

## Análise das mudanças de uso e cobertura da terra no sudeste de Roraima – Brasil

Maristela Ramalho Xaud<sup>1,2</sup>  
José Carlos Neves Epiphanyo<sup>2</sup>  
Haron Abraham Magalhães Xaud<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa Roraima  
BR- 174, km 8, Distrito Industrial, 69.301-970 – Boa Vista – RR, Brasil  
{maris, haron}@cpafrr.embrapa.br

<sup>2</sup> Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE  
Caixa Postal 515 - 12227-010 - São José dos Campos - SP, Brasil  
{mramalho, epiphanyo, haron}@dsr.inpe.br

**Abstract.** Land use and land cover change (LUCC) is one of human activities that demand the most attention from the scientific community, according to global environmental change. Human occupations in forest ecosystems of the Amazon are important topic of study in LUCC, due to the dynamic characteristic of these agricultural frontier regions. Thus, this study aims to analyze changes in land use and land cover and the processes involved in southeastern Roraima, in the period 1994 to 2009, through the classification of multitemporal satellite images. TM/Landsat-5 digital images, IBGE and ZEE-RR data were used and it was selected three colonization areas: São João da Baliza, Caroebe and Entre Rios. The images were segmented and classified using the algorithm Bhattacharya, based on field research conducted in February 2010. The land use and cover classes were: forest, capoeira, agriculture, pasture, water/shade, urban/soil and cloud. Quantification of class area for each analyzed area revealed that, in the colonization period from 1994 to 2009, there was no qualitative difference between them. There was an increase in pasture and agriculture and a decline in capoeira and forest. The analysis of class transition in the different colonization areas indicated that distinct processes occurred in this region, such as extensification, cattle raising, agricultural maintenance, restoration and forest degradation.

**Palavras-chave:** remote sensing, image processing, land use and cover change, sensoriamento remoto, processamento de imagens, mudança do uso e cobertura da terra

### 1. Introdução

Mudanças de uso e cobertura da terra, conhecidas na comunidade científica internacional como LUCC (Land Use and Cover Change), configuram-se como uma das atividades antrópicas que mais contribuem para as emissões de gases do efeito estufa e assim têm sido investigadas em vários ecossistemas do planeta, principalmente nos florestais.

Com a maior porção remanescente de floresta tropical mundial, a Amazônia é vista como importante fronteira do capital natural, tendo como grande desafio científico-tecnológico, a compatibilização do crescimento econômico com a conservação dos recursos naturais e a inclusão social (Becker, 2005). Por outro lado, tem em sua história de ocupação e consolidação do território, característica de região de atuação de frentes pioneiras e fronteira agrícola, com propriedades dinâmicas quanto ao uso da terra. O movimento da população rural na Amazônia e suas atividades não cessam em sua ocupação inicial, estando em constante avanço sobre novas áreas não-ocupadas (Campari, 2005).

Apesar de ser vista como tendo uma característica aparentemente uniforme, a região amazônica apresenta processos diversos de mudanças de uso e cobertura da terra, ainda pouco conhecidos em determinadas sub-regiões.

No sul de Roraima, o processo de avanço da fronteira teve início na década de 80 e foi concentrado ao longo do trecho sul da BR-174 e BR-210, em projetos de assentamentos como estratégia de ocupação de regiões periféricas da Amazônia. A atração para a ocupação dessa região foi motivada pela relativa facilidade de escoamento da produção para o mercado de Manaus, a princípio tendo a extração madeireira como atividade principal (polos em São Luiz

do Anauá e São João da Baliza), sendo seguida posteriormente de atividades agropecuárias (pecuária extensiva, culturas anuais, perenes e semi-perenes).

O objetivo do presente trabalho é analisar as mudanças de uso e cobertura da terra e os processos envolvidos no sudeste de Roraima, no período de 1994 a 2009, através da classificação multitemporal de imagens de satélite.

## 2. Metodologia de Trabalho

### 2.1. Área de estudo

A área de estudo está situada na porção sudeste do Estado de Roraima, correspondendo a três projetos de colonização (Colônias de São João da Baliza, Caroebe e Entre Rios), localizados em dois municípios: São João da Baliza e Caroebe (Figura 1).

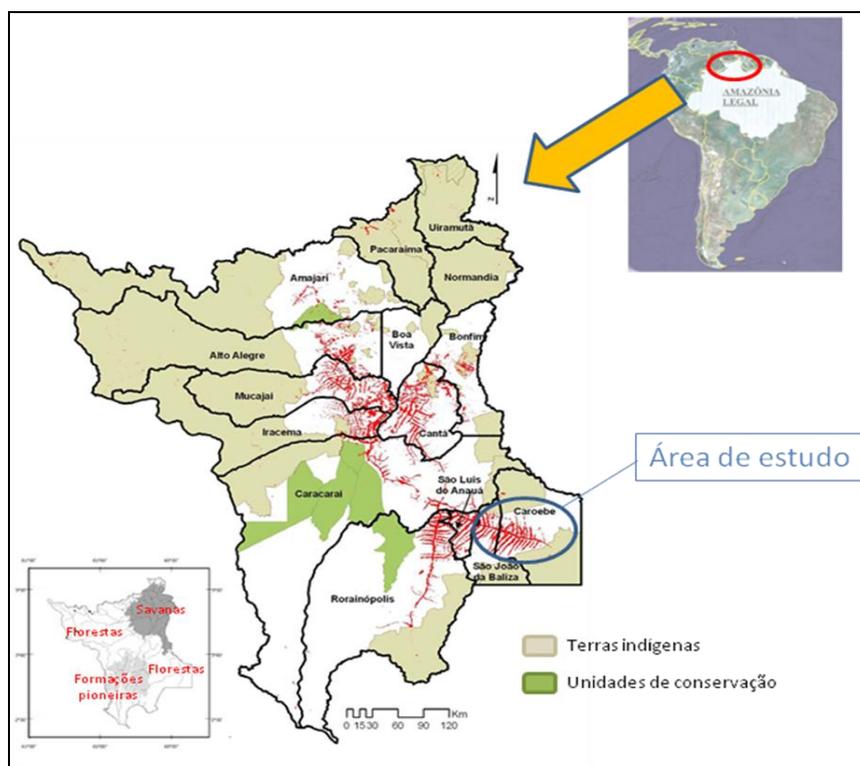


Figura 1. Localização da região de estudo.

A região apresenta contatos entre cinco grandes grupos de solo: (a) Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico, (b) Latossolo Amarelo distrófico, (c) Argissolo Amarelo distrófico plúntico, (d) Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico, (e) Neossolo litólico distrófico com Afloramentos Rochosos (IBGE, 2005a).

A vegetação predominante nesta área é representada pela Floresta Ombrófila Densa Submontana. Esse tipo de floresta ocupa a área do embasamento fortemente dissecado do Complexo Guianense (Domínio Estrutural Anauá-Jatapu). O relevo da área varia de plano a ondulado, predominando as áreas suaves onduladas (IBGE, 2005b).

De acordo com a classificação de Köppen, o clima da região é do tipo (Am), caracterizando-se por uma estação seca definida, coincidindo com o inverno boreal, apresentando pelo menos um mês com altura de chuva inferior a 60 mm.

## 2.2. Material

Para o mapeamento do uso e da cobertura da terra foram utilizadas imagens digitais do sensor TM/Landsat-5, cena 231/59, nas datas 17/09/1994 e 10/09/2009, com resolução espacial de 30 metros e seis bandas (1, 2, 3, 4, 5 e 7). A base cartográfica foi composta por dados oficiais da malha municipal do IBGE e dados complementares do Zoneamento Ecológico-Econômico do Estado de Roraima (CPRM, 2002). O *software* utilizado foi o SPRING (Câmara et al., 1996) para todas as etapas do processamento das imagens (correção geométrica, segmentação, classificação e tabulação cruzada).

## 2.3 Métodos

O trabalho contou com a montagem inicial do banco de dados georreferenciados (IBGE e ZEE-RR) no SPRING e incorporação da série temporal de imagens orbitais (Landsat-5) nos anos de 1994, 2004 e 2009. A imagem de 2004 faz parte do conjunto de cenas do GLCF (*Global Land Cover Facility*), disponível de modo ortorretificado, sendo usada como base para o registro das demais imagens. Empregou-se o algoritmo do vizinho mais próximo, de modo que o erro quadrático médio fosse inferior a um pixel.

As imagens foram recortadas nos limites de cada área de colonização e/ou assentamento, de acordo com a base cartográfica do ZEE-RR referente aos planos de informação “Projetos de Assentamento”. Foram selecionados e recortadas as imagens dos polígonos referentes às Colônias São João da Baliza, Caroebe e Entre Rios. Os recortes foram então segmentados utilizando os limiares de 10 de similaridade e 20 de área, valores testados que melhor separaram as feições de interesse (uso e cobertura da terra). Posteriormente, as imagens segmentadas foram classificadas usando o algoritmo de Bhattacharya (por regiões), com limiar de aceitação de 99,9%.

De acordo com trabalho de campo realizado em fevereiro de 2010, foram identificadas as seguintes classes de uso e cobertura da terra para o presente estudo: floresta primária, capoeira avançada, capoeira inicial, agricultura, pastagem, urbano, solo exposto e água. As amostras coletadas em campo foram utilizadas para treinamento e para teste, servindo de base para extração de novas amostras de modo que fossem suficientes para que, nas suas análises, o desempenho geral ficasse acima de 95%.

As mudanças entre classes foram analisadas nas áreas de estudo, para o período 1994/2009, quantificando-se as alterações em cada classe. Utilizou-se uma tabulação cruzada entre planos temáticos gerados para a devida quantificação. Os dados foram analisados de acordo com o histórico de mudanças de cobertura e uso da terra de toda a região e fazem parte da identificação e análise preliminar dos processos de ocupação na região.

## 3. Resultados e Discussão

### 3.1 Uso e cobertura da terra

O mapeamento multitemporal de cada assentamento mostrou elevada heterogeneidade entre as classes de uso e cobertura da terra, levantadas no campo, sendo necessário realizar os seguintes agrupamentos: capoeira avançada e capoeira inicial, originando a classe capoeira; área urbana e solo, originando a classe urbano/solo; e água e sombra, originando a classe água/sombra.

A classe floresta englobou a grande área de Floresta Ombrófila Densa Submontana presente na região com a presença de formações aluviais (IBGE, 2005b), algumas manchas de áreas alteradas por extração madeireira seletiva, assim como manchas de vegetação secundária bem avançada (mais de 10 anos de idade). A classe capoeira englobou a vegetação secundária em diferentes estágios de sucessão, que variaram de aproximadamente um a dez anos de idade. A classe agricultura representa principalmente a cultura da banana na região,

uma vez que as imagens são de setembro e outubro, período no qual as culturas anuais não estão mais em campo. A classe urbano/solo representa as sedes dos municípios, algumas vilas e manchas que representam estradas mais largas. A classe água/sombra engloba rios, pequenos açudes e sombra de nuvens, quando presentes. A classe nuvem representa pequenas nuvens presentes nas duas datas.

A quantificação em área das classes de uso e cobertura da terra para cada área de colonização analisada revela que no período de 1994 a 2009 não houve diferenciação qualitativa entre elas, ocorrendo um aumento nas áreas de pastagem e agricultura e um declínio nas áreas de capoeira e floresta. Houve destaque na Colônia de São João da Baliza para o aumento da pastagem (7,6% para 21,3%), assim como na Colônia do Caroebe (7,8% para 25,8%) e na Colônia de Entre Rios (6,6% para 24,8%). Na Colônia de Caroebe, houve destaque também para o declínio da área de floresta de 81,8% para 52,8%. Na Colônia de Entre Rios, outro destaque foi para o aumento da agricultura de 1,5% para 10,9%, assim como o declínio da área de capoeira (10,2% para 4,2%) e da área de floresta (81% para 58,7%) (Figura 4).

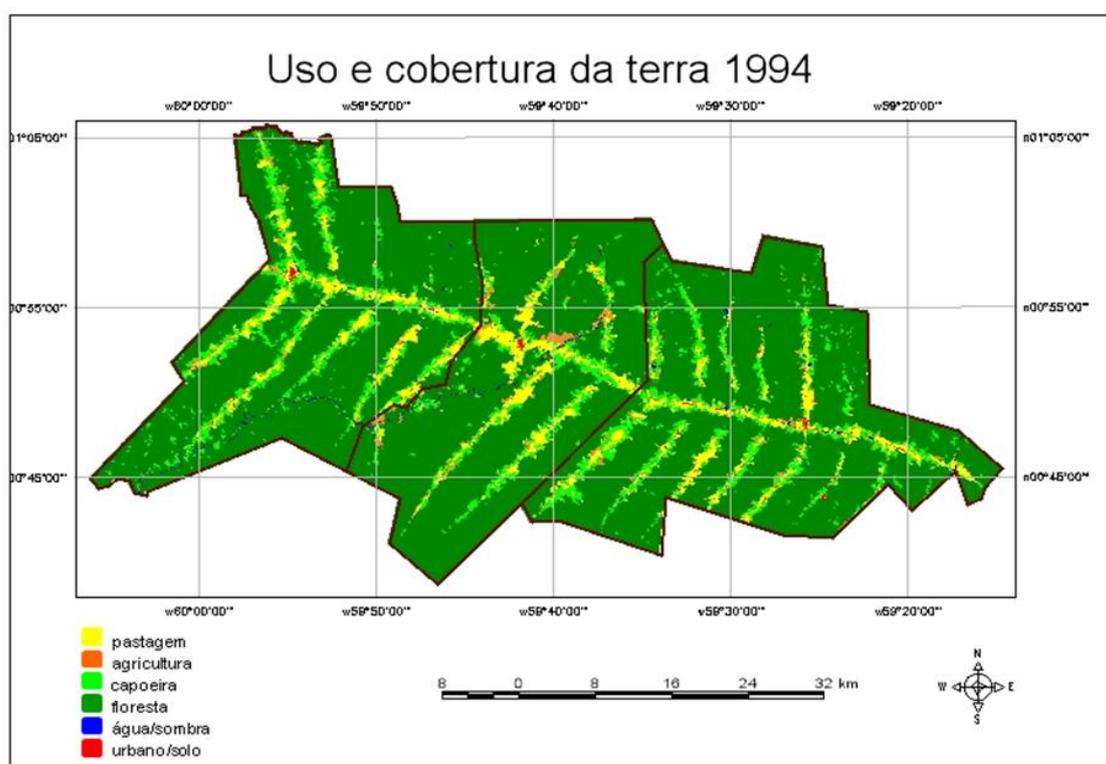


Figura 2 – Mapa de uso e cobertura da terra de 1994 – Colônias do São João da Baliza, Caroebe e Entre Rios.

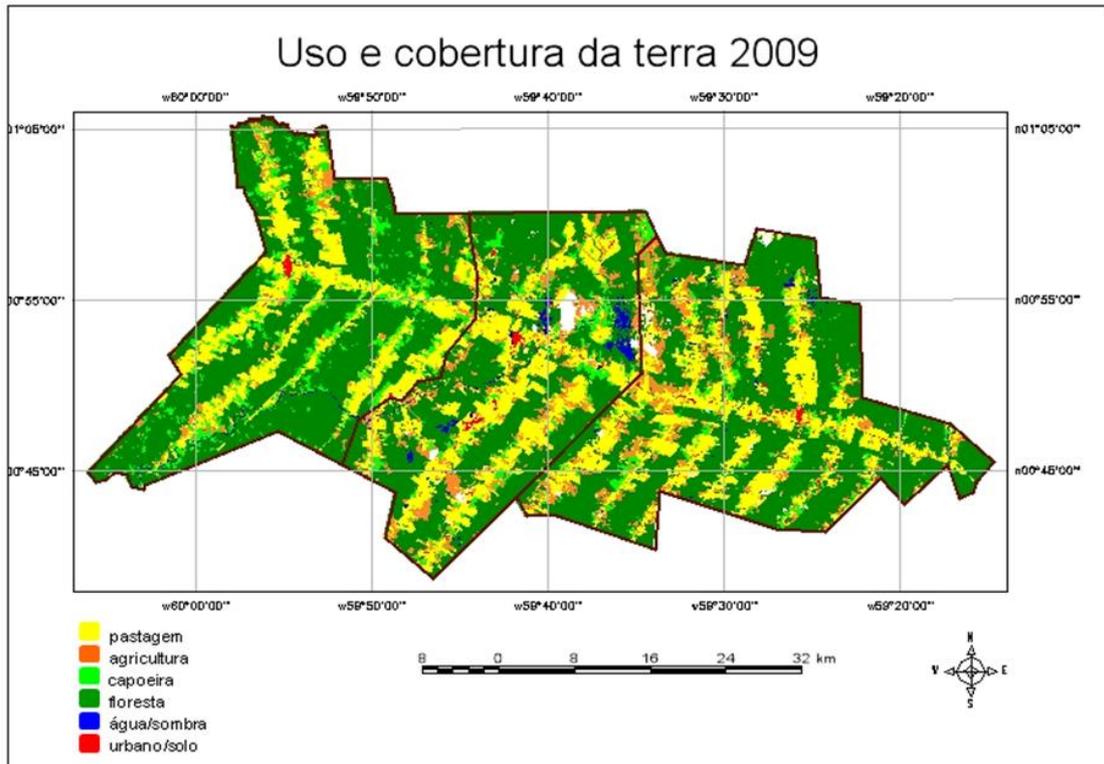


Figura 3 – Mapa de uso e cobertura da terra de 2009 – Colônias do São João da Baliza, Caroebe e Entre Rios.

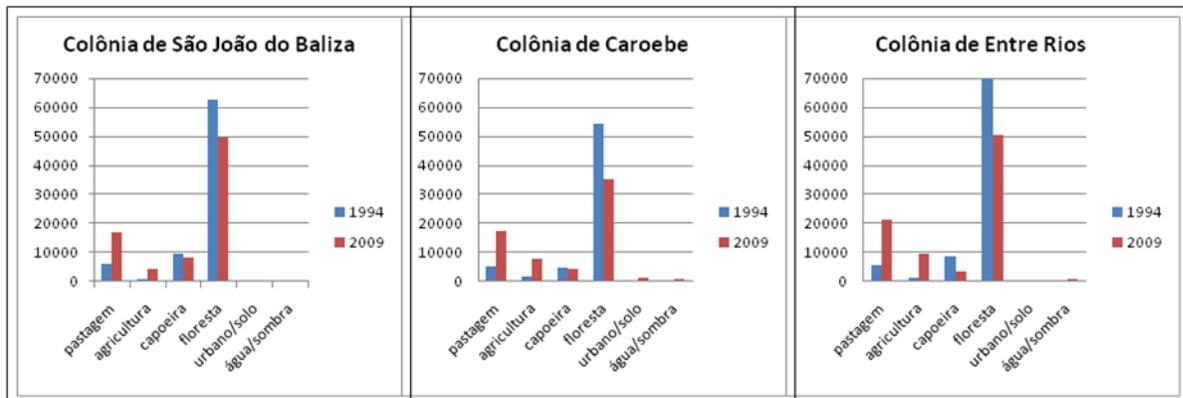


Figura 4. Quantificação das áreas de cada classe de uso e cobertura da terra em 1994 e 2009, em hectares.

### 3.2 Mudanças no uso e na cobertura da terra

A análise das transições entre as classes no período mostra que a Colônia de São João da Baliza apresenta maior transição de pastagem para capoeira em relação às Colônias de Caroebe e Entre Rios, com maior transição de pastagem para agricultura.

Em relação às transições da classe agricultura, observou-se que a Colônia de Caroebe foi o que apresentou maior manutenção nessa classe no período analisado, sendo que em todos eles há forte conversão de agricultura para pastagem, com destaque para São João da Baliza, também com alta conversão de agricultura para capoeira. Entre Rios apresenta boa manutenção da classe agricultura, tendo destaque na conversão dessa classe para floresta, que provavelmente representa a integração de áreas de capoeira avançada na classe de florestas.

A maioria das áreas de capoeira tende a se transformar em pastagem nas três Colônias, sendo que em São João da Baliza há maior manutenção em capoeira, enquanto que em Caroebe e Entre Rios há maior conversão para agricultura. Com relação às áreas florestais, observa-se que a maior transição no período é para a classe pastagem, seguida de capoeira, em São João da Baliza e agricultura em Caroebe e Entre Rios (Tabela 1).

Tabela 1. Mudanças do uso e cobertura da terra no período de 1994 a 2009, nas Colônias de São João da Baliza, Caroebe e Entre Rios.

Uso/cobertura (1994)	São João da Baliza	Caroebe	Entre Rios
PASTAGEM			
AGRICULTURA			
CAPOEIRA			
FLORESTA			
Uso/cobertura (2009)			

### 3.3 Processos envolvidos

A análise das transições entre classes nas diferentes colônias indicou que elas apresentam processos distintos em relação ao uso da terra:

- Em todas as colônias analisadas ocorre no período aumento das áreas de pastagem, caracterizando a expansão pecuária e o processo da extensificação (aporte sistemático de novas áreas ao processo produtivo) em toda a região;
- A Colônia de São João da Baliza teve no período maior transição para a pecuária, enquanto que as outras colônias (Caroebe e Entre Rios) apresentaram maior manutenção agrícola, tendo a banana como principal cultura;
- A maior conversão da classe agricultura para floresta na Colônia do Entre Rios caracteriza maior recuperação florestal nessa região em relação às demais;
- As conversões de floresta para as outras classes representam processo intenso de degradação na região.

#### 4. Conclusões

A metodologia utilizada neste trabalho proporcionou resultados satisfatórios para uma análise preliminar de toda a região de estudo, porém serão necessárias novas abordagens metodológicas visando captar outras nuances das mudanças do uso e cobertura da terra na região. Nesse sentido está previsto, a princípio, a inclusão de datas intermediárias (1999 e 2004), assim como o cruzamento dos resultados com dados acumulativos de desflorestamento (dados PRODES).

#### Agradecimentos

Os autores agradecem à Embrapa e ao INPE pelo apoio disponibilizado para o desenvolvimento deste trabalho.

#### Referências Bibliográficas

BECKER, B.K. Geopolítica da Amazônia. **Estudos Avançados**. USP. v.19, p.71-86, 2005.

CAMARA, G.; SOUZA, R.C.M.; FREITAS, U.M.; GARRIDO, J. SPRING: integrating remote sensing and GIS by object-oriented data modelling. **Computers & Graphics**, v.20, n.3, p.395-403, 1996.

CAMPARI, J.S. **The economics of deforestation in the Amazon – dispelling the myths**. Cheltenham: Edward Elgar Publishing, 2005, 236 p.

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS. **Zoneamento Ecológico-Econômico do Estado de Roraima**. Sistema de Informações Geográficas –SIG. CD-Rom. 2002.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Mapa Exploratório de Solos, 2005a. 1 Mapa. Escala: 1:1.000.000. Disponível em: [http://www.ibge.gov.br/mapas\\_ibge/tem\\_solos.php](http://www.ibge.gov.br/mapas_ibge/tem_solos.php). Acesso em: 31.03.2010.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Mapa de Vegetação, 2005b. 1 Mapa. Escala: 1:1.000.000. Disponível em: [http://www.ibge.gov.br/mapas\\_ibge/tem\\_vegetacao.php](http://www.ibge.gov.br/mapas_ibge/tem_vegetacao.php). Acesso em: 31.03.2010.