



VII Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2013
13 a 15 de agosto de 2013 – Campinas, São Paulo

ALTERAÇÕES DO USO DA TERRA EM MUNICÍPIOS COM EXPANSÃO DE ÁREA PLANTADA COM CANA-DE-AÇÚCAR

Carolina Lobello **Loresini**^{1a}; Daniel **Gomes**^{1b}; Gustavo Bayma Siqueira da **Silva**^{1b};
Luiz E. **Vicente**^{1d}; Daniel C. **Victoria**^{1e}

¹ Embrapa Monitoramento por Satélite

Nº 13501

RESUMO - O momento atual é de grande expansão da área de plantio de cana-de-açúcar em razão do aumento de mercado para o álcool, da expectativa futura de que o álcool, na matriz energética, substitua, em parte, o petróleo, e do mercado estável da produção de açúcar. Este trabalho teve como objetivo avaliar as mudanças que aconteceram nos últimos 20 anos em dois municípios no interior do Estado de São Paulo, Flora Rica e Iacri, onde foi observada grande expansão da área plantada com cana-de-açúcar. O trabalho foi realizado em três etapas: segmentação de imagens a fim de delimitar objetos homogêneos, identificação dos objetos com plantio de cana-de-açúcar no ano de 2011 e identificação da classe de uso da terra nos locais com plantio da cana-de-açúcar em anos anteriores. Foi possível constatar que, para os municípios estudados, a maior parte dos plantios de cana-de-açúcar em 2011 substituíram áreas de pastagem.

Palavras-chaves: Expansão agrícola, classificação de imagens, pastagem, álcool.

^aBolsista PIBIC/CNPq: Graduação em Engenharia Ambiental e Sanitária/PUCCAMP, Campinas-SP carolina.loresini@colaborador.embrapa.br; ^bColaborador: Analista Embrapa Monitoramento por Satélite, Campinas-SP; ^cColaborador: Pesquisador Embrapa Monitoramento por Satélite, Campinas-SP; ^dOrientador: Pesquisador Embrapa Monitoramento por Satélite, Campinas-SP



VII Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2013

13 a 15 de agosto de 2013 – Campinas, São Paulo

ABSTRACT- *Sugarcane areas have recently undergone great expansion due to the growth in the ethanol market, the expectation of a future partial replacement of oil by ethanol, and the stable sugar market. This work aimed to evaluate land use and cover changes over the past 20 years in two municipalities at the São Paulo state which have undergone sugarcane expansion: Flora Rica and Iacri. The work was performed in three steps: satellite images were segmented to delimit homogeneous objects, objects with sugarcane in the year 2011 were identified, and a visual classification of land use in places planted with sugarcane in previous years was carried out. Thus we were able to determine that for most municipalities the sugarcane production identified in 2011 expanded over pasture areas.*

Keywords: agricultural expansion, image classification, pasture, ethanol.

1. INTRODUÇÃO

A cana-de-açúcar destaca-se, entre as plantas cultivadas, na produção de recursos energéticos de uso alimentar humano (açúcar, melado, garapa, etc.) e animal (volumoso para ração, etc.), além de ser uma alternativa à escassez de combustíveis derivados do petróleo (PIRES; FERREIRA, 2008).

O Estado de São Paulo é o principal produtor de cana-de-açúcar no Brasil, responsável por 60% da produção nacional. Levantamento realizado por Olivette et al. (2010) constatou que a área cultivada com cana-de-açúcar alcançou 5,497 milhões de hectares, ou 26,8% do total ocupado no estado. O momento atual é de grande expansão da área de plantio de cana-de-açúcar em razão do aumento de mercado para o álcool, da expectativa futura de que o álcool substitua, em parte, o petróleo na matriz energética, e do mercado estável da produção de açúcar (ROSSETTO, 2010).

A mudança do uso e da cobertura da terra em razão da expansão da cana-de-açúcar tem chamado a atenção da sociedade, pois problemas socioeconômicos e ambientais estão surgindo. O aumento da área cultivada com cana-de-açúcar para produção de etanol tem provocado debates sobre os impactos na diminuição da área destinada à produção de alimentos e na supressão da biodiversidade (GOLDEMBERG et al., 2008; NAYLOR et al., 2007).

Este trabalho tem como objetivo avaliar as mudanças que aconteceram nos últimos 20 anos em dois municípios no interior do Estado de São Paulo, Flora Rica e Iacri, onde foi observada grande expansão da área plantada com cana-de-açúcar, a fim de identificar as classes de uso da terra anteriores à implantação da cultura de cana-de-açúcar.



VII Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2013
13 a 15 de agosto de 2013 – Campinas, São Paulo

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Área de estudo

O Estado de São Paulo localiza-se aproximadamente entre os paralelos 19°50'S e 24°30' S e os meridianos 44°00'S e 53°30' O, na região Sudeste do Brasil. O estado está dividido em cinco grandes províncias geomorfológicas: planalto ocidental, *cuestas* basálticas, depressão periférica, planalto atlântico e província costeira (PONÇANO, 1981). A cana-de-açúcar está concentrada na região centro-norte e oeste do estado.

O Município de Iacri está localizado na região oeste do estado, coordenadas 21°39'S a 21°56'S e 50°34'O (IACRI, 2013), com área de 322,633 km² (IBGE, 2010). De acordo com a Produção Agrícola Municipal (IBGE, 2013), o município não apresentava área com cana-de-açúcar em 1990. No ano 2000, a área ocupada por cana-de-açúcar era de 256 ha, e aumentou para 10.100 ha em 2011.

O Município de Flora Rica, também na região oeste do Estado de São Paulo, localiza-se na região fisiográfica do sertão do Rio Paraná, na posição sudeste, e tem como coordenadas geográficas de sua sede 21°41'S e 51°23'O, com uma área de 222,53 km² (FLORA RICA, 2013). A área plantada com cana-de-açúcar no município em 1990 era de 1.060 ha. No ano 2000, não foi identificada pelo IBGE área plantada com cana-de-açúcar e, em 2011, a área plantada foi de 4.800 ha (IBGE, 2013). A localização de ambos os municípios é apresentada na Figura 1.

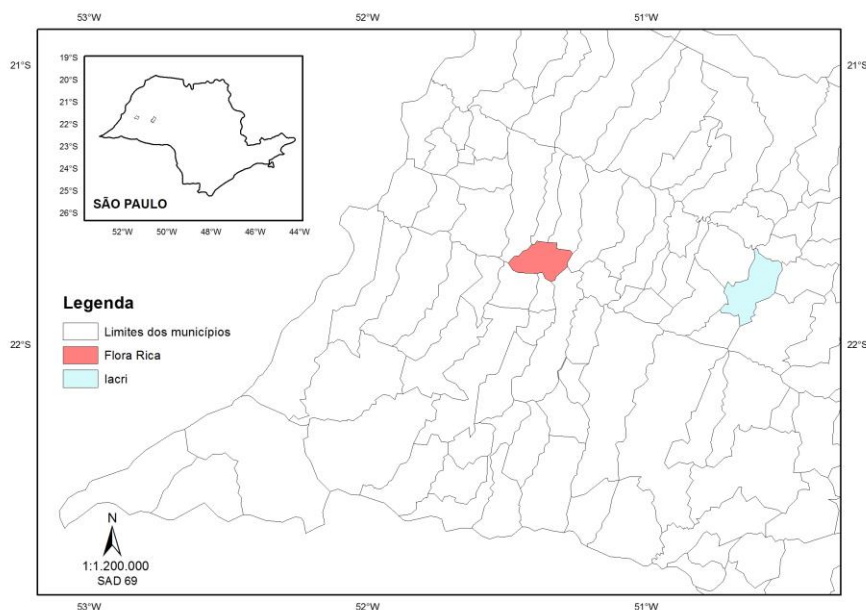


Figura 1. Localização dos municípios estudados.



VII Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2013 13 a 15 de agosto de 2013 – Campinas, São Paulo

O solo do oeste paulista, onde ambos os municípios estão localizados, é predominantemente formado por Argissolos Eutróficos de textura arenosa/média, com relevo ondulado, e por Latossolos Distróficos ou Mesoálicos de textura média, com relevo de plano a suavemente ondulado (PRADO et al., 2010).

2.2 Metodologia

Para analisar a alteração do uso da terra em razão da expansão da cana-de-açúcar, foram utilizadas imagens do sensor TM (*Thematic Mapper*) a bordo do satélite Landsat-5, órbita/ponto 222/75, dos anos de 1988, 2001 e 2011. A classificação envolveu três etapas: 1) segmentação para delimitar objetos homogêneos, 2) identificação visual dos objetos com plantio de cana-de-açúcar no ano de 2011, e 3) identificação visual da classe de uso da terra nas imagens de 1988 e 2001.

As classificações visuais foram feitas a partir da composição colorida na ordem 4, 5, 3, quando o plantio da cana-de-açúcar torna-se visível por meio da coloração avermelhada. Dessa forma, foi possível classificar os polígonos levando em conta a coloração, além de outros atributos como forma, textura e presença de carreadores. As classes de uso identificadas nas imagens de 1988 e 2001 foram: área urbanizada, cultura temporária, cultura permanente, pastagem, silvicultura, vegetação natural florestal e campestre. A identificação dessas classes também foi feita de forma visual, seguindo chave de interpretação desenvolvida por Gomes et al. (2012). Além disso, foram utilizados dados auxiliares das séries temporais de índices de vegetação EVI2/MODIS, disponibilizadas no endereço <<https://www.dsr.inpe.br/laf/series>>, uma ferramenta online que permite a visualização de séries temporais MODIS para análise de mudança de uso e cobertura (FREITAS et al., 2011).

3. RESULTADOS

Na primeira etapa de mapeamento do uso e da cobertura da terra, foi constatado que, no ano de 2011, 24% do Município de Iacri e 20% de Flora Rica estavam ocupados por plantios de cana-de-açúcar.

No ano de 1988, o uso e a cobertura da terra nas áreas ocupadas com cana-de-açúcar em 2011 era principalmente de pastagem, em ambos os municípios, com quase 80% da área destinada a essa prática. Em ambos municípios, aproximadamente 8,5% da área de cana-de-açúcar em 2011 era ocupada por culturas temporárias em 1988. Pode-se observar que, em Flora



VII Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2013
13 a 15 de agosto de 2013 – Campinas, São Paulo

Rica, já existiam áreas com cultivo de cana-de-açúcar no ano de 1988, por volta de 10% da área de 2011, o que não foi observado em Iacri. No entanto, em Iacri, 4% da área de cana-de-açúcar no período mais recente estava ocupada por vegetação florestal e 5%, por culturas permanentes (Figuras 2 e 3).

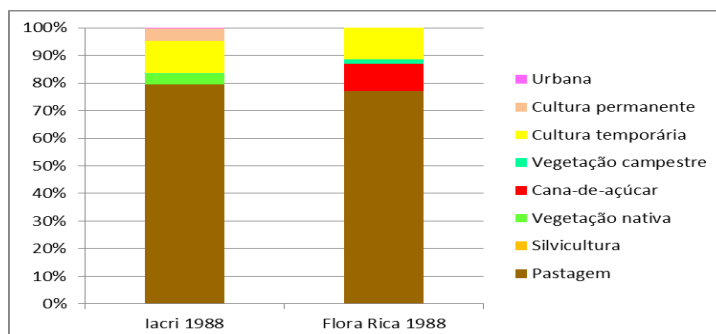


Figura 2. Uso e cobertura das terras, no ano de 1988, nas áreas com plantio de cana-de-açúcar em 2011.

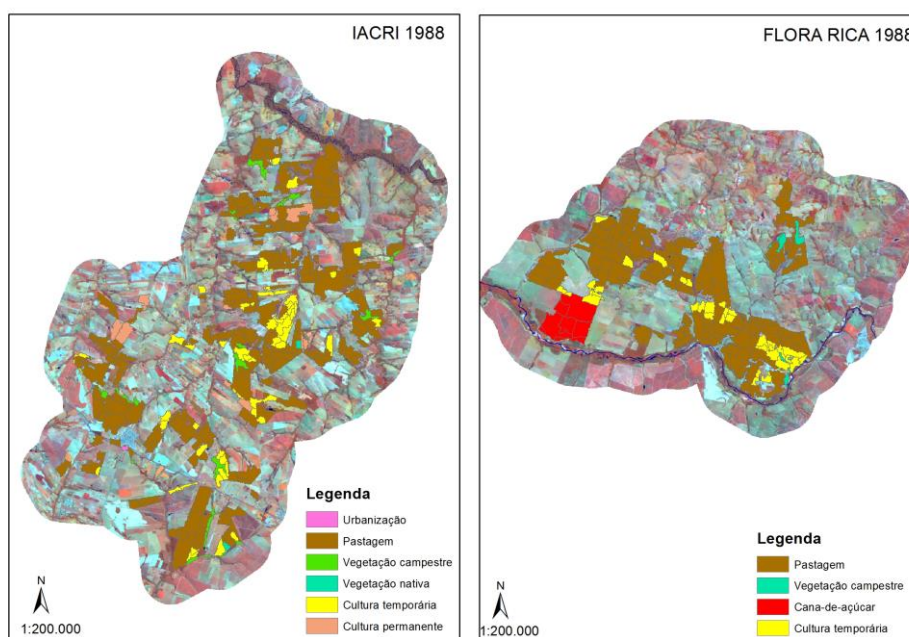


Figura 3. Uso e cobertura das terras, no ano de 1988, em áreas com plantio de cana-de-açúcar em 2011.

No ano 2001, é possível verificar o predomínio de pastagens nos locais com plantio de cana-de-açúcar em 2011, 71% em Flora Rica e 80% em Iacri. Também foi possível identificar, no Município de Flora Rica, que aproximadamente 16% das áreas cana-de-açúcar em 2011 apresentavam o mesmo uso em 2001. Em Iacri, não foram identificadas áreas com cana-de-açúcar no ano de 2001, o que significa que todos os plantios identificados em 2011 foram resultantes de alteração no uso e na cobertura das terras. Também constatou-se, neste município, que



VII Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2013
13 a 15 de agosto de 2013 – Campinas, São Paulo

aproximadamente 13% da área de cana-de-açúcar em 2011 estava ocupada por culturas temporárias no ano de 2001 (Figuras 4 e 5), o que implica uma conversão de áreas destinadas principalmente à produção de alimentos.

Os resultados obtidos estão de acordo com outros estudos que também identificaram expansão da cana-de-açúcar em áreas de pastagem e agricultura (ADAMI et al., 2012), sendo que, na região oeste de SP, a principal substituição foi de áreas de pastagem (RUDORFF et al., 2010)

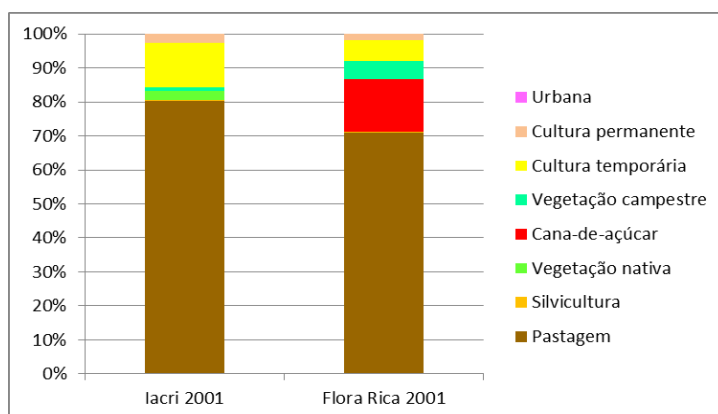


Figura 4. Uso e cobertura das terras, no ano de 2001, das áreas com plantio de cana-de-açúcar em 2011.

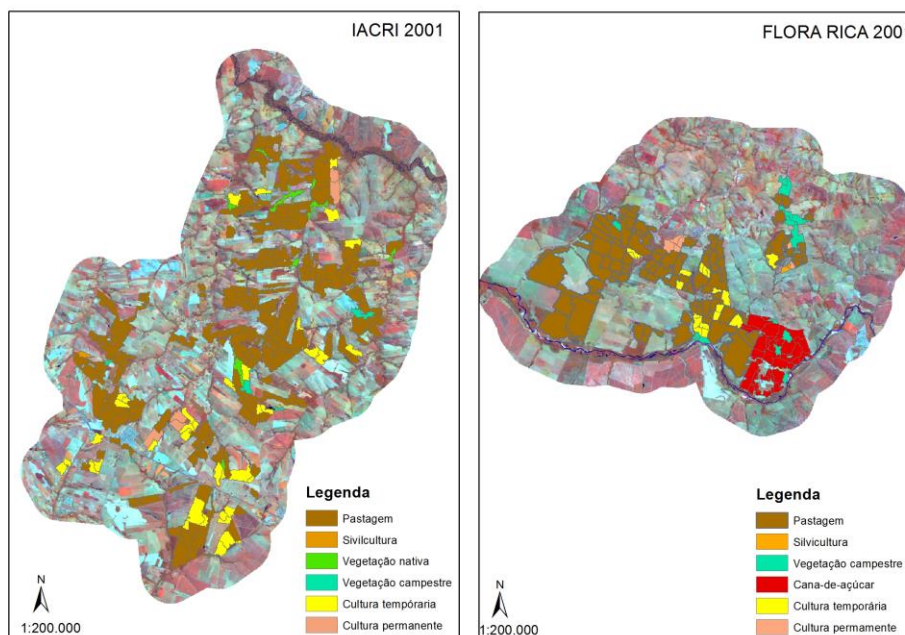


Figura 5. Mapa do uso e cobertura das terras no ano de 2001.



VII Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2013 13 a 15 de agosto de 2013 – Campinas, São Paulo

4. CONCLUSÃO

A interpretação visual das imagens de satélite em diferentes épocas do ano permitiu identificar as alterações de uso e cobertura das terras relacionadas à expansão do plantio de cana-de-açúcar.

Para os municípios estudados, a cultura de cana-de-açúcar cresceu principalmente em áreas de pastagem. Uma pequena porcentagem das áreas de cana-de-açúcar em 2010 era ocupada por culturas temporárias nos anos anteriores.

Entre os municípios estudados, a expansão de cana-de-açúcar ocorreu primeiro em Flora Rica. Já Iacri apresentou maior percentual de áreas de culturas temporárias convertidas para cana-de-açúcar em relação a Flora Rica.

5. AGRADECIMENTOS

Ao CNPq – PIBIC, pela bolsa concedida, e à Embrapa Monitoramento por Satélite, pela oportunidade de estágio.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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**, v. 4, n. 4, p. 574–585, abr. 2012.

FREITAS, R. M. D.; 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, p. 57-68, 2011.

OLDEMBERG, J.; COELHO, S. T.; GUARDABASSI, P. The sustainability of ethanol production from sugarcane. **Energy Policy**, v. 36, p. 2086-2097, 2008.

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: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2012. 25 p. (Circular Técnica, 21).

IBGE. **Produção Agrícola Municipal**. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br>>. Acesso em: 15 maio 2013.



VII Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2013
13 a 15 de agosto de 2013 – Campinas, São Paulo

IBGE. **Censo Demográfico 2010**: características da população – amostra.2010. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 13 jun. 2013.

NAYLOR, B. Y. R. L.; LISKA, A. J.; BURKE, M. B.; FALCON, W. P.; GASKELL, J. C.; ROZELLE, S. D.; CASSMAN, K. G. The Ripple Effect. Biofuels, Food Security, and the Environment. **Agronomy & Horticulture**: Faculty Publications, v. 49, p. 30-43, 2007.

OLIVETTE, M. P. de A; NACHILUK, K.; FRANCISCO, V. L. F. dos S. Análise comparativa da área plantada com cana-de-açúcar frente aos principais grupos de culturas nos municípios paulistas, 1996-2008. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 40, n. 2, p. 42-59, 2010.

PIRES, R. A. P.; FERREIRA, O. M. **Utilização da vinhaça na bio-fertirrigação da cultura da cana-de-açúcar**: estudo de caso em Goiás. Goiânia: Universidade Católica de Goiás, 2008. 22 p.

IACRI. **Prefeitura Municipal de Iacri**. Disponível em: <<http://www.iacri.sp.gov.br>>. Acesso em: 13 jun. 2013

FLORA RICA. **Prefeitura Municipal de Flora Rica**. Disponível em: <<http://www.florarica.sp.gov.br>>. Acesso em: 13 jun. 2013

PONÇANO, W. L. **Mapa geomorfológico do Estado de São Paulo**. São Paulo, SP: Instituto Tecnológico de São Paulo (IPT), 1981. Escala 1:1.000.000.

PRADO, H. do; JUNIOR PÁDUA, A. L.; GARCIA, J. C.; MORAES, J. F. L. de; CARVALHO, J. P. de; DONZELI, P. L. Solos e ambientes de produção. In: DINARDO-MIRANDA, L. L.; VASCONCELLOS, A. C. M. de; LANDELL, M. G. de A. **Cana-de-açúcar**. Campinas: IAC, 2010. 882 p.

ROSSETTO, R. A Cana-de-açúcar e a questão ambiental. In: DINARDO-MIRANDA, L. L.; VASCONCELLOS, A. C. M. de; LANDELL, M. G. de A. **Cana-de-açúcar**. Campinas: IAC, 2010. 882 p.

RUDORFF, B. F. T.; AGUIAR, D. A.; SILVA, W. F. Studies on the Rapid Expansion of Sugarcane for Ethanol Production in São Paulo State (Brazil) Using Landsat Data. **Remote Sensing**, v. 2, n. 4, p. 1057–1076, abr. 2010.