

O uso da abordagem GEOBIA para a detecção do avanço da atividade agropecuária no arco do desmatamento

Katyanne Viana da Conceição¹, Michel Eustáquio Dantas Chaves¹

¹Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE)
Av. dos Astronautas, 1758 – 12.227-010 – São José dos Campos – SP – Brasil
{katyanne.conceicao, michel.chaves}@inpe.br

Abstract. *The objective of this work was to detect changes in land use and occupation in the municipality of Rondon do Pará (PA), through the geographic object-oriented classification approach (GEOBIA), aiming to identify whether the inclusion of the municipality in the priority list for actions Prevention, monitoring, and control of deforestation in the Amazon has inhibited the progress of the process. The methodological procedure involved the calculation of vegetation indices to highlight interest classes and the generation of geo-objects. The results show the conversion of 98,904 ha of natural vegetation to the anthropized area, demonstrating the need to intensify surveillance and the development of sustainable bases to change this scenario.*

Resumo. *O objetivo deste trabalho foi detectar mudanças no uso e ocupação da terra do município de Rondon do Pará (PA), por meio da abordagem de classificação orientada a objetos geográficos (GEOBIA), visando identificar se a inclusão do município na lista de prioridades para ações de prevenção, monitoramento e controle do desmatamento na Amazônia coibiu o avanço do processo. O procedimento metodológico envolveu o cálculo de índices de vegetação para realçar classes de interesse e a geração de geo-objetos. Os resultados mostram a conversão de 98.904 ha de vegetação natural para área antropizada, demonstrando a necessidade de intensificar a fiscalização o desenvolvimento de bases sustentáveis para alterar este cenário.*

1. Introdução

Devido ao avanço desenfreado da frente de desmatamento, o município de Rondon do Pará, no estado do Pará, foi inserido, em 2007, na lista de municípios prioritários para ações de prevenção, monitoramento e controle do desmatamento na Amazônia, conforme o Decreto 6.321, de dezembro de 2007 [Brasil 2007].

O Projeto de Monitoramento da Floresta Amazônica Brasileira por Satélite (PRODES) [INPE 2019], estimou, para o período entre 1º de agosto de 2006 e 31 de julho de 2007, a totalidade de 11.224 km² de desmatamento na Amazônia brasileira. A região do “Arco do Desmatamento”, situada em terras do leste e sul do Pará, que seguem para o oeste e passam pelos estados do Mato Grosso, Rondônia e Acre, é responsável pelas maiores taxas do desmatamento e pelo avanço da fronteira agrícola em direção às florestas preservadas, concentrando, aproximadamente, 80% do desmatamento na Amazônia nas últimas décadas [Soares-Filho et al. 2006; Fearnside 2017; Fonseca et al. 2018]. Como o desmatamento vai além das consequências ambientais, acarretando fenômenos sociais como a expansão de fronteiras e o consequente conflito agrário [Sant’anna e Young 2010], ressalta-se a necessidade de

aliar governos e sociedade no controle do desmatamento, aumentando a eficácia de fiscalizações e políticas públicas, bem como a implementação de projetos para a conscientização da população, além do uso de novas técnicas e de metodologias para o monitoramento estratégico.

O monitoramento de extensas áreas pode ser realizado por técnicas de sensoriamento remoto orbital associadas às ferramentas de geoprocessamento, combinação que possibilita análise rápida e menos onerosa. Entre as abordagens, destaca-se a Geographic Object-Based Image Analysis – GEOBIA, que permite a divisão de imagens orbitais em geo-objetos a partir de suas características espaciais de contexto, formato e textura, constituindo um modelo diferencial em relação ao procedimento baseado na análise da reflectância dos pixels (abordagem pixel-a-pixel) [Hay e Castilla 2008].

Neste contexto, o objetivo do presente trabalho foi mapear o uso e cobertura da terra do município de Rondon do Pará – PA, nos anos de 2006 e 2017, por meio da abordagem de análise orientada a objetos, visando avaliar quais foram as mudanças transcorridas ao longo de mais de uma década de inserção do mesmo como município prioritário para ações de prevenção, monitoramento e controle do desmatamento na Amazônia e se as políticas públicas implementadas reduziram a supressão da cobertura vegetal natural.

2. Material e métodos

A área de estudo é o município de Rondon do Pará, latitude 4°46'34"S e longitude 48°04'02"W. Com área de 8.257,63 km², o município pertence à região Sudeste do estado do Pará e está distante 532 km da capital paraense, Belém [IBGE 2019]. A cobertura vegetal predominante é composta por 2 formações florestais: floresta equatorial subperenifólia e floresta equatorial higrófila de várzea [Embrapa 1988]. A principal vocação municipal é a agropecuária, com destaque para a intensa exploração madeireira e a produção de leite [IBGE 2019].

2.1. Abordagem de classificação orientada a objetos

Para a realização das classificações, optou-se por adotar a abordagem orientada a objetos *Geographical object image analysis* (GEOBIA), em detrimento à pixel-a-pixel. Enquanto que na abordagem pixel-a-pixel a referência para a classificação é o valor individual de cada pixel, sem levar em consideração a influência da vizinhança no processo de decisão, a GEOBIA caracteriza-se pelo incremento de informações relacionadas a objetos, como forma, textura e contexto, o que é útil quando se tem o desafio de analisar paisagens heterogêneas [Blaschke 2010]. Estudos recentes com GEOBIA demonstram que a qualidade da detecção de mudanças na paisagem pode ser aprimorada por fatores que transcendem os valores de reflectância [Schultz et al. 2016; Belgiu e Csillik 2018; Csillik et al. 2019].

2.2. Mapeamento de uso e cobertura da terra

Para a realização do presente estudo, foi utilizada uma imagem do satélite Landsat 5, sensor Thematic Mapper (TM), de 24/07/2006, e outra do satélite Landsat 8, sensor Operational Land Imager (OLI), de 06/07/2017. As imagens correspondem à órbita/ponto 223/63 e são datadas do mesmo período anual com o objetivo de evitar

variações de brilho decorrentes de mudanças do ângulo solar, bem como mudanças fenológicas expressivas da cobertura vegetal e do calendário agrícola local. O procedimento metodológico adotado envolveu o cálculo dos índices de vegetação *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI), *Normalized Difference Water Index* (NDWI) e *Enhanced Vegetation Index* (EVI) para realçar as classes de interesse, a geração de geo-objetos por meio do segmentador *Multiresolution Segmentation* (MS), a classificação dos geo-objetos por meio do algoritmo *Support Vector Machine* (SVM) e a correção dos erros observados em uma etapa de pós-classificação.

Para a segmentação das imagens foi utilizado o algoritmo MS, o qual, segundo Espíndola e Camara (2007), agrupa os pixels de cada objeto em função da definição de seis parâmetros: fator de escala, forma, suavidade, compacidade, cor e peso, atribuídos a cada banda. Os parâmetros de segmentação foram definidos com base na realização de testes. Para realizar a classificação, foi utilizado o algoritmo *Support Vector Machine* (SVM), que seleciona um pequeno número de ocorrências de fronteiras críticas entre as tipologias da paisagem, as quais são denominadas “vetores de suporte” de cada classe e são utilizadas para construir uma função linear discriminante que as separam de forma mais ampla possível [Witten et al. 2011].

3. Resultados e discussão

Foram geradas duas classificações, uma para o ano de 2006 e outra para o ano de 2017, apresentadas na Figura 1.

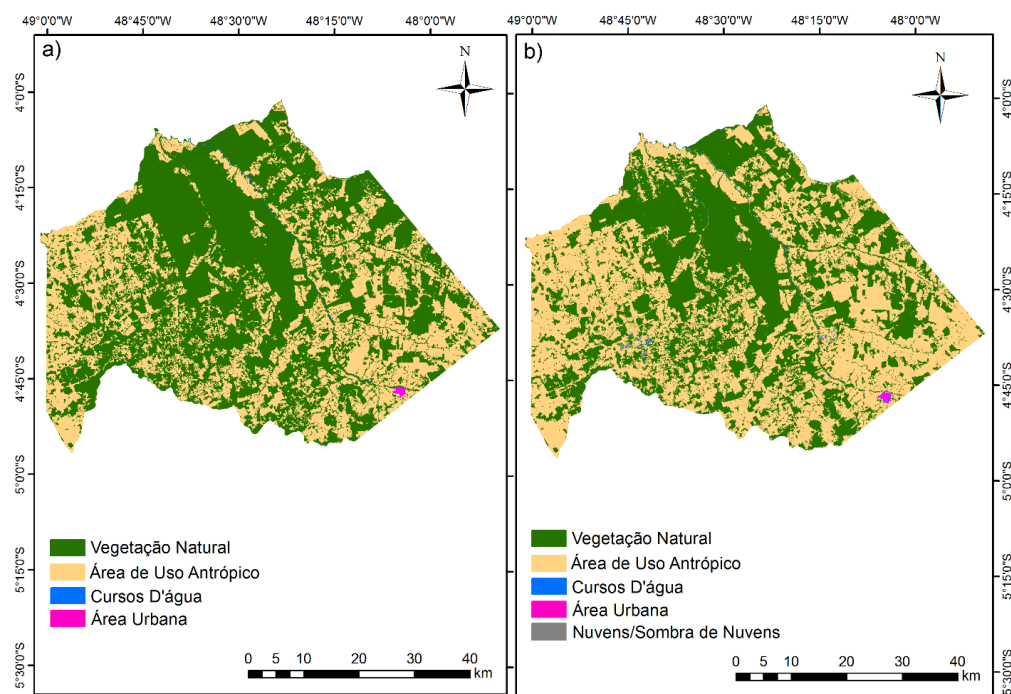


Figura 1. Classificações de uso e cobertura da terra de Rondon do Pará em 2006 (mapa a)) e 2017 (mapa b)).

A quantificação das áreas em hectares (ha), mostra que a inclusão do município de Rondon do Pará na lista de prioridades para o controle do desmatamento não

representou controle ou mitigação do processo, até 2017. A área de mata nativa passou de 494.466,77 ha em 2006 para 395.462,30 ha em 2017, o que representa perda de 99.004,47 ha e desmatamento de 11,99% ao longo dos 11 anos. Em contrapartida, houve incremento de 98.447,38 ha (11,93%) nas áreas antropizadas (cujas características foram alteradas pelo homem) (Tabela 1).

Tabela 1. Variação das áreas das classes mapeadas.

	Área em 2006 (ha)	Porcentagem em 2006 (%)	Área em 2017 (ha)	Porcentagem em 2017 (%)	Variação (%)
Vegetação natural	494.366,77	59,88	395.462,30	47,86	- 12,02
Uso antrópico	329.771,13	39,94	428.218,51	51,82	11,88
Cursos d'água	777,564	0,09	768,653	0,09	-
Área urbana	708,165	0,09	789,327	0,10	0,01
Nuvem	-		1.038,96	0,13	-

O fato de o município pertencer ao chamado “Arco do desmatamento” faz com que seja difícil o controle da perda de vegetação nativa, pois o avanço intensivo da agricultura e da pastagem para rebanhos bovinos é exaustivo nesta região [Rodrigues-Filho et al. 2015; Fearnside 2017]. Entretanto, apesar do crescimento do setor agropecuário, outros fenômenos associados à derrubada de árvores e à pecuária extensiva são determinantes para o aumento do desmatamento, tais como a extração seletiva de madeira e a especulação fundiária [Parizzi et al. 2017].

Outra atividade que contribui para o desmatamento é a carvoeira. O município está inserido na região sudeste paraense, caracterizada pela exploração contínua de madeira [Filgueiras et al. 2008], e muitas carvoarias se deslocaram da zona urbana para a rural, devido à proximidade com a matéria-prima. Isso aumentou a derrubada de árvores nativas ao longo da década, causando incremento do desmatamento ligado à atividade de produção do carvão e dano ambiental causado pela exploração de madeiras [Monteiro et al. 2007; Théry et al. 2011].

Por fim, foi identificado aumento da área urbana (de 756,34 para 789,32 ha), como consequência do processo de incremento natural que as pequenas e médias cidades paraenses vêm apresentando nas últimas décadas. Em termos populacionais, em 2007, o município possuía 47.284 habitantes, segundo dados da Secretaria Executiva de Estado de Planejamento, Orçamento e Finanças – SEPOF/PA (2007). Já, em 2017, a população estimada foi de 50.925 [IBGE 2019]. Este baixo crescimento pode ser explicado pela vocação rural do município e pela erosividade do solo na área urbana e em suas proximidades [Rosa et al. 2017], fator que causa prejuízos frequentes aos moradores e cria áreas de risco nas quais torna-se inviável a construção de moradias.

4. Conclusão

A aplicação da abordagem de classificação orientada a objetos a partir de dados orbitais dos satélites Landsat 5/TM e Landsat 8/OLI se mostrou eficiente para analisar a dinâmica de uso e cobertura da terra em Rondon do Pará. A detecção de mudanças ao longo do tempo é importante para o diagnóstico, planejamento e gestão dos municípios brasileiros, principalmente por mostrar a evolução das ações humanas sobre o território.

A análise das mudanças de uso e cobertura da terra de Rondon do Pará indicou que, apesar de ter sido uma tentativa válida para reduzir o desmatamento, a inclusão do município na lista de prioridades para ações de prevenção, monitoramento e controle do desmatamento na Amazônia não coibiu o processo de retirada de mata nativa, e o desmatamento avançou acima de 10% de 2006 para 2017. Infere-se que o desmatamento local esteja diretamente ligado ao crescimento da agropecuária e da extração vegetal, visto que a base econômica está na exploração predatória dos recursos florestais. Logo, é necessário intensificar a implementação de políticas públicas que estimulem o desenvolvimento sustentável no município.

5. Agradecimentos

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) – Processo 350153/2019-1, à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Processo 88887.351470/2019-00, ao Programa de Monitoramento da Floresta Amazônica Brasileira por Satélite (PRODES) e ao subprojeto *Brazil Data Cube*, do Projeto Monitoramento Ambiental dos Biomas Brasileiros, financiado com recursos do Fundo Amazônia, por meio da colaboração financeira BNDES e FUNCATE nº 17.2.0536.1.

6. Referências

- Belgiu, M. e Csillik, O. (2018). Sentinel-2 cropland mapping using pixel-based and object-based time weighted dynamic time warping analysis. *Remote Sensing of Environment*, 204, 509–523.
- Blaschke, T. (2010). Object based image analysis for remote sensing. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 65, 2-16.
- Brasil. Decreto 6.321, de dezembro de 2007. (2007). Disponível em: (http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/decreto/d6321.htm). Acessado em: setembro de 2019.
- Brasil. Lei 12.651, de 25 de maio de 2012. (2012). Código Florestal. Disponível em: (<http://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/2012/lei-12651-25-maio-2012-613076-norma-pl.html>). Acessado em: agosto de 2019.
- Csillik, O. et al. (2019). Object-based time-constrained Dynamic Time Warping classification of crops using Sentinel-2. *Remote Sensing*, 11, 1257.
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA. (1988). Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. Critérios para distinção de classes de solos e de fases de unidades de mapeamento. Rio de Janeiro, 1988a. 67p. (EMBRAPA-SNLCS, Documentos, 11).
- Fearnside, P. (2017). Deforestation of the Brazilian Amazon. In: *Oxford Research Encyclopedia of Environmental Science*. Shugart, H. (Ed.), Oxford University Press. Nova York, EUA, 52p.

- Filgueiras, G. C. et al. (2008). Arranjos produtivos locais no estado do Pará: localização espacial das atividades florestal e de madeira e mobiliário. *Revista Economia e Agronegócio*, 6, 81-104.
- Fonseca, A. et al. (2018). Boletim do desmatamento da Amazônia Legal (agosto de 2017) SAD (p. 1). Belém: Imazon.
- Hay, G. J. e Castilla, G. (2008). Geographic Object-Based Image Analysis (GEOBIA): a new name for a new discipline. In: Blaschke, T., Lang, S., Hay, G. (Eds.), *Object-Based Image Analysis*. Springer, Berlin, Heidelberg, 75–89.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. (2019). Extração vegetal e silvicultura. Disponível em: (cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=150618&search=para/rondon-do-para/infográficos:-informações-completas). Acessado em: setembro de 2019.
- Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE. (2019). Monitoramento da Floresta Amazônica Brasileira por Satélite. Disponível em: (<http://www.obt.inpe.br/OBT/assuntos/programas/amazonia/prodes>). Acessado em: agosto de 2019.
- Parizzi, T. N. T. et al. (2017). Dinâmica do uso e cobertura da terra na sub-bacia do Rio Guamá, Pará. In: *Anais do XVIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*, Santos-SP, 1747–1753.
- Peña-Barragan, J. M. et al. (2011). Object-based crop identification using multiple vegetation indices, textural features and crop phenology. *Remote Sensing of Environment*, 115, 1301-1316.
- Rodrigues-Filho, S. et al. (2015). Election-driven weakening of deforestation control in the Brazilian Amazon. *Land Use Policy*, 43, 111-118.
- Rosa, A. G. et al. (2017). Comportamento da precipitação como fator ativo de processos erosivos no município de Rondon do Pará, PA (Brasil). *Scientia Plena*, 13, 1-11.
- Sant’anna, A. A. e Young, C. E. F. (2010). Direitos de propriedade, desmatamento e conflitos rurais na Amazônia. *Economia Aplicada*, 14, 381-393.
- Schultz, B. et al. (2016). Classificação orientada a objetos e, imagens multitemporais Landsat aplicada na identificação de cana-de-açúcar e soja. *Revista Brasileira de Cartografia*, 68, 131-143.
- Soares-Filho, B. S. et al. (2006). Modelling conservation in the Amazon basin. *Nature*, 440, 520-523.
- Théry, H. et al. (2011). Geografias do trabalho escravo contemporâneo no Brasil. *Nera*, 7-28.
- Witten, I. H. et al. (2011). *Data Mining: Practical Machine Learning Tools and Techniques*. Third, 629p.