

Uso de geotecnologias para avaliação da expansão das áreas de cana-de-açúcar em municípios de Mato Grosso do Sul

Carlos Cesar Ronquim¹
Vitor Guilardi¹
Daniel Alves de Aguiar²
Bernardo Friedrich Theodor Rudorff²

¹Embrapa Monitoramento por Satélite
Av. Soldado Passarinho, 303 – Fazenda Chapadão
13070-115 - Campinas - SP, Brasil
carlos.ronquim@embrapa.br
vitor.guilardi@colaborador.embrapa.br

²Agrosatélite Geotecnologia Aplicada
Rodovia SC 401, 4850, Loja E23/30, Saco Grande
88032-001, Florianópolis, SC, Brasil
daniel@agrosatelite.com.br
bernardo@agrosatelite.com.br

Resumo. Este estudo analisou a dinâmica de uso e cobertura da cana-de-açúcar em Mato Grosso do Sul (MS) e nos municípios de Rio Brillhante e Nova Alvorada do Sul, entre 2006 e 2013. A recente expansão das áreas de cana em MS foi correlacionada à de municípios canavieiros paulistas. Por meio da investigação das séries temporais de dados do sensor MODIS e da interpretação de imagens do sensor Thematic Mapper (TM), foram avaliadas as mudanças de uso e cobertura das terras. O mapeamento foi baseado em imagens dos sensores ETM+ do satélite Landsat 7 e TM do Landsat 5. A área de cana-de-açúcar em MS em 2006 era de 182.406 ha e passou a ser de 755.294 ha na safra de 2013/2014, um aumento de mais de 400% em sete anos. Em 2006, 5,6% da área de Rio Brillhante (22.206 ha) era ocupada com cana, enquanto Nova Alvorada do Sul apresentava 3,7% (14.978 ha). Atualmente as áreas de cana em Rio Brillhante (MS) e Nova Alvorada do sul (MS) representam em torno de 25% em cada município (96.570 ha e 84.600 ha respectivamente). Análises da dinâmica de uso e cobertura de municípios de MS correlacionada à dinâmica da cana-de-açúcar em municípios paulistas podem ser úteis por servirem de exemplo para apoiar as políticas públicas na reorganização espacial do MS, que apresenta elevada produção de alimentos e características territoriais muito específicas, como a frágil diversidade do Bioma Pantanal e uma delicada questão envolvendo a demarcação das terras indígenas.

Palavras-chave: Mudança de uso e cobertura da terra, Sensoriamento remoto, Nova Alvorada do Sul, Rio Brillhante.

Abstract. In this study we evaluated land-use and land-cover sugarcane dynamics in the Brazilian state of Mato Grosso do Sul (MS) and in two cities, Rio Brilhante and Nova Alvorada do Sul, MS, between 2006 and 2013. The recent expansion in sugarcane areas in MS was compared to that of cities with sugarcane production in the state of São Paulo. We used MODIS temporal series data and interpreted Thematic Mapper (TM) images to evaluate sugarcane areas and land use and land cover changes, and produced a mapping based on images made by the Landsat 7 ETM+ and Landsat 5 TM sensors. In 2006, the amount of sugarcane areas in MS was of 182,406 ha, and in 2013/2014 it became 755,294 ha, an increase of over 400% within seven years. In 2006, 5.6% of the area of Rio Brilhante (22,206 ha) was used for sugarcane crops, against 3.7% (14,978 ha) in Nova Alvorada do Sul. Today, these areas amount to approximately 25% in each city (96,570 ha and 84,600 ha respectively). Correlating land-use and land-cover dynamics of MS cities and SP cities may be useful to produce examples which may support public policies for the spatial reorganizing of MS, which shows intense food production figures and very specific territorial characteristics, such as the fragile diversity of the Pantanal biome, and a sensitive matter involving native peoples lands.

Key-words: Land use change, Remote sensing, Nova Alvorada do Sul, Rio Brilhante.

1. Introdução

A produção de cana-de-açúcar ocorre em mais de mil municípios no país e somente quatro Estados brasileiros congregam mais de 80% da produção, sendo que São Paulo conta com uma participação de 57%, Goiás com 10%, Minas Gerais com 9% e do Mato Grosso do Sul com 6,3% (Neves e Trombin, 2014). Nota-se que o crescimento do setor tem sido verificado principalmente em estados da região Centro-Oeste do Brasil, especialmente Mato Grosso do Sul que nos últimos cinco anos apresentou incremento de 20,7 milhões de toneladas e isto tem alterado o perfil da produção agropecuária do estado (Neves e Trombin, 2014).

A expansão das áreas de cana-de-açúcar no Estado de São Paulo ocorreu e ocorre em áreas que já foram desflorestadas e atualmente estão ocupadas pela agropecuária. Rudorff, et al. (2010) e Adami et al. (2012), avaliando a expansão da cana no Estado de São Paulo, mostram por meio de imagens de satélite que pastos e agricultura foram as classes de uso da terra substituídas por cana em todas as regiões administrativas. A mudança de perfil de produção agropecuária vem ocorrendo em algumas microrregiões paulistas que se destacavam pela produção de culturas anuais, principalmente grãos, tal como o município de Morro Agudo. Atualmente esses municípios se destacam entre os principais produtores de cana-de-açúcar da região (Olivette et al. 2011) com algumas alterações sociais e econômicas.

A expansão da cana-de-açúcar, principalmente no centro sul, tem atraído atenção nacional e internacional para potenciais impactos negativos que incluem o desflorestamento, poluição atmosférica, da água e do solo, êxodo rural, concentração de terras e o conflito entre produção de comida ou combustível (Martinelli e Filoso, 2008; Lapola et al. 2013). Entretanto, outros estudos mostram que a chegada de novas agroindústrias sucroalcooleiras dinamiza a atividade econômica, ambiental e social de uma região (Assato, 2010; Neves e Castro, 2013).

A área de cana-de-açúcar em MS ainda é pequena. Entretanto, como o cultivo da cana dificilmente cede espaço para outras culturas, futuramente a cultura poderá avançar pelo estado e pressionar pela cessão de terras. Nesse contexto, o monitoramento da expansão da cana-de-açúcar torna-se fundamental e as imagens de sensoriamento remoto, como os produtos disponibilizados a partir do sensor Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS) apresentam potencial para este tipo de análise já que têm resoluções espacial, espectral e temporal compatíveis com o tamanho das lavouras (Rudorff et al. 2010). Séries temporais derivadas dos produtos MODIS são eficientes ferramentas para identificar processos de conversão do uso e cobertura da terra em decorrência da expansão do cultivo da cana-de-açúcar (Adami et al. 2012) e possibilitam associá-la mais diretamente aos fatores socioeconômicos e ambientais.

A complexidade dos impactos da expansão e da intensificação do cultivo da cana-de-açúcar ainda não está suficientemente esclarecida, principalmente em regiões onde a expansão das áreas de cana é recente. Atualmente MS sofre pressões para inserção do agronegócio canavieiro no Bioma Pantanal, bem como, remarcação e coibição de criação de novas terras indígenas. Considerando que futuramente a expansão da monocultura da cana-de-açúcar possa ocupar grande parte de MS, há uma urgente necessidade de avaliar o uso e ocupação da cana-de-açúcar no Estado por meio de imagens de satélite para poder disciplinar a expansão através de políticas públicas específicas.

2. Objetivo

Analisar a mudança de uso e cobertura das terras provocada pela cana-de-açúcar nos municípios sul mato-grossense de Alvorada do Sul e Rio Brillhante nos últimos sete anos e quais as principais consequências socioeconômicas e ambientais.

3. Material e Métodos

A área de estudo envolve os municípios de Nova Alvorada do sul (MS) e Rio Brillhante (MS). Ambos os municípios foram escolhidos por serem áreas de recente e expressiva expansão da cana-de-açúcar no Mato Grosso do Sul. Os municípios estão localizados na mesorregião do sudoeste do Mato Grosso do Sul, mais especificamente na microrregião de Dourados a 151,3 Km da capital. Distam em torno de 150 km da capital Campo Grande.

Nova Alvorada do Sul localiza-se na latitude 21°27'57" sul e longitude 54°23'02" oeste. No município predomina o Latossolo. Está a uma altitude de 407 m. O clima está sob influência tropical (AW), com grande volume de chuvas no verão e inverno seco. Com temperaturas médias do mês mais frio entre 14 °C e 15 °C. Há ocorrências de geadas e as precipitações variam de 1.500mm a 1.700mm.

Rio Brillhante Situa-se a 21°48'07" de latitude sul e 44°32'47" de longitude oeste. Com altitude de 312 metros acima do nível do mar. A topografia do município é constituída de 95% plano e 5% de terreno ondulado. O solo do município apresenta características de Latossolo Roxo de textura orgânica e fertilidade natural variável. Latossolo Vermelho Escuro de textura média e de caráter álico e solos hidromórficos podem ser encontrados na parte leste. O clima predominante em Rio Brillhante é tropical, tipo Aw, possuindo invernos secos e verões úmidos, chuvosos e quentes. A temperatura média anual é de 20°C, sendo a média da temperatura máxima 22°C e a média da temperatura mínima 18°C.

Os municípios paulistas canavieiros que serviram para comparação com os de MS foram: Morro Agudo que é um município do nordeste paulista que se caracterizava pela produção de grãos e que nos últimos 25 anos vêm sendo ocupado quase que exclusivamente pela cultura da cana-de-açúcar. Atualmente possui a maior área de cana-de-açúcar do Brasil. Jaboticabal que é exemplo de município canavieiro paulista com o território totalmente ocupado pela cana-de-açúcar há mais de 25 anos.

Para o trabalho foram utilizadas séries temporais de imagens do produto Enhanced Vegetation Index 2 (EVI2), geradas a partir dos dados do sensor MODIS, que tem como características uma maior sensibilidade as áreas de alta densidade de biomassa, além da capacidade de minimizar as influências da atmosfera e do solo quando comparado a outros índices de vegetação. Para identificar apenas o padrão de conversão da cultura da cana-de-açúcar foi utilizado o mapeamento do projeto CANASAT (<http://www.dsr.inpe.br/canasat>) do Instituto de Pesquisas Espaciais (INPE) que disponibiliza a área cultivada, área disponível para colheita e as áreas de expansão da cultura da cana. A partir destes mapas temáticos foram selecionados apenas os

polígonos identificados como áreas de expansão de cana-de-açúcar dos anos de 2006 a 2013.

Na sequência, os polígonos de expansão foram convertidos para uma grade regular com dimensão de 250x250 m, visando a integração com os dados MODIS. Esta grade regular foi amostrada sistematicamente, com uma taxa de amostragem de 1%. Para cada elemento amostrado foi obtida uma série temporal de EVI2 e também de imagens do sensor Thematic Mapper (TM) do satélite Landsat-5 disponíveis para a região de estudo (2006/2013). Desta forma, os elementos amostrados, a série temporal e as imagens utilizadas foram integrados em um banco de dados que permitiu identificar o uso e cobertura das terras pretérito, apenas nas áreas cultivadas com cana-de-açúcar entre as safras de 2006 e 2013. O número de pixels/pontos analisados dentro dos polígonos de expansão totalizou 199 pontos, sendo que a maioria dos polígonos de expansão de cana foi identificada em áreas do estado do Mato Grosso do Sul.

O mapeamento do uso e cobertura da terra foi baseado em imagens orbitais dos anos de 2003 e 1988, obtidas, respectivamente, pelos sensores ETM+ do satélite Landsat 07 e TM do Landsat 05 (Quartaroli et al. 2006).

4. Resultados e Discussão

O estado de MS vem ganhando maior destaque no mercado do agronegócio canavieiro e as áreas de cana vêm se expandindo a cada safra. Atualmente MS é o quarto estado produtor com 6,3% da produção nacional (Neves e Trombin, 2014). A partir do ano de 2006 ocorreu uma expansão mais expressiva. A área de cana-de-açúcar em MS que em 2006 era de 182.406 ha (0,5 % do estado) tornaram-se 755.294,2 ha (2,1 % do estado) na safra de 2013/2014 (**Figura 1**).

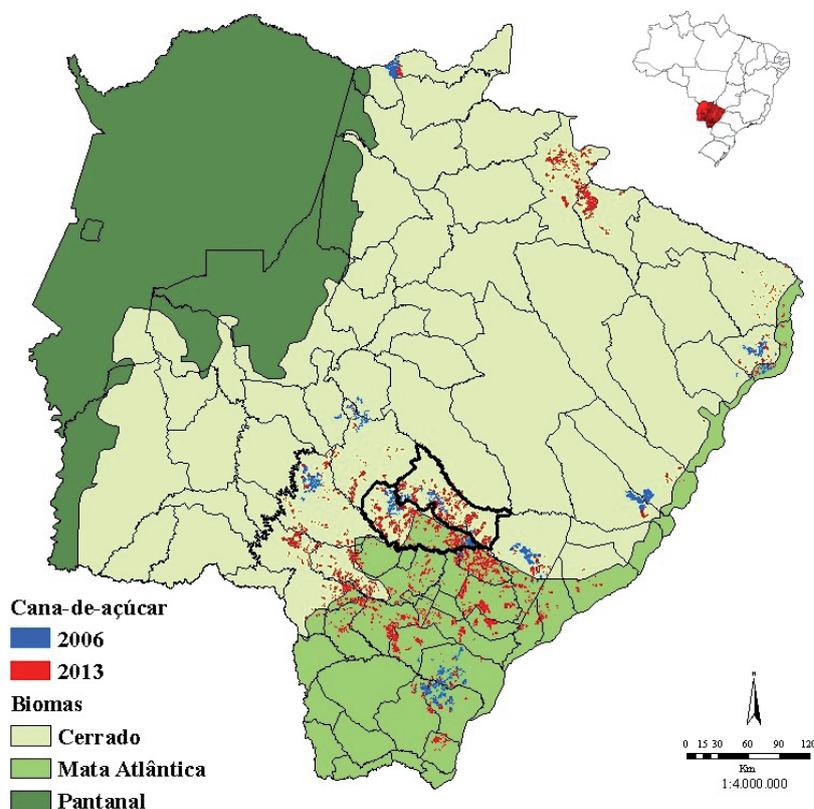


Figura 1. Mapa do estado de Mato Grosso do Sul mostrando as áreas de cana-de-açúcar até o ano de 2006 (cor azul) e a posterior expansão até o ano de 2013 (cor vermelha). Em destaque com linhas escuras estão os municípios de Rio Brillante e Nova Alvorada.

Houve um aumento de mais de 400% nos últimos sete anos. A área de cana-de-açúcar no agronegócio de MS é pequena em torno de 5%, sendo que a maior parte, 87% era ocupada com pastagens. Entretanto, como as áreas de cana-de-açúcar dificilmente cede espaço para outros usos, haja vista o exemplo dos municípios canavieiros do nordeste do estado de São Paulo, a área de cana futuramente poderá tornar-se enorme, mesmo porque o estado possui vastas áreas com condições ideais de clima, solo e declividade para o cultivo.

Em 2006 Rio Brilhante possuía 5,6 % (22.206 ha) da área do município ocupada com cana, enquanto Nova Alvorada do Sul apresentava 3,7 % (14.978 ha). Atualmente a área de cana de ambos os municípios gira em torno de 25 % sendo que a área com cana-de-açúcar de Rio Brilhante (96.570 ha) já é a segunda maior do Brasil (**Tabela 1 e Figura 2**). Com o passar do tempo a cultura da cana poderá ocupar vastas áreas desses e demais municípios de MS, como ocorreu com Morro Agudo e também com Jaboticabal que é exemplo de município onde a cana já ocupa área em torno de 80% a mais de 25 anos (**Figura 3**).

Tabela 1 – Dinâmica das áreas de cana-de-açúcar em hectares do estado de Mato Grosso do Sul e dos municípios de Rio Brilhante e Nova Alvorada, nos anos de 2006 e 2013 e dos municípios paulistas de Morro Agudo e Jaboticabal nos anos de 1988 e 2013. Os valores em percentagem referem-se a área de cana-de-açúcar em relação a área total do estado de MS e a área total dos municípios.

Regiões	Ano	Área com cana-de-açúcar (ha)	Área município (%)
Mato Grosso do Sul	2006	182.406	0,5
	2013	756.525	2,1
Rio Brilhante (MS)	2006	22.206	5,6
	2013	96.570	24,2
Nova Alvorada (MS)	2006	14.978	3,7
	2013	84.600	21,0
Jaboticabal (SP)	1988	54.237	76,6
	2013	56.857	79,6
Morro Agudo (SP)	1988	30.696	22,0
	2013	115.648	82,3

De acordo com Assato (2010) a instalação do setor sucroenergético em Nova Alvorada do Sul e Rio Brilhante colaborou para a melhoria dos indicadores sócio-econômicos municipais. Ao fazer o balanço dos prós e contras, (Assato, 2010) concluiu que os impactos positivos suplantaram os negativos, pois indicadores de educação, saúde, dinamização das economias locais e aumento da qualificação dos trabalhadores apontaram para melhoria de vida da população. Essas mesmas conclusões foram encontradas por Neves e Castro (2013) em outras localidades afirmando que a chegada de novas agroindústrias sucroalcooleiras dinamiza a atividade econômica, ambiental e social de uma região.

Entretanto, a dependência de um município em uma única monocultura pode trazer dificuldades econômicas e sociais em períodos de crise. A atual crise no setor sucroalcooleiro está fechando muitas usinas em municípios paulistas em que a grande maioria dos empregos formais é gerada pelo setor sucroalcooleiro. Além da perda de empregos há paralisação e demissões no comércio e uma perda significativa em relação à receita proveniente de tributos como ICMS (Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços) e ISS (Imposto Sobre Serviços).

A grande maioria das unidades se concentra na região centro-sul, próximo a divisa entre os biomas Cerrado e Mata Atlântica. Há também, algumas outras unidades espalhadas pelo

restante do estado, com exceção da região pantaneira, que é protegida por lei¹ (Zoneamento Agroecológico da Cana-de-açúcar – ZAE Cana). Esse zoneamento tem como principal objetivo, indicar a direção para o plantio da cana-de-açúcar.

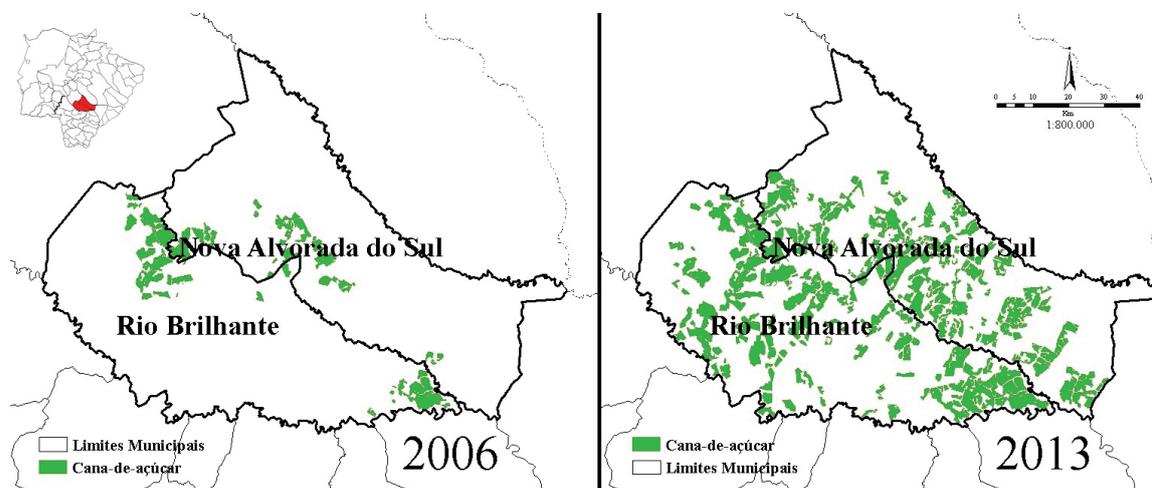


Figura 2. Dinâmica do uso e cobertura das áreas de cana-de-açúcar nos municípios de Rio Brillhante e Nova Alvorada nos anos de 2006 e 2013 (em escala original 1:800:000).

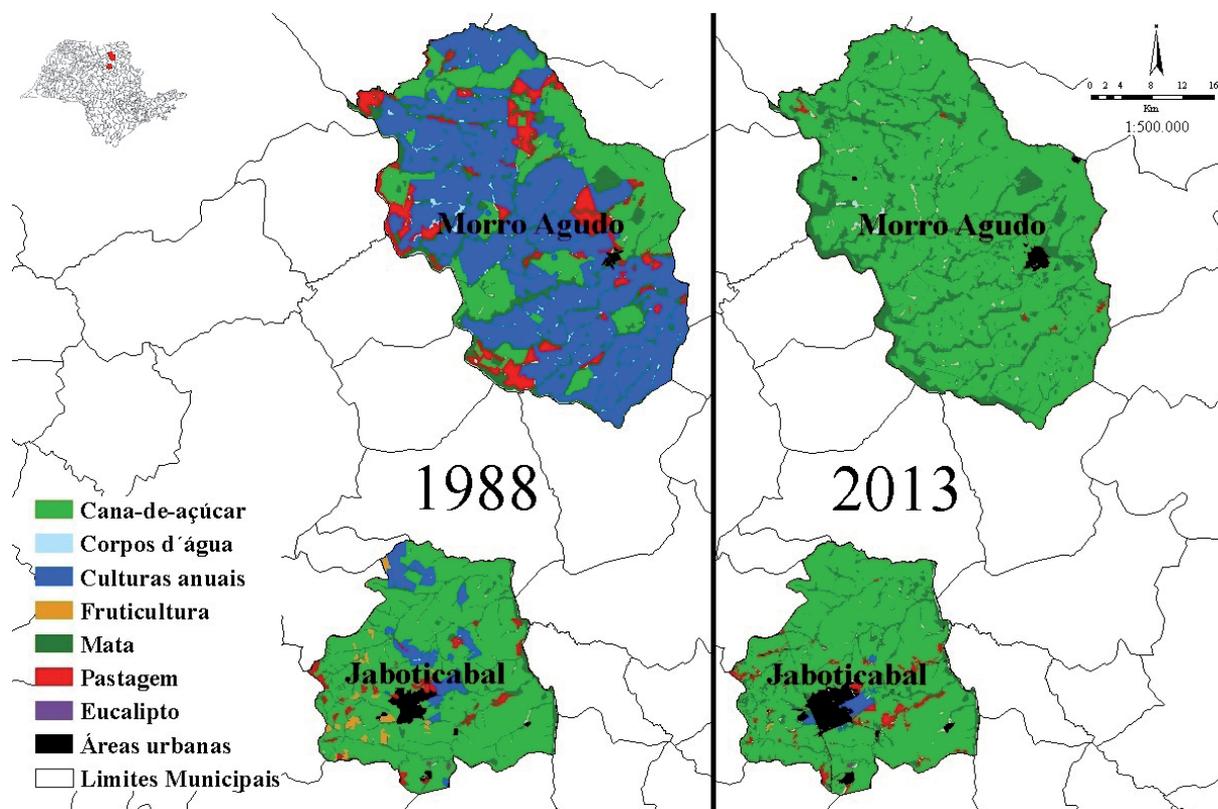


Figura 3. Dinâmica do uso e cobertura das áreas de cana-de-açúcar nos municípios de Morro Agudo e Jaboticabal nos anos de 1988 e 2013 (em escala original 1:800:000).

Muitos municípios de MS possuem condições ideais para o cultivo da cana, porém a expansão se dá a partir do aumento da capacidade das unidades produtivas e a instalação de novas unidades. Outro fator é que em alguns municípios, há resistência por parte dos grandes agricultores, como os plantadores de soja, quanto à expansão canavieira.

5. Conclusões

O sensoriamento remoto atua como uma fonte importante para prover dados para o monitoramento dos recursos terrestre e dos ecossistemas, permitindo, portanto, a identificação e a caracterização das mudanças do uso e cobertura da terra e conseqüentemente seus impactos socioeconômicos e ambientais.

As Análises da dinâmica de uso e ocupação da cana-de-açúcar correlacionada a áreas ocupadas com cana a muito mais tempo são úteis para apoiar as políticas públicas na reorganização espacial do estado que possui elevada produção alimentar e característica territoriais específicas como o bioma pantanal que necessita de proteção por sua singularidade e única biodiversidade, além da delicada questão da demarcação das terras indígenas. Considerando que futuramente a expansão da monocultura da cana-de-açúcar possa ocupar grande parte de MS, há uma urgente necessidade de avaliar o uso e ocupação da cana-de-açúcar no Estado por meio de imagens de satélite para poder disciplinar a expansão através de políticas específicas.

6. Agradecimentos

EMBRAPA - CARBCANA (02.12.08.002.00.00) e FAPESP - ECOAGRI (2002/06685-0).

7. Referência

- Adami, M.; Rudorff, B. F. T.; Freitas, R. M.; Aguiar, D. A.; Sugawara, L. M.; Mello, M. P. Remote Sensing Time Series to Evaluate Direct Land Use Change of Recent Expanded Sugarcane Crop in Brazil. *Sustainability*. 4(4):574-585, 2012.
- Assato, M. M. Impactos sócio-econômicos da expansão do setor bioenergético do Estado de Mato Grosso do Sul: os casos dos municípios de Nova Alvorada do Sul e Rio Brillhante. 2010. 101 p. **Monografia** (Bacharel em Ciências Econômicas) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba-SP, 2010.
- Lapola, D. M., L. A. Martinelli, C. A. Peres, J. P. H. B. Ometto, M. E. Ferreira, C. A. Nobre, A. P. D. Aguiar, M. M. C. Bustamante, M. F. Cardoso, M. H. Costa, C. A. Joly, C. C. Leite, P. Moutinho, G. Sampaio, B. B. N. Strasbourg & I. C. G. Vieira (2013) Pervasive transition of the Brazilian land-use system. **Nature Climate Change**, 4, 27-35.
- Martinelli, L.A.; Filoso, S. 2008. Expansion of sugarcane ethanol production in Brazil: **Environmental and Social Challenges. Ecological Applications**. 18 (4): 885-898.
- Neves, M. F.; castro, R. Indústria da Cana - Vetor de Desenvolvimento. **Agroanalysis** (FGV), v. 33, p. 14-15, 2013.
- Neves, M. F.; Trombin, V. G. A dimensão do setor Sucreenergético: mapeamento e quantificação da safra 2013/14. coordenação e organização Marcos Fava Neves e Vinicius Gustavo Trombin. – Ribeirão Preto: **Markestrat, Fundace**, FEA-RP/USP 2014.
- Olivette, M. P. A. et al. Evolução e prospecção da agricultura paulista: liberação da área de pastagem para o cultivo da cana-de-açúcar, eucalipto, seringueira e reflexos na pecuária, 1996-2030. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 41, n.3, p. 37-67, mar. 2011.
- Quartaroli, C. F.; Criscuolo, C.; Hott, M. C.; Guimarães, M. Alterações no uso e cobertura das terras no Nordeste do Estado de São Paulo no período de 1988 a 2003. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2006. 57

p., il. (**Documentos, 55**).

Rudorff, B. F. T.; Aguiar, D. A. ; Silva, W. F. ; Sugawara, L. M. ; Adami, M. ; Moreira, M. A. Studies on the Rapid Expansion of Sugarcane for Ethanol Production in São Paulo State (Brazil) Using Landsat Data. **Remote Sensing**, v. 2, p. 1057-1076, 2010.