

## Potencial de expansão da cultura de cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*) no município de Ilha Solteira/SP

Gustavo de Oliveira Palla<sup>1</sup>  
Guilherme Nunes Rodolpho da Silva<sup>1</sup>  
Hélio Ricardo Silva<sup>1</sup>  
Artur Pantoja Marques<sup>1</sup>  
Henrique Vinicius de Holanda<sup>1</sup>  
Thaís Baraldi Astolfi<sup>1</sup>  
Jeniana Volpe Sim Zocoler<sup>2</sup>  
Fritz Robert Garcêz César<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Universidade Estadual Paulista – UNESP/FE  
Caixa Postal 31 - 15385-000 – Ilha Solteira - SP, Brasil  
gustavopalla@yahoo.com.br  
gui.com@ig.com.br  
hrsilva@agr.feis.unesp.br  
henrique.vh@bol.com.br  
thaisastolfi@hotmail.com  
artur@dec.feis.unesp.br

<sup>2</sup> Centro Universitário de Araraquara-UNIARA/Unidade Diferenciada de Sorocaba  
Caixa Postal 68 - 14801-320– Araraquara - SP, Brasil  
jenianazocoler@yahoo.com.br

<sup>3</sup> Universidade Estadual Paulista – UNESP/Unidade Diferenciada de Sorocaba  
CEP - 18087-180 – Sorocaba - SP, Brasil  
fritzrobert@hotmail.com

**Abstract.** The region of the Urubupungá Hydroelectric Complex has always been characterized by livestock cutting and for its large areas of degraded pasture, but this reality began to change since the year 2004 with the installation of sugar and alcohol plants, and the consequent replacement of the pastoral areas by the culture of sugar cane. This study aimed to evaluate the progress and potential for expanding the cultivation of sugar cane in relation to the slope classes in the municipality of Ilha Solteira (SP). The intersection of information layers was conducted containing the locations implanted with the culture during 2004/2005 and 2009/2010 and the slope class of the terrain that are suitable for mechanized harvesting, in other words, with up to a 12% slope. The data shows that the crop of 2004/2005 to 2009/2010 of sugar cane plantation had a significant increase from 68 ha to 14,713.92 ha of farmland suited to mechanization. This appraisal showed also that the data CANASAT / INPE, during this period, is overestimated by the mapping of the culture in Permanent Preservation Areas, streams and drainage channels. In general the sugar cane plants are respecting the cultivation area of sugar cane, however it was found that in some locations the plantation has been installed inside Permanent Preservation Areas.

**Palavras-chave:** slope class, geotechnology, mechanized harvesting, environmental monitoring, classes de declividades, geotecnologias, colheita mecaniza, monitoramento ambiental.

### 1. Introdução

O município de Ilha Solteira, localizado no noroeste do Estado de São Paulo, encontra-se na área de influência do Complexo Hidrelétrico de Urubupungá, que é composto pelas Usinas Hidrelétricas de Ilha Solteira, Engenheiro Souza Dias (Jupia) e Três Irmãos, sendo o sexto maior do mundo em capacidade de geração de energia com 5.860 MW. Esta região é ocupada predominantemente por pastagens caracterizadas pela baixa produtividade da pecuária extensiva segundo Silva et al. (2010). Para melhorar a remuneração dos proprietários rurais desta região será necessária a substituição desta atividade por outra mais rentável. De maneira geral, as atividades agropecuárias que possibilitam um maior retorno econômico estão

atreladas a mecanização das diversas fases do ciclo produtivo. Em muitos casos, a topografia do terreno, especialmente a declividade é o fator limitante a mecanização, por isso, o estudo do relevo é de extrema importância para o planejamento agrícola visando o melhor uso e ocupação do solo de acordo com Almeida (2004). Segundo consta no CANASAT/INPE (CANASAT, 2010) no ano de 2004, no município de Ilha Solteira, as pastagens começaram a ser substituídas pela cana-de-açúcar, em função da instalação das várias usinas processadoras desta cultura nesta região.

Segundo Felgueiras (2010), em ambiente digital a declividade em uma posição da superfície é definida por plano tangente, àquela posição da superfície modelada pelo MDT (Modelo de Terreno). A declividade é composta por duas componentes: o gradiente, às vezes também chamado de declividade, que é a máxima razão da variação de cota  $z$ , e a exposição que é a direção dessa máxima razão de variação de cota. A declividade pode ser expressa em graus ( $0^\circ$  a  $90^\circ$ ) ou em porcentagem. Segundo Macedo (2005), a proibição gradativa da queima da cana de açúcar no Brasil foi prevista inicialmente em decreto-lei do governo do Estado de São Paulo de 16/04/97. Atualmente a legislação sobre esse assunto é constituída pela Lei 11.241 de 19/09/02 (Estado de São Paulo) e pelo Decreto do Governo Federal 2.661 de 08/07/98. Ambos estabelecem cronograma para a eliminação da queima e determinam áreas de proibição como faixas de proteção nas proximidades de perímetros urbanos, rodovias, ferrovias, aeroportos, reservas florestais e unidades de conservação. Para atender a legislação, a mecanização da colheita deve atingir no país, até 2018, 100% de área cultivada em solos com declividade compatível com essa prática. Nas áreas cultivadas com solos com maior declividade, o decreto federal não proíbe a queima, enquanto o decreto estadual prevê o término de queima até 2031. Já Souza (2008) comenta que no caso do Estado de São Paulo, muitas usinas têm adotado o Programa de Eliminação de Queimadas (PEQ), no qual a usina se compromete que até 2012, áreas com declividade de até 12% serão totalmente colhidas mecanicamente.

## 2. Metodologia de Trabalho

O material necessário para o desenvolvimento deste trabalho foi a base de dados numéricos de relevo, obtidos pela nave espacial americana durante a missão conhecida como SRTM ([Shuttle Radar Topography Mission](#)) disponibilizada pela EMBRAPA (Miranda, 2010).

Os arquivos digitais contendo as áreas com a cultura de cana-de-açúcar no Estado de São Paulo foram fornecidos pelo projeto Mapeamento da Cana Via Imagens de Satélite de Observação da Terra (CANASAT). Imagem do satélite Landsat-7/ETM ortorretificada de 03/05/2005, órbita/ponto 222/074 (GLCF, 2010). Imagem do satélite CBERS, sensores CCD e HRC, órbita/ponto 10/123 de 30/04/2009, 05/04/2008, 08/09/2008, 06/01/2010.

Na primeira etapa ocorreu a construção de uma base cartográfica da área de estudo com o software SPRING 4.3.3. Nesta etapa foi realizada a importação da cartografia básica de formato digital; conversão de formatos para o sistema de projeção cartográfica Universal Transversa de Mercator (UTM) e datum horizontal SAD69. Nesta etapa foram importadas as bandas da imagem ortorretificada do Landsat. Esta imagem foi utilizada para registrar as bandas da imagem CBERS/CCD e em seguida foi realizada a fusão das multiespectrais com a pancromática do satélite CBERS possibilitando a geração de imagens multiespectrais com resolução espacial de 2,5 metros.

Em seguida foram importados para este banco de dados, os planos de informações das áreas plantadas com cana de açúcar nas safras 2004/2005 e 2009/2010 fornecidos pelo CANASAT/INPE, o plano de informação contendo o limite do município de Ilha Solteira extraído da base de dados Banco \_Atlas\_2008 (INPE 2010). Após a importação dos dados do SRTM/EMBRAPA, foi gerado o plano de informação que contém as classes de declividade.

A partir das imagens fusionadas do satélite CBERS foi digitalizada a rede de drenagem e posteriormente foi obtido o plano de informação que define a Área de Preservação Permanente (APP). Na etapa posterior foi obtida a tabulação cruzada dos dados de declividade com os dados do CANASAT e finalmente foram geradas as cartas temáticas através do SCARTA/INPE.

### 3. Resultados e Discussão

Os resultados foram obtidos do cruzamento dos dados referentes às classes de declividade do município de Ilha Solteira versus os dados obtidos no programa CANASAT/INPE referentes à cultura de cana-de-açúcar das safras 2004/2005 e 2009/2010 estão na forma de tabelas e figuras, com as classes de declividade do relevo apresentados nos seguintes intervalos: 0 a 12%, 12 a 20%, maior que 20% e as áreas com a cultura de cana-de-açúcar apresentadas nos diferentes estágios de cultivo conforme consta em CANASAT(2010).

Tabela 1. Área (ha) agricultável e com a cultura de cana-de-açúcar na safra 2004/2005 por classe de declividade em Ilha Solteira.

Estágios de Cultivo	Classes de Declividade			
	0-12%	12-20%	>20%	Total
Área ocupada com cana-de-açúcar (cana-soca)	68	0	0	68
Área agricultável apta à mecanização sem cana-de-açúcar	50.772,20	766,16	52,20	51.590,56

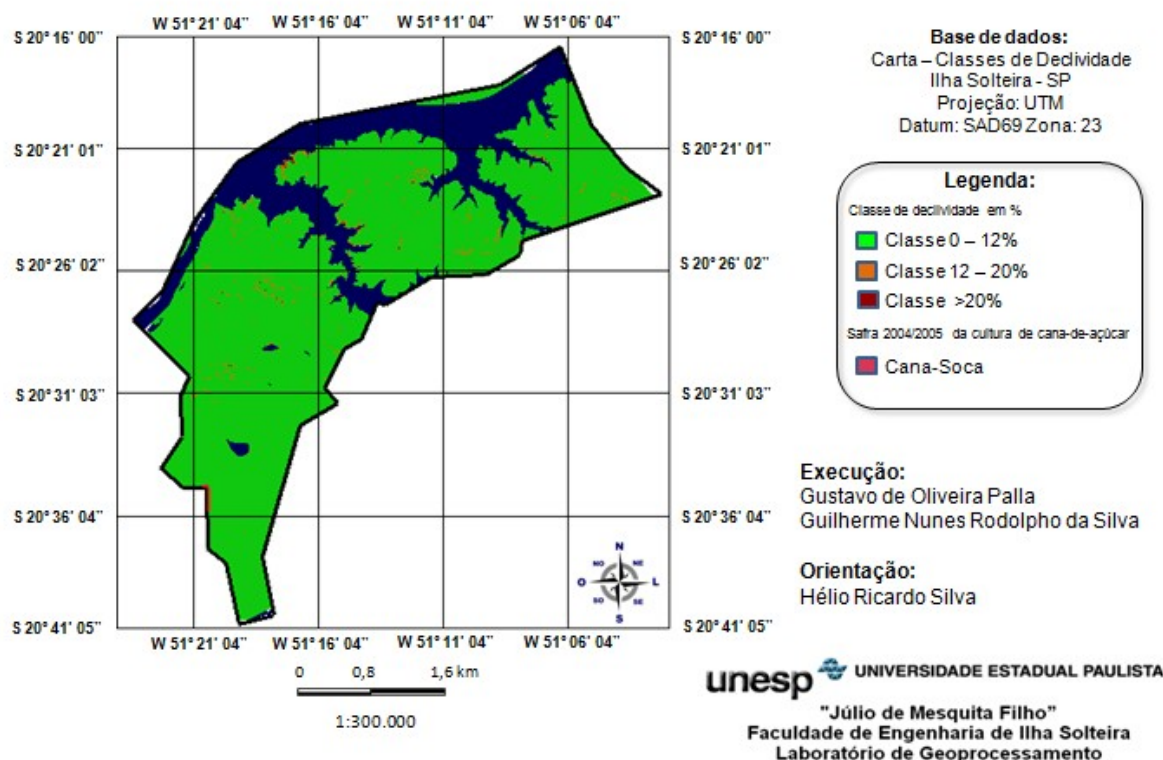


Figura 1. Cultura da cana-de-açúcar nas classes de declividade de Ilha Solteira – SP na safra de 2004/2005.

Tabela 2. Área (ha) agricultável e com a cultura de cana-de-açúcar na safra 2009/2010 por classe de declividade em Ilha Solteira.

Estágios de Cultivo	Classes de Declividade			
	0-12%	12-20%	>20%	Total
Cana-Soca	11.153,13	93,49	3,99	11.250,61
Cana-Reformada	49,77	0	0	49,77
Cana-Planta/Expansão	3.511,02	28,61	0,17	3.539,80
Área ocupada com cana-de-açúcar	14.713,92	122,1	4,16	14.840,18
Área agricultável sem cana-de-açúcar	36.058,28	644,06	48,04	36.750,38

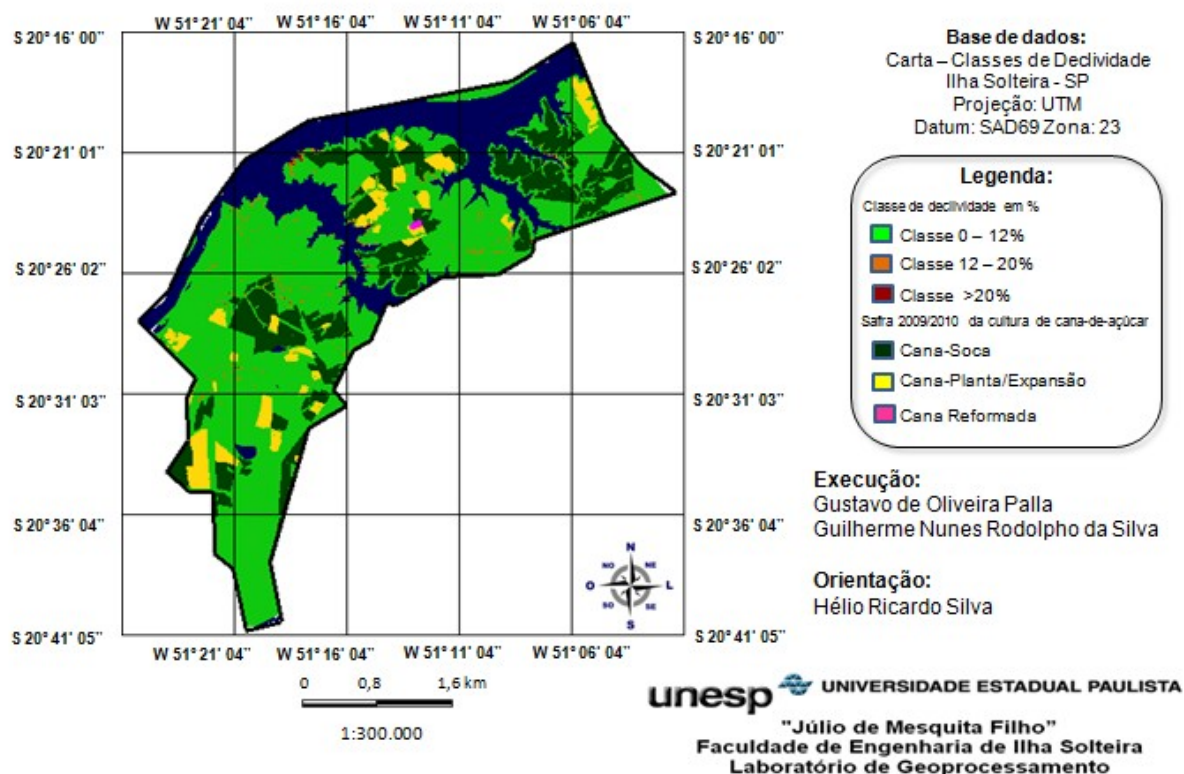


Figura 2. Cultura da cana-de-açúcar nas classes de declividade de Ilha Solteira – SP na safra de 2009/2010.

Foram identificados no município de Ilha Solteira 50.840,2 ha de áreas agricultáveis com até 12% de declividade, aptas à mecanização. Dessa área, o cultivo de cana-de-açúcar apresentou uma ocupação de apenas 68ha (0,13%) em 2004/2005 e 14.713,92ha (28,94%) em 2009, ou seja, houve uma expansão desta cultura em 5 anos de 22.261,53%. O crescimento no cultivo da cana-de-açúcar neste município entre os anos 2004/2005 e 2009/2010 ocorreu principalmente com a redução nas áreas de pastagens, coincidindo com o que ocorreu na região de Piracicaba entre os anos de 1962 e 1991, conforme consta em Sparovek e Lepesch (1995). Estes dados mostram também que a expansão desta cultura na região noroeste do estado de São Paulo é recente.

Os dados obtidos na safra 2004/2005 coincidem com Politano et al (1983) segundo o qual a proximidade de usinas de açúcar e álcool influenciam a ocupação da cultura da cana-de-açúcar. Os dados levantados das safras 2004/2005 e 2009/2010 mostram que a cultura de cana-de-açúcar vem sendo implantada no município de Ilha Solteira em áreas com classes de

declividades adequadas à mecanização e à conservação do solo, o que não ocorreu com a cultura cafeeira na década de 40, conforme assinala Almeida (2004).

Considerando que o município estudado apresenta 50.840,2ha (77,27%) de área agricultável passível de ser mecanizada, verifica-se que o mesmo possui um potencial maior que a média paulista que se encontra entre 45-55% segundo Almeida (2004).

Foi observado também que o CANASAT superestima o total de área da cultura da cana-açúcar contabilizando como área ocupada pela cultura algumas áreas de preservação permanente e nascentes, como pode ser visto na Figura 3.



Figura 3. Área de Preservação Permanente: (A) Imagem CBERS fusionada mostrando a APP sem a presença da cana-de-açúcar; (B) Mapeamento do CANASAT, na mesma área recobrando a APP.

Em algumas áreas pode-se notar que a cultura foi implantada em desrespeito a lei ambiental que proíbe qualquer cultivo nas Áreas de Preservação Permanente, a Figura 4 exemplifica uma dessas áreas.



Figura 4. Presença da cultura de cana de açúcar dentro da APP: Mapeamento do CANASAT.

#### 4. Conclusões

No município de Ilha Solteira, entre as safras 2004/2005 e 2009/2010 as áreas cultivadas com cana-de-açúcar tiveram um aumento expressivo.

Entretanto este município ainda tem uma capacidade potencial de expansão desta cultura superior a 36.000 ha.

Os dados do CANASAT/INPE, neste período, estão superestimados por mapear a cultura em Áreas de Preservação Permanente, nascentes e canais de drenagens.

De maneira geral as usinas estão respeitando o limite de cultivo da cana, entretanto constatou-se que em alguns locais a cultura foi instalada dentro das Áreas de Preservação Permanente.

A maior porcentagem da cana-de-açúcar está sendo implantada em áreas com declividade de até 12%, o que tem possibilitado a colheita mecanizada desta cultura.

#### Agradecimentos

Ao INPE pelo fornecimento do shapefile do CANASAT com a safra da cana-de-açúcar dos anos 2004/2005 e 2009/2010.

#### 5. Referências Bibliográficas

Almeida, F.V. **A utilização de geoprocessamento e sensoriamento remoto na identificação de área propícias para o cultivo da cana-de-açúcar**: um enfoque para o planejamento ambiental no município de Pereira Barreto-SP – 2004. 31 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) – Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, Três Lagoas-MS, 2004.

CANASAT, **Mapeamento de cana via imagens de satélite de observação da Terra**. Tabelas. Disponível em: <<http://150.163.3.3/canasat/tabelas.php>>. Acesso em: 16 jun. 2010.

Felgueiras, C. A. **Introdução ao geoprocessamento**: modelagem numéricas de terreno. Disponível em <<http://www.dpi.inpe.br/cursos/ser300/aulas.html>>. Acesso em: 28 out. 2010.

Global Land Cover Facility – GLCF. Disponível em: <<http://glcf.umiacs.umd.edu/data/landsat>>. Acesso em 16 jun. 2010.

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE. Banco Atlas 2008.exe. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/spring/portugues/banco.html>>. Acesso em: 23 jul. 2010.

Macedo I.C. **A energia da cana-de-açúcar**: Doze estudos sobre a agroindústria da cana-de-açúcar e a sua sustentabilidade. São Paulo: Berlendis & Vertecchia: ÚNICA – União da Agroindústria Canavieira do Estado de São Paulo, 2005.

Miranda, E. E. de; (Coord.). **Brasil em Relevo**. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2005. Disponível em: <<http://www.relevobr.cnpm.embrapa.br>>. Acesso em: 14 jun. 2010.

Politano, W.; Corsini, P.C.; Lopes, L.R.; Sacchi, E.; Paro, P.S. Caracterização por fotointerpretação da ocupação do solo no município de Monte Alto, SP. **Engenharia Agrícola**, Botucatu, v.7, n.1, p. 17-25, 1983.

Silva, H.R.; Hespanhol, A. N.; Donzeli, P. L.; Ortiz, M. J. Proposta metodológica para a elaboração de zoneamento agrícola nos municípios do Noroeste Paulista. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 8, 1996, Salvador-BA. **Anais...**Salvador:INPE, 1996. 6p. (CD-ROM).

Souza, M.M.A. **Desempenho competitivo de Estado de São Paulo e da região sul do Estado de Goiás na produção de cana-de-açúcar**. 2008.74f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, Brasília, 2008.

Sparovek, G.; Lepsch, I.F. Diagnóstico de uso e aptidão das terras agrícolas de Piracicaba. In: TAUK-TORNISIELO, S.M.; GOBBI, N.; FORESTI, C.; LIMA, S.T. (Eds.). **Análise ambiental: estratégias e ações**. São Paulo: Fundação Salim Farah Maluf/T.A. Queiroz, 1995. p.273-280.