

Dinâmica do uso e cobertura da terra na mesorregião Sul Maranhense

Gustavo Bayma-Silva¹
Luiz Eduardo Vicente¹
Luciana Spinelli-Araujo¹
Daniel de Castro Victoria¹
Daniel Gomes¹
Fabio Enrique Torresan¹

¹Embrapa Monitoramento por Satélite
Av. Soldado Passarinho, 303 – 13070-115- Campinas - SP, Brasil
{gustavo.bayma, luiz.vicente, luciana.spinelli, daniel.victoria, daniel.gomes, fabio.torresan}
@embrapa.br

Abstract. The Cerrado biome occupies an area of approximately 206 million hectares at the central part of Brazil and is the second largest biome in terms of area, right after the Amazon biome. The quick expansion of mechanized agriculture contributed to reduce natural Cerrado areas, and the biome's recent occupancy for large-scale production of grains for the international market encompassed the northeastern part of the biome. Deforestation of natural areas, agricultural intensification, and expansion of urban centers, among others: increase the demand for energy, water and fertilizers; modify natural cycles (carbon, nutrients, and water); change energy balance and regional microclimates; decrease biodiversity through landscape fragmentation. In this article we map anthropic areas at the "Sul Maranhense" mesoregion in 2010 with the aim of analyzing land-use and land-cover (LULC) dynamics between 2002 and 2010. LULC were obtained at PROBIO's LULC map, which differentiates natural and anthropic classes at the Cerrado biome in the year 2002. Using visual interpretation of TM/Landsat images we updated the LULC map for 2010. The results indicate that the total amount of anthropic areas went from 836 thousand to 1.2 million hectares, which corresponds to 18% of the total study area and to a 43.5% increase between 2002 and 2010. The results showed deforestation with the aim of deploying new agricultural areas followed by planted pasture areas. It's noteworthy that new anthropic activities were observed at the region, such as forestry, as well as the increase of sugarcane areas.

Keywords: Cerrado biome, deforestation, spatiotemporal analysis, MATOPIBA, bioma Cerrado, desmatamento, análise espaço-temporal, MATOPIBA.

1. Introdução

O Bioma Cerrado ocupa uma área de aproximadamente 206 milhões de hectares (IBGE, 2014a) na porção central do Brasil. É o segundo maior bioma do País em área, atrás apenas do Bioma Amazônia, e abrange dez estados brasileiros. No Cerrado, existe um gradiente vegetacional entre árvores, arbustos, subarbustos e estruturas herbáceas (Eiten, 1972). Em termos de aspectos da vegetação, o Cerrado apresenta fisionomias diferentes, e reúne formações florestais, savânicas e campestres. Fisionomicamente, o termo floresta refere-se às áreas onde as espécies arbóreas são predominantes, com dossel contínuo ou não. O termo savana representa as áreas com árvores e arbustos espalhados sobre um estrato gramíneo, sem dossel contínuo. Campo indica as áreas com espécies herbáceas e algumas arbustivas, sem árvores na composição da paisagem (Ribeiro e Walter, 1998).

A rápida expansão da agricultura mecanizada contribuiu para a diminuição das áreas naturais do bioma, e a recente ocupação baseou-se na produção de grãos em larga escala visando o mercado externo (Brannstrom et al., 2008; Silva et al., 2010; Trabaquini et al., 2013; Lapola et al., 2014) e abrangeu a porção norte-nordestina do bioma (Silva et al., 2013). Não somente a agricultura tornou-se um vetor de transformação da paisagem do bioma, mas sua vegetação também passou a ser suprimida em decorrência da introdução de espécies exóticas, como o eucalipto, e da retirada da vegetação natural para a produção de carvão (Furley, 1999). A mesorregião Sul Maranhense passou a transformar suas estruturas agrárias tradicionais de subsistência em agricultura tecnificada, em razão principalmente da produção

de soja. A área de soja passou de 176 para 372 mil hectares entre 2000 e 2005, incentivada também pela melhora da infraestrutura rodoviária no Maranhão (Studte, 2008). O avanço de áreas destinadas às atividades antrópicas é crescente: entre 2002 e 2008, a microrregião Gerais de Balsas suprimiu 179 mil hectares de vegetação, seguida por Chapadas das Mangabeiras e Porto Franco, com 66 e 65 mil ha, totalizando 310 mil hectares na mesorregião Sul Maranhense (Silva et al., 2013).

A mudança do uso da terra é fator importante no que diz respeito às mudanças climáticas globais (Pielke, 2005). Desmatamentos de áreas naturais, intensificação da produção agrícola e expansão dos centros urbanos, entre outros, acabam por aumentar a demanda por energia, água e fertilizantes; modificam os ciclos naturais (carbono, nutrientes e água); alteram o balanço de energia e de microclimas regionais; e diminuem a biodiversidade com a fragmentação da paisagem. As mudanças de uso enfrentam um dilema: se, por um lado, as alterações são essenciais por atender a demanda global de bens e produtos, como comida, por outro lado, algumas dessas atividades acabam por degradar ecossistemas e seus recursos naturais. Algumas medidas são mitigadoras dessas transformações, como: aumento da produção agrícola por unidade de área, com diminuição do uso de fertilizantes e melhor aproveitamento da água; manutenção e/ou acréscimo de matéria orgânica, com permanência da palhada em áreas agrícolas; implantação de sistemas agroflorestais; e aumento de área verde em ambientes urbanos (Foley et al., 2005). Diante do exposto, este trabalho tem como objetivo mapear as áreas antropogênicas da mesorregião Sul Maranhense do ano de 2010 com vistas a analisar a dinâmica de uso e cobertura da terra entre 2002 e 2010.

2. Materiais e métodos

A área de estudo localiza-se no Estado do Maranhão, entre as coordenadas 5°54' e 10°29' de latitude sul e 44°08' e 47°51' de longitude oeste. A mesorregião está inserida no Bioma Cerrado, com ocorrência de classes de vegetação de savana (florestada, arborizada, parque e gramíneo-lenhosa), floresta (ombrófila submontana), formação pioneira e vegetação secundária (Sano et al., 2010) e tem área de 6,7 milhões de hectares.

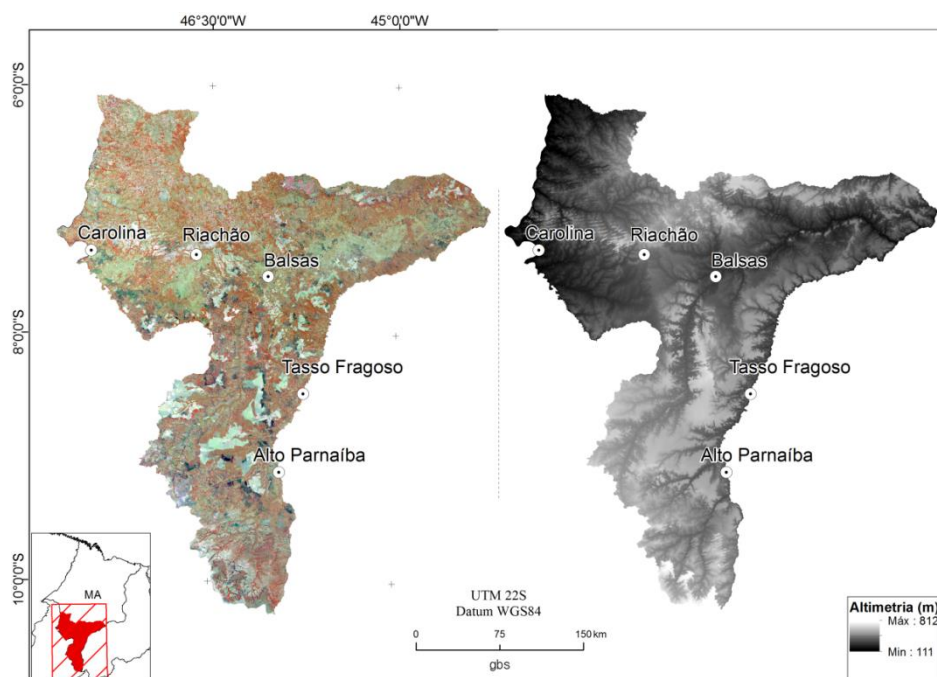


Figura 1. Imagem TM/Landsat, composição R(4)G(5)B(3), de 2010 da mesorregião Sul Maranhense e modelo de elevação digital obtido do TOPODATA.

Fonte: TOPODATA (Valeriano et al., 2011).

As informações sobre uso e cobertura da terra do ano de 2002 foram obtidas do mapa de cobertura vegetal que discrimina as classes naturais e antropogênicas no Bioma Cerrado no ano de 2002 do "Projeto de Conservação e Utilização Sustentável da Diversidade Biológica Brasileira" (PROBIO), coordenado pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA) (Sano et al., 2010). O método para a elaboração do mapa de uso e cobertura da terra do ano de 2010 foi desenvolvido em duas etapas, a primeira delas foi o mapeamento das áreas antropogênicas. Finalizado esse mapeamento, foram recuperadas as áreas de cobertura vegetal natural do mapeamento do PROBIO. A sobreposição da informação de uso da terra em 2010 às áreas de cobertura natural de 2002 permitiu identificar os remanescentes de cobertura vegetal natural em 2010. Áreas antropogênicas mapeadas em 2002 foram atualizadas para o ano de 2010, e, nos casos em que foram classificadas como antropogênicas em 2002 e não foram mapeadas em 2010, foram consideradas como áreas de vegetação secundária.

O mapeamento das classes antropogênicas consistiu primeiro na obtenção de imagens TM/Landsat, disponibilizadas no catálogo "Earth Explorer" do Serviço Geológico dos Estados Unidos (USGS). Para o recobrimento da área de estudo, foram necessárias seis cenas (Tabela 1). Após a aquisição e eliminação das áreas com grande ocorrência de nuvens, o aplicativo Spring (Câmara et al., 1996) foi utilizado para a montagem do banco de dados geográficos (BDG), onde cada imagem foi segmentada. A opção pela segmentação das imagens baseou-se no fato de que a automatização desse procedimento conduz a ganhos em termos de redução de custo e tempo no que diz respeito à geração dos polígonos que serão classificados (Nascimento e Almeida Filho, 1996; Sano et al., 2008). A área mínima mapeada foi 10 ha, e a escala de trabalho adotada foi de 1:250.000. Após o processo de segmentação, os planos de informação criados foram exportados no formato *shapefile*, para posterior inserção em um banco de dados geoespacial (PostGIS) e interpretação visual no aplicativo de sistema de informações geográficas (SIG) Quantum GIS (QGIS).

A utilização do banco de dados geoespaciais (PostGIS) juntamente com o aplicativo QGIS levou em consideração os seguintes aspectos: a) software livre, de código aberto, que dispensa aquisição de licenças comerciais (tanto PostGIS quanto QGIS); b) o banco de dados PostgreSQL, juntamente com a extensão que possibilita o uso de dados espaciais, PostGIS, são plataformas robustas, estáveis e que suportam grande quantidade de dados; c) o banco de dados é multiusuário, com acesso remoto, o que permite que os dados classificados fiquem armazenados em um repositório central, de fácil manutenção e *backup*, e que o trabalho seja realizado por uma equipe de intérpretes sem a necessidade de transferência de arquivos entre eles; e d) o aplicativo *desktop* de SIG (QGIS) tem interface amigável, semelhante às soluções comerciais existentes, e capaz de trabalhar com vários formatos de dados espaciais, o que possibilita utilizar dados oriundos da internet (Google Earth), armazenados em bancos de dados remotos (PostGIS) e dados locais (arquivos *shapefile* e imagens de satélite).

Para essa classificação, foi elaborada uma chave de interpretação com informações auxiliares das classes agricultura, pastagem plantada, silvicultura, área de influência urbana e corpos d'água, classes essas baseadas em Sano et al. (2010). Na chave de interpretação, baseada nas chaves de interpretação desenvolvidas por Espírito-Santo et al. (2003) e Gomes et al. (2012), foram utilizadas informações acerca de características visuais da imagem de satélite, tons, texturas e formas geométricas. Também foram utilizadas, como informações adicionais, as séries temporais de EVI-2 (Jiang et al., 2008) disponibilizadas pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – Inpe (Freitas et al., 2011). Para auxiliar na interpretação visual e classificação do uso da terra, foram utilizadas imagens do satélite RapidEye referentes ao ano de 2011. Essas imagens têm resolução espacial de 5 m, superior ao produto obtido pelo TM/Landsat, que apresenta resolução espacial de 30 m, e que confere maior precisão na identificação dos alvos observados.

Tabela 1. Imagens TM/Landsat utilizadas no mapeamento de uso e cobertura da terra da área de estudo.

Órbita-ponto	Data	Órbita-ponto	Data
220-65	15/08/2010	221-67	05/07/2010
221-65	22/08/2010	222-64	13/08/2010
221-66	07/09/2010	222-65	26/06/2010

3. Resultados e Discussão

Na Figura 2, é possível observar o mapa de uso e cobertura da terra da área de estudo em 2002 e 2010. A área agrícola estimada passou de 332 para 666 mil hectares, diferença de 100.6%, localizadas principalmente na porção centro-sul e nordeste da área de estudo. Dados da Pesquisa Agrícola Municipal (PAM) apontam que a mesorregião Sul Maranhense apresentou, em 2010, 565 mil hectares de área agrícola plantada, considerando lavouras temporárias e permanentes (IBGE, 2014b).

A região noroeste apresenta um mosaico na paisagem entre áreas de pastagens e de vegetação secundária. Neste trabalho, foi priorizado o mapeamento de pastagens plantadas sem nenhum indicativo de invasoras ou vegetação em regeneração (pastos limpos). As áreas estimadas de pastagens apresentaram aumento de 22.4% de área em relação a 2002, passando de 468 para 573 mil hectares. Dados da Pesquisa Pecuária Municipal (PPM) indicam que o rebanho bovino na área de estudo passou de 714 para 839 mil cabeças entre 2002 e 2010, e o Censo Agropecuário de 2006 apontou que a área de pastagem plantada sem degradação foi de 474 mil hectares em 2006 (IBGE, 2014c; IBGE, 2014a). O mapeamento também identificou a presença de aproximadamente cinco mil hectares de área de reflorestamento no ano de 2010.

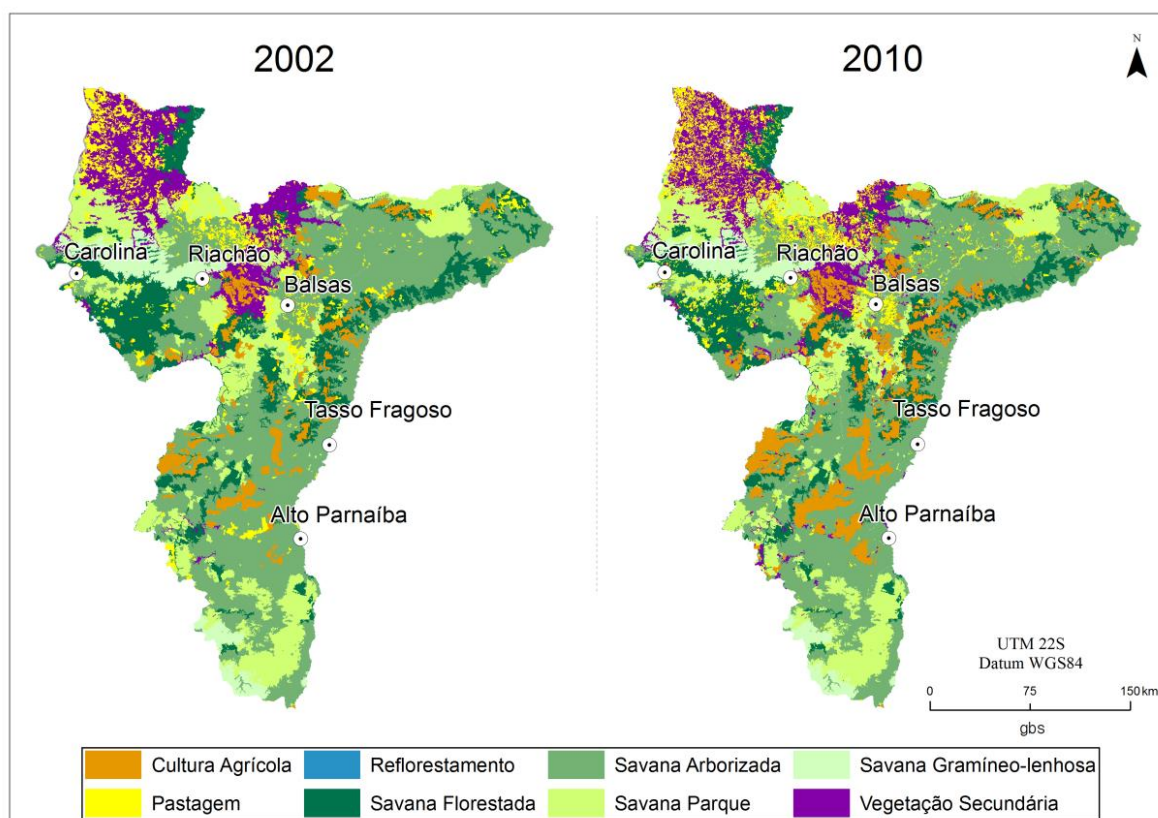


Figura 2. Uso e cobertura da terra na mesorregião Sul Maranhense em 2002 e 2010.

Fonte do mapa de 2002: Sano et al. (2010).

A Tabela 2 mostra a estimativa de área agrícola (Ac), de pastagem plantada (Ap) e reflorestamento (R) em 2010 e a sua respectiva classe em 2002 (antropogênica ou natural). Dos 666 mil hectares de áreas agrícolas identificados em 2010, 421 mil hectares (63%) foram implantados em áreas já antropizadas em 2002. As áreas de pastagens em 2010 ocuparam tanto áreas previamente modificadas (240 mil hectares, 42% do total) quanto áreas naturais (330 mil hectares, 58% do total) no ano de 2002. A maior parte das áreas de reflorestamento (85%) em 2010 foi identificada como área de cobertura natural no ano de 2002.

Tabela 2. Cruzamento da área total das classes de uso antropogênico em 2010 com as classes de uso e cobertura em 2002, em mil hectares.

Classe	Ac (2010)	Ap (2010)	R (2010)
Antropogênico (2002)	421,6	240,3	0,7
Natural (2002)	243,9	330,6	4,5
Outros (2002)	0,2	2,0	0
Total	665,6	572,9	5,3

No total, entre 2002 e 2010 foram desmatados aproximadamente 244 mil hectares de vegetação, nativa ou em regeneração. Do total de áreas agrícolas em 2010: 51% eram áreas agrícolas no ano de 2002 (338 mil hectares); 13% eram pastagens (83 mil hectares); 22% (144 mil hectares), áreas de savana arborizada (Sa); 10% (68 mil hectares), áreas de savana florestada (Sd); 3% (20 mil hectares), savana parque (Sp); e 2% (12 mil hectares), áreas de vegetação secundária (Vs). Em relação às áreas de pastagens plantadas em 2010, mais da metade dessa área em 2002 era de vegetação nativa, ou em regeneração, totalizando 330 mil hectares. As classes substituídas por áreas de pastagens plantadas foram savana arborizada (21%) e vegetação secundária (20%). As áreas de reflorestamento (5,2 mil hectares) substituíram preferencialmente áreas naturais ou em regeneração. Apenas 15% (700 ha) eram áreas agrícolas ou de pastagens em 2002, 85% era vegetação natural ou em regeneração (Figura 3).

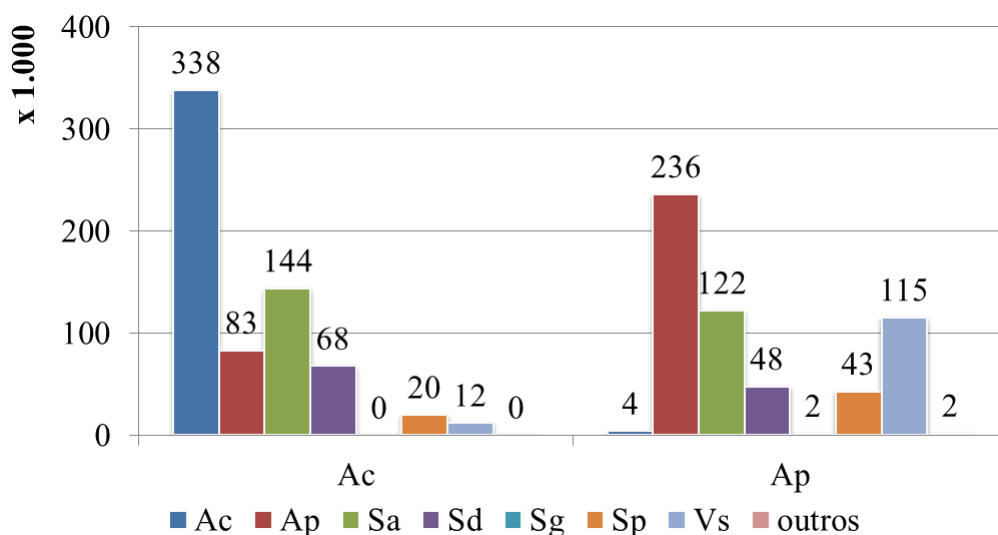


Figura 3. Cruzamento da área total das classes de uso antropogênico em 2010 com as classes de uso e cobertura da terra de 2002, em mil hectares. Ac – agricultura; Ap – pastagem plantada, R – reflorestamento, Sa – savana arborizada; Sd – savana florestada; Sg – savana gramíneo-lenhosa; e Sp – savana parque.

A análise espacial da distribuição das novas áreas de desmatamentos em 2010, diferença entre as máscaras de 2002 e 2010, indicou que os municípios que mais desmataram foram Balsas (127.814 ha), Riachão (56.231 ha), Tasso Fragoso (41.633 ha), Alto Parnaíba (40.747 ha) e Carolina (38.676 ha), indicados na Figura 1. Em Balsas, 93 mil hectares (72%) das áreas antropizadas no período destinaram-se às novas áreas agrícolas (Figura 4), ante 34 mil hectares (27%) de áreas de pastagens plantadas. Em Alto Parnaíba e Tasso Fragoso, as áreas convertidas para atividades agrícolas foram de 36 e 38 mil hectares, respectivamente. Em Tasso Fragoso, 1,5 mil hectares (4%) das novas áreas destinaram-se ao reflorestamento. Já para os municípios de Riachão e Carolina, as novas áreas destinadas a pastagens plantadas foram de 34 e 33 mil hectares, respectivamente.

Os municípios com novas áreas agrícolas, em sua maioria, localizam-se em regiões mais planas, localizadas na porção centro-sul, enquanto os que apresentaram áreas de pastagens plantadas localizam-se em área de relevo dissecado. O Município de São Raimundo das Mangabeiras apresentou aproximadamente 24 mil hectares de área de cana-de-açúcar, enquanto a mesorregião de estudo apresentou 27,5 mil hectares dessa cultura, segundo dados do PAM, em 2010 (IBGE, 2014a).



Figura 4. Áreas agrícolas, soja e milho, no Município de Balsas, em 2012.

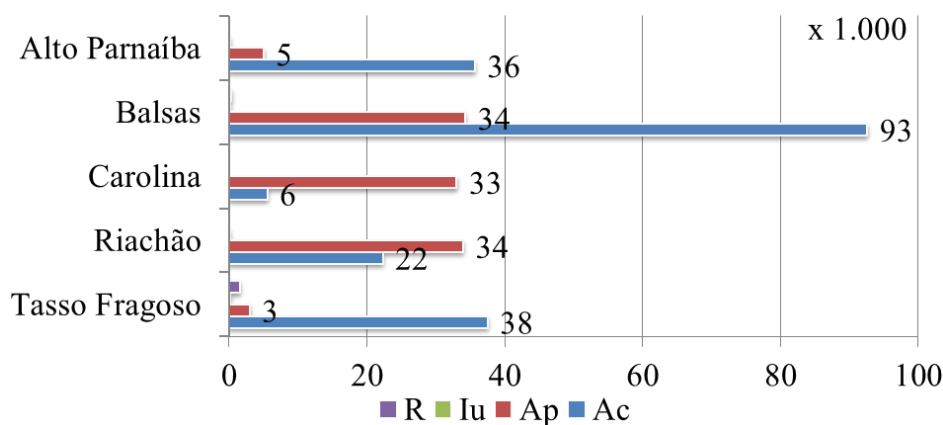


Figura 5. Cruzamento dos novos incrementos de desmatamentos, entre 2002 e 2010, com as áreas antropogênicas antigas (2002), em mil hectares. Ac – agricultura; Ap – pastagem plantada; Iu – área de influência urbana; e R – reflorestamento.

O ritmo da conversão de áreas naturais em áreas com atividades humanas ainda é acelerado em algumas regiões do bioma Cerrado. Informações do uso e da cobertura da terra necessitam ser levantadas em um intervalo de tempo menor. A iniciativa do MMA, por meio do PROBIO, de mapear o uso e a cobertura da terra de 2002 será atualizada em 2015 por meio do projeto TerraClass Cerrado, que divulgará as informações do mapeamento referentes ao ano de 2013. Cabe ressaltar que o Projeto de Monitoramento do Desmatamento dos Biomas Brasileiros por Satélite (PMDDBS), também coordenado pelo MMA, vem monitorando os biomas brasileiros e mapeia anualmente as áreas desmatadas, exceto na Amazônia. Algumas

iniciativas que indicam desmatamentos em intervalos menores que um ano e foram desenvolvidas no contexto do bioma Cerrado, como a de Silva et al.(2011), poderiam atuar de forma conjunta com projetos institucionais em vigência, como os mapeamentos do PROBIO e PMDBSS.

4. Conclusões

Os resultados apresentados foram obtidos no âmbito do Macrozoneamento Ecológico-Econômico do Estado do Maranhão (MacroZEE-MA), coordenado pela Embrapa Monitoramento por Satélite e executado em conjunto com a Embrapa Cocais e segundo critérios legais e diretrizes metodológicas estabelecidas pelo Projeto ZEE Brasil. O total de áreas antropogênicas passou de 836 mil para 1.2 milhões de hectares, e representa 18% do total da área de estudo e aumento de 43.5%, entre 2002 e 2010. A área de estudo apresentou, em sua maioria, retirada da vegetação com vistas à implantação de novas áreas agrícolas, seguida por áreas de pastagens plantadas. Cabe ressaltar que novas atividades antropogênicas foram observadas na região, como silvicultura e áreas agrícolas de cana-de-açúcar.

Agradecimentos

Os autores agradecem: as instituições parceiras, especialmente as integrantes da Comissão Estadual do ZEE e do Comitê Técnico-Científico do ZEE do Estado do Maranhão – Secretarias de Estado do Planejamento e Orçamento do Maranhão, do Meio Ambiente e Recursos Naturais, da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, do Desenvolvimento, Indústria e Comércio, do Desenvolvimento Social e Agricultura Familiar, da Infraestrutura, das Cidades e Desenvolvimento Urbano, de Minas e Energia, do Turismo e da Pesca e Aquicultura, Instituto Maranhense de Estudos Socioeconômicos e Cartográficos, Universidade Federal do Maranhão, Universidade Estadual do Maranhão e Embrapa Cocais –; Bruno Palermo, Caio Meneses, Flávio Ramalho, Fernando Ribeiro, Lucas Vieceli, Lucas Moraes, Marília Zanetti, Michele Lima, Tatiana Jordão e Samantha Alvarenga, pelo auxílio na classificação do uso da terra deste trabalho; Agroconsult Consultoria & Marketing, pelo convite para a participação no 12º Rally das Safras.

Referências Bibliográficas

Câmara, G.; Freitas, U.; Souza, R.C.M.; Garrido, J. SPRING: Integrating Remote Sensing and GIS by Object-Oriented Data Modeling. **Computers and Graphics**, v. 15, n. 6, 1996.

Eiten, G. The cerrado vegetation of Brazil. **Botanical review**. v. 38, n. 2, p. 201-341, 1972.

Espírito-Santo, F. D. B. **Caracterização e mapeamento da vegetação da região da floresta nacional de Tapajós através de dados ópticos, de radar e inventários florestais**. 2003. 277 p. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos. Disponível em: <<http://urlib.net/sid.inpe.br/jeferson/2003/12.09.13.07>>. Acesso em: 30 out. 2013.

Freitas, R. M.; Arai, E.; Adami, M.; Ferreira, A. S.; Sato, F. Y.; Shimabukuro, Y. E.; Rosa, R. R.; Anderson, L. O.; Rudorff, B. F. T. Virtual laboratory of remote sensing time series: visualization of MODIS EVI2 data set over South America. **Journal of Computational Interdisciplinary Sciences**, v. 2, n. 1, p. 57-68, 2011.

Foley, J. A., DeFries, R., Asner, G. P., Barford, C., Bonan, G., Carpenter, S. R., Chapin, F. S., Coe, M. T., Daily, G. C., Gibbs, H. K., Helkowski, J. H., Holloway, T., Howard, E. A., Kucharik, C. J., Monfreda, C., Patz, J. A., Prentice, I. C., Ramankutty, N., Snyder, P. K. Global consequences of land use. **Science**, v. 309, p. 570–574, 2005.

Gomes, D.; Maçorano, R. P.; Silva, G. B. S.; Vicente, L. E.; Victoria, D. C. **Interpretação de alvos a partir de imagens de satélite de média resolução espacial**. Campinas, SP: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2012. 24 p. (Circular Técnica, 21).

IBGE. **Censo Agropecuário 2006**. Disponível em:

<<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/listabl.asp?z=t&o=24&i=P&c=1244>>. Acesso em: 01 set. 2014.

IBGE. Sistema de Recuperação Automática – SIDRA. **Pesquisa Agrícola Municipal - PAM**. Disponível em:

<<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/listabl.asp?z=t&o=11&i=P&c=1612>>. Acesso em: 01 set. 2014.

IBGE. Sistema de Recuperação Automática – SIDRA. **Pesquisa Pecuária Municipal - PPM**. Disponível em:

<<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/pecua/default.asp?t=2&z=t&o=24&u1=1&u2=1&u3=1&u4=1&u5=1&u6=1&u7=1>>. Acesso em: 01 set. 2014.

Jiang, Z.; Huete, A. R.; Didan, K.; Miura, T. Development of a two-band enhanced vegetation index without a blue band. **Remote Sensing of Environment**, v. 112, n. 10, p. 3833–3845, 2008.

Lapola, D. M., Martinelli, L. A., Peres, C. A., Ometto, J. P. H. B., Ferreira, M. E., Nobre, C. A., Aguiar, A. P. D., Bustamante, M. M. C., Cardoso, M. F., Costa, M. H., Joly, C. A., Leite, C. C., Moutinho, P., Sampaio, G., Strassburg, B. B. N.; Vieira, I. C. G. Pervasive transition of the Brazilian land-use system. **Nature Climate Change**, n. 4, p. 27-35, 2014.

Nascimento, P. S. R.; Almeida Filho, R. Utilização da técnica de segmentação em imagens TM/Landsat visando otimizar a técnica de interpretação visual. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 8., 1996, Salvador. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 1996. p. 215-218. Disponível em: <<http://urlib.net/sid.inpe.br/deise/1999/01.27.09.30>>. Acesso em: 24 jul. 2012.

Pielke, R. A. Land Use and Climate Change. **Science**, v. 310, n. 5754, p. 1625-1626, 2005.

Ribeiro, J. F.; Walter, B. M. T. Fitofisionomias do Bioma Cerrado. In: Sano, S. M.; Almeida, S. P. (Org.). **Cerrado: ambiente e flora**. Planaltina, DF: Embrapa, 1998. cap 5, p. 89-166.

Sano, E. E.; Rosa, R.; Brito, J. L.; Ferreira, L. G. Land cover mapping of the tropical savanna region in Brazil. **Environmental Monitoring and Assessment**, v. 166, p. 113-124, 2010.

Sano, E. E.; Lima, C. A.; Bezerra, H. S. Mapeamento semi-automatizado de fitofisionomias do Cerrado com imagens Landsat: vantagens e limitações. In: Simpósio Nacional Sobre o Cerrado, 2008, Brasília, DF. **Anais...** Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2008.

Silva, G. B. S.; Formaggio, A. R.; Shimabukuro, Y. E. Áreas alteradas em função de atividades antrópicas no bioma Cerrado localizado no estado do Mato Grosso (MT), até o ano de 2001: uma abordagem espaço-temporal. **Revista Brasileira de Cartografia** (Impresso), v. 62, p. 363-371, 2010.

Silva, G. B. S.; Formaggio, A. R.; Shimabukuro, Y. E.; Sano, E. E. Monitoramento e detecção de desmatamentos no bioma Cerrado matogrossense utilizando imagens de multisensores. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 15., 2011, Curitiba. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2011. p. 7297-7304. Disponível em: <<http://www.dsr.inpe.br/sbsr2011/files/p0588.pdf>>. Acesso em: 08 set. 2014.

Silva, G. B. S.; Victoria, D. C.; Albino, T. C.; Batistella, M. Dinâmica da expansão de áreas antropogênicas no bioma Cerrado localizado na região Nordeste do Brasil. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 16., 2013, Foz do Iguaçu. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2013. p. 7297-7304. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/82877/1/BaymaSBSR1.pdf>>. Acesso em: 02 set. 2014.

Trabaquini, K.; Silva, G. B. S.; Formaggio, A. R.; Shimabukuro, Y. E.; Galvão, L. S. Dynamics and distribution of anthropic occupation in the cerrado of Mato Grosso in the period from 1990 to 2008. **Geografia** (Rio Claro. Impresso), v. 38, p. 209-224, 2013.

Valeriano, M. M.; Rossetti, D. F. Topodata: Brazilian full coverage re-finement of SRTM data. **Applied Geography (Sevenoaks)**, n. 32, p. 300-309, 2011.