

Cultura da cana-de-açúcar no estado de São Paulo e a proibição da queima da palhada

Mario Ivo Drugowich¹
Antoniane Arantes de Oliveira Roque¹

¹Coordenadoria de Assistência Técnica Integral - CATI
Centro de Informações Agropecuárias - Ciagro
Av. Brasil, 2340 - Caixa Postal 960
13070-178 - Campinas - SP, Brasil
{drugo, antoniane}@cati.sp.gov.br

Abstract. The state of São Paulo has currently 1/4 of its territory with a planted area of the culture of sugarcane. Historically present in its limits, the canefields have always had great economic and political weight in the state economy, thus requiring a follow-up of the government sector, given its weight also environmental. The present work aims to make a study of the current situation of the culture of sugarcane in State of São Paulo/Brazil, lifting restrictions on the areas with mechanized planting, from the perspective of Law 11.241/02, published by the State Government, and the Environmental Protocol, which provides for the elimination of straw burning. The methodology used was the geospatialization of the database's current census survey of agricultural production units of the State of São Paulo (LUPA) conducted by the Department of Agriculture and Supply of São Paulo, crossing them with areas with slopes greater than 12% (obtained with use of ASTER/GDEM images). Among the results, it is noteworthy that 80.4% of the area planted to industry should no longer make use of the burning of straw by the year 2014, and the 3.85% increase in planted area of culture, compared to LUPA 2007/08, currently representing 5.57 million ha of cultivated area. Among the conclusions the authors emphasize the high level of mechanization (53.24% of cropland), and the trend migration of sugarcane areas to areas further west of the state, due to less restriction on the slope.

Palavras-chave: slope, land use, census LUPA, ASTER, declividade, uso da terra, LUPA, ASTER.

1. Introdução

A cultura da cana-de-açúcar figura como o principal produto da agropecuária paulista, tendo apresentado uma participação de 38,2% no valor da produção agropecuária e florestal do estado, no ano de 2009 (Tsunechiro et al., 2009), e sendo uma das cadeias produtivas que mais gera empregos diretos no setor agropecuário atualmente.

A colheita da cana-de-açúcar pode ser realizada de forma mecanizada ou manual, sendo a colheita mecanizada restrita a condições do terreno que permitam estabilidade das máquinas envolvidas na operação. Segundo Braunbeck e Magalhães (2011), a estabilidade ao tombamento juntamente com as deficiências de dirigibilidade limitam a utilização das colhedoras de uma linha a terrenos com declividades não superiores a 12%.

Já a colheita manual faz uso da queima da palhada (resíduo do processo de pré-colheita, que inclui a palha e a ponteira da cana), permitindo assim um maior acesso para o cortador de cana à cultura, dobrando o rendimento médio de corte de cana por um trabalhador rural.

Com o objetivo de eliminar tal prática gradualmente, o governo do estado publicou a Lei estadual nº 11.241 de 19 de setembro de 2002 que regulamenta o fim da prática da queima até 2021 para áreas com declividade menor que 12% (mecanizáveis) e até 2031 para áreas com declividade maior que 12% (não mecanizáveis). Entretanto, em junho de 2007, a União da Indústria de Cana-de-açúcar (UNICA) e as Secretarias do Meio Ambiente e Agricultura e Abastecimento do estado assinaram um protocolo agroambiental que antecipa os prazos para extinção da queima da palha da cana nos canaviais paulistas (Sec. do Meio Ambiente, 2007).

O estado de São Paulo, através da Secretaria de Agricultura e Abastecimento (SAA/SP), no âmbito da extensão rural a pequenos e médios produtores rurais, vem investindo em ferramentas e dados que permitam uma efetiva utilização de técnicas de gestão e planejamento com vistas a oferecer produtos com maior acurácia e aplicabilidade, de maneira a oferecer respostas aos problemas e demandas deste público preferencial. Para tal, executa

periodicamente a atualização do banco de dados do Levantamento Censitário de Unidades de Produção Agropecuárias, mais conhecido por Projeto LUPA, responsável pela obtenção da base de dados geoespacializada da agricultura paulista.

Do ponto de vista de produtos de sensores orbitais, destaca-se o uso neste trabalho, dos dados do sensor ASTER (Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer), sendo este um dos instrumentos a bordo do Satélite TERRA (EOS-AM1) em funcionamento desde 1999.

O acompanhamento da dinâmica das principais cadeias produtivas pelo estado, retratando a realidade temporal e geográfica do setor sucroalcooleiro em São Paulo, utilizando-se dos dados do LUPA atualizados para junho de 2012, combinados com dados processados do sensor ASTER/Terra, permitem uma quantificação da área ocupada pela cultura em estudo, relacionados aos parâmetros estipulados pela lei supracitada. Desta forma permitiu-se traçar possíveis cenários de deslocamento dos eixos de produção no setor, e as necessidades de redirecionamento no planejamento estratégico, induzindo a mudanças nas ações governamentais com o objetivo de se promover um reordenamento na ocupação destas áreas para atender às demandas socioeconômicas e ambientais.

2. Objetivo

Apresentar aplicações práticas do uso dos dados do projeto LUPA integrados com dados de sensores remotos. Estudar o território paulista com vistas a dimensionar e espacializar a restrição ao uso de mecanização em canaviais, com enfoque para a eliminação da técnica da queima da palhada, mostrando o cenário atual e indicando tendências no ordenamento territorial da cultura da cana-de-açúcar. Explorar as potencialidades e limitações das imagens do sistema sensor ASTER/Terra no mapeamento do relevo paulista.

3. Material e Métodos

Para a confecção das análises aqui apresentadas utilizou-se o *software* SPRING 5.2 do INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais), com destaque no processamento de modelos digitais do terreno para confecção de mapa de declividade. Utilizou-se também o *software* Quantum GIS 1.7.2 para edição final das imagens (rasters). No cruzamento das informações temáticas geradas, com os dados do banco do LUPA, bem como na edição final dos mapas aqui apresentados, utilizou-se o *software* ArcGIS versão 9.3 para a manipulação dos dados, utilizando-se das ferramentas de análises contidas em seu banco de ferramentas conhecidas como ArcToolboxes.

O banco de dados do LUPA é o Oracle versão 9i, utilizado visando a otimização tanto das aplicações tradicionais de gerenciamento e consulta em banco de dados, como possibilitando ainda a obtenção de dados com posições espaciais associadas a eles. Os dados contidos neste, referem-se às informações agropecuárias das Unidades de Produção Agropecuárias (chamadas no presente trabalho de UPAs).

A base para confecção do modelo digital de elevação do estado de São Paulo, foram as imagens da versão 2 da coleção do sensor ASTER (Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer), em funcionamento desde 1999, em específico o produto Global Digital Elevation Model (GDEM), lançado em Outubro de 2011 pelo Minist. da Economia, Indústria e Comércio do Japão (METI) em conjunto com a Administração Nacional da Aeronáutica e do Espaço dos EUA (NASA), o qual possui pixels de 30m e melhorias no algoritmo de produção das imagens, resultando em melhor precisão horizontal e vertical, presença reduzida de artefatos e anomalias, e valores mais realistas sobre os corpos hídricos.

4. Resultados e Discussão

O primeiro passo foi a seleção das UPAs com plantio da cultura da cana-de-açúcar, geoespacializando-as com o objetivo de mostrar a distribuição da cadeia produtiva nos limites territoriais de São Paulo.

De posse de tais dados, e com o intuito de se excluir da análise as UPAs com plantio da cultura destinadas ao arração animal, efetuou-se um corte nas mesmas, com área plantada abaixo de 10 ha. Isto possibilitou a espacialização exclusiva das UPAs com destinação ao setor sucroalcooleiro (Figura 1). O mapa gerado apresenta verossimilhança aos mapas apresentados pelo acompanhamento de safra de cana do projeto Canasat (www.dsr.inpe.br/canasat).

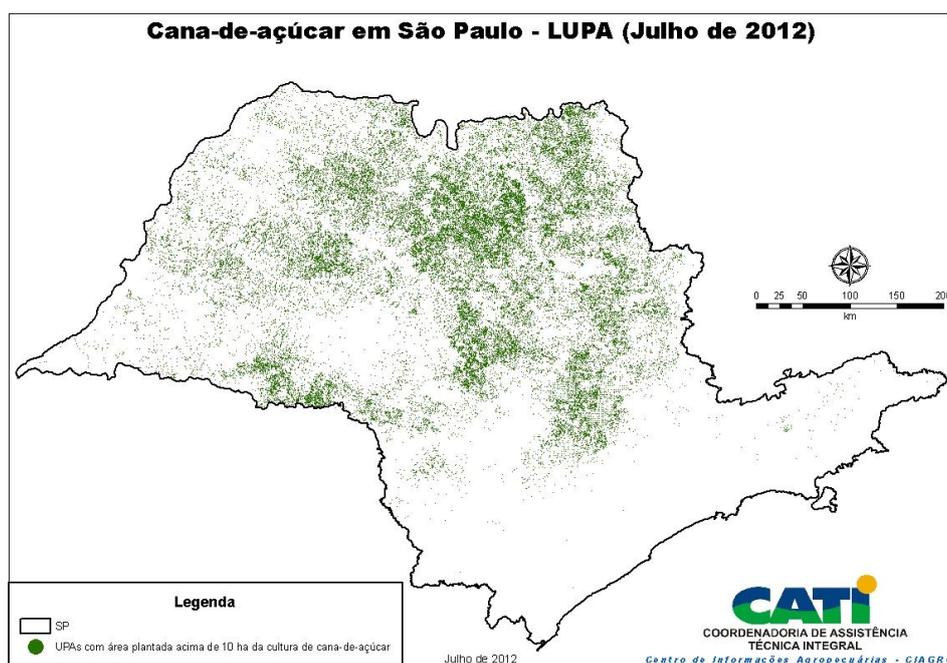


Figura 1 – Geoespacialização das UPAs com área plantada de cana-de-açúcar acima de 10 ha.

Com os dados obtidos para a seleção de UPAs com área plantada de cana-de-açúcar superiores a 10 ha, confeccionou-se a Tabela 1, juntamente com os dados do montante total da cultura da cana, e ainda os dois retratos em estudo, atual e safra 2007/08.

Tabela 1 – Cana-de-açúcar no estado de São Paulo, comparativo LUPA 2007/2008 e LUPA de Julho de 2012.

	LUPA 2007/2008	LUPA Julho de 2012
	Cultura da cana-de-açúcar	
Número de UPAs	99.799	101.497
Área cultivada (ha)	5.497.139,08	5.705.606,33
Porcentagem de UPAs	30,75	30,51
Porcentagem de Área	26,81	27,92
	Acima de 10 ha	
Número de UPAs	52.767	54.493
Área cultivada (ha)	5.370.172,03	5.577.076,55
Porcentagem de UPAs	16,26	16,38
Porcentagem de Área	26,19	27,29

Analisando-se a tabela, verifica-se que aproximadamente 30% das UPAs do estado estão envolvidas com o plantio da cana, mas somente aproximadamente 16% estão diretamente ligados à agroindústria. Com relação à análise da área ocupada pela cultura, ressalta-se a pequena diferença, 0,6%, entre os dados totais e do recorte de 10 ha efetuado, o que demonstra que apesar de se ter eliminado aproximadamente 47.000 UPAs da análise, o peso destas é muito pequeno em relação à área, desta forma atingindo-se o objetivo de selecionar apenas as envolvidas com o setor industrial.

Outro ponto importante a se destacar reside no fato de se ter levantado que atualmente, São Paulo possui 27,92% de seu território ocupado pela cultura da cana-de-açúcar.

Com o intuito de se efetuar um comparativo entre os dois retratos temporais em estudo, confeccionou-se a Tabela 2, na qual a evolução da cultura no estado pode ser observada, levando-se em conta o recorte da área plantada de 10 ha. Verificou-se um aumento de 1,7% no total de UPAs com plantio da cana e de 3,79% na área plantada. Com relação às UPAs com área plantada acima de 10 ha, ressalta-se o aumento no número destas de 3,27%, superior ao aumento verificado com o total delas com plantio da cultura, possivelmente pelo aumento das áreas canavieiras pertencentes e/ou arrendadas pelas usinas canavieiras.

Tabela 2 – Porcentagem de variação relativa ao ano agrícola 2007/2008 e o recorte efetuado em Julho de 2012.

Porcentagem de variação - LUPA 2007/08 a Julho de 2012	
	Cultura da cana-de-açúcar
UPAs	1,70
Área	3,79
	Acima de 10 ha
UPAs	3,27
Área	3,85

A partir deste ponto das análises, merece destaque a apresentação da Tabela 3, na qual são consignadas as datas limites e as respectivas porcentagens da área cortada que deverão deixar de recorrer ao uso do fogo como procedimento da colheita. Ressaltam-se os limites para eliminação total do uso do fogo, indicados pelas linhas horizontais de maior espessura. De acordo com o Protocolo Ambiental firmado entre o setor industrial e o governo do estado, a data limite para eliminação total da queima da palhada é de 2014, para áreas mecanizáveis, ou seja, com declividades até 12%. Fato que reafirma a urgência em se atentar para a mecanização da cana e o uso do fogo no estado, bem como sua distribuição em áreas com declividades acima de 12%.

Tabela 3 – Porcentagens da área cortada para eliminação da queima da palha no estado de São Paulo.

Ano	Áreas mecanizáveis		Áreas não mecanizáveis	
	Lei Estadual nº 11.241/02	Protocolo Agroambiental	Lei Estadual nº 11.241/02	Protocolo Agroambiental
2014	50	100	10	30
2016	80	100	20	30
2017	80	100	20	100
2021	100	100	30	100
2031	100	100	100	100

Obtidas as imagens do sensor ASTER, referentes ao relevo da região de São Paulo, efetuou-se um mosaico entre estas e posterior recorte desta imagem composta, utilizando-se os limites de São Paulo, obtendo-se assim o modelo digital de elevação (MDE) do estado de

São Paulo, Figura 2. Optou-se pelo uso das imagens do sensor ASTER, ao invés da utilização das imagens da Missão Topográfica Radar Shuttle (SRTM- Shuttle Radar Topography Mission), devido a resolução de 30m sem o uso de reamostragem dos valores, correções efetuadas com a disponibilização da versão 2 e pela indicação de diversos autores quanto ao uso destas para mapeamentos e análises com escalas acima de 1:100.000.

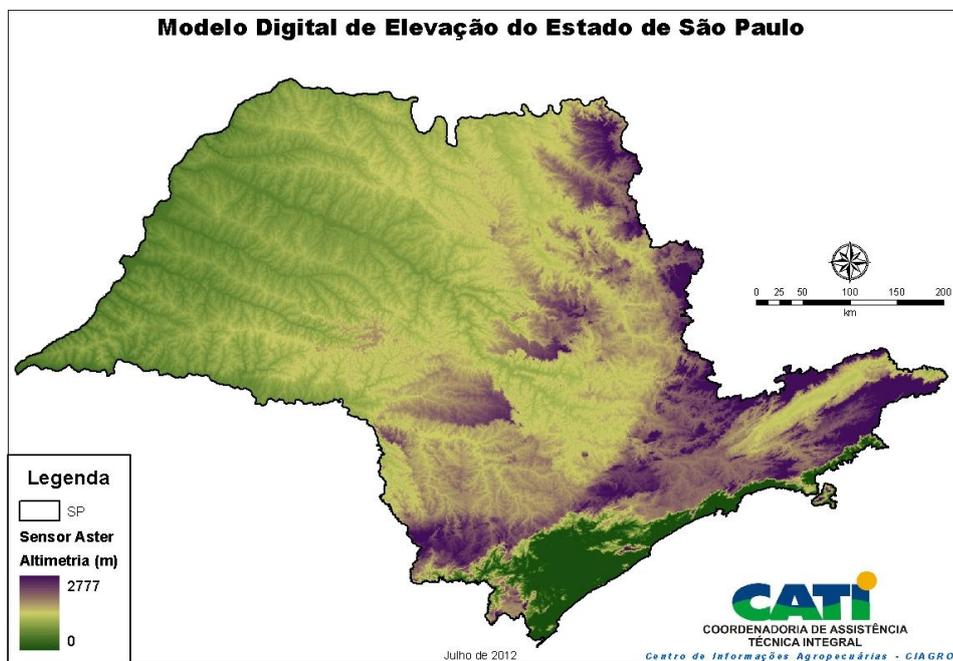


Figura 2 – Modelo Digital de Elevação do estado de São Paulo.

De posse do MDE efetuou-se o cálculo das declividades em graus para todo o estado, com posterior fatiamento da imagem em áreas com declividades acima de 6,84 graus (12%). Devido a grande quantidade e dispersão de pixels no raster (imagem) obtida, e com vistas à análise em nível de estado, aplicou-se um filtro de limpeza de pixels com valor de 40. Tal procedimento excluiu pixels individuais e agrupamentos menores de 40 pixels do raster, ou seja, somente áreas maiores do que 3,6 ha foram levadas em consideração para a imagem final. Para a confecção do mapa final de declividade restritiva para mecanização da cultura da cana em São Paulo, poligonizou-se o raster gerado, visando-se os posteriores cruzamentos com os pontos do LUPA.

Analisando-se o resultado, percebe-se que erros de artefato permanecem na versão 2 das imagens do ASTER, evidenciado pela visualização de faixas de densidade de área a oeste do estado. Percebe-se ainda que o resultado final coincide com o esperado, ao se observar o relevo paulista, evidenciando que a região próxima ao litoral é a mais restritiva à mecanização da cana-de-açúcar.

Para uma visão geral da área do estado com restrições à mecanização da cana, efetuou-se um procedimento de recorte dos polígonos gerados, entre os dois fusos do sistema de projeção UTM (Universal Transversa de Mercator) que dividem o estado (22 e 23), reprojetoou-se cada recorte, que até então estavam no sistema de coordenadas geográficas, para o sistema de coordenadas planas. Isto possibilitou cálculo da área obtida, apresentada na Tabela 4.

Tabela 4 – Área total do estado de São Paulo e sua área com declividade acima de 12%.

	Área (ha)	Porcentagem
Estado de São Paulo	24.795.027,75	100,00
Acima de 12% de declividade	9.482.775,71	38,24

Observa-se que cerca de 38% do estado possui restrição à colheita mecanizada de cana-de-açúcar, com uma área de aproximadamente 9,4 milhões de hectares.

De posse dos polígonos com restrição à mecanização, partiu-se para a etapa de cruzamento com os dados geoespacializados das UPAs. Neste ponto os autores salientam que tal procedimento contém erros de análise do espaço, pois os pontos das UPAs referem-se a um ponto médio da propriedade, geralmente a entrada principal, portanto podendo não representar efetivamente a gleba específica em que a cultura está implantada. Apesar deste problema, análises já elaboradas voltadas a regionais agrícolas específicas, para culturas como laranja, café e seringueira, demonstraram que a nível macro, como ferramenta de planejamento de áreas extensas e com grande número absoluto de ocorrências, o problema se dilui, ao excluir certas UPAs e incluir outras, ocorrendo então uma compensação, obtendo-se assim valores próximos ao que se verifica realmente no espaço físico.

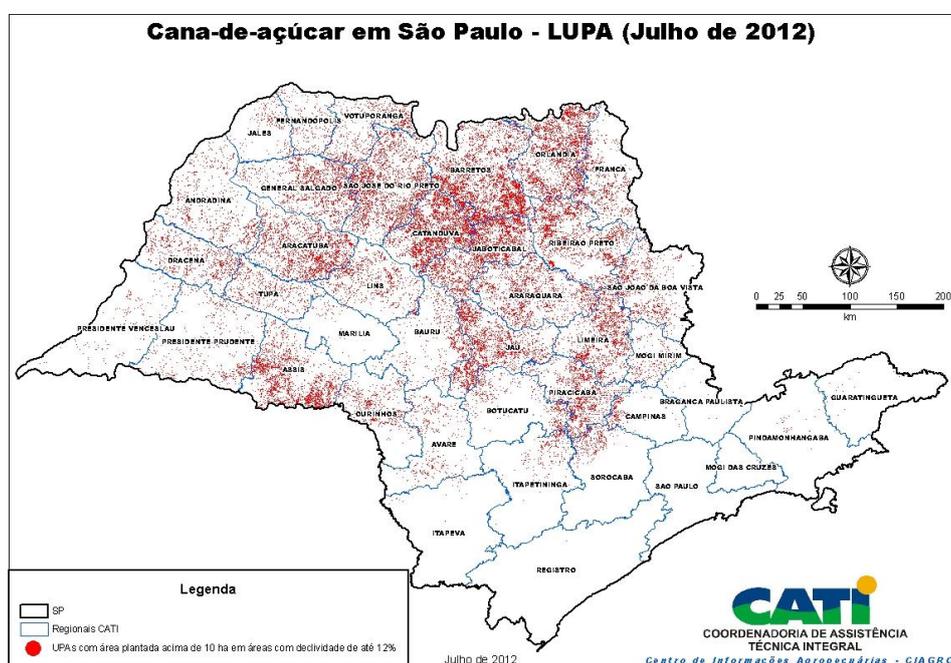


Figura 3 – Mapa de UPAs com área plantada de cana-de-açúcar acima de 10ha e contidas em áreas com declividade de até 12%.

Efetuiu-se então o cruzamento entre os polígonos das áreas com declividade superiores a 12% com as UPAs com área acima de 10 ha plantada com cana, gerando-se com a seleção inversa, o mapa da Figura 3. Tal mapa apresenta as UPAs nas quais o uso da prática de queima da palhada, de acordo com o Protocolo Agroambiental, deverá ser abandonado totalmente até o ano de 2014, pois encontram-se em áreas propícias à mecanização.

De posse dos dados das UPAs obtidas com o cruzamento, com as áreas com declividades restritivas à mecanização, confeccionou-se a Tabela 5, na qual as respectivas áreas e números de UPAs são apresentados. Analisando-se os dados, verifica-se que 80,40% da área plantada para fins industriais (acima de 10 ha), deverão deixar de fazer uso do fogo até o ano de 2014 (seguindo o Protocolo Agroambiental), pois se encontram em áreas mecanizáveis. A mecanização em tais áreas corresponde a um total de 2,49 milhões de hectares, correspondendo a um total de 55,53%, quando comparado ao total de áreas mecanizáveis (4,84 milhões de ha).

Tabela 5 – Dados relativos a seleção de UPAs em áreas mecanizáveis e não mecanizáveis

UPAs contidas em áreas com declividade acima de 12%	Porcentagem em relação ao total de UPAs com cana-de-açúcar			
	UPAs	Área (ha)	UPAs	Área
Colheita Mecanizada	4.911	547.546,79	4,84	9,60
Área cultivada acima de 10 ha	10.945	1.092.953,91	10,78	19,60
UPAs contidas em áreas com declividade até 12% - mecanizáveis				
Colheita Mecanizada	20.578	2.490.038,11	20,27	43,64
Área cultivada acima de 10 ha	43.548	4.484.122,64	42,91	80,40

Relativo às áreas não mecanizáveis, observa-se que aproximadamente 9,60% da área plantada com cana, atualmente faz uso de colheita mecanizada, porém em áreas onde poderão estar sujeitos a riscos ao tombamento da colhedora.

Para uma visualização geral das UPAs em áreas mecanizáveis, apresentando-as com tamanho proporcional a área plantada de cana, confeccionou-se o mapa da Figura 4. Neste mapa podem-se observar espacialmente as áreas que deixarão de fazer uso da queima da palhada até o ano de 2014.

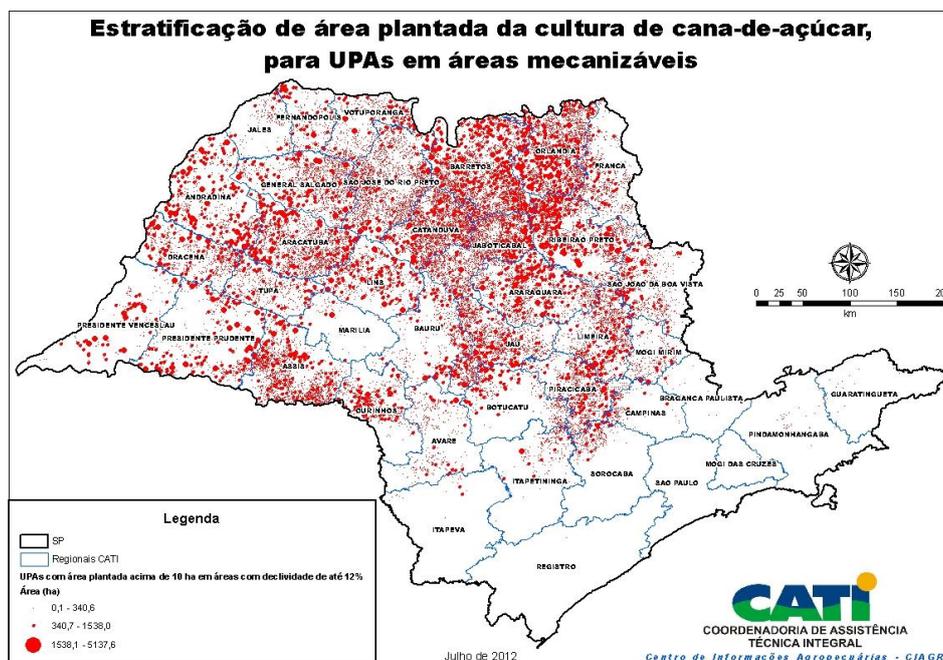


Figura 4 - Estratificação de área plantada de UPAs com área plantada acima de 10 ha, em áreas mecanizáveis.

5. Conclusão e Sugestões

São Paulo possui atualmente um total de 5,70 milhões de hectares plantados com a cultura de cana-de-açúcar, sendo 5,58 milhões de hectares considerados como destinados ao setor sucroalcooleiro.

Reafirmou-se a validade da utilização das UPAs geoespacializadas, na análise da superfície, correlacionando-as com dados vetoriais e matriciais, quando na análise de regiões em escalas acima de 1:100.000.

Por possuir 30,51% das UPAs de São Paulo diretamente envolvidas com a cadeia produtiva da cana, as políticas públicas, tanto de incentivo como de restrições, devem ser atuais e efetivas, visto o peso do setor tanto do ponto de vista econômico quanto ambiental e social.

As áreas canavieiras possuem atualmente uma taxa de 53,24% de áreas mecanizadas, valor expressivo e crescente ao longo dos anos, demonstrando o esforço do setor em tornar-se competitivo internacionalmente.

As UPAs identificadas como diretamente envolvidas com o setor industrial, ocupam um total de 4,48 milhões de hectares em áreas mecanizáveis, ou seja, 80,4% da área ocupada por elas, deverão deixar de fazer uso da queima da palhada, até o ano de 2014, para se adequarem ao Protocolo Agroambiental. Atualmente o nível de mecanização destas áreas ainda é pequeno, correspondendo a um total de 2,49 milhões de hectares, sendo portanto de 55,53%, o que obrigará o setor a acelerar sua escala de mecanização para se adequar ao Protocolo Agroambiental firmado em 2007.

Até o ano de 2017, seguindo-se o Protocolo Agroambiental, 19,6% da área atualmente voltada para a indústria (cerca de 1 milhão de hectares), deverá deixar de fazer uso do fogo no processo de pré-colheita, ou ainda, serem disponibilizadas para a utilização em outras cadeias produtivas.

Sugere-se que o estado, bem como seus órgãos ligados ao setor agropecuário, estejam atentos aos limites da Lei 11.241/02 e do Protocolo Agroambiental, para assim acompanhar e exigir o cumprimento das datas pré-fixadas e estar pronto a propor alternativas para as áreas que deixarão de contar com a cultura da cana-de-açúcar e seus benefícios agregados à produção, tanto econômicos como sociais, levando em conta ainda as limitações ambientais ligadas à conservação dos solos destas áreas.

Com a publicação deste trabalho, espera-se ter contribuído com os gestores públicos e com os profissionais da área de planejamento, bem como para apresentar um retrato atual da cultura da cana-de-açúcar no estado de São Paulo em contraponto ao cenário que se apresenta em futuro muito próximo.

6. Agradecimentos

A todo o corpo técnico da CATI, por, de maneira ímpar e exemplar, atualizar periodicamente o banco de dados do LUPA, mantendo esta tão importante ferramenta para a gestão de políticas públicas no estado de São Paulo.

7. Referências Bibliográficas

Advanced Spaceborne Thermal and Reflection Radiometer (ASTER). Disponível em: <<http://asterweb.jpl.nasa.gov/>>. Acesso em: 04.jun.2012.

BRAUNBECK, O.A.; MAGALHÃES, P.S.G. **Colheita de cana-de-açúcar com auxílio mecânico**. [Internet]. 2011 Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/Auxilio_Mecanico_Colheita_Cana_000fxew1kab02wyiv80soht9h8k862sp.pdf>. Acesso em: 01 de julho de 2012.

CANASAT. **Mapeamento de cana via imagens de satélite de observação da terra**. São José dos Campos: INPE, 2009. Disponível em: <<http://www.dsr.inpe.br/mapdsr/>>, Acesso em: 05 julho de 2012.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria de Agricultura e Abastecimento. Coordenadoria de Assistência Técnica Integral. Instituto de Economia Agrícola. **Levantamento censitário de unidades de produção agrícola do Estado de São Paulo - LUPA 2007/2008**. São Paulo: SAA/CATI/IEA, 2008. Disponível em: <<http://www.cati.sp.gov.br/projetolupa>>. Acesso em: 05/03/2011.

TSUNECHIRO, A. Valor da produção agropecuária e florestal do Estado de São Paulo em 2009: estimativa preliminar. **Informações Econômicas**, São Paulo, v.39, n.10, p.83-95, out. 2009.