

Contribuições para a classificação e monitoramento do uso e cobertura das terras na Amazônia

Mateus Batistella¹

¹ Embrapa Monitoramento por Satélite
Av. Dr. Julio Soares de Arruda, 803 - 13088-300 - Campinas – SP, Brasil
mb@cnpm.embrapa.br

Abstract. This paper describes preliminary results of a research project within the Large Scale Biosphere-Atmosphere Experiment in Amazônia (LBA). Emphasis is given to remote sensing applications regarding the classification and monitoring of land-use/land-cover change processes.

Palavras-chave: remote sensing, land-use/land-cover change, Amazon, sensoriamento remoto, uso e cobertura das terras, Amazônia.

1. Antecedentes

O sensoriamento remoto tem papel fundamental no entendimento das transformações atuais e pretéritas na paisagem amazônica. O Experimento de Grande Escala de Biosfera-Atmosfera na Amazônia (LBA) contribui para esse entendimento. No LBA, alguns projetos específicos procuram prever a localização e a magnitude das futuras transformações na região amazônica, procurando responder às seguintes perguntas:

- Que características definem os diferentes usos das terras existentes na Amazônia?
- Como são as mudanças de uso das terras em escalas locais e regionais?
- Como a terra pode ser usada para promover uma renda domiciliar sustentável e a conservação da rica biodiversidade regional?

Para responder essas questões, os grupos de pesquisa em uso e cobertura das terras do LBA estudam: taxas, localização e padrões espaciais de conversão de florestas para uso agropecuário; taxas de sucessão secundária; parâmetros que controlam o uso das terras, através de estudos de caso, dados censitários, dados de sensoriamento remoto e sistemas de informações geográficas (SIG); frequência e susceptibilidade ao fogo utilizando sensores orbitais e sub-orbitais com bandas no infra-vermelho termal e campanhas de campo; extensão de inundações utilizando sensores orbitais e sub-orbitais com bandas nas faixas do visível, infra-vermelho e microondas; vetores de mudanças de uso e futuras coberturas das terras utilizando modelos em várias escalas.

Um estudo transversal da Bacia Amazônica analisa as dimensões sociais e biofísicas do uso e cobertura das terras em sete localidades: Ilha de Marajó, Zona Bragantina, Tomé-Açu, Altamira, Santarém, Manaus e nordeste de Rondônia. O grupo de pesquisa, liderado por Emilio Moran (Indiana University, EUA), Mateus Batistella (Embrapa Monitoramento por Satélite), Eduardo Brondizio (Indiana University, EUA), Dalton Valeriano e José Simeão de Medeiros (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, INPE), Paul Mausel e Ryan Jensen (Indiana State University, EUA) e Lars Hedin (Princeton University, EUA), tem contribuído para o entendimento dessas questões, como explicitado em Batistella & Moran (no prelo).

2. Estratégia metodológica

Com o objetivo de ampliar e sintetizar nosso entendimento sobre as mudanças de uso e cobertura das terras amazônicas, este grupo propôs o estudo intitulado “Dimensões físicas e humanas do uso e cobertura das terras na Amazônia: uma síntese multi-escalar”. Este projeto baseia-se em atividades científicas integradas e na colaboração com outros projetos do LBA. A estratégia metodológica utiliza uma abordagem georreferenciada multi-escalar que inclui coleta e análise de amostras de solo, avaliação da estrutura e composição da vegetação, históricos de uso das terras, análises institucionais, demografia de domicílios rurais e classificações multitemporais de imagens de satélites para entender trajetórias de mudanças no uso e cobertura das terras. As sete áreas de estudo representam um gradiente de fertilidade de solos na Amazônia e inclui distintos mosaicos de classes de uso e cobertura das terras do leste para oeste, desde o estuário Amazônico e a Região Bragantina até o nordeste de Rondônia. As pesquisas incluem:

- Desenvolvimento de uma síntese multi-escalar sobre a dinâmica de mudança no uso e cobertura das terras, integrando as sete áreas de estudo, para entender a importância de variáveis demográficas, econômicas, institucionais e biofísicas nas trajetórias observadas nos últimos 25 anos;
- Desenvolvimento de uma análise de diferentes plataformas e sensores (e.g., MODIS, ETM+ e IKONOS) para a discriminação de classes de cobertura das terras utilizando distintos procedimentos de classificação e modelagem (e.g., análises de mistura espectral, redes neurais e classificadores espaciais-espectrais);
- Desenvolvimento de um estudo integrado de uso das terras, cobertura das terras e interações terra-água em bacias hidrográficas, incluindo pelo menos duas de nossas áreas de estudo com maior robustez de dados (i.e., a região de Santarém-Altamira), com foco em questões fundamentais relacionadas aos controles em interações nutrientes-carbono e à sustentabilidade de florestas na Bacia Amazônica;
- Desenvolvimento de uma estratégia de colaboração para contribuir com esforços de modelagem e síntese através de parcerias com outros projetos, treinamentos e disseminação de um sistema de informações para o benefício do programa LBA.

Partindo de pesquisas realizadas na Universidade de Indiana em colaboração com a Embrapa Monitoramento por Satélite e o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), temos avaliado e monitorado áreas de colonização, integrando dados de sensoriamento remoto, pesquisas antropológicas e ecológicas em sistemas de informações geográficas que permitem análises e sínteses espaço-temporais em diversos níveis. Estes estudos têm contribuído ao entendimento da variação em taxas de desmatamento e regeneração florestal, da articulação de estratégias agropecuárias entre colonos e grupos de colonos (coortes), e do papel da infra-estrutura, do mercado e dos atores locais nestes processos.

A abordagem desses temas tem função primordial em análises de impacto ambiental dos assentamentos e em zoneamentos de áreas em fronteira agropecuária do ponto de vista de seus potenciais e limitações locais e regionais. Os resultados fornecem subsídios práticos aos tomadores de decisão nas áreas do planejamento e desenvolvimento, tanto na esfera pública como privada. Em particular, estudos comparativos dessa natureza têm aplicação direta nas políticas de reforma agrária, desenvolvimento regional e conservação.

3. Resultados e próximos passos

Entre os vários resultados do projeto, associados à classificação e monitoramento do uso e cobertura das terras na Amazônia, destacam-se:

- Estágios de sucessão secundária são associados a padrões espaciais e espectrais que podem ser capturados através do processamento de imagens de sensoriamento remoto e utilizados para estimar a distribuição espacial da biomassa com alta precisão. São realizadas intensivas campanhas de campo para aumentar a acurácia das classificações e estimativas (Lu *et al.*, 2004a; Lu *et al.*, no prelo);
- Análises de mistura espectral e classificadores espaciais-espectrais têm capturado a heterogeneidade do mosaico de paisagens com maior acurácia (Lu *et al.*, 2003; 2004b);
- Processos de sucessão secundária, mudanças na biomassa e transformações no uso e cobertura das terras variam conforme a escala. É fundamental adotar critérios multi-escalares na obtenção e análise de dados para examinar como certas variáveis são mais importantes em algumas escalas e menos importantes em outras (Batistella & Brondizio, 2004);
- A arquitetura dos assentamentos afeta a estrutura da paisagem e os processos de fragmentação da floresta. Assentamentos ortogonais (“espinha de peixe”) produzem maior fragmentação florestal, menor complexidade espacial e menor intercalação entre classes da paisagem que assentamentos com desenho baseado na topografia (Batistella *et al.*, 2003);
- Existe uma trajetória consistente para os ciclos de desmatamento por colonos na fronteira agropecuária amazônica (efeito de coorte), no qual os domicílios têm um período inicial de altas taxas de desmatamento, seguido por um forte declínio do corte da floresta, até que a próxima geração assuma a propriedade, iniciando um novo (mas não tão intenso) aumento do desmatamento (Brondizio *et al.*, 2002);

Os próximos passos incluem a análise e síntese dos conhecimentos adquiridos durante o projeto, a publicação de artigos para divulgação dos resultados obtidos e a produção de material didático sobre o uso de sensoriamento remoto para a classificação e monitoramento do uso e cobertura das terras na Amazônia.

Referências

- Batistella, M; Brondizio, E. S. Uma estratégia integrada de Monitoramento e Análise do Impacto Ambiental de Assentamentos Rurais na Amazônia. In: ROMEIRO, A. R. (org.), **Monitoramento e Contabilização de Impactos Ambientais**. Campinas, Ed. Unicamp, 2004.
- Batistella, M.; Moran, E. F. Dimensões Humanas do Uso e Cobertura das Terras na Amazônia: uma Contribuição do LBA. **Acta Amazonica**, no prelo.
- Batistella, M.; Robeson, S.; Moran, E. F. Settlement design and landscape change in Amazônia: a multi-temporal evaluation using spatial metrics. **Photogrammetric Engineering and Remote Sensing**, v. 69, n. 7, p. 805-812, 2003.
- Brondizio, E. S.; McCracken, S. D.; Moran, E. F.; Siqueira, A. D.; Nelson, D. R.; Rodriguez-Pedraza, C. The colonist footprint: towards a conceptual framework of deforestation trajectories among small farmers in Frontier Amazônia. In: Wood, C.; Porro, R. (Eds.). **Land Use and Deforestation in the Amazon**. University Press of Florida, Gainesville, FL, USA, 2002.
- Lu, D.; Batistella, M.; Moran, E. Multitemporal Spectral Mixture Analysis for Amazonian Land-Cover Change Detection. **Canadian Journal of Remote Sensing**, v. 30, p. 87-100, 2004a.
- Lu, D.; Batistella, M.; Moran, E. Satellite Estimation of Aboveground Biomass and Impacts of Forest Stand Structure. **Photogrammetric Engineering and Remote Sensing**, no prelo.
- Lu, D.; Mausel, P.; Batistella, M.; Moran, E. Comparison of Land-Cover Classification Methods in the Brazilian Amazon Basin, **Photogrammetric Engineering and Remote Sensing**, v. 70, n. 6, p. 723-731, 2004b.
- Lu, D.; Moran, E. F.; Batistella, M. Linear Mixture Model Applied to Amazonian Vegetation Classification. **Remote Sensing of Environment**, v. 87, p. 456-469, 2003.