

AGRENER GD 2015

10º Congresso sobre Geração Distribuída e Energia no Meio Rural

11 a 13 de novembro de 2015

Universidade de São Paulo – USP – São Paulo



## **AVALIAÇÃO DA EXPANSÃO DA CANA-DE-AÇÚCAR SEGUNDO OS CRITÉRIOS DE SUSTENTABILIDADE DA DIRETIVA EUROPEIA 2009/28/CE: ESTUDO DE CASO DE RANCHARIA - SP**

**Cauã Guilherme Miranda<sup>1,2</sup>, Daniel Garbellini Duft<sup>1</sup>, Michelle Cristina Araujo Picoli<sup>1</sup>, Katia Regina Evaristo de Jesus<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Laboratório Nacional de Ciência e Tecnologia do Bioetanol – CTBE/CNPEN – Rua Giuseppe Máximo Scolfaro, 10.000 - Polo II de Alta Tecnologia - 13083-970 - Campinas - SP, Brasil

<sup>2</sup> Instituto de Geociências - Universidade Estadual de Campinas – IG/UNICAMP – Rua João Pandiá Calógeras, 51 - 13083-870 - Campinas - SP, Brasil

<sup>3</sup> Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa/CNPMA – Rodovia SP-340, Km 127,5, Tanquinho Velho - 13820-000 - Jaguariúna - SP, Brasil  
(caua.miranda@yahoo.com.br)

### **Resumo**

O interesse mundial na produção e consumo de biocombustíveis, principalmente o etanol, vem crescendo desde a virada do século. De acordo com os critérios de sustentabilidade da Diretiva Europeia 2009/28/CE (DE), biocombustíveis não devem ser produzidos a partir de matérias-primas provenientes de terrenos ricos em biodiversidade. Nesse contexto, o monitoramento da expansão da cana torna-se fundamental e as imagens de sensoriamento remoto apresentam potencial para este tipo de análise, pois possuem capacidade para identificar sobre quais usos da terra que esta cultura tem se expandido. Rancharia-SP, foi a cidade escolhida para a análise expansão da cana, porque de acordo com o projeto Canasat do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), entre as safras de 2007 e 2013, a área plantada aumentou aproximadamente 200%. Foi então realizada a classificação supervisionada das imagens de satélite, pelo método de máxima verossimilhança, em dois períodos: 2007 (antes da DE) e 2014 (depois da DE). De acordo com os dados obtidos, a expansão da cana-de-açúcar ocorreu principalmente sobre áreas onde antes eram pastagens, 34 mil ha (99%) e solo exposto, 322,71 ha (1%), e não expandiu para áreas de vegetação natural, ou seja, houve o cumprimento da Diretiva Europeia.

**Palavras-chave:** Diretiva Europeia, Sustentabilidade, Cana-de-açúcar, Sensoriamento Remoto.

AGRENER GD 2015

10º Congresso sobre Geração Distribuída e Energia no Meio Rural

11 a 13 de novembro de 2015

Universidade de São Paulo – USP – São Paulo



## Abstract

The global interest in the production and consumption of biofuels, mainly ethanol and biodiesel, has been growing since the turn of the century. In accordance with European Directive 2009/28/CE (ED), biofuels should not be made from raw material obtained from lands rich in biodiversity. In this context, monitoring the expansion of sugarcane becomes crucial and remote sensing images show the potential for this type of analysis because they have the capacity to identify in which land uses this culture has expanded. Rancharia, in São Paulo state, was the city chosen for the sugarcane expansion analysis, because, according to Canasat project of the National Institute for Space Research (INPE), between 2007 and 2013 crop seasons, the production there increased at least 200%. It was then performed the supervised classification of satellite images, by the maximum likelihood method, in two periods: 2007 (pre-ED) and 2014 (after ED). According to the data obtained, the expansion of sugarcane mainly occurred on areas that were previously pastures, 34 thousand ha (99%) and bare soil, 322.71 ha (1%), and not expanded in natural vegetation areas, i.e. there was the accomplishment with the European Directive.

**Keywords:** European Directive, Sustainability, Sugarcane, Remote Sensing.

## 1. INTRODUÇÃO

O interesse mundial na produção e consumo de biocombustíveis, principalmente o etanol e o biodiesel, vem crescendo desde a virada do século, devido às preocupações ambientais e principalmente à necessidade de reduzir as emissões de gases de efeito estufa (GEE) (WALTER et al., 2011).

De acordo com a Diretiva Europeia 2009/28/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 23 de Abril de 2009 (UE, 2009), os biocombustíveis não devem ser produzidos a partir de matérias-primas provenientes de terrenos ricos em biodiversidade, isto é, terrenos que em janeiro de 2008 ou após essa data tivessem desrespeitando os critérios de sustentabilidade estabelecidos pelo Artigo 17º dessa diretiva. Esses critérios têm como objetivo evitar que a expansão do uso de biocombustíveis, estimulado pela nova legislação europeia, afete a biodiversidade e leve à liberação de grandes estoques de carbono devido



à expansão das terras em que são cultivadas as matérias-primas para produção dos biocombustíveis (UNICA, 2009). Com isso, a diretiva define quatro tipos de terras que não podem ser utilizadas para a produção de matérias-primas para biocombustíveis: (1) florestas; (2) pantanais; (3) áreas protegidas por lei, convenções internacionais ou as incluídas nas listas de agências intergovernamentais; e (4) pastos não degradados, com alto nível de biodiversidade.

Nesse contexto, o monitoramento da expansão da cana-de-açúcar torna-se fundamental e as imagens de sensoriamento remoto apresentam potencial para este tipo de análise, pois possuem capacidade para identificar sobre quais usos da terra que esta cultura tem se expandido.

Diversas pesquisas vêm demonstrando o potencial do uso de sensoriamento remoto quando utilizadas para caracterizar padrões de cultivos e áreas de expansão agrícola (Rudorff et al., 2009; Rudorff et al., 2010; Adami et al., 2012). Nesses trabalhos foram definidos alguns padrões de mudança de uso e cobertura da terra com base na interpretação de imagens.

No intuito de entender esta expansão, este trabalho visa contabilizar as áreas de cultivo da cana-de-açúcar e espacializar seu crescimento no território através de ferramentas de processamento de imagens e de sistema de informações geográficas, além de verificar se encontra-se de acordo com os critérios de sustentabilidade da Diretiva Europeia 2009/28/CE, que são a base para a comercialização deste biocombustível nos países da União Europeia.

## **2. METODOLOGIA DE TRABALHO**

### **2.1 Área de Estudo**

No que diz respeito a área de estudada, a microrregião de Presidente Prudente - SP, com o avanço das tecnologias no setor sucroalcooleiro, teve um crescimento significativo no plantio da cana-de-açúcar, justificando assim sua importância. A escolha do município para esta análise espacial da expansão da cana-de-açúcar foi o município de Rancharia - SP (Figura 1), onde, segundo o projeto Canasat do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), obteve um aumento de pelo menos 200% em sua produção anual entre as safras 2007/2008 e 2012/2013.

AGRENER GD 2015

10º Congresso sobre Geração Distribuída e Energia no Meio Rural

11 a 13 de novembro de 2015

Universidade de São Paulo – USP – São Paulo

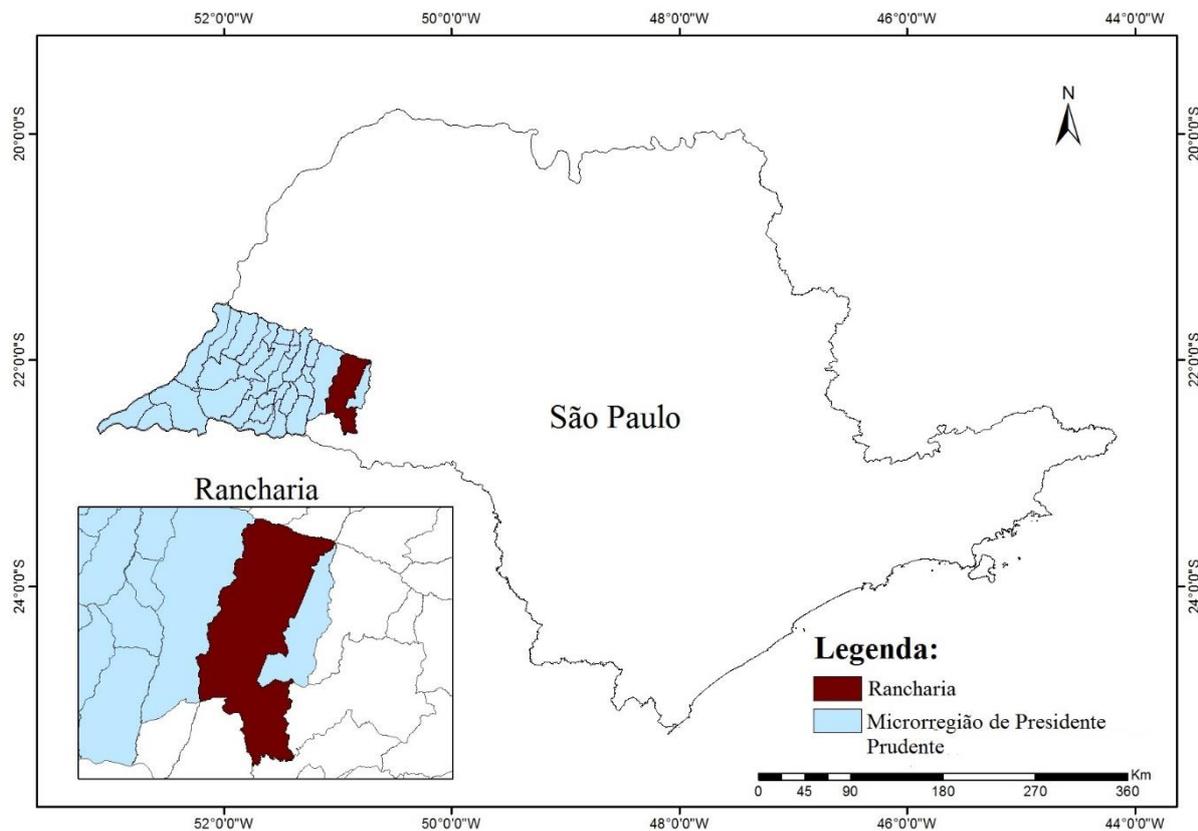


Figura 1. Localização do Município de Rancharia – SP.

## 2.2 Processamento Digital das Imagens

Neste trabalho foram utilizadas imagens dos sensores TM/Landsat 5 e OLI/Landsat 8, com resolução espacial ser de 30 metros. Foram utilizadas quatro cenas com aproximadamente 0% de cobertura de nuvens, obtidas através do site da U.S. Geological Survey (USGS)<sup>1</sup>, sendo duas delas de 06 de setembro de 2007 do satélite Landsat 5 e duas outras de 04 de maio de 2014 do satélite Landsat 8, ambas das órbitas/ponto 222/75 e 222/76.

Foi utilizado o software ENVI 5.0 para a realização das classificações automáticas supervisionadas pelo método de máxima verossimilhança da composição de bandas 4[R], 5[G], 3[B] das imagens do Landsat 5 e da composição de bandas 5[R], 6[G], 4[B] das imagens do Landsat 8, associando a refletância dos pixels aos comportamentos espectrais

<sup>1</sup> U.S. Geological Survey Earth Explorer. Disponível em: <<http://earthexplorer.usgs.gov/>>. Acesso em 08/09/2014.

**AGRENER GD 2015**

**10º Congresso sobre Geração Distribuída e Energia no Meio Rural**

11 a 13 de novembro de 2015

Universidade de São Paulo – USP – São Paulo



de seus respectivos usos da terra. As classes foram divididas em vegetação natural, floresta plantada, cana-de-açúcar, água, pastagem e solo exposto.

Para uma melhor classificação destas áreas ocupadas por cana-de-açúcar, o produto desta classe foi agrupado com os dados vetoriais de uso da terra por cana-de-açúcar das safras 2007/2008 e 2012/2013 do projeto Canasat do INPE, devidamente corrigidos e atualizados manualmente por interpretação visual através do software ArcGIS 10.1.

Todos os dados trabalhados e gerados foram transformados e projetados para o Datum SIRGAS 2000 em coordenadas geográficas, levando em consideração que a obrigatoriedade de seu uso foi estabelecida a partir de 2014 (IBGE, 2014).

Para avaliar a expansão da cana-de-açúcar foi utilizada a ferramenta Zonal Statistics do ArcGIS 10.1. Foi calculada a diferença entre as áreas ocupadas pela cana-de-açúcar nas safras 2007/2008 e 2013/14, com a finalidade de descobrir, através da classificação, sobre quais usos a cana expandiu nesta data (a partir da classe majoritária de cada polígono) e os tamanhos destas áreas.

### **3. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

A Figura 2 mostra as classificações finais de 2007 e 2014, pelo método de Máxima Verossimilhança (MAXVER), após feito o agrupamento da classe cana-de-açúcar com os dados vetoriais do Canasat:



Uso da terra no município de Rancharia - SP

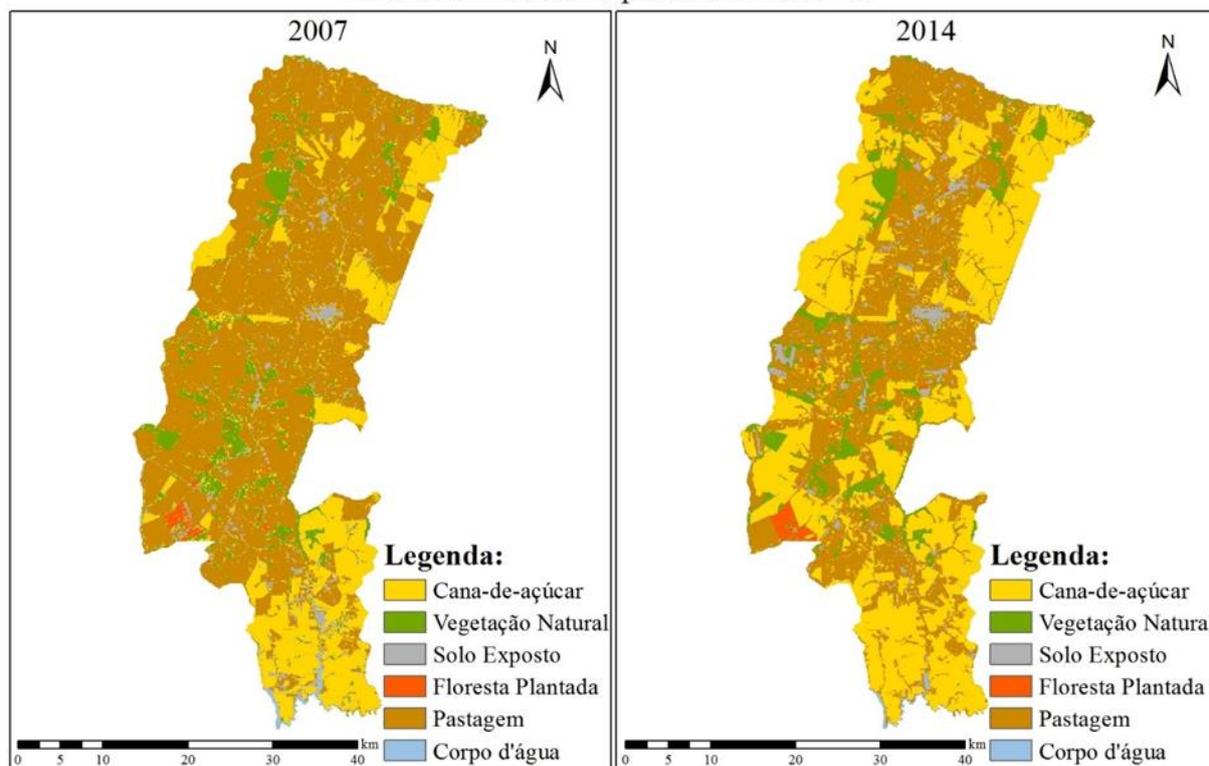


Figura 2. Classificações do uso da terra de Rancharia – SP utilizando o classificador MAXVER.

A classificação automática supervisionada foi considerada satisfatória, mas ainda houve necessidade de um refinamento para que se atingisse uma maior precisão. Por isso, recorreu-se aos dados do projeto Canasat, já consagrado em seu objetivo, para que se pudesse unir aos resultados da classificação.

Inseridos os dados do Canasat no ArcGIS junto às imagens do Landsat, verificou-se a necessidade de adequação destes ao datum SIRGAS 2000, além de estarem deslocados em relação à imagem, alguns talhões de cana não haviam sido vetorizados. Por tanto foi realizado uma correção geométrica destes vetores do Canasat e a partir disso foi vetorizado os talhões de cana faltantes (Figuras 3 e 4).



**CANASAT 2007**

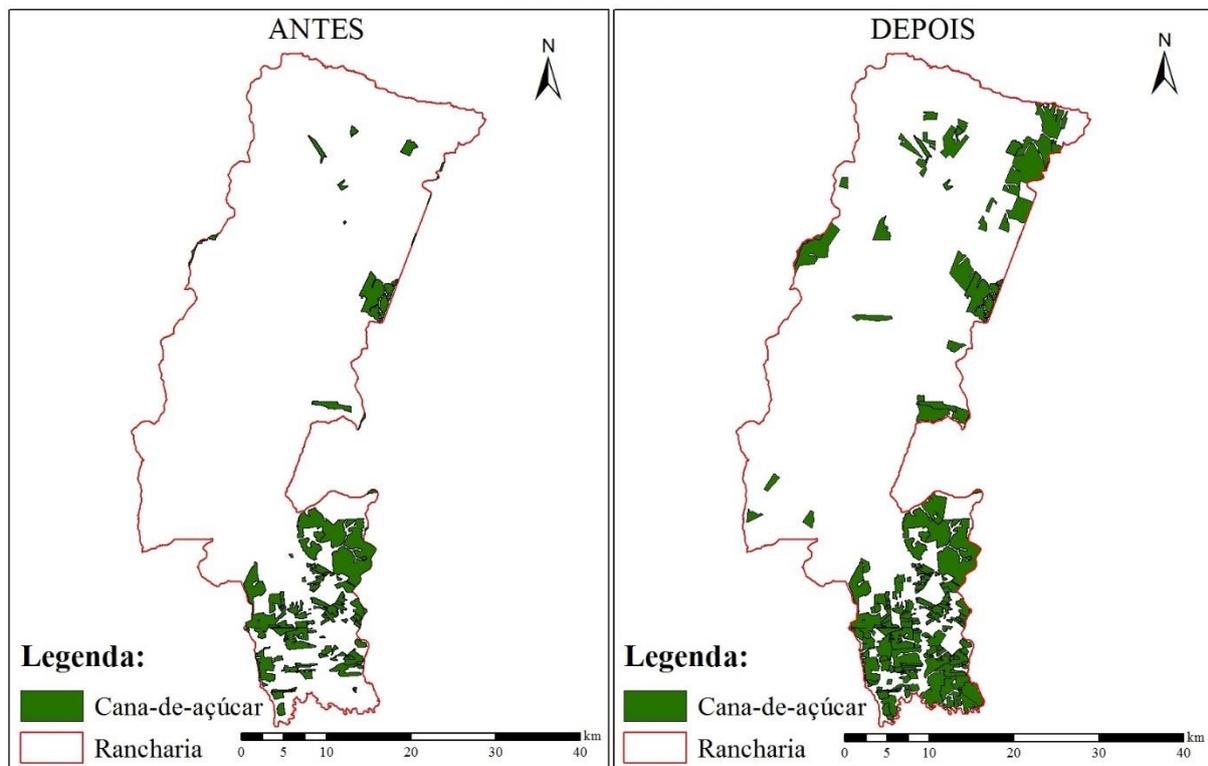


Figura 3. Dados de 2007 do projeto Canasat antes e depois da adequação por interpretação visual.



CANASAT 2013

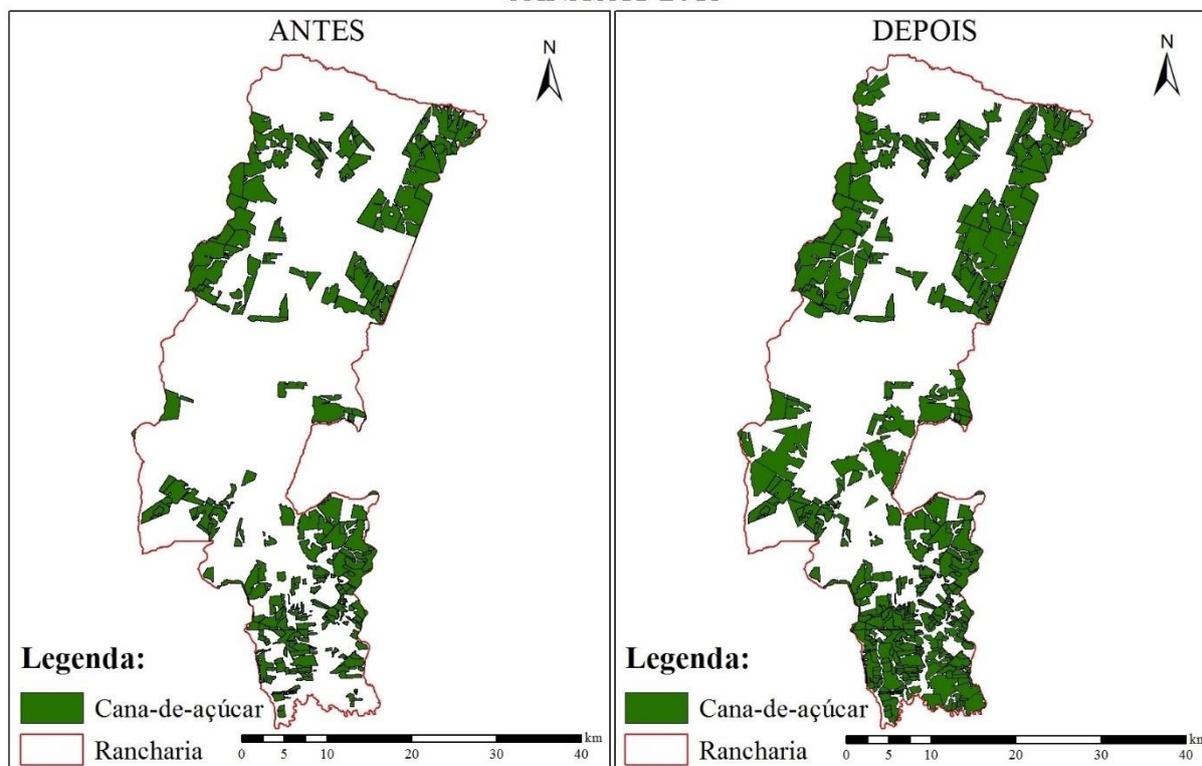


Figura 4. Dados de 2013 do projeto Canasat antes e depois da adequação por interpretação visual de imagens de 2014.

Com as classificações pôde-se calcular as áreas de expansão de cana-de-açúcar, que ocorreu entre 2007 e 2014, com seus respectivos usos anteriores (Tabela 1).

Tabela 1. Áreas da expansão da produção de cana-de-açúcar no município de Rancharia – SP ocorrida entre 2007 e 2014.

Expandido Sobre	Área Expandida (ha)	Porcentagem do total (%)
Solo Exposto	322,71	0,94%
Pastagem	34060,13	99,06%
Vegetação Natural	0,00	0,00%
Floresta Plantada	0,00	0,00%
<b>Total:</b>	<b>34382,84</b>	<b>100,00%</b>

De acordo com os dados obtidos, em 2007, havia cana-de-açúcar plantada numa área de 29.512,23 ha, já em 2014 essa área passou para 63.895,07 ha, ou seja, 216,5% do que

## AGRENER GD 2015

10º Congresso sobre Geração Distribuída e Energia no Meio Rural

11 a 13 de novembro de 2015

Universidade de São Paulo – USP – São Paulo



era anteriormente. A expansão da cana-de-açúcar ocorreu principalmente sobre áreas onde antes eram pastagens, sendo 34.060,13 ha, que correspondem 99,06% do total da expansão, além de expandir 322,71 ha sobre solo exposto, 0,94% do total e não extrapolou para áreas de vegetação natural.

## 4. CONCLUSÕES

As áreas onde ocorreu a expansão da cana-de-açúcar não são regiões de vegetação natural, o que indica que a produção de biocombustível na microrregião de Presidente Prudente - SP, ao menos no município de Rancharia - SP, está condizente com as normas e critérios de sustentabilidade estabelecidos na Diretiva Europeia 2009/28/CE, respeitando terrenos ricos em biodiversidade<sup>2</sup>, podendo ganhar sua certificação (LADU, 2009). Também foi possível concluir que as imagens de sensoriamento remoto estão qualificadas para o uso no monitoramento da expansão da cana-de-açúcar e em possíveis processos de certificação da sustentabilidade.

## 5. AGRADECIMENTOS

Ao apoio financeiro da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) e do projeto SustenAgro.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADAMI, M. et al. Remote Sensing Time Series to Evaluate Direct Land Use Change of Recent Expanded Sugarcane Crop in Brazil. *Sustainability*. 4(4):574-585, 2012.

CRÓSTA, A. P. Processamento Digital de Imagens de Sensoriamento Remoto. Ed. Ver. São Paulo, 1992. 173p.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Perguntas frequentes (FAQ). Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/geodesia/pmrg/faq.shtm>>. Acesso em: outubro de 2014.

---

<sup>2</sup> Florestas primárias e outros terrenos arborizados; zonas protegidas por lei (APPs), convenções internacionais ou aquelas incluídas nas listas de agências intergovernamentais, com fins de proteção da natureza e das espécies ou ecossistemas raros; terras de pastagem ricas em biodiversidade (LADU, 2009).

**AGRENER GD 2015**

**10º Congresso sobre Geração Distribuída e Energia no Meio Rural**

11 a 13 de novembro de 2015

Universidade de São Paulo – USP – São Paulo



LADU, L. Análise política, econômica e ambiental da nova política energética europeia: um enfoque sobre a indústria brasileira de bioetanol. 2009. 116 p. (INPE-15343-TDI/1379). Dissertação (Mestrado em Economia) – Universidade Federal da Bahia, Salvador. 2009.

RUDORFF, B. F. T. et al. Temporal series of EVI/MODIS to identify land converted to sugarcane. In: IEEE INTERNATIONAL GEOSCIENCE AND REMOTE SENSING SYMPOSIUM, 2009, Cape Town Cape Town. Proceedings... 2009.

RUDORFF, B. F. T. et al. Studies on the Rapid Expansion of Sugarcane for Ethanol Production in São Paulo State (Brazil) Using Landsat Data. Remote Sensing. 2010; 2(4):1057-1076. doi: <10.3390/rs2041057>.

SOARES, A. F. Sensoriamento remoto e geoprocessamento aplicados na caracterização dos solos e da cobertura vegetal na bacia hidrográfica do Rio Candiru-açu (PA). Piracicaba: Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiros-USP, 138p. 1994.

UNICA – União da Indústria de Cana-de-açúcar. Diretiva europeia sobre biocombustíveis favorece exportações de etanol brasileiro, avalia UNICA. Disponível em: <<http://www.unica.com.br/noticia/23164561920337715081/diretiva-europeia-sobre-biocombustiveis-favorece-exportacoes-de-etanol-brasileiro-por-cento2C-avalia-unica/>>. Acesso em: julho de 2014.

UNIÃO EUROPEIA. Directiva 2009/28/CE de 23 de Abril de 2009, relativa à promoção da utilização de energia proveniente de fontes renováveis que altera e subsequentemente revoga as Directivas 2001/77/CE e 2003/30/CE. Jornal Oficial da União Europeia. 05 de junho de 2009. p.L140/16-L140/62. Disponível em: <<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/?uri=CELEX:32009L0028>>. Acesso em: junho de 2014.

WALTER, A. et al. Sustainability assessment of bio-ethanol production in Brazil considering land-use change, GHG emissions and socio-economic aspects. Energy Policy n. 39, p. 5703-5716. 2011.