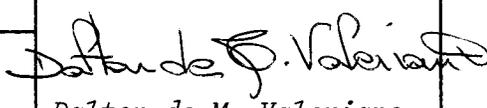


1. Publicação nº <i>INPE-3417-PRE/683</i>	2. Versão	3. Data <i>Fev., 1985</i>	5. Distribuição <input type="checkbox"/> Interna <input checked="" type="checkbox"/> Externa <input type="checkbox"/> Restrita
4. Origem <i>DDS/DTM</i>	Programa <i>TRANSE</i>		
6. Palavras chaves - selecionadas pelo(s) autor(es) <i>ANÁLISE AUTOMÁTICA</i> <i>ÁREAS QUEIMADAS</i> <i>DADOS MSS/LANDSAT</i> <i>ESTADO DE RONDÔNIA</i>			
7. C.D.U.: <i>528.711.7:634.0.43</i>			
8. Título <i>ANÁLISE AUTOMÁTICA DE DADOS DO SENSOR MSS/LANDSAT PARA A AVALIAÇÃO DE ÁREAS QUEIMADAS NA INSTALAÇÃO E CONSERVAÇÃO DE PROJETOS AGROPECUÁRIOS.</i>		10. Páginas: <i>10</i>	
		11. Última página: <i>09</i>	
		12. Revisada por	
9. Autoria <i>João Roberto dos Santos</i>		 <i>Dalton de M. Valeriano</i> Dalton de M. Valeriano	
Assinatura responsável 		 <i>Nelson de Jesus Parada</i> Nelson de Jesus Parada Diretor Geral	
14. Resumo/Notas <i>O objetivo deste trabalho foi avaliar o percentual de área queimada durante o processo de instalação e conservação de projetos agropecuários, com base nos dados digitalizados do MSS/LANDSAT. Uma análise da distribuição espacial destas áreas queimadas também é apresentada. A área selecionada (coordenada central: 62°30'W e 10°30'S) no Estado de Rondônia compreende 5 subáreas de 900km² cada uma ao longo da estrada BR-364. A análise automática foi realizada no sistema IMAGE-100, utilizando o algoritmo classificatório MAXVER. Este algoritmo permitiu a discriminação (desempenho médio de 95%) das classes: floresta, queimada e uso agropecuário. O percentual médio de áreas afetadas pelo fogo foi em torno de 25% (732,18km²) da área total (3000km²). Com base em parâmetros da distribuição espacial, como o raio de dispersão e o índice de dispersão, as áreas queimadas mostraram estar distribuídas de forma agregada na área de estudo, em conformidade com as linhas de penetração previamente estabelecidas no plano de colonização.</i>			
15. Observações <i>Trabalho apresentado na Quarta Reunião da Selper. Santiago, Chile de 12 a 16 de novembro de 1984.</i>			

ANÁLISE AUTOMÁTICA DE DADOS DO SENSOR MSS/LANDSAT PARA A AVALIAÇÃO DE ÁREAS QUEIMADAS NA INSTALAÇÃO E CONSERVAÇÃO DE PROJETOS AGROPECUÁRIOS

João Roberto dos Santos (1)

R E S U M O

O objetivo deste trabalho foi *avaliar o percentual de área queimada* durante o processo de instalação e conservação de projetos agropecuários, com base nos dados digitalizados do MSS/ LANDSAT. Uma *análise da distribuição espacial* destas áreas queimadas também é apresentada. A área selecionada (coordenada central: 62°30'W e 10°30'S) no Estado de Rondônia compreende 5 subáreas de 900km<sup>2</sup> cada uma ao longo da estrada BR-364. A análise automática foi realizada no sistema IMAGE-100, utilizando o algoritmo classificatório MAXVER. Este algoritmo permitiu a discriminação (desempenho médio de 95%) das classes: *floresta, queimada e uso agropecuário*. O percentual médio de áreas afetadas pelo fogo foi em torno de 25% (732,18km<sup>2</sup>) da área total (3000km<sup>2</sup>). Com base em parâmetros da distribuição espacial, como o raio de *dispersão e o índice de dispersão*, as áreas queimadas mostraram estar distribuídas de forma *agregada* na área de estudo, em conformidade com as *linhas de penetração* previamente estabelecidas no *plano de colonização*.

A B S T R A C T

The objective of this work was to evaluate the percentage of burned area in the colonization projects (agriculture and cattle grazing) using MSS/LANDSAT digitized data. An analysis of spatial distribution of burned area is also presented. The study area, with central coordinates of 62°30'W and 10°30'S in the Rondonia State, includes subareas, each one with 900km<sup>2</sup>, along the road BR-364. The automatic analysis was made in the IMAGE-100 system, using the MAXVER algorithm. It was possible to identify three different classes with an average performance of 95%: forest, burned area, agriculture and pasture areas. The mean percentage of burned areas was about 25% (732km<sup>2</sup>) of the total area (3000km<sup>2</sup>) and it was verified that these areas are distributed in aggregate form, following penetration lines (roads) previously established in the colonization plan.

(1) Pesquisador Assistente - Divisão de Aplicações e Transferências de Metodologia. Instituto de Pesquisas Espaciais - INPE - C.P. 515 - São José dos Campos, São Paulo, Brasil.

## 1. INTRODUÇÃO

A implantação de uma política de colonização em áreas da Amazônia tem ocasionado um inadequado aproveitamento dos recursos naturais e uma sensível alteração na cobertura vegetal, devido à falta de estudos prévios sobre a capacidade de uso dos solos. É muito comum queimar os resíduos vegetais após a derrubada da floresta na limpeza da terra para plantar, sobretudo como solução empírica para corrigir as deficiências minerais dos solos na região. Isto é feito com a incorporação, através das cinzas e detritos orgânicos em decomposição, dos minerais que ora se encontram na biomassa vegetal.

Toledo e Morales (1982) comentam que as pastagens recém-estabelecidas depois dos desmatamentos aproveitam a fertilidade inicial do solo, como resultado da adição a estes solos de uma quantidade considerável de nutrientes do sistema florestal logo após a ação do fogo. Com o decorrer do tempo, apesar dos controles físicos das invasoras (com novas queimas) e da lixiviação dos nutrientes, a produtividade destas pastagens diminuem. Idêntico comentário é feito por Serão et alii (1982) ao relatar o gradativo declínio da produtividade após 5 a 6 anos e, conseqüentemente, a alternativa de derrubada de novas áreas, seguida do abandono da área degradada.

Portanto, o objetivo deste trabalho é avaliar o percentual de áreas queimadas, muito comum nas fases de implantação e manutenção de projetos agropecuários, de forma a demonstrar o potencial das imagens do LANDSAT no acompanhamento do processo de utilização da terra, com o real aproveitamento e/ou futuro abandono de áreas na Amazônia.

Procurou-se analisar também o comportamento espacial das áreas queimadas, com a finalidade de estabelecer o tipo de distribuição, agregada ou aleatória, deste evento na área de estudo.

## 2. ÁREA DE ESTUDO

Foram selecionadas 5 subáreas (Figura 1) de 900km<sup>2</sup>, situadas no Estado de Rondônia, ao longo da estrada BR-364, que liga Cuiabá a Porto Velho. A área de estudo, com uma dimensão de 3000km<sup>2</sup>, tem como coordenada central 62°30'W e 10°30'S.

O Estado de Rondônia tem apresentado um grau de alteração na cobertura vegetal bem evidenciado, chegando a atingir um incremento superior a 80% no período de 1978 a 1980 (IBDF, 1982). De 418.450ha de florestas derrubadas em 1978 para 757.927ha em 1980, pode-se notar a intensidade de queimadas ocorridas na implantação de projetos agropecuários.

## 3. METODOLOGIA

### 3.1 - ANÁLISE AUTOMÁTICA

A análise automática dos dados digitalizados do sensor MSS/LANDSAT (cena WRS 231/67, passagem 11/09/83) foi realizada no sistema IMAGE-100, de acordo com o seguinte procedimento:

- armazenamento dos dados na memória do computador e visualização de toda a imagem no display;
- seleção das 5 subáreas (módulos) e sua ampliação para a escala de 1:100.000;
- demarcação das áreas de treinamento;
- aplicação do método de classificação supervisionada MAXVER (maximum likelihood algorithm);
- obtenção do "printout" após o emprego do programa "UNIFORMIZAÇÃO DE TEMAS".

Na fase de treinamento foi utilizado o programa "PROJEÇÃO DAS HIPERELIPSÓIDES", que permite a visualização do espaço amostral ocupado pelas classes identificadas no módulo estudado, cuja projeção é definida pela média dos níveis de cinza e pela matriz de covariância obtida pelo MAXVER para cada classe.

Após o procedimento classificatório das 5 subáreas, foi efetuado o cálculo de área de cada classe identificada nos dados sensorizados.

### 3.2 - ANÁLISE DA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DE ÁREAS QUEIMADAS

A teoria da distribuição espacial, com a determinação de parâmetros como o raio de dispersão e o índice de dispersão, vem sendo desenvolvida e aplicada por Giotto (no prelo) em estudos sobre a dinâmica da evolução da cobertura florestal e suas inter-relações com o uso da terra na Região Sul do Brasil.

A determinação destes parâmetros está fundamentada em teorias de mecânica que estabelecem relação de massa e espaço.

No presente caso, para avaliar esta teoria em relação às áreas queimadas, foi efetuada uma pequena modificação no método desenvolvido por Giotto (no prelo), visto que as queimas não foram identificadas e separadas por projeto agropecuário, e sim avaliadas espacialmente por quilômetros quadrados. Para tanto, o conjunto de áreas queimadas demarcadas no "printout" (subdividido em áreas de 1km x 1km) foi referenciado a um sistema de coordenadas x e y (Figura 2), obtendo-se o *momento estático* deste conjunto em torno de cada eixo. Este momento define-se como o somatório das distâncias do centro de gravidade de cada área queimada dentro da dimensão de 1km<sup>2</sup>. Assim:

$$M_x = \sum_{i=1}^n x_i A_i = x_1 A_1 + x_2 A_2 + \dots + x_n A_n,$$

$$M_y = \sum_{i=1}^n y_i A_i = y_1 A_1 + y_2 A_2 + \dots + y_n A_n.$$

A partir do momento estático pode-se definir o *centro de gravidade de todo o conjunto*,  $(x_0, y_0)$ , que é o ponto pelo qual passa a resultante das áreas componentes do referido conjunto. Esse parâmetro de posição fica assim estabelecido:

$$x_0 = \frac{\sum_{i=1}^n x_i A_i}{\sum_{i=1}^n A_i}, \quad y_0 = \frac{\sum_{i=1}^n y_i A_i}{\sum_{i=1}^n A_i}.$$

Deste ponto podem-se obter os parâmetros de dispersão como o *raio de dispersão RD*, considerado um desvio padrão espacial.

$$RD = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n [A_i (x_i - x_0)^2] + \sum_{i=1}^n [A_i (y_i - y_0)^2]}{\sum_{i=1}^n A_i}},$$

onde:

- $x_i$  = distância da área considerada ao eixo y;
- $y_i$  = distância da área considerada ao eixo x;
- $A_i$  = somatória das áreas componentes do conjunto;
- $x_0, y_0$  = coordenadas do centro de gravidade.

O outro parâmetro é o índice de dispersão (ID), que permite a dispersão do conjunto de áreas queimadas em relação à superfície de referência, com base no raio de dispersão anteriormente calculado:

$$ID = \frac{\text{RAIO DE DISPERSÃO}}{\sqrt{A/\pi}}$$

O índice de dispersão varia de 0 a 1. Quando está próximo de zero, diz-se que a distribuição é agregada; quando está próximo de um, torna-se aleatória. O conhecimento prévio de como os alvos se distribuem espacialmente na área em estudo é de real importância para estabelecer um processo de amostragem, quer para coleta de dados de campo, quer para a definição de representatividade na fase de treinamento de uma interpretação automática.

#### 4. RESULTADOS

##### 4.1 - ANÁLISE AUTOMÁTICA

Na Figura 3 são apresentadas as 5 subáreas na forma de composição colorida, obtidas da combinação canal/filtro no sistema IMAGE-100. Três classes foram discriminadas pelo algoritmo MAXVER com um desempenho médio de 95,0%: floresta, queimada e uso agropecuário.

O percentual em área ocupado pelas três classes em toda a região de estudo é apresentado na Tabela 1. Na análise isolada das subáreas pôde-se verificar que o módulo 1 apresentou baixo percentual de queima (10%), explicado pelas poucas "linhas de penetração", e conseqüentemente menor quantidade de projetos agropecuários. O módulo 4 foi o que apresentou maior percentual (39,28%) de áreas queimadas, o que justifica uma intensa ocupação agropecuária.

##### 4.2 - ANÁLISE DA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL

Em razão de possuir o mais elevado percentual de área queimada, o módulo 4 foi selecionado para ilustrar a teoria da distribuição espacial.

Com a obtenção do "printout" na fase automática, que posteriormente foi subdividido em uma grade de 1km<sup>2</sup> e referenciado a um sistema de coordenadas x e y, conforme descrito na metodologia, pôde-se estabelecer um total de 619 áreas com ocorrência de queimada. Determinado o centro de gravidade do conjunto de áreas queimadas ( $x_0 = 19,08$  e  $y_0 = 23,82$ ), obtiveram-se o raio de dispersão (RD = 0,4966087) e o índice de dispersão (ID = 0,0185). Este último parâmetro de posição (ID) permitiu que as áreas queimadas se distribuíssem de forma agregada no módulo estudado. Isto se justifica com o avanço periódico das "linhas de penetração" na implantação de novos projetos agropecuários e na manutenção daqueles projetos já consolidados na terra, que fazem uso do processo de queima para deter o declínio da produtividade das pastagens.

#### 5. CONCLUSÕES

O processo de derrubada e queima da floresta tropical para a ocupação agropecuária tem sido intenso na região, tanto que existe uma proposta dentro do programa do POLÔNOROESTE para a criação da Floresta Nacional do Jamari. Em levantamentos iniciais foram verificadas áreas impróprias às atividades de exploração agropecuária, mas com potencial madeireiro bastante significativo, segundo inventário do

IBDF (1984), constatou-se a existência de 206m<sup>3</sup> de madeira comercializável/ha. Assim, a queima destes recursos florestais e a periódica ação do fogo na manutenção de pastagens produtivas, estão contribuindo para o aproveitamento inadequado dos recursos da região.

Portanto, este trabalho permite:

- estabelecer, por inferências, a perda de parte do potencial madeireiro com a derrubada e queima de áreas florestais;
- afirmar que, como no País já existe uma linha de pesquisa (Soares, 1984) que visa conhecer o perfil dos incêndios florestais, as imagens LANDSAT poderão servir de subsídio na identificação, avaliação e análise da distribuição espacial das áreas queimadas e do tipo de vegetação atingida;
- destacar a importância das imagens orbitais (característica temporal) para verificar o desempenho agropecuário, visto que, com a redução da produtividade do solo, novas áreas florestais serão derrubadas e queimadas.

#### 6. BIBLIOGRAFIA

- Giotto, E. Dinâmica da evolução da cobertura florestal no Município de Ibirubá (RS), suas interrelações com o uso da terra e sua quantificação em múltiplas ocasiões por métodos e processos de amostragem. Projeto de Dissertação de Doutorado em Engenharia Florestal. Universidade Federal do Paraná, Curitiba, *in press*. 135p.
- IBDF. Alteração da cobertura vegetal natural do Estado de Rondônia. *Programa de Monitoramento da Cobertura Florestal do Brasil*. Relatório Técnico, Brasília. 1982. 68p.
- IBDF. Noticiário. *Brasil Florestal*. 13(58):55-61, abr - jun, 1984.
- Serrão, E.A.S.; Falesi, I.C.; Veiga, J.B.; Teixeira Neto, J.F. Produtividade de pastagens cultivadas em solos de baixa fertilidade das áreas de florestas da Amazônia Brasileira. In: *Produção de Pastagens em Solos Ácidos dos Trópicos*. EDITERRA EDITORIAL, Brasília, DF. 1982. cap. 3, p. 219-251.
- Soares, R.V. Perfil dos incêndios florestais no Brasil. *Revista Brasil Florestal*. 13(58):31-42, abr - jun, 1984.
- Toledo, J.M.; Morales, V.A. Estabelecimento e manejo de pastagens melhoradas na Amazônia peruana. In: *Produção de Pastagens em Solos Ácidos dos Trópicos*. EDITERRA EDITORIAL, Brasília, DF. 1982. Cap. 3, p. 199-217.

CLASSE	ÁREA (km <sup>2</sup> )	%
Floresta	1792,68	59,76
Queimada	732,18	24,40
Uso Agropecuário	417,78	13,93
Não-classificados	57,36	1,91
TOTAL	3000,00	100,00

TABELA 1 - PERCENTUAL MÉDIO DA ÁREA OCUPADA PELAS CLASSES IDENTIFICADAS ATRAVÉS DO ALGORITMO MAXVER.

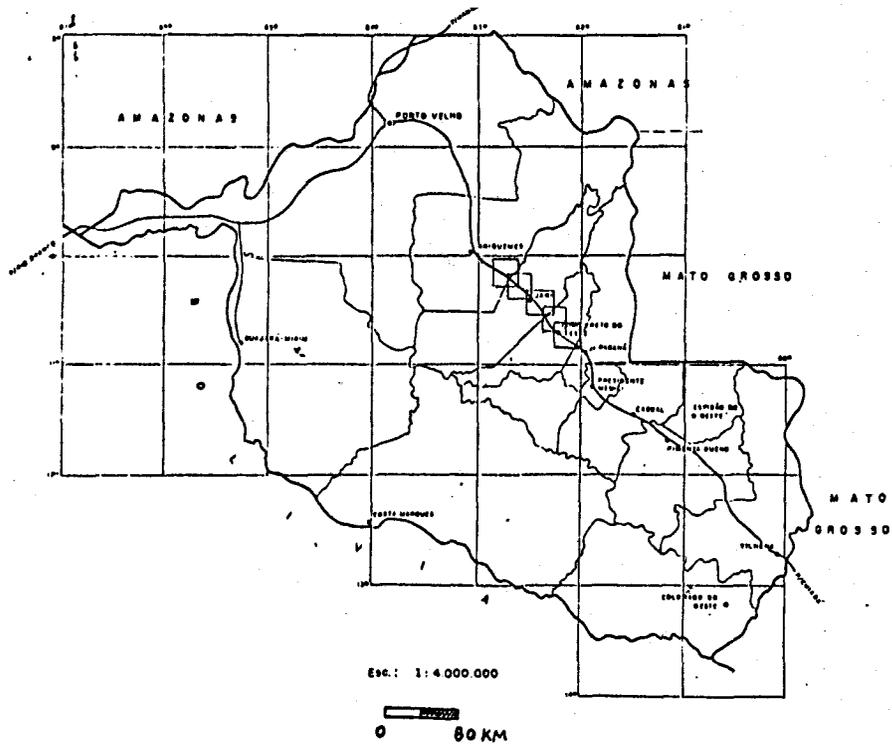


FIGURA 1 - LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.

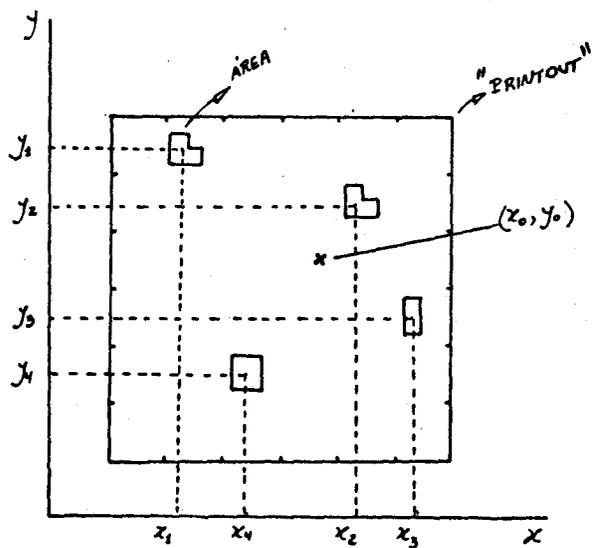


FIGURA 2 - REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DE ÁREAS QUEIMADAS REFERENCIADAS A UM CONJUNTO DE COORDENADAS.

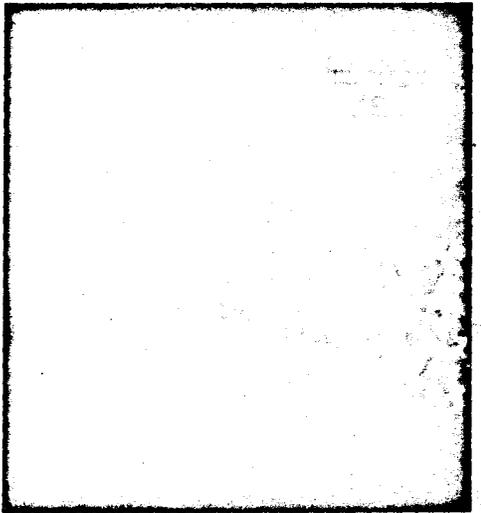
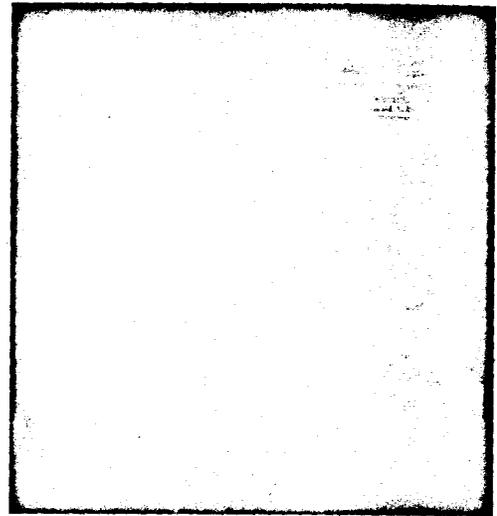
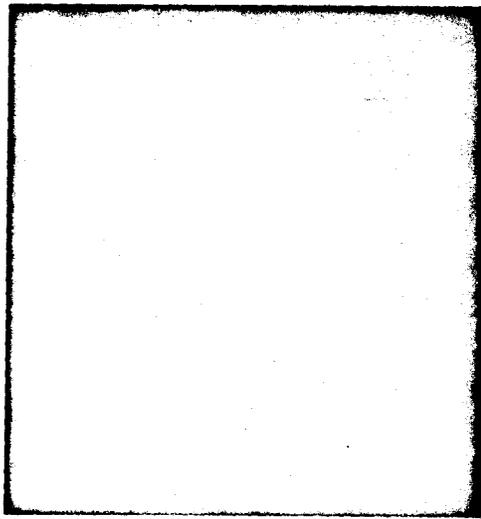


FIGURA 3 - SUBÁREAS SELECIONADAS AO LONGO DA BR-364.

Os módulos 1, 2 e 5 estão em composição colorida normal.

Os módulos 3 e 4 estão em composição colorida infravermelha.