

Dinâmica do uso e cobertura da terra nas microrregiões de Sinop e Alto Teles Pires no Norte Mato-grossense

João Francisco Gonçalves Antunes¹
Júlio César Dalla Mora Esquerdo¹
Lídia Sanches Bertolo²
Talita Nogueira Terra Parizzi²
Alexandre Camargo Coutinho¹

¹ Embrapa Informática Agropecuária
Av. André Tosello, 209, Caixa Postal 6041 - 13083-886 - Campinas, SP, Brasil
{joao.antunes; julio.esquerdo; alex.coutinho}@embrapa.br

² Fundação de Ciência, Aplicações e Tecnologias Espaciais - FUNCATE
Av. Dr. João Guilhermino, 429 - 12210-131 - São José dos Campos, SP, Brasil
{lidia.bertolo; talita.parizzi}@funcate.org.br

Abstract. The Amazon biome is one of the world's most important ecosystem and under constant threat. The environmental concerns resulting from the process of land occupation in the Amazon have led the Brazilian Federal Government to implement actions to combat the deforestation in the region. The State of Mato Grosso has experienced a rapid process of land cover conversion in the last decades, which is still poorly documented. It is important to investigate the land use and cover change (LUCC) in order to define strategies that stimulate both environmental conservation and regional development. In 2011, TerraClass Project was initiated, a partnership between Embrapa and INPE, for mapping and monitoring the land use and land cover in the deforested portion of the Legal Amazon. In this context, the objective of this work was to identify, quantify and analyze the LUCC in the Sinop and Alto Teles Pires microregions, representative of important dynamics in the north of Mato Grosso, using 2004 and 2014 mappings produced by TerraClass. The thematic class that more expanded in ten years was Annual Agriculture, with 8,621 km², representing a growth of 78.70%, mainly occupying the pasturelands, an evidence of the process of change from the livestock production system to the intensive agricultural production system in the region. Although the region have lost approximately 4,766 km² of forests from 2004 to 2014, mainly for pastures, deforestation showed a significant reduction of 92.48%, which is related to the actions in combating deforestation in the Amazon.

Palavras-chave: mapping, TerraClass, LUCC, mapeamento, mudança de uso da terra.

1. Introdução

Embora as modificações antrópicas das paisagens em todo o mundo tenham acontecido ao longo da história humana, prioritariamente para obtenção de alimentos e outros itens essenciais, o ritmo e a magnitude das mudanças recentes têm ocorrido de uma maneira sem precedentes. O bioma Amazônia, um dos ecossistemas mais importantes do planeta devido a sua rica biodiversidade e seus abundantes recursos hídricos, vem sendo constantemente ameaçado, colocando em risco a enorme extensão das suas florestas tropicais úmidas (Fearnside, 2006).

As preocupações ambientais decorrentes deste processo levaram o Governo Federal a criar o Projeto de Monitoramento do Desmatamento na Amazônia Legal por Satélite (PRODES), executado pelo INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais), que realiza o monitoramento por satélites do desmatamento na Amazônia Legal e produz, desde 1988, as taxas anuais de desmatamento na região utilizadas para o estabelecimento de políticas públicas (Câmara et al., 2006). O Plano de Ação para Prevenção e Controle do Desmatamento na Amazônia Legal (PPCDAm), criado em 2004 (MMA, 2013), incorporou o PRODES e criou Unidades de Conservação, homologou Terras Indígenas e intensificou ações integradas de fiscalização. A Moratória da Soja que é um acordo estabelecido em julho de 2008 juntamente com a aprovação do novo Código Florestal entre a sociedade civil, indústria e

governo, unidos no Grupo de Trabalho da Soja (GTS), é mais uma das ações para redução do desflorestamento (Rudorff et al., 2011).

O estado do Mato Grosso experimentou nas últimas décadas uma rápida conversão da cobertura vegetal também nos limites territoriais da Amazônia Legal, na qual a rentabilidade obtida com a prática de atividades extrativistas de madeira, pecuárias e agrícolas transformou-se na principal força propulsora da expansão iniciada em 1960, promovendo grandes dinâmicas econômicas, sociais e ambientais, em detrimento da conservação dos recursos naturais (Becker, 2005). A partir de 1990, em decorrência do crescimento econômico vindo de atividades agrícolas, a ocupação do território se expandiu para novas regiões, seguindo o fluxo sul-norte, proporcionado pela adoção de tecnologia produtiva, configurando novos formatos de organização da produção rural em complexos agroindustriais (Freitas et al., 2007).

No entanto, os padrões das mudanças na Amazônia ainda são muito pouco estudados. As informações sobre a identificação e caracterização do histórico de uso e cobertura da terra nas áreas desmatadas são necessárias para verificar os principais fatores responsáveis pela ocorrência deste fenômeno complexo e avaliar as implicações ambientais, de forma a criar subsídios para delinear estratégias de planejamento da paisagem, uma vez que essas mudanças influenciam na diversidade biológica, no clima, nos ciclos da água e até na manutenção de estoques de carbono (Lambin e Geist, 2006).

Neste sentido, numa parceria iniciada em 2010 entre a Embrapa (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária) e o INPE, foi criado o Projeto TerraClass para produzir uma nova visão, com base em dados científicos e imparciais, sobre o uso e cobertura das áreas desflorestadas da Amazônia, mapeadas pelo PRODES. Os mapeamentos são realizados com dados de imagens Landsat (30m) analisadas com técnicas de modelo linear de mistura espectral, fatiamento e interpretação visual, auxiliados por informações temporais de NDVI extraídas de série temporal de dados MODIS (250m) (Almeida et al. 2016). Atualmente, o TerraClass apresenta um histórico de cinco mapeamentos, referentes a 2004, 2008, 2010, 2012 e 2014, além de outras versões que atualmente se encontram em processo de execução.

Diante do exposto, o objetivo do trabalho foi identificar, quantificar e analisar as mudanças do uso e cobertura da terra nas microrregiões de Sinop e Alto Teles Pires, representativas de dinâmicas importantes no Norte Mato-grossense, utilizando os mapeamentos de 2004 e 2014 do TerraClass.

2. Metodologia de Trabalho

O estado do Mato Grosso, localizado na região sul da Amazônia, possui o segundo maior índice de desflorestamento da Amazônia Legal, com uma taxa acumulada até o ano de 2014 de aproximadamente 207.400 km² (INPE, 2016b). A ocupação do estado Mato Grosso deu-se principalmente pelo crescimento das atividades produtivas primárias, fomentadas por ações da política federal de colonização para ocupação dos “espaços vazios” do Centro-Oeste, como também por programas de interligação por meio de grandes eixos rodoviários para canalizar o escoamento da produção até os centros de comercialização do país (Chiovetto, 2014).

A área de estudo, ilustrada pela Figura 1, está localizada nas microrregiões de Sinop e Alto Teles Pires, no Norte Mato-grossense, sendo um dos principais polos de produção de grãos (soja, milho e arroz) e fibras (algodão) do estado. Nos últimos anos, essa região tem passado por intensos processos de transição entre o sistema de produção pecuária para os sistemas de produção agrícola.

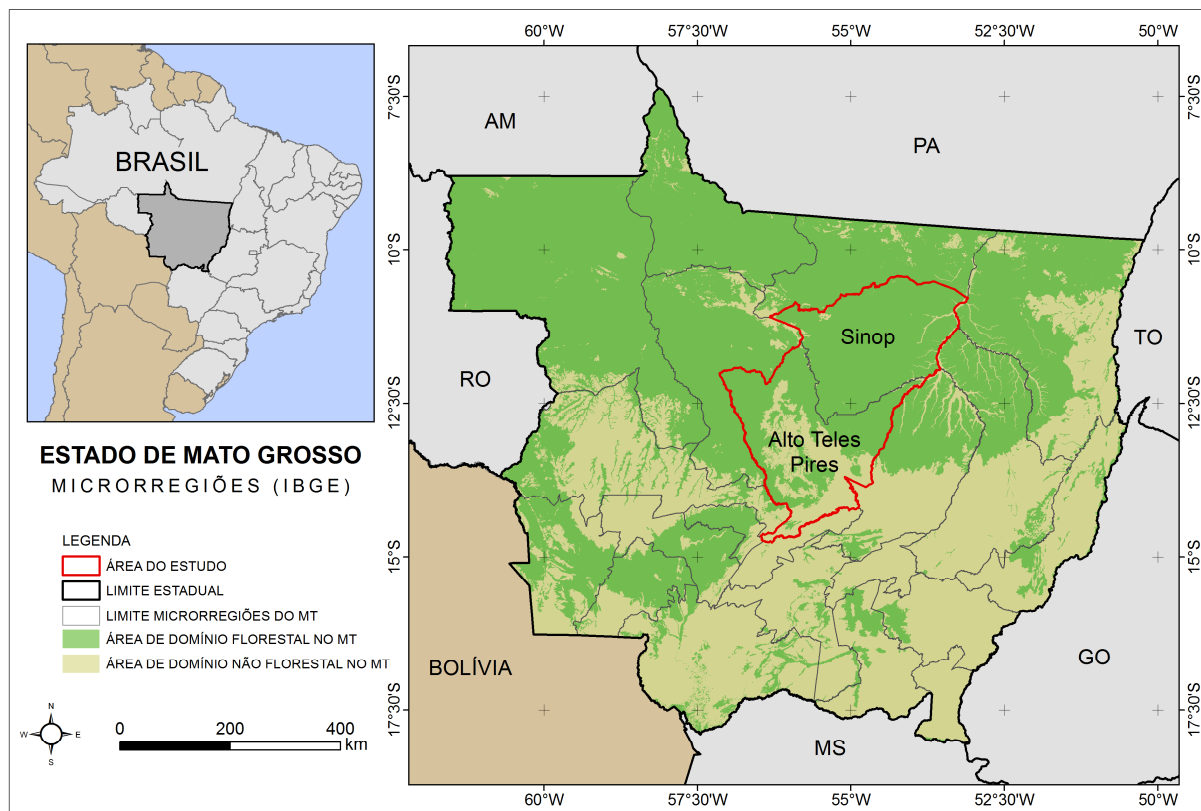


Figura 1. Delimitação das microrregiões de Sinop e Alto Teles Pires, no Norte Mato-grossense.

Os mapeamentos de uso e cobertura da terra dos anos de 2004 e 2014 do TerraClass foram obtidos, em formato *raster*, na escala 1:100.000, da página do Centro Regional da Amazônia (INPE, 2016a). Estes mapeamentos apresentam originalmente um conjunto de 16 classes (Coutinho et al. 2013), que foram reagrupadas conforme maior relevância para análise da dinâmica. Com isso, foram consideradas neste estudo as classes Agricultura Anual, Pastagem, Vegetação Secundária, Floresta, Desflorestamento, Não Observado, Outros, Área Urbana e Não-Floresta. A classe Pastagem inclui as quatro classes originais do TerraClass que são Pasto Limpo, Pasto Sujo, Pasto com Regeneração e Pasto com Solo Exposto. Já à classe original Outros foi adicionada aos temas Reflorestamento, Mineração e Mosaico de Ocupação.

Os dois mapeamentos do TerraClass foram sobrepostos com o propósito de analisar a dinâmica entre os usos e cobertura das terras, o que permitiu identificar e tabular as transições propiciando avaliar a dinâmica entre as classes. Uma vez qualificadas as transições entre uso e cobertura da terra a partir das informações obtidas em cada ano, foi possível conhecer a localização espacial, o tipo e a quantificar as mudanças ocorridas. Para o cálculo da área das classes e suas transições, os arquivos *raster* foram vetorizados e reprojutados para a Projeção de Albers.

No cálculo da frequência relativa das classes em cada um dos anos analisados, foram excluídas as áreas de domínio não-florestal que não são consideradas pelo PRODES e, por conseguinte, não são observadas pelo Projeto TerraClass. Todos os processamentos foram realizados por meio do software ArcGIS 10.2.

3. Resultados e Discussão

A Figura 2 apresenta os mapas de uso e cobertura da terra dos anos 2004 e 2014, como também o mapa das dinâmicas entre classes que ocorreram nesse período de 10 anos, onde é possível identificar em quais regiões se deram tais transições. Os detalhes do mapa ilustram algumas dinâmicas significativas na área de estudo, que ocorreram principalmente entre as classes Pastagem (2004) e Agricultura Anual (2014).

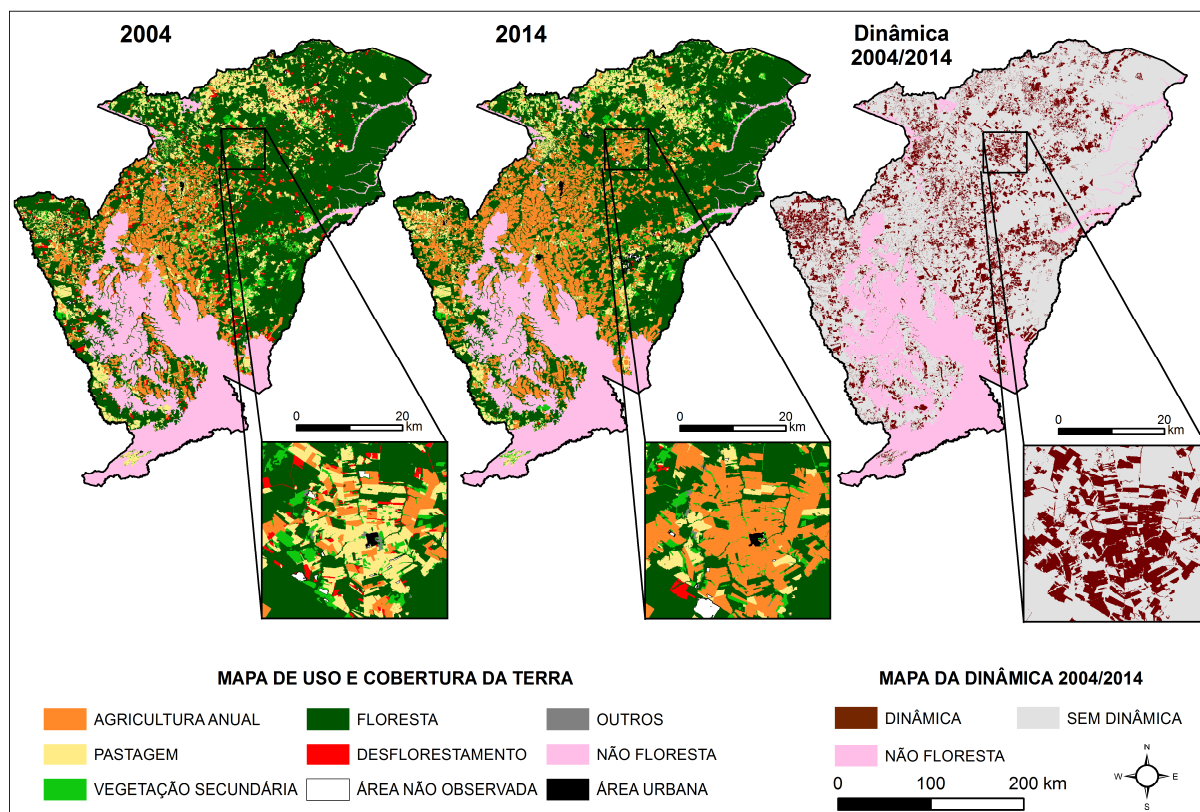


Figura 2. Mapas de uso e cobertura da terra de 2004 e 2014 e mapa da dinâmica de classes entre esses anos, nas microrregiões de Sinop e Alto Teles Pires, no Norte Mato-grossense.

A Tabela 1 apresenta as áreas e frequências das classes de uso e cobertura da terra na área de estudo nos anos 2004 e 2014, excluindo-se as áreas de domínio não florestal.

Tabela 1. Área e porcentagem das classes de uso e cobertura da terra nos anos de 2004 e 2014, nas microrregiões de Sinop e Alto Teles Pires, no Norte Mato-grossense.

Classe temática / Ano	2004		2014	
	Área (km ²)	%	Área (km ²)	%
Agricultura Anual	10.954,3	13,31	19.575,3	23,78
Pastagens	11.695,0	14,21	10.085,5	12,25
Vegetação Secundária	4.308,8	5,22	4.770,4	5,79
Floresta	51.385,9	62,42	46.619,5	56,63
Desflorestamento	3.148,6	3,82	236,8	0,29
Não Observado	469,3	0,57	459,1	0,56
Outros	259,9	0,32	401,9	0,49
Área Urbana	102,1	0,12	175,3	0,21
Total (*)	82.324	100	82.324	100

(*) Não inclui áreas de domínio não florestal.

Durante o período foi possível constatar que a região perdeu 4.766 km² de florestas, reduzindo cerca de 5,8% a sua participação relativa na região, nas áreas de domínio florestal. Os resultados também mostraram que nesse período de 10 anos ocorreram algumas mudanças significativas nas frequências relativas das classes temáticas consideradas, demonstrando que a região estudada tem passado por intensos processos de dinâmica de uso e cobertura da terra. A Agricultura Anual foi a classe que mais cresceu em termos relativos e absolutos, ganhando 8.621 km² em área, o que representou um crescimento de 78,70%.

A Figura 3 apresenta os valores percentuais de crescimento ou retração da participação de cada classe temática analisada e suas respectivas áreas de ganho ou perda na região estudada.

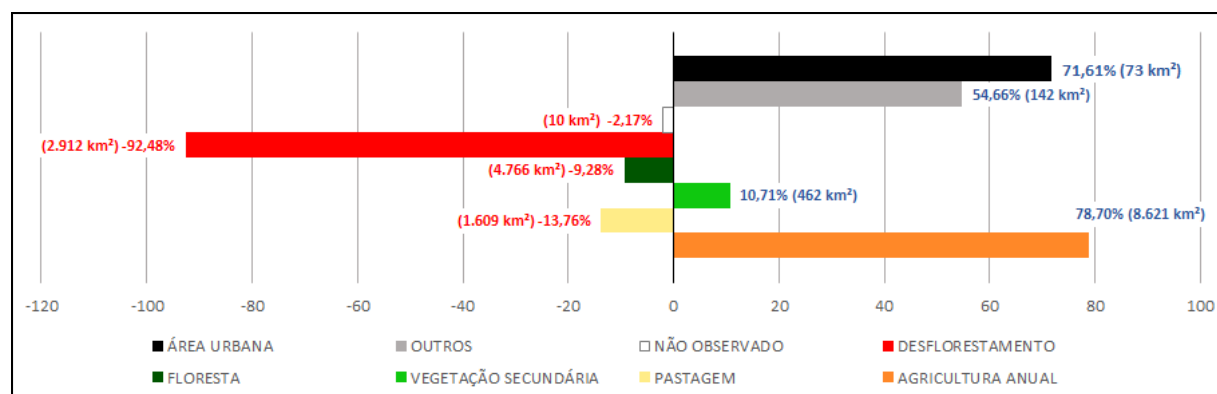


Figura 3. Taxas de crescimento e de retração com respectivas áreas de ganho ou perda das classes de uso e cobertura da terra entre os anos de 2004 e 2014 na área de estudo.

A classe Vegetação Secundária manteve-se praticamente estável, com 5,22% em 2004 e 5,79% em 2014, apresentando um pequeno ganho de 462 km². Essa classe é caracterizada por áreas onde houve corte raso da floresta detectado pelo PRODES. O fato dessa classe ter permanecido estável nesse período de 10 anos revela também uma intensificação da agricultura nos polos de produção pecuária e agrícola já consolidados, como nos municípios de Sorriso, Lucas do Rio Verde, Nova Mutum e Sinop que são englobados pela área de estudo. As classes Outros (54,66%) e Área Urbana (71,61%) tiveram taxas de crescimento significativas, o que está atrelado ao crescimento demográfico dos municípios da região relacionado à expansão das atividades produtivas.

Além da Floresta, as classes Desflorestamento, Pastagem e a Área Não Observada apresentaram retração. A classe que mais reduziu sua participação foi Desflorestamento, com -92,48%, que representa as áreas de floresta que sofreram corte raso no ano base de cada mapeamento do TerraClass. Em 2004, a participação dos desflorestamentos era de 3,82%, passando para 0,29% em 2014. Esta redução significativa está relacionada às várias ações do Governo Federal no combate ao desmatamento, como o PPCDAm e a Moratória da Soja.

Para entender os processos de dinâmica entre classes, foi organizada uma matriz de transição, cruzando os resultados das classes em 2004 e 2014, conforme mostrado Tabela 2. A diagonal principal apresenta as áreas que se mantiveram constantes entre os mapeamentos 2004 e 2014, o que corresponde a 81%, enquanto que os valores fora da diagonal principal apresentam as transições entre as classes no período de 10 anos, representando 19% do total de áreas.

Tabela 2. Matriz de transição entre as classes de uso e cobertura da terra entre os anos de 2004 e 2014 na área de estudo.

Classes de uso e cobertura da terra		Área (km ²) em 2014								
		F	D	VS	P	A	U	O	NO	Total*
Área (km ²) em 2004	Floresta (F)	46.618,5	236,8	709,0	1.931,4	1.616,2	2,0	38,3	233,7	51.385,9
	Desflorestamento (D)	–	–	355,4	710,8	2.045,2	1,2	14,7	21,1	3.148,3
	Vegetação Secundária (VS)	–	–	2.506,6	886,3	793,1	6,2	52,7	63,4	4.308,4
	Pastagem (P)	–	–	1.057,4	6.129,8	4.239,0	36,8	106,0	125,7	11.694,6
	Agricultura Anual (A)	–	–	92,4	235,1	10.600,4	11,5	6,6	8,2	10.954,2
	Área Urbana (U)	–	–	–	–	–	102,1	–	–	102,1
	Outros (O)	–	–	13,6	29,7	20,0	14,2	180,9	1,6	259,9
	Área Não Observada (NO)	–	–	35,9	162,4	261,4	1,3	2,8	5,4	469,3
	Total*	46.618,5	236,8	4.770,4	10.085,5	19.575,3	175,3	401,9	459,1	82.323

(–) Transições não encontradas. (*) Não inclui áreas de domínio não florestal.

Pela Tabela 2 é possível verificar que a maior parte das novas áreas da classe Agricultura Anual em 2014, 4.239 km², estão presentes em áreas que em 2004 eram da classe Pastagem. A transição Pastagem para Agricultura Anual é o principal tipo de dinâmica encontrado nessa região, 27,77% do total, confirmando o processo de mudança do sistema de produção da pecuária para o sistema de produção agrícola. A classe Pastagem também perdeu 1.057,4 km² para a Vegetação Secundária, o que corresponde a 6,93% da dinâmica.

O segundo mais importante tipo de dinâmica na região é a transição da classe Floresta para a classe Pastagem, 1.931,4 km², representando 12,65% da dinâmica. Outro processo de transição importante é o da classe Floresta para a classe Agricultura Anual, com 1.616,2 km², equivalente a 10,59% do total da dinâmica.

Vale lembrar que esses resultados apresentam e quantificam as principais mudanças de uso e cobertura da terra que ocorreram entre 2004 e 2014 na região no Norte Mato-grossense. No entanto, é importante considerar que este estudo avaliou as principais mudanças a partir da comparação entre dois mapas do TerraClass com uma diferença de 10 anos. Para uma análise mais detalhada sobre a dinâmica do uso e cobertura da terra na Amazônia, é necessário considerar todos os mapeamentos bianuais disponíveis nesse período, de modo a identificar o histórico de transições desde o corte raso da floresta até o estabelecimento das atividades produtivas.

Dessa forma, não é possível dizer que tais transições tenham ocorrido de forma direta entre uma classe e outra, como é o caso da classe Floresta para a classe Agricultura Anual. Assim sendo, não é possível afirmar, com base nos dados apresentados, que estas áreas de Floresta tenham migrado diretamente para a classe Agricultura Anual e, portanto, que seja um vetor significativo dos desflorestamentos na região.

Para embasar esta discussão, foi obtido o perfil do NDVI/MODIS gerado pelo SATVeg - Sistema de Análise Temporal da Vegetação (Embrapa, 2016), a partir de uma área agrícola identificada no município de Santa Carmem, produtor de soja, arroz e milho, localizado na microrregião de Sinop, no Norte Mato-grossense, conforme apresentado na Figura 4.

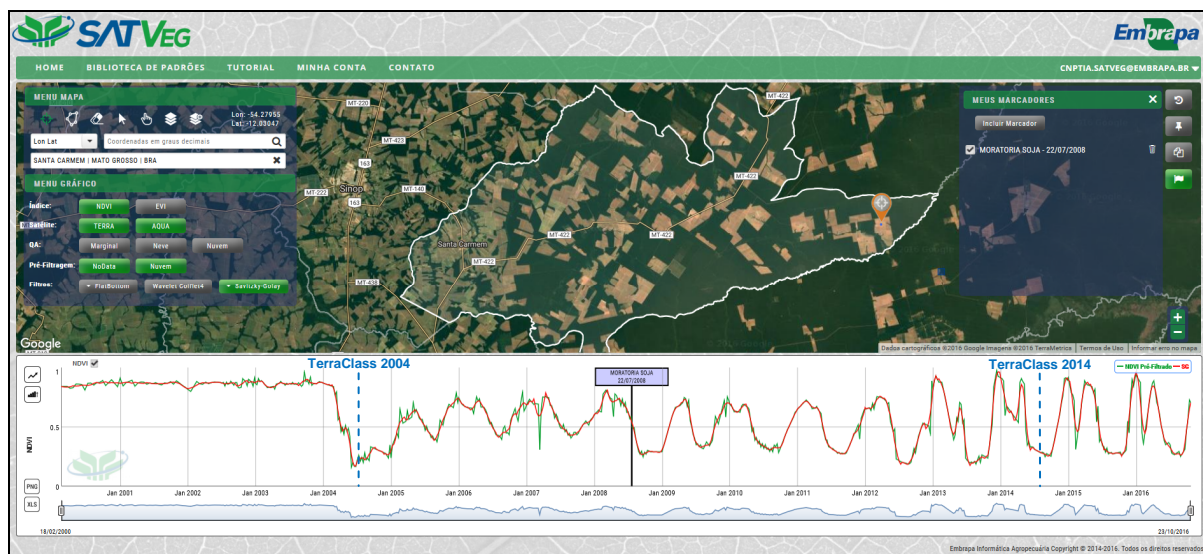


Figura 4. Perfil do NDVI/MODIS de uma área agrícola no município de Santa Carmem, localizada na microrregião de Sinop, no Norte Mato-grossense.

A visualização da série temporal do índice de vegetação no período abrangido pelos mapeamentos do TerraClass 2004 e 2014, mostrado na Figura 4, auxilia na identificação de mudanças do uso e cobertura da terra. Como as florestas apresentam valores de NDVI mais elevados, com pouca variação da fenologia da vegetação causada pela sazonalidade relacionada ao clima da região, o processo do desflorestamento é bastante evidente, pois define uma quebra brusca desse padrão ocasionada pelo corte raso da floresta ocorrido em meados de junho de 2004. Após isso, a área passa a apresentar um comportamento de pastagem cultivada que se consolida ao longo de oito anos, caracterizada por valores de NDVI mais baixos no período de seca e valores relativamente mais altos nos períodos chuvosos, com transições gradativas. Em meados de 2012 a área é substituída pela agricultura anual que apresenta valores de NDVI extremamente baixos nas fases de plantio e colheita, até valores muito elevados no pico vegetativo da cultura, com um comportamento bimodal que está relacionado aos períodos de safra e safrinha, onde predomina o cultivo da soja na safra de verão. Portanto, neste caso pode-se afirmar que a transição de uso e cobertura da terra não ocorreu de forma direta da classe Floresta para a classe Agricultura Anual, revelando que a transição da classe Floresta, passando para a classe Pastagem e depois para a classe Agricultura Anual é uma dinâmica característica dessa região.

Além disso, o marco da Moratória da Soja de 22 de julho de 2008, indicado na Figura 4, permite dizer que o cultivo nesta área agrícola não foi iniciado antes do referido acordo. Deste modo, pode-se assegurar que especificamente esta área de cultivo da soja é livre de novos desflorestamentos na Amazônia, comprovando a eficácia da iniciativa realizada por meio do monitoramento por imagens de satélites para detecção de plantios de soja em desacordo, tendo em vista a redução nas taxas de desflorestamento verificadas nessa região muito expressiva de produção de grãos no Norte Mato-grossense. Segundo Rudorff et al. (2012), a área cultivada com soja no bioma Amazônia triplicou desde o início da Moratória da Soja, o que está diretamente relacionado à intensificação no uso da terra, mostrando ser possível conciliar o aumento da produção agrícola com a redução no desflorestamento.

4. Conclusões

A partir de dados do Projeto TerraClass foi possível identificar, quantificar e analisar as mudanças do uso e cobertura da terra nas microrregiões de Sinop e Alto Teles Pires, no Norte Mato-grossense, mostrando transições importantes que ocorreram no período entre 2004 e

2014. A classe que mais ganhou espaço foi Agricultura Anual com 8.621 km², representando um crescimento de 78,70%, onde 4.239 km² ocuparam áreas de pastagens, evidenciando o processo de transição do sistema de produção da pecuária para o sistema de produção agrícola nesta região. Além disso, a classe Vegetação Secundária manteve-se estável nesse período de 10 anos, o que revela também a intensificação da agricultura nos polos de produção já consolidados. Apesar da região ter perdido 4.766 km² de florestas de 2004 a 2014, principalmente para pastagens, os desflorestamentos apresentaram uma redução significativa de 92,48%, o que está relacionado às ações do Governo Federal no combate ao desmatamento na Amazônia.

Referências Bibliográficas

- Almeida, C. A.; Coutinho A. C.; Esquerdo, J. C. D. M.; Adami, M.; Venturieri, A.; Diniz, C. G.; Dessay, N.; Durieux, L.; Gomes, A. R. High spatial resolution land use and land cover mapping of the Brazilian Legal Amazon in 2008 using Landsat-5/TM and MODIS data. *Acta Amazonica*, v. 46, n. 3, p. 291-302, 2016.
- Becker, B. K. Geopolítica da Amazônia. *Estudos Avançados*, São Paulo, v. 19, n. 53, p. 71-86, 2005.
- Câmara, G.; Valeriano, D. M.; Soares, J. V. **Metodologia para o Cálculo da Taxa Anual de Desmatamento na Amazônia Legal**. 24 p. São José dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2006.
- Chioveto, M. O. T. **Desenvolvimento rural no Mato Grosso e seus biomas**. 245 p. Tese (Doutorado em Desenvolvimento Regional e Agronegócio). Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Toledo, 2014.
- Coutinho, A. C.; Almeida, C. A.; Venturieri, A.; Esquerdo, J. C. D. M.; Silva, M. **Uso e cobertura da terra nas áreas desflorestadas da Amazônia Legal: TerraClass 2008**. 1. ed. v. 1. 108p. Brasília-DF, Belém-PA: Embrapa, INPE, 2013.
- Embrapa (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária). **SATVeg**. Disponível em: <<https://www.satveg.cnptia.embrapa.br/>>. Acesso em: 11 nov. 2016.
- Fearnside, P. M. Desmatamento na Amazônia: dinâmica, impactos e controle. *Acta Amazonica*, v. 36, n. 3, p. 395-400, 2006.
- Freitas, C. A. de; Bacha, C. J. C.; Fossatti, D. M. Avaliação do desenvolvimento do setor agropecuário no Brasil: período de 1970 a 2000. *Revista Economia e Sociedade*, v. 16, n. 1, p. 111-124, 2007.
- INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais). **Dados TerraClass**. Disponível em: <http://www.inpe.br/cra/projetos_pesquisas/dados_terraclass.php>. Acesso em: 01 jun. 2016 (a).
- INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais). **PRODES**. Projeto de Monitoramento do Desmatamento na Amazônia Legal por Satélite. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/prodesdigital/prodes.php>>. Acesso em: 01 jun. 2016 (b).
- Lambin, E. F.; Geist, H. J. **Land-Use and Land-Cover Change: local processes and global impacts**. Springer Science & Business Media, 2006.
- MMA (Ministério do Meio Ambiente). **Plano de Ação para prevenção e controle do desmatamento na Amazônia Legal (PPCDAm): 3ª fase (2012-2015) pelo uso sustentável e conservação da Floresta**. Grupo Permanente de Trabalho Interministerial. 174 p. Brasília: MMA, 2013.
- Rudorff, B. F. T.; Adami, M.; Aguiar, D. A.; Moreira, M. A.; Mello, M. P.; Fabiani, L.; Amaral, D. F.; Pires, B. M. The Soy Moratorium in the Amazon Biome Monitored by Remote Sensing Images. *Remote Sensing*, n. 3, v. 1, p. 185-202, 2011.
- Rudorff, B. F. T.; Adami, M.; Risso, J.; Aguiar, D. A.; Pires, B.; Amaral, D.; Fabiani, L.; Cecarelli, I. Remote Sensing Images to Detect Soy Plantations in the Amazon Biome The Soy Moratorium Initiative. *Sustainability*, n. 4, v. 5, p. 1074-1088, 2012.