestation in brazilian amazonia: the effect of population and land tenure. **AMBIO**, v. 22, n. 8, p. 537-545, 1993.

FERRAZ-VICENTINI, K.R.C. **História do fogo no cerrado: uma análise palinológica**. Brasília, D.F., 1999. Tese (Doutorado) - Universidade de Brasília.

FEMA Fundação Estadual do Meio Ambiente (Mato Grosso). **FEMA e IBAMA definem responsabilidades**. 2004. Disponível em: <<http://www2.fema.mt.gov.br/materia.asp?id=764>>. Acesso em: 10 jul. 2004.

FERREIRA, J.C.V. **Mato Grosso: política contemporânea 1993**. Várzea Grande: Grupo Futurista de Comunicação, 1993. 206p.

FERREIRA, L.V.; VENTICINQUE, E.; ALMEIDA, SAMUEL. O desmatamento na Amazônia e a importância das áreas protegidas. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 19, n. 53, p. 157-166, 2005.

FOSBERG, M.A.; GOLDAMMER, J.G.; RIND, D.; PRICE, C. Global change: effects on forest ecosystems and wildlife severity. In: GOLDAMMER, J.G (Ed.). In: **ECOLOGICAL studies**: Fire in the tropical biota: ecosystem processes and global challenges. Berlin: Springer-Verlag, v. 84, p. 463-486, 1990.

FULLER, D.O.; FULK, M. Comparison of NOAA/AVHRR and DMSP-OLS for operational fire monitoring in Kalimantan. **International Journal of Remote Sensing**, v. 21, n. 1, 2000.

GAUCH, H.G. Jr. **Multivariate analysis in community ecology**. New York: Cambridge University Press, 1982. 298p.

GIGLIO, L.; KENDALL, J.D. Application of the dozier retrieval to wildfire characterization: a sensitivity analysis. **Remote Sensing of the Environment**, v. 77, n. 1, p. 34-49, 2001.

GOLDAMMER, J.G. **Fire in the tropical biota**: ecosystem processes and global challenges. Berlin: Springer-Verlag, , 1990. 497 p. (Ecological Studies, v. 84).

GOMES, M.A.V. **Zoneamento Sócio-Econômico-Ecológico**: diagnóstico sócio-econômico-ecológico do Estado do Mato Grosso e assistência técnica na formulação da 2ª aproximação – principais atividades econômicas por setor e processo histórico de ocupação – parte I (nível compilatório). Cuiabá, Mato Grosso: Projeto de desenvolvimento agroambiental do Estado do Mato Grosso – PRODEAGRO. 2001.

GOUDIE, A. **The human impact – on the natural environment**. Oxford, U.K: Blackwell Publishers, 1993. 387p.

GRÉGOIRE, J.M.; CAHOON, D.R.; STROPPIANA, D.; PINNOCK, S.; EVA, H.; ARINO, O.; ROSAZ, J.M.; CSISZAR, I. Forest fire monitoring and mapping for GOF: current products and information networks based on NOAA-AVHRR, ERS-ATSR and SPOT-VGT systems. **Forest Fire Monitoring and Mapping**: A component of Global Observation of Forest Cover. Italy: Joint Research Centre, Ispra, 2000. p. 111-135

GT FLORESTAS **Relação entre cultivo de soja e desmatamento – compreendendo a dinâmica**. São Paulo, Amigos da Terra, 2004. Disponível em: <<http://www.amazonia.org.br/arquivos/152245.pdf>>. Acesso em: 01 jul. 2005.

HAO, W.M.; LIU, M.H.; CRUTZEN P.J. Estimates of annual and regional releases of CO₂ and other trace gases to the atmosphere from fires in the tropics, based on the FAO statistics for the period 1975-1980. In: GOLDAMMER, J.G. In: **ECOLOGICAL Studies**: Fire in the tropical biota: ecosystem processes and global challenges. Berlin: Springer-Verlag, v. 84, p. 440-462,1990.

HOMMA, A.K.O. **Extratativismo vegetal na amazônia**: limites e oportunidades. Belém, Embrapa Amazônia Oriental, 1993. 202 p.

HOMMA, A.K.O. As questões emergentes e a agricultura na Amazônia. In: Congresso Brasileiro de Economia e Sociologia Rural, 37., Foz do Iguaçu, 1999. **Anais ...** 1 CD-ROM.

HOMMA, A.K.O. **História da agricultura na Amazônia: da era Pré-colombiana ao terceiro milênio**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2003. 274 p.

HOUGHTON, R.A. Terrestrial source and sinks of carbon inferred from terrestrial data. **TELLUS**, v. 48, n. 4, p. 420-433, Sep. 1996a.

HOUGHTON, R.A. Land-use change and terrestrial carbon: the temporal record. In: **NATO ASI Series: Forest ecosystems, forest management and the global carbon cycle**. Berlin: Springer Verlag, v.1, p. 40, 1996b.

HUGHES, R.F.; KAUFFMAN, J.B.; CUMMINGS, D.L. Fire in the Brazilian Amazon - Dynamics of biomass, C, and nutrient pools in regenerating forests. **Oecologia**, v. 124, n. 4, 2000.

IBAMA. **Programa de Prevenção e Controle de Queimadas e Incêndios Florestais na Amazônia Legal – PROARCO**, 1998. Disponível em: <<http://www2.ibama.gov.br/proarco/>>. Acesso em: 05 maio 2004.

IBGE. **Manual Técnico da vegetação brasileira**. Rio de Janeiro, n.1, 92 p., 1992.

IBGE. **Base de informações municipais**. 2. ed. Rio de Janeiro: Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, 1996. 1 CD-ROM.

IBGE. **Sistema IBGE de recuperação automática – SIDRA**. 1999. Disponível em: <www.sidra.ibge.gov.br/bda/>. Acesso em: 14 jul. 2004.

IBGE. **Base de informações municipais**. 3. ed. Rio de Janeiro: Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, 2002.

IGEO. Universidade Federal do Rio de Janeiro. **Esquema da linha de demarcação Tratado de Tordesilhas**. 2003. Disponível em: <<http://www.igeo.ufrj.br/fronteiras/mapas/map001.htm>>. Acesso em: 08 jun. 2005.

INPE. **Monitoramento da Floresta Amazônica Brasileira por Satélite**. 1999. Disponível em: <http://www.obt.inpe.br/prodes/prodes_1988_2003.htm>. Acesso em: 23 abr. 2005.

INPE. **Queimadas**. 2004. Disponível em: <<http://www.cptec.inpe.br/queimadas/>>. Acesso em: 11 abr. 2004.

JENSEN, M.; MICHELSEN, A.; GRASHAW, M. Responses in plant, soil inorganic and microbial nutrient pools to experimental fire, ash and biomass addition in a woodland savanna. **Oecologia**, v. 128, n. 1, 2001.

JOHNSON, R.A.; WICHERN, D.W. **Applied Multivariate statistical analysis**. 3. ed. New Jersey: Prentice Hall International, 1992. 642 p.

KAGEYAMA, A.; LEONE, E.T. **Uma tipologia dos municípios paulistas com base em indicadores sociodemográficos.** Campinas: Instituto de Economia/Universidade Estadual de Campinas, , 1999. (Texto para discussão, n. 66).

KAUFFMAN, J.B.; CUMMINGS, D.L.; WARD, D.E. Fire in the Brazilian Amazon. Biomass, nutrient pools and losses in cattle pastures. **Oecologia**, v. 113, n. 3, 1998.

KAUFFMAN, J.B.; UHL, C. Interactions of antropogenic activities, fire, and rain fores in the amazon basin. In: GOLDAMMER J.G. (Eds.). In: **ECOLOGICAL studies: Fire in the tropical biota: ecosystem procecesses and global challenges.** Berlin: Springer Verlag, v. 84, p. 117-134, 1990.

KAUFMAN, Y.J.; SETZER, A. JUSTICE, C.; TUCKER, C.J.; PEREIRA, M.C.; FUNG, I. Remote sensing of biomass burning in the tropics. In: GOLDAMMER J.G. (Eds.). In: **ECOLOGIAL studies: Fire in the tropical: ecosystem procecesses and global challenges.** Berlin: Springer Verlag, v. 84, p. 371-399, 1990.

KAUFMAN, Y.J.; JUSTICE, C.O.; FLYNN, L.; KENDALL, J.D.; PRINS, E.M.; GIGLIO, L.; WARD, D.E.; MENZEL, W.P.; SETZER, A.W. Potential global fire monitoring from EOS-MODIS. **Journal of Geophysical Research**, v. 103, p. 32215-32238, 1998.

KIDWELL, K.B. **NOAA polar orbiter data:** (TIROS-N, NOAA-6, NOAA-7, NOAA-8, NOAA-9, NOAA-10, NOAA-11 and NOAA-12): User guide. Washington, DC, NOAA, 1991.

KONDRATYEV, K.Y.; BUZNIKOV, A.A.; POKROVSKY, O.M. **Global change and remote sensing.** Cichester, U.K.: John Willey & Sons, 1996.

LACEY, C.J.; WALKER, J.; NOBLE, I.R. Fire in Austalian Savannas. In: HUNTLEY, B.J.; WALKER, B.H. (Eds.). In: **ECOLOGICAL studies: Ecology of tropical savannas.** Berlin: Springer Verlag, v. 42, p. 246-272, 1982.

LI, Z.; KAUFMAN, Y.J.; ICHOKU, C.; FRASER, R.; TRISHCHENKO, L.; GIGLIO, L.; JIN, J.; YU, X. A review of AVHRR: based active fire detection algorithms: principles, limitations, and recomendations. 2000. Disponível em: < http://www.fao.org/gtos/gofc-gold/docs/fire_ov.pdf >. Acesso em: 08 ago. 2005).

LILLESAND, T.M.; KIEFER, R.W. 3. ed. **Remote sensing and image interpretation.** New York: John Wiley & Sons, 1994. 750 p.

LOVEJOY, T.E. Amazonian forest degradation and fragmentation: implications for biodiversity conservation. In: Hall, A. **Amazonia at the crossroads: the chalenge of sustainable development.** London: Institute of Latin American Studies, p. 41-57, 2000.

MAGNUSSON, W.E.; MOURÃO, G. de M. **Estatística sem matemática: a ligação entre as questões e as análises.** Londrina: Editora Planta, 2003. 126 p.

MANLY, B.F.J. **Multivariate statistical methods**. 2. ed. London: Chapman & Hall, 1994. 215 p.

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

MARGULIS, S. **Causas do desmatamento da amazônia brasileira**. Brasília, D.F.: Banco Mundial, 2004. 80 p.

MAZOYER, M.; ROUDART, L. **História das agriculturas do mundo – do neolítico à crise contemporânea**. Lisboa: Instituto Piaget, 2001. 519 p.

MIRANDA, E.E.; JOHN, L. Ten years monitoring and mapping fires in Brazil current products and information networks. **Forest Fire Monitoring And Mapping: a component of global observation of forest cover**. Italy: Joint Research Centre, Ispra, 2000.

MIRANDA, E.E.; CAPUTI, E.; FERREIRA, A.S. **Caracterização dos padrões espaciais e temporais das queimadas na Amazônia Legal**. Embrapa Monitoramento por Satélite, 1998. p. 1-15. (Pesquisa em Andamento, n. 3)

MIRANDA E.E de; COUTINHO, A.C.; PANIAGO, C.F.A.; MIRANDA, J.R.; GUIMARÃES, M.; FILARDI, A.L. **Brasil Visto do Espaço**. Brasília, D.F.: Embrapa, 2001. Disponível em: <<http://www.cdbrasil.cnpm.embrapa.br/mt/index.htm>>. Acesso em: 19 abr. 2004.

MIRANDA, H.S.; MIRANDA, A.C. Queimadas e estoque de carbono no cerrado. in: MOREIRA, A.G.; SCHWARTZMAN, S. **As mudanças climáticas globais e os ecossistemas brasileiros**. Brasília, D.F.: Instituto de Pesquisa Ambiental, The Woods Hole Research Center; Environmental Defense, 2000.

MUELLER-DOMBOIS, D.; GOLDAMMER, J.G. Fire in tropical ecosystems and global environmental change: an introduction. In: GOLDAMMER, J.G. (Eds.). In: **ECOLOGICAL studies: Fire in the tropical biota: ecosystem processes and global challenges**. Berlin: Springer-Verlag, v. 84, p. 1-10, 1990.

NEPSTAD, D.C.; CARVALHO, C.R.; DAVIDSON, E.A.; JIPP, P.H.; LEFEBVRE, P.A.; NEGREIROS, G.H.; SILVA, E.D.; STONE, T.A.; TRUMBORE, S.E.; VIEIRA, S. The role of deep roots in the hydrological and carbon cycles of amazonian forests and pastures. **Nature**, v. 372, Dec. 1994.

NEPSTAD, D.C.; JIPP, P.; MOUTINHO, P.; NEGREIROS, G.; VIEIRA, S. Forest recovery following pasture abandonment in amazonia: canopy seasonality, fire resistance and ants. In: **NATO ASI Series: Evaluating and monitoring the health of large-scale ecosystems**. Berlin: Springer Verlag, v.1, n. 28, p. 333-349, 1995.

NEPSTAD, D.C.; MOREIRA, A.; VERÍSSIMO, A.; LEFEBVRE, P.; SCHLESINGER, P. Forest fires prediction and prevention in the brazilian amazon. **Conservation Biology**, v. 12, n. 5, p. 951-953, Oct. 1998.

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**, v. 398, p. 505-508, Apr. 1999a.

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: Banco Mundial, 1999b. 161p.

NEPSTAD, D.C.; McGRATH, D.; ALENCAR, A.; BARROS, A.C.; CARVALHO, G.; SANTILLI, M.; VERA DIAZ, M. del C. Frontier governance in amazonia. **Science**, v. 295, Jan. 2002.

NOAA - National Oceanic and Atmospheric Administration. **NESDIS programs – NOAA satellite operations**. Washington, DC, NOAA, 1985. 264 p.

NOBRE, C.A.; SELLERS, P.J.; SKUKLA, J. Amazonian deforestation and regional climate change. **Journal of Climate**, v. 4, p. 957-988, 1991.

ODUM, E.P. **Ecologia**. Rio de Janeiro: Interamericana, 1985.

PEREIRA, J.M.C.; FLASSE, S.; HOFFMAN, A.; PEREIRA, J.A.R.; GONZÁLES-ALONSO, F.; TRIGG, S. Operational Use of Remote Sensing for Fire Monitoring and Management: Regional Case Studies. **Forest Fire Monitoring and Mapping**: a component of Global Observation of Forest Cover. Italy: Joint Research Centre, Ispra, 2000. p. 98-110.

PEREIRA, M.C.; SETZER, A.W. Spectral characteristics of deforestation fires in NOAA/AVHRR images. **International Journal of Remote Sensing**, v. 14, n. 3, p. 583-597, 1993.

PIVELLO, V.R.; COUTINHO, L.M. Transfer of macro-nutrients to the atmosphere during experimental burnings in na open cerrado. **Journal of Tropical Ecology**, v. 8, p. 487-497, 1992.

PIVELLO, V.R.; COUTINHO, L.M. A qualitative successional model to assist in the management of Brazilian cerrados. **Forest Ecology Management**, v. 87, p. 127-138, 1996.

POTTER, C.; DAVIDSON, E.; NEPSTAD, D.; CARVALHO, C.R. de. Ecosystem modeling and dynamic effects of deforestation on traces gas fluxes in Amazon tropical forests. **Forest Ecology and Management**, n. 152, p. 97-117, 2001.

PROMANEJO. **Projeto Apoio ao Manejo Florestal Sustentável na Amazônia**. 2004. Disponível em: <<http://promanejo.ibama.gov.br/>>. Acesso em: 13 jul. 2004.

PROTEGER. **Projeto de Mobilização, Capacitação e Prevenção de Incêndios Florestais na Amazônia**. 2004. Disponível em: <<http://www.proteger.org/oquee/>>. Acesso em: 13 jul. 2004.

PROVARZEA. **Projeto Manejo dos Recursos Naturais da Várzea**. 2005 . Disponível em: <<http://www.ibama.gov.br/provarzea/>>. Acesso em: 07 jul. 2005.

REYDON, B.P. Agricultura sustentável – uma agenda para o desenvolvimento de produção economicamente viável para a Região Amazônica. In: ROMEIRO, A.R.; REYDON, B.P.; LEONARDI, M.L.A.(Orgs.). **Economia do Meio Ambiente: teoria, política e a gestão de espaços regionais**. Campinas: Instituto de Economia/Universidade Estadual de Campinas, 2001. p. 299-309.

ROBINSON, J.M. Fire from space: global fire evaluation using infrared remote sensing. **International Journal of Remote Sensing**, v. 12, p.3-24, 1991.

ROBINSON, A.H.; MORRISON, J.L.; MUEHRCKE, P.C.; KIMERLING, A.J.; GUPTILL, S.C. **Elements of cartography**. John Wiley & Sons, Inc., New York, 6.ed., 1995.

ROMEIRO, A.R. Meio ambiente e produção agropecuária na Amazônia. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v.37, n.1, jan./mar., 1999a.

ROMEIRO, A.R. **Desenvolvimento sustentável e mudança institucional: notas preliminares**. Campinas: Instituto de Economia/Universidade Estadual de Campinas, 1999b. 26 p. (Texto para discussão, n. 68). Disponível em: <<http://www.eco.unicamp.br/publicacoes/textos/download/texto68.pdf>>. Acesso em: 14 jul. 2004.

ROMEIRO, A.R. **Economia ou economia política da sustentabilidade**. Texto para discussão. Campinas: Instituto de Economia/Universidade Estadual de Campinas, 1999c. 28 p. (Texto para discussão, n. 102). Disponível em: <<http://www.eco.unicamp.br/publicacoes/textos/download/texto102.pdf>>. Acesso em: 14 jul. 2004.

ROMEIRO, A.R. **Globalização e meio ambiente**. Campinas: Instituto de Economia/Universidade Estadual de Campinas, 1999d. 18 p. (Texto para discussão, n. 91). Disponível em: <<http://www.eco.unicamp.br/publicacoes/textos/download/texto91.pdf>>. Acesso em: 14 jul. 2004.

ROMEIRO, A.R. O papel dos indicadores de sustentabilidade e da contabilidade ambiental. In: ROMEIRO, A.R. (Org.). **Avaliação e contabilização de impactos ambientais**. Campinas, Editora UNICAMP, 2004. p.10-29.

ROMEIRO, A.R.; REYDON, B.P.; LEONARDI, M.L.A. Apresentação. In: ROMEIRO, A.R.; REYDON, B.P.; LEONARDI, M.L.A. (Orgs.). **Economia do meio Ambiente: teoria, política e a gestão de espaços regionais**. Campinas: Instituto de Economia/Universidade Estadual de Campinas, 2001.

ROMEIRO, A.R.; SALLES FILHO, S. Dinâmica de inovações sob restrição ambiental. In: ROMEIRO, A.R.; REYDON, B.P.; LEONARDI, M.L.A. (Orgs.). **Economia do meio Ambiente: teoria, política e a gestão de espaços regionais**. Campinas: Instituto de Economia/Universidade Estadual de Campinas, 2001. p. 85-124.

ROSENFELD, D. Tropical Rainfall Measuring Mission observed first direct evidence of smoke from forest fires inhibiting rainfall. **Geophysical Research Letters**, v. 26, n. 20, p. 3105-3108, 1999.

SÁNCHEZ, R.O. **Zoneamento Agroecológico do Estado de Mato Grosso: ordenamento ecológico-paisagístico do meio natural e rural**. Cuiabá, Mato Grosso: Fundação de Pesquisas Cândido Rondon, 1992. 160 p.

SANTOS, J.R. dos; KRUG, T.; ARAUJO, L.S. de; MEIRA FILHO, G.; ALMEIDA C.A. de. Dados multitemporais TM/Landsat aplicados ao estudo da dinâmica de exploração madeireira na Amazônia. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 10., Foz do Iguaçu, 2001. **Anais...** Foz de Iguaçu, p.1751-1755.

SAS Institute. **User's guide**: Version 8. North Carolina: SAS Institute Inc., 1999.

SEPLAN-MT. **Anuário estatístico 2000**: Estado de Mato Grosso. Cuiabá, Mato Grosso: Secretaria de Estado de Planejamento e Coordenação Geral, 2000. 630 p.

SEPLAN-MT. **Anuário estatístico 2001**: Estado de Mato Grosso. Cuiabá, Mato Grosso: Secretaria de Estado de Planejamento e Coordenação Geral, 2002. 648 p.

SEPLAN-MT. Secretaria de Estado de Planejamento e Coordenação Geral. **Zoneamento Sócio Econômico Ecológico do Estado de Mato Grosso – 2002**. 2003. Disponível em: <<http://www.zsee.seplan.mt.gov.br/servidordemapas/Run.asp>>. Acesso em: 01 jun. 2005).

SEROA DA MOTTA, R. **Estimativa do custo econômico do desmatamento na Amazônia**. Brasília: D.F.: Banco Mundial, 2002. 27 p.

SEROA DA MOTTA, R.; MENDONÇA, M.J.C.; NEPSTAD, D.; DIAZ, M del C.V.; ALENCAR, A.; GOMES, J.C.; ORTIZ, R.A. **O custo econômico do fogo na Amazônia**. Rio de Janeiro: Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia, 2002. 38 p.(Texto para discussão, n.912)

SETZER, A.; PEREIRA, M. Single Threshold for fire Detection. **Ambio**, v. 20, p.19-22, 1991a.

SETZER, A.; PEREIRA, M. Operational detection of fires in Brazil with NOAA/AVHRR. In: SYMP. ON REMOTE SENSING OF ENVIRONMENT-ERIM, 24th. Rio de Janeiro, 1991b. p. 469-482.

SETZER, A. Operational Satellite Monitoring of Fires in Brazil. **International Forest Fire News**, n. 9, p. 8-11, 1993.

SETZER, A.; VERSTRAETE, M. Daily AVHRR images for fire mapping. **International Journal of Remote Sensing**, U.K., v. 15, n. 3, p. 711-718, 1994.

SETZER, A.; PEREIRA, M.; PEREIRA Jr, A. Satellite Studies of Biomass Burning in Amazonia-Some Practical Aspects. **Remote Sensing Reviews**, v. 10, p. 91-103, 1994.

SHÜLE, W. Landscape and climate in prehistory: interactions of wildlife, man, and fire. In: GOLDAMMER J.G. (Ed.). In: **ECOLOGICAL studies: Fire in the tropical biota: ecosystem processes and global challenges**. Berlin: Springer Verlag, v. 84, p. 273-318, 1990.

SHULZE, M.D. Forest fires in the brazilian amazon. **Conservation Biology**, v. 12, n. 5, Oct. 1998.

SIQUEIRA, E.M. **História do Mato Grosso: da ancestralidade aos dias atuais**. Cuiabá: Entrelinhas, 2002. 272 p.

SILVA, J.M. **Genealogia dos municípios de mato Grosso**. Cuiabá, Mato Grosso: Secretaria de Estado de Administração, Arquivo Público de Mato Grosso, 1992. 45 p.

SOUZA Jr. C.; BRANDÃO Jr. A.; ANDERSON, A.; VERÍSSIMO, A. **Avanço das estradas endógenas na Amazônia**. Belém: Imazon, 2004. 2 p. (O estado da Amazônia, n. 1). Disponível em: <http://www.imazon.org.br/publicacoes/index_2.asp?subsecao=21>. Acesso em: 01 jul. 2005.

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

SUNAR, F.; ÖZKAN, C. Forest fire analysis with remote sensing data. **International Journal of Remote Sensing**, v. 22, n. 12, 2001.

THE BRAZILIAN Amazon: asphalt and the jungle. **The Economist**, London, v. 372, n. 8385, p. 33-35, Jul. 24-30, 2004.

TROLLOPE, W.S.W.. Ecological effects of fire in south african savannas. In: HUNTLEY, B.J.; WALKER, B.H. (Eds.). In: **ECOLOGICAL studies: Ecology of tropical savannas**. Berlin: Springer-Verlag, v. 42, p. 292-306, 1982.

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

UNEP. **Global Environment Outlook 3: Past, present and future perspectives**. State of the environment and policy retrospective: 1972-2002. 2004. Disponível em: <<http://www.unep.org/GEO/geo3/pdfs/Chapter2Atmosphere.pdf>>. Acesso em : 23 maio 2004.

VALENTIN, J.L. **Ecologia numérica**. Rio de Janeiro: Editora Interciência, 2000. 117 p.

VEIGA, J.E. da. Agricultura familiar e sustentabilidade. **Cadernos de Ciência e Tecnologia**, Brasília, D.F., v. 13, n. 3, p. 383-404, 1996.

VEIGA, J.E. da. A tímida política agrária – questão do campo exige novos rumos no Brasil. **Ciência Hoje**, v. 24, n. 141, p. 27-31, 1998.

VEIGA, J.E. da. Apresentação. In: PRADO JR., C. **A questão agrária brasileira**. São Paulo: Editora Brasiliense, 2000. p. iii-xxiii.

WALKER, B.H.; NOY-MEIR, I. Aspects of the stability and resilience of savanna ecosystems. In: HUNTLEY, B.J.; WALKER, B.H. (Eds.). In: **ECOLOGICAL studies: Ecology of tropical savannas**. Berlin: Springer-Verlag, Berlin, v. 42, p. 556-590, 1982.

WARD, D.E. Factors influencing the emissions of gases and particulate matter from biomass burning. In: GOLDAMMER, J.G.(Eds.). In: **ECOLOGICAL studies: Fire in the tropical biota: ecosystem processes and global challenges**. Berlin: Springer-Verlag, v. 84, p. 418-436, 1990.

WOODWELL, G.M.; MACKENZIE, F.T.; HOUGHTON, R.A.; APPS, M.; GORHAM, E.; DAVIDSON, E. Biotic feedbacks in the warming of the earth. **Climatic Change**, Netherlands, v. 40, p. 495-518, 1998.

13 ANEXOS

Anexo 1: Itinerário histórico, político e tecnológico: o contexto da prática de queimadas no Estado do Mato Grosso.

O PADRÃO DE OCUPAÇÃO DA AMAZÔNIA LEGAL

A Região Amazônica foi, até “recentemente”, considerada como um imenso vazio demográfico, detentor de uma inesgotável fonte de recursos naturais à disposição da humanidade. Durante a década de 50, a ocupação e produção agropecuária dessa região foram caracterizadas por uma atividade pecuária praticamente sem expressão, desenvolvida sobre campos, pastagens naturais e várzeas, distribuídas, sobretudo, nos Estados do Pará, Tocantins, Mato Grosso, Amapá e Roraima.

O crescente interesse internacional pela Amazônia, aliado às grandes dimensões territoriais da região e à sua baixíssima densidade populacional, apontavam, já na década de 50, para a necessidade de se estabelecer uma definitiva e reconhecida soberania nacional sobre a região, até mesmo nas suas porções mais isoladas e distantes. Esse sentimento fez com que o Governo Federal elaborasse e adotasse políticas de implementação de infra-estrutura para melhorar ou viabilizar o acesso à região, incentivando concomitantemente a sua colonização e ocupação, entendendo tratar-se de uma forma eficiente de povoar e garantir a soberania sobre toda a extensão territorial amazônica.

Nas décadas seguintes, várias estratégias foram adotadas para chamar a atenção e despertar o interesse nacional pela região. O planejamento e construção de

importantes rodovias que funcionassem como redes de integração espacial associado à implantação de grandes assentamentos rurais, tiveram como principal objetivo incentivar a migração de populações, oriundas de outras partes do Território Nacional, para a região Norte, além de integrar o mercado nacional às estruturas produtivas da região e atrair novos empreendedores para a Amazônia.

Algumas das mais importantes ações governamentais para povoamento e desenvolvimento da região foram listadas por Homma (2003), onde o autor relaciona, de forma cronológica, a criação de importantes centros de pesquisa e difusão, a implementação de infra-estrutura de acesso à região e a implementação de inúmeros assentamentos de agricultores, entre outras ações.

Uma das iniciativas mais ousadas e estratégicas, promovidas pelo Governo Federal, com o objetivo de criar grandes eixos viários de comunicação e acesso às mais remotas regiões da Amazônia, foi deflagrada em junho de 1970, com o lançamento dos editais de concorrência para a construção da Rodovia Transamazônica.

Com inauguração dessa rodovia, em 1972, possuindo uma extensão de 4.962km, o Governo Federal abriu um verdadeiro canal de acesso à região Norte, que necessitava, ainda, de estímulos e facilidades adicionais para atrair novos agricultores. A estratégia adotada pelo Governo Federal foi a criação de assentamentos de pequenos agricultores, dando início à fase dos grandes desmatamentos na Amazônia.

Concomitantemente à implantação desses grandes assentamentos, foram também abertos e implantados outros importantes eixos rodoviários da Amazônia como, por exemplo, a Cuiabá – Santarém, que em 1973 atingiu o quilômetro 642; a Perimetral Norte, com uma extensão de 2.600km, ligando Cruzeiro do Sul, no Estado do Acre a Macapá, no Estado do Amapá; a Rodovia Tomé-Açú – Belém, a Belém - São Luis; o trecho Itaituba-Humaitá, da Rodovia Transamazônica etc.

Apesar disso, a expansão da fronteira agrícola da Amazônia não deve ser considerada como uma relação unilateral de causa e efeito com a expansão da malha rodoviária. Há, nesse contexto, uma relação de retroalimentação positiva entre as duas, estabelecendo um ciclo onde as melhorias atraíram mais migrantes para a região, provocando a expansão da fronteira agrícola e justificando as melhorias na estrutura viária e o avanço da ocupação para novas áreas, onde o processo se repetia (Fearnside⁸, 1982, *apud* Homma, 1993, p.123).

Para Homma (1993) e Becker (2005, p. 73), as significativas alterações dos padrões de ocupação promovidos pela incorporação dessa nova rede viária definem e marcam a passagem da “civilização da várzea”, pautada pela ocupação das margens dos rios, principais vias de acesso e comunicação da região antes da década de 60, para a “civilização da terra firme”, na qual as estradas, construídas nos interflúvios amazônicos, assumiram o papel outrora designado aos rios.

Dessa forma, o padrão de ocupação predominante nas décadas de 60 e 70, cujos atores eram motivados pela consolidação dos grandes eixos viários de integração,

foi caracterizado pela abertura de pequenas propriedades, onde a utilização de processos de produção rudimentares servia basicamente para o sustento familiar. Incentivos fiscais para alguns grandes projetos agropecuários também tiveram papel significativo, acarretando a abertura e formação de grandes unidades com pastagens extensivas.

Ferreira *et al.* (2005, p. 159), analisando o impacto da abertura das estradas sobre os desmatamentos e a implantação das propriedades rurais, afirmam existir um padrão exponencial de desmatamentos em função da distância das estradas, ou seja, grandes proporções de desmatamentos são efetuadas próximas às estradas.

Binswanger (1991, p. 823) ressalta que: além do acesso à terra, o direito à posse de terras devolutas através da demonstração do seu uso efetivo e morada habitual, formalmente reconhecido desde 1850, é um dos principais fatores responsáveis pelos agressivos e rápidos processos de transformação da paisagem natural nas frentes de expansão. Margulis (2000, p. 8) afirma ainda que a abertura de novas estradas proporciona o acesso a essas terras para os pequenos agricultores e, invariavelmente, promove o avanço do processo de disputa pelos direitos à terra.

Outros dois estudos, realizados pelo Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia – IMAZON, apontam uma situação mais crítica ainda, em relação à associação entre a pressão humana sobre a floresta amazônica e a presença de estradas. Barreto *et al.* (2005, p. 3) estimaram que aproximadamente 80% da área

⁸ FEARNSTIDE, P.M. Desmatamento na Amazônia brasileira: com que intensidade vem ocorrendo? *Acta Amazônica*, Manaus, v.12, n.3, p.579-590, 1982.

total desmatada está localizada na faixa de até 30 quilômetros a partir das estradas oficiais. Em outro trabalho, Souza *et al.* (2004) mapearam as chamadas estradas endógenas (clandestinas) e detectaram um avanço sem precedentes. Em 1990, a extensão das estradas endógenas era de 5.042 quilômetros na região Oeste do Estado do Pará; em 1995, esse número cresceu para 8.679 quilômetros e, em 2001, atingiu um total de 20.796 quilômetros.

Do ponto de vista macro-econômico, a abertura e entrada de capitais estrangeiros aliados aos planos governamentais, relacionados sobretudo à extração de recursos minerais realizados a partir da década de 70, possibilitaram e aceleraram a consolidação de uma infra-estrutura que influenciou o desenvolvimento crescente e acelerado da atividade agropecuária na região amazônica. Esse histórico de ocupação mostra que atividades como o cultivo de cacau, a extração da borracha, o cultivo de pimenta do reino e o garimpo, tiveram destacado papel na atividade econômica da região no passado e, atualmente, cederam espaço para a mineração, a pecuária e alguns cultivos, praticados de forma intensiva e através do emprego de tecnologias de ponta.

Enquanto os pequenos colonos, instalados nos primeiros projetos de assentamento, ainda sofrem com a ausência de políticas públicas eficientes para acabar com a morosidade dos processos de legalização e oficialização da sua situação fundiária, as subseqüentes ondas de ocupação têm consolidado novos atores, geralmente grandes proprietários e empreendedores. Estes são oriundos de vários setores da agropecuária, mineração e energia, que se beneficiam da instabilidade e elevação dos riscos associados à posse da terra e se empenham

em adquirir as pequenas propriedades, assumindo as incertezas inerentes à questão dos direitos de propriedade e consolidando grandes extensões contínuas de terras.

Esse modelo do desenvolvimento agrário brasileiro, marcado de certa forma por um bimodalismo da sua estrutura, onde encontra-se um “setor principal”, definindo e pautando os rumos do “progresso” e o “desenvolvimento econômico” regional, acompanhado por um “setor secundário”, marginal, que praticamente funciona respondendo às pressões e oportunidades definidas pelo principal, revela um flagrante contraste com o que ocorreu nos países hoje considerados desenvolvidos (Veiga, 2000), “em todas as agriculturas do Primeiro Mundo, fazendas empregando levas de assalariados tornam-se mero apêndice de uma massa de estabelecimentos de médio porte tocados essencialmente pelo trabalho familiar. A tal ponto que grandes fazendas e assalariados agrícolas são ótimos indicadores de subdesenvolvimento”.

As dificuldades enfrentadas pelos colonos iniciam-se na fase de assentamento e delimitação dos lotes e prolongam-se em função da morosidade na regularização da situação fundiária, da insuficiente disponibilidade de linhas de crédito agrícola e apoio técnico, por parte do Governo Federal, entre outras tantas deficiências, gerando verdadeiras barreiras ao êxito dos pequenos agricultores familiares. Existem ainda as facilidades e as redes de relações político institucionais que favorecem a constituição e manutenção da chamada “oligarquia fundiária” e de um modelo de organização produtiva rural do tipo “patronal”. Veiga (1996) faz uma análise da política agrícola nacional, ressaltando que: “contrariamente ao que

ocorreu na Europa do Leste e, com raras exceções, no vasto capitalismo periférico, todos os governos do chamado primeiro mundo adotaram, desde o início do século 20, políticas agrícolas e fundiárias que favoreceram a progressiva afirmação da agricultura familiar e inibiram o desenvolvimento da agricultura patronal. O Brasil é um dos exemplos mais chocantes da opção inversa, isto é, de enorme tolerância com a oligarquia fundiária e claro favorecimento da agricultura patronal”.

A esse bimodalismo do padrão de ocupação do espaço amazônico (Becker, 2005, p. 82), atribui as responsabilidades pelo “gigantesco confronto” entre a expansão da agroindústria da soja, da pecuária e da extração da madeira, de um lado, e o uso conservacionista da floresta, de outro, defendido pela produção familiar, pelos ambientalistas e por diversas categorias de cientistas.

A ausência de uma política agrária mais consistente para a região amazônica, que não fosse limitada, simplesmente, a povoar os espaços “vazios”, acabou favorecendo o estabelecimento e manutenção das antigas estruturas das relações sociais e agrárias, privilegiando abusivamente as classes economicamente dominantes.

Apesar dos avanços obtidos com o decreto 1.946, de 28 de junho de 1996, que criou o Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar-PRONAF, uma mudança mais significativa nesse quadro, no qual a agricultura familiar ainda vive à sombra das grandes oligarquias patronais, brigando pelas “migalhas” que lhes são dispensadas, só poderá ocorrer como aprofundamento a ampliação de três domínios prioritários, definidos por Veiga (1998): “**domínio educacional**”,

pautado, principalmente, no ensino regular básico oferecido em escolas rurais, na formação profissional e na consolidação de redes de extensão e/ou assistência técnica e suas relações com o sistema de pesquisa agropecuária; “**domínio fundiário**”, no qual seriam favorecidos, no processo de aquisição de terras, jovens agricultores familiares com boas perspectivas profissionais e experiência nas atividades produtivas regionais; “**domínio creditício**”, constituindo uma forma decisiva de apoio, através da criação de uma linha de crédito especial, dirigida ao jovem agricultor familiar.

Considerando o histórico da política agrária nacional e a conseqüente e notável explosão das taxas de desmatamento, impulsionada principalmente pelo desenvolvimento e expansão da atividade agropecuária de grande escala, datada do início da década de 80, o Governo Federal, prevendo e já provando as conseqüências da ocupação acelerada e desordenada, resultado das suas próprias políticas e ações, resolveu limitar e reduzir os incentivos à ocupação da região Amazônica, pensando que com essa medida recuperaria o controle da situação e diminuiria as alarmantes taxas de erradicação da cobertura florestal natural que vinha assistindo e, de maneira ineficiente, tentando controlar (Margulis, 2004).

Com a persistência das altas taxas de desmatamento observadas na Amazônia, mesmo após a suspensão e redução dos subsídios governamentais, passou-se a acreditar que os desmatamentos estavam sendo efetuados pelos pequenos agricultores, através dos processos produtivos de subsistência rudimentares. Alguns trabalhos contestaram essa visão e afirmaram que as altas taxas de

desmatamento estariam forte e intimamente atreladas a um processo de formação de grandes áreas de pastagem para especulação com o valor da terra (Fearnside, 1993; Reydon, 2001).

Se durante a década de 70 os incentivos fiscais representaram um importante papel para a construção de infra-estrutura e a base industrial, associadas à produção pecuária, assim como financiaram parte dos custos para o desenvolvimento de técnicas de produção pecuária na Amazônia, há algum tempo os incentivos fiscais não têm mais um papel tão relevante na lista de fatores que explicam a produtividade da produção pecuária observada (Margulis, 2004).

Isso fez com que, mesmo após a drástica redução dos incentivos fiscais, como a estratégia adotada pelo Governo Federal para tentar controlar o avanço da fronteira agropecuária na Amazônia, as taxas de desmatamento se mantivessem em patamares elevados e alarmantes. Atualmente, a Amazônia encontra-se em uma segunda fase de ocupação, na qual os incentivos fiscais têm um papel reduzido e a rentabilidade obtida com a prática de atividades extrativistas, pecuárias e agrícolas transformou-se na principal força propulsora da expansão e transformação da fronteira (Alencar *et al.*, 2004; Becker, 2005, p. 81).

A ausência de políticas públicas e ações governamentais eficientes, tanto para subsidiar e gerenciar os processos de ocupação da Amazônia, idealizados pelo próprio Governo Federal no passado, quanto para coibir os exageros e abusos do mesmo, permitiu que nas últimas três décadas o processo de ocupação se intensificasse de forma rápida, desenfreada e desordenada.

Segundo dados do Projeto de Estimativa de Desflorestamento da Amazônia – PRODES (INPE, 1999), apresentados na Tabela 39, em média são desmatados, aproximadamente, 18.000km²/ano de floresta na Amazônia, sendo que o Estado do Mato Grosso é responsável por mais de 35% dos desmatamentos e, juntamente com o Estado do Pará, represente mais de 67% dos desmatamentos da região.

Tabela 39: Área desmatada na Amazônia Legal, no período de 1978 a 2003.

Desmatamento na Amazonia Legal (km²/ano) período de 1978 a 2003																
	77/88 (#)	88/89	89/90	90/91	91/92	92/94 (# #)	94/95	95/96	96/97	97/98	98/99	99/00	00/01	01/02	02/03	%
AC	620	540	550	380	400	482	1208	433	358	536	441	547	419	727	549	3,0
AP	60	130	250	410	36		9		18	30			7		4	0,4
AM	1510	1180	520	980	799	370	2114	1023	589	670	720	612	634	1016	797	5,0
MA	2450	1420	1100	670	1135	372	1745	1061	409	1012	1230	1065	958	1330	766	6,2
MT	5140	5960	4020	2840	4674	6220	10391	6543	5271	6466	6963	6369	7703	7578	10416	35,7
PA	6990	5750	4890	3780	3787	4284	7845	6135	4139	5829	5111	6671	5237	8697	7293	31,9
RO	2340	1430	1670	1110	2265	2595	4730	2432	1986	2041	2358	2465	2673	3605	3463	13,7
RR	290	630	150	420	281	240	220	214	184	223	220	253	345	54	326	1,5
TO	1650	730	580	440	409	333	797	320	273	576	216	244	189	259	136	2,6
total	21050	17770	13730	11030	13786	14896	29059	18161	13227	17383	17259	18226	18165	23266	23750	100

(#) Média da década
 (# #) Média do biênio

(Fonte: INPE, 1999).

Se considerarmos que a quantificação anual das áreas desmatadas, efetuada pelo Instituto de Pesquisas Espaciais, no âmbito do Projeto PRODES, não inclui nos seus mapeamentos as áreas onde a floresta está passando pelo processo de extração seletiva de madeira, nem as áreas afetadas pelos incêndios florestais, podemos concluir que existe um “desmatamento oculto” na Amazônia que, se computado, agregaria valores bastante elevados, provavelmente duplicando as taxas apresentadas (Alencar *et al.*, 2004, p. 40). No caso do Estado do Mato Grosso, essa situação deve ser ainda pior, dada a grande porção do “arco de

desmatamento”, que se encontra inserida no mesmo e a relação entre extração seletiva de madeira e posteriormente a abertura e desmatamento da floresta (Santos *et al.*, 2001, p. 1754).

Esse histórico de ocupação ilustra a enorme ineficiência das estratégias de monitoramento e gestão da ocupação, adotadas para o espaço amazônico. Aponta ainda para a necessidade do reconhecimento da Amazônia como um território detentor de uma significativa heterogeneidade ambiental, cultural, econômica etc. que, como tal, deve ser considerado e avaliado no momento da definição de novas políticas públicas que pretendam desenvolver, nos seus domínios, alguma forma de exploração mais racional e sustentável dos recursos naturais.

Analisando esse histórico da evolução da questão agrária e da definição de macropolíticas para a ocupação do espaço amazônico, Costa (2005, p. 145) propõe que um novo desenvolvimento para a Amazônia exige uma nova institucionalidade federal na região, com uma requalificação do conjunto de aparatos institucionais e das normas que expressam o poder federal na região. O autor sugere ainda a necessidade de reorientação das instituições federais para que elas passem a considerar o princípio da diversidade, ao invés do princípio da padronização e da homogeneidade.

PROCESSO DE OCUPAÇÃO: IMPACTOS AMBIENTAIS E ATORES ENVOLVIDOS

Embora a incidência das queimadas não possa ser totalmente nem diretamente relacionada à abertura de novas frentes para a agricultura (Miranda e John, 2000:

p. 167), existe uma relação bastante forte entre esses dois eventos, principalmente na região circunscrita ao arco de desmatamento (Pereira *et al.*, 2000; Nepstad *et al.*, 2002). Ferreira *et al.* (2005, p. 158) estimam que 80% dos desmatamentos observados na região da Amazônia Legal ocorrem motivados pelo processo de formação das pastagens para a criação extensiva de gado.

O fato de o fogo ser amplamente utilizado como ferramenta do processo de erradicação da vegetação florestal natural, por se tratar de um instrumento de baixo custo para o especulador, colono ou agricultor, faz com que a sua ocorrência esteja, possivelmente, relacionada à expansão da fronteira agrícola de maneira prioritária. Estudos mais detalhados da dinâmica econômica e sobre os atores do processo de expansão da fronteira mostram, no entanto, que o fogo está associado a várias atividades, tanto da “fronteira especulativa”, quanto da “fronteira consolidada” (Margulis, 2004).

O processo de expansão da fronteira, instaurado nos anos 70 através dos programas governamentais de ocupação da Amazônia, abriu espaço para a disseminação da pequena produção familiar, com os inúmeros programas de assentamentos rurais, responsáveis pela dinâmica política e econômica de certas regiões da Amazônia brasileira naquele período. No entanto, mais recentemente, houve, nesse cenário inicial, o surgimento de um novo padrão de apropriação da terra, imposto pela presença de novos atores, representados por fazendeiros e empresários capitalizados da mineração, energia e extração de madeira, que modificaram a lógica de funcionamento anterior, baseada prioritariamente na pequena produção familiar (Castro *et al.*, 2002).

Essas alterações, na composição da população inicial, fizeram com que o conjunto de atores que compõe atualmente a atividade de pecuária na Amazônia seja composto principalmente pelos próprios **colonos**, migrantes de outras regiões, beneficiados pelas linhas de crédito que contemplaram os assentamentos; **madeireiros**, buscando diversificar seus investimentos com atividades consideradas mais seguras como a pecuária; **comerciantes**, oriundos de diversas atividades como, por exemplo, o garimpo, o comércio das cidades, da madeira etc., que vêm também em busca de maior estabilidade para seus investimentos; **ex-garimpeiros**, que em função do esgotamento das lavras e do acúmulo de capital, buscam uma alternativa de produção mais segura; **pequenos e médios pecuaristas**, oriundos de outras regiões do país, que vieram em busca de aumentar suas propriedades e encontraram um cenário favorável frente ao baixo preço das terras e às dificuldades dos colonos assentados pelo INCRA (Castro *et al.*, 2002; Romeiro, 1999a).

Do ponto de vista do processo de ocupação e abertura de novas áreas, parece existir uma articulação entre madeireiros e pecuaristas. Após a exploração e retirada da madeira de interesse comercial, os pecuaristas encontram uma maior facilidade para penetrar e ocupar aquelas áreas onde as madeiras já exploraram, utilizando-se das estradas e caminhos abertos pelo processo anterior. Ocorre que na Amazônia, em função da freqüente ausência ou conivência do Estado e da enorme extensão de terras devolutas, a grilagem segue à frente do madeireiro, garantindo sua permanência e a exploração da madeira, muitas vezes através do estabelecimento de conflitos e violência (Castro *et al.*, 2002). Essa é uma fase de exploração que não está ligada diretamente ao uso do fogo, apesar

de determinar de forma clara e definitiva o início do processo de ocupação, desmatamento e o avanço, irreversível, da fronteira agrícola.

Ainda no trabalho de Castro *et al.* (2002, p. 29), fica claro o movimento inicial de ocupação e a relação desenhada entre madeireiros e os demais atores que os sucedem.

“A exploração da madeira vai à frente abrindo as terras e facilitando a entrada de novos atores não interessados na madeira, mas em outras atividades, como a pecuária, o garimpo, a pequena produção etc. **A madeira orienta a direção do desmatamento.**”

Apesar da percepção sobre o esgotamento do recurso, os atores envolvidos no processo de extrativismo seletivo de madeira não repensam as práticas predatórias adotadas, pois sabem que a atividade pecuária, intimamente relacionada à atividade madeireira, mantém suas oportunidades econômicas⁹, seja através da mudança da atividade que executam, passando da extração da madeira para a pecuária, seja pelo mercado de terras, através da venda das suas propriedades para os pecuaristas.

A chegada e estabelecimento das serrarias sinaliza o início do processo de expansão da fronteira agrícola e de apropriação da terra observado nos estados do Pará e do Mato Grosso, que invariavelmente vem seguido da ocupação pela pecuária extensiva e, mais recentemente, pela produção de grãos (Alencar *et al.*, 2004; Castro *et al.*, 2002; Becker, 2001, Anderson, 1990, p. 9).

⁹ Essa percepção de que a pecuária na Amazônia é uma atividade economicamente viável e que, portanto, subsidia e compensa o esgotamento causado pelas práticas e processos de produção que a sucedem é criticada por vários autores citados por Reydon (2001: p.301), que sustentam a tese de ser a pecuária a pior alternativa para a Amazônia, devido às altas taxas de perdas para o ecossistema, os baixos lucros obtidos e a baixa absorção de mão de obra.

O uso do fogo se faz, principalmente, associado à segunda etapa de ocupação, 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. Nesse processo, o valor da “madeira branca”, madeira remanescente com menor valor comercial em função da sua abundante oferta e dos elevados custos de sua extração e transporte, não compensa os gastos e, portanto, a queima é a prática mais usualmente adotada para sua eliminação (Boserup, 1987).

Existem diferentes processos envolvidos no desenvolvimento e migração da atividade madeireira para a pecuária. A extração da madeira de lei, a limpeza e a abertura das áreas para a pecuária, reconhecidos vilões promotores dos desmatamentos e das queimadas, podem ser efetuados de várias maneiras e por diferentes atores (Margulis, 2004; Castro *et al.*, 2002, Fearnside, 1990a, p. 234). Simplificadamente pode-se destacar: **grileiros** que ao se associarem com os madeireiros acompanham e lucram com o trabalho de extração da madeira de valor comercial e, posteriormente, vendem a terra para pequenos agricultores ou diretamente para os pecuaristas; **pequenos agricultores (1)** residentes, assentados nos loteamentos promovidos pelo Governo Federal, que após a extração e venda da madeira com elevado valor comercial existente nos seus lotes, promovem a limpeza e abertura dos mesmos como uma forma de agregar valor à terra, para posteriormente comercializá-los com os pecuaristas e se deslocarem para novos assentamentos. Funcionam nesse caso como mão-de-obra informal no processo de estabelecimento da pecuária; **pequenos agricultores (2)** especuladores da terra que adquirem os lotes, após a extração

da madeira comercial e, se beneficiando das pequenas estradas e caminhos abertos pelos madeireiros, executam o trabalho de limpeza da área e formação da pastagem. São uma espécie de intermediários especializados na eliminação do remanescente florestal, vivendo dos lucros provenientes da agregação de valor à terra; **médios e grandes pecuaristas** que acompanham o movimento e migração das grandes madeiras e se apropriam das terras já exploradas, aproveitando o baixo custo das mesmas, provenientes dos altos riscos que assumem, decorrentes da falta de documentação e de delimitação clara das mesmas.

Particularmente no Estado do Mato Grosso, aliada a essa trajetória espacial de atores e diferentes usos de recursos, há mais uma categoria produtiva se inserindo no processo de ocupação e posse da terra, agregando maior entropia nas relações sociais e no mercado de valores econômicos e ecológicos, representada pelos grandes agricultores, sobretudo os produtores de grãos. Os empresários regionais não questionam o emergente potencial da agricultura para a região, frente à recente percepção do esgotamento da madeira e à lucratividade da pecuária e definem: “a questão é saber quanto tempo ainda durará a atividade de madeira e da pecuária, antes de começar o ciclo de grãos” (Castro *et al.*, 2002, p. 33).

O cultivo de soja, no Estado do Mato Grosso, tem obtido resultados econômicos tão expressivos que, supostamente, a sua inserção no processo de dinâmica de uso das terras tem, em alguns casos, assumido o papel das atividades pioneiras¹⁰ na substituição da floresta primária (Alencar *et al.*, 2004, p. 38), ou seja, novas

áreas de floresta têm sido desmatadas para implantação de culturas de soja, sem passar pela tradicional substituição da floresta pelo pequeno produtor, pela pecuária até chegar ao cultivo de grãos. Esta hipótese é duramente criticada e refutada no trabalho desenvolvido por Brandão *et al.* (2005, p. 12), primeiramente pelo simples fato dos autores julgarem não ser possível abrir e usar no mesmo período de tempo uma área de vegetação nativa de cerrado, e muito menos de floresta, e também por considerarem que as áreas mais distantes de vegetação natural estão muito distantes da infra-estrutura necessária para o desenvolvimento de uma atividade como a associada à produção de soja.

Alencar *et al.* (2004, p. 35) consideram que apesar de economicamente viável, a ocupação direta pela soja em áreas de floresta ainda é modesta, embora ela tenha responsabilidade indireta sobre as elevadas taxas de desmatamento no Estado do Mato Grosso. Segundo esses mesmos autores, entre os fatores que tornaram o cultivo da soja uma atividade altamente lucrativa e interessante, estão: 1) o surto da doença da “vaca louca” na Europa e a substituição da proteína animal das rações pela vegetal; 2) o aumento da demanda da China por carne de frango e suína, aumentando as demandas nacionais pela soja; 3) a redução dos custos de transporte da soja; 4) o desenvolvimento de cultivares de soja mais adaptados para os diferentes cultivos nos cerrados e nas regiões quentes e úmidas da Amazônia; 5) a instalação de unidades de armazenamento e comercialização na região e 6) a baixa produção de soja nos EUA no ano de 2003 que elevou ainda mais a demanda pela soja brasileira.

¹⁰ Márcio Santilli (ISA), prefaciando Alencar *et al.*, (2004: 10), afirma existirem evidências de que a agricultura intensiva da soja está atuando diretamente sobre a cobertura vegetal natural.

Esse processo, motivado pela globalização e, conseqüentemente, pela formatação de mecanismos facilitadores das exportações e do comércio internacional, tem proporcionado o aumento do interesse, e das demandas para os produtos da agropecuária brasileira. A abertura dessas novas oportunidades de mercado tem sido apontada como responsável pela geração de graves impactos ambientais, à medida que pode elevar a pressão sobre os recursos naturais, para a produção de “commodities”, obrigando os pequenos produtores a se deslocarem para áreas marginais, cujos ecossistemas são mais frágeis, como no caso da fronteira agrícola brasileira (Romeiro, 1999d).

A exploração e utilização dos recursos ambientais, sem o desenvolvimento de reflexões que considerem a existência da capacidade de suporte ambiental para absorver os impactos gerados, desconsiderando, portanto, a existência de limites ao desenvolvimento, parece ser o modelo seguido na expansão da fronteira agrícola na Amazônia. Paralelamente, a aparente “inesgotabilidade” dos recursos naturais mascara a existência de limitações à expansão do subsistema econômico, em detrimento do ecológico, gerando dificuldades para a conscientização dos agentes promotores do desenvolvimento, sobre a existência e a necessidade da adoção do princípio da sustentabilidade, com o objetivo de promover e consolidar o desenvolvimento econômico da região, considerando a importância da sua complementariedade com o subsistema ecológico (Romeiro, 1999b, 1999c; Mazoyer e Roudart, 2001, p.82).

Em uma análise mais global do processo e do movimento e dinâmica dos agentes e dos impactos, pode-se propor a passagem pela etapa ascendente da

configuração de uma curva de Kuznets ambiental, onde os impactos ambientais gerados pelo crescimento econômico são vistos como um efeito colateral ruim, mas inevitável (Romeiro, 2004: p.12).

A redução dos impactos ambientais gerados pelas atividades agropecuárias passa, inevitavelmente, pelo progresso e desenvolvimento de inovações tecnológicas que, muitas vezes, apesar de se constituírem como respostas viáveis, do ponto de vista econômico, para o atendimento de alguma restrição ambiental imposta, podem não ser adequadas no sentido de evitar a tempo perdas irreversíveis (Romeiro e Salles Filho, 2001). É preciso, portanto, criar condições econômicas, político-institucionais e culturais para a implementação de uma estratégia de mudança tecnológica capaz de se antecipar aos problemas (Romeiro *et al.*, 2001).

O USO DO FOGO COMO PARTE DO PROCESSO PRODUTIVO E SEUS IMPACTOS AMBIENTAIS

Homma (1999), compactuando com o que postulou Boserup (1987), afirma que a abundância de terras da Amazônia condicionou uma regressão dos processos produtivos adotados. A tese central do trabalho de Boserup (1987) afirma que são o crescimento e adensamento populacional que condicionam o desenvolvimento tecnológico e não o contrário, ou seja, o desenvolvimento tecnológico que proporciona e possibilita o crescimento populacional. Essa tese parece ser confirmada com os efeitos da aparente infinitude de recursos naturais a serem explorados na Amazônia, ou seja, a baixa pressão ou competição por recursos,

faz com que não haja muita, senão nenhuma, preocupação com questões relativas à eficiência e desempenho dos processos produtivos. Uma vez que os recursos naturais são aparentemente inesgotáveis, haverá sempre a possibilidade de ir buscá-los e explorá-los mais adiante, não havendo a necessidade de promover o desenvolvimento tecnológico ou aumento de eficiência dos processos produtivos.

Talvez isso explique a lentidão da evolução dos sistemas produtivos adotados tradicionalmente na região amazônica, que perpetuam o uso de práticas e técnicas rudimentares e “ultrapassadas”. A prática de queimadas é uma dessas técnicas, disseminadas em larga escala pelos processos produtivos, possuindo dezenas de finalidades e aplicações e estando relacionada, não somente ao processo de abertura de novas áreas, mas também integrando alguns processos produtivos tradicionais (Seroa da Motta *et al.*, 2002, Nepstad *et al.*, 1999a).

Nepstad *et al.* (1999b) desenvolveram um importante trabalho que buscou identificar as motivações e os diferentes tipos de impactos provocados pelas queimadas na região amazônica, envolvendo diferentes finalidades no seu uso, tais como: formação de áreas agrícolas, formação de pastagens, queimadas em áreas de pastagens já formadas etc. Ainda nesse trabalho, os autores discutem e definem, claramente, a forte relação existente entre o corte seletivo de árvores com valor comercial, o aumento da suscetibilidade da floresta ao fogo e, finalmente, o desmatamento que culminará, quase invariavelmente, com a formação de pastagens.

Em pequenas, médias e grandes propriedades, o fogo é tradicionalmente utilizado como um promotor do aumento da fertilidade dos solos, pois provoca a queima da cobertura vegetal existente e, apesar de parte dos nutrientes ser transportado para a atmosfera pela fumaça, uma boa parte é depositada no solo sob a forma de cinza, aumentando a quantidade de nutrientes disponíveis para o crescimento e desenvolvimento das culturas que são implementadas a seguir. Buscando avaliar a eficiência desse processo de queima de biomassa vegetal com o objetivo de agregar nutrientes ao solo, Potter *et al.* (2001) fizeram um ensaio em uma área do estado de Rondônia e obtiveram valores de nutrientes depositados no solo, após o corte e queima da vegetação natural, compatíveis com a demanda correspondente a um período de dois anos de atividades agrícolas para subsistência.

Na frente de expansão da fronteira agrícola, a origem das queimadas está relacionada a um processo intencional de uso do fogo, com o objetivo de auxiliar o agricultor a remover os resíduos da vegetação florestal derrubada, promovendo a “limpeza” das áreas para a implementação posterior da agricultura e da pecuária e, também, para promover a adubação natural do solo como foi sugerido anteriormente.

Na Amazônia, as estimativas indicam que apenas 16% das queimadas intencionais estão relacionadas à abertura de novas áreas para a atividade agropecuária, o restante é representado por queimadas que atingem, de forma “acidental”, áreas de pastagens, áreas agrícolas e pelas queimadas que, ao escaparem dos domínios do agricultor, se transformam em incêndios e atingem áreas de floresta (Nepstad *et al.*, 1999a).

A ocorrência de incêndios florestais, na maioria das vezes, está relacionada à não adoção de medidas preventivas e de segurança, acarretando a perda do domínio sobre as áreas queimadas. Os incêndios, como aqueles ocorridos no Estado de Roraima, em abril de 1998 (EMBRAPA, 1998; Miranda *et al.*, 1998), podem provocar danos ao patrimônio público e privado, destruindo linhas de transmissão de energia, cercas de fazendas e as próprias residências, além de atingir áreas de proteção como parques nacionais e reservas biológicas e de colocar em risco a própria vida humana, gerando impactos econômicos ainda desconhecidos e insuficientemente estimados (BRASIL, 2001; Seroa da Motta, 2002).

Independentemente das justificativas e motivações que condicionam a adoção do uso do fogo, os impactos ambientais provocados pelas queimadas, intencionais ou não, têm preocupado as comunidades científica e ambientalista e a sociedade civil em geral.

Esse problema reveste-se de grande complexidade, uma vez que o fogo afeta diretamente as características físico-químicas e a biologia dos solos (UNEP, 2004, p. 211). Destruindo remanescentes florestais e outros tipos de cobertura vegetal, as queimadas fragmentam a paisagem, afetam a biodiversidade, alteram a dinâmica dos ecossistemas, expõem os solos a processos erosivos e provocam sedimentação nos cursos d'água (EMBRAPA, 1991; Lovejoy, 2000), além de alterar os estoques de carbono das camadas mais profundas dos solos (Nepstad *et al.*, 1994).

Um outro impacto importante das queimadas, sobretudo na região amazônica, é o gradativo aumento da vulnerabilidade das florestas às queimadas, após os

eventos de incêndios florestais. Como efeito de uma queimada que tenha conseguido penetrar no interior de uma floresta, o que se observa é a mortalidade de algumas árvores adultas e a conseqüente abertura do dossel, resultando na redução e perda da capacidade de manutenção da umidade no interior da floresta, aumentando sua inflamabilidade e tornando-a, desta forma, mais susceptível à incidência de novas queimadas (Uhl e Kauffman, 1990; Shulze, 1998; Nepstad *et al.*, 1998, 1999b; Cochrane *et al.*, 1999; Cochrane, 2000; Alencar *et al.*, 2004).

Além disso, a redução da massa florestal e a fumaça emitida podem afetar o regime de chuvas local, gerando uma redução nos níveis de precipitação (Nobre *et al.*, 1991; Rosenfeld, 1999; Andreae *et al.*, 2004), com o conseqüente agravamento dos efeitos dos períodos de seca, estabelecendo assim uma nova relação de causa e efeito bastante forte e comprometedora da perenidade da floresta (Nepstad *et al.*, 1995, 2002).

Uma tentativa de estimar o custo econômico do fogo na Amazônia é apresentada no trabalho de Seroa da Motta *et al.*, (2002) e foi desenvolvida através de estimativas de perdas e danos, relacionados à ocorrência de incêndios. Considerada, pelos próprios autores, como uma avaliação econômica subdimensionada, essa estimativa produziu valores de referência extremamente simplificados e irrealistas, uma vez que não considerou perdas de produtos vegetais não madeireiros como, por exemplo, castanhas, cipós, óleos e plantas medicinais, custos da eliminação da fauna, valor dos serviços ecológicos da floresta em pé, assim como valores éticos e culturais, entre muitos outros.

Nesse trabalho, o cálculo do custo econômico de uso do fogo na Amazônia brasileira foi baseado, exclusivamente, sobre: custos associados às **perdas agropecuárias**, tais como cercas, benfeitorias e pastagens; custos com **doenças respiratórias**, calculados sobre o número de casos de atendimento decorrente de doenças do aparelho respiratório e seus respectivos custos; **perdas florestais**, estimadas sobre as perdas de madeira com valor comercial provocadas pelos incêndios e, finalmente, a **emissão de CO₂**, estimada a partir dos cálculos dos custos marginais de mitigação envolvidos na redução das emissões, advindas exclusivamente da queima de biomassa vegetal. Os resultados indicaram um custo econômico, médio, do uso do fogo na Amazônia brasileira, para o ano de 1998, que variou entre o mínimo de U\$ 102 milhões e o máximo de U\$ 5.087 milhões.

Se nas escalas local e regional as queimadas provocam uma série de impactos ambientais importantes e, como já mencionamos, ainda mal dimensionados, globalmente está comprovado que elas também alteram a composição química da atmosfera causando, por exemplo, o agravamento do efeito estufa e que, por sua vez, pode provocar significativas mudanças climáticas em todo o mundo.

Seguramente, de todos os contextos envolvidos no âmbito das discussões sobre os impactos negativos das queimadas agrícolas e florestais, o que mais tem preocupado e merecido destaque da comunidade científica nacional e internacional é a sua relação com as mudanças climáticas globais, provocadas pela emissão de gases causadores do efeito estufa.

Na coleção *Ecological Studies, Fire in the Tropical Biota: ecosystem processes and global challenges* (Goldammer, 1990), vários trabalhos publicados são resultantes de esforços relacionados à compreensão dos impactos das queimadas sobre os biomas tropicais, sobretudo no que diz respeito aos seus efeitos condicionantes das mudanças climáticas globais (Fearnside, 1990b; Hao *et al.*, 1990; Mueller-Dombois e Goldammer, 1990; Ward, 1990).

Embora ainda haja alguma incerteza e imprecisão quantitativa sobre os efeitos das emissões dos gases de efeito estufa em relação ao atual aquecimento global, Woodwell *et al.* (1998) ressaltam que a gênese do aumento das emissões está relacionada diretamente a alguns dos mais sérios problemas da humanidade que são: o crescimento populacional e o conseqüente crescimento das demandas por alimento, fibras, terra e energia. Basicamente, essas necessidades são supridas através da utilização de combustíveis fósseis e mudanças no uso das terras, envolvendo desmatamentos que, além de emitirem carbono para a atmosfera, reduzem os estoques de carbono da biosfera.

Uma estimativa do balanço global de carbono, resultante da relação entre as emissões e o seqüestro, foi desenvolvida por Houghton, (1996a), onde além da estimativa do fluxo de carbono em função das mudanças de uso das terras (conversão de floresta para agricultura, abandono das terras agricultáveis, colheitas e regeneração da floresta) foram feitos, também, para efeito de comparação, cálculos de biomassa florestal através da utilização de dados provenientes de inventários que permitiram a estimativa de conversão direta. Os

resultados desse estudo, apresentados na Tabela 40, mostraram a composição final de valores e o balanço resultante.

Tabela 40: Composição global das emissões e seqüestro de carbono (10^{15} gC/ano)

Balanço atmosférico	combustível fóssil	mudanças de uso das terras	oceanos	residual	florestas do Norte
3,2 ($\pm 0,2$) =	(+) 5,5 ($\pm 0,5$)	(+) 1,6 ($\pm 0,5$)	(-) 2,0 ($\pm 0,8$)	(-) 1,1 ($\pm 1,1$)	(-) 0,8 ($\pm 0,4$)

(Fonte: Houghton, 1996a)

No caso do Brasil, as mudanças no uso das terras são as principais responsáveis pelas queimadas e também pelas alterações mais severas do fluxo de carbono para a atmosfera. Houghton (1996b) defende que os desmatamentos, sobretudo nas regiões tropicais, somente poderão ser reduzidos através do desenvolvimento de uma agricultura sustentável e define três alternativas para seqüestrar carbono através dos sistemas florestais: aumento das áreas florestadas, redução dos cortes seletivos com aumento de sistemas de produção que apresentem períodos mais longos e manejo do clima para garantir que o aumento da temperatura não altere o carbono estocado nos ecossistemas florestais.

Os gases, responsáveis pelas mudanças climáticas globais, são provenientes de diversas ocorrências e atividades, antrópicas ou naturais, e possuem uma importância relativa com taxas de permanência na atmosfera diferenciadas. A Tabela 41 mostra a composição dos gases mais importantes na constituição desse efeito e oferece indicações para avaliações e análises que tenham como objetivo o combate ou a reversão do quadro atual de aquecimento global.

Tabela 41: Contribuição relativa dos gases-traço para o efeito estufa (EMBRAPA, 2004a).

Gás-traço		Contribuição
Gás Carbônico	CO ₂	60%
Ozônio	O ₃	8%
Óxido Nitroso	N ₂ O	5%
Metano	CH ₄	15%
Clorofluorcarbonetos	CFCs	12%

As taxas de permanência desses gases causadores do efeito estufa na atmosfera também devem ser consideradas, para que se possa discutir, estruturar e adotar medidas que considerem os seus efeitos a médio e longo prazo, uma vez que a “simples” redução das taxas de emissões atuais não solucionaria os problemas causados, dada a persistência desses gases na atmosfera. A Tabela 42 oferece uma visão mais complexa das origens, interações e perenidade desses gases.

Tabela 42: Origem e características dos gases traço atmosféricos significantes para o efeito estufa (EMBRAPA, 2004b).

Caract.	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CFCs	O ₃	CO	H ₂ O
<u>Principais fontes antrópicas</u>	combust. fósseis	cultivo de arroz inundado	fertilizantes	refrigeradores	queima de biomassa	combustíveis fósseis	conversão do uso das terras
	desflorestamento	combustíveis fósseis	conversão do uso das terras	aerossóis		queima de biomassa	irrigação
		queima de biomassa		processos industriais			
<u>Tempo de vida na atmosfera</u>	50 – 200 anos	10 anos	150 anos	60 - 100 anos	semana a meses	meses	dias
<u>Taxa atual de aumento</u>	0,5%	0,9%	0,3%	4%	0,5-2,0%	0,7-1,05%	?

Nota-se que, no caso do Brasil, quase todos os principais gases causadores do efeito estufa têm, direta ou indiretamente, alguma origem relacionada à questão dos desmatamentos e das queimadas. Desflorestamento, conversão do uso das terras e queima de biomassa são citadas como as principais fontes antrópicas de emissão de seis dos sete principais gases de efeito estufa relacionados e, entre

eles, os principais (metano, clorofluorcarbonetos e gás carbônico) podem permanecer na atmosfera por mais de 10 anos.

Observando as duas tabelas apresentadas, nota-se que o gás carbônico, principal componente, responsável por 60% da contribuição para o efeito estufa, possui suas emissões relacionadas principalmente à queima de combustíveis fósseis e aos processos de desflorestamento e, conseqüentemente, à queima de biomassa. O principal agravante dessa constatação é o fato de que o gás carbônico apresenta um tempo de vida na atmosfera extremamente longo, podendo chegar a 200 anos.

Para promover uma significativa redução nas taxas globais das emissões do gás carbônico, provenientes das atividades antrópicas, alguns países desenvolvidos como, por exemplo, os Estados Unidos e o Japão, necessitariam, sobretudo, reduzir as suas taxas de emissão pela queima de combustíveis fósseis, enquanto que no caso de alguns países em desenvolvimento, como o Brasil, significaria priorizar o controle das taxas de desmatamento e da prática de queimadas, tanto para expansão da fronteira quanto nas práticas agrícolas de manejo (UNEP, 2004, p. 227).

Para dimensionar o impacto das atividades antrópicas sobre as emissões totais de CO₂ para a atmosfera, Fosberg *et al.*, (1990) comparam dados anteriores à era industrial, quando a concentração de CO₂ na atmosfera era da ordem de 270ppm, com dados coletados no início da década de 90, quando essa concentração já estava próxima de 350ppm.

Embora haja uma considerável indeterminação quantitativa dos impactos e conseqüências das alterações provocadas pelo homem no meio ambiente, Fosberg *et al.*, (1990) propõem um esquema qualitativo (Figura 40), ressaltando os impactos do uso do fogo no processo de degradação da floresta tropical, para as mudanças climáticas locais e suas conseqüências no avanço do processo de savanização ou de formação dos cerrados, proposto por Goudie, (1993).

Pivello e Coutinho (1992; 1996), desenvolveram um modelo qualitativo, demonstrando que a freqüência das queimadas, associada ao seu tipo, época do ano, fisionomia da vegetação e intensidade, são fatores determinantes no processo de savanização, por estarem relacionados, sobretudo, às variações das taxas de emissão e perda de nutrientes para a atmosfera.



Figura 40: Papel do fogo no processo de degradação da Floresta Tropical. (Fonte: Fosberg *et al.*, 1990).

Embora alguns autores afirmem ser praticamente improvável não haver relação entre as mudanças climáticas globais e as atividades antrópicas (Dias, 1999), ainda existe uma significativa indeterminação entre o grau de correlação das

atuais taxas de emissão de gases de efeito estufa e o aquecimento global. Indefinições como essa ainda não foram devidamente elucidadas e continuam a agregar grande entropia nas discussões sobre a formatação de políticas públicas e medidas de comando e controle a serem adotadas. Apesar de todas as incertezas que cercam o assunto, os efeitos catastróficos que um possível aquecimento global poderia ter sobre a vida na Terra, fazem com que essa discussão assuma uma importância estratégica, capaz de coadunar toda a humanidade em torno dessa questão.

O conceito de vulnerabilidade, definido no documento publicado pela UNEP (2004), aponta a existência de maiores riscos para as populações dos países em desenvolvimento, quando comparados aos riscos dos países desenvolvidos, pela simples capacidade organizacional e econômica de reagir e contornar os problemas, sejam eles relacionados à escassez de alimentos, à destruição de benfeitorias e edificações, ao combate de novas moléstias entre vários outros impactos negativos.

Modificações nos estoques e na circulação das águas, aumento nos níveis dos oceanos e mares, modificações imprevisíveis do clima, com efeitos ainda mais imprevisíveis sobre as alterações da produção mundial de alimentos e modificações dos ecossistemas naturais são apenas algumas das enormes incertezas que cercam esse processo.

Especula-se que a ocorrência de doenças como asma e demais alergias seria favorecida e poderia vir a se transformar em um problema crítico para a humanidade. Questões sobre a incidência de nascimentos de crianças apáticas,

apresentando um peso abaixo do normal e com anomalias graves, associadas às condições atmosféricas mais estressantes, também são consideradas relevantes (Holdren e Smith¹¹, 2000, *apud* UNEP, 2004, p. 2).

Um outro fator que gera preocupação e está relacionado à questão da migração de algumas doenças tropicais como a malária é a criação de situações ecológicas novas, favoráveis à expansão ou alteração das áreas de ocorrência dos vetores destas doenças, com a conseqüente expansão ou alteração da distribuição e ocorrência destas enfermidades, para regiões absolutamente despreparadas para seu controle ou tratamento (IPCC¹², 2001a, *apud* UNEP, 2004, p. 8).

Alterações imprevisíveis na produção de alimentos causadas sobretudo pelas mudanças do regime hídrico e mudanças das temperaturas, podem definir novas zonas para produção agrícola, assim como podem inviabilizar algumas regiões atualmente produtoras. Novamente, o grau de incerteza e imprecisão encontrado nesta questão inviabiliza qualquer análise mais criteriosa.

Em relação à atual disposição das pastagens, a variável que parece ser a mais determinante é a relacionada ao regime hídrico. A acidificação dos solos e da água pode acabar afetando o vigor das pastagens e a viabilidade do desenvolvimento da pecuária em algumas regiões, da mesma forma que pode modificar totalmente os atuais sistemas de produção de pescado e os estoques naturais de peixes (UNEP, 2004, p. 211).

¹¹ HOLDREN, J.P.; SMITH, K.R. (eds). Energy, the environment and health. In: **World Energy Assessment: Energy and the Challenge of sustainability**. New York, United Nations Development Programme, 2000.

A Figura 41 e a Figura 42 ilustram, de forma sintética, o ciclo do Carbono antes e após a presença do homem dando uma idéia das alterações e dinâmicas impostas pelo homem ao meio ambiente.

Como pode-se notar, a diferença mais marcante e significativa fica por conta da inclusão de uma série de atividades, impostas pelo homem no período pós-industrial, que dependem fundamentalmente da energia retirada de estoques de Carbono, mais estáveis, como o fóssil e o carbono contido nos solos orgânicos, definindo uma disponibilidade de enormes quantidades desse Carbono para a atmosfera, sem contudo proporcionar sua recuperação para reposição dos seus estoques de origem ou outros estoques alternativos (UNEP, 2004, p. 214).

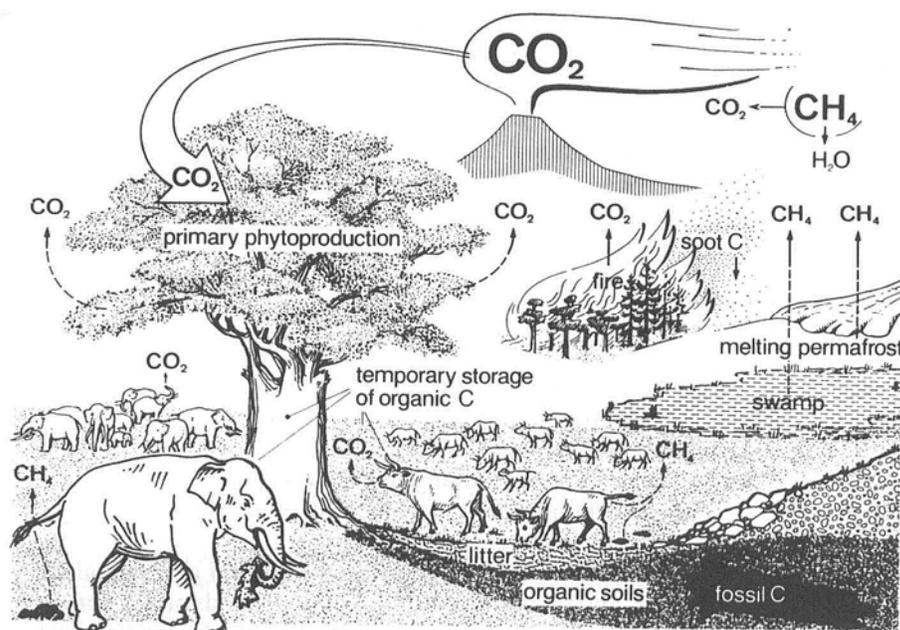


Figura 41: Ciclo natural do Carbono antes do período industrial (Fonte: Schüle, 1990).

¹² IPCC. Climate Change 200: Impacts, adaptation and vulnerability. Contribution of Working Group II to the **Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change**. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom, and New York, United States, 2001a.

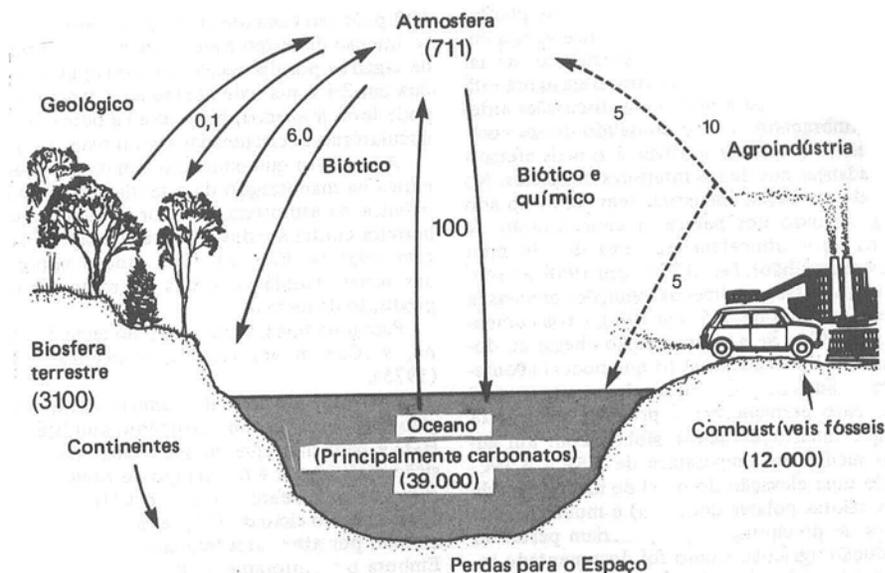


Figura 42: Ciclo do Carbono considerando as atividades antrópicas contemporâneas (Fonte: Odum, 1985).

Segundo o IPCC¹³ (2001b, *apud* UNEP, 2004, p. 5), a concentração atual de CO₂ na atmosfera é de 370ppm, representando 30% a mais que em 1750 e as principais causas dessa mudança são a queima de combustíveis fósseis, mudanças no uso das terras e queima de biomassa. Todas fortemente antropogênicas!

Ainda segundo o IPCC (2001b, *apud* UNEP, 2004, p. 227), o crescimento de setores como indústria e transporte tem sido acompanhado por um constante crescimento das emissões de CO₂ - 65% entre os anos de 1980 e 1998 - o que seria uma forte evidência de que o aquecimento global, observado nos últimos 50 anos, pode ser atribuído às atividades humanas.

¹³ IPCC. Climate Change 200: The Scientific Basis. Contribution of Working Group I to the **Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change**. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom, and New York, United States, 2001b.

Em se tratando de América Latina e Caribe, divisão adotada pela UNEP (2004, p. 227), entre os anos de 1991 e 1992 a região foi responsável por cerca de 11% das emissões antrópicas globais de CO₂. Desse total, apenas 4,5% são referentes a emissões industriais (principalmente queima de combustíveis fósseis) e 48,5% estão relacionadas às emissões provenientes das mudanças de uso das terras.

Índices publicados pela UNEP (2004, p. 215), para o ano de 1998, apontam uma redução da participação das emissões de CO₂ da região que passou a ser responsável pela emissão de 365 milhões de toneladas em 1998, apenas 5,9% das emissões globais totais e indicam, como causa mais provável, os desmatamentos. Enquanto a média global, per capita, de emissões de CO₂ de origem industrial é de 1,06 ton/ano, a região possui uma taxa média de 0,73 ton/ano.

FOGO E SEU PAPEL ECOLÓGICO NO BIOMA DOS CERRADOS

Incidindo naturalmente ou provocadas pelo homem, as queimadas ocorrem há milhares de anos nas áreas de cerrado e condicionaram uma evolução desse tipo de vegetação para o convívio com o fogo. A situação climática de determinadas fisionomias de cerrado depende de uma combinação ou contraposição entre a presença e frequência de incidência de queimadas e de condicionantes relativas à qualidade do solo (Coutinho, 1982, 1990; Coutinho *et al.*, 1982; Trollope, 1982; Pivello e Coutinho, 1996), como ilustra a Figura 43.

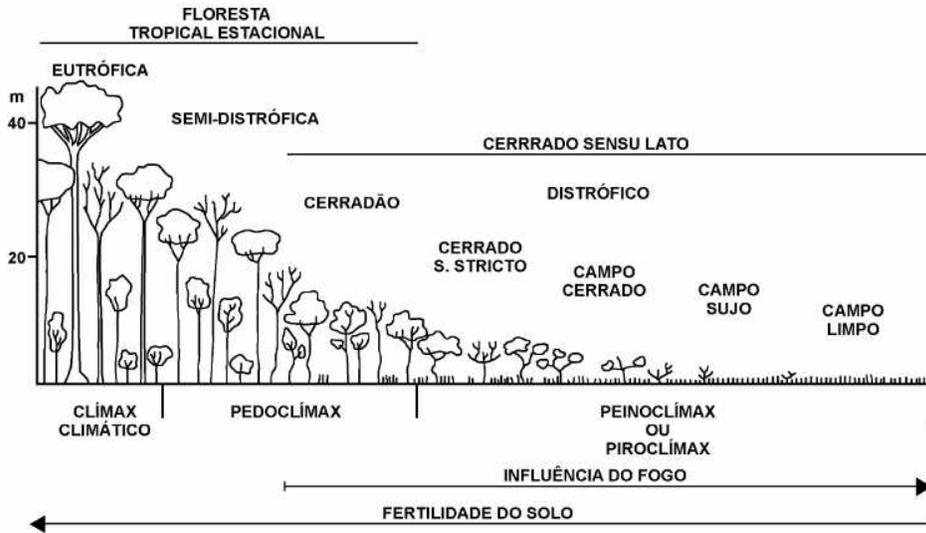


Figura 43: Influência da freqüência de queimadas e dos tipos de solo no estabelecimento das diferentes fisionomias do domínio do cerrado (Fonte: Coutinho, 2002, p. 83).

Se por um lado o aumento da incidência de queimadas pode priorizar ou favorecer, através de vários mecanismos físicos e químicos, o estabelecimento das formações campestres (Coutinho, 1978a, 1979, 1982; Coutinho *et al.*, 1982; Lacey *et al.*, 1982; Trollope, 1982), por outro lado, a melhora das qualidades do solo pode sustentar ou proporcionar a formação e estabelecimento de fisionomias mais fechadas, incluindo as florestais mesofíticas (Coutinho, 1978b, 1982; Walker e Noy-Meir, 1982).

Algumas evidências da presença de queimadas, em áreas de cerrado, indicam que o homem primitivo, assim como os índios, já faziam uso do fogo, supostamente em atividades de caça, guerras entre tribos etc. Embora não se possa quantificar se as causas das queimadas eram naturais ou antrópicas, não resta dúvida de que elas já ocorriam no Brasil central, muito antes da chegada dos portugueses. Alguns fragmentos de carvão foram encontrados durante

escavações realizadas em uma área próxima de Brasília, D.F., e sua datação, pelo método do C14, indicou a presença de uma queimada ocorrida a aproximadamente 1600 anos (Berger e Libby¹⁴, 1996, *apud* Coutinho, 1990). Em outro trabalho sobre datação de carvão, Coutinho (1981, 1990) relata o encontro de fragmentos, a 2 metros de profundidade no solo, durante escavações feitas em uma área de cerrado em Pirassununga, Estado de São Paulo, cuja datação, pelo mesmo método, indicou possuírem aproximadamente 8600 anos.

As datações mais antigas de ocorrência de carvão em áreas de cerrado foram efetuadas a partir de um material pulverulento e dataram aproximadamente 32000 anos (Ferraz-Vicentini, 1999). Embora o autor não tenha tido condições de afirmar com precisão qual sua origem, suspeita-se da carbonização em função da ocorrência de descargas elétricas.

Algumas adaptações da vegetação dos cerrados, tais como a presença de uma casca espessa para proteção de troncos e gemas, presença de xilopódios, caules subterrâneos, capacidade de rebrotar a partir de estruturas subterrâneas como as raízes etc., garantem que após a ocorrência de uma queimada os indivíduos afetados sobrevivam e dêem continuidade ao seu crescimento e às atividades fisiológicas necessárias para a manutenção da vida (Coutinho, 1982).

Além dessas contundentes evidências de adaptações da vegetação dos cerrados à ocorrência de queimadas, ela ainda apresenta algumas particularidades que são importantes como, por exemplo, a estimulação à floração de algumas espécies sensíveis à passagem do fogo. Essa adaptação ao fogo faz com que alguns dias,

¹⁴ BERGER, R.; LIBBY, W.F. UCLA Radiocarbon dates. **Radiocarbon**. v.8. p.467-497, 1996.

ou semanas, após uma queimada, todos os indivíduos de uma mesma espécie floresçam, sincronizadamente, aumentando a probabilidade de ocorrerem polinizações cruzadas, entre os indivíduos da mesma espécie, com conseqüências extremamente importantes em relação ao aumento da variabilidade e diversidade genética das suas populações (Coutinho, 1976, 1982). Além disso, o fato das diferentes espécies florescerem em intervalos diferentes após a ocorrência de uma queimada, faz com que haja uma diminuição da competição interespecífica, pelos agentes polinizadores, insetos, por exemplo, com conseqüente aumento das taxas de cruzamento e de fecundação para cada espécie.

Ao florescerem logo após a passagem do fogo, essas espécies reduzem, também, as chances de que a ocorrência de uma nova queimada venha a interromper seu ciclo reprodutivo. Mais do que isso, ao iniciar o ciclo reprodutivo nesse momento, está garantida a presença de significativas quantidades de nutrientes, nas camadas mais superficiais do solo, o que é sem dúvida um elemento importante para o sucesso no estabelecimento e crescimento dos novos indivíduos (Coutinho, 1982).

Como se não bastassem essas estratégias reprodutivas da vegetação dos cerrados, associadas aos eventos das queimadas, ainda existem outras relacionadas à senescência de certos tipos de frutos que só se abrem e liberam suas sementes, após serem submetidos às altas temperaturas das queimadas, o que, não raro, ocorre apenas um ano depois do fruto haver se formado. Essa sincronia de abertura de frutos, causada pela queimada, também tem um papel

importante, se considerarmos que a grande quantidade de sementes de uma mesma espécie, liberadas ao mesmo tempo, aumenta as chances de algumas sementes escaparem dos predadores e cumprirem seu papel de dispersão e manutenção da espécie (Coutinho, 1977; 1982).

Adaptações às queimadas, no domínio dos cerrados, não devem ser restritas à componente vegetal. Também encontramos diversas evidências de adaptações relacionadas à fauna dessas regiões. A coloração mimética, apresentando diferentes tonalidades de cinza, está presente em répteis, aves e mamíferos, como no caso dos tamanduás, que pode estar associada à garantia de vida após episódios de queimadas, onde os campos tornam-se absolutamente abertos, uma vez que a cobertura vegetal herbácea e arbustiva foi queimada e os indivíduos têm maior dificuldade para se deslocar de forma segura, frente aos olhos atentos de seus predadores.

Por provocarem a rebrota da vegetação herbácea, as queimadas também proporcionam aos herbívoros a renovação das pastagens, nas épocas mais secas do ano (Coutinho, 1982; Lacey *et al.*, 1982) onde, naturalmente, a oferta de alimento é bastante reduzida e as disputas pelas áreas mais úmidas acabam gerando conflitos intra e inter-específicos.

Apesar de todas essas adaptações, alguns trabalhos enfatizam a importância de se considerar a frequência de ocorrência de queimadas, a quantidade de material combustível, a temperatura ambiente, a intensidade dos ventos, a umidade relativa do ar etc., nas discussões sobre os impactos causados pela ocorrência de

queimadas nas formações vegetais típicas dos cerrados e, também, nas florestais (Lacey *et al.*, 1982; Kauffman e Uhl, 1990).

A morte de alguns indivíduos da vegetação e da fauna dos cerrados não deve ser vista, exclusivamente, como um impacto negativo da ocorrência das queimadas, pois a base teórica do processo de seleção natural envolve a sobrevivência e transmissão genética dos indivíduos mais adaptados à ocorrência de fogo e a eliminação daqueles menos adaptados ou doentes.

Para conhecer o efeito das queimadas sobre o ciclo dos nutrientes e discutindo questões ligadas à manutenção do ecossistema das savanas densas, Jensen *et al.* (2001) fizeram um experimento com queimadas programadas e frequências variadas, concluindo que as grandes e significativas perdas de nutrientes causadas por altas frequências de queimadas e grandes quantidades de biomassa herbácea, comprometem o ciclo natural de nutrientes e, conseqüentemente, a manutenção desse ecossistema.

Com o objetivo de conhecer o balanço entre emissão de carbono pelas queimadas e seqüestro de carbono pela vegetação, Miranda e Miranda (2000) estimaram que uma queimada nos cerrados provoca, em média, a liberação de 5,6 t C/ha. Considerando a taxa média de seqüestro de carbono do cerrado, concluíram que seriam necessários 1,8 anos para o equilíbrio entre o carbono emitido e o seqüestrado, por área, o que coincide com o período de aproximadamente dois anos, verificado por Pivello e Coutinho, (1992), para a reposição dos macronutrientes transferidos para a atmosfera, durante uma queimada no cerrado de Pirassununga, S.P.

Castro e Kauffman (1998), motivados pela permanente e rápida substituição dos cerrados naturais pela atividade agrícola no Brasil, elaboraram uma estimativa da perda de Carbono para a atmosfera com as queimadas, considerando a quantidade de Carbono em quatro fisionomias da vegetação de cerrado, indo desde campo cerrado até o cerrado denso e considerando, inclusive, a biomassa existente sob o solo, extremamente importante neste tipo de vegetação. A comparação entre a perda de biomassa nas áreas intactas de cerrado denso e áreas alteradas da floresta tropical mostrou que as perdas associadas a áreas de Floresta Tropical, ainda que alteradas, são significativamente maiores do que aquelas observadas nas áreas de cerrados densos intactos. Em outros estudos similares, Coutinho (1990), Kauffman *et al.* (1998) e Hughes *et al.* (2000) estimaram e discutiram os impactos e efeitos das queimadas, sob a distribuição e ciclo de nutrientes, abaixo e acima da superfície do solo, em áreas de pastagem na Amazônia, áreas de regeneração da floresta e áreas de cerrado, demonstrando existirem diferenças qualitativas e quantitativas muito significativas das queimadas, em função dos ecossistemas afetados.

Há, portanto, evidências empíricas e científicas mostrando a necessidade de se considerar a heterogeneidade ambiental, os diferentes impactos e as características de cada biótopo, nas reflexões e na formulação de políticas públicas, que tenham como objetivo proporcionar a redução, contenção ou racionalização das queimadas no Brasil.

INICIATIVAS GOVERNAMENTAIS E INSTITUCIONAIS PARA CONTENÇÃO DAS QUEIMADAS NA AMAZÔNIA LEGAL

No Brasil, por iniciativa do Governo Federal, existem atualmente alguns grandes projetos buscando identificar, delimitar, mapear, quantificar e monitorar ações relacionadas aos desmatamentos e às queimadas, procurando compreender as relações existentes entre elas, na tentativa de orientar a tomada de decisões para seu controle efetivo.

No âmbito do Ministério da Ciência e Tecnologia, surgiu o Projeto Monitoramento da Floresta Amazônica Brasileira por Satélite - PRODES (INPE, 1999), considerado o maior projeto de monitoramento de florestas do mundo, utilizando técnicas de sensoriamento remoto orbital, com suporte de um sistema de informações geográficas. Há muitos anos ele acompanha o desflorestamento bruto da Amazônia brasileira, executando os mapeamentos das áreas desflorestadas, através da utilização de imagens dos satélites da série Landsat.

A detecção e localização de focos de calor, atividade circunscrita ao Projeto Queimadas, também ligado à esfera de ações do Ministério da Ciência e Tecnologia, desenvolvido pelo Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos do Instituto de Pesquisas Espaciais – INPE/CPTEC, foi a primeira iniciativa no mundo de mapeamento de queimadas através da utilização do sensor AVHRR dos satélites da série NOAA (Kaufman *et al.*, 1990) e apresenta dados de focos de calor, diários, para a totalidade do território nacional (INPE, 2004).

Ainda na esfera do Governo Federal, a preocupação com os incêndios florestais, justificada pelo evento dos incêndios de Roraima em 1998, aliada à crescente

exposição da floresta à ação do fogo e à expectativa do agravamento do quadro de sinistros, exigiu resposta imediata dos governos federal e estadual e da sociedade, na busca de soluções, para minimizar os problemas provocados pelas queimadas e incêndios florestais. Assim nasceu, em maio de 1998, o Programa de Prevenção e Controle de Queimadas e Incêndios Florestais na Amazônia Legal - PROARCO, que emerge das funções institucionais do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA, Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal - MMA. (IBAMA, 1998).

Procurando identificar, delimitar, mapear, quantificar e monitorar as ocorrências de queimadas e incêndios, provocados principalmente pelos sistemas de produção adotados e pela expansão da fronteira agrícola, esse projeto, baseado nas informações dos focos de calor (INPE, 2004), apresenta relatórios diários sobre a avaliação dos riscos de ocorrência de queimadas e incêndios, através da combinação de imagens do satélite NOAA e previsões climáticas.

Também no âmbito do Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal – MMA, o Programa Piloto para Proteção das Florestas Tropicais do Brasil, criado oficialmente durante a Rio-92, tem apoiado uma série de iniciativas inovadoras de monitoramento, prevenção e controle de desmatamentos e queimadas, como por exemplo o Subprograma de Políticas de Recursos Naturais (SPRN), o Projeto de Mobilização, Capacitação e Prevenção de Incêndios Florestais na Amazônia - PROTEGER, o PROMANEJO e o PROVARZEA. Nesse mesmo contexto, com apoio do SPRN, foi estruturado o Sistema de Licenciamento Ambiental em Propriedade Rural – SLAPR,

desenvolvido pela Fundação Estadual de Meio Ambiente – FEMA, do Estado do Mato Grosso (BRASIL, 2004a).

Após ter consolidado e tornado operacional o bem sucedido SLAPR, a partir de julho de 2004, a FEMA tornou-se co-responsável, juntamente com o IBAMA, pelo licenciamento e controle das queimadas no Estado. Essa estratégia do Governo Federal de compartilhar responsabilidades com os governos estaduais, só tem sido possível em função do desenvolvimento de ações, locais, de capacitação e desenvolvimento de sistemas de gerenciamento e gestão (FEMA, 2004).

O projeto PROTEGER é conduzido pelo Grupo de Trabalho Amazônico (GTA), em convênio com o Ministério do Meio Ambiente, no qual são utilizados recursos da agência americana USAID, através do Banco Mundial. Atuando em 134 municípios situados no arco do desmatamento e funcionando basicamente a partir de parcerias e de mobilização social, através do desenvolvimento de seminários, formação de lideranças locais, campanhas de educação ambiental e conscientização das comunidades sobre os perigos de incêndios florestais, o PROTEGER promove a adoção de práticas sustentáveis no sistema de produção dos pequenos agricultores, dos extrativistas e das comunidades indígenas (PROTEGER, 2004)

O Projeto Manejo dos Recursos Naturais da Várzea – PROVARZEA, coordenado pelo IBAMA, é composto de subprojetos, financiados pelo Departamento do Desenvolvimento Internacional – DFD, do Reino Unido, e ocorre de forma integrada envolvendo diversas iniciativas. Entre os principais temas desenvolvidos podem ser citados o turismo ecológico, o manejo do recurso pesqueiro, a

organização social com fortalecimento de colônias de pescadores, organização de conselhos regionais de pesca, promoção de fóruns municipais de pesca, a educação ambiental indígena, a agricultura e, finalmente, o manejo florestal madeireiro comunitário e formação de recursos humanos para gestão participativa (PROVARZEA, 2005).

Criado em 1999 e coordenado pelo IBAMA, o Projeto Apoio ao Manejo Florestal Sustentável na Amazônia – ProManejo, tem testado e desenvolvido estratégias inovadoras relacionadas com o manejo sustentável de Florestas Tropicais na Amazônia. Além disso, vem atuando nos processos de intercâmbio, articulação e diálogo sobre as questões florestais da região. Previsto para um período de cinco anos, o ProManejo tem como objetivo geral apoiar o desenvolvimento e a adoção de sistemas sustentáveis de manejo florestal na Amazônia, com ênfase na exploração de produtos madeireiros, através de ações estratégicas e experiências piloto em áreas prioritárias (PROMANEJO, 2004).

Um outro projeto desenvolvido na esfera federal, circunstanciado no Ministério da Agricultura, Pecuária e do Abastecimento, constitui-se em uma resposta do Governo Federal à necessidade de apresentar um projeto de redução das queimadas agrícolas à sociedade e deu origem à criação de um programa de monitoramento e combate desta prática, através da indicação de “Alternativas Para a Prática das Queimadas na Agricultura” (BRASIL, 2001).

Baseado nos dados produzidos pela Embrapa Monitoramento por Satélite, que há mais de dez anos monitora a incidência de pontos de queimadas em todo o território nacional (EMBRAPA, 1991) e oferece, semanalmente, uma visão da

dinâmica espaço-temporal da sua ocorrência, esse projeto indicou os estados e municípios que mais contribuíam no total de queimadas do país, para que o Governo Federal desenvolvesse um trabalho de conscientização, junto às comunidades locais e apresentasse uma série de alternativas às práticas de queimadas adotadas.

Embora a ênfase principal sobre os problemas advindos da prática de desmatamentos e queimadas seja dada ao domínio da Floresta Tropical, como mostram os principais programas de monitoramento e gestão nacionais desenvolvidos, outros domínios brasileiros, como o caso do cerrado, não podem ser esquecidos ou negligenciados. Estudos desenvolvidos pela “Conservação Internacional do Brasil”, recentemente publicados, indicam que o Cerrado deve desaparecer até 2030. Dos 204 milhões de hectares delimitados pelo Domínio do Cerrado, 57% já foram completamente destruídos e a metade das áreas remanescentes está bastante alterada, podendo não mais servir à conservação da biodiversidade. A taxa anual de desmatamento no Domínio do Cerrado é alarmante, chegando a 1,5%, ou 3 milhões de hectares/ano. As principais pressões identificadas sobre o Cerrado são a expansão da fronteira agrícola, as queimadas e o crescimento não planejado das áreas urbanas. A degradação é maior nos Estados do Mato Grosso do Sul, Goiás e Mato Grosso, no Triângulo Mineiro e no Oeste da Bahia (Conservação Internacional do Brasil, 2004).

Mais recentemente, o decreto de 3 de julho de 2003 criou o Grupo Permanente de Trabalho Interministerial para a Redução dos índices de desmatamento da Amazônia Legal (BRASIL, 2004b), no qual a primeira estratégia de implementação

listada está relacionada a ações de ordenamento fundiário e territorial, até então pouco presente nas discussões para formatação de políticas e estratégias ambientais.

SENSORIAMENTO REMOTO APLICADO À DETECÇÃO DE QUEIMADAS

Pode-se afirmar que a crescente demanda por informações sobre a ocorrência de queimadas, sua abrangência e os impactos decorrentes desse fenômeno, são fatores responsáveis por grande parte dos avanços tecnológicos, obtidos nas últimas duas décadas, no campo de desenvolvimento tecnológico de satélites e sensores aplicados à observação da Terra para acompanhamento de fenômenos naturais ou antrópicos, com abrangência local, regional ou global (Giglio e Kendall, 2001).

O trabalho pioneiro para incorporação de sistemas orbitais na detecção de queimadas em florestas tropicais foi desenvolvido por Matson¹⁵ *et al.* (1984, apud Pereira e Setzer, 1993), com a utilização de imagens do satélite meteorológico da *National Oceanic and Atmospheric Administration-NOAA - Advanced Very High Resolution Radiometer-AVHRR*. No Brasil, a partir de 1987, trabalhos desenvolvidos no Instituto Nacional de Pesquisas espaciais – INPE incorporaram dados do NOAA-AVHRR no desenvolvimento de um sistema nacional para monitoramento das queimadas (Setzer e Pereira, 1991b).

Pereira *et al.* (2000) diferenciam três tipos principais de sistemas de monitoramento através da detecção de pontos de queimadas. O primeiro monitora

¹⁵ MATSON, M.; SCHNEIDER, S.R.; ALDRIDGE, B.; SATCHWELL, B. Fire detection using the NOAA-series satellites. **NOAA-NESS**, Washington, DC, 1984.

os focos ativos através da identificação da pluma de fumaça gerada pelas queimadas, o segundo monitora os focos ativos através da detecção dos picos de temperatura das chamas, no momento da passagem do satélite e o terceiro está relacionado à mensuração da extensão da área afetada através da definição e delimitação das manchas na vegetação, originadas principalmente pela mudança do padrão espectral das áreas de deposição das cinzas e/ou pelo efeito da queimada sobre a vegetação (morte ou rebrota).

O fato de a temperatura da superfície terrestre ser uma das variáveis importantes para a meteorologia e, portanto, sua aquisição ter sido desenvolvida e programada para o conjunto de sensores dispostos nos satélites meteorológicos, condicionou, acidentalmente, um elevado potencial desses instrumentos para sua aplicação na detecção de queimadas.

Elvidge *et al.* (1997) elencaram algumas características do NOAA-AVHRR que fizeram dele um importante instrumento de aquisição de imagens para o monitoramento de queimadas. Dotado de elementos de imagem (pixel) com dimensões aproximadas de 1100m esse satélite apresenta vantagens como: 1) múltiplas passagens diárias; 2) baixo custo dos dados; 3) baixo volume de dados; 4) potencial para produção em tempo real e 5) acesso direto aos dados.

A lógica de utilização dessas imagens, mesmo com algumas limitações em relação à resolução espacial que elas possuem, pode ser facilmente compreendida se compararmos essas mesmas características para dados oriundos de sistemas mais modernos e detentores de melhores resoluções espaciais (pixel menor) como, por exemplo, o satélite Landsat-ETM, que

apresenta o pixel com 60m na banda termal, mas que por outro lado possui: 1) passagem a cada 16 dias sob um mesmo ponto; 2) elevado custo de aquisição de dados; 3) grandes volumes de dados; 4) baixíssimo potencial para processamento em tempo real e 5) protocolo bastante demorado para recebimento dos dados.

Assim como o trabalho de Elvidge *et al.* (1997) ressaltou algumas vantagens de se trabalhar com sensores como o NOAA-AVHRR, o mais amplamente adotado para o mapeamento de queimadas, Li *et al.* (2000, p. 4) lembraram que, além dessas vantagens, há de se considerar a existência de séries históricas completas de dados do NOAA/AVHRR, possibilitando o desenvolvimento de análises temporais históricas da ocorrência desse fenômeno.

Segundo Setzer (1993, p. 8), a baixa resolução espacial das imagens NOAA não pode ser considerada como uma característica restritiva ao seu uso para a detecção e monitoramento dos pontos de queimadas, pois uma queimada cuja “frente de fogo” tenha mais do que 50m já é suficiente para fazer com que o valor da temperatura média do pixel seja alterado de maneira perceptível, propiciando a sua diferenciação em relação aos pixels vizinhos e sua identificação como um ponto de queimada.

Apesar da detecção e monitoramento dos pontos de queimadas não ser limitada pela baixa resolução espacial das imagens do satélite NOAA-AVHRR, um dos problemas que impede a delimitação, quantificação e mapeamento das áreas afetadas pelas queimadas, está relacionado justamente à resolução espacial de 1100m, uma vez que ela inviabiliza o desenvolvimento de abordagens em escalas

mais detalhadas, indicadas nesse tipo de processamento e análise (Setzer, 1993, p. 10; Arino *et al.*, 2000).

O caminho mais intuitivo para solucionar o problema da delimitação das queimadas seria migrar os atuais sistemas de detecção dos pontos de calor para operar com imagens de melhor resolução espacial. Apesar disso, os trabalhos de Setzer, *et al.* (1994, p. 92) e Elvidge *et al.* (1997, p. 1) afirmam que a migração para sistemas com resolução espacial melhores não significaria, necessariamente, uma solução adequada ao problema, pois no caso do monitoramento de grandes extensões territoriais, como no caso da Amazônia brasileira, o número de imagens necessárias, o volume de dados, o custo financeiro e o tempo necessário para o processamento dos dados inviabilizariam a operacionalização dessa estratégia.

Eva e Lambin (1998 b) compararam vários tipos de sensores para o mapeamento de focos de fogo e para a estimativa de biomassa queimada, concluindo que os sensores, como o NOAA/AVHRR e ERS/ATSR, são eficientes na identificação de queimadas ativas e na detecção de variações temporais, sazonais e interanuais. Já para a estimativa de biomassa queimada, apesar do significativo aumento de custo de execução, o resultado mais confiável é obtido através do processamento de imagens de alta resolução espacial, como SPOT e Landsat, em função da identificação e delimitação mais precisa das áreas queimadas.

A análise de séries temporais de dados do satélite DMSP-OLS, capaz de rastrear fracas emissões luminosas no campo do visível VNIR (*Visible-Near Infra Red*), tais como as produzidas por cidades, pequenos aglomerados urbanos, vilas, chamadas oriundas da queima de gases em indústrias, queimadas etc., induziu a busca por

novas opções para o mapeamento de queimadas noturnas, não contempladas nos sistemas mais tradicionais de monitoramento e culminou com o trabalho de Elvidge *et al.* (2000), no qual os autores puderam mapear, através da sobreposição de séries temporais, os pontos que ocorriam em todas as imagens da série e, portanto, considerados estáveis. Com esta base de pontos estáveis os autores puderam, a cada nova imagem obtida, subtrair a base de pontos estáveis e identificar os restantes, de ocorrência variável, considerados como pontos de queimadas.

Para testar a eficiência desse novo instrumento, Fuller e Fulk (2000) desenvolveram um trabalho utilizando imagens produzidas pelo NOAA/AVHRR, canal 3 e DMSP-OLS, para o mapeamento de queimadas, e obtiveram níveis de co-ocorrências de eventos variáveis em função dos diferentes limiares de temperatura aplicados. Observaram também que embora o número de pixels de queimadas obtido pelo DMSP-OLS fosse maior do que o obtido com o NOAA/AVHRR, a distribuição espacial dos pontos foi bastante similar.

Em um trabalho de identificação de focos de queimadas desenvolvido com o sensor MODIS, Kaufman *et al.* (1998) observaram que pequenas áreas sendo queimadas, dependendo de sua temperatura, tiveram a capacidade de saturar o *pixel*, fazendo com que o mesmo fosse classificado como um foco de calor pelo algoritmo do Produto MOD14, mesmo que apenas uma pequena fração da área do *pixel* estivesse sendo queimada. Esse efeito também foi observado com a utilização do sensor AVHRR/NOAA.

Buscando aumentar a diversidade de sensores na execução dessa tarefa, Eva, *et al.* (1998) e Eva e Lambin (1998a) monitoraram, através do uso de imagens do satélite *European Remote Sensing Satellite* - ERS/ATSR, uma queimada ocorrida em uma área de savana na África e comprovaram a eficiência dessa ferramenta orbital para o mapeamento de queimadas nesse tipo de vegetação. O uso de diferentes sensores para as diferentes situações ecológicas e/ou fisionomias vegetais pode originar combinações sensores/situações com desempenhos variados. Eva (1995) avaliou e comparou a eficiência do mapeamento de áreas queimadas com a utilização de imagens NOAA/AVHRR, SPOT/*Vegetation* e ERS/ATSR, concluindo que a combinação e integração de diferentes sensores produz um monitoramento mais preciso e completo.

A precisão obtida no monitoramento de áreas queimadas e de focos de incêndios ativos não está unicamente relacionada à quantidade, ao tipo ou à resolução espacial do sensor utilizado. A escolha dos programas, métodos e algoritmos, adotados para o processamento dos dados, também é fundamental para a obtenção de bons resultados.

Integrantes da comunidade europeia, engajados no experimento “SMOKO”, desenvolveram e testaram vários sistemas para o mapeamento de áreas queimadas no Parque Nacional do Kakadu, Austrália, utilizando sensores ópticos, termais e de microondas (EUR, 2000). Os resultados obtidos através da utilização de imagens Landsat-TM, ERS2-SAR, RADARSAT, NOAA-AVHRR, SPOT-VEGETATION, ERS2-ATSR e GMS-VISSR indicaram que os atuais sistemas de rastreamento global, de média/baixa resolução espacial, produzem dados

confiáveis, quando comparados aos resultados obtidos com sistemas de alta resolução espacial, do tipo Landsat.

Interessados em comparar os sistemas de mapeamento de queimadas, Li *et al.* (2000) desenvolveram um estudo comparativo entre algumas iniciativas para mapeamento e monitoramento de queimadas executadas pelos principais grupos de pesquisa existentes no mundo, com o objetivo de verificar qual a combinação “instrumento/ algoritmo” produz os melhores resultados em termos dos erros de comissão e omissão que são, respectivamente, erro associado à detecção de uma queimada inexistente e erro associado à não detecção de uma queimada existente. Os melhores resultados foram obtidos com o NOAA-AVHRR e, em termos dos algoritmos testados, os autores avaliaram que ainda existe uma significativa taxa de erros em todos eles.

O trabalho de Pereira *et al.* (2000, p. 98) faz uma síntese das principais iniciativas de mapeamento de queimadas no mundo e ressalta o fato de o Brasil possuir um sistema operacional de monitoramento de queimadas para todo o território nacional, desenvolvido pelo Instituto de Pesquisas Espaciais – INPE, com uma política de distribuição e divulgação de dados extremamente aberta. Apesar dos elogios recebidos pela iniciativa brasileira, o sistema desenvolvido e implantado pelo INPE vem sendo aperfeiçoado com a execução de alguns ajustes, associados sobretudo ao algoritmo e aos canais envolvidos na identificação dos focos de queimadas pelo NOAA/AVHRR.

Setzer e Pereira (1991a) empregaram o algoritmo *single threshold* para mapear focos de queimadas na Amazônia, utilizando o canal 3 (3.7 μ m) do satélite

NOAA/AVHRR. Posteriormente, o trabalho de Setzer e Verstraete (1994), detectou alguns problemas no processamento com o *single threshold*, resultantes da confusão do classificador, pelo fato de terem usado imagens diurnas, período em que ocorrem, também, altas temperaturas em alguns tipos de solos e alta reflectância apresentada por algumas superfícies específicas, confundindo o classificador das imagens e gerando erros de comissão significativos para o trabalho de quantificação dos pontos de queimadas.

Alguns problemas relacionados à utilização do sensor AVHRR, a bordo do satélite NOAA foram identificados e publicados em trabalhos desenvolvidos pela NOAA (1985), Kaufman et al. (1990), Kidwell (1991), Robinson (1991), Setzer (1993) e Chuvieco e Martin (1994). Entre os problemas mais críticos os autores citam o fato de a radiação solar refletida por corpos d'água ou solos expostos, para ângulos específicos de reflexão, poderem apresentar a mesma assinatura espectral dos fogos ativos, devido ao baixo limiar de saturação da banda 3 (3,55 a 3,93 μm); fogos ativos cobrindo apenas uma parte do pixel são suficientes para saturar a banda 3 deste sensor, inviabilizando sua utilização na estimativa das áreas queimadas.

Tentando equacionar alguns problemas de má interpretação do classificador, Csiszar *et al.* (2001) desenvolveram fatores de correção, calculados através de imagens do *Polarization and Directionality of the Earth's Reflectance* (POLDER) e concluíram que, além de melhorar significativamente os dados produzidos pelo processamento das imagens NOAA/AVHRR, esses fatores de correção poderiam ser utilizados para as mesmas épocas em outros anos, em função da pouca

variação interanual, sazonal, da “função de distribuição bidirecional de reflectância”.

Existem basicamente três grupos de algoritmos utilizados para o mapeamento de queimadas (Li *et al.*, 2000, p. 7). Os algoritmos mais simples, chamados de *single-channel threshold algorithm*, consideram apenas dados de uma única banda do satélite. No caso do NOAA/AVHRR, a banda mais usual para esse tipo de análise é a banda 3 (3.7 μ m). O segundo grupo, denominado de *Multi-channel threshold algorithm*, envolve a análise dos dados provenientes de mais de uma banda, reduzindo com isso a ocorrência de alguns erros da classificação. O terceiro grupo, chamado *Multi-channel contextual algorithm*, avalia, além dos valores do próprio pixel, os valores dos pixels do seu entorno, através do cálculo da média e do desvio padrão de um conjunto (matriz) de pixels.

Eva e Flasse (1996) testaram o desempenho de dois desses algoritmos (*Multi-channel threshold algorithm* e *Multi-channel contextual algorithm*) para a detecção de focos de queimadas ativas, utilizando imagens de satélites meteorológicos e concluíram que o processamento através do algoritmo *Multi-channel threshold algorithm* produziu resultados mais confiáveis e apresentou uma significativa redução do esforço amostral.

Kondratyev *et al.* (1996) em um trabalho exaustivo e minucioso, fizeram uma avaliação pioneira sobre o estado da arte em sensoriamento remoto, tendo como objetivo principal avaliar o potencial dessas ferramentas para a avaliação das mudanças climáticas globais no qual já destacavam a importância da correta

associação entre tipos de sensores e objetos ou ações que se pretende monitorar, como uma forma de otimizar os sistemas de observação da Terra.

Considerando o desenvolvimento tecnológico extremamente dinâmico observado e os novos incrementos das demandas por dados de queimadas, sobretudo com o advento das discussões sobre mudanças climáticas globais, surgiu uma prioridade maior em relação à questão de integração das bases de dados para a geração de cenários globais sobre a ocorrência de queimadas.

Frente à grande diversidade de resultados obtidos em função da adoção de diferentes métodos e sensores, Dull e Singh (2000) fizeram dez recomendações no âmbito do CEOS (*Committee on Earth Observatin Satellites*), com o objetivo de revisar o potencial das bases de dados espaciais no monitoramento das queimadas. Essas recomendações envolveram, entre outras coisas, o desenvolvimento e teste das inúmeras metodologias e ferramentas para o mapeamento de material combustível, avaliação do risco de ocorrência de queimadas, detecção de focos, monitoramento e mapeamento das áreas afetadas.

Um dos primeiros esforços para integração de bases de dados foi coordenado pela *European Space Agency* - ESA, através da *Fire Ionia Tool* - FIT, que reuniu em um “Atlas Mundial de Queimadas” (ESA/ESRIN, 1997), vários mapeamentos de focos ativos e de áreas queimadas ocorridas na África, América do Sul e Austrália, com a utilização de imagens do sensor NOAA/AVHRR e na Indonésia, com uso do sensor ERS/ATSR, com o objetivo de reunir e integrar o máximo de informações sobre o tema.

Partindo do princípio de que as queimadas ocorrem na totalidade dos continentes e em qualquer época do ano, Dwyer *et al.* (2000) estruturaram um projeto para efetuar o monitoramento da totalidade da superfície terrestre, no período compreendido entre abril de 1992 e dezembro de 1993. Ao final de doze meses de monitoramento foi possível constatar que 6% dos pixels (1,1km²) foram afetados por, pelo menos, uma queimada ao longo do período. Constataram ainda que 50% das queimadas ocorriam no continente Africano, mais de 70% se concentravam na faixa Tropical e um terço delas estavam circunscritas à cobertura vegetal do tipo savana aberta.

Queimadas em florestas são responsáveis por enormes prejuízos ao meio ambiente, à saúde humana e às propriedades rurais, além de colocar vidas humanas em risco. O monitoramento das condições da vegetação e clima, através de dados obtidos por satélite e sua integração com bases de dados estruturadas em Sistemas de Informações Geográficas (SIG) apresenta a possibilidade de prever os eventos de queimadas e minimizar seus impactos negativos (Sunar e Özkan, 2001).

Assumindo um consenso global e emergente de que os ecossistemas florestais possuem um papel central nas questões relativas ao efeito estufa, às mudanças climáticas e à biodiversidade, Grégoire *et al.* (2000) ressaltam a importância das queimadas como agentes modeladores e determinantes do tipo e condição da cobertura vegetal. Neste contexto, o *Global Observation of Forest Cover – GOFCC*, iniciado pelo *Committee on Earth Observation Satellites - CEOS*, tem buscado inventariar e detalhar a cobertura florestal global, para subsidiar o mapeamento e

monitoramento das queimadas nessas áreas com o objetivo de caracterizar os processos biofísicos florestais, através de dados obtidos por satélites.

Anexo 2: Totais anuais de pontos de queimadas por município do Estado do Mato Grosso.

MUNICÍPIO	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
ÁREA DE LITÍGIO	78	8	18	25	77	6	33	55	46
ACORIZAL	24	1	6	5	29	7	16	22	9
ÁGUA BOA	462	42	162	249	104	103	100	263	186
ALTA FLORESTA	1161	291	311	418	829	441	490	745	616
ALTO ARAGUAIA	129	20	37	62	146	23	36	172	101
ALTO BOA VISTA	240	43	124	375	57	119	96	702	154
ALTO GARÇAS	192	11	30	51	115	48	84	86	245
ALTO PARAGUAI	43	27	22	30	46	18	25	46	26
ALTO TAQUARI	40	8	3	0	24	2	0	11	19
APIACÁS	215	50	110	263	246	148	237	664	877
ARAGUAIANA	507	107	182	271	263	137	142	335	240
ARAGUAINHA	48	2	2	11	21	2	8	10	22
ARAPUTANGA	22	2	6	4	34	5	15	13	14
ARENÁPOLIS	9	4	1	15	6	2	6	5	6
ARIPUANÃ	365	159	162	438	646	445	595	1127	1012
BARÃO DE MELGAÇO	100	40	38	204	1016	120	617	257	125
BARRA DO BUGRES	511	135	89	194	292	146	209	230	85
BARRA DO GARÇAS	625	82	198	304	305	132	325	226	187
BOM JESUS DO ARAGUAIA	244	405	197	879	167	320	178	796	314
BRASNORTE	931	261	460	469	826	499	603	1050	996
CÁCERES	512	158	264	456	1433	646	1090	1185	552
CAMPINÁPOLIS	371	29	98	397	210	109	174	265	186
CAMPO NOVO DO PARECIS	1018	72	188	202	252	98	138	230	217
CAMPO VERDE	184	2	42	17	102	43	69	53	99
CAMPOS DE JÚLIO	203	88	62	82	103	69	81	163	323
CANABRAVA DO NORTE	583	96	163	758	108	184	130	514	73
CANARANA	1299	173	473	488	391	242	234	414	424
CARLINDA	666	123	159	224	325	104	108	169	152
CASTANHEIRA	301	119	66	223	259	185	227	297	218
CHAPADA DOS GUIMARÃES	249	17	83	25	238	36	46	69	144
CLÁUDIA	319	150	179	166	638	152	283	412	410
COCALINHO	1042	351	289	742	476	390	414	863	500
COLÍDER	348	83	142	149	323	65	88	97	43
COLNIZA	55	10	13	136	241	207	309	975	916
COMODORO	662	100	115	177	513	239	178	420	505
CONFRESA	340	187	285	1123	347	599	369	1229	594
CONQUISTA D' OESTE	156	14	23	37	62	19	42	32	30
COTRIGUAÇU	110	25	34	125	208	185	247	543	492
CUIABÁ	62	10	25	16	57	28	36	84	43
CURVELÂNDIA	18	1	11	15	55	10	7	6	9
DENISE	42	24	21	30	53	24	27	34	21

MUNICÍPIO	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
DIAMANTINO	471	54	122	222	318	183	150	235	402
DOM AQUINO	44	10	4	26	81	18	21	20	20
FELIZ NATAL	52	22	160	70	424	105	161	458	1077
FIGUEIRÓPOLIS D' OESTE	47	10	22	30	29	18	34	37	10
GAÚCHA DO NORTE	496	221	394	545	885	566	471	1200	979
GENERAL CARNEIRO	474	23	53	73	97	41	104	49	116
GLÓRIA D' OESTE	29	14	17	17	43	26	10	7	25
GUARANTÃ DO NORTE	372	136	290	462	809	144	212	445	320
GUIRATINGA	175	11	29	145	135	28	63	87	122
INDIAVAÍ	9	1	0	5	38	8	12	20	3
ITAÚBA	380	99	199	165	615	133	186	327	354
ITIQUIRA	494	80	72	105	240	84	129	189	252
JACIARA	134	3	2	25	65	16	15	17	17
JANGADA	42	7	12	23	22	7	20	50	23
JAURU	91	17	12	26	94	34	44	30	19
JUARA	1723	336	328	914	936	730	651	1015	1565
JUÍNA	832	150	270	496	657	425	451	914	477
JURUENA	319	30	41	132	135	141	161	320	375
JUSCIMEIRA	165	19	11	37	67	42	26	46	70
LAMBARI D' OESTE	66	42	78	77	160	62	69	116	20
LUCAS DO RIO VERDE	399	62	107	107	198	126	136	134	109
LUCIÁRA	262	45	98	306	141	121	214	263	223
MARCELÂNDIA	741	258	500	522	991	318	468	689	752
MATUPÁ	430	142	217	201	563	169	347	738	391
MIRASSOL D' OESTE	20	9	12	14	51	23	24	26	38
NOBRES	125	22	82	107	112	85	139	149	154
NORTELÂNDIA	25	7	12	13	22	20	21	37	16
NOSSA SENHORA. DO LIVRAMENTO	95	26	16	55	200	36	114	173	103
NOVA BANDEIRANTES	590	218	157	300	420	252	372	717	1032
NOVA BRASILÂNDIA	141	22	78	88	88	40	21	71	68
NOVA CANAÃ DO NORTE	775	105	230	233	942	282	182	325	502
NOVA GUARITA	188	54	138	166	314	93	54	83	83
NOVA LACERDA	160	44	84	132	291	30	231	230	191
NOVA MARILÂNDIA	95	27	33	137	169	37	32	212	96
NOVA MARINGÁ	218	68	198	222	296	283	307	663	1105
NOVA MONTE VERDE	691	166	213	325	529	220	443	440	733
NOVA MUTUM	809	241	346	482	603	327	425	683	893
NOVA NAZARÉ	168	51	60	197	73	79	108	200	272
NOVA OLÍMPIA	36	27	14	61	166	37	56	49	32
NOVA SANTA HELENA	220	54	179	106	281	62	93	214	94
NOVA UBIRATÃ	830	195	348	554	563	394	914	1903	2428
NOVA XAVANTINA	474	113	172	368	154	140	174	141	184
NOVO HORIZONTE DO NORTE	132	23	21	47	84	112	54	122	51
NOVO MUNDO	740	156	316	403	901	372	505	896	1076

MUNICÍPIO	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
NOVO SANTO ANTÔNIO	166	51	37	183	68	116	180	141	176
NOVO SÃO JOAQUIM	369	65	88	226	214	64	124	156	133
PARANAÍTA	332	77	86	184	544	340	387	503	593
PARANATINGA	1220	126	443	841	650	566	486	1019	1057
PEDRA PRETA	47	24	21	106	128	23	63	77	98
PEIXOTO DE AZEVEDO	1121	223	355	515	708	245	399	1284	590
PLANALTO DA SERRA	56	13	8	78	91	21	37	47	40
POCONÉ	82	52	77	103	866	438	708	481	136
PONTAL DO ARAGUAIA	176	18	50	141	87	47	76	94	87
PONTE BRANÇA	18	4	6	19	14	6	22	20	30
PONTES E LACERDA	500	125	119	318	554	244	523	758	372
PORTO ALEGRE DO NORTE	405	108	156	567	131	247	132	525	231
PORTO DOS GAÚCHOS	334	80	173	418	410	428	645	1201	1473
PORTO ESPERIDIÃO	276	81	124	233	492	253	308	306	172
PORTO ESTRELA	18	31	24	99	105	46	78	103	56
POXORÉO	495	34	59	99	282	43	63	146	164
PRIMAVERA DO LESTE	460	20	85	130	111	57	48	129	121
QUERÊNCIA	901	458	511	721	772	683	611	1270	2372
RESERVA DO CABACAL	6	3	0	0	18	0	3	4	0
RIBEIRÃO CASCALHEIRA	490	422	288	897	277	454	347	842	379
RIBEIRÃOZINHO	66	5	4	23	20	15	10	29	25
RIO BRANCO	15	1	0	0	9	2	10	7	2
RONDOLÂNDIA	190	73	113	395	324	172	188	435	214
RONDONÓPOLIS	72	23	41	37	123	23	49	61	74
ROSÁRIO OESTE	488	42	82	128	326	84	150	207	209
SALTO DO CÉU	76	2	20	15	44	17	39	30	15
SANTA CARMEM	155	86	216	178	308	222	236	431	852
SANTA CRUZ DO XINGU	176	42	59	61	75	50	31	133	181
SANTA RITA DO TRIVELATO	255	15	135	222	119	190	122	256	690
SANTA TEREZINHA	166	167	160	493	136	275	247	1009	606
SANTO AFONSO	55	2	11	35	97	51	34	60	32
SANTO ANTÔNIO DO LESTE	393	36	36	139	50	44	68	68	57
SANTO ANTÔNIO DO LEVERGER	346	22	164	207	569	125	283	280	281
SÃO FÉLIX DO ARAGUAIA	988	486	359	951	413	488	390	1023	711
SÃO JOSÉ DO POVO	11	8	3	13	35	4	28	13	2
SÃO JOSÉ DO RIO CLARO	67	77	80	129	158	150	152	323	504
SÃO JOSÉ DO XINGU	487	146	177	611	134	172	86	363	131
SÃO JOSÉ DOS QUATRO MARCOS	15	6	12	13	44	26	38	29	24
SÃO PEDRO DA CIPA	29	0	0	11	25	5	0	11	5
SAPEZAL	674	88	106	160	238	216	251	231	319
SERRA NOVA DOURADA	38	21	31	132	37	58	64	171	37
SINOP	418	205	311	382	768	400	410	566	611
SORRISO	1587	392	604	1162	1267	890	1425	1279	1105
TABAPORÃ	323	270	210	459	781	546	701	1357	1719

MUNICÍPIO	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
TANGARÁ DA SERRA	766	62	110	124	525	164	225	356	183
TAPURAH	951	206	558	1538	1820	1271	2149	3179	3224
TERRA NOVA DO NORTE	557	91	276	238	579	100	126	221	109
TESOURO	237	19	37	200	98	54	75	66	142
TORIXORÉU	190	3	23	78	49	25	26	68	40
UNIÃO DO SUL	220	84	239	116	310	164	189	266	224
VALE DE SÃO DOMINGOS	48	36	14	36	78	13	66	85	67
VÁRZEA GRANDE	21	0	5	15	11	3	15	21	11
VÉRA	202	109	206	344	550	470	792	1154	1356
V. BELA DA SANTÍSSIMA TRINDADE	626	175	327	404	808	328	726	1012	541
VILA RICA	159	278	241	997	240	582	187	1040	784

Anexo 3: Matriz de correlação entre as variáveis selecionadas e o F1 de queimadas.

F1	F1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11	X12	X13	X14	X15	X16	X17	X18	X19	X20
r	100,0	0,64	0,27	0,29	0,16	-0,02	0,21	0,77	0,69	0,48	0,51	-0,45	-0,44	0,27	0,31	0,36	0,38	0,38	0,39	0,41
n.s.		<,001	0,001	0,001	0,061	0,856	0,014	<,001	<,001	<,001	<,001	<,001	<,001	0,001	0,000	<,001	<,001	<,001	<,001	<,001
	X21	X22	X23	X24	X25	X26	X27	X28	X29	X30	X31	X32	X33	X34	X35	X36	X37	X38	X39	X40
r	-0,08	-0,07	-0,09	-0,11	-0,10	-0,02	-0,02	-0,05	-0,09	-0,08	-0,10	-0,11	-0,10	-0,04	-0,03	-0,05	-0,06	-0,05	-0,07	-0,11
n.s.	0,341	0,393	0,295	0,195	0,260	0,782	0,782	0,590	0,293	0,356	0,266	0,199	0,240	0,648	0,768	0,545	0,476	0,549	0,405	0,214
	X41	X42	X43	X44	X45	X46	X47	X48	X49	X50	X51	X52	X53	X54	X55	X56	X57	X58	X59	X60
r	-0,09	-0,02	0,01	-0,02	-0,09	-0,10	-0,11	-0,10	-0,10	-0,10	-0,11	-0,09	-0,08	-0,09	-0,11	-0,10	-0,10	-0,10	-0,10	-0,09
n.s.	0,287	0,839	0,946	0,785	0,312	0,257	0,206	0,247	0,256	0,262	0,205	0,269	0,346	0,313	0,214	0,234	0,256	0,251	0,244	0,287
	X61	X62	X63	X64	X65	X66	X67	X68	X69	X70	X71	X72	X73	X74	X75	X76	X77	X78	X79	X80
r	-0,09	-0,10	-0,10	-0,10	-0,10	-0,09	-0,11	-0,10	0,09	0,00	0,06	0,06	0,06	0,10	0,20	0,19	0,09	-0,02	0,05	0,08
n.s.	0,295	0,238	0,224	0,254	0,256	0,269	0,202	0,245	0,308	0,996	0,482	0,510	0,517	0,238	0,020	0,029	0,314	0,815	0,569	0,371
	X81	X82	X83	X84	X85	X86	X87	X88	X89	X90	X91	X92	X93	X94	X95	X96	X97	X98	X99	X100
r	0,06	0,11	0,18	0,18	0,20	0,08	0,13	0,14	0,13	0,13	0,23	0,23	0,09	0,08	0,08	0,13	0,12	0,14	0,21	0,25
n.s.	0,478	0,201	0,037	0,037	0,021	0,370	0,114	0,096	0,122	0,135	0,006	0,007	0,308	0,353	0,350	0,142	0,159	0,092	0,014	0,004
	X101	X102	X103	X104	X105	X106	X107	X108	X109	X110	X111	X112	X113	X114	X115	X116	X117	X118	X119	X120
r	0,09	0,07	0,07	0,10	0,11	0,13	0,20	0,22	0,09	0,09	0,08	0,13	0,12	0,14	0,20	0,24	0,10	0,06	0,07	0,09
n.s.	0,317	0,392	0,411	0,238	0,187	0,116	0,020	0,009	0,287	0,276	0,378	0,139	0,157	0,092	0,016	0,004	0,250	0,458	0,395	0,291
	X121	X122	X123	X124	X125	X126	X127	X128	X129	X130	X131	X132	X133	X134	X135	X136	X137	X138	X139	X140
r	0,11	0,13	0,20	0,18	0,13	0,11	0,11	0,14	0,14	0,17	0,25	0,26	0,23	0,16	0,18	0,08	-0,07	-0,08	-0,07	-0,08
n.s.	0,217	0,128	0,019	0,038	0,131	0,192	0,199	0,093	0,097	0,051	0,003	0,002	0,008	0,061	0,032	0,333	0,399	0,378	0,403	0,369
	X141	X142	X143	X144	X145	X146	X147	X148	X149	X150	X152	X153	X154	X155	X156	X157	X158	X159	X160	X161
r	-0,09	-0,09	-0,05	-0,06	-0,08	0,23	-0,07	-0,08	-0,07	-0,06	-0,10	-0,08	0,33	0,20	-0,07	-0,07	-0,07	-0,08	-0,06	-0,08
n.s.	0,285	0,269	0,586	0,453	0,329	0,006	0,399	0,329	0,388	0,461	0,263	0,376	0,000	0,020	0,393	0,422	0,438	0,359	0,455	0,353
	X162	X163	X164	X165	X166	X173	X174	X175	X176	X177	X178	X179	X180	X181	X182	X183	X184	X185	X186	X187
r	-0,06	-0,07	-0,08	-0,07	-0,07	-0,04	-0,03	0,06	0,07	-0,03	0,03	0,03	0,03	0,18	0,20	0,44	0,35	-0,02	0,14	0,20
n.s.	0,449	0,407	0,371	0,399	0,432	0,659	0,720	0,455	0,393	0,748	0,735	0,733	0,717	0,035	0,018	<,001	<,001	0,844	0,094	0,020
	X189	X190	X191	X192	X193	X194	X195	X196	X197	X198	X199	X200	X201							
r	0,78	0,83	0,92	0,89	0,86	0,96	0,90	0,93	0,85	0,05	0,03	0,05	0,02							
n.s.	<,001	<,001	<,001	<,001	<,001	<,001	<,001	<,001	<,001	0,580	0,708	0,598	0,771							

r Coeficiente de Correlação
n.s. Nível de Significância

Anexo 4: Descrição dos códigos das variáveis.

F1=Fator 1 de queimadas
x1=Área do município (hectares), fonte IBGE
x2=Área do mun (hectares), fonte SIG
x3=renda per capita em 1991
x4=renda per capita em 2000
x5=índice de desenvolvimento humano em 2000
x6=população residente em 2000
x7=número de tratores em 1996
x8=total de área desmatada em 1999 (hectare)
x9=total de área desmatada em 2000 (hectare)
x10=área total desmatada até 1999 (hectare)
x11=área total desmatada até 2000 (hectare)
x12=área total desmatada até 1999 em porcentagem
x13=área total desmatada até 2000 em porcentagem
x14=rebanho bovino em 1995 (número de cabeças)
x15=rebanho bovino em 1996 (número de cabeças)
x16=rebanho bovino em 1997 (número de cabeças)
x17=rebanho bovino em 1998 (número de cabeças)
x18=rebanho bovino em 1999 (número de cabeças)
x19=rebanho bovino em 2000 (número de cabeças)
x20=rebanho bovino em 2001 (número de cabeças)
x21=produção de algodão em 1994 (toneladas)
x22=produção de algodão em 1995 (toneladas)
x23=produção de algodão em 1996 (toneladas)
x24=produção de algodão em 1997 (toneladas)
x25=produção de algodão em 1998 (toneladas)
x26=produção de algodão em 1999 (toneladas)
x27=produção de algodão em 2000 (toneladas)
x28=produção de algodão em 2001 (toneladas)
x29=valor da produção de algodão em 1994 (mil Reais)
x30=valor da produção de algodão em 1995 (mil Reais)
x31=valor da produção de algodão em 1996 (mil Reais)
x32=valor da produção de algodão em 1997 (mil Reais)
x33=valor da produção de algodão em 1998 (mil Reais)
x34=valor da produção de algodão em 1999 (mil Reais)
x35=valor da produção de algodão em 2000 (mil Reais)
x36=valor da produção de algodão em 2001 (mil Reais)
x37=área cultivada com algodão em 1994 (hectare)
x38=área cultivada com algodão em 1995 (hectare)
x39=área cultivada com algodão em 1996 (hectare)
x40=área cultivada com algodão em 1997 (hectare)
x41=área cultivada com algodão em 1998 (hectare)
x42=área cultivada com algodão em 1999 (hectare)
x43=área cultivada com algodão em 2000 (hectare)

x44=área cultivada com algodão em 2001 (hectare)
x45=produção de cana de açúcar em 1994 (toneladas)
x46=produção de cana de açúcar em 1995 (toneladas)
x47=produção de cana de açúcar em 1996 (toneladas)
x48=produção de cana de açúcar em 1997 (toneladas)
x49=produção de cana de açúcar em 1998 (toneladas)
x50=produção de cana de açúcar em 1999 (toneladas)
x51=produção de cana de açúcar em 2000 (toneladas)
x52=produção de cana de açúcar em 2001 (toneladas)
x53=valor da produção de cana de açúcar em 1994 (mil Reais)
x54=valor da produção de cana de açúcar em 1995 (mil Reais)
x55=valor da produção de cana de açúcar em 1996 (mil Reais)
x56=valor da produção de cana de açúcar em 1997 (mil Reais)
x57=valor da produção de cana de açúcar em 1998 (mil Reais)
x58=valor da produção de cana de açúcar em 1999 (mil Reais)
x59=valor da produção de cana de açúcar em 2000 (mil Reais)
x60=valor da produção de cana de açúcar em 2001 (mil Reais)
x61=área cultivada com cana de açúcar em 1994 (hectare)
x62=área cultivada com cana de açúcar em 1995 (hectare)
x63=área cultivada com cana de açúcar em 1996 (hectare)
x64=área cultivada com cana de açúcar em 1997 (hectare)
x65=área cultivada com cana de açúcar em 1998 (hectare)
x66=área cultivada com cana de açúcar em 1999 (hectare)
x67=área cultivada com cana de açúcar em 2000 (hectare)
x68=área cultivada com cana de açúcar em 2001 (hectare)
x69=produção de milho em 1994 (toneladas)
x70=produção de milho em 1995 (toneladas)
x71=produção de milho em 1996 (toneladas)
x72=produção de milho em 1997 (toneladas)
x73=produção de milho em 1998 (toneladas)
x74=produção de milho em 1999 (toneladas)
x75=produção de milho em 2000 (toneladas)
x76=produção de milho em 2001 (toneladas)
x77=valor da produção de milho em 1994 (mil Reais)
x78=valor da produção de milho em 1995 (mil Reais)
x79=valor da produção de milho em 1996 (mil Reais)
x80=valor da produção de milho em 1997 (mil Reais)
x81=valor da produção de milho em 1998 (mil Reais)
x82=valor da produção de milho em 1999 (mil Reais)
x83=valor da produção de milho em 2000 (mil Reais)
x84=valor da produção de milho em 2001 (mil Reais)
x85=área cultivada com milho em 1994 (hectare)
x86=área cultivada com milho em 1995 (hectare)
x87=área cultivada com milho em 1996 (hectare)
x88=área cultivada com milho em 1997 (hectare)

x89=área cultivada com milho em 1998 (hectare)
x90=área cultivada com milho em 1999 (hectare)
x91=área cultivada com milho em 2000 (hectare)
x92=área cultivada com milho em 2001 (hectare)
x93=produção de soja em 1994 (toneladas)
x94=produção de soja em 1995 (toneladas)
x95=produção de soja em 1996 (toneladas)
x96=produção de soja em 1997 (toneladas)
x97=produção de soja em 1998 (toneladas)
x98=produção de soja em 1999 (toneladas)
x99=produção de soja em 2000 (toneladas)
x100=produção de soja em 2001 (toneladas)
x101=valor da produção de soja em 1994 (mil Reais)
x102=valor da produção de soja em 1995 (mil Reais)
x103=valor da produção de soja em 1996 (mil Reais)
x104=valor da produção de soja em 1997 (mil Reais)
x105=valor da produção de soja em 1998 (mil Reais)
x106=valor da produção de soja em 1999 (mil Reais)
x107=valor da produção de soja em 2000 (mil Reais)
x108=valor da produção de soja em 2001 (mil Reais)
x109=área cultivada com soja em 1994 (hectare)
x110=área cultivada com soja em 1995 (hectare)
x111=área cultivada com soja em 1996 (hectare)
x112=área cultivada com soja em 1997 (hectare)
x113=área cultivada com soja em 1998 (hectare)
x114=área cultivada com soja em 1999 (hectare)
x115=área cultivada com soja em 2000 (hectare)
x116=área cultivada com soja em 2001 (hectare)
x117=valor da produção das lavouras temporárias em 1994 (mil Reais)
x118=valor da produção das lavouras temporárias em 1995 (mil Reais)
x119=valor da produção das lavouras temporárias em 1996 (mil Reais)
x120=valor da produção das lavouras temporárias em 1997 (mil Reais)
x121=valor da produção das lavouras temporárias em 1998 (mil Reais)
x122=valor da produção das lavouras temporárias em 1999 (mil Reais)
x123=valor da produção das lavouras temporárias em 2000 (mil Reais)
x124=valor da produção das lavouras temporárias em 2001 (mil Reais)
x125=área cultivada com lavouras temporárias em 1994 (hectare)
x126=área cultivada com lavouras temporárias em 1995 (hectare)
x127=área cultivada com lavouras temporárias em 1996 (hectare)
x128=área cultivada com lavouras temporárias em 1997 (hectare)
x129=área cultivada com lavouras temporárias em 1998 (hectare)
x130=área cultivada com lavouras temporárias em 1999 (hectare)
x131=área cultivada com lavouras temporárias em 2000 (hectare)
x132=área cultivada com lavouras temporárias em 2001 (hectare)
x133=financiamento agropecuário em 1999 (Reais)

x134=financiamento agropecuário em 2000 (Reais)
x135=Fundo Centro Oeste em 1999 (Reais)
x136=Fundo Centro Oeste em 2000 (Reais)
x137=arrecadação tributos federais em 1999 (Reais)
x138=arrecadação tributos federais em 2000 (Reais)
x139=arrecadação tributos federais – Imposto Produto Industrializado em 1999 (Reais)
x140=arrecadação tributos federais – Imposto Produto Industrializado em 2000 (Reais)
x141=arrecadação tributos federais – Imposto Operações Financeiras em 1999 (Reais)
x142=arrecadação tributos federais – Imposto Operações Financeiras em 2000 (Reais)
x143=arrecadação tributos federais – Contribuição Provisória sobre Movimentação Financeira em 1999 (Reais)
x144=arrecadação tributos federais – Imposto de Importação em 1999 (Reais)
x145=arrecadação tributos federais – Imposto de Importação em 2000 (Reais)
x146=arrecadação tributos federais – Outras Receitas em 1999 (Reais)
x147=arrecadação tributos federais – Imposto Exportação em 2000 (Reais)
x148=arrecadação tributos federais – Imposto Produtos Industrializados 1999 (Reais)
x149=arrecadação tributos federais – Imposto Renda Pessoa Física em 2000 (Reais)
x150=arrecadação tributos federais – Imposto Renda Pessoa Jurídica em 1999 (Reais)
x152=arrecadação tributos federais – Imposto Renda Retido na Fonte em 1999 (Reais)
x153=arrecadação tributos federais – Imposto Renda Retido na Fonte em 2000 (Reais)
x154=arrecadação tributos federais – Imposto Territorial Rural em 1999 (Reais)
x155=arrecadação tributos federais – Imposto Territorial Rural em 2000 (Reais)
x156=arrecadação impostos e taxas estaduais em 1995 (Reais)
x157=arrecadação impostos e taxas estaduais em 1996 (Reais)
x158=arrecadação Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços em 2000 (Reais)
x159=benefícios concedidos pelo INSS - Total em 2000 (Reais)
x160=arrecadação tributos federais – Contribuição Social sobre Lucro Líquido em 1999 (Reais)
x161=arrecadação tributos federais - Contribuição para o Financiamento da Seguridade Social em 1999 (Reais)
x162=arrecadação tributos federais – Fundação do Desenvolvimento Administrativo em 1999 (Reais)
x163=arrecadação tributos federais – Contribuição para o Plano de Seguridade Social do Servidor em 1999 (Reais)
x164=Instituto Nacional de Seguridade Social - Arrecadacao em 1999 (Reais)
x165=Instituto Nacional de Seguridade Social - Arrecadacao em 2000 (Reais)

x166=Instituto Nacional de Seguridade Social - Distribuido em 1999 (Reais)
x173=Fundo de Participação Estadual e Municipal em 1999
x174=Fundo de Participação Estadual e Municipal em 2000
x175=número de indústrias em 1998
x176=número de indústrias em 1999
x177=número de funcionarios nas indústrias em 1998
x178=número de funcionarios nas indústrias em 1999
x179=produção de carvão vegetal em 1997 (toneladas)
x180=produção de carvão vegetal em 1999 (toneladas)
x181=produção de lenha em 1997 (m ³)
x182=produção de lenha em 1999 (m ³)
x183=produção de madeira em tora em 1997 (m ³)
x184=produção de madeira em tora em 1999 (m ³)
x185=número de agências bancárias e cooperativas de crédito em 2000
x186=número de contratos com PRONAF em 2000
x187=valor contratado com PRONAF em 2000
x189=total de pontos de queimadas em 95 (Embrapa)
x190=total de pontos de queimadas em 96 (Embrapa)
x191=total de pontos de queimadas em 97 (Embrapa)
x192=total de pontos de queimadas em 98 (Embrapa)
x193=total de pontos de queimadas em 99 (Embrapa)
x194=total de pontos de queimadas em 2000 (Embrapa)
x195=total de pontos de queimadas em 2001 (Embrapa)
x196=total de pontos de queimadas em 2002 (Embrapa)
x197=total de pontos de queimadas em 2003 (Embrapa)
x198=área total dos assentamentos do INCRA até 1999
x199=número total de famílias assentadas pelo INCRA até 1999
x200=área total dos assentamentos do INCRA até 2000
x201=número total de famílias assentadas pelo INCRA até 2000

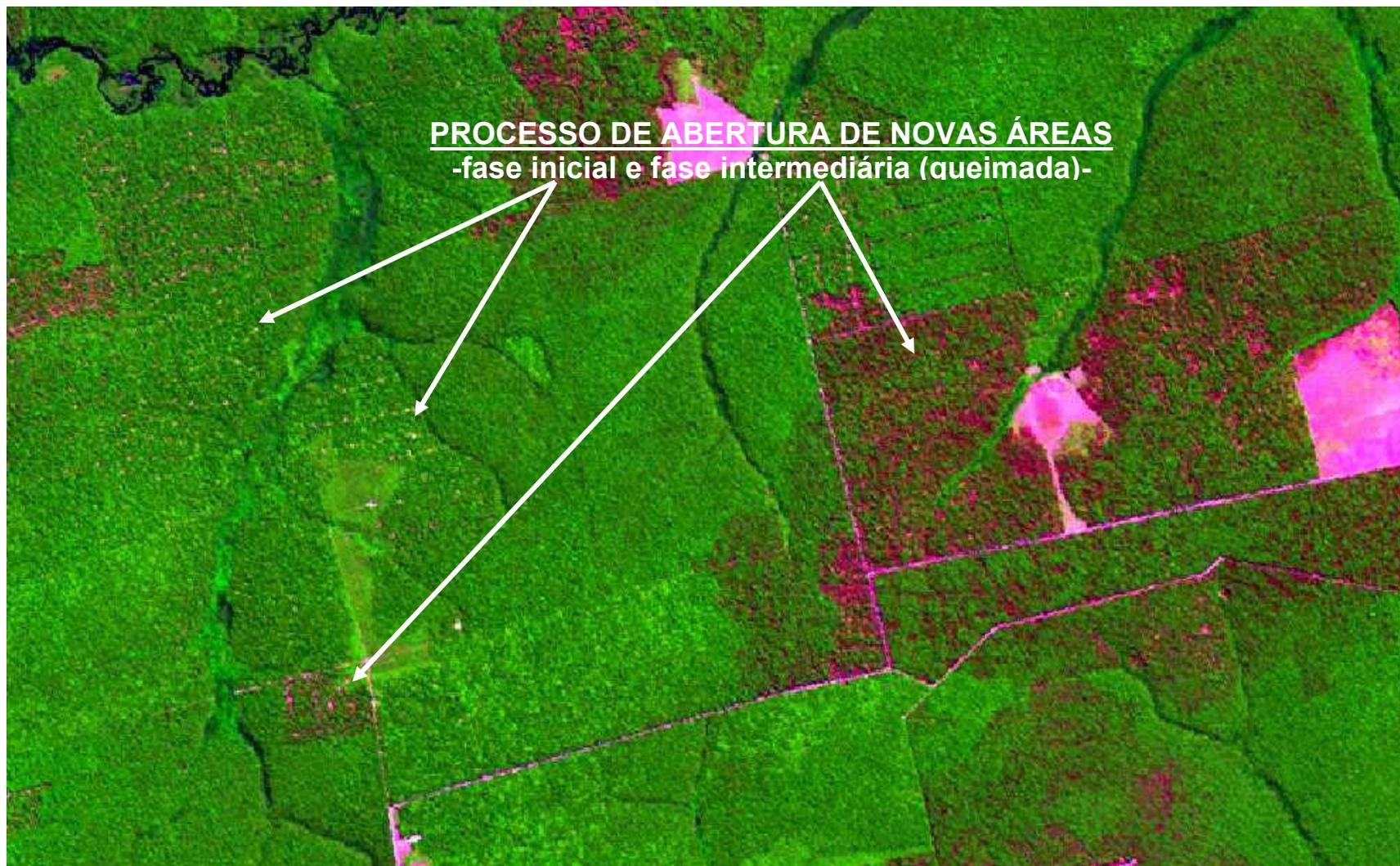
Anexo 5: Dendrograma resultante da análise de *cluster*.

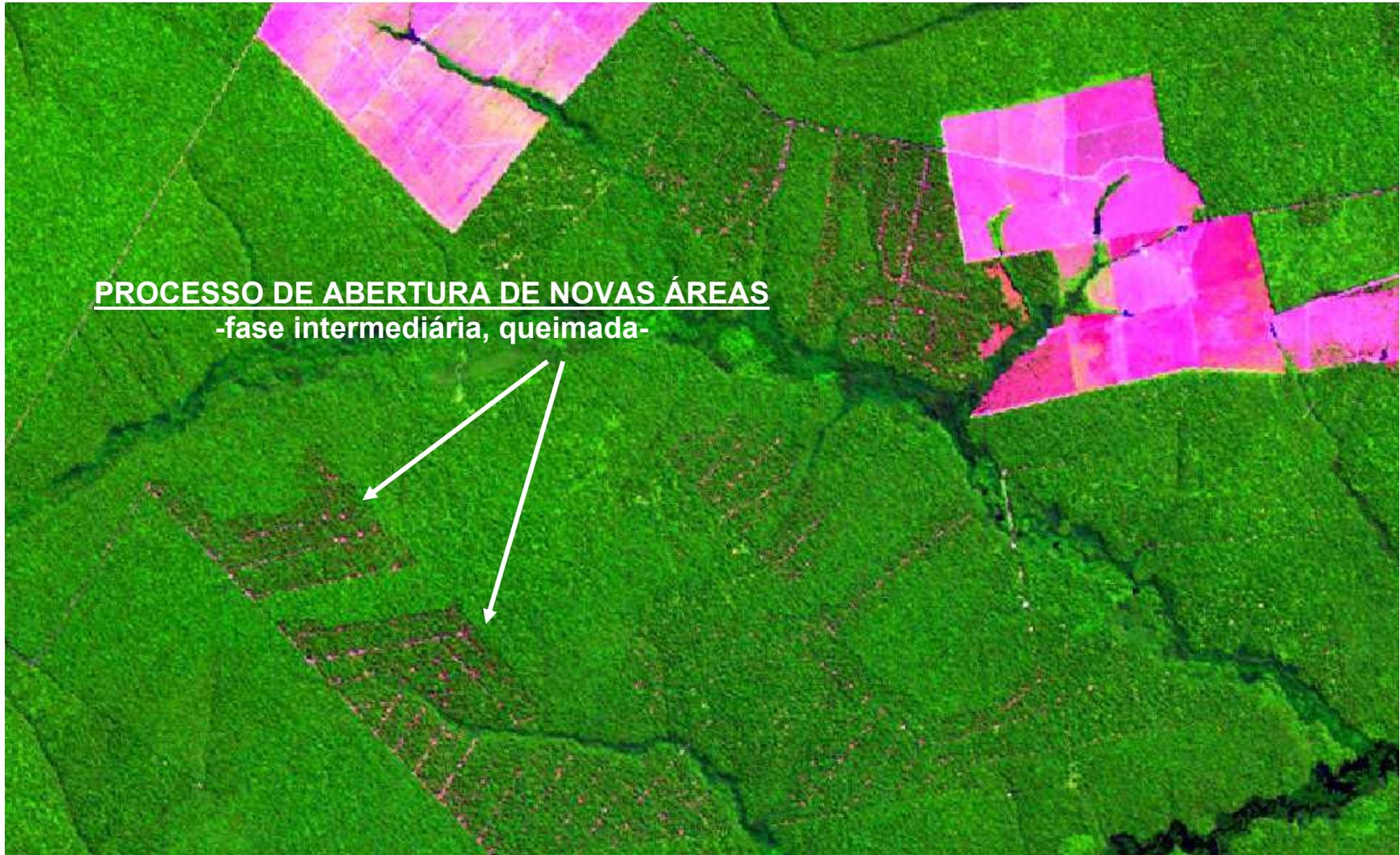
Anexo 6: Imagens do satélite Landsat, ilustrando diferentes fases do processo de abertura de novas áreas.



PROCESSO DE ABERTURA DE NOVAS ÁREAS
-fase inicial, "brocagem"-

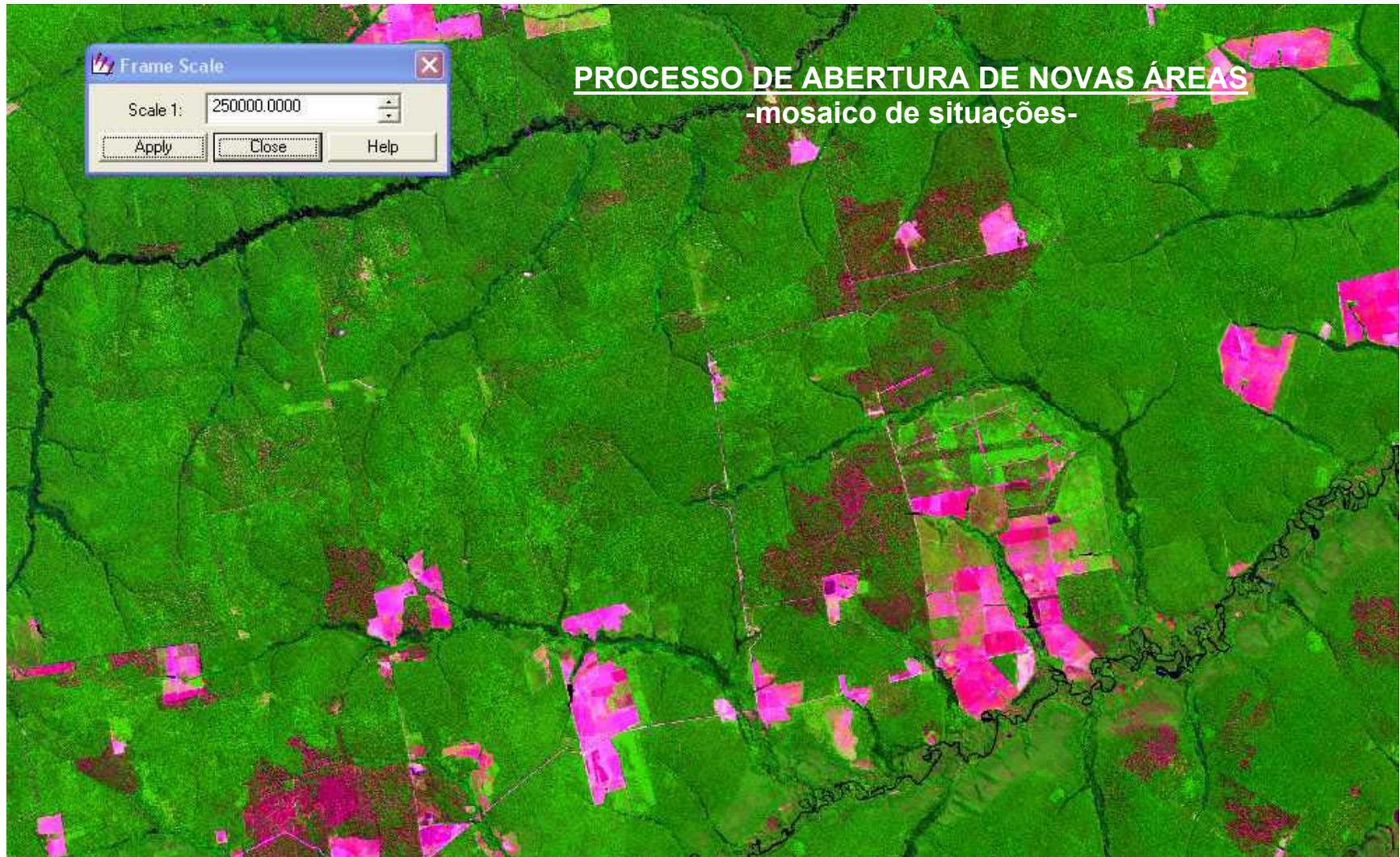


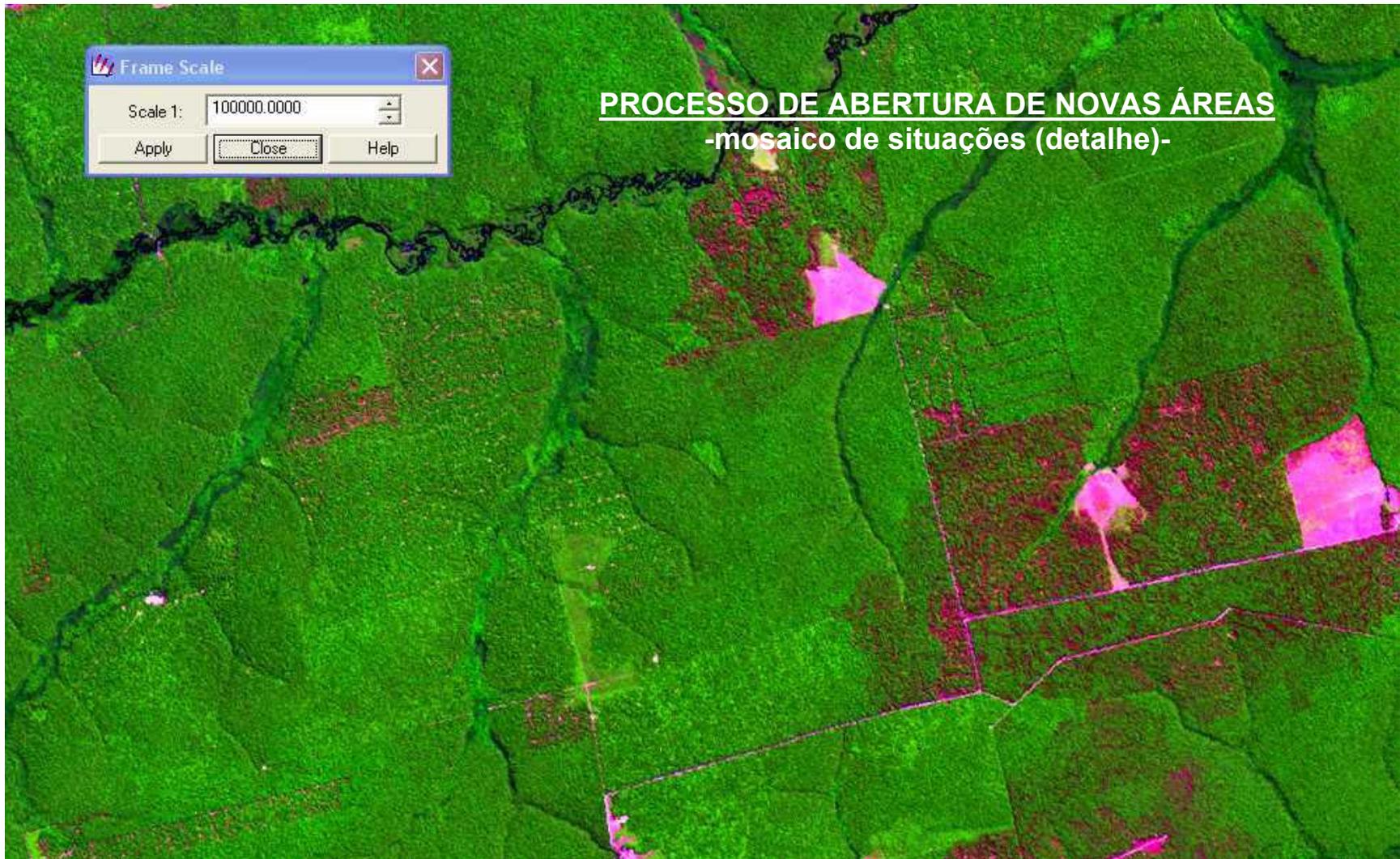






PROCESSO DE ABERTURA DE NOVAS ÁREAS
-fase inicial, queimada-





PROCESSO DE ABERTURA DE NOVAS ÁREAS
-mosaico de situações (detalhe)-