

Avaliação do uso e cobertura da terra nos anos de 1996, 2006 e 2009 no município de Santa Carmem-MT.

Flávia de Souza Mendes^{1,2}
Marcos Adami²
Marcio Pupin Mello²
Bernardo Friedrich Theodor Rudorff²
Gilberto Fernando Fisch³
Pedro Valle de Carvalho e Oliveira²

¹Universidade de Taubaté - UNITAU
Caixa Postal 96 - 13416-000 - Piracicaba - SP, Brasil
flaviasm@dsr.inpe.br

²Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE
Caixa Postal 515 - 12227-010 - São José dos Campos - SP, Brasil
{adami, mello, bernardo, pedrovco}@dsr.inpe.br

³Instituto de Aeronáutica e Espaço (IAE) – CTA
Praça Marechal Eduardo Gomes, 50 - 12228-908 - São José dos Campos - SP, Brasil
gfisch@uol.com.br

Abstract. The Soy Moratorium was established to reduce deforestation motivated by soybean producers in the Brazilian Amazon. The idea is that soybean companies will not to trade soybean planted in areas that were deforested in Brazilian Amazon after 24 July 2006. This work aims to analyzing the Soy Moratorium influence on land use/land cover in Santa Carmem, Mato Grosso state, Brazil, using thematic maps of the years 1996, 2006 and 2009. The thematic maps were visually interpreted using TM/Landsat-5 images. Results showed that both the largest soybean growth and the largest native vegetation loss occurred between the years 1996 and 2006 representing 4.6% and 24.0%, respectively. Between the years 2006 and 2009, these rates changed to about 49% for soybean growth and 3.9% for native vegetation loss. It is likely that the Soy Moratorium is already influencing the deforestation decrease in the municipality of Santa Carmem. However, other factors might influence the deforestation decrease and it is recommended to continue the study in further years.

Palavras-chave: remote sensing, soy moratorium, land use and land cover dynamics, deforestation, sensoriamento remoto, Moratória da Soja, dinâmica de uso e cobertura da terra, desmatamento.

1. Introdução

A Amazônia é o maior bioma de floresta úmida remanescente existente no mundo e a que mais sofre ações de desmatamento. Sua área ocupa quase 50% do território nacional e possui uma população que passa dos 20 milhões de habitantes. Na década de 70, a Amazônia teve um intenso processo de ocupação, gerado principalmente pela construção da rodovia Transamazônica. Desde então a floresta vem sendo alvo do desmatamento exacerbado, principalmente em função da atividade agropecuária e dos incentivos fiscais entre as décadas de 70 e 80 para empresas e agricultores (MAHAR, 1979, FEARNSSIDE, 2008).

Fearnside (2005; 2008) faz uma síntese deste processo, após a ocupação da Amazônia e dos incentivos fiscais nas décadas de 1970 e 80. Entender a dinâmica da mudança de uso e cobertura na Amazônia é uma atividade complexa, devido à grande variedade de agentes que vão desde os grandes agricultores do setor privado, com a atividade agropecuária de grande porte, até o governo, com suas políticas públicas ineficientes para o controle do desmatamento (MARGULIS, 2003). O desmatamento da Floresta Amazônica tornou-se um tema importante nas discussões das questões ambientais, principalmente quando ligados ao crescimento da produção e exportação da cultura da soja no Brasil (BROWN et al., 2005).

Segundo a Secretaria de Comércio Exterior do Ministério de Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (2008), o Brasil hoje é o maior exportador de soja do mundo. A relação entre desmatamento e agricultura se exemplifica no Estado do Mato Grosso, onde o desmatamento e a plantação de soja têm crescido constantemente desde 1994 (CARVALHO, 1999). O crescente desenvolvimento da agricultura se deve ao fato do Brasil possuir instituições que desenvolvem pesquisas de ponta no setor agropecuário (por exemplo a EMBRAPA) que possibilita ao país ter seus níveis de produtividade de soja sempre crescentes, além dos incentivos que o governo oferece à agricultura.

Com relação ao Centro Oeste, cabe advertir que, especialmente no caso do Mato Grosso (MT), a região dispõe de áreas muito extensas, atualmente ocupadas com pecuária extensiva, fruto do grande desmatamento promovido nos governos militares, como decorrência dos projetos de colonização e da ocupação desenfreada da Amazônia. Isso inclui especialmente o norte de Mato Grosso, onde se localiza o município de Santa Carmen (BRANDÃO et al., 2005).

Em julho de 2006, as empresas ligadas a Associação Brasileira das Indústrias de Óleos Vegetais (ABIOVE), a Associação Brasileira dos Exportadores de Cereais (ANEC) se comprometeram a não comercializar soja oriunda de áreas que foram desmatadas a partir de 24 de julho do mesmo ano. Este acordo (denominado de Moratória da Soja) foi renovado pela terceira vez em 2009. Nesta última renovação, o INPE foi convidado a desenvolver metodologia com uso de Técnicas de geoprocessamento e sensoriamento remoto monitoramento dos polígonos desmatados detectados pelo PRODES, depois da data da moratória. Os procedimentos metodológicos da metodologia desenvolvida pelo INPE contempla os seguintes passos: i) utiliza os polígonos selecionados pelo PRODES, que faz o monitoramento de áreas da Floresta Amazônica Brasileira que foram desmatadas a cada ano; ii) faz se o mapeamento por imagens de satélite de áreas com presença de culturas agrícolas nestes polígonos; iii) seleciona os polígonos com presença de culturas agrícolas e; iv) é realizado um sobrevôo sobre os polígonos selecionados para verificar a presença de soja nos polígonos que foram identificados como agrícolas (RUDORFF et al., *submetido*).

No contexto apresentado, o objetivo deste trabalho é analisar as mudanças de uso e cobertura da Terra nos anos de 1996, 2006 e 2009 no município de Santa Carmem-MT e observar se a Moratória da Soja influenciou nos processos mais atuais de desflorestamento.

2. Materiais e Métodos

2.1. Área de Estudo

O município de Santa Carmem, área de estudo deste trabalho (Figura 1), esta situado entre as coordenadas 55°00' e 55°30' W e 11°40' e 12°10' S, na porção Norte do Estado do Mato Grosso, na bacia do Riu Xingu. Santa Carmen faz fronteira ao norte com os municípios de Claudia e União do Sul, ao sul e a leste com os municípios de Vera e Feliz Natal, e a oeste com o município de Sinop.

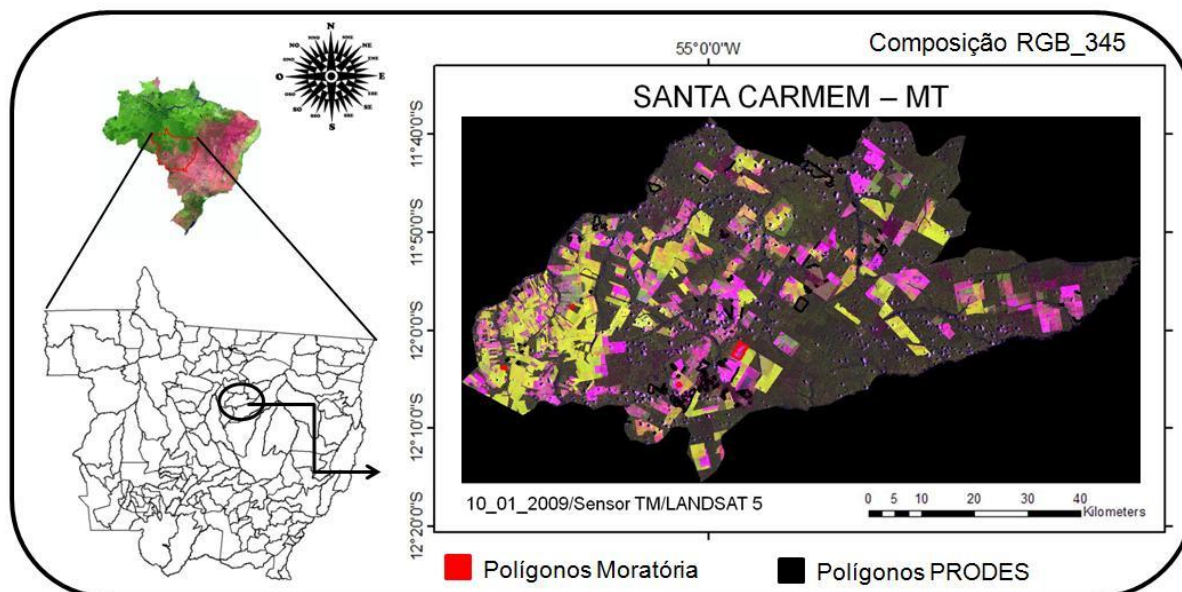


Figura 1. Localização da área de estudo: município de Santa Carmen-MT.

2.2 Imagens utilizadas

Foram utilizadas imagens do sensor *Thematic Mapper* (TM), a bordo do satélite Landsat 5, com resolução espacial de 30 m. Essas imagens foram disponibilizadas pela Divisão de Geração de Imagens (DGI) do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). As bandas espectrais empregadas foram: banda 3 (630 a 690 nm - vermelho); banda 4 (760 a 900 nm - infravermelho próximo); e banda 5 (1.550 a 1.750 nm - infravermelho de ondas curtas). Foram selecionadas imagens nos meses de dezembro e janeiro, pois nesta época a cultura da soja alcança seu máximo vigor vegetativo na região, o que facilita a sua identificação. Já as imagens de agosto foram utilizadas para ajudar na diferenciação entre as áreas de pastagem e culturas agrícolas. Em resumo, foram utilizadas imagens do ano de 1996, nas datas de 23/01 e 02/08; de 2006, nas datas de 20/12 e 14/08 e no ano de 2009, nas datas de 10/01 e 22/08.

Foram utilizados os polígonos de desmatamento do Programa de Cálculo do Desflorestamento da Amazônia (PRODES; CAMARA et al., 2006) do ano de 2006 e posteriores, que estão na Moratória da Soja, para servir de base e consulta na construção dos mapas temáticos como pode ser visto na Figura 1.

2.3 Processamento de Dados

Inicialmente as imagens TM foram registradas geometricamente por meio do programa Environment for Visualizing Images (ENVI), versão 4.5, utilizando como base as imagens ortorretificadas da Global Land Cover Facility (<http://glfc.umiacs.umd.edu>). Após o registro foi criado um Banco de Dados (BD) no Sistema de Processamento de Informações Georeferenciadas (SPRING) (CÂMARA et al., 1996), utilizando projeção UTM (fuso 21 S) e sistema de referência SAD69.

As imagens registradas foram importadas para o BD onde, por meio de interpretação visual e edição matricial, foi realizado o mapeamento das classes de uso e cobertura da terra. As classes definidas para a criação dos mapas temáticos foram: Desmatamento (áreas que sofreram processo de desmate); Vegetação Nativa (Ombrófila Densa Tropical, Ombrófila Aberta Tropical e Estacional Decidual Tropical, (EMBRAPA, 2008)); Soja; Pastagem; Culturas Agrícolas (milho, arroz, feijão, etc); e Área Urbana. Após o mapeamento, as operações algébricas entre os mapas temáticos dos anos de 1996, 2006 e 2009 foram executadas por meio do módulo de programação do SPRING chamado de Linguagem Espacial para Geoprocessamento Algébrico (LEGAL) (INPE, 1997).

3. Resultados e Discussões

As análises realizadas neste trabalho estão divididas em duas partes: a avaliação dos mapas temáticos de uso da terra nos anos de 1996, 2006 e 2009; e a avaliação da influência da Moratória da Soja na área de estudo.

3.1 Mapas temáticos de uso da terra nos anos de 1996, 2006 e 2009

O resultado do mapeamento do uso da terra nos anos de 1996, 2006 e 2009 pode ser visualizado na Figura 2. Foram selecionadas seis classes temáticas: Vegetação Nativa; Pastagem; Área Agrícola; Área Urbana; Soja; e Desmatamento. Nesta Figura pode ser visualizada a evolução espacial do uso e cobertura da Terra, no município, neste período.

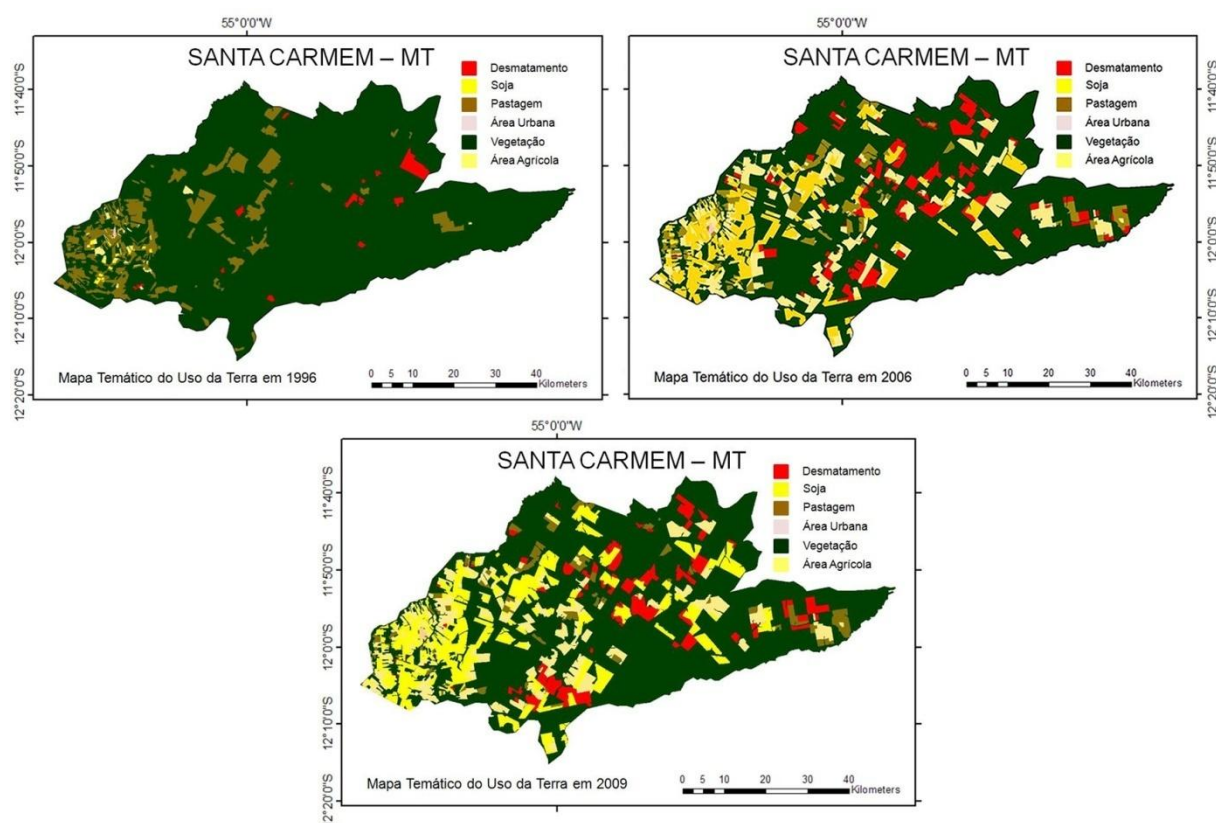


Figura 2. Mapas temáticos do uso e cobertura da terra nos anos de 1996, 2006 e 2009.

A partir dos mapas, foi realizada uma avaliação quantitativa das classes selecionadas, apresentada na Tabela 1. Para o ano de 1996, os valores da classe Vegetação Nativa apresentaram a maior porcentagem de ocupação do município, equivalente a 88,8% do território. A segunda classe predominante é a pastagem, com 9,4%. Em seguida a classe de Desmatamento, com um valor de 1,1%. As classes Soja e Área Agrícola juntas representaram 0,7% da área do município. A área urbana apresentou valor de 0,1%. No ano de 2006, foi possível observar que a maioria das classes obteve crescimento em relação ao ano de 1996, exceto Vegetação Nativa e Pastagem, onde que cederam área para as demais classes. A redução da área destas classes foi de 24% e 53%, respectivamente. A classe Pastagem passou a ocupar 4,4% em relação a área total do município. A classe Área Agrícola obteve uma porcentagem de 11,1% o que significa uma área de aproximadamente 25 vezes mais do que a mesma classe ocupava em 1996. A classe de Soja, que em 1996 ocupava 0,3% do município, no ano de 2006 ocupa uma área de 10,4%. Este fato pode estar relacionado com o intenso processo de desmatamento verificado a partir de 2000 que, em muitos casos, evoluiu para

áreas de cultivo de soja. O Desmatamento representou 6% na área total do município em 2006, aumentando em 470% em 2009.

Tabela 1. Medida de classes por área (ha) e percentual para os anos de 1996, 2006 e 2009.

Classe /Ano	1996		2006		2009	
	Área (ha)	%	Área (ha)	%	Área (ha)	%
Soja	871,70	0,2	41.011,23	10,4	61.008,42	15,5
Pastagem	36.986,45	9,4	17.267,86	4,4	13.627,84	3,5
Área Agrícola	1.812,61	0,5	44.098,18	11,2	40.037,02	10,2
Área Urbana	158,46	0,0	261,13	0,1	255,53	0,1
Desmatamento	4.250,50	1,1	24.191,16	6,2	22.472,84	5,7
Vegetação Nativa	348.718,50	88,8	265.968,66	67,7	255.396,57	65,0
Total	392.798,22	100,0	392.798,22	100,0	392.798,22	100,0

Quanto ao ano de 2009, os dados apresentados na Tabela 1 mostram que a Soja foi a única classe que cresceu, um incremento de área da ordem de 49%, quando comparada ao ano de 2006. Já as classes restantes diminuíram sua área ocupada no município. A Pastagem e Área Agrícola ocupam uma área de 21% e 9% menor do que o ano anterior, respectivamente. A Vegetação Nativa continua sendo desflorestada como nos anos anteriores. Entre 2006 e 2009, a perda de área da Vegetação Nativa foi de 10.302,26 ha, reduzindo sua participação de 67,5 para 65% da área total do município. O desmatamento no período entre 1996 e 2006 era da ordem de 1,9 % a.a. sofreu uma redução no período entre 2006 e 2009. Passou a ser da ordem de 0,9% a.a., uma considerável redução na taxa de desflorestamento neste município.

3.2 Avaliação da influência da Moratória da Soja

A partir dos dados obtidos através da criação dos mapas temáticos, foi feita uma evolução temporal com todas as classes mapeadas dos anos de 1996, 2006 e 2009. Assim, torna-se mais adequada a avaliação da influência da Moratória da Soja sobre o uso da terra a partir de 2006 (Figura 3).

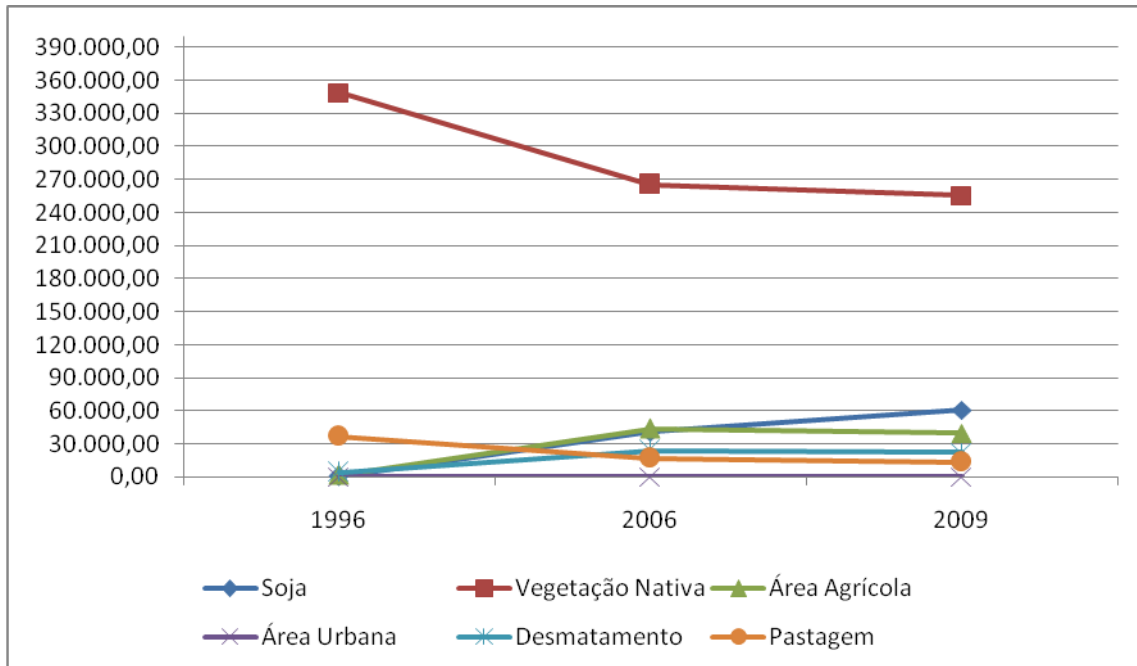


Figura 3. Análise temporal da área ocupada pelas classes avaliadas nos anos de 1996, 2006 e 2009.

Através da análise da Figura 3, é possível visualizar o grande crescimento da soja de 1996 a 2006, no valor de 4.605%, e passando de 871 ha em 1996 para mais de 60.000 ha em 2009. Ao mesmo tempo em que houve um grande crescimento da soja, podemos observar que a perda de vegetação no mesmo período foi expressiva, ou seja, em 10 anos, 24%; enquanto que no período de 2006 a 2009 a perda de Vegetação Nativa foi de 3,9%. Essa constatação pode ser considerada um indício de que a Moratória da Soja contribuiu para a redução do desmatamento no em Santa Carmem. Rudorff et al. (*submetido*), avaliando a Moratória da Soja no arco do desmatamento, concluíram que, apesar de ser prematuro atribuir as reduções nas taxas de desmatamento no bioma Amazônia à moratória, essa iniciativa certamente tem causado um efeito inibidor ao avanço da soja na fronteira agrícola. No caso deste município, pode-se aferir que depois de 2006 o incremento de área de soja deu-se principalmente em áreas ocupadas por agricultura e pastagem.

O mapa temático de uso da terra (Figura 4) mostra que, em relação ao mapa de 1996, a soja plantada do ano de 2006 cresceu: 25.369,96 ha em áreas de Vegetação Nativa; 11.501,11 ha em áreas de Pastagem; 1.165,65 ha em Área Agrícola; e 2.102,86 ha em área de Desmatamento. A soja do ano de 2009 cresceu: 7.076,56 ha em cima de áreas de Vegetação Nativa; 2.683,55 ha em áreas de Pastagem; 28.512,47 ha em Área Agrícola; 563,48 ha em áreas de Desmatamento; em relação a 2006.

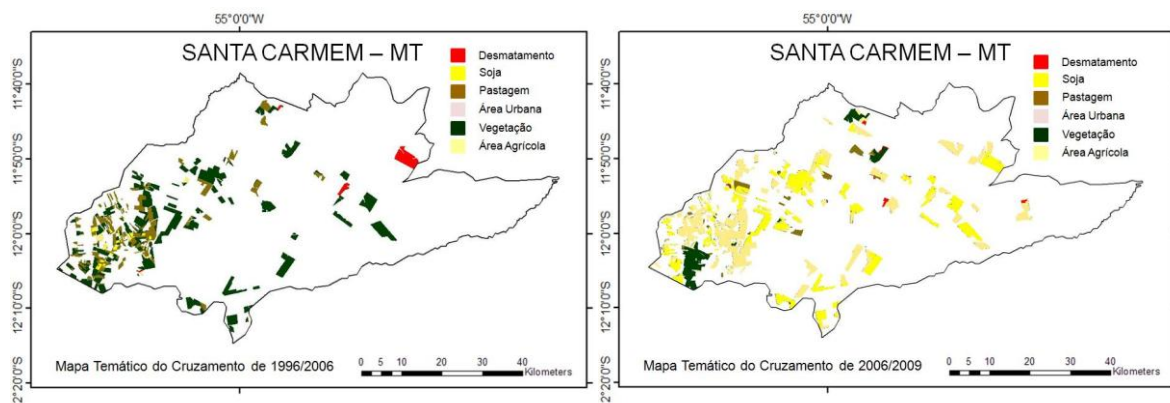


Figura 4. Mapa temático, resultante do cruzamento de dados entre as classes para os anos 1996 e 2006 e dos anos 2006 e 2009.

Com base nos resultados dos dois cruzamentos (entre os mapas de 1996 e 2006 e entre os mapas de 2006 e 2009), pode-se perceber que, antes da Moratória da Soja, as áreas de cultura de soja cresceram, predominantemente sobre áreas de Vegetação Nativa, enquanto que nos anos após a criação da Moratória da Soja (2006), as áreas com o plantio de soja cresceram, predominantemente, em substituição à Área Agrícola e de pastagem. Isto pode ser considerado mais um indicativo da funcionalidade da Moratória, pois menos áreas de vegetação nativa foram desmatadas para o plantio de soja.

5. Conclusão

As imagens de satélite demonstraram ser importantes para monitorar o uso e cobertura da Terra. Os mapas temáticos do uso e cobertura da terra nos anos de 1996, 2006 e 2009 permitiram concluir que há indícios de que a Moratória da Soja fez com que áreas de soja crescessem em maior quantidade nas áreas de pastagem ou de uso agrícola, em vez de áreas de vegetação nativa.

O crescimento da área cultivada com soja foi maior no período entre 1996 a 2006 num valor de 4.605%. Após 2006 o crescimento foi de 49%. Por outro lado, a taxa de desflorestamento que entre 1996 e 2006 era da ordem de 1,9 % a.a. passou a ser da ordem de 0,9% a.a. entre os anos de 2006 e 2009.

Referências Bibliográficas

- Brandão, A.S.P.; Rezende, G.C. de; Marques, R.W. da C. Crescimento Agrícola no Período 1999-2004, Explosão da Área Plantada com Soja e Meio Ambiente no Brasil. Ipea, Rio de Janeiro, Texto para Discussão n.1062, janeiro de 2005, 21p.
- Brown, J. C.; Koeppe, M.; Coles, B.; Price, K. P. Soybean production and conversion of tropical forest in the Brazilian Amazon: The case of Vilhena, Rondonia. *Ambio*, v. 34, n. 6, p. 462-469, 2005.
- Câmara, 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.
- Carvalho, Renata. "Amazônia rumo ao 'ciclo da soja'". *Amazônia Papers # 2*, Ano I. Amigos da Terra, Programa Amazônia, 1999.
- Fearnside, P. M. Desmatamento na Amazônia brasileira: história, índices e conseqüências. *Megadiversidade*, v. 1, n. 1, p. 113-123, 2005.

Fearnside, P.M. The Roles and Movements of Actors in the Deforestation of Brazilian Amazonia. **Ecology and Society** v.13. 2008 . Disponível em:< <http://www.ecologyandsociety.org/vol13/iss1/art23/>> . Acesso em: 5 nov. 2010.

INPE. Sistema de Processamento de Informações Georreferenciadas – SPRING. Modelagem, análise e consulta espacial. São José dos Campos (SP), 1997. Volume 3.

Mahar, D.J. Frontier development policy in Brazil: a study of Amazonia. Praeger, Nova York. 1979.

Margulis, S. Causas do Desmatamento da Amazônia Brasileira. Banco Mundial – Trabalho em andamento para discussão pública. 1 ed. Brasília: Estação Gráfica, 2003. 100p.

Secretaria de Comércio Exterior do Ministério de Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior. Sistema ALICEWEB. Disponível em: <<http://aliceweb.mdic.gov.br/>>. Acesso em: 12 Out. 2010.

Rudorff, B. F. T.; Adami, M.; Aguiar, D. A.; Moreira, M. A.; Mello, M. P.; Fabrini, D.; Amaral, D. F.; Pires, B. M. The Soy Moratorium in the Amazon biome monitored by remote sensing. **Remote Sensing**, (submetido).