

EVOLUÇÃO DO USO DA TERRA EM PORÇÃO DA AMAZÔNIA OCIDENTAL (ACRE), ATRAVÉS DA TÉCNICA DE DETECÇÃO DE MUDANÇAS

RODRIGO BORREGO LORENA
JOÃO ROBERTO DOS SANTOS
YOSIO EDEMIR SHIMABUKURO

INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
Caixa Postal 515 - 12201-970 - São José dos Campos - SP, Brasil
{rodrigo, jroberto, yosio}@ltid.inpe.br

Abstract. The objective of this paper is to analyze some digital image processing techniques that can contribute for studying vegetation cover and land use dynamics. In particular, it is emphasized the vector change analysis as the transformation detection technique, and on the other hand the Bhattacharyya conventional classification technique per region, as the comparative element for the results obtained by the previous process. This approach was performed to study the land use land cover dynamics in the Peixoto region, Acre State, using multitemporal and multispectral Landsat TM data.

Key words: land use, change detection, tropical forest, Amazonia.

1. Introdução

A Amazônia brasileira, tem sido alvo de atividades antrópicas que estão transformando extensas áreas de floresta tropical em agricultura e pastagem. A utilização de técnicas de sensoriamento remoto e de sistemas de informação geográfica, tem-se mostrado uma ótima ferramenta para o monitoramento ambiental, principalmente em regiões onde há certa carência de informações e uma necessidade de agilizar o processo de gerenciamento dos recursos naturais, como no caso do Estado do Acre.

O presente trabalho tem por objetivo analisar algumas técnicas de processamento digital de imagens que possam contribuir em estudos da dinâmica da cobertura vegetal e do uso do solo. Em particular, é enfatizada a utilização da análise por mudança de vetor como técnica de detecção de transformações, e em contrapartida, a técnica tradicional de classificação por regiões Bhattacharyya, como elemento comparativo para os resultados do primeiro processo, no estudo da dinâmica do uso e da cobertura da terra na região do Peixoto, Estado do Acre, utilizando-se para tanto, dados temporais e multiespectrais do TM/Landsat.

2. Área de Estudo

A área de estudo selecionada, com dimensão de 3.744 Km², está compreendida entre os paralelos 9° 38' e 10° 26' S e meridianos 66° 41' e 67° 30' W, na região leste do estado do Acre. Esta área tem como ponto central o município de Acrelândia, sendo cortado no sentido transversal pela BR 364, que liga Rio Branco (AC) a Porto Velho (RO).

3. Processamento Digital de Imagens

3.1 Classificação

Após as tarefas básicas de correção geométrica e radiométrica, as imagens das bandas ópticas do TM/Landsat nos anos de 1990, 1997 e 1999 foram segmentadas e posteriormente classificadas a partir de um algoritmo de classificação supervisionada por região (Bhattacharyya), apoiado na análise de desempenho por informação de campo, gerando como produto final três imagens temáticas referentes às datas consideradas, devidamente georeferenciadas para a comparação e detecção das mudanças ocorridas na forma de uso e cobertura do solo.

3.2 Análise por Vetor de Mudança

Segundo Malila (1980), a partir de determinados pares de imagens multiespectrais de datas diferentes, calculam-se vetores de mudanças espectrais e comparam-se as magnitudes obtidas, respeitando-se um limiar pré-especificado. Tendo identificado mudanças de magnitudes significantes, o intérprete pode então diferenciar entre as direções dos vetores, que neste caso devem conter informações sobre o tipo de mudanças.

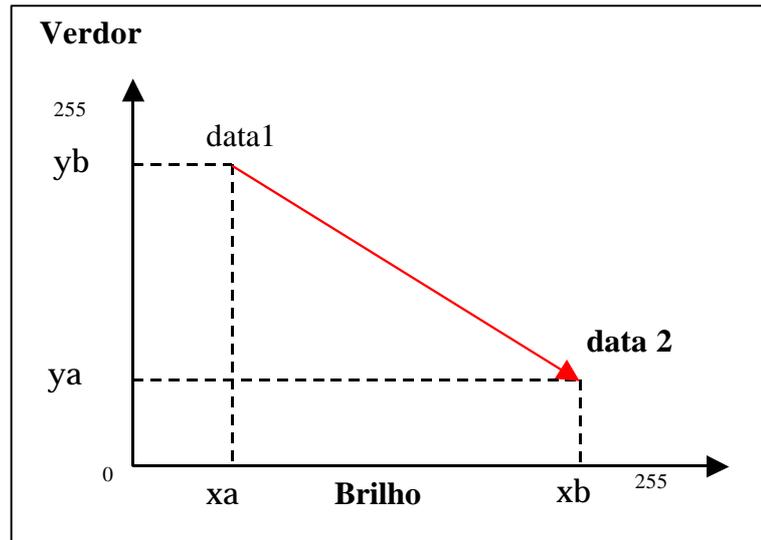


Fig 1 Vetor de Mudança obtido a partir da diferença de posição de um mesmo pixel de datas diferentes num espaço multiespectral.

A primeira etapa do método de detecção de mudanças (CVA) foi a aplicação da transformação Tasseled Cap Greenness e Brightness (Kauth e Thomas, 1976). Tal transformação pode ser entendida como um novo sistema de coordenadas, onde os dados das diferentes bandas passam a ocupar novos eixos associados as propriedades biofísicas dos alvos. Neste caso, tais eixos são o “verdor” que está associado à quantidade e vigor da vegetação e o “brilho” que está associado às variações de reflectância do solo. A variação da posição de um mesmo pixel de datas diferentes dentro do espaço formado por estes dois eixos (fig. 1), é o que determina a magnitude e a direção dos vetores de mudança espectral. Calcula-se a magnitude dos vetores, determinando-se a distância euclidiana entre a diferença de posição de um mesmo pixel de datas diferentes dentro do espaço criado pelos eixos verdor e brilho.

O ângulo dos vetores que indica o tipo de mudança ocorrida, varia de acordo com o número de componentes utilizadas (Tabela 1). Em outras palavras, cada vetor é uma função da combinação de mudanças positivas ou negativas através dos canais ou bandas. Isto possibilita distinguir 2n tipos de mudanças, ou seja, duas bandas de entrada possibilitariam a identificação de quatro direções de vetores, três bandas de entrada possibilitariam a identificação de oito direções de vetores e assim sucessivamente.

Classes	Brilho	Verdor	Temas relacionados
Classe 1	-	+	Regeneração
Classe 2	+	-	Desmatamento
Classe 3	+	+	Perdas de biomassa
Classe 4	-	-	Queimada e água

Tabela 1 – Possíveis classes de mudança a partir de duas componentes de entrada e os tipos de mudança relacionados.

A classe 1 (verde) está relacionada principalmente ao crescimento da biomassa vegetal em geral. A classe número 2 (vermelho) está fortemente relacionada a grandes perdas de biomassa, ou seja, diretamente relacionada ao desflorestamento. A classe número 3 (amarelo) está relacionada principalmente a perdas menores de biomassa, ou seja, a transformação de áreas de capoeira ou culturas de porte arbustivo em áreas de pastagens. Esta classe pode estar relacionada também a detecção de áreas que na data 1 sofreram queimadas ou que possuía algum corpo d'água que tenha secado ou diminuído no segundo período. A classe 4 (azul) está relacionada às mudanças de nível laminar ou ao aparecimento de corpos d'água na data 2 ou ainda, às áreas que foram queimadas também na segunda data. Um limiar de magnitude final foi determinado para cada uma das classes de mudança, através de ajuste iterativo.

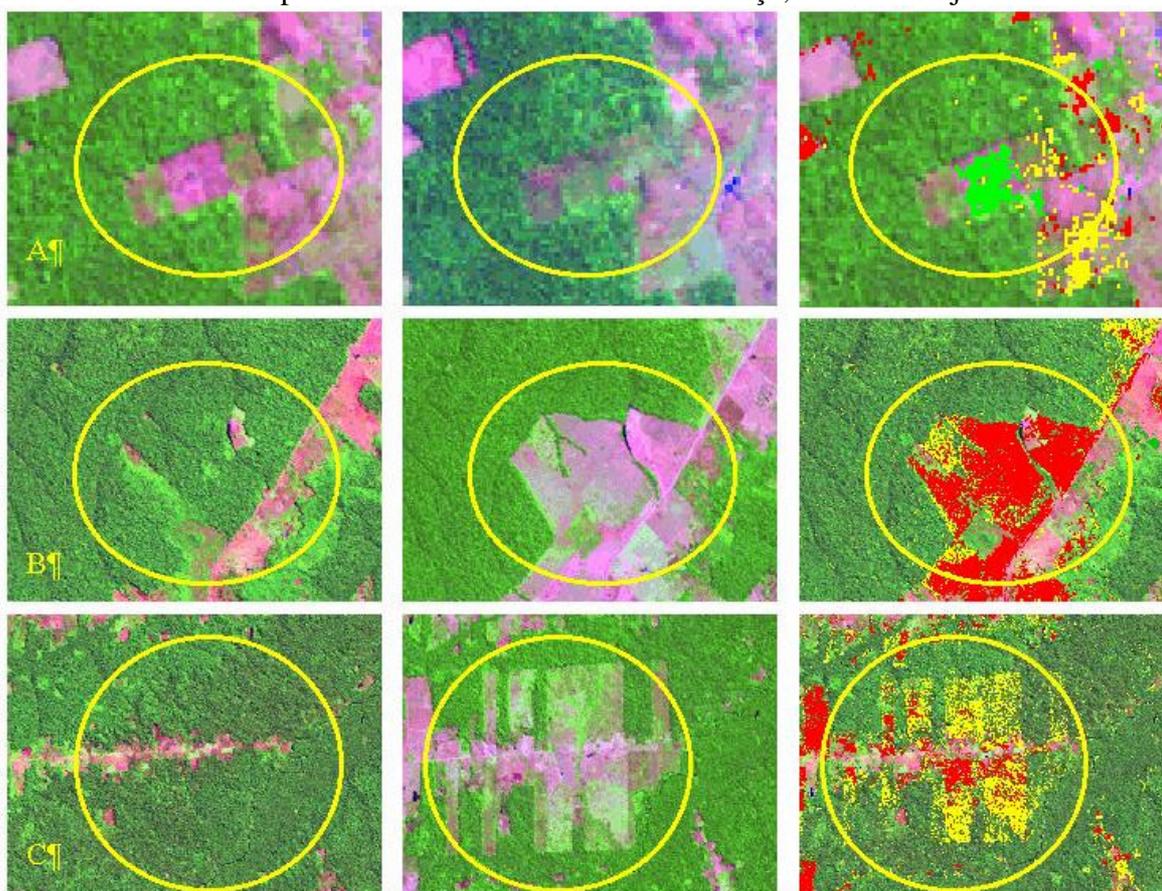


Fig 2 – Exemplos de mudanças temáticas: (A) Classe de mudança 1 = crescimento de biomassa; (B) Classe de mudança 2 = desflorestamento; e (C) Classe de mudança 3 = perda de biomassa.

O produto final gerado por este processo (uma máscara relacionada às 4 possíveis classes de mudanças) foi obtido através do cruzamento da grade contendo os valores de magnitude de mudança dos vetores com as quatro possíveis classes de mudanças, seguindo um limiar pré-especificado para cada uma delas. Assim sendo, ficou estipulado que a classe 1 referente ao crescimento de biomassa é representada pela cor verde, a classe 2 vinculada ao desmatamento pela cor vermelha; a classe 3 relativa entre outras mudanças, às perdas de biomassa que não sejam de floresta primária para solo exposto ou pastagens (perdas mais brandas de biomassa) é expressa pela cor amarela e a classe 4, vinculada ao aparecimento e/ou aumento de corpos d'água e ou áreas queimadas na segunda data, é representada pela cor azul.

4 Resultados

4.1 Classificação

Com a aplicação do algoritmo de classificação supervisionada por regiões via Bhattacharyya nas imagens TM/Landsat, obteve-se o mapeamento temático da área de estudo para os anos de 1990, 1997 e 1999. Nas figs. 3 e 4 são mostradas apenas como exemplo, a espacialização temática de uso e cobertura nos anos 1990 e 1999. Considerando-se a classificação temática atualizada, suportada também com dados históricos coletados na área em questão, registra-se um desempenho médio a partir do índice Kappa de 0,68 na informação gerada, que pode ser considerada como sendo “muito boa”, segundo Landis e Koch (1977).

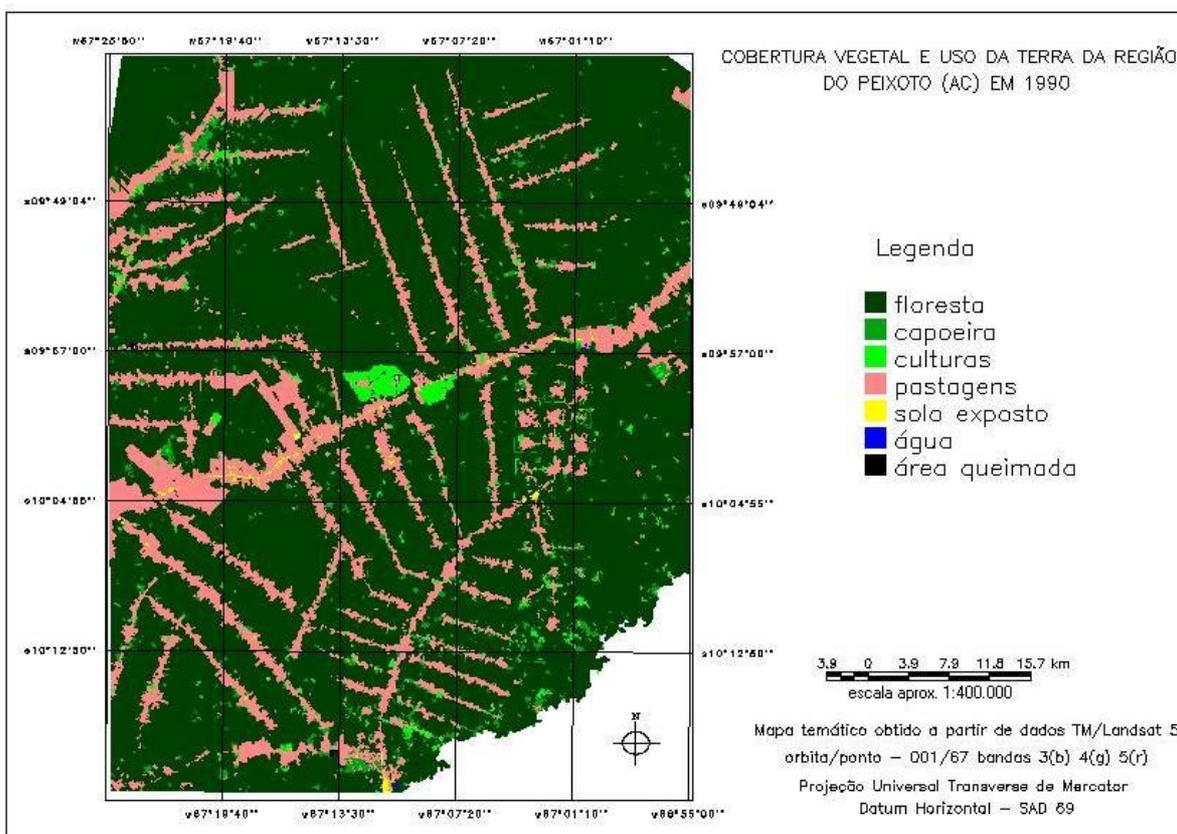


Fig 3 – Mapa de uso e cobertura do solo da Região do Peixoto (AC) em 1990.

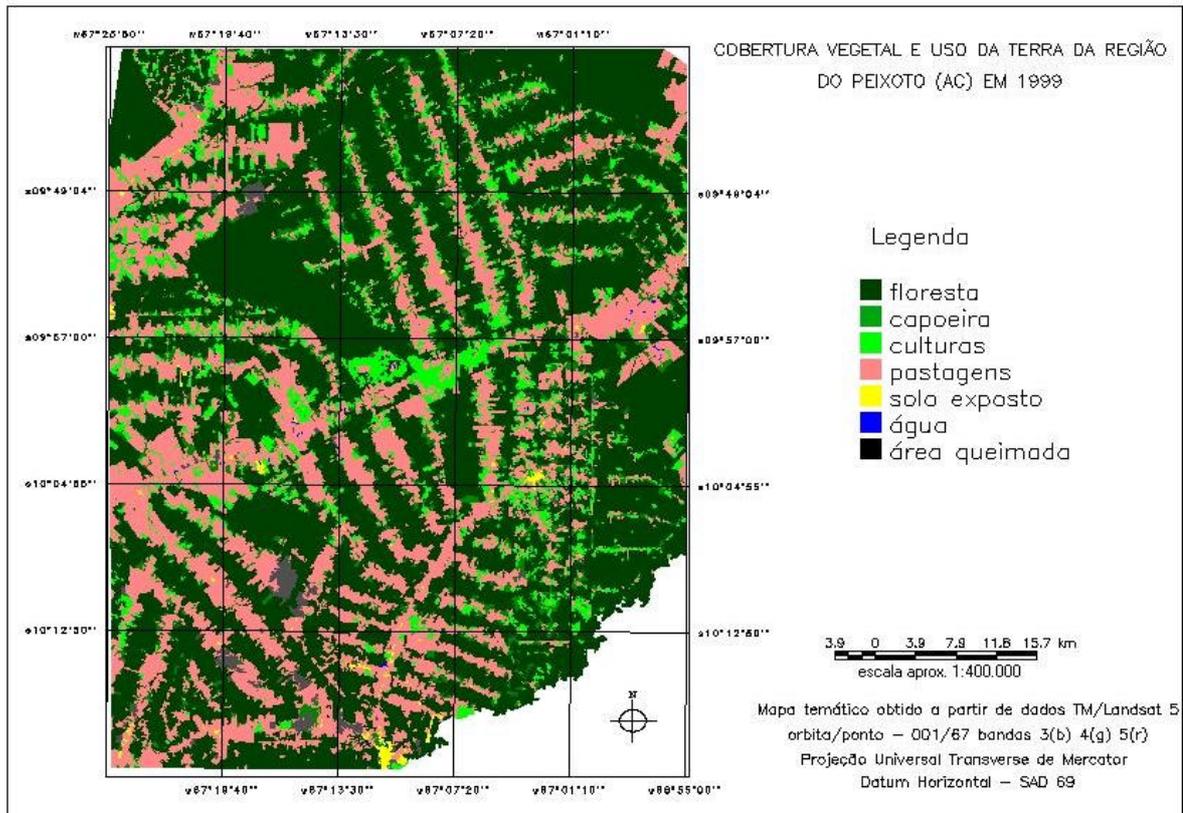


Fig 4 – Mapa de uso e cobertura do solo da Região do Peixoto (AC) em 1999.

A partir das classificações e do cruzamento desses planos de informações temáticos, foram feitas as análises referentes à quantificação das mudanças por categoria, no acompanhamento da dinâmica de uso/cobertura do solo da citada área de estudo (fig. 5).

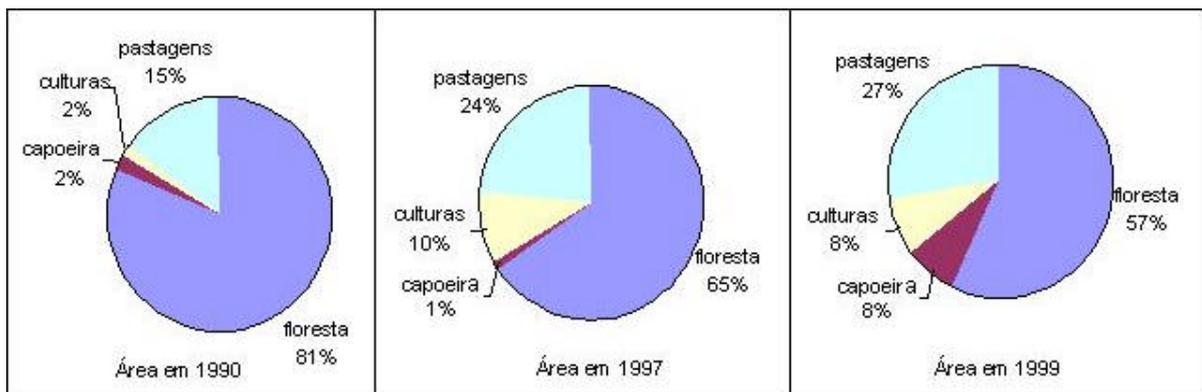


Fig.5 – Quantificação percentual das classes de uso e cobertura do solo para os anos de 1990, 1997 e 1999.

As áreas de floresta tropical primária, tiveram forte redução em área, ao ritmo de uma taxa bruta de desflorestamento oscilando em torno de 85 Km²/ano até 1997 e aumentando num ritmo médio levemente superior a 100 Km²/ano, no período restante. Com o desenvolvimento do projeto de colonização, houve um rápido acréscimo em áreas de culturas anuais/perenes (cultivares de subsistência, como mandioca, arroz, feijão, além de plantios de café, pupunha, mamão, banana...) nos primeiros anos do assentamento, com certa estabilização em área ao longo do período considerado. As pastagens, de expressiva

distribuição estão inseridas em todos os lotes, em maior ou menor percentual, de acordo com a origem e condição do proprietário (alguns são originários da vida extrativista) em sua habilidade de trabalhar a terra. A classe “sucessão secundária” teve um acréscimo significativo nos 3 últimos anos, ocasionada pelo abandono temporário do lote, pela necessidade de investimento ou abandono temporário da parcela cultivada, razão da baixa produtividade do solo numa prática de manejo do pequeno agricultor, que abre um novo roçado em área de floresta primária, com a derrubada e queima, somente naquela extensão associada com a disponibilidade de mão de obra familiar.

4.2 Análise por Vetor de Mudança

A técnica de detecção de mudança denominada Análise por Mudança de Vetor gerou resultados a partir da investigação de dois pares de imagens de datas diferentes: a imagem de 1990 com a imagem de 1997 e a imagem de 1997 com a imagem de 1999, cujo detalhamento pode ser observado no trabalho de Lorena (2002). Apenas como forma de exemplificação é apresentado na figura 6, o resultado da imagem vetor para o período de 1997 / 1999.

A imagem de mudança referente ao período 1997/1999(Figura 10) apresenta elementos que indicam uma evolução na situação do uso e da cobertura do solo. As classes 2 e 3 referentes à perda de biomassa aparecem agora com menos intensidade e mais pontuais relativas à abertura de pequenas clareiras em lotes já ocupados, para a implantação de novas áreas cultivadas por colonos. Esses agricultores, após terem roçado de 3 – 4 anos, em face ao declínio de produtividade da terra, abrem nova frente cultivável, derrubando a floresta primária. Com a derrubada e queima, as cinzas momentâneas da floresta e o processo de limpeza da terra, o solo fica temporariamente “mais rico”, facilitando um bom desempenho da lavoura nos primeiros anos. A classe 1 se apresenta agora com mais significância, mostrando pequenas áreas de regeneração ou do crescimento de culturas. A classe 4, que no período anterior apresentava mudanças principalmente relacionadas com corpos d’água, nesta imagem apresenta mudanças mais relacionadas com queimadas. Isto ocorre pelo fato das condições climáticas neste período favorecerem este tipo de prática geralmente adotado como forma de manejo da terra.

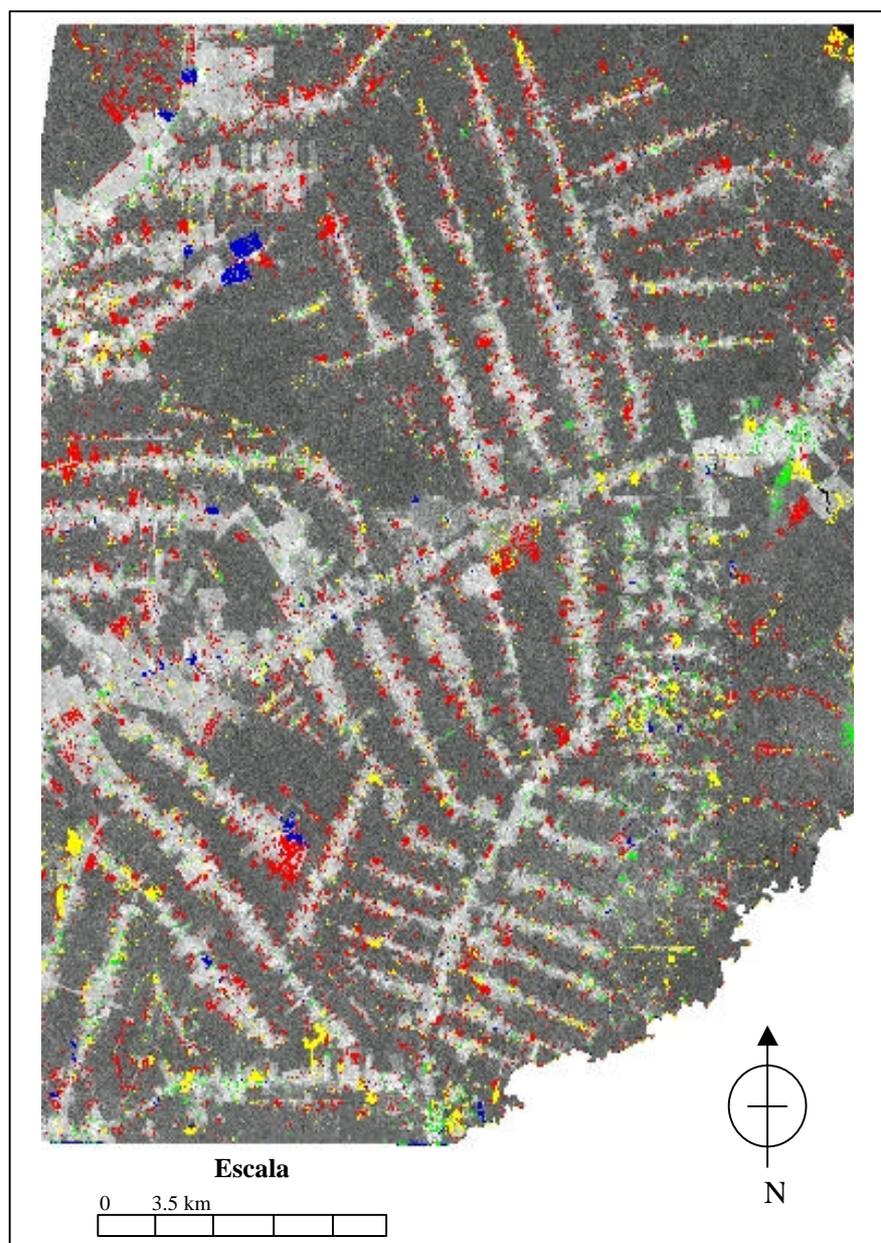


Fig. 6 – Imagem Magnitude de Mudança 1997/1999 (imagem de fundo - brightness 1997).

5. Conclusões

O procedimento metodológico empregando o algoritmo de classificação supervisionada por regiões Bhattacharya mostrou-se eficiente na discriminação temática de floresta, capoeira, culturas e pastagens presentes nas imagens, apresentando valores significativos de Kappa.

A aplicação da técnica Análise por Mudança de Vetor demonstrou habilidade em detectar e estratificar diferentes tipos de mudança em termos de ganho e perda de biomassa, e também atividades antrópicas específicas, como a queima de pastagens e a construção de pequenos açudes.

As informações levantadas em campo sobre a cobertura florestal primária e secundária, como também o histórico da ocupação humana, proporcionaram a formação de uma base de dados, que em conjunto com os resultados obtidos através dos processos de extração de informações das imagens de satélite, facilitaram o entendimento das modificações ocorridas.

Este trabalho empregando Análise por Mudança de Vetor no estudo das transformações temáticas no estado do Acre é pioneiro no uso desta técnica, servindo de base de consulta para futuros trabalhos na Amazônia, sobretudo daqueles que empregam imagens orbitais em estudos de inventário e monitoramento da exploração madeireira e mesmo, aqueles que estudam a permanência ou recorrência de queima e seus efeitos na cobertura vegetal.

Referências Bibliográficas

Kauth, R. J.; Thomas, G. S. Tasseled Cap – a graphic description of the spectral-temporal development of agricultural crops as seen by Landsat. : **Proceedings of the Machine Processing of Remotely Sensed Data Symposium**, Purdue University, West Lafayette, Indiana, pg. 4b41 – 4b51, 1976.

Landis, J; Koch, G. G. The measurements of observer agreement for categorical data. **Biometrics**, v. 33, n.3, p.159-179, Mar. 1977.

Lorena, R. B. Espacialização da dinâmica do uso da terra em porção da Amazônia ocidental (Acre), através de técnica de detecção de mudanças. São José dos Campos, SP. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2002.

Malila, W. A. Change Vector Analysis: an approach for detecting forest changes with Landsat. In: **Proceedings of the Machine Processing of Remotely Sensed Data Symposium**, LARS, Purdue University, West Lafayette, 1980.