



FUNCATE

Fundação de Ciência, Aplicações e Tecnologia Espaciais

**Secretaria do Meio Ambiente
do Estado de São Paulo**

RELATÓRIO 25

Contrato CBRN nº 012/2009

Processo SMA 260113 – 007.715/2009

**“Mapeamento Agroambiental
por Imagens de Sensoriamento Remoto”**

ARQUIVO TÉCNICO

janeiro / 2011

7702
F962m
009342



009342



FUNCATE

Fundação de Ciência, Aplicações e Tecnologia Espaciais

002	000000	000000
002	000000	000000
002	000000	000000
002	000000	000000

**CETESB - Companhia Ambiental
do Estado de São Paulo**

Biblioteca Profº Drº Lucas Nogueira Garcez
Av. Profº Frederico Hermann Jr., 345 Pinheiro
05459-900 - São Paulo - Brasil
e-mail: biblioteca@cetesbnet.sp.gov.br

Relatório de Entrega Nº 25 – 2011

“Mapeamento Agroambiental por Imagens de Sensoriamento Remoto”

Contrato CBRN Nº 012/2009
Processo SMA 260113 – 007.715/2009

Demonstrativo de serviços executados correspondentes a Proposta Técnica
Financeira GEO Nº034/2009.



FUNCATE

Fundação de Ciência, Aplicações e Tecnologia Espaciais

1. OBJETIVO

O presente relatório descreve os serviços executados referente ao contrato CBRN Nº 012/2009, conforme cronograma dos produtos:

Produto 20d: Mapa da cana cultivada para produção: avaliação safra 2010/11;

Produto 20e: Relatório da avaliação da cana para produção: safra 2010/11;

Produto 20g: Relatório final das safras 2008/09, 2009/10 e 2010/11;

Produto 20h: Mapa das alterações nos RVN: dezembro/2010;

Produto 20j: Relatório da detecção de alterações nos RVN: ano 2010;

Produto 20l: Relatório final dos RVN: anos 2008, 2009 e 2010.

2. DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS

2.1. Mapa da cana cultivada para produção: avaliação safra 2010/11 (produto 20d)

Foi desenvolvido o mapa da cana cultivada para a produção: avaliação safra 2010/11, conforme arquivos em formato shape.

2.2. Relatório da avaliação da cana para produção: safra 2010/11 (Produto 20e)

Foi desenvolvido o relatório da Avaliação da cana para produção: safra 2010/2011, anexado a este documento.

2.3. Relatório final das safras 2008/09, 2009/10 e 2010/11 (Produto 20g)

Foi desenvolvido o relatório referente as três últimas safras avaliadas no estado no estado de São Paulo, nas diferentes classes, por meio de imagens de satélite orbitais de sensoriamento remoto, conforme anexo a este documento.



FUNCATE

Fundação de Ciência, Aplicações e Tecnologia Espaciais

2.4. Mapa das alterações nos RVN: dezembro/2010 (Produto 20h)

Foi desenvolvido o mapa das alterações nos RVN: dezembro/2010, conforme arquivos em formato shape.

Os vetores (formato Shape) encontram-se no sistema de projeção Polyconic Brasil, Datum SAD69, Meridiano Central -54.0

Imagens utilizadas para a interpretação dos polígonos. Foram utilizadas cenas do satélite Landsat 5 e do satélite Resourcesat-1.

2.5. Relatório da detecção de alterações nos RVN: ano 2010 (Produto 20j)

Foi desenvolvido o relatório da detecção de alterações nos remanescentes de vegetação natural (RVN): ano 2010, conforme anexo a este documento.

2.6. Relatório final dos RVN: anos 2008, 2009 e 2010 (Produto 20l)

Foi desenvolvido o relatório final dos RVN, este documento consiste em um relatório com os resultados obtidos nos anos de 2008, 2009 e 2010, conforme anexo a este documento.

3. MATERIAL ENTREGUE

Os produtos descritos acima estão sendo entregue em mídia digital CD, sob o número de identificação:

P. 1555 Produtos 20d, 20e, 20g, 20h, 20j

São José dos Campos, 08 de fevereiro de 2011.


Ubirajara Moura de Freitas
Gerente de Geoprocessamento



FUNCATE

Fundação de Ciência, Aplicações e Tecnologia Espaciais

**USO DE IMAGENS DE SATÉLITES DE SENSORIAMENTO REMOTO
PARA MAPEAR A ÁREA CULTIVADA COM CANA-DE-AÇÚCAR NO
ESTADO DE SÃO PAULO - SAFRA 2010/11**



FUNCATE

Fundação de Ciência, Aplicações e Tecnologia Espaciais

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	5
2. MATERIAL E MÉTODO.....	7
3. RESULTADOS	12
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS	20
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	21
APÊNDICE A	23
APÊNDICE B.....	34



FUNCATE

Fundação de Ciência, Aplicações e Tecnologia Espaciais

LISTA DE FIGURAS

2.1. Órbitas/pontos das imagens TM e ETM+ do Landsat necessárias para cobrir o estado de São Paulo.....	8
3.1. Localização das áreas cultivadas com cana-de-açúcar no estado de São Paulo na safra 2010/11.....	13
3.3. Representatividade das regiões administrativas no total de cana-de-açúcar disponível para colheita no estado de São Paulo na safra 2010/11.	16
3.4. Área de expansão de cana-de-açúcar nas regiões administrativas do estado de São Paulo - safra 2010/11.	18
3.5. Concentração de cana-de-açúcar (área total cultivada/área da RA) nas regiões administrativas do estado de São Paulo - safra 2010/11.....	19



FUNCATE

Fundação de Ciência, Aplicações e Tecnologia Espaciais

LISTA DE TABELAS

- 2.1. Datas das imagens dos sensores TM/Landsat-5, ETM+/Landsat-7 utilizadas no mapeamento do cultivo da cana-de-açúcar no estado de São Paulo na safra 2010/11... 10
- 2.2. Datas das imagens do sensor LISS-III/IRS-P6 utilizadas no mapeamento do cultivo da cana-de-açúcar no estado de São Paulo na safra 2010/11..... 11
- 3.1. Área de cana-de-açúcar, em hectares, mapeada nas regiões administrativas do estado de São Paulo na safra 2010/11. 14
- 3.2. Dados sobre o cultivo da cana-de-açúcar nas regiões administrativas do estado de São Paulo para a safra 2010/11: % da área da RA ocupada com o cultivo de cana-de-açúcar; taxa de crescimento da área disponível para colheita da safra 2010/11 em relação à safra 2009/10; % da área de expansão na RA em relação à área de expansão do estado e indicador da expansão/reforma..... 17

**FUNCATE***Fundação de Ciência, Aplicações e Tecnologia Espaciais*

1 INTRODUÇÃO

O crescimento na venda de carros bicomcombustíveis a partir de 2003 (ANFAVEA, 2011) e o crescente interesse mundial em diminuir a dependência por combustíveis fósseis e em mitigar o efeito estufa impulsionaram a demanda por etanol nos últimos anos e conseqüentemente a expansão do cultivo da cana-de-açúcar. O Brasil é o segundo maior produtor mundial de etanol, sendo o primeiro em etanol derivado da cana-de-açúcar. O país tem grande interesse em expandir a sua exportação. Dessa forma, o monitoramento da cadeia produtiva da cana-de-açúcar é fundamental para a sustentabilidade ambiental dessa cultura e o fortalecimento da produção e exportação do etanol.

O cultivo da cana-de-açúcar, para produção industrial, ocorre basicamente nas regiões Centro-Sul e Nordeste do país, sendo São Paulo o principal estado produtor. Na safra 2008/09 este estado produziu 346,3 milhões de toneladas de cana-de-açúcar, o que representou 61% da produção do Brasil e 68% da produção da região Centro-Sul. Essa quantidade de cana-de-açúcar rendeu uma produção de 16,7 bilhões de litros de etanol e 19,6 milhões de toneladas de açúcar, representando, respectivamente, 61% e 63% da produção do Brasil (UNICA, 2011).

Imagens de satélites orbitais de sensoriamento remoto se tornaram ferramentas imprescindíveis para o monitoramento agrícola, principalmente por propiciar o acompanhamento e o desenvolvimento da cultura ao longo do tempo, previsão de safra, determinação de novas áreas de cultivo, determinação da quantidade e da localização da área cultivada, entre outras possibilidades. Para a cana-de-açúcar, desde a safra 2003/04, o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE em conjunto com outras instituições mantém o projeto Canasat, no qual é determinado anualmente, com o uso de imagens de satélite de sensoriamento remoto e técnicas de geoprocessamento, a área cultivada com a cultura de cana-de-açúcar no estado de São Paulo (RUDORFF et al., 2010a). Para os demais estados produtores da região Centro-Sul: Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais e Paraná, o projeto iniciou o monitoramento na safra 2005/06 (RUDORFF et al., 2007 e SUGAWARA et al., 2008). Os dados são disponibilizados nas diferentes classes de mapeamento, na forma de mapas e na forma de tabelas, os quais podem ser consultados no



FUNCATE

Fundação de Ciência, Aplicações e Tecnologia Espaciais

site do projeto: www.dsr.inpe.br/canasat. No site também podem ser realizados diversos tipos de consultas referentes às safras monitoradas pelo projeto.

Este trabalho tem como objetivo relatar o mapeamento e a estimativa da área cultivada com cana-de-açúcar na safra 2010/11, nas diferentes classes, no estado de São Paulo, por meio de imagens de satélites orbitais de sensoriamento remoto.

**FUNCATE***Fundação de Ciência, Aplicações e Tecnologia Espaciais*

2 MATERIAL E MÉTODO

A identificação das áreas de cultivo de cana-de-açúcar foi realizada com a interpretação visual de imagens orbitais de sensoriamento remoto de datas específicas ao longo da safra. Foram utilizadas imagens dos sensores TM (*Thematic Mapper*) e ETM+ (*Enhanced Thematic Mapper Plus*), especificadamente das bandas 3, 4 e 5, a bordo dos satélites Landsat-5 e Landsat-7, respectivamente. As imagens do Landsat-7, por problemas técnicos do satélite, não são mais disponibilizadas sistematicamente. Entretanto, imagens com falhas em algumas faixas, mas aproveitáveis para algumas aplicações, podem ser adquiridas em <<http://edcsns17.cr.usgs.gov/EarthExplorer/>>. Algumas imagens, dos dois sensores, continham cobertura de nuvens em parte da cena. Porém, as partes livres de nuvens foram aproveitadas.

Como alternativa às imagens TM e ETM+ com cobertura total de nuvens, foram utilizadas imagens do sensor LISS-III (*Linear Imaging Self-Scanner*) a bordo do satélite indiano ResourceSat-1, também conhecido como IRS-P6. Esse sensor possui resolução espacial de 23,5 m e bandas espectrais compatíveis com as do Landsat. Suas imagens podem ser adquiridas em <<http://www.dgi.inpe.br/CDSR/>> e maiores informações sobre este sensor podem ser obtidas em Seshadri et al., 2005 e em <<http://www.sat.cnpm.embrapa.br/conteudo/irs.htm>>.

Como ilustrado na Figura 2.1, são necessárias 19 cenas TM ou ETM+ para cobrir todo o estado de São Paulo. Para cada órbita/ponto foram criados bancos de dados no programa SPRING contendo imagens das datas de interesse. Todas as imagens foram registradas utilizando polinômio de primeiro grau e interpolação por vizinho mais próximo, com base nos mosaicos ortorectificados de imagens ETM+/Landsat-7 obtidos da NASA (GeoCover). Todos os registros foram realizados com erro médio quadrático menor que 0,5 pixel.

O mapa da safra corrente contendo as áreas cultivadas com cana-de-açúcar nas diferentes classes foi produzido com base no mapa da safra anterior, em duas etapas: interpretação visual das imagens da safra corrente e reclassificação dos pixels isolados. O primeiro mapa foi produzido para a safra 2003/04 por meio de classificação digital e visual das imagens de satélite (RUDORFF et al., 2005). A partir deste mapa realizam-se atualizações, averiguações e correções anuais, por meio de sequência temporal de imagens da safra corrente, ou seja, a

**FUNCATE***Fundação de Ciência, Aplicações e Tecnologia Espaciais*

cada safra realizam-se atualizações do mapa da safra anterior. Este procedimento permite o monitoramento e a atualização das classes, tornando o projeto operacional no decorrer das safras. Apesar de a classificação digital ter sido utilizada no primeiro mapeamento, ela é menos relevante na atualização dos mapas da safra corrente, pois corrigir os erros de omissão e inclusão da classificação automática é mais trabalhoso do que atualizar diretamente o mapa por meio da interpretação visual.

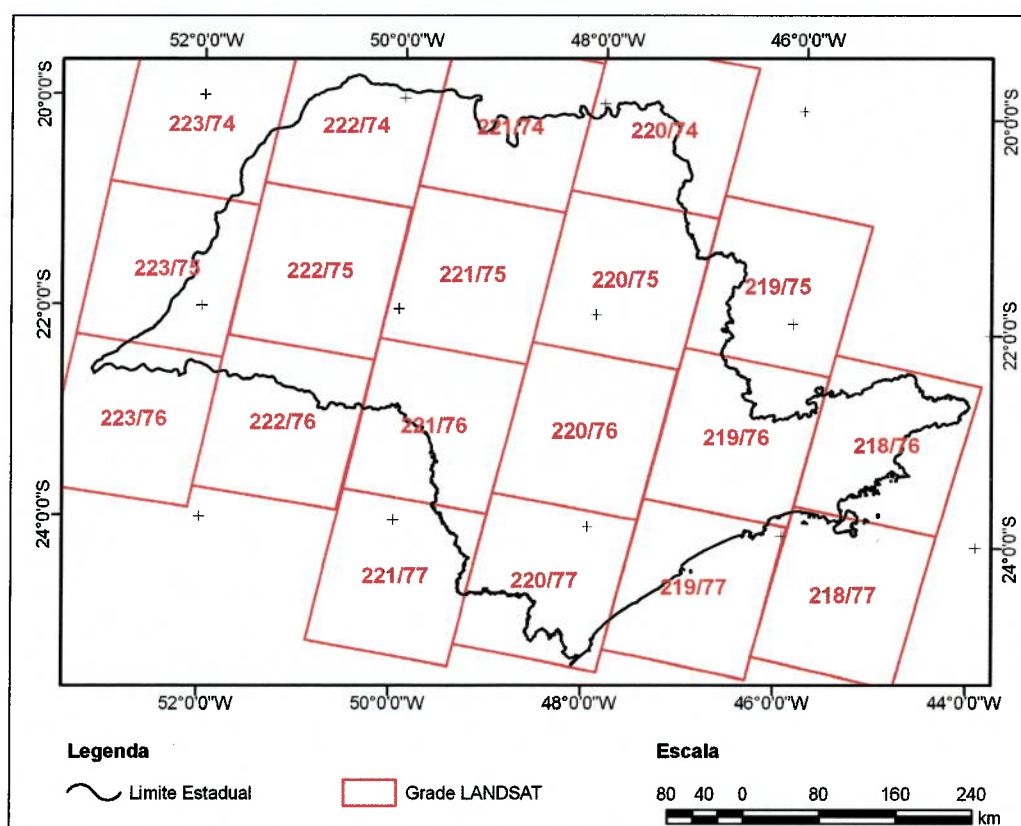


Figura 2.1. Órbitas/pontos das imagens TM e ETM+ do Landsat necessárias para cobrir o estado de São Paulo.

A interpretação visual para atualização do mapa foi realizada por meio das ferramentas de edição matricial do programa SPRING. Essas ferramentas permitem modificar ou corrigir o resultado de uma classificação, bem como definir novos polígonos de classes. Nesse procedimento o intérprete utiliza as imagens de diversas datas contidas nos bancos de dados para confirmar à qual classe de cana o talhão pertence. A fim de homogeneizar os resultados, o mapa temático resultante de cada banco de dados foi revisado por um intérprete com maior



FUNCATE

Fundação de Ciência, Aplicações e Tecnologia Espaciais

experiência e posteriormente submetido à reclassificação de pixels isolados (BERKA et al., 2005).

As seguintes classes são consideradas no mapeamento e na estimativa da área cultivada com cana-de-açúcar na safra corrente:

1) Área de cana-de-açúcar disponível para colheita – São as áreas cultivadas com cana-de-açúcar passíveis de serem colhidas na safra corrente. Esta classe engloba três temas:

- a) *Cana Soca* – esta denominação é dada às áreas de cana-de-açúcar provenientes da rebrota;
- b) *Reformada* – são as áreas de cana-de-açúcar que passaram por reforma dos talhões na safra anterior com o plantio da cana de ano-e-meio, ou seja, áreas onde as socas menos produtivas foram substituídas pela cana planta de ano-e-meio e que estão disponíveis para colheita na safra corrente;
- c) *Expansão* – são as áreas que nas safras anteriores eram destinadas a outros usos do solo e na safra corrente estão sendo cultivadas com cana-de-açúcar e estão disponíveis para colheita pela primeira vez. Lavouras de cana-de-açúcar que foram convertidas em outro uso por um período igual ou maior a duas safras e voltaram a ser cultivadas com cana-de-açúcar também se inserem nessa classe. Para identificar essas áreas é necessário que o intérprete analise as imagens sob a classe “outros” do mapa da safra anterior.

2) Área de cana-de-açúcar em reforma – são as áreas que foram cultivadas com cana-de-açúcar na safra anterior, mas nas imagens atuais, utilizadas para o mapeamento da safra corrente, se apresentam com padrão diferente da cana-de-açúcar e/ou típico de reforma com cana planta de ano-e-meio. Se for confirmado, com as imagens da próxima safra, que estas áreas voltaram a ser cultivadas com cana-de-açúcar, então serão classificadas como *Reformada*.

3) Área total cultivada – é a área total ocupada por cana-de-açúcar, ou seja, o somatório da área de cana-de-açúcar disponível para colheita (1) e da área de cana-de-açúcar em reforma (2).

Para distinguir a cana-de-açúcar dos outros alvos contidos nas imagens, é necessário utilizar imagens de épocas específicas do desenvolvimento da cultura. Para isto, o mapeamento das

**FUNCATE***Fundação de Ciência, Aplicações e Tecnologia Espaciais*

áreas a serem colhidas na safra corrente foi realizado com imagens que antecedem a colheita (janeiro a abril). Para identificar as áreas de expansão e as áreas em reforma é necessário utilizar uma sequência temporal de imagens que contemple datas da safra anterior e da safra corrente, geralmente dos meses de agosto a março. Com esta sequência pode-se identificar as novas áreas de cultivo de cana-de-açúcar e as áreas em reforma com cana de ano-e-meio. A reforma de um canavial muitas vezes é feito com a prática do cultivo temporário de uma cultura de verão (leguminosa) antes do plantio da cana de ano-e-meio, visando melhorar as condições físico-químicas do solo. Imagens dos meses de dezembro e janeiro facilitam a identificação desses cultivos temporários.

Uma descrição mais detalhada da metodologia, incluindo exemplos com imagens de datas utilizadas para o mapeamento das diferentes classes pode ser encontrada em Rudorff et al. (2009 e 2010a) e Silva et al. (2009). As imagens TM/Landsat-5, ETM+/Landsat-7 e LISS-III/IRS-P6 utilizadas para o mapeamento da safra 2010/11 no estado de São Paulo estão relacionadas nas Tabelas 2.1 e 2.2.

Tabela 2.1. Datas das imagens dos sensores TM/Landsat-5 e ETM+/Landsat-7 utilizadas no mapeamento do cultivo da cana-de-açúcar no estado de São Paulo na safra 2010/11.

Órbita/Ponto TM e ETM+	2009					2010			
	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr
219/75			24				13 ⁿ 5*	9*	
219/76			24		11		13 ⁿ 5* 21*		
220/74		13	31	16		10 ⁿ 19 ⁿ 24 ⁿ	4 ⁿ		9
220/75		13	31			10 ⁿ 24 ⁿ	4 ⁿ	24	
220/76		13	31			10 ⁿ 24 ⁿ	4	24	
220/77		13	31				4		
221/74		20 ⁿ	14 30*				3*	7*	8*
221/75			6 ⁿ 14 30*				3*	7*	8*
221/76	3 ⁿ		6 ⁿ 14 30*		9 ⁿ		3*	7* 31	
222/74		27		14 ⁿ			2		
222/75		27	29		16 ⁿ		2		
222/76		27 ⁿ	29		16 ⁿ		2		7
223/74		18	4 ⁿ			24 ⁿ	9 ⁿ	5*	
223/75		18		13*		24 ⁿ		3 5*	5 21*
223/76		2	4	21 ⁿ		24 ⁿ		3	5 21*

*Imagens do sensor ETM+/Landsat-7.

ⁿ Imagens cobertas parcialmente por nuvens.

**FUNCATE***Fundação de Ciência, Aplicações e Tecnologia Espaciais*

Tabela 2.2. Datas das imagens do sensor LISS-III/IRS-P6 utilizadas no mapeamento do cultivo da cana-de-açúcar no estado de São Paulo na safra 2010/11.

Órbita/Ponto	2009	2010
LISS-III	Nov	Mar
326/094		8
326/095		8
328/092	18	
328/093	18	
328/094	18	
328/095	18	



3 RESULTADOS

Os resultados serão apresentados e discutidos levando em consideração os limites do estado de São Paulo e os limites de suas Regiões Administrativas (RAs). As RAs foram criadas pelo Instituto Geográfico e Cartográfico do Estado de São Paulo (IGC) para fins de planejamento governamental. Cada RA é composta por diversos municípios de uma determinada área geográfica com similaridades econômicas e sociais. O estado de São Paulo é dividido em 15 RAs (Figura 3.1), sobre as quais podem ser obtidas maiores informações no site do IGC: <<http://www.igc.sp.gov.br/mapasRas.htm>>.

As áreas cultivadas com cana-de-açúcar, nas diferentes classes, na safra 2010/11, podem ser visualizadas na Figura 3.1. As quatro RAs localizadas no sudeste do estado (São José dos Campos, São Paulo, Baixada Santista e Registro) não foram avaliadas no contexto deste trabalho, pois nessas RAs não se encontram cultivos com finalidade industrial para a produção de açúcar e álcool. Além disso, elas não possuem condições ambientais que favorecem o cultivo da cana-de-açúcar, que por isso é realizado de forma restrita nestas RAs. Os mapas temáticos com as áreas de cana-de-açúcar cultivadas nas RAs produtoras podem ser visualizados com maiores detalhes no Apêndice A.

A Tabela 3.1 resume a área, em cada uma das classes de cultivo, mapeada com o uso de imagens de satélites de sensoriamento remoto, na safra 2010/11, para todo estado de São Paulo e por RA. Para o estado, foram mapeados 5.303.342 ha cultivados com cana-de-açúcar, dos quais 4.996.459 ha (94,2%) estavam disponíveis para colheita na safra analisada. Um total de 306.883 ha foi mapeado na classe *Em reforma*, portanto não serão colhidos na safra analisada. A área de expansão totalizou 137.445 ha, uma redução de 184.356 ha em relação à safra anterior (RUDORFF et al., 2010b).

A RA com maior área total cultivada, na safra 2010/11, foi São José do Rio Preto (723.618 ha), seguida por Araçatuba (586.644 ha) e Campinas (532.594 ha). Estas áreas representaram, respectivamente, 13,6%, 11,1% e 10,0% do total cultivado no estado de São Paulo.



FUNCATE
Fundação de Ciência, Aplicações e Tecnologia Espaciais

S.00.01

S.00.12

S.00.22

S.00.30

**Mapeamento do cultivo da cana-de-açúcar
por meio de imagens de satélites
São Paulo - safra 2010/2011**



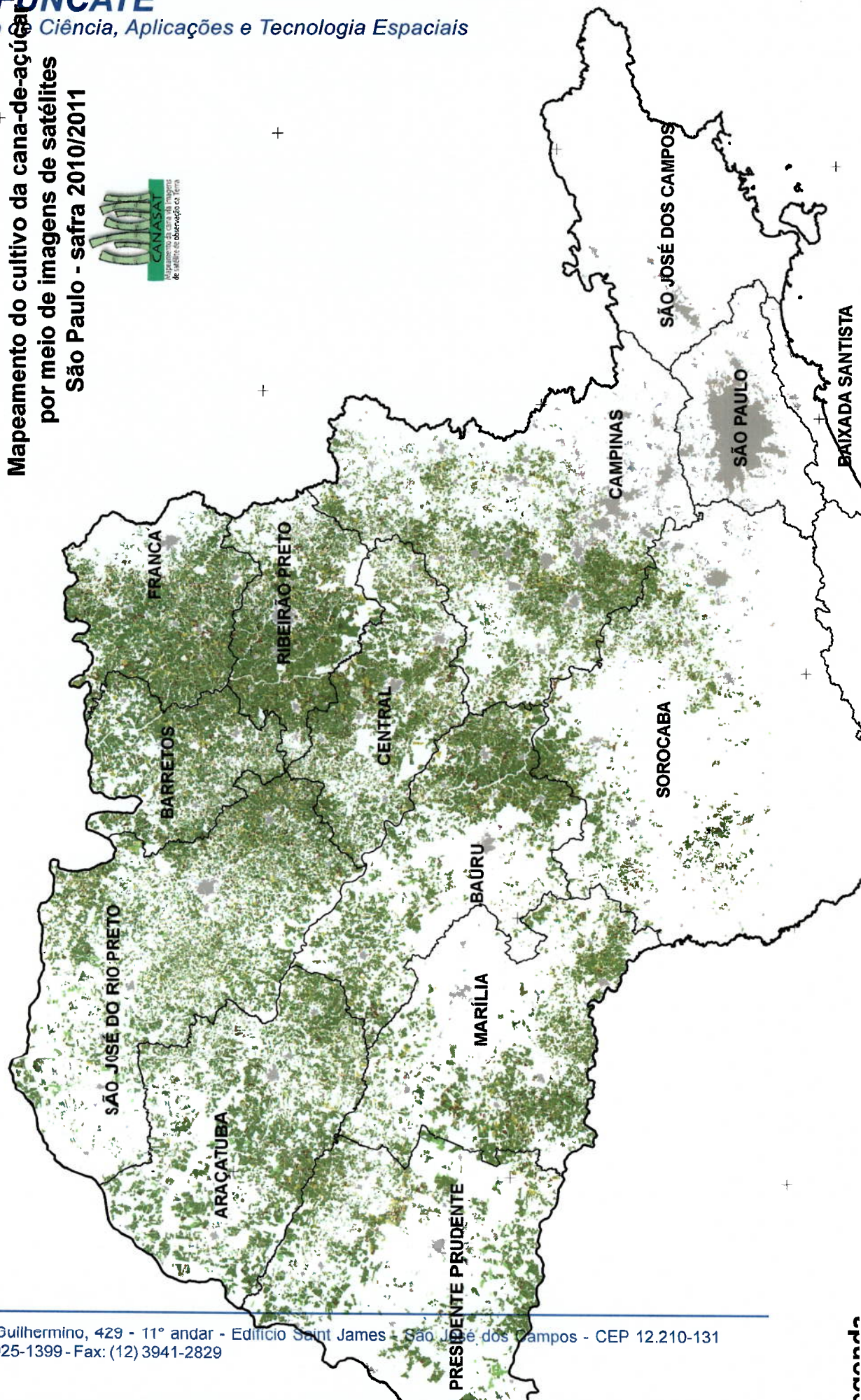
45°0'0"W

46°30'0"W

48°0'0"W

49°30'0"W

51°0'0"W



**FUNCATE***Fundação de Ciência, Aplicações e Tecnologia Espaciais*

Tabela 3.1. Área de cana-de-açúcar, em hectares, mapeada nas regiões administrativas do estado de São Paulo na safra 2010/11.

Região Administrativa	Disponível para colheita				Em Reforma ^(d)	Total Cultivada ^(e)
	Soca ^(a)	Reformada ^(b)	Expansão ^(c)	Total ^(a+b+c)		
Araçatuba	524.040	15.517	27.151	566.708	19.936	586.644
Baixada Santista	0	0	0	0	0	0
Barretos	341.372	30.234	8.278	379.884	21.370	401.254
Bauru	436.838	24.141	8.009	468.988	30.799	499.787
Campinas	466.629	29.938	4.303	500.870	31.724	532.594
Central	382.326	27.720	9.017	419.063	32.971	452.034
Franca	416.356	39.174	4.031	459.561	40.756	500.317
Marília	375.186	19.630	10.868	405.684	29.147	434.831
Presidente Prudente	369.443	16.350	27.206	412.999	14.781	427.780
Registro	0	0	0	0	0	0
Ribeirão Preto	401.007	41.891	1.644	444.542	37.540	482.082
São J. do Rio Preto	621.599	37.953	32.727	692.279	31.339	723.618
São J. dos Campos	0	0	0	0	0	0
São Paulo	0	0	0	0	0	0
Sorocaba	234.358	7.312	4.211	245.881	16.520	262.401
Total (estado SP)	4.569.154	289.860	137.445	4.996.459	306.883	5.303.342

A evolução da área disponível para colheita e de sua taxa de crescimento referente a cada safra em relação à safra anterior, no estado de São Paulo, da safra 2003/04 à safra 2010/11, estão ilustradas na Figura 3.2. Em todas as safras houve crescimento da área, ou seja, taxa positiva de crescimento. Da safra 2003/04 à safra 2010/11 houve um acréscimo de 2.425.125 ha na área de cana-de-açúcar disponível para colheita no estado de São Paulo, um crescimento de 94,3%.

A maior taxa de crescimento ocorreu na safra 2007/08 (18,1%) e dela até a safra 2010/11 a taxa diminuiu gradativamente, atingindo 2,0%, menor taxa entre as safras analisadas. Essa redução foi reflexo do grande crescimento, na safra 2007/08, causado pela expectativa ainda não consolidada do aumento da exportação do etanol, principalmente para o mercado europeu. A não concretização desse mercado tem retraído diversos produtores.

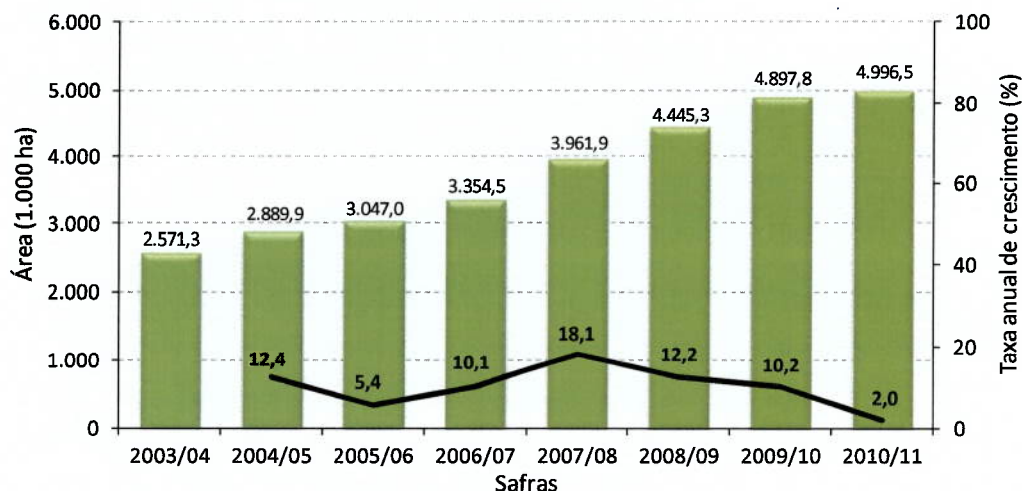
**FUNCATE***Fundação de Ciência, Aplicações e Tecnologia Espaciais*

Figura 3.2. Evolução da área total de cana-de-açúcar disponível para colheita no estado de São Paulo, mapeada pelo projeto Canasat, da safra 2003/04 à 2010/11 e as respectivas taxas anuais de crescimento.

A Figura 3.3 ilustra a representatividade das RAs, em relação ao estado, na área de cana-de-açúcar disponível para colheita na safra 2010/11. As RAs com menores representatividades foram Sorocaba (4,9%), Barretos (7,6%) e Marília (8,1%). A RA de Sorocaba teve taxa de crescimento negativo (-2,15%) da área disponível para colheita (Tabela 3.2), apesar de ter registrado área de expansão de 4.211 ha, representando 3,06% da expansão do estado (Tabelas 3.1 e 3.2). A explicação pode ser dada pelo aumento na área em reforma, que passou de 10.073 ha na safra 2009/10 (RUDORFF et al., 2010b) para 16.520 ha na safra 2010/11. Além disso, do total de área que estava em reforma na safra passada, apenas 7.312 ha voltaram a ser cultivado com cana-de-açúcar na safra corrente (Tabela 3.1). Esses fatos são corroborados pelo indicador Expansão/ Reforma descrito na Tabela 3.2, no qual valores maiores que 1 indicam que a área de expansão foi maior que a área em reforma e valores menores que 1 indicam o inverso e que a região possui cultivos antigos de cana-de-açúcar, uma vez que a reforma é um processo natural do cultivo após 5 a 6 safras de produção. Nesse sentido, a RA de Sorocaba teve indicador igual a 0,25, indicando que a área em reforma foi bem maior que a área de expansão.

Apesar da RA de Marília ter registrado a quarta maior área de expansão do estado (10.868 ha, Tabela 3.1), ela teve taxa de crescimento da área disponível para colheita de 0,01%. Essa RA registrou área em reforma em 2010/11 muito parecida com a da safra anterior, 29.147 ha (RUDORFF et al., 2010b) e 29.299 ha, respectivamente. Entretanto, ela foi prejudicada pela



FUNCATE

Fundação de Ciência, Aplicações e Tecnologia Espaciais

redução no total de área de expansão, a qual foi de 27.018 ha na safra passada (RUDORFF et al., 2010b) e na safra atual foi de 10.868 ha. Além disso, do total de área que estava em reforma na safra passada, apenas 19.630 ha voltaram a ser cultivadas com cana-de-açúcar na safra atual.

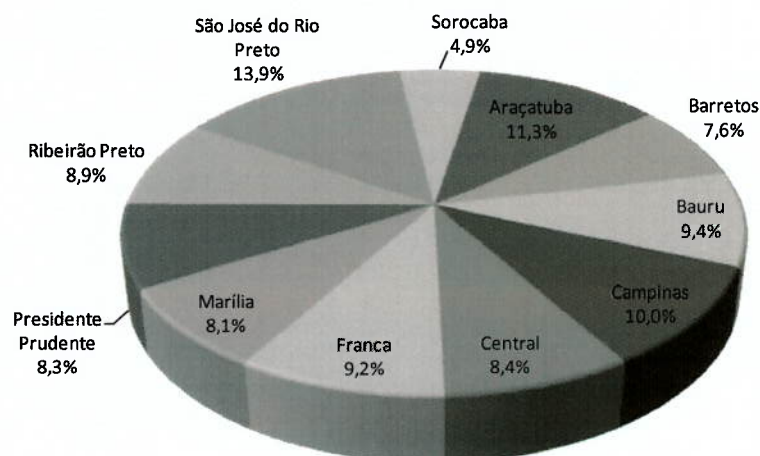


Figura 3.3. Representatividade das regiões administrativas no total de cana-de-açúcar disponível para colheita no estado de São Paulo na safra 2010/11.

A RA de Barretos teve taxa de crescimento da área disponível para colheita de 4,38% e redução da área em reforma em relação à safra anterior, passando de 33.315 ha (RUDORFF et al., 2010b) para 21.370 ha (Tabela 3.1). Além disso, teve expansão de 8.278 ha. Diferentemente das outras duas RAs supracitadas, essa RA tem baixa representatividade na área disponível para colheita no estado de São Paulo por ter a menor área territorial entre as RAs produtoras de cana-de-açúcar, o que limita a expansão do cultivo. Apesar disso, essa RA possui uma das maiores concentrações de cultivo (47,9%, Tabela 3.2), que é a divisão entre a área total cultivada com cana-de-açúcar e a área territorial da RA. A alta concentração do cultivo é corroborada com a Figura 3.5.

A RA de São José do Rio Preto possui a maior representatividade de área disponível para colheita (13,9%), o que é proporcionado por ela possuir a maior área total cultivada com cana-de-açúcar (723.618 ha, Tabela 3.1). Além disso, essa RA teve a maior área de expansão na safra 2010/11, um total de 32.727 ha, o que representou 23,81% do total de expansão do estado. O seu indicador Expansão/Reforma foi igual a 1,04 para a safra 2010/11, indicando que essa RA teve maior área de expansão do que de reforma.

**FUNCATE***Fundação de Ciência, Aplicações e Tecnologia Espaciais*

Na Tabela 3.2 constata-se que a RA de Presidente Prudente possuiu a maior taxa de crescimento da área disponível para colheita (6,42%) e o maior indicador Expansão/Reforma (1,84). Além disso, ela teve a segunda maior área de expansão (27.206 ha, Tabela 3.1). Apesar de possuir baixa representatividade na área disponível para colheita no estado (Figura 3.3), essa RA vem se destacando na expansão do cultivo da cana-de-açúcar a algumas safras, como foi constatado em Aguiar et al. (2009). Além disso, essa RA possuiu baixa concentração de cana (Figura 3.5), o qual, juntamente com os outros dados, fortalece a indicação de que a grande expansão nessa região irá continuar nas safras seguintes.

Tabela 3.2. Dados sobre o cultivo da cana-de-açúcar nas regiões administrativas do estado de São Paulo para a safra 2010/11: % da área da RA ocupada com o cultivo de cana-de-açúcar; taxa de crescimento da área disponível para colheita da safra 2010/11 em relação à safra 2009/10; % da área de expansão na RA em relação à área de expansão do estado e indicador da expansão/reforma.

Região Administrativa	% da área de cana na RA	Taxa de crescimento da área disp. para colheita (%)	% da área de Expansão	Indicador Expansão/Reforma
Araçatuba	31,56	3,05	19,75	1,36
Barretos	47,90	4,38	6,02	0,39
Bauru	30,76	-0,21	5,83	0,26
Campinas	19,53	0,01	3,13	0,14
Central	40,57	0,47	6,56	0,27
Franca	48,20	0,29	2,93	0,10
Marília	23,43	0,01	7,91	0,37
Presidente Prudente	17,98	6,42	19,79	1,84
Ribeirão Preto	51,57	1,43	1,20	0,04
São José do Rio Preto	28,39	5,77	23,81	1,04
Sorocaba	6,39	-2,15	3,06	0,25
Total (estado SP)	21,37	2,01	100,00	0,45

As Figuras 3.4 e 3.5 ilustram, respectivamente, a área de expansão e a porcentagem da área territorial da RA ocupada com o cultivo de cana-de-açúcar (concentração de cana-de-açúcar na RA). É evidente o crescimento do cultivo da cana-de-açúcar das regiões localizadas no leste do estado para as regiões localizadas no oeste do estado de São Paulo. As menores expansões foram registradas para as RAs de Ribeirão Preto, Franca, Sorocaba, e Campinas e as maiores expansões foram registradas para as RAs de São José do Rio Preto, Presidente Prudente, Araçatuba e Marília (Tabela 3.1 e Figura 3.4).



FUNCATE

Fundação de Ciência, Aplicações e Tecnologia Espaciais

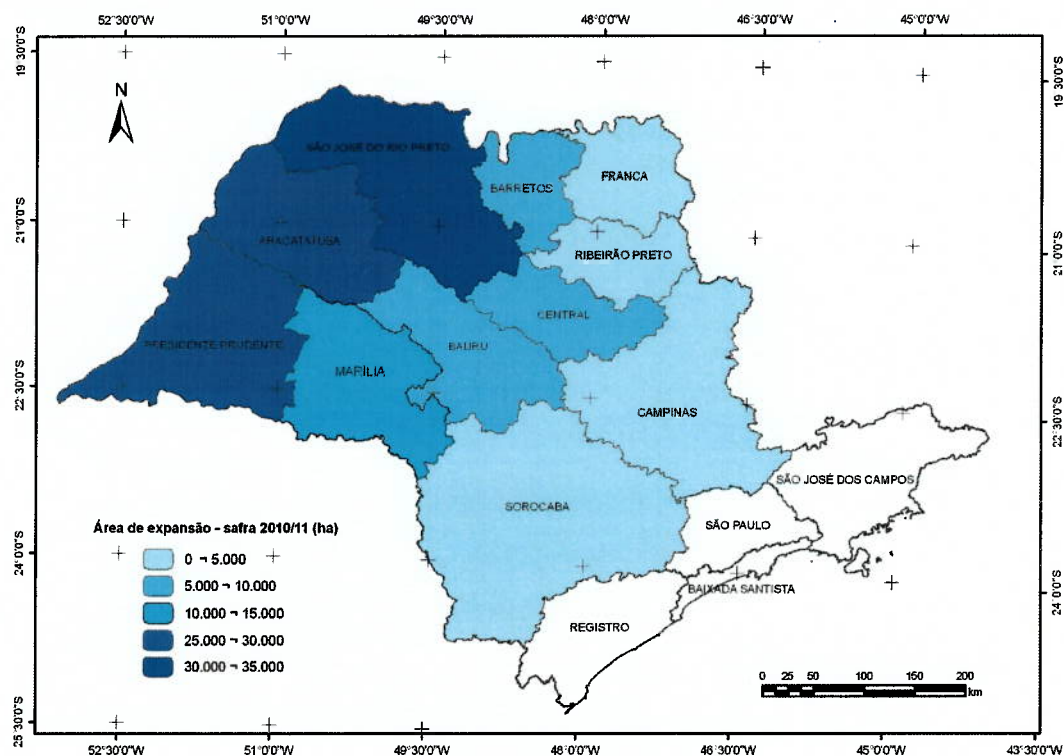
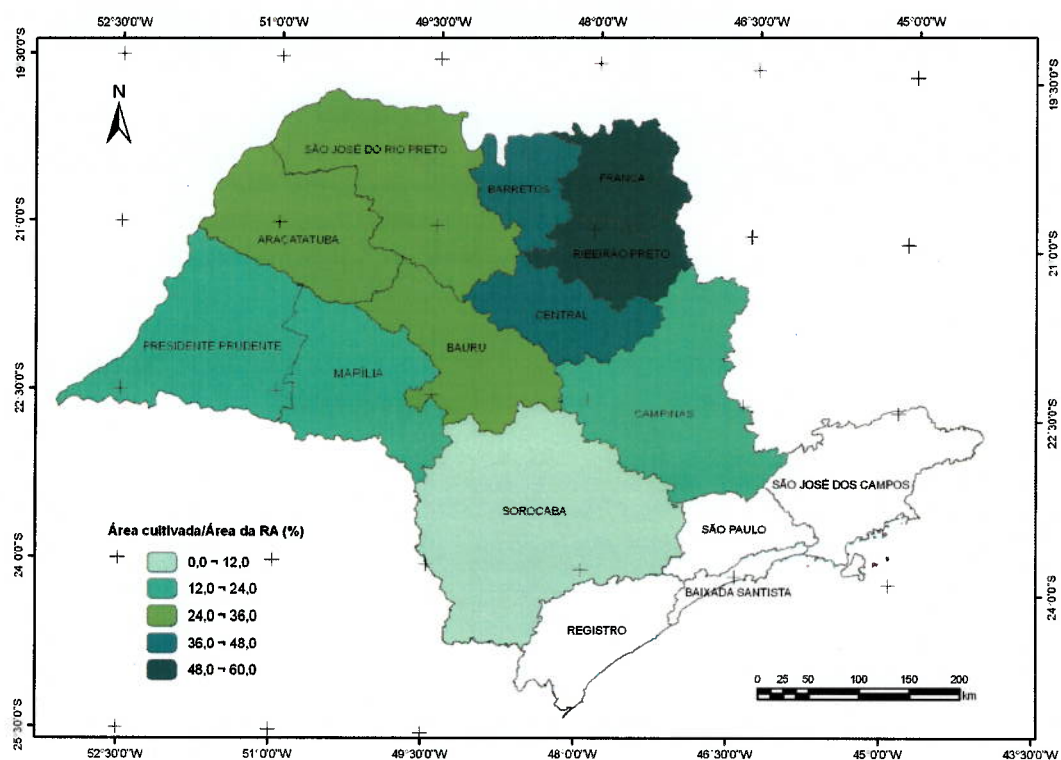


Figura 3.4. Área de expansão de cana-de-açúcar nas regiões administrativas do estado de São Paulo - safra 2010/11.





FUNCATE

Fundação de Ciência, Aplicações e Tecnologia Espaciais

Figura 3.5. Concentração de cana-de-açúcar (área total cultivada/área da RA) nas regiões administrativas do estado de São Paulo - safra 2010/11.

As maiores concentrações foram registradas para as RAs de Ribeirão Preto, Franca, Barretos e Central (Tabela 3.2 e Figura 3.5). Essas RAs são mais tradicionais no cultivo da cana-de-açúcar e possuem as menores áreas territoriais entre as que cultivam cana-de-açúcar. Esses fatos acarretaram a essas RAs menores expansões e menores indicadores Expansão/Reforma.

No Apêndice B há a relação dos municípios do estado de São Paulo com a descrição da área cultivada na safra 2010/11 em cada classe. Um total de 483 municípios produziu cana-de-açúcar na safra analisada. Este número equivale a 75% dos municípios do estado. Os municípios que tiveram as maiores áreas totais cultivadas com cana-de-açúcar foram: Morro Agudo (105.460 ha), Barretos (72.035 ha) e Guairá (61.752 ha).

**FUNCATE***Fundação de Ciência, Aplicações e Tecnologia Espaciais*

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

- As imagens de satélite orbitais de sensoriamento remoto, escolhidas em datas específicas do cultivo da cana-de-açúcar, foram eficientes para identificar e mapear, pelo oitavo ano consecutivo, as áreas cultivadas com cana-de-açúcar, nas diversas classes, no estado de São Paulo.
- O procedimento de atualização do mapa temático da cana, por meio de imagens orbitais de sensoriamento remoto, foi realizado com êxito pelo sétimo ano consecutivo, permitindo estimar, com objetivo de previsão, a área cultivada com cana-de-açúcar na safra 2010/11. Essa área foi de 5.303.342 ha, dos quais 4.996.459 ha (2,01% acima do ano safra anterior) estavam disponíveis para colheita e 306.883 ha estavam em reforma com cana planta de ano-e-meio. A área de expansão mapeada para a safra 2010/11 foi de 137.445 ha, a qual foi 57,29% menor que a do ano safra anterior.
- A região administrativa de São José do Rio Preto registrou a maior área total cultivada com cana-de-açúcar (723.618 ha) e, conseqüentemente, a maior área disponível para colheita (692.279 ha), o que equivaleu a 13,8% do total disponível no estado. A maior área de expansão (32.727 ha) também foi registrada para a região São José do Rio Preto, o que equivaleu a 23,81% de área de expansão do estado.
- Um total de 483 municípios cultivou cana-de-açúcar de forma industrial, o que representa 75% do total de municípios do estado. Morro Agudo foi o município com maior área total cultivada com cana-de-açúcar, sendo 105.460 ha.
- Mantendo-se a disponibilidade de imagens de satélites de sensoriamento remoto observada nos últimos oito anos, é possível afirmar que estas imagens, em conjunto com técnicas de geoprocessamento, podem ser utilizadas como ferramentas eficazes para monitorar e fornecer informações operacionais sobre a área cultivada com cana-de-açúcar.

**REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

AGUIAR, D. A.; SILVA, W. F.; RUDORFF, B. F. T.; SUGAWARA, L. M.; CARVALHO, M. A. Expansão da cana-de-açúcar no estado de São Paulo: safras 2003/2004 a 2008/2009. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 14., Natal, 2009. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2009. p. 467-474. Disponível em: <<http://marte.dpi.inpe.br/col/dpi.inpe.br/sbsr@80/2008/11.17.18.21/doc/9-16.pdf>>. Acesso em: 18 janeiro 2011.

ANFAVEA (Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores). Estatísticas. Disponível em: <<http://www.anfavea.com.br/tabelas.html>>. Acesso em: 10 janeiro de 2011.

BERKA, L. M. S.; RUDORFF, B. F. T.; FREITAS, R. M. Reclassificação controlada de pixels isolados em mapas de cana-de-açúcar. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 12., Goiânia, 2005. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2005. p. 33-40. Disponível em: <<http://marte.dpi.inpe.br/col/ltid.inpe.br/sbsr/2004/11.19.19.37/doc/Berka.pdf>>. Acesso em: 13 janeiro 2011.

RUDORFF, B. F. T.; BERKA, L. M. S.; MOREIRA, M. A.; DUARTE, V.; XAVIER, A. C.; ROSA, V. G. C.; SHIMABUKURO, Y. E. Imagens de satélite no mapeamento e estimativa de área de cana-de-açúcar em São Paulo: ano safra 2003/2004. **Agricultura em São Paulo**, v.52, n.1, p.21-29, 2005.

RUDORFF, B. F. T.; Sugawara, L. M. Mapeamento da cana-de-açúcar na região Centro-Sul via imagens de satélites. **Informe Agropecuário**, v.28, n.241, p.79-86, 2007.

RUDORFF, B. F. T.; SUGAWARA, L. M.; AGUIAR, D. A.; SILVA, W. F.; GOLTZ, E.; AULICINO, T. L. I. N.; CARVALHO, M. A.; ARENAS-TOLEDO, J. M.; BRANDÃO, D. **Determinação da área cultivada com cana-de-açúcar na região Centro-Sul por meio de imagens de satélite de sensoriamento remoto – safras 2005/06 a 2008/09**. São José dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2009. 150 p. (INPE-15725-RPQ/822).

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(4), p. 1057-1076, 2010a. doi: <10.3390/rs2041057>.

RUDORFF, B. F. T.; AGUIAR, D. A.; SILVA, W. F.; SUGAWARA, L. M.; GOLTZ, E.; AULICINO, T. L. I. N.; CARVALHO, M. A.; BRANDÃO, D.; ARENAS-TOLEDO, J. M. **Uso de imagens de satélites de sensoriamento remoto para mapear a área cultivada com cana-de-açúcar no estado de São Paulo - safra 2009/10**. São José dos Campos: INPE, 2010b. 46 p. (INPE-16668-RPQ/847).

SESHADRI, K.; RAO, M.; JAYARAMAN, V.; THYAGARAJAN, K.; MURTHI, K., Resourcesat-1: A global multi-observation mission for resources monitoring. **Acta Astronautica**, v.57, p.534-539, 2005.

SILVA, W. F.; AGUIAR, D. A.; RUDORFF, B. F. T.; SUGAWARA, L. M.; AULICINO, T. L. I. N.; Análise da expansão da área cultivada com cana-de-açúcar na região Centro-Sul do Brasil: safras 2005/06 a 2008/09. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 14.,



FUNCATE

Fundação de Ciência, Aplicações e Tecnologia Espaciais

Natal, 2009. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2009. p. 467-474. Disponível em: <<http://marte.dpi.inpe.br/col/dpi.inpe.br/sbsr@80/2008/11.17.19.04/doc/467-474.pdf>>. Acesso em: 18 janeiro 2011.

SUGAWARA, L. M.; RUDORFF, B. F. T.; VIEIRA, R. M. S. P.; AFONSO, A. G.; AULICINO, T. L. I. N.; CARVALHO, M. A.; MOREIRA, M. A.; SILVA, W. F.; AGUIAR, D. A. **Imagens de satélite na estimativa de área plantada com cana na safra 2005/2006 – Região Centro-Sul**. São José dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2008. 74 p. (INPE- 15254-RPQ/815).

UNICA (UNião da Indústria de CANA-de-açúcar). **Dados e Cotações – Estatísticas, Produção Brasil**. 2011. Disponível em: <<http://www.unica.com.br/dadosCotacao/estatistica>>. Acesso em: 10 janeiro de 2011.



FUNCATE

Fundação de Ciência, Aplicações e Tecnologia Espaciais

APÊNDICE A

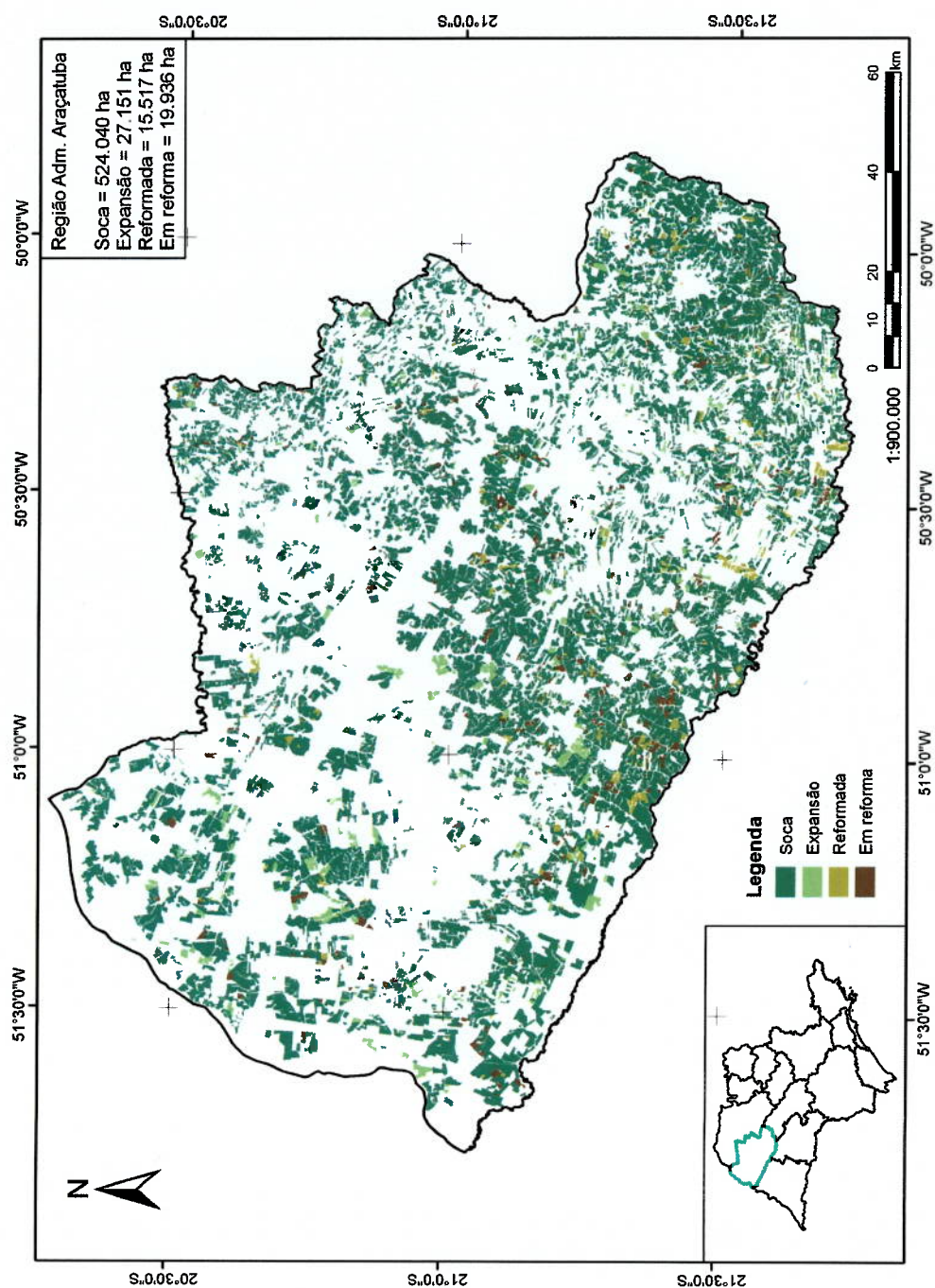


Figura A.1. Localização das áreas cultivadas com cana-de-açúcar, safra 2010/11, na região administrativa de Araçatuba.



FUNCATE

Fundação de Ciência, Aplicações e Tecnologia Espaciais

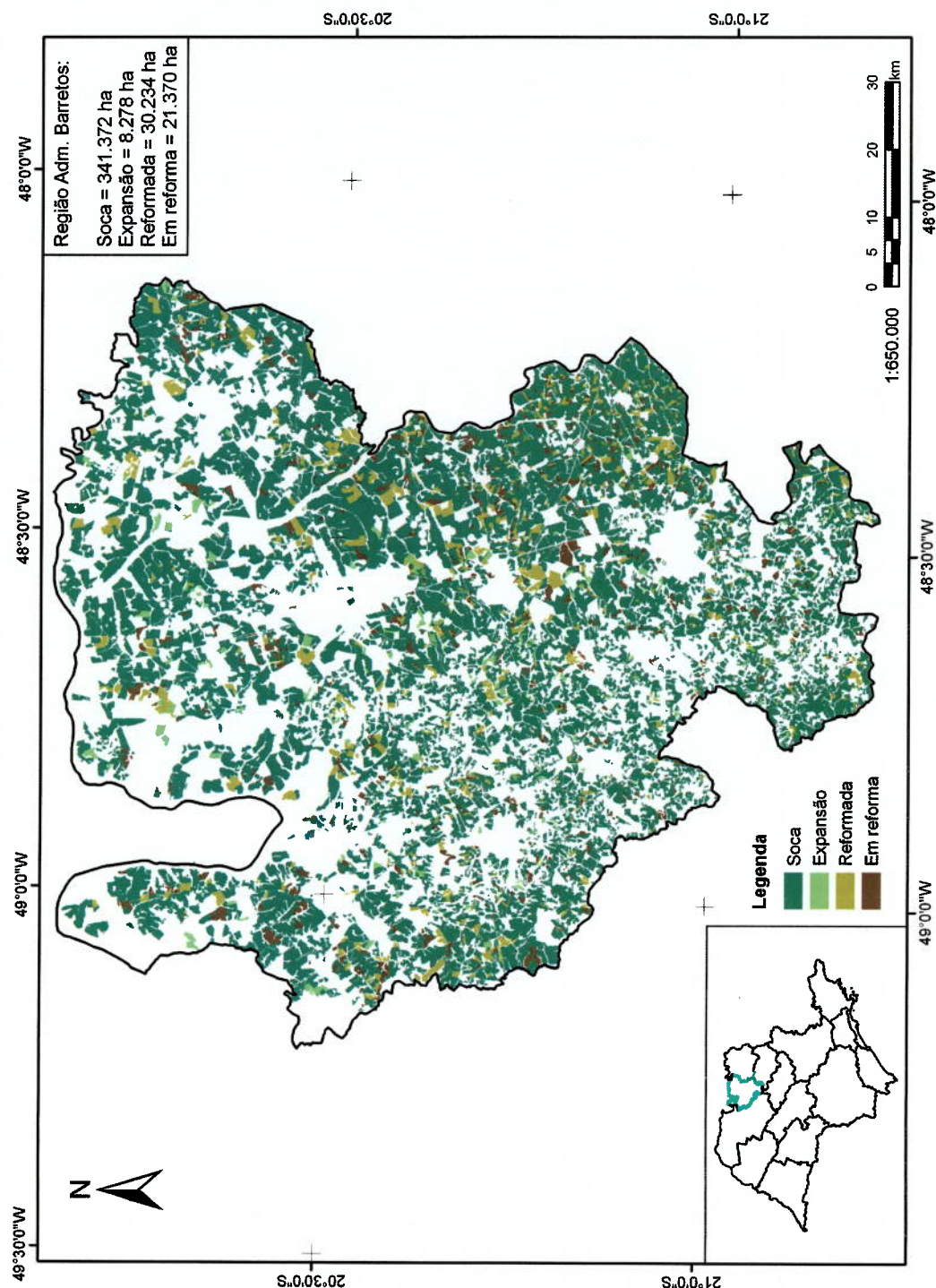


Figura A.2. Localização das áreas cultivadas com cana-de-açúcar, safra 2010/11, na região administrativa de Barretos.



FUNCATE

Fundação de Ciência, Aplicações e Tecnologia Espaciais

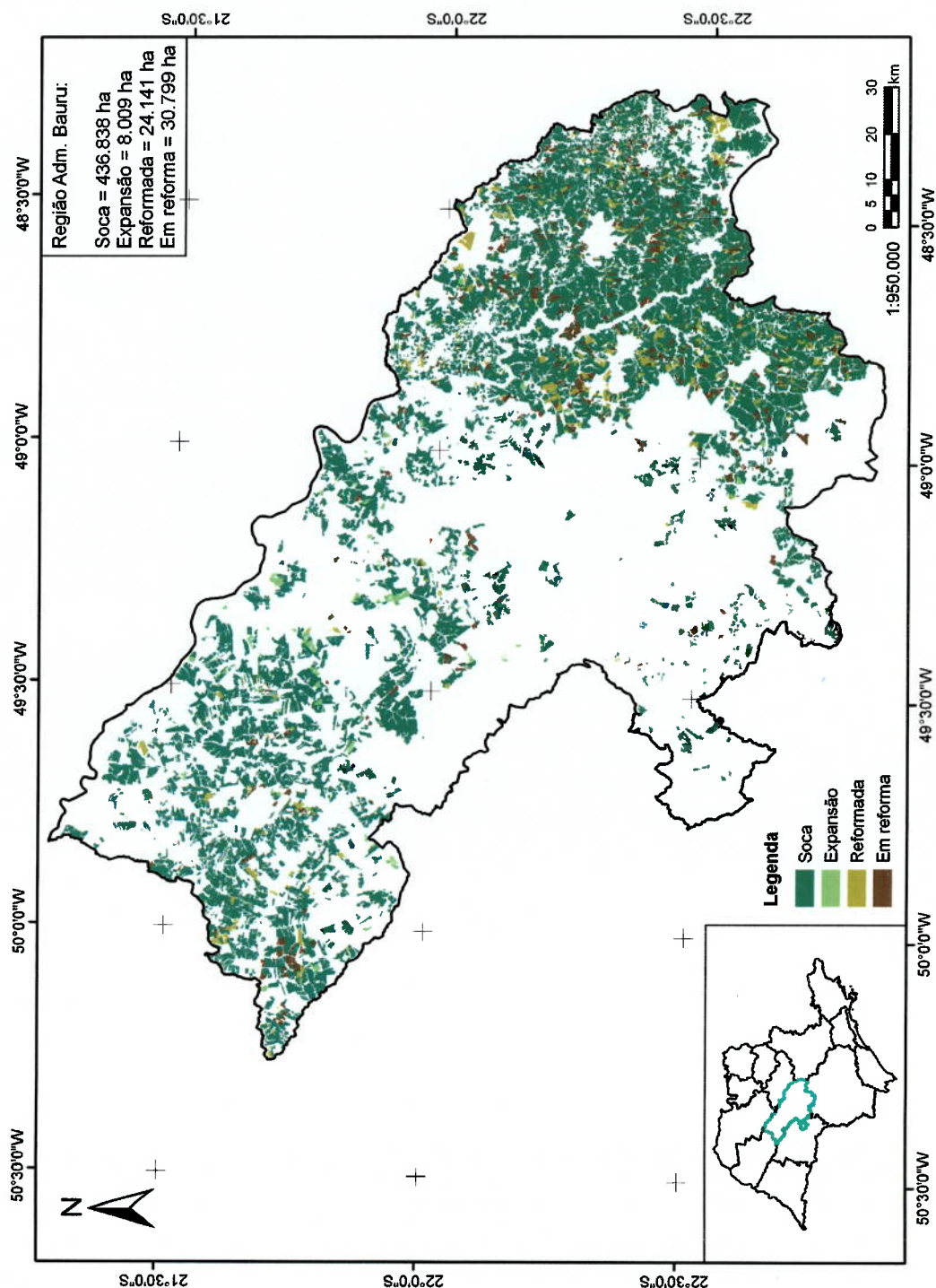


Figura A.3. Localização das áreas cultivadas com cana-de-açúcar, safra 2010/11, na região administrativa de Bauru.



FUNCATE

Fundação de Ciência, Aplicações e Tecnologia Espaciais

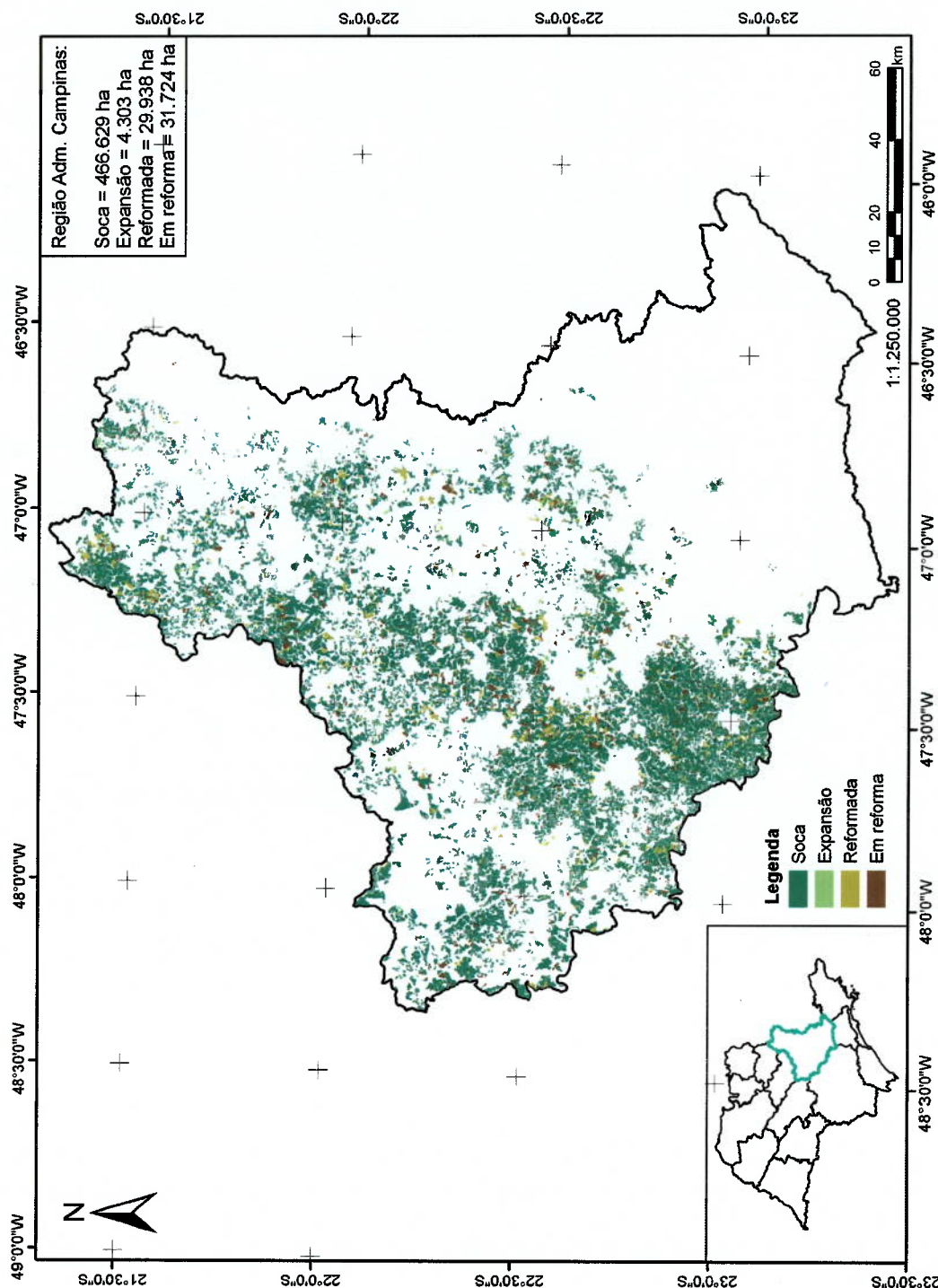


Figura A.4. Localização das áreas cultivadas com cana-de-açúcar, safra 2010/11, na região administrativa de Campinas.



FUNCATE

Fundação de Ciência, Aplicações e Tecnologia Espaciais

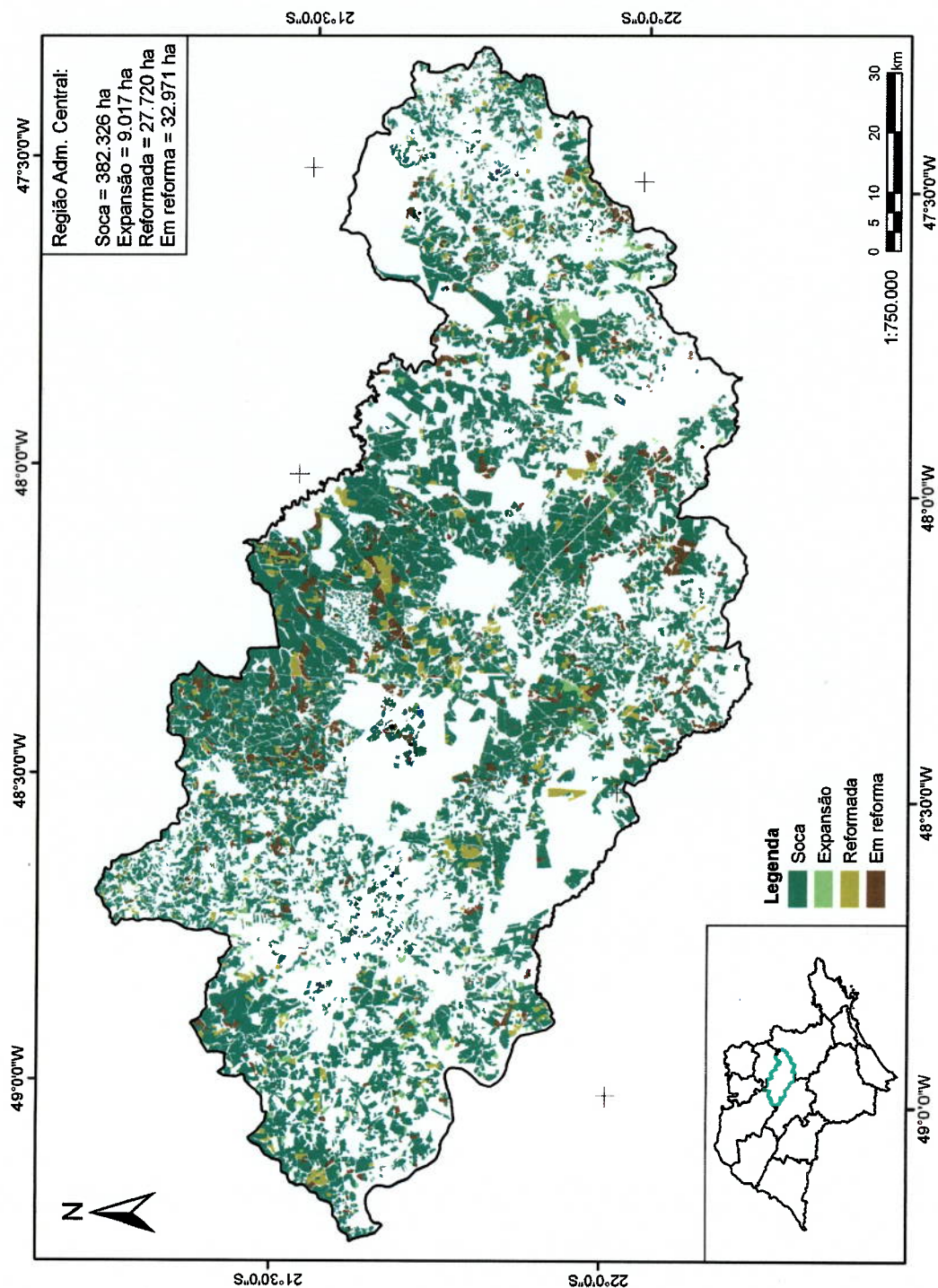


Figura A.5. Localização das áreas cultivadas com cana-de-açúcar, safra 2010/11, na região administrativa Central.



FUNCATE

Fundação de Ciência, Aplicações e Tecnologia Espaciais

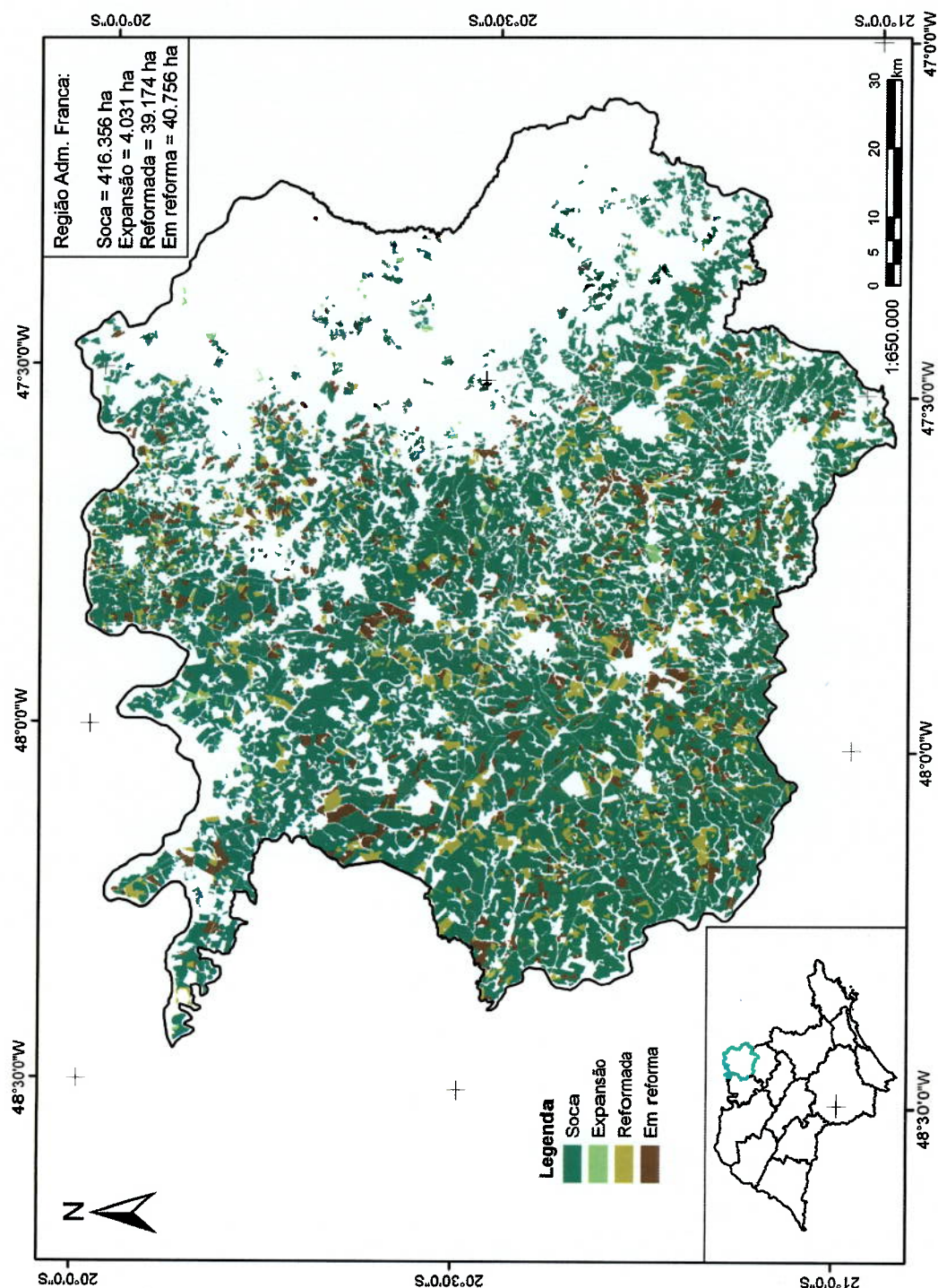


Figura A.6. Localização das áreas cultivadas com cana-de-açúcar, safra 2010/11, na região administrativa Franca.



FUNCATE

Fundação de Ciência, Aplicações e Tecnologia Espaciais

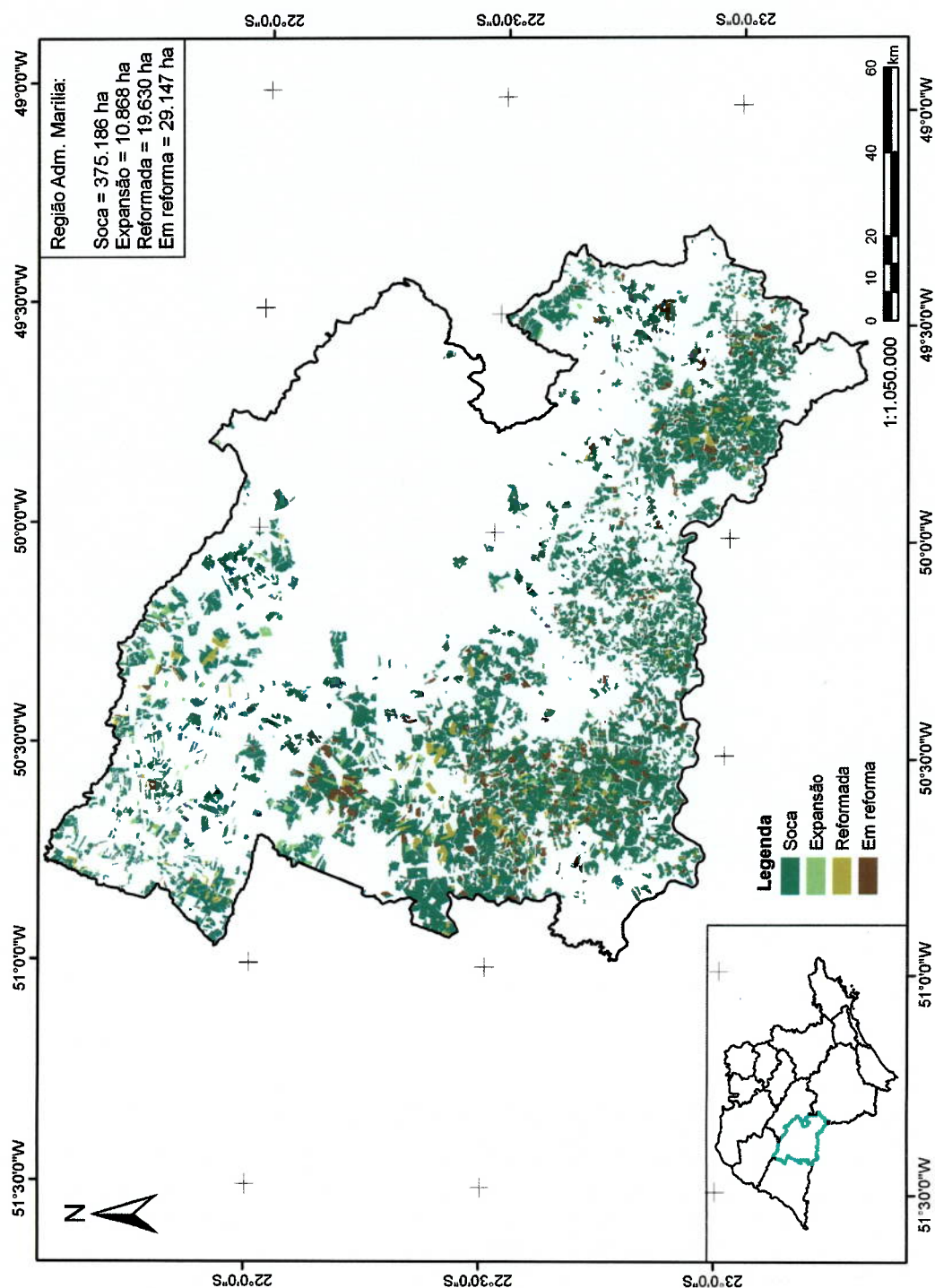


Figura A.7. Localização das áreas cultivadas com cana-de-açúcar, safra 2010/11, na região administrativa de Marília.



FUNCATE

Fundação de Ciência, Aplicações e Tecnologia Espaciais

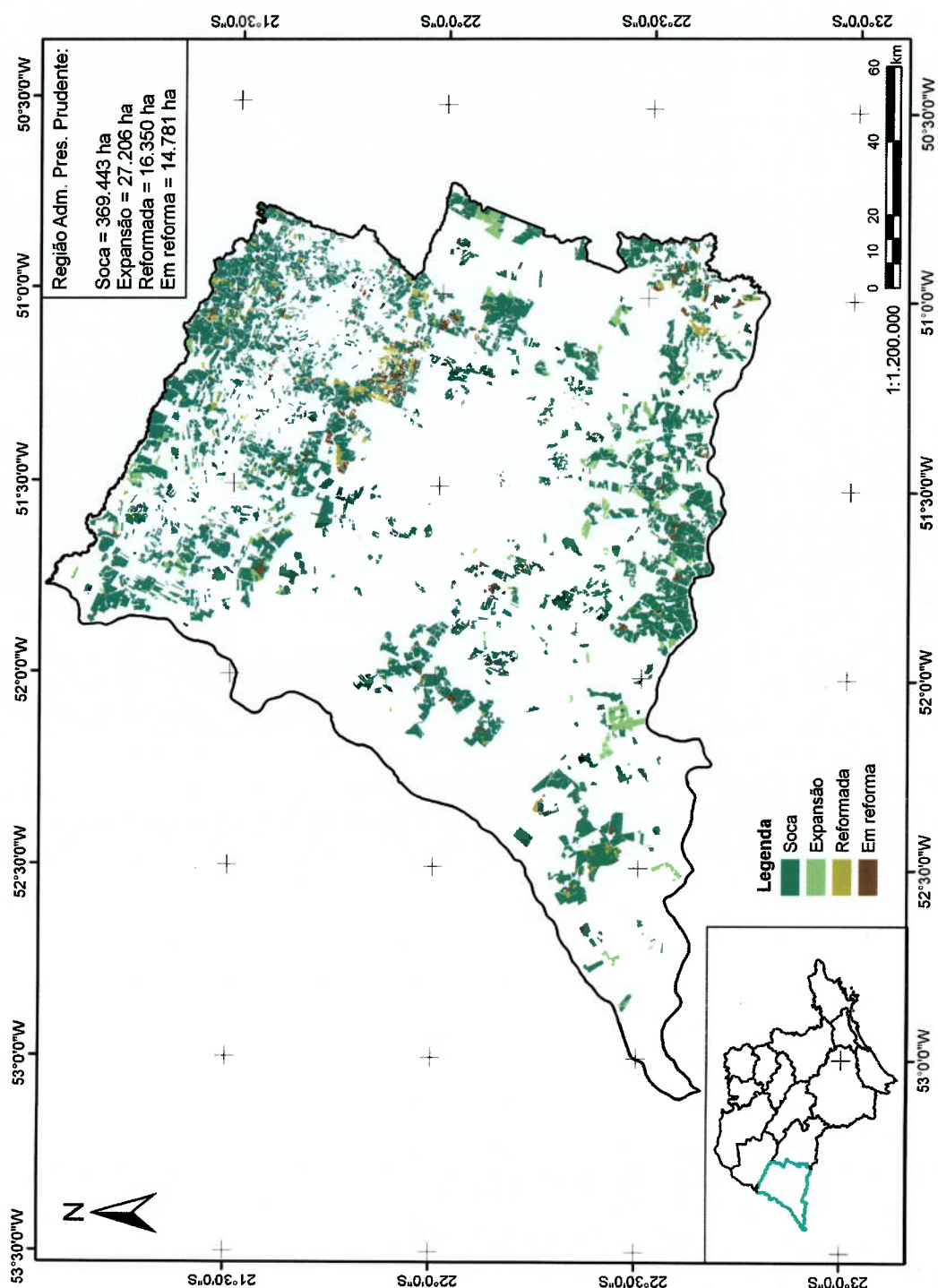


Figura A.8. Localização das áreas cultivadas com cana-de-açúcar, safra 2010/11, na região administrativa de Presidente Prudente.



FUNCATE

Fundação de Ciência, Aplicações e Tecnologia Espaciais

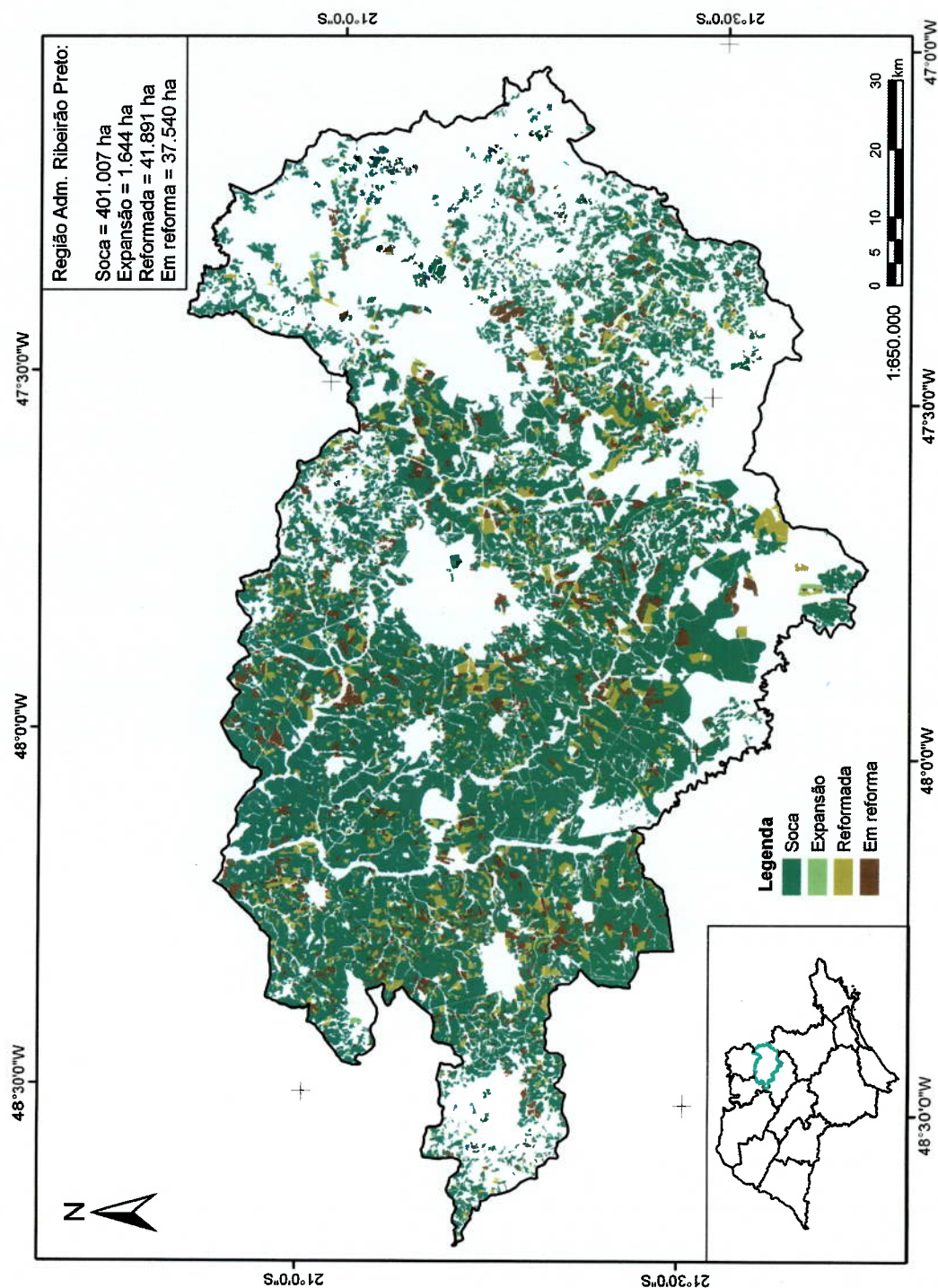


Figura A.9. Localização das áreas cultivadas com cana-de-açúcar, safra 2010/11, na região administrativa de Ribeirão Preto.



FUNCATE

Fundação de Ciência, Aplicações e Tecnologia Espaciais

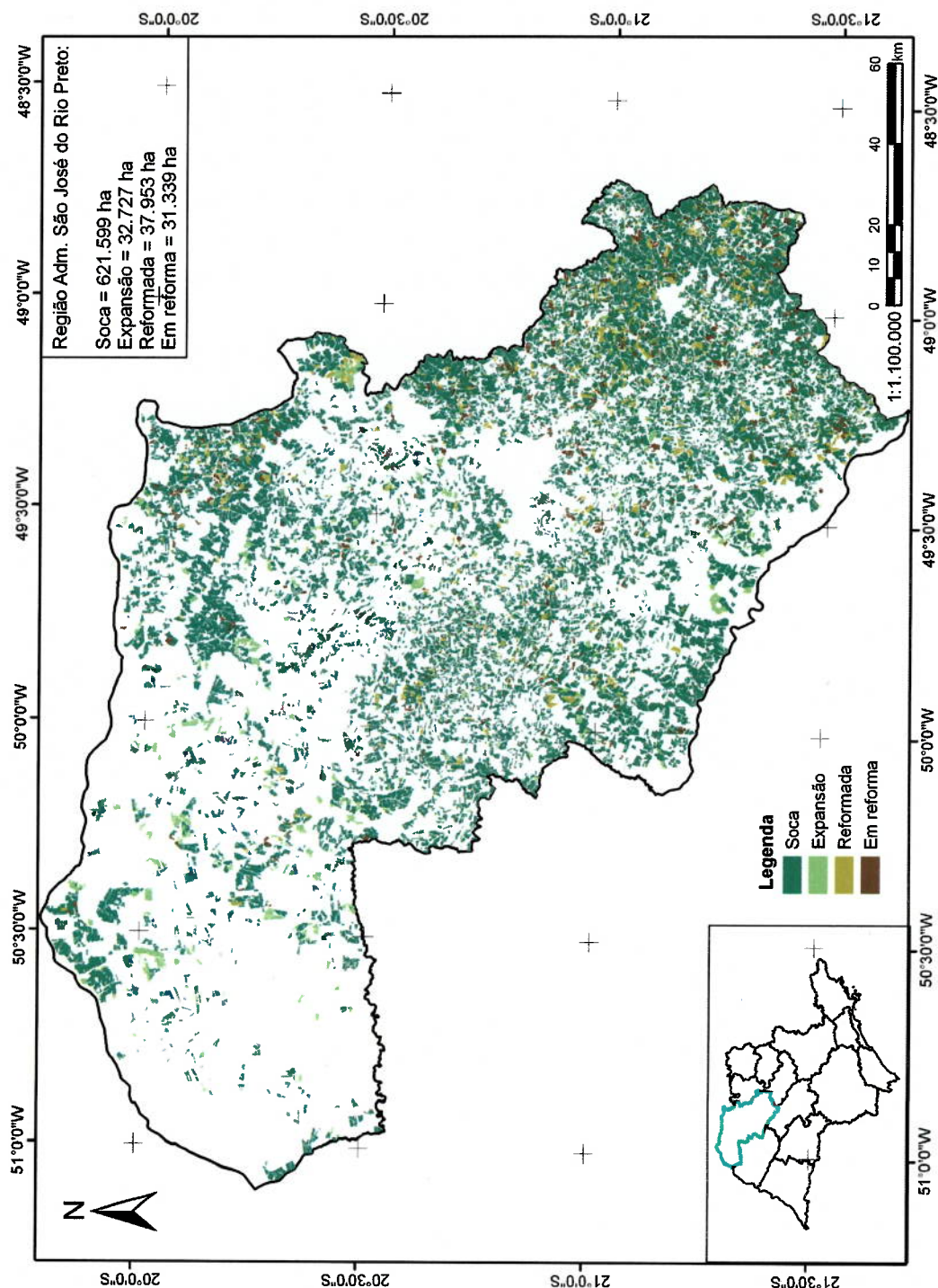


Figura A.10. Localização das áreas cultivadas com cana-de-açúcar, safra 2010/11, na região administrativa de São José do Rio Preto.



FUNCATE

Fundação de Ciência, Aplicações e Tecnologia Espaciais

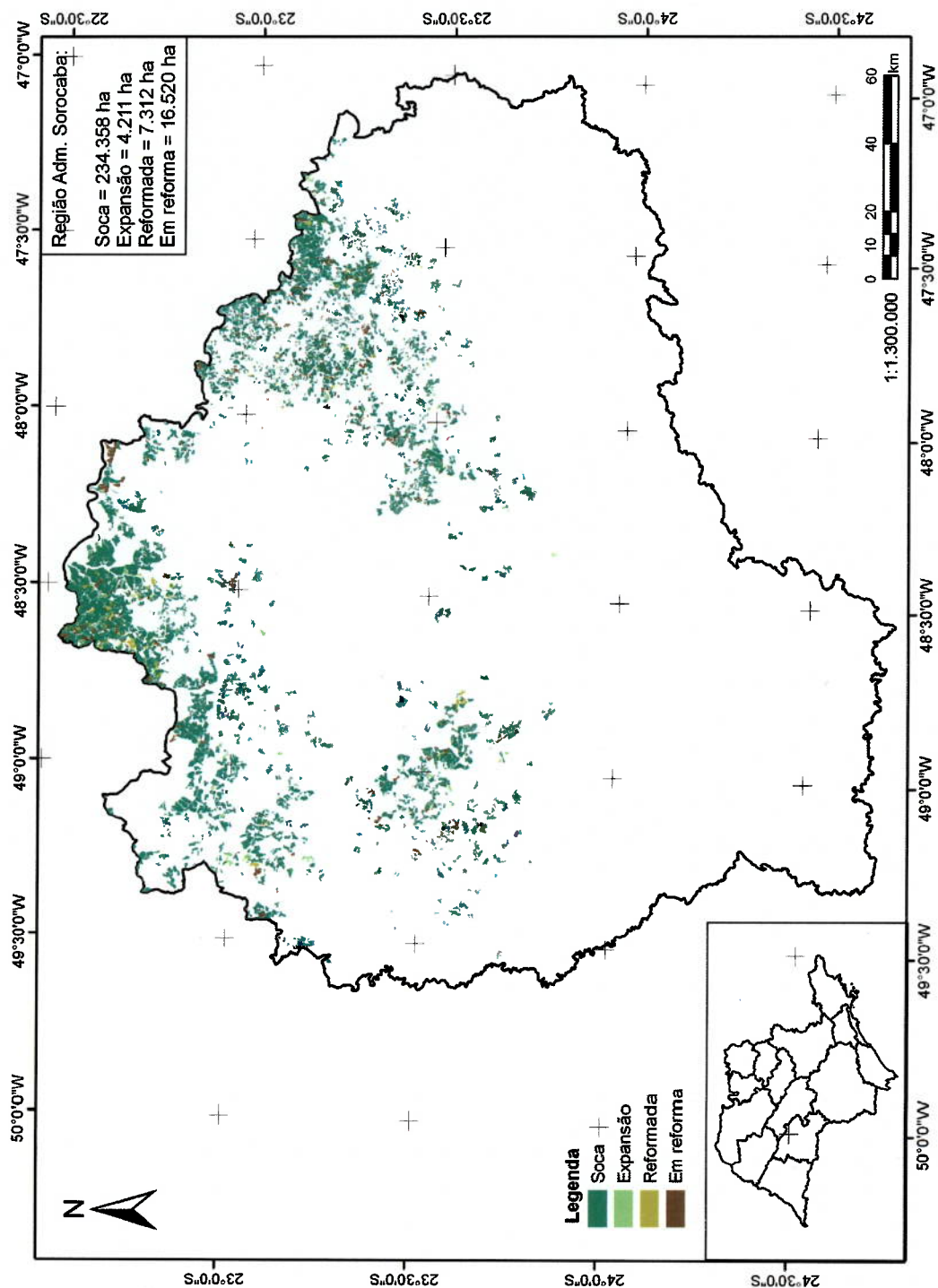


Figura A.11. Localização das áreas cultivadas com cana-de-açúcar, safra 2010/11, na região administrativa de Sorocaba.

**FUNCATE***Fundação de Ciência, Aplicações e Tecnologia Espaciais***APÊNDICE B****Tabela B.1 - Área de cana-de-açúcar disponível para colheita, em reforma e total cultivada nos municípios do estado de São Paulo na safra 2010/11.**

Município	Disponível para colheita (ha)				Em reforma ^(d) (ha)	Total Cultivada ^(e) (ha)
	Soca ^(a)	Reformada ^(b)	Expansão ^(c)	Total ^(a+b+c)		
Adamantina	12.602	2.172	64	14.838	834	15.672
Adolfo	3.855	13	1.385	5.253	0	5.253
Aguaí	11.041	351	441	11.833	721	12.554
Águas da Prata	76	0	0	76	0	76
Águas de Lindóia	0	0	0	0	0	0
Águas de Sta Bárbara	3.857	122	0	3.979	21	4.000
Águas de São Pedro	0	0	0	0	0	0
Agudos	13.765	867	258	14.890	910	15.800
Alambari	417	0	1	418	1	419
Alfredo Marcondes	0	0	0	0	0	0
Altair	10.170	893	476	11.539	873	12.412
Altinópolis	20.335	2.238	280	22.853	1.679	24.532
Alto Alegre	11.338	441	1.186	12.965	419	13.384
Alumínio	0	0	0	0	0	0
Álvares Florence	3.793	0	690	4.483	19	4.502
Álvares Machado	61	0	0	61	0	61
Álvaro de Carvalho	0	0	0	0	0	0
Alvinlândia	0	0	0	0	0	0
Americana	1.713	101	0	1.814	454	2.268
Américo Brasiliense	7.355	398	37	7.790	231	8.021
Américo de Campos	3.200	32	814	4.046	0	4.046
Amparo	2.465	42	0	2.507	238	2.745
Analândia	4.840	190	142	5.172	124	5.296
Andradina	22.677	476	3.204	26.357	1.554	27.911
Angatuba	1.543	6	0	1.549	28	1.577
Anhembi	5.241	0	15	5.256	1.811	7.067
Anhumas	6.381	0	1.101	7.482	0	7.482
Aparecida	0	0	0	0	0	0
Aparecida D'Oeste	1.313	0	112	1.425	0	1.425
Apiáí	0	0	0	0	0	0
Araçariguama	0	0	0	0	0	0
Araçatuba	33.547	904	1.343	35.794	2.007	37.801
Araçoiaba da Serra	544	0	0	544	24	568
Aramina	11.621	1.313	40	12.974	1.676	14.650
Arandu	2.356	0	0	2.356	0	2.356
Arapeí	0	0	0	0	0	0
Araraquara	40.194	4.022	247	44.463	3.742	48.205
Araras	27.410	1.342	83	28.835	2.374	31.209
Arco-Íris	4.160	365	372	4.897	284	5.181
Arealva	7.590	93	101	7.784	48	7.832
Areias	0	0	0	0	0	0
Areíópolis	5.342	377	0	5.719	973	6.692
Ariranha	8.008	780	0	8.788	838	9.626
Artur Nogueira	1.958	60	16	2.034	146	2.180

Continua...

**FUNCATE**

Fundação de Ciência, Aplicações e Tecnologia Espaciais

Tabela B.1 – Continuação.

Município	Disponível para colheita (ha)				Em	Total
	Soca ^(a)	Reformada ^(b)	Expansão ^(c)	Total ^(a+b+c)	reforma ^(d) (ha)	Cultivada ^(e) (ha)
Arujá	0	0	0	0	0	0
Aspásia	77	0	0	77	0	77
Assis	12.065	167	215	12.447	1.487	13.934
Atibaia	0	0	0	0	0	0
Auriflama	5.590	0	326	5.916	4	5.920
Avai	4.355	43	206	4.604	398	5.002
Avanhandava	19.970	917	118	21.005	260	21.265
Avaré	15.280	74	602	15.956	408	16.364
Bady Bassitt	1.586	106	14	1.706	394	2.100
Balbinos	1.194	0	520	1.714	3	1.717
Bálsamo	3.975	142	43	4.160	174	4.334
Bananal	0	0	0	0	0	0
Barão de Antonina	0	0	0	0	0	0
Barbosa	7.104	263	50	7.417	296	7.713
Bariri	20.755	1.260	443	22.458	1.884	24.342
Barra Bonita	8.874	377	7	9.258	809	10.067
Barra do Chapéu	0	0	0	0	0	0
Barra do Turvo	0	0	0	0	0	0
Barretos	61.267	5.781	1.842	68.890	3.145	72.035
Barrinha	9.575	829	47	10.451	638	11.089
Barueri	0	0	0	0	0	0
Bastos	1.870	132	43	2.045	0	2.045
Batatais	40.722	3.470	186	44.378	3.120	47.498
Bauru	896	0	0	896	0	896
Bebedouro	27.704	2.160	468	30.332	2.685	33.017
Bento de Abreu	14.827	852	191	15.870	1.797	17.667
Bernardino Campos	6.299	277	25	6.601	1.037	7.638
Bertioga	0	0	0	0	0	0
Bilac	3.480	190	177	3.847	302	4.149
Birigui	10.613	12	304	10.929	33	10.962
Biritiba-Mirim	0	0	0	0	0	0
Boa Esperança do Sul	21.401	2.224	815	24.440	1.919	26.359
Bocaina	13.367	1.916	0	15.283	1.519	16.802
Bofete	92	0	0	92	0	92
Boituva	5.703	177	16	5.896	572	6.468
Bom Jesus Perdões	0	0	0	0	0	0
Bom Sucesso Itararé	0	0	0	0	0	0
Borá	3.312	0	105	3.417	234	3.651
Boracéia	6.795	258	29	7.082	242	7.324
Borborema	22.567	1.507	788	24.862	977	25.839
Borebi	5.888	54	99	6.041	754	6.795
Botucatu	20.029	347	70	20.446	1.071	21.517
Bragança Paulista	0	0	0	0	0	0
Braúna	7.623	350	376	8.349	29	8.378
Brejo Alegre	2.824	0	342	3.166	10	3.176

Continua...

**FUNCATE**

Fundação de Ciência, Aplicações e Tecnologia Espaciais

Tabela B.1 – Continuação.

Município	Disponível para colheita (ha)				Em reforma ^(d) (ha)	Total Cultivada ^(e) (ha)
	Soca ^(a)	Reformada ^(b)	Expansão ^(c)	Total ^(a+b+c)		
Brodowski	11.595	1.176	76	12.847	1.407	14.254
Brotas	25.869	453	335	26.657	1.714	28.371
Buri	204	0	0	204	0	204
Buritama	4.219	80	66	4.365	119	4.484
Buritizal	7.476	1.277	51	8.804	2.010	10.814
Cabrália Paulista	1.826	26	0	1.852	193	2.045
Cabreúva	0	0	0	0	0	0
Caçapava	0	0	0	0	0	0
Cachoeira Paulista	0	0	0	0	0	0
Caconde	488	109	8	605	57	662
Cafelândia	27.684	175	1.449	29.308	254	29.562
Caiabu	4.380	1.486	120	5.986	1.786	7.772
Caieiras	0	0	0	0	0	0
Caiuá	5.636	37	90	5.763	8	5.771
Cajamar	0	0	0	0	0	0
Cajati	0	0	0	0	0	0
Cajobi	6.351	181	36	6.568	363	6.931
Cajuru	19.205	606	110	19.921	1.666	21.587
Campina Mte Alegre	914	0	0	914	0	914
Campinas	1.580	470	14	2.064	72	2.136
Campo Limpo Paulista	0	0	0	0	0	0
Campos do Jordão	0	0	0	0	0	0
Campos N. Paulista	6.940	0	30	6.970	0	6.970
Cananéia	0	0	0	0	0	0
Canas	0	0	0	0	0	0
Cândido Mota	19.018	205	278	19.501	1.834	21.335
Cândido Rodrigues	2.308	53	33	2.394	216	2.610
Canitar	3.238	35	58	3.331	414	3.745
Capão Bonito	0	0	0	0	0	0
Capela do Alto	1.305	0	0	1.305	162	1.467
Capivari	19.095	814	55	19.964	1.537	21.501
Caraguatatuba	0	0	0	0	0	0
Carapicuíba	0	0	0	0	0	0
Cardoso	6.103	0	1.886	7.989	0	7.989
Casa Branca	15.254	766	173	16.193	659	16.852
Cássia dos Coqueiros	1.151	0	52	1.203	114	1.317
Castilho	23.300	174	1.486	24.960	1.233	26.193
Catanduva	13.246	1.552	212	15.010	1.111	16.121
Catiguá	8.299	1.658	28	9.985	915	10.900
Cedral	5.649	435	121	6.205	571	6.776
Cerqueira César	9.984	100	154	10.238	120	10.358
Cerquilha	2.690	122	0	2.812	295	3.107
Cesário Lange	4.876	159	132	5.167	647	5.814
Charqueada	7.934	266	0	8.200	716	8.916

Continua...

**FUNCATE**

Fundação de Ciência, Aplicações e Tecnologia Espaciais

Tabela B.1 – Continuação.

Município	Disponível para colheita (ha)				Em	Total
	Soca ^(a)	Reformada ^(b)	Expansão ^(c)	Total ^(a+b+c)	reforma ^(d) (ha)	Cultivada ^(e) (ha)
Chavantes	10.817	706	225	11.748	247	11.995
Clementina	5.380	303	397	6.080	376	6.456
Colina	18.862	3.329	804	22.995	1.283	24.278
Colômbia	25.597	1.730	1.312	28.639	1.076	29.715
Conchal	850	0	0	850	112	962
Conchas	1.788	0	81	1.869	141	2.010
Cordeirópolis	6.756	213	68	7.037	473	7.510
Coroados	8.793	196	362	9.351	2	9.353
Coronel Macedo	1.389	0	35	1.424	135	1.559
Corumbataí	4.009	551	131	4.691	376	5.067
Cosmópolis	6.168	251	109	6.528	319	6.847
Cosmorama	8.335	37	408	8.780	179	8.959
Cotia	0	0	0	0	0	0
Cravinhos	16.479	2.509	16	19.004	2.607	21.611
Cristais Paulista	1.628	0	273	1.901	0	1.901
Cruzália	3.067	158	29	3.254	193	3.447
Cruzeiro	0	0	0	0	0	0
Cubatão	0	0	0	0	0	0
Cunha	0	0	0	0	0	0
Descalvado	22.038	1.569	2.051	25.658	2.392	28.050
Diadema	0	0	0	0	0	0
Dirce Reis	0	0	67	67	0	67
Divinolândia	99	0	7	106	0	106
Dobrada	9.534	910	0	10.444	1.825	12.269
Dois Córregos	31.021	2.430	39	33.490	2.647	36.137
Dolcinópolis	701	0	225	926	0	926
Dourado	5.484	172	0	5.656	1.188	6.844
Dracena	10.025	76	1.081	11.182	144	11.326
Duartina	373	32	8	413	67	480
Dumont	7.513	589	52	8.154	742	8.896
Echaporã	5.962	464	52	6.478	276	6.754
Eldorado	0	0	0	0	0	0
Elias Fausto	7.764	513	63	8.340	457	8.797
Elisiário	4.683	596	54	5.333	226	5.559
Embaúba	3.194	70	0	3.264	173	3.437
Embu	0	0	0	0	0	0
Embu-Guaçu	0	0	0	0	0	0
Emilianópolis	3.241	750	26	4.017	352	4.369
Engenheiro Coelho	1.436	162	126	1.724	156	1.880
Espírito Sto do Pinhal	1.666	563	55	2.284	0	2.284
Espírito Sto do Turvo	5.054	31	176	5.261	151	5.412
Estiva Gerbi	716	348	28	1.092	14	1.106
Estrela do Norte	4.408	0	105	4.513	0	4.513
Estrela D'Oeste	3.906	317	773	4.996	112	5.108
Euclides Cunha Pista	1.474	2	997	2.473	51	2.524

Continua...

**FUNCATE***Fundação de Ciência, Aplicações e Tecnologia Espaciais*

Tabela B.1 – Continuação.

Município	Disponível para colheita (ha)				Em	Total
	Soca ^(a)	Reformada ^(b)	Expansão ^(c)	Total ^(a+b+c)	reforma ^(d) (ha)	Cultivada ^(e) (ha)
Fartura	223	0	0	223	0	223
Fernando Prestes	7.076	640	65	7.781	109	7.890
Fernandópolis	8.729	297	1.009	10.035	480	10.515
Fernão	247	0	0	247	0	247
Ferraz Vasconcelos	0	0	0	0	0	0
Flora Rica	5.976	2	66	6.044	640	6.684
Floreal	5.624	0	114	5.738	0	5.738
Flórida Paulista	19.334	572	625	20.531	568	21.099
Florínia	9.266	281	16	9.563	325	9.888
Franca	7.009	315	0	7.324	200	7.524
Francisco Morato	0	0	0	0	0	0
Franco da Rocha	0	0	0	0	0	0
Gabriel Monteiro	2.668	572	84	3.324	202	3.526
Gália	2	0	0	2	0	2
Garça	0	0	0	0	0	0
Gastão Vidigal	4.448	0	375	4.823	25	4.848
Gavião Peixoto	8.334	99	40	8.473	358	8.831
General Salgado	11.171	64	289	11.524	203	11.727
Getulina	20.009	1.069	534	21.612	2.285	23.897
Glicério	10.335	348	566	11.249	540	11.789
Guaíçara	9.936	334	83	10.353	37	10.390
Guaimbê	4.173	132	462	4.767	0	4.767
Guaiçara	53.619	4.815	1.081	59.515	2.237	61.752
Guapiaçu	14.426	844	131	15.401	1.283	16.684
Guapiara	0	0	0	0	0	0
Guará	21.648	1.662	314	23.624	1.919	25.543
Guaraçaí	12.459	98	563	13.120	158	13.278
Guaraci	18.789	1.029	518	20.336	1.993	22.329
Guarani D'Oeste	219	0	241	460	0	460
Guarantã	7.876	0	11	7.887	103	7.990
Guararapes	38.450	1.423	1.272	41.145	1.508	42.653
Guararema	0	0	0	0	0	0
Guaratinguetá	0	0	0	0	0	0
Guareí	4.323	53	21	4.397	370	4.767
Guariba	19.016	1.896	31	20.943	1.675	22.618
Guarujá	0	0	0	0	0	0
Guarulhos	0	0	0	0	0	0
Guataporã	21.006	2.023	0	23.029	1.399	24.428
Guzolândia	3.986	0	0	3.986	0	3.986
Herculândia	5.514	739	207	6.460	178	6.638
Holambra	420	22	15	457	27	484
Hortolândia	0	13	0	13	27	40
Iacanga	15.261	59	453	15.773	445	16.218
Iacri	6.339	440	355	7.134	128	7.262
Iaras	4.642	0	61	4.703	20	4.723

Continua...

**FUNCATE**

Fundação de Ciência, Aplicações e Tecnologia Espaciais

Tabela B.1 – Continuação.

Município	Disponível para colheita (ha)				Em reforma ^(d) (ha)	Total Cultivada ^(e) (ha)
	Soca ^(a)	Reformada ^(b)	Expansão ^(c)	Total ^(a+b+c)		
Ibaté	11.821	985	221	13.027	1.343	14.370
Ibirá	9.802	727	613	11.142	474	11.616
Ibirarema	9.574	24	15	9.613	380	9.993
Ibitinga	20.366	1.135	1.425	22.926	944	23.870
Ibiúna	0	0	0	0	0	0
Icém	10.658	1.852	1.429	13.939	93	14.032
Iepê	8.805	1.690	56	10.551	1.166	11.717
Igarapu do Tietê	6.465	236	0	6.701	716	7.417
Igarapava	19.730	1.825	187	21.742	2.919	24.661
Igaratá	0	0	0	0	0	0
Iguape	0	0	0	0	0	0
Ilha Comprida	0	0	0	0	0	0
Ilha Solteira	14.427	0	696	15.123	251	15.374
Ilhabela	0	0	0	0	0	0
Indaiatuba	2.362	114	48	2.524	73	2.597
Indiana	77	0	0	77	0	77
Indiaporã	1.751	0	416	2.167	0	2.167
Inúbia Paulista	2.145	40	0	2.185	114	2.299
Ipaussu	10.721	81	11	10.813	576	11.389
Iperó	1.021	32	48	1.101	207	1.308
Ipeúna	5.385	310	59	5.754	246	6.000
Ipiguá	2.431	55	714	3.200	6	3.206
Iporanga	0	0	0	0	0	0
Ipuã	26.506	2.539	121	29.166	3.124	32.290
Iracemópolis	5.303	2.071	9	7.383	659	8.042
Irapuã	7.654	497	135	8.286	351	8.637
Irapuru	3.063	125	208	3.396	5	3.401
Itaberá	1.235	0	0	1.235	0	1.235
Itaí	16.701	226	269	17.196	859	18.055
Itajobi	23.390	1.382	372	25.144	1.455	26.599
Itaju	6.888	677	186	7.751	514	8.265
Itanhaém	0	0	0	0	0	0
Itaóca	0	0	0	0	0	0
Itapecerica da Serra	0	0	0	0	0	0
Itapetininga	10.650	104	416	11.170	290	11.460
Itapeva	3.482	47	92	3.621	192	3.813
Itapevi	0	0	0	0	0	0
Itapira	6.837	336	0	7.173	322	7.495
Itapirapuã Paulista	0	0	0	0	0	0
Itápolis	31.939	1.377	1.553	34.869	1.487	36.356
Itaporanga	516	0	0	516	0	516
Itapuí	8.236	50	0	8.286	1.682	9.968
Itapura	9.051	0	867	9.918	332	10.250
Itaquaquecetuba	0	0	0	0	0	0
Itararé	0	0	0	0	0	0

Continua...

**FUNCATE**

Fundação de Ciência, Aplicações e Tecnologia Espaciais

Tabela B.1 – Continuação.

Município	Disponível para colheita (ha)				Em	Total
	Soca ^(a)	Reformada ^(b)	Expansão ^(c)	Total ^(a+b+c)	reforma ^(d) (ha)	Cultivada ^(e) (ha)
Itariri	0	0	0	0	0	0
Itatiba	173	0	0	173	0	173
Itatinga	1.856	0	252	2.108	0	2.108
Itirapina	7.850	372	64	8.286	148	8.434
Itirapuã	187	0	35	222	0	222
Itobi	1.476	35	6	1.517	50	1.567
Itu	1.654	29	44	1.727	67	1.794
Itupeva	74	0	0	74	0	74
Ituverava	38.650	1.869	315	40.834	3.158	43.992
Jaborandi	15.727	2.144	0	17.871	1.523	19.394
Jaboticabal	42.515	6.877	82	49.474	5.514	54.988
Jacareí	0	0	0	0	0	0
Jaci	5.180	109	24	5.313	37	5.350
Jacupiranga	0	0	0	0	0	0
Jaguariúna	2.549	9	0	2.558	0	2.558
Jales	1.101	0	329	1.430	0	1.430
Jambeiro	0	0	0	0	0	0
Jandira	0	0	0	0	0	0
Jardinópolis	26.938	3.257	29	30.224	3.550	33.774
Jarinu	0	0	0	0	0	0
Jaú	41.345	1.651	42	43.038	3.765	46.803
Jeriquara	3.313	173	47	3.533	423	3.956
Joanópolis	0	0	0	0	0	0
João Ramalho	13.953	329	1.223	15.505	198	15.703
José Bonifácio	26.145	641	594	27.380	248	27.628
Júlio Mesquita	234	0	90	324	0	324
Jumirim	414	5	0	419	100	519
Jundiaí	0	0	0	0	0	0
Junqueirópolis	18.168	475	1.817	20.460	247	20.707
Juquiá	0	0	0	0	0	0
Juquitiba	0	0	0	0	0	0
Lagoinha	0	0	0	0	0	0
Laranjal Paulista	8.260	356	77	8.693	1.062	9.755
Lavínia	16.924	394	708	18.026	596	18.622
Lavrinhas	0	0	0	0	0	0
Leme	16.679	569	9	17.257	746	18.003
Lençóis Paulista	38.025	2.520	111	40.656	2.998	43.654
Limeira	10.683	1.645	238	12.566	1.877	14.443
Lindóia	0	0	0	0	0	0
Lins	21.936	596	377	22.909	849	23.758
Lorena	0	0	0	0	0	0
Lourdes	3.743	74	3	3.820	20	3.840
Louveira	0	0	0	0	0	0
Lucélia	10.065	355	0	10.420	241	10.661
Lucianópolis	1.711	0	0	1.711	0	1.711

Continua...

**FUNCATE**

Fundação de Ciência, Aplicações e Tecnologia Espaciais

Tabela B.1 – Continuação.

Município	Disponível para colheita (ha)				Em reforma ^(d) (ha)	Total Cultivada ^(e) (ha)
	Soca ^(a)	Reformada ^(b)	Expansão ^(c)	Total ^(a+b+c)		
Luís Antônio	24.340	2.888	260	27.488	1.414	28.902
Luiziânia	4.434	1.034	235	5.703	15	5.718
Lupércio	0	0	0	0	0	0
Lutécia	9.142	492	51	9.685	533	10.218
Macatuba	14.852	1.187	25	16.064	758	16.822
Macaubal	6.861	140	29	7.030	158	7.188
Macedônia	3.415	8	1.331	4.754	151	4.905
Magda	8.870	22	99	8.991	164	9.155
Mairinque	0	0	0	0	0	0
Mairiporã	0	0	0	0	0	0
Manduri	2.758	262	579	3.599	322	3.921
Marabá Paulista	13.196	83	421	13.700	657	14.357
Maracáí	13.826	1.945	276	16.047	1.823	17.870
Marapoama	5.604	355	116	6.075	521	6.596
Mariópolis	1.684	14	18	1.716	18	1.734
Marília	3.626	0	13	3.639	0	3.639
Marinópolis	0	0	18	18	0	18
Martinópolis	23.505	1.863	701	26.069	1.705	27.774
Matão	14.368	901	191	15.460	1.944	17.404
Mauá	0	0	0	0	0	0
Mendonça	4.033	96	93	4.222	17	4.239
Meridiano	3.581	122	743	4.446	13	4.459
Mesópolis	4.107	0	853	4.960	0	4.960
Miguelópolis	36.886	2.269	790	39.945	2.468	42.413
Mineiros do Tietê	10.888	720	52	11.660	1.293	12.953
Mira Estrela	202	0	7	209	0	209
Miracatu	0	0	0	0	0	0
Mirandópolis	16.163	670	1.482	18.315	913	19.228
Mte do Paranapanema	6.342	100	4.628	11.070	0	11.070
Mirassol	4.870	76	187	5.133	0	5.133
Mirassolândia	3.044	141	184	3.369	121	3.490
Mococa	19.004	1.931	348	21.283	419	21.702
Mogi das Cruzes	0	0	0	0	0	0
Mogi Guaçu	8.086	394	225	8.705	1.016	9.721
Mogi Mirim	5.304	1.354	45	6.703	672	7.375
Mombuca	8.174	270	0	8.444	195	8.639
Monções	3.133	0	188	3.321	42	3.363
Mongaguá	0	0	0	0	0	0
Monte Alegre do Sul	0	0	0	0	0	0
Monte Alto	9.297	472	128	9.897	753	10.650
Monte Aprazível	15.862	799	398	17.059	615	17.674
Monte Azul Paulista	8.853	198	194	9.245	271	9.516
Monte Castelo	3.785	65	741	4.591	0	4.591
Monte Mor	5.601	348	171	6.120	287	6.407
Monteiro Lobato	0	0	0	0	0	0

Continua...

**FUNCATE**

Fundação de Ciência, Aplicações e Tecnologia Espaciais

Tabela B.1 – Continuação.

Município	Disponível para colheita (ha)				Em reforma ^(d) (ha)	Total Cultivada ^(e) (ha)
	Soca ^(a)	Reformada ^(b)	Expansão ^(c)	Total ^(a+b+c)		
Morro Agudo	87.753	10.115	256	98.124	7.336	105.460
Morungaba	375	0	0	375	0	375
Motuca	12.679	1.542	0	14.221	2.094	16.315
Murutinga do Sul	3.837	6	90	3.933	66	3.999
Nantes	5.419	0	331	5.750	57	5.807
Narandiba	10.360	0	1.544	11.904	193	12.097
Natividade da Serra	0	0	0	0	0	0
Nazaré Paulista	0	0	0	0	0	0
Neves Paulista	6.910	475	91	7.476	354	7.830
Nhandeara	12.413	429	289	13.131	152	13.283
Nipoã	4.740	277	155	5.172	166	5.338
Nova Aliança	6.368	703	165	7.236	435	7.671
Nova Campina	0	0	0	0	0	0
Nova Canaã Paulista	508	0	0	508	0	508
Nova Castilho	4.653	0	378	5.031	54	5.085
Nova Europa	5.915	895	82	6.892	316	7.208
Nova Granada	8.160	844	91	9.095	377	9.472
Nova Guataporanga	636	0	0	636	0	636
Nova Independência	9.780	29	417	10.226	39	10.265
Nova Luzitânia	1.269	0	59	1.328	19	1.347
Nova Odessa	1.161	30	0	1.191	173	1.364
Novais	6.490	803	149	7.442	566	8.008
Novo Horizonte	35.005	2.991	436	38.432	2.564	40.996
Nuporanga	18.195	1.440	564	20.199	2.302	22.501
Ocaçu	434	0	0	434	0	434
Óleo	1.828	10	58	1.896	32	1.928
Olímpia	30.992	2.984	876	34.852	2.224	37.076
Onda Verde	9.750	646	137	10.533	508	11.041
Oriente	1.776	141	66	1.983	0	1.983
Orindiúva	11.603	1.684	184	13.471	1.302	14.773
Orlândia	13.880	2.821	32	16.733	3.174	19.907
Osasco	0	0	0	0	0	0
Oscar Bressane	207	0	10	217	0	217
Osvaldo Cruz	4.078	266	38	4.382	29	4.411
Ourinhos	11.334	805	152	12.291	1.119	13.410
Ouro Verde	7.244	140	486	7.870	594	8.464
Ouroeste	4.178	109	1.164	5.451	225	5.676
Pacaembu	9.405	441	98	9.944	0	9.944
Palestina	20.865	392	1.601	22.858	404	23.262
Palmares Paulista	4.636	482	0	5.118	978	6.096
Palmeira D'Oeste	167	0	179	346	0	346
Palmital	22.384	404	228	23.016	1.336	24.352
Panorama	2.584	0	43	2.627	0	2.627
Paraguaçu Paulista	43.051	4.788	869	48.708	5.859	54.567
Paraibuna	0	0	0	0	0	0

Continua...

**FUNCATE**

Fundação de Ciência, Aplicações e Tecnologia Espaciais

Tabela B.1 – Continuação.

Município	Disponível para colheita (ha)				Em reforma ^(d) (ha)	Total Cultivada ^(e) (ha)
	Soca ^(a)	Reformada ^(b)	Expansão ^(c)	Total ^(a+b+c)		
Paraíso	7.157	285	46	7.488	356	7.844
Paranapanema	2.238	549	35	2.822	17	2.839
Paranapuã	931	0	1.523	2.454	0	2.454
Parapuã	10.275	916	410	11.601	241	11.842
Pardinho	285	0	0	285	0	285
Pariquera-Açu	0	0	0	0	0	0
Parisi	975	0	180	1.155	0	1.155
Patrocínio Paulista	12.216	417	104	12.737	265	13.002
Paulicéia	9.396	0	338	9.734	9	9.743
Paulínia	2.285	380	0	2.665	104	2.769
Paulistânia	1.248	0	0	1.248	113	1.361
Paulo de Faria	22.828	1.722	719	25.269	1.779	27.048
Pederneiras	28.415	4.929	412	33.756	3.805	37.561
Pedra Bela	0	0	0	0	0	0
Pedranópolis	2.729	274	405	3.408	12	3.420
Pedregulho	3.824	469	185	4.478	769	5.247
Pedreira	167	0	0	167	0	167
Pedrinhas Paulista	2.388	0	72	2.460	0	2.460
Pedro de Toledo	0	0	0	0	0	0
Penápolis	33.829	1.115	1.405	36.349	898	37.247
Pereira Barreto	21.134	81	1.819	23.034	248	23.282
Pereiras	877	46	118	1.041	94	1.135
Peruíbe	0	0	0	0	0	0
Piacatu	5.354	672	128	6.154	112	6.266
Piedade	0	0	0	0	0	0
Pilar do Sul	0	0	0	0	0	0
Pindamonhangaba	0	0	0	0	0	0
Pindorama	9.376	692	46	10.114	847	10.961
Pinhalzinho	0	0	0	0	0	0
Piquerobi	2.642	0	0	2.642	0	2.642
Piquete	0	0	0	0	0	0
Piracaia	0	0	0	0	0	0
Piracicaba	45.246	2.634	216	48.096	3.142	51.238
Piraju	3.214	0	282	3.496	396	3.892
Pirajuí	13.918	223	414	14.555	785	15.340
Pirangi	10.043	366	179	10.588	339	10.927
Pirapora Bom Jesus	0	0	0	0	0	0
Pirapozinho	18.949	0	661	19.610	609	20.219
Pirassununga	22.403	2.232	139	24.774	1.818	26.592
Piratininga	748	90	0	838	0	838
Pitangueiras	28.479	3.025	65	31.569	2.612	34.181
Planalto	10.519	909	1.004	12.432	453	12.885
Platina	6.420	61	0	6.481	319	6.800
Poá	0	0	0	0	0	0
Poloni	4.565	293	135	4.993	17	5.010

Continua...

**FUNCATE**

Fundação de Ciência, Aplicações e Tecnologia Espaciais

Tabela B.1 – Continuação.

Município	Disponível para colheita (ha)				Em	Total
	Soca ^(a)	Reformada ^(b)	Expansão ^(c)	Total ^(a+b+c)	reforma ^(d) (ha)	Cultivada ^(e) (ha)
Pompéia	9.799	559	792	11.150	6	11.156
Pongai	2.584	217	525	3.326	31	3.357
Pontal	25.598	665	10	26.273	1.931	28.204
Pontalinda	2.832	0	326	3.158	0	3.158
Pontes Gestal	9.879	0	160	10.039	349	10.388
Populina	8.675	0	139	8.814	0	8.814
Porangaba	436	0	0	436	0	436
Porto Feliz	18.258	615	31	18.904	1.285	20.189
Porto Ferreira	7.064	860	0	7.924	388	8.312
Potim	0	0	0	0	0	0
Potirendaba	9.780	328	380	10.488	658	11.146
Pracinha	897	0	0	897	49	946
Pradópolis	9.984	457	0	10.441	140	10.581
Praia Grande	0	0	0	0	0	0
Pratânia	5.024	479	43	5.546	508	6.054
Presidente Alves	1.544	30	230	1.804	134	1.938
Presidente Bernardes	3.542	278	0	3.820	77	3.897
Presidente Epitácio	1.382	0	0	1.382	0	1.382
Presidente Prudente	5.785	1.760	50	7.595	758	8.353
Presidente Venceslau	8.244	0	614	8.858	196	9.054
Promissão	22.321	1.346	217	23.884	521	24.405
Quadra	2.414	36	0	2.450	281	2.731
Quatá	20.973	2.292	1.656	24.921	4.194	29.115
Queiroz	6.521	459	1.038	8.018	235	8.253
Queluz	0	0	0	0	0	0
Quintana	3.316	0	80	3.396	20	3.416
Rafard	7.783	396	0	8.179	164	8.343
Rancharia	22.925	636	4.864	28.425	1.282	29.707
Redenção da Serra	0	0	0	0	0	0
Regente Feijó	1.418	101	0	1.519	46	1.565
Reginópolis	5.666	84	237	5.987	169	6.156
Registro	0	0	0	0	0	0
Restinga	9.156	620	0	9.776	415	10.191
Ribeira	0	0	0	0	0	0
Ribeirão Bonito	14.592	827	47	15.466	1.959	17.425
Ribeirão Branco	0	0	0	0	0	0
Ribeirão Corrente	1.819	4	133	1.956	148	2.104
Ribeirão do Sul	3.051	0	117	3.168	374	3.542
Ribeirão dos Índios	4.114	0	117	4.231	17	4.248
Ribeirão Grande	0	0	0	0	0	0
Ribeirão Pires	0	0	0	0	0	0
Ribeirão Preto	26.836	3.006	0	29.842	2.385	32.227
Rifaina	1.435	0	105	1.540	100	1.640
Rincão	13.804	2.155	15	15.974	1.028	17.002
Rinópolis	6.087	299	335	6.721	13	6.734

Continua...

**FUNCATE**

Fundação de Ciência, Aplicações e Tecnologia Espaciais

Tabela B.1 – Continuação.

Município	Disponível para colheita (ha)				Em reforma ^(d) (ha)	Total Cultivada ^(e) (ha)
	Soca ^(a)	Reformada ^(b)	Expansão ^(c)	Total ^(a+b+c)		
Rio Claro	9.988	620	35	10.643	990	11.633
Rio das Pedras	13.770	457	27	14.254	653	14.907
Rio Grande da Serra	0	0	0	0	0	0
Riolândia	15.337	261	446	16.044	339	16.383
Riversul	0	0	0	0	0	0
Rosana	2.226	0	646	2.872	0	2.872
Roseira	0	0	0	0	0	0
Rubiácea	8.873	239	632	9.744	250	9.994
Rubinéia	2.053	0	0	2.053	0	2.053
Sabino	6.633	460	26	7.119	17	7.136
Sagres	4.214	191	153	4.558	298	4.856
Sales	8.066	80	1.064	9.210	401	9.611
Sales Oliveira	17.107	1.828	50	18.985	1.196	20.181
Salesópolis	0	0	0	0	0	0
Salmourão	5.933	332	103	6.368	176	6.544
Saltinho	3.653	70	0	3.723	148	3.871
Salto	1.260	10	199	1.469	47	1.516
Salto de Pirapora	0	0	0	0	0	0
Salto Grande	3.478	0	25	3.503	281	3.784
Sandovalina	14.611	0	710	15.321	341	15.662
Santa Adélia	17.339	2.042	382	19.763	2.365	22.128
Santa Albertina	1.019	0	158	1.177	0	1.177
Sta Bárbara D'Oeste	15.789	297	0	16.086	713	16.799
Santa Branca	0	0	0	0	0	0
Santa Clara D'Oeste	0	0	0	0	0	0
Sta Cruz Conceição	3.688	137	63	3.888	125	4.013
Sta Cruz Esperança	4.471	765	19	5.255	1.114	6.369
Sta Cruz Palmeiras	13.729	830	22	14.581	893	15.474
Sta Cruz do Rio Pardo	24.320	578	466	25.364	2.214	27.578
Santa Ernestina	9.720	338	0	10.058	734	10.792
Santa Fé do Sul	86	0	55	141	0	141
Santa Gertrudes	4.421	816	11	5.248	738	5.986
Santa Isabel	0	0	0	0	0	0
Santa Lúcia	8.919	328	0	9.247	623	9.870
Santa Maria da Serra	5.580	313	9	5.902	358	6.260
Santa Mercedes	3.874	0	776	4.650	30	4.680
Sta Rita Passa Quatro	15.805	1.032	214	17.051	665	17.716
Santa Rita D'Oeste	572	0	154	726	0	726
Santa Rosa de Viterbo	9.529	796	56	10.381	446	10.827
Santa Salete	0	0	0	0	0	0
Santana da Ponte Preta	421	0	0	421	0	421
Santana de Parnaíba	0	0	0	0	0	0
Santo Anastácio	3.992	22	169	4.183	459	4.642
Santo André	0	0	0	0	0	0
Sto Antônio da Alegria	2.868	14	85	2.967	28	2.995
Santo Antônio de Posse	2.970	294	46	3.310	21	3.331

**FUNCATE***Fundação de Ciência, Aplicações e Tecnologia Espaciais*

Sto Antônio Aracanguá	31.547	114	690	32.351	896	33.247
Sto Antônio do Jardim	0	0	0	0	0	0
Sto Antônio do Pinhal	0	0	0	0	0	0
Santo Expedito	1.451	221	0	1.672	43	1.715
Santópolis do Aguapeí	4.108	303	35	4.446	398	4.844
Santos	0	0	0	0	0	0
São Bento do Sapucaí	0	0	0	0	0	0
São Bernardo Campo	0	0	0	0	0	0
São Caetano do Sul	0	0	0	0	0	0
São Carlos	32.862	1.377	367	34.606	3.337	37.943
São Francisco	0	0	94	94	0	94
São João da Boa Vista	6.523	651	168	7.342	581	7.923
São João das Duas Pontes	945	0	635	1.580	0	1.580
São João de Iracema	5.757	162	344	6.263	390	6.653
São João Pau D'Alho	3.623	0	41	3.664	106	3.770
São Joaquim da Barra	23.523	3.270	122	26.915	2.540	29.455
São José da Bela Vista	12.072	1.478	121	13.671	1.494	15.165
São José do Barreiro	0	0	0	0	0	0
São José do Rio Pardo	2.760	23	70	2.853	75	2.928
São José do Rio Preto	5.593	226	9	5.828	476	6.304
São José dos Campos	0	0	0	0	0	0
São Lourenço da Serra	0	0	0	0	0	0
São Luís do Paraitinga	0	0	0	0	0	0
São Manuel	32.706	2.449	402	35.557	1.081	36.638
São Miguel Arcanjo	0	0	0	0	0	0
São Paulo	0	0	0	0	0	0
São Pedro	10.948	682	22	11.652	489	12.141
São Pedro do Turvo	6.722	236	40	6.998	415	7.413
São Roque	0	0	0	0	0	0
São Sebastião	0	0	0	0	0	0
São Sebastião Gramma	770	0	12	782	12	794
São Simão	17.941	2.894	66	20.901	2.184	23.085
São Vicente	0	0	0	0	0	0
Sarapuá	330	0	0	330	0	330
Sarutaiá	943	0	0	943	0	943
Sebastianópolis do Sul	5.879	720	59	6.658	216	6.874
Serra Azul	12.938	1.916	29	14.883	1.215	16.098
Serra Negra	594	0	0	594	0	594
Serrana	6.591	1.095	19	7.705	429	8.134
Sertãozinho	25.377	1.898	0	27.275	1.862	29.137
Sete Barras	0	0	0	0	0	0

Continua...

**FUNCATE**

Fundação de Ciência, Aplicações e Tecnologia Espaciais

Tabela B.1 – Continuação.

Município	Disponível para colheita (ha)				Em reforma ^(d) (ha)	Total Cultivada ^(e) (ha)
	Soca ^(a)	Reformada ^(b)	Expansão ^(c)	Total ^(a+b+c)		
Severínia	6.458	125	126	6.709	241	6.950
Silveiras	0	0	0	0	0	0
Socorro	0	0	0	0	0	0
Sorocaba	1.071	6	0	1.077	32	1.109
Sud Mennucci	14.301	924	21	15.246	214	15.460
Sumaré	2.263	99	6	2.368	525	2.893
Suzanópolis	6.551	0	179	6.730	276	7.006
Suzano	0	0	0	0	0	0
Tabapuã	15.220	2.115	489	17.824	1.240	19.064
Tabatinga	7.412	409	192	8.013	319	8.332
Taboão da Serra	0	0	0	0	0	0
Taciba	14.954	22	1.373	16.349	358	16.707
Taguaí	12	0	0	12	0	12
Taiacu	4.804	70	116	4.990	262	5.252
Taiúva	7.179	595	101	7.875	359	8.234
Tambaú	16.691	1.196	183	18.070	1.119	19.189
Tanabi	16.063	430	1.012	17.505	713	18.218
Tapiraí	0	0	0	0	0	0
Tapiratiba	3.489	78	104	3.671	285	3.956
Taquaral	1.430	0	132	1.562	36	1.598
Taquaritinga	26.271	1.587	634	28.492	2.570	31.062
Taquarituba	2.982	0	0	2.982	506	3.488
Taquarivai	0	0	0	0	0	0
Tarabai	2.011	0	799	2.810	0	2.810
Tarumã	18.768	1.211	236	20.215	2.102	22.317
Tatuí	9.719	274	123	10.116	1.079	11.195
Taubaté	0	0	0	0	0	0
Tejupá	407	0	0	407	0	407
Teodoro Sampaio	24.854	1.980	105	26.939	483	27.422
Terra Roxa	13.489	1.312	14	14.815	1.499	16.314
Tietê	10.893	250	13	11.156	1.296	12.452
Timburi	258	0	0	258	0	258
Torre de Pedra	0	0	0	0	0	0
Torrinha	8.534	145	34	8.713	792	9.505
Trabiju	2.498	378	0	2.876	263	3.139
Tremembé	0	0	0	0	0	0
Três Fronteiras	741	0	85	826	0	826
Tuiuti	0	0	0	0	0	0
Tupã	7.550	0	353	7.903	89	7.992
Tupi Paulista	4.327	53	282	4.662	35	4.697
Turiúba	4.016	0	38	4.054	37	4.091
Turmalina	415	0	98	513	0	513
Ubarana	8.685	62	0	8.747	0	8.747
Ubatuba	0	0	0	0	0	0
Ubirajara	276	0	0	276	0	276

Continua...

**FUNCATE***Fundação de Ciência, Aplicações e Tecnologia Espaciais*

Tabela B.1 – Conclusão.

Município	Disponível para colheita (ha)				Em reforma ^(d) (ha)	Total Cultivada ^(e) (ha)
	Soca ^(a)	Reformada ^(b)	Expansão ^(c)	Total ^(a+b+c)		
Uchoa	10.057	1.545	53	11.655	1.270	12.925
União Paulista	2.357	650	82	3.089	202	3.291
Urânia	710	0	150	860	0	860
Uru	1.501	0	453	1.954	51	2.005
Urupês	13.033	1.415	202	14.650	208	14.858
Valentim Gentil	2.367	0	243	2.610	0	2.610
Valinhos	3	0	0	3	0	3
Valparaíso	39.487	2.037	3.848	45.372	2.835	48.207
Vargem	0	0	0	0	0	0
Vargem Grande do Sul	5.899	200	45	6.144	323	6.467
Vargem Gde Paulista	0	0	0	0	0	0
Várzea Paulista	0	0	0	0	0	0
Vera Cruz	0	0	0	0	0	0
Vinhedo	0	0	0	0	0	0
Viradouro	14.240	2.030	112	16.382	698	17.080
Vista Alegre do Alto	4.034	422	23	4.479	126	4.605
Vitória Brasil	166	0	0	166	0	166
Votorantim	0	0	0	0	0	0
Votuporanga	7.285	238	171	7.694	213	7.907
Zacarias	7.730	0	183	7.913	426	8.339
TOTAL	4.569.154	289.860	137.445	4.996.459	306.883	5.303.342



FUNCATE

Fundação de Ciência, Aplicações e Tecnologia Espaciais

**USO DE IMAGENS DE SATÉLITES DE SENSORIAMENTO REMOTO
PARA MAPEAR A ÁREA CULTIVADA COM CANA-DE-AÇÚCAR NO
ESTADO DE SÃO PAULO – SAFRAS 2008/09, 2009/10 E 2010/11**



FUNCATE

Fundação de Ciência, Aplicações e Tecnologia Espaciais

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	3
2 MATERIAL E MÉTODO.....	4
3 RESULTADOS.....	9
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	15
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	16



1 INTRODUÇÃO

O crescimento na venda de carros bicom bustíveis a partir de 2003 (ANFAVEA, 2011) e o crescente interesse mundial em diminuir a dependência por combustíveis fósseis e em mitigar o efeito estufa impulsionaram a demanda por etanol nos últimos anos e consequentemente a expansão do cultivo da cana-de-açúcar. O Brasil é o segundo maior produtor mundial de etanol, sendo o primeiro em etanol derivado da cana-de-açúcar. O país tem grande interesse em expandir a sua exportação. Dessa forma, o monitoramento da cadeia produtiva da cana-de-açúcar é fundamental para a sustentabilidade ambiental dessa cultura e o fortalecimento da produção e exportação do etanol.

Imagens de sensoriamento remoto se tornaram ferramentas imprescindíveis para o monitoramento agrícola, principalmente por propiciar o acompanhamento e o desenvolvimento da cultura ao longo do tempo, previsão de safra, determinação de novas áreas de cultivo, determinação da quantidade e da localização da área cultivada, entre outras possibilidades. Para a cana-de-açúcar, desde a safra 2003/04, o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE em conjunto com outras instituições mantém o projeto Canasat, no qual é determinado anualmente, com o uso de imagens de satélite de sensoriamento remoto e técnicas de geoprocessamento, a área cultivada com a cultura de cana-de-açúcar no estado de São Paulo (RUDORFF et al., 2010a). Para os demais estados produtores da região Centro-Sul: Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais e Paraná, o projeto iniciou o monitoramento na safra 2005/06 (RUDORFF et al., 2007 e SUGAWARA et al., 2008). Os dados são disponibilizados nas diferentes classes de mapeamento, na forma de mapas e tabelas, os quais podem ser consultados no site do projeto: www.dsr.inpe.br/canasat. No site também podem ser realizados diversos tipos de consultas referentes às safras monitoradas pelo projeto.

Este relatório apresenta os resultados referentes às três últimas safras avaliadas no estado de São Paulo, nas diferentes classes, por meio de imagens de satélites orbitais de sensoriamento remoto.



FUNCATE

Fundação de Ciência, Aplicações e Tecnologia Espaciais

2 MATERIAL E MÉTODO

Para a identificação das áreas de cultivo da cana-de-açúcar foram utilizadas imagens, de diferentes datas, do sensor TM (*Thematic Mapper*) e ETM+ (*Enhanced Thematic Mapper*) a bordo dos satélites Landsat-5 e 7, do sensor CCD (*CCD Camera*) a bordo do satélite CBERS-2B, dos sensores LISS-III (*Linear Imaging Self-Scanner*) e AWiFS (*Advanced Wide Field Sensor*), ambos a bordo do satélite ResourceSat-1, também conhecido como IRS-P6.

Para cobrir todo o Estado de São Paulo são necessárias 19 cenas TM e 42 cenas CCD (Figura 2.1). O sensor AWiFS possui resolução espacial de 56m, quatro bandas espectrais, tempo de revisita de 5 dias e largura de faixa imageada de 740 km (SESHADRI et al., 2005). Para utilização no mapeamento da cana-de-açúcar as imagens AWiFS foram recortadas nas dimensões das imagens TM.

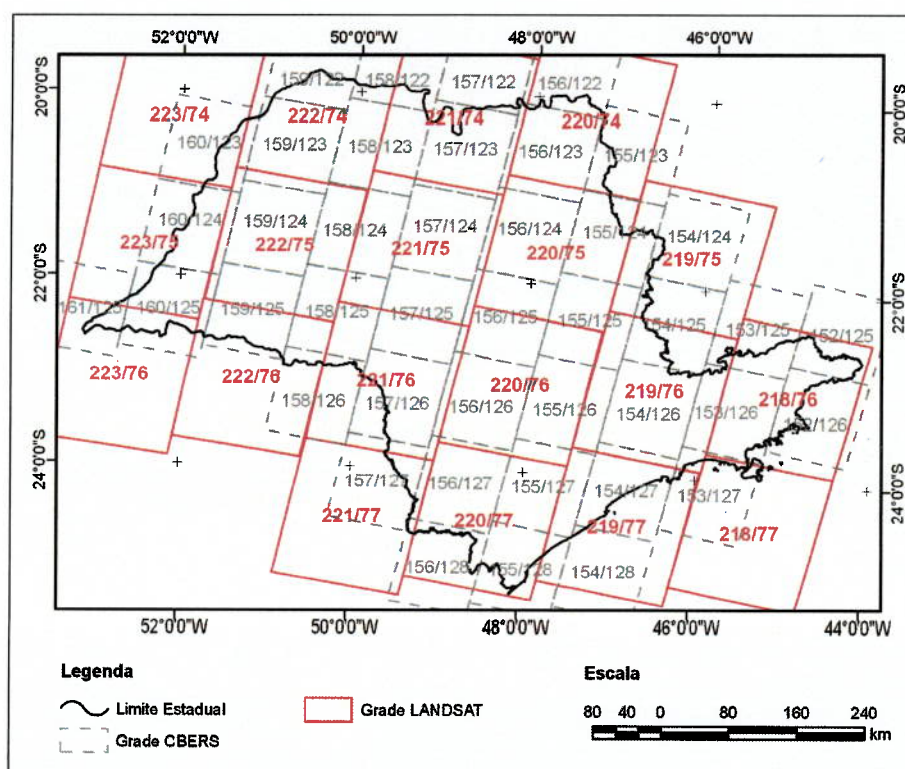


Figura 2.1. Órbitas/pontos das imagens TM/Landsat e CCD/CBERS necessárias para cobrir o Estado de São Paulo.

**FUNCATE***Fundação de Ciência, Aplicações e Tecnologia Espaciais*

Para cada órbita/ponto do sensor TM foram criados bancos de dados no aplicativo SPRING, contendo imagens, dos três sensores, de datas de interesse ao mapeamento. Todas as imagens foram registradas utilizando polinômio de primeiro grau e interpolação por vizinho mais próximo, com base nos mosaicos ortorectificados de imagens ETM+/Landsat-7 obtidos da NASA (GeoCover). Todos os registros foram realizados com erro médio quadrático menor que 0,5 pixel.

As imagens dos sensores LISS- 3/IRS-P6, CCD/CBERS-2B, e TM e ETM+/Landsat-5 e 7 e AWiFS/IRS-P6 utilizadas para o mapeamento da safra 2008/09, 2009/10 e 2010/11 no Estado de São Paulo estão relacionadas nas Tabelas 2.1, 2.2 e 2.3, respectivamente.

Tabela 2.1. Data das imagens LISS-3/IRS-P6 utilizadas no mapeamento da cana-de-açúcar no Estado de São Paulo nas safras 2008/09, 2009/10 e 2010/11.

Órbita/Ponto CCD/CBERS-2B	2007			2008								
	Safr 2008/09						Safr 2009/10					
	Fev	Mar	Abr	Jan	Fev	Abr	Mai	Ago	Set	Out	Nov	Dez
155/126	15	13			2		16					10
156/124		10				17		25		16		
156/125		10		4	25	17				16		7
156/126		10			25					16		
157/123										13		
157/124		7								13		
157/125			2							13		
157/126								22		13		
158/123										10		
158/124		4				11				10		
158/125						11		19				
158/126						11				10		
159/124						11						24
160/123						5			8		25	
160/124											25	
160/125											25	

**FUNCATE***Fundação de Ciência, Aplicações e Tecnologia Espaciais*

Tabela 2.2. Data das imagens CCD/CBERS-2B utilizadas no mapeamento da cana-de-açúcar no Estado de São Paulo nas safras 2008/09, 2009/10 e 2010/11.

Órbita/Ponto LISS-III	2009	2010
	Safr 2010/2011	
	Nov	Mar
326/094		8
326/095		8
328/092	18	
328/093	18	
328/094	18	
328/095	18	

**FUNCATE**

Fundação de Ciência, Aplicações e Tecnologia Espaciais

Tabela 2.3. Data das imagens dos sensores TM/Landsat-5 e do AWiFS/RS-P6 utilizadas no mapeamento da cana-de-açúcar no Estado de São Paulo nas safras 2008/09, 2009/10 e 2010/11.

Órbita Ponto	2007												2008												2009												2010																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
	Safr 2007/08												Safr 2008/09												Safr 2009/10												Safr 2010/11																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
	1	2	3	4	5	9	10	2	3	4	5	6	8	9	10	11	12	1	2	3	4	8	9	10	11	12	1	2	3	4	8	9	10	11	12	1	2	3	4																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
	1	2	3	4	5	9	10	2	3	4	5	6	8	9	10	11	12	1	2	3	4	8	9	10	11	12	1	2	3	4	8	9	10	11	12	1	2	3	4																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
219/75			9	25																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													

Nota: Imagens AWiFS – recortadas conforme Órbita/Ponto das imagens TM/Landsat-5 (em vermelho). * Imagens do sensor ETM+.



O mapa da safra corrente contendo as áreas cultivadas com cana-de-açúcar nas diferentes classes é produzido com base no mapa da safra anterior, em duas etapas: interpretação visual das imagens da safra corrente e reclassificação dos pixels isolados. O primeiro mapa foi produzido para a safra 2003/04 por meio de classificação digital e visual das imagens de satélite (RUDORFF et al., 2005). A partir deste mapa realizam-se atualizações, averiguações e correções anuais, por meio de sequência temporal de imagens da safra corrente, ou seja, a cada safra realizam-se atualizações do mapa da safra anterior. Este procedimento permite o monitoramento e a atualização das classes, tornando o projeto operacional no decorrer das safras. Apesar de a classificação digital ter sido utilizada no primeiro mapeamento, ela é menos relevante na atualização dos mapas da safra corrente, pois corrigir os erros de omissão e inclusão da classificação automática é mais trabalhoso do que atualizar diretamente o mapa por meio da interpretação visual.

A interpretação visual para atualização do mapa é realizada por meio da função de edição matricial do aplicativo SPRING, que permite modificar ou corrigir o resultado de uma classificação, bem como definir novos polígonos de classes. Nesse procedimento o intérprete utiliza as imagens de diversas datas contidas nos bancos de dados para confirmar à qual classe de cana o talhão pertence. A fim de homogeneizar os resultados, o mapa temático resultante de cada banco de dados foi revisado por um intérprete com maior experiência e posteriormente submetido à reclassificação de pixels isolados (BERKA et al., 2005).

As seguintes classes são consideradas no mapeamento e na estimativa da área cultivada com cana-de-açúcar na safra corrente:

1) Área de cana-de-açúcar disponível para colheita – São as áreas cultivadas com cana-de-açúcar passíveis de serem colhidas na safra corrente. Esta classe engloba três temas:

- a) *Cana Soca* – esta denominação é dada às áreas de cana-de-açúcar provenientes da rebrota;
- b) *Reformada* – são as áreas de cana-de-açúcar que passaram por reforma dos talhões na safra anterior com o plantio da cana de ano-e-meio, ou seja, áreas onde as socas menos produtivas foram substituídas pela cana planta de ano-e-meio e que estão disponíveis para colheita na safra corrente;

**FUNCATE***Fundação de Ciência, Aplicações e Tecnologia Espaciais*

c) *Expansão* – são as áreas que nas safras anteriores eram destinadas a outros usos do solo e na safra corrente estão sendo cultivadas com cana-de-açúcar e estão disponíveis para colheita pela primeira vez. Lavouras de cana-de-açúcar que foram convertidas em outro uso por um período igual ou maior a duas safras e voltaram a ser cultivadas com cana-de-açúcar também se inserem nessa classe. Para identificar essas áreas é necessário que o intérprete analise as imagens sob a classe “outros” do mapa da safra anterior.

2) **Área de cana-de-açúcar em reforma** – são as áreas que foram cultivadas com cana-de-açúcar na safra anterior, mas nas imagens atuais, utilizadas para o mapeamento da safra corrente, se apresentam com padrão diferente da cana-de-açúcar e/ou típico de reforma com cana planta de ano-e-meio. Se for confirmado, com as imagens da próxima safra, que estas áreas voltaram a ser cultivadas com cana-de-açúcar, então serão classificadas como *Reformada*.

3) **Área total cultivada** – é a área total ocupada por cana-de-açúcar, ou seja, o somatório da área de cana-de-açúcar disponível para colheita (1) e da área de cana-de-açúcar em reforma (2).

Para distinguir a cana-de-açúcar dos outros alvos contidos nas imagens, é necessário utilizar imagens de épocas específicas do desenvolvimento da cultura. Para isto, o mapeamento das áreas a serem colhidas na safra corrente foi realizado com imagens que antecedem a colheita (janeiro a abril). Para identificar as áreas de expansão e as áreas em reforma é necessário utilizar uma sequência temporal de imagens que contemple datas da safra anterior e da safra corrente, geralmente dos meses de agosto a março. Com esta sequência pode-se identificar as novas áreas de cultivo de cana-de-açúcar e as áreas em reforma com cana de ano-e-meio. A reforma de um canavial muitas vezes é realizada com a prática do cultivo temporário de uma cultura de verão (leguminosa) antes do plantio da cana de ano-e-meio, visando melhorar as condições físico-químicas do solo. Imagens dos meses de dezembro e janeiro facilitam a identificação desses cultivos temporários.

3 RESULTADOS

**FUNCATE***Fundação de Ciência, Aplicações e Tecnologia Espaciais*

Os resultados serão apresentados e discutidos considerando-se os limites do Estado de São Paulo e os limites de suas Regiões Administrativas (RA). Estas regiões foram criadas pelo Instituto Geográfico e Cartográfico do Estado de São Paulo (IGC) para fins de planejamento governamental. Cada RA é composta por diversos municípios de uma determinada área geográfica com similaridades econômicas e sociais. O Estado de São Paulo é dividido em 15 RAs (Figura 3.1).

A localização das áreas cultivadas com cana-de-açúcar, nas diferentes classes, na safra 2010/11, pode ser visualizada na Figura 3.1. As quatro RAs localizadas no sudeste do Estado (São José dos Campos, São Paulo, Baixada Santista e Registro) não foram avaliadas no contexto deste trabalho, pois nelas não se encontram unidades industriais para produção de açúcar e álcool. Além disso, elas não possuem condições ambientais que favorecem o cultivo da cana-de-açúcar que é realizado de forma restrita nestas RAs.

As tabelas 3.1, 3.2 e 3.3 resumem a área de cana-de-açúcar cultivada, mapeada por meio de imagens de satélites de sensoriamento remoto, nas safras 2008/09, 2009/10 e 2010/11, para todo Estado de São Paulo e por RA.

Tabela 3.1. Área de cana-de-açúcar, em hectares, mapeada nas regiões administrativas do Estado de São Paulo na safra 2008/09.

Região Administrativa	Disponível para colheita (ha)				Em	Total
	Soca ^(a)	Reformada ^(b)	Expansão ^(c)	Total ^(a+b+c)	reforma ^(d)	Cultivada ^(e)
Araçatuba	332.489	20.855	118.020	471.364	41.239	512.603
Baixada Santista	0	0	0	0	0	0
Barretos	277.358	17.966	54.592	349.916	35.675	385.591
Bauru	350.856	28.176	58.462	437.494	36.657	474.151
Campinas	410.604	33.772	25.831	470.207	40.816	511.023
Central	313.764	37.511	38.216	389.491	42.821	432.312
Franca	369.067	27.182	39.531	435.780	53.281	489.061
Marília	291.695	21.029	53.661	366.385	39.494	405.879
Presidente Prudente	199.906	10.154	97.344	307.404	19.683	327.087
Registro	0	0	0	0	0	0
Ribeirão Preto	370.269	46.637	14.282	431.188	40.252	471.440
São J. do Rio Preto	409.426	25.120	134.131	568.677	63.362	632.039
São J. dos Campos	0	0	0	0	0	0
São Paulo	0	0	0	0	0	0
Sorocaba	180.977	8.590	27.804	217.371	15.383	232.754
Total (Estado)	3.506.411	276.992	661.874	4.445.277	428.663	4.873.940



FUNCATE

Fundação de Ciência, Aplicações e Tecnologia Espaciais

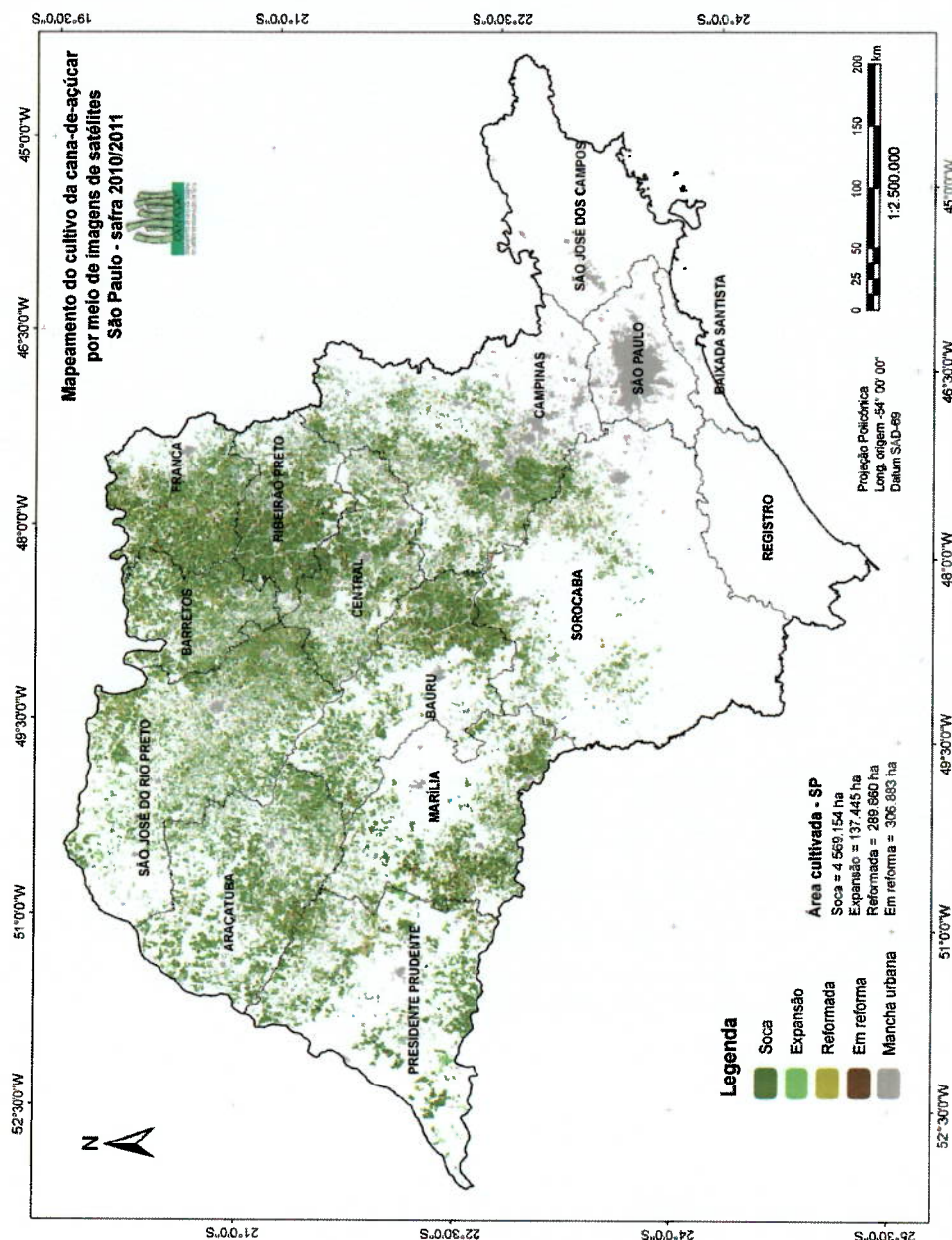


Figura 3.1. Localização das áreas cultivadas com cana-de-açúcar no estado de São Paulo na safra 2010/11.



Tabela 3.2. Área de cana-de-açúcar, em hectares, mapeada nas regiões administrativas do Estado de São Paulo na safra 2009/10
Fundação de Ciência, Aplicações e Tecnologia Espaciais

Região	Disponível para colheita				Em	Total Cultivada ^(e)
Administrativa	Soca ^(a)	Reformada ^(b)	Expansão ^(c)	Total ^(a+b+c)	Reforma ^(d)	
Araçatuba	463.261	35.335	51.327	549.923	22.132	572.055
Baixada Santista	0	0	0	0	0	0
Barretos	320.492	32.653	10.796	363.941	33.315	397.256
Bauru	412.318	31.389	26.258	469.965	30.147	500.112
Campinas	446.708	36.597	17.510	500.815	37.009	537.824
Central	363.409	39.932	13.773	417.114	31.436	448.550
Franca	394.175	51.013	13.022	458.210	43.154	501.364
Marília	345.976	32.631	27.018	405.625	29.299	434.924
Presidente Prudente	293.437	18.518	76.144	388.099	20.506	408.605
Registro	0	0	0	0	0	0
Ribeirão Preto	394.154	38.524	5.584	438.262	44.570	482.832
São J. do Rio Preto	537.471	57.041	60.026	654.538	43.069	697.607
São J. dos Campos	0	0	0	0	0	0
São Paulo	0	0	0	0	0	0
Sorocaba	218.635	12.308	20.343	251.286	10.073	261.359
Total (Estado)	4.190.036	385.941	321.801	4.897.778	344.710	5.242.488

Tabela 3.3. Área de cana-de-açúcar, em hectares, mapeada nas regiões administrativas do Estado de São Paulo na safra 2010/11.

Região	Disponível para colheita				Em	Total Cultivada ^(e)
Administrativa	Soca ^(a)	Reformada ^(b)	Expansão ^(c)	Total ^(a+b+c)	Reforma ^(d)	
Araçatuba	524.040	15.517	27.151	566.708	19.936	586.644
Baixada Santista	0	0	0	0	0	0
Barretos	341.372	30.234	8.278	379.884	21.370	401.254
Bauru	436.838	24.141	8.009	468.988	30.799	499.787
Campinas	466.629	29.938	4.303	500.870	31.724	532.594
Central	382.326	27.720	9.017	419.063	32.971	452.034
Franca	416.356	39.174	4.031	459.561	40.756	500.317
Marília	375.186	19.630	10.868	405.684	29.147	434.831
Presidente Prudente	369.443	16.350	27.206	412.999	14.781	427.780
Registro	0	0	0	0	0	0
Ribeirão Preto	401.007	41.891	1.644	444.542	37.540	482.082
São J. do Rio Preto	621.599	37.953	32.727	692.279	31.339	723.618
São J. dos Campos	0	0	0	0	0	0
São Paulo	0	0	0	0	0	0
Sorocaba	234.358	7.312	4.211	245.881	16.520	262.401
Total (Estado)	4.569.154	289.860	137.445	4.996.459	306.883	5.303.342

A Tabela 3.4 apresenta os totais cultivados em cada ano safra avaliado por RA e a taxa de crescimento entre as safras 2008/09 e 2009/10, 2009/10 e 2010/11, e 2008/09 e 2010/11. A área cultivada com cana-de-açúcar no Estado de São Paulo cresceu 8,8% no período avaliado. A região administrativa de Presidente Prudente apresentou a maior taxa de crescimento entre as duas primeiras safras e entre a primeira e a última safra



avaliada com 24,9% e 30,8%, respectivamente, seguida por São José do Rio Preto, Araçatuba e Sorocaba. O menor crescimento entre as regiões administrativas ocorreu

em Ribeirão Preto e Franca, regiões tradicionais de cultivo de cana-de-açúcar, com 2,3%; isso reflete que existem poucas áreas disponíveis para a expansão do cultivo da cana-de-açúcar nessa região.

Tabela 3.4. Área cultivada de cana-de-açúcar, em hectares, mapeada nas regiões administrativas do Estado de São Paulo nas safras 2008/09, 2009/10 e 2010/11 e as respectivas taxas de crescimento.

Região	2008/09	2009/10	2010/11	2008/09-2009/10	2009/10-2010/11	2008/09-2010/11
Administrativa	ha	ha	ha	%	%	%
Araçatuba	512.603	572.055	586.644	11,6	2,6	14,4
Baixada Santista	0	0	0	0,0	0,0	0,0
Barretos	385.591	397.256	401.254	3,0	1,0	4,1
Bauru	474.151	500.112	499.787	5,5	-0,1	5,4
Campinas	511.023	537.824	532.594	5,2	-1,0	4,2
Central	432.312	448.550	452.034	3,8	0,8	4,6
Franca	489.061	501.364	500.317	2,5	-0,2	2,3
Marília	405.879	434.924	434.831	7,2	0,0	7,1
Presidente Prudente	327.087	408.605	427.780	24,9	4,7	30,8
Registro	0	0	0	0,0	0,0	0,0
Ribeirão Preto	471.440	482.832	482.082	2,4	-0,2	2,3
São J. do Rio Preto	632.039	697.607	723.618	10,4	3,7	14,5
São J. dos Campos	0	0	0	0,0	0,0	0,0
São Paulo	0	0	0	0,0	0,0	0,0
Sorocaba	232.754	261.359	262.401	12,3	0,4	12,7
Total (Estado)	4.873.940	5.242.488	5.303.342	7,6	1,2	8,8

A Tabela 3.5 apresenta os totais disponíveis para a colheita em cada ano safra avaliado por RA e a taxa de crescimento entre as safras 2008/09 e 2009/10, 2009/10 e 2010/11, e 2008/09 e 2010/11. A área disponível para a colheita no Estado de São Paulo cresceu 12,4% no período avaliado, com destaque para as RAs de Presidente Prudente (34,4%), São José do Rio Preto (21,7%) e Araçatuba (20,2%).

Entretanto, as taxas de crescimento da última safra foram expressivamente menores quando comparadas às taxas da safra anterior. Em algumas RAs onde o cultivo de cana-de-açúcar é tradicional, como Bauru, Campinas, Franca e Ribeirão Preto houve redução na área disponível para colheita.



Tabela 3.5 Área de cana-de-açúcar disponível para colheita, em hectares, mapeada nas regiões administrativas do Estado de São Paulo nas safras 2008/09, 2009/10 e 2010/11 e às respectivas taxas de crescimento.

Região	Disponível para colheita			2008/09-09/10	2009/10-2010/11	2008/09-2010/11
Administrativa	ha	ha	ha	%	%	%
Araçatuba	471.364	549.923	566.708	16,7	3,1	20,2
Baixada Santista	0	0	0	0,0	0,0	0,0
Barretos	349.916	363.941	379.884	4,0	4,4	8,6
Bauru	437.494	469.965	468.988	7,4	-0,2	7,2
Campinas	470.207	500.815	500.870	6,5	0,0	6,5
Central	389.491	417.114	419.063	7,1	0,5	7,6
Franca	435.780	458.210	459.561	5,1	0,3	5,5
Marília	366.385	405.625	405.684	10,7	0,0	10,7
Presidente Prudente	307.404	388.099	412.999	26,3	6,4	34,4
Registro	0	0	0	0,0	0,0	0,0
Ribeirão Preto	431.188	438.262	444.542	1,6	1,4	3,1
São J. do Rio Preto	568.677	654.538	692.279	15,1	5,8	21,7
São J. dos Campos	0	0	0	0,0	0,0	0,0
São Paulo	0	0	0	0,0	0,0	0,0
Sorocaba	217.371	251.286	245.881	15,6	-2,2	13,1
Total (Estado)	4.445.277	4.897.778	4.996.459	10,2	2,0	12,4

A Figura 3.2 apresenta os totais disponíveis para a colheita no Estado de São Paulo, desde a safra 2003/04, e a taxa de crescimento a partir da safra 2004/05. Nota-se que depois de um período de aumento acelerado na área disponível para colheita até 2009/10 (taxa média de 11%) o crescimento foi menor na última safra (taxa de 2%).

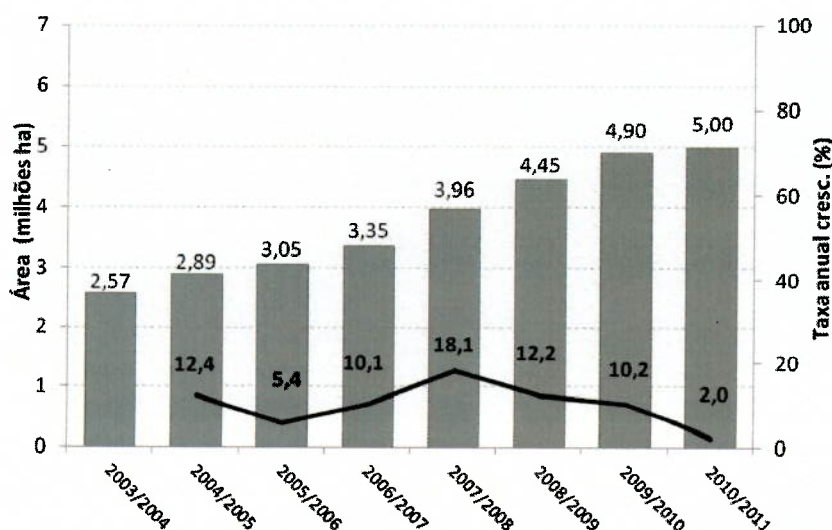


Figura 3.2. Evolução da área total de cana disponível para colheita no Estado de São Paulo, da safra 2003/04 à 2010/11 e as respectivas taxas anuais de crescimento.



FUNCATE

Fundação de Ciência, Aplicações e Tecnologia Espaciais

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

- As imagens de satélite orbitais de sensoriamento remoto, escolhidas em datas específicas do cultivo da cana-de-açúcar, foram eficientes para identificar e mapear as áreas cultivadas com cana-de-açúcar, nas diversas classes, no estado de São Paulo.
- O procedimento de atualização do mapa temático da cana, por meio de imagens orbitais de sensoriamento remoto, foi realizado com êxito pelo sétimo ano consecutivo, permitindo estimar, com objetivo de previsão, a área cultivada com cana-de-açúcar nas safras 2008/09, 2009/10 e 2010/11.
- No período avaliado a taxa de crescimento da área disponível para colheita foi de 12,4%.
- Mantendo-se a disponibilidade de imagens de satélites de sensoriamento remoto é possível afirmar que estas imagens, em conjunto com técnicas de geoprocessamento, podem ser utilizadas como ferramentas eficazes para monitorar e fornecer informações operacionais sobre a área cultivada com cana-de-açúcar.

**FUNCATE***Fundação de Ciência, Aplicações e Tecnologia Espaciais***REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- ANFAVEA (Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores). Estatísticas. Disponível em: < <http://www.anfavea.com.br/tabelas.html> >. Acesso em: 10 janeiro de 2011.
- BERKA, L. M. S.; RUDORFF, B. F. T.; FREITAS, R. M. Reclassificação controlada de pixels isolados em mapas de cana-de-açúcar. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 12., Goiânia, 2005. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2005. p. 33-40. Disponível em: <<http://marte.dpi.inpe.br/col/ltid.inpe.br/sbsr/2004/11.19.19.37/doc/Berka.pdf>>. Acesso em: 13 janeiro 2011.
- RUDORFF, B. F. T.; BERKA, L. M. S.; MOREIRA, M. A.; DUARTE, V.; XAVIER, A. C.; ROSA, V. G. C.; SHIMABUKURO, Y. E. Imagens de satélite no mapeamento e estimativa de área de cana-de-açúcar em São Paulo: ano safra 2003/2004. **Agricultura em São Paulo**. v.52, n.1, p.21-29, 2005.
- RUDORFF, B. F. T.; Sugawara, L. M. Mapeamento da cana-de-açúcar na região Centro-Sul via imagens de satélites. **Informe Agropecuário**, v.28, n.241, p.79-86, 2007.
- 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(4), p. 1057-1076, 2010a. doi: <10.3390/rs2041057>.
- SESHADRI, K.; RAO, M.; JAYARAMAN, V.; THYAGARAJAN, K.; MURTHI, K., Resourcesat-1: A global multi-observation mission for resources monitoring. **Acta Astronautica**, v.57, p.534-539, 2005.
- SUGAWARA, L. M.; RUDORFF, B. F. T.; VIEIRA, R. M. S. P.; AFONSO, A. G.; AULICINO, T. L. I. N.; CARVALHO, M. A.; MOREIRA, M. A.; SILVA, W. F.; AGUIAR, D. A. **Imagens de satélite na estimativa de área plantada com cana na safra 2005/2006 – Região Centro-Sul**. São José dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2008. 74 p. (INPE- 15254-RPQ/815).



FUNCATE

Fundação de Ciência, Aplicações e Tecnologia Espaciais

Mapeamento Ambiental por Imagens de Sensoriamento Remoto

**Relatório da detecção de alterações nos remanescentes de
vegetação natural (RVN): ano 2010**

**FUNCATE***Fundação de Ciência, Aplicações e Tecnologia Espaciais*

1. Introdução

O monitoramento e a detecção de alterações nos remanescentes de vegetação natural (RVN) foram realizados por meio de imagens de sensoriamento remoto de resolução espacial média (20 a 56 m) e com diferentes resoluções temporais. O sensor TM (Thematic Mapper) a bordo do satélite Landsat-5 possui resolução temporal de 16 dias, o sensor CCD a bordo do satélite CBERS-2B possui resolução temporal de 26 dias, os sensores AWiFS e LISS-3 a bordo do satélite Resourcesat-1 (IRS/P-6) tem resolução temporal de 5 dias. Conforme a disponibilidade de imagens livres de cobertura de nuvens elas são utilizadas no monitoramento e detecção das alterações nos remanescentes de vegetação nativa (cerca de 7.000 polígonos). Este documento consiste em um relatório com os resultados obtidos do monitoramento dos RVN sobre imagens de satélites de sensoriamento no ano de 2010.

2. Área de estudo

A área de estudo corresponde ao estado de São Paulo e situa-se na região sudeste do Brasil, com uma área aproximada de 248.209 km², e localizada entre os paralelos 19° 05' e 25° sul e os meridianos 44° e 53° 05' oeste (Figura 1).

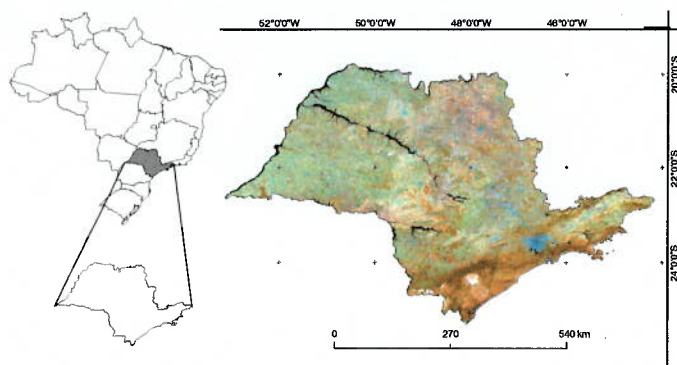


Figura 1 – Localização da área de estudo. Composição R(2) G(6) B(1), imagem MODIS do dia 04 de julho de 2009.

O Estado de São Paulo apresenta uma cobertura vegetal variada com formações de caráter semi-árido até condições de superumidade. A Floresta Subcaducifólia Tropical ocupa a maior parte da porção interior do estado, em áreas elevadas como a Serra do Mar. Por sua vez, a Subcaducifólia Subtropical com Araucária é encontrada principalmente nas elevadas altitudes da serra da Mantiqueira. Ambas as serras também apresentam áreas campestres. As áreas de Cerrado aparecem preferencialmente ao longo da depressão Paulista (depressão periférica), sendo bem distribuído na parte oeste do Estado. Fora

**FUNCATE***Fundação de Ciência, Aplicações e Tecnologia Espaciais*

desta área aparece em formas de manchas em áreas de clima mais seco, como São José dos Campos e Cunha (Alonso, 1977).

3. Base de dados

No ano de 2010, foram utilizadas duas bases de dados distintas de RVNs. Entre janeiro e março foram utilizados os limites oriundos da base de dados de 2001 que se originou da fotointerpretação, mapeamento e quantificação das diferentes fitofisnomias vegetacionais remanescentes baseados na utilização de imagens orbitais recentes dos satélites LANDSAT 5 e 7 (período 2000-2001), fornecidos pela Secretaria de Meio Ambiente (SMA-SP). Nesta base de dados foram analisadas somente as áreas dos remanescentes de savana do Estado de São Paulo.

A partir de abril de 2010 o monitoramento foi realizado sobre base de dados que correspondeu ao inventário florestal disponibilizado pela SMA-SP, em março de 2010, originado da interpretação de imagens do satélite de alta resolução espacial ALOS (Advanced Land Observing Satellite), no período de 2008 a 2009. Cabe ressaltar que foram acompanhadas apenas as áreas maiores que 26 ha. Nesta base de dados foram monitoradas todas as classes de vegetação natural do Estado de São Paulo, a saber: Floresta Estacional Semidecidual, Savana, Formação Arbórea / Arbustiva em Região de Várzea e Floresta Ombrófila Densa.

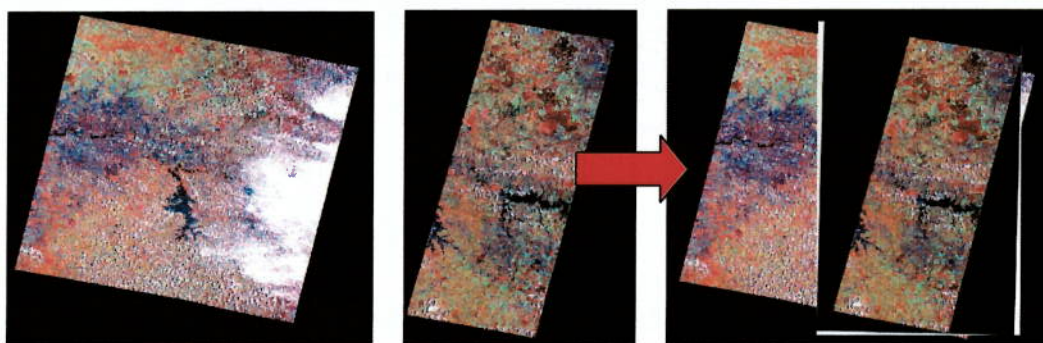
4. Metodologia

No presente trabalho os polígonos dos RVN foram sobrepostos às imagens registradas dos satélites Landsat-5 (sensor TM), obtidas junto ao Catálogo de Imagens da Divisão de Geração de Imagens (DGI) do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) (<http://www.dgi.inpe.br/CDSR/>). As bandas selecionadas para a interpretação visual dos polígonos de RVN foram as bandas correspondentes ao comprimento de onda do vermelho (0,630 - 0,690 μm) – banda 3; infravermelho próximo (0,760 - 0,900 μm) – banda 4; e infravermelho médio (1,550 - 1,750 μm) – banda 5. As imagens Landsat-5 utilizadas neste trabalho estão listadas na Tabela 1.

**FUNCATE***Fundação de Ciência, Aplicações e Tecnologia Espaciais***Tabela 1 - Data das imagens Landsat-5 disponíveis e utilizadas no monitoramento dos RVN no ano de 2010.**

Órbita-ponto	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.
218-76		06 e 22		11								
219-75		13		18	04	13	07	24	09 e 25	27	28	30
219-76		13		18								
220-74		04		09 e 25		12 e 27		15 e 31	16		03 e 19	21
220-75		04	24	25		12 e 27	30	31	16		03 e 19	21
220-76		04	24	25	27	27	30	31	16		03 e 19	21
221-74	26			16	02	03	05	06	07	09 e 25	26	31
221-75	26			16	02	03	05	06 e 22		09 e 25	26	31
221-76		02	22		02	03	05	22	21	09 e 25	18	28
222-74		02	22	07 e 23		10 e 26		29	21		17	21
222-75		02		07 e 23	25	26		29	21		17	21
222-76		02		07		26		29	21		01 e 17	21
223-74	24			14 e 30		01	03	20	21		08	10 e 21
223-75	24			14 e 30		01	03	20	21		08	10 e 21
223-76				30		01	03	20	21			10 e 21

As imagens do satélite Resourcesat-1 (sensor LISS3) foram utilizadas quando as imagens do satélite Landsat não foram disponibilizadas em função da cobertura de nuvens. Houve casos também, em que a imagem do sensor LISS3 foi utilizada apenas em uma faixa da imagem Landsat, de modo que o monitoramento não fosse prejudicado devido à presença de nuvens, conforme observado na Figura 2.



(a)

(b)

(c)

Figura 2 – Exemplo do processamento digital de imagens no monitoramento dos RVNs. Em (a) imagem Landsat do dia 26 de novembro de 2010; (b) imagem LISS3 do dia 18 de Novembro de 2010, e em (c) sobreposição das duas imagens para interpretação dos polígonos.



FUNCATE

Fundação de Ciência, Aplicações e Tecnologia Espaciais

Uma vez sobrepostos, os polígonos foram verificados individualmente de forma que as áreas alteradas pudessem ser detectadas. Através da interpretação visual os polígonos que apresentaram algum tipo de alteração de origem antropogênica foram selecionados para a segunda etapa da metodologia.

A segunda etapa consistiu na edição dos polígonos de RVN a fim de delimitar as áreas com alteração. A etapa seguinte consistiu na subtração entre dois planos de informação: a base inicial de polígonos de RVN, antes do primeiro monitoramento, e a base de polígonos de RVN detectados com algum tipo de alteração antropogênica. Esta álgebra permitiu que um terceiro plano de informação fosse gerado: os polígonos de RVN que continuavam como remanescentes, no fim do mês, sem nenhum tipo de alteração (Figura 3).

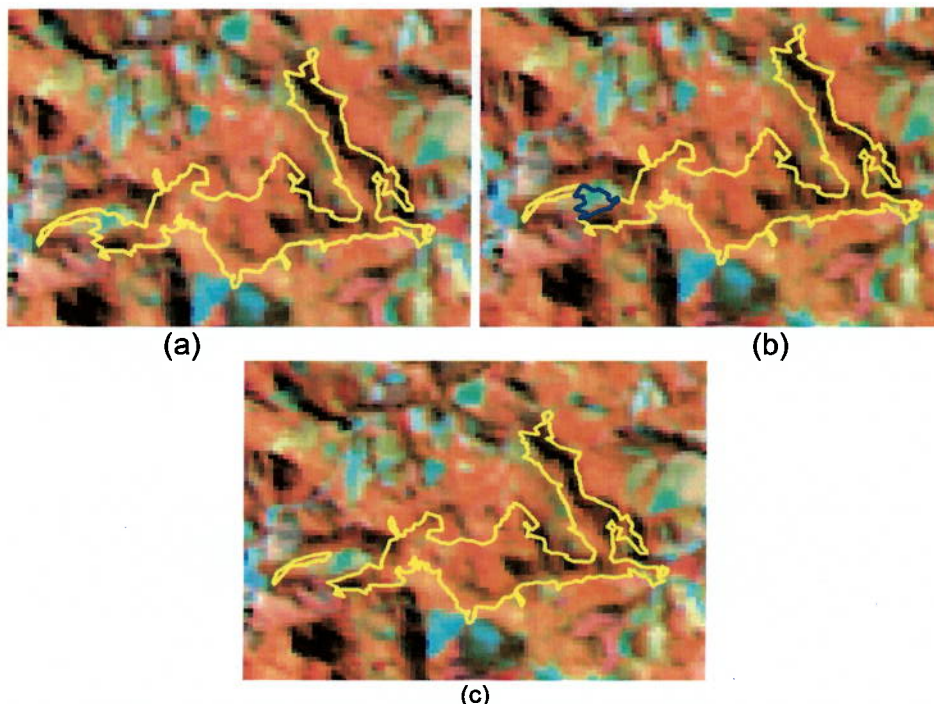


Figura 3. Exemplo da metodologia adotada neste trabalho. Composição R(4) G(5) B(3), imagem Landsat/TM do dia 04 de maio de 2010. Em: (a) primeira etapa: sobreposição do polígono de RVN (em amarelo) sobre a imagem Landsat/TM; (b) segunda etapa: delimitação da área alterada (em azul) no polígono de RVN (em amarelo); e (c) terceira etapa: resultado da subtração entre a base inicial de RVN e polígono de RVN com alteração, polígono que continuou como RVN no fim do mês.

Nas duas etapas de análise procurou-se realizar o levantamento da distribuição espacial dos RVN para todo o Estado de São Paulo. Para isto utilizou-se a divisão do estado em mesorregiões que foram definidas com base nas seguintes dimensões: o processo social

**FUNCATE***Fundação de Ciência, Aplicações e Tecnologia Espaciais*

como determinante, o quadro natural como condicionante e a rede de comunicação e de lugares como elemento da articulação espacial (IBGE, 2005).

O Estado de São Paulo é dividido em 15 mesorregiões, sendo elas: 1- Araçatuba; 2- Araraquara; 3 – Assis; 4 – Bauru; 5 – Campinas; 6 – Itapetininga; 7 – Litoral Sul Paulista; 8 – Macrometropolitana Paulista; 9 – Marília; 10 – Metropolitana de São Paulo; 11 – Piracicaba; 12 – Presidente Prudente; 13 – Ribeirão Preto; 14 – São José do Rio Preto; e 15 – Vale do Paraíba Paulista (Figura 4).

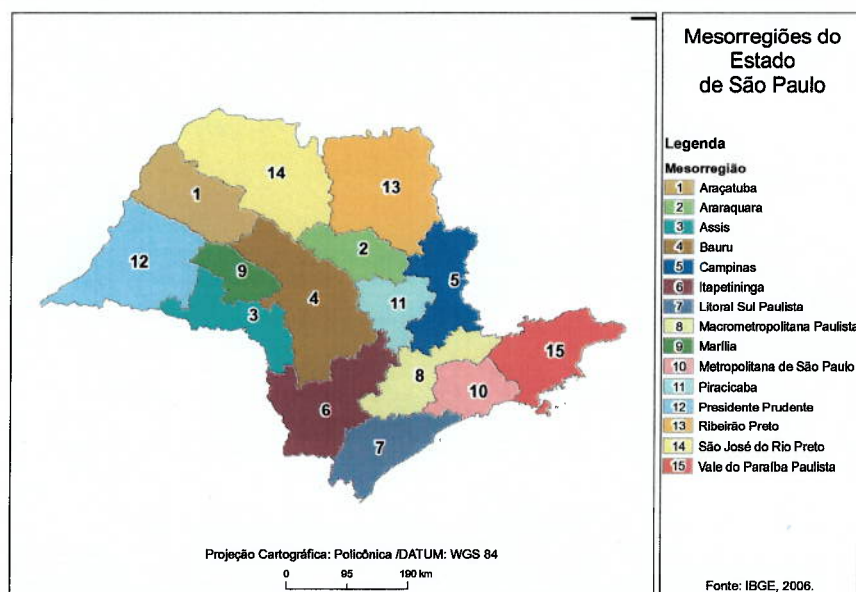


Figura 4 – Mapa das mesorregiões do Estado de São Paulo

4 Resultados

4.1 Alterações nos remanescentes de vegetação nativa de savana no período de janeiro a março de 2010.

A Tabela 2 mostra a estimativa de área alterada nos RVNs de savana entre janeiro e março de 2010. As maiores diferenças entre os meses analisados foram nas mesorregiões de Bauru (130 ha), Ribeirão Preto (70 ha) e Araçatuba (50 ha), ou seja, estas foram as regiões que apresentaram maiores alterações nos RVNs de savana no estado de São Paulo (Figura 5). A área total alterada nos RVN analisados entre janeiro e março de 2010 foi de 360 ha.



FUNCATE

Fundação de Ciência, Aplicações e Tecnologia Espaciais

Tabela 2 – Estimativa de área alterada em RVNs de savana em janeiro e março de 2010 e a diferença entre os meses, por mesorregião.

Mesorregião	até jan/10		até mar/10		diferença	
	Área (ha)	%	Área (ha)	%	Área (ha)	%
Araçatuba	130	1,3	180	1,9	50	15,4
Araraquara	550	5,8	580	5,9	30	9,2
Assis	230	2,4	230	2,4	0	0,7
Bauru	2.350	24,6	2.480	25,1	130	37,4
Campinas	480	5,1	480	4,9	0	0,0
Itapetininga	800	8,4	800	8,1	0	0,0
Macro Metrop. de São Paulo	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Marília	80	0,8	80	0,8	0	0,0
Metropolitana de São Paulo	10	0,1	10	0,1	0	0,0
Piracicaba	2.640	27,7	2.650	26,8	10	3,2
Presidente Prudente	400	4,2	410	4,1	10	2,6
Ribeirão Preto	1.400	14,7	1.470	14,8	70	18,4
São José do Rio Preto	320	3,3	370	3,7	50	13,2
Vale do Paraíba Paulista	150	1,6	150	1,5	0	0,0
Total	9.540	100	9.890	100	360	100

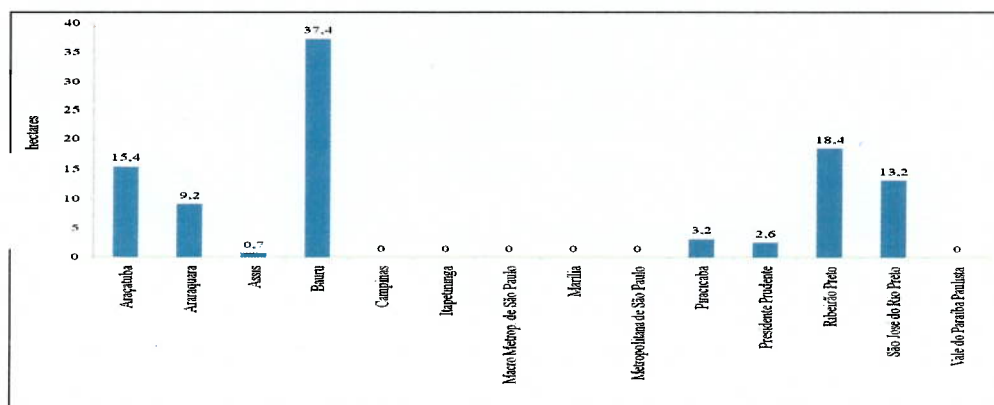


Figura 5 – Percentual de área alterada nos RVNs de savana entre o mês de janeiro e março de 2010, por mesorregiões.

4.2 Alterações nos remanescentes de vegetação nativa, abril a dezembro.

Os resultados do monitoramento mensal entre abril e dezembro de 2010 indicam que do ano de 2008-2009, data da base dos RVNs monitorados, até abril de 2010 foi estimada uma perda de aproximadamente 3.100 hectares de RVN no estado de São Paulo, sendo que 91% (2.824,7 ha) destas alterações ocorreram em áreas de Floresta Estacional Semidecidual (Tabela 3). Apenas no mês de maio e dezembro as estimativas apontaram para a classe de Savana como a que apresentou as maiores alterações. No restante dos

**FUNCATE***Fundação de Ciência, Aplicações e Tecnologia Espaciais*

meses a Floresta Estacional Semidecidual apresentou as maiores estimativas de áreas alteradas. O total estimado de áreas alteradas mensais no período analisado pode ser observado na Tabela 3 e na Figura 6.

Tabela 3 – Estimativa mensal de áreas em hectares de RVNs alteradas no ano de 2010, por classe de vegetação.

Classe de vegetação	até abr	maio	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	Total
1	2.824,7	197,7	537,9	544,6	242,9	380,4	20,6	80,1	23,6	4.852,5
2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
3	26,0	54,0	81,9	0,0	28,9	13,6	2,8	9,1	0,0	216,3
4	248,8	219,3	86,8	110,5	81,8	143,0	0,0	5,6	35,1	930,9
Total	3.099,5	471,0	706,6	655,1	353,6	537,0	23,4	94,8	58,7	5.999,7

¹ Floresta Estacional Semidecidual; ²Floresta Ombrófila Densa; ³ Formação Arbórea / Arbustiva em Região de Várzea, ⁴ Savana

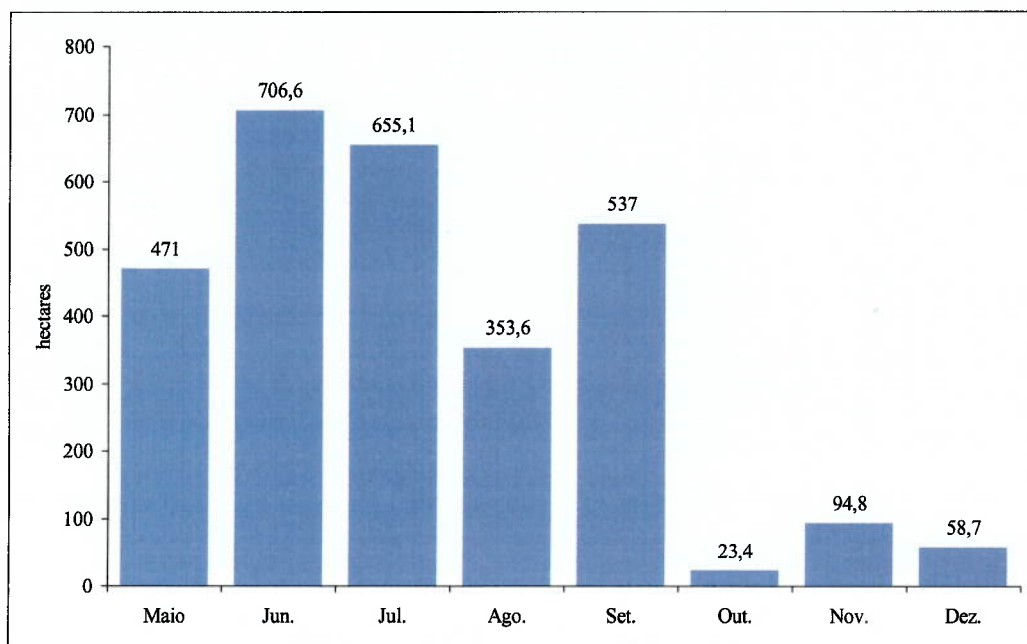


Figura 6 – Total mensal estimado de áreas alteradas de RVNs no ano de 2010

Após a detecção das alterações, estas foram classificadas de acordo com o novo uso do solo destinado às áreas alteradas. Quando não foi possível a classificação da atividade antropogênica em questão, as áreas foram classificadas como degradadas, de acordo com a classe de vegetação alterada, ou seja, foram classificadas em: floresta ou savana degradada (Tabela 4 e Figura 7).

**FUNCATE***Fundação de Ciência, Aplicações e Tecnologia Espaciais*

Tabela 4 - Estimativa mensal de áreas de RVNs alteradas no ano de 2010, por atividade antropogênica.

Classes	até abr	maio	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	Total
Água	0,0	0,0	0,0	3,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,7
Á. Agrícola	73,9	64,5	59,0	68,7	26,8	46,2	2,7	71,0	28,7	441,4
Á. Urbana	0,0	8,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8,3
F. degradada	286,4	90,1	179,2	181,8	71,9	98,7	4,8	6,0	7,5	926,4
Pastagem	424,3	91,6	402,9	31,0	50,4	47,6	2,8	12,0	0,0	1.062,6
S. degradada	0,0	168,8	22,8	63,8	0,0	105,5	0,0	5,8	22,5	389,0
Reflorestamento	2.028,7	14,6	0,0	238,7	0,0	154,0	0,0	0,0	0,0	2.436,0
Solo exposto	286,1	33,1	42,7	67,4	204,5	85,0	13,1	0,0	0,0	731,8
Total	3.099,4	471,0	706,6	655,1	353,6	537,0	23,4	94,8	58,7	5.999,7

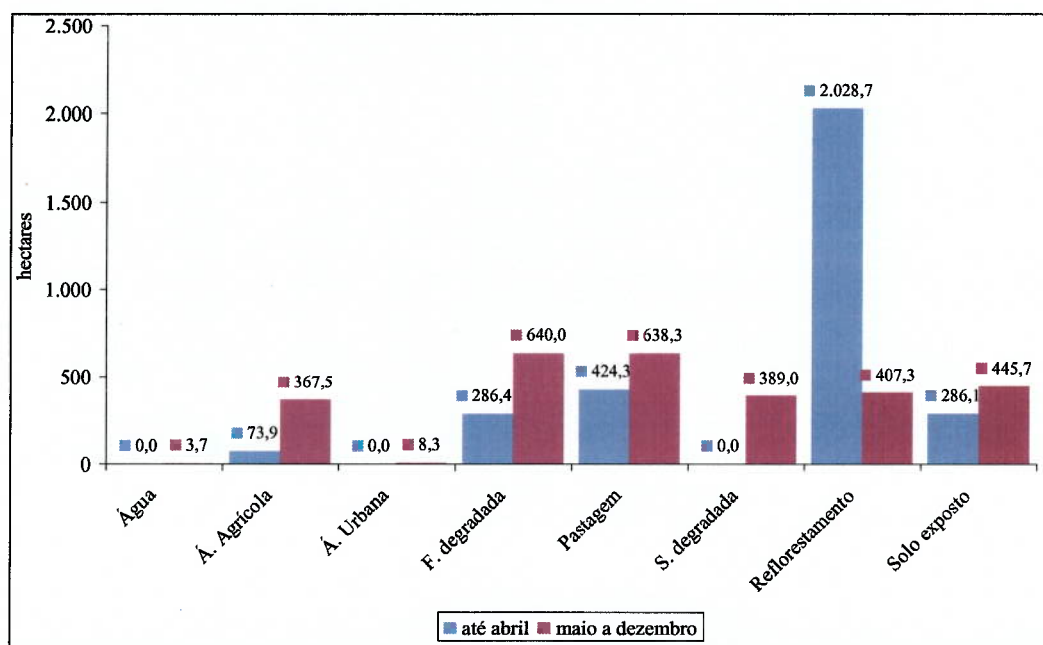


Figura 7 - Estimativa mensal de áreas de RVNs alteradas no ano de 2010, por atividade antropogênica, de 2008 até abril de 2010 e entre maio e dezembro de 2010.

A mesorregião de Ribeirão Preto apresentou as maiores estimativas de áreas alteradas em todo o período considerado, totalizando 3.612 ha (Tabela 5).

**FUNCATE***Fundação de Ciência, Aplicações e Tecnologia Espaciais*

Tabela 5 – Mesorregiões que apresentaram maiores estimativas de áreas alteradas e a classe de uso do solo predominante em cada um dos meses analisados.

Mês	Mesorregião	Área (ha)	Classe de uso	Área (ha)
Abr.	Ribeirão Preto	2.448,50	Reflorestamento	2.028,7
Mai	Ribeirão Preto	130,1	Pastagem	42,7
Jun.	Ribeirão Preto	189	Pastagem	100,1
Jul.	Ribeirão Preto	279,5	Reflorestamento	121,3
Ago.	Ribeirão Preto	164,4	Solo Exposto	110,2
Set.	Ribeirão Preto	278,7	Reflorestamento	113,3
Out.	Ribeirão Preto	9,7	Solo Exposto	6,9
Nov.	Ribeirão Preto	81,1	Área Agrícola	61,9
Dez.	Ribeirão Preto	31	Savana degradada	22,5
	Total	3.612,0	Total	2.607,6

A classe reflorestamento foi a principal atividade responsável por alterações nos RVNs, principalmente no mês de abril. Do total de 2.436 de hectares de reflorestamento em áreas de RVN, 2.028,7 ha localizaram-se na mesorregião de Ribeirão Preto. Nos meses de maio e junho a classe pastagem foi a principal atividade antropogênica, com 42,7 ha e 100,1 ha, respectivamente. As áreas de reflorestamento também foram responsáveis pelas maiores alterações em julho e setembro (121,3 e 113,3 hectares). As áreas de classes de uso relacionadas com as atividades agrícolas, solo exposto e área agrícola, foram observadas como responsáveis pelas alterações em agosto, outubro e novembro. Este período coincide com o período do final da época seca e início da época de plantio. Isto de certa forma era esperado dado que na época anterior ao plantio, novas áreas de RVN podem vir a ser destinadas às atividades agrícolas.

5. Considerações finais

A análise do período de janeiro a março de 2010, onde foi utilizado o banco de dados dos RVNs de savana, datados de 2001, permitiu observar que a mesorregião de Bauru apresentou a maior estimativa de área alterada (130 ha) seguida pelas mesorregiões de Ribeirão Preto e Araçatuba com 70 e 50 ha, respectivamente.

A segunda base de dados monitorada, datada do período de 2008-2009, permitiu não somente uma análise da distribuição espacial das áreas alteradas, mas também uma análise em função da classe de vegetação que fora suprimida. Além destas duas análises, a classificação das áreas alteradas em função das atividades antrópicas permitiu verificar qual destino foi dado às áreas alteradas.

**FUNCATE***Fundação de Ciência, Aplicações e Tecnologia Espaciais*

Desta forma, pode ser percebido que no período analisado as áreas da classe Floresta Estacional Semidecidual foi a que sofreu maior supressão de RVN. A mesorregião de Ribeirão Preto apresentou a maior área alterada e a classe reflorestamento foi responsável por 40% de toda alteração no período analisado (Tabela 4).

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alonso, M. T. A. Vegetação. In: IBGE. Geografia do Brasil/Região Sudeste. v. 3. Rio de Janeiro: FIBGE, 1977.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE) Malha Municipal Digital, 2005. Disponível em: <<http://mapas.ibge.gov.br/biomas2/viewer.htm>>. Acesso em: 10 dez 2007.



FUNCATE

Fundação de Ciência, Aplicações e Tecnologia Espaciais

Mapeamento Ambiental por Imagens de Sensoriamento Remoto

**Relatório da detecção de alterações nos remanescentes de
vegetação natural (RVN): anos 2008, 2009 e 2010**

**FUNCATE***Fundação de Ciência, Aplicações e Tecnologia Espaciais*

1. Introdução

O mapeamento ambiental por imagens de sensoriamento remoto visa, entre eles: o monitoramento e detecção de possíveis alterações na cobertura dos remanescentes de vegetação nativa (RVN) do Estado de São Paulo. O monitoramento e a detecção de alterações são realizados por meio de imagens de sensoriamento remoto de resolução espacial média (20 a 56 m) e com diferentes resoluções temporais. O sensor TM (Thematic Mapper) a bordo do satélite Landsat-5 possui resolução temporal de 16 dias, o sensor CCD a bordo do satélite CBERS-2B possui resolução temporal de 26 dias, o sensor AWiFS e LISS3 a bordo do satélite Resourcesat (IRS/P-6) tem resoluções temporais de 5 e 26 dias, respectivamente. Conforme a disponibilidade de imagens livres de cobertura de nuvens destes sensores, em particular do TM, CCD, AwiFS e LISS3, elas são utilizadas no monitoramento e detecção das alterações nos remanescentes de vegetação nativa (cerca de 7.000 polígonos). Este documento consiste em um relatório com os resultados obtidos nos anos de 2008, 2009 e 2010.

2. Área de estudo

A área de estudo corresponde ao estado de São Paulo situa-se na região sudeste do Brasil, com uma área aproximada de 248.209 km², e está localizado entre os paralelos 19° 5' e 25° sul e os meridianos 44° e 53° 5' oeste (Figura 1).

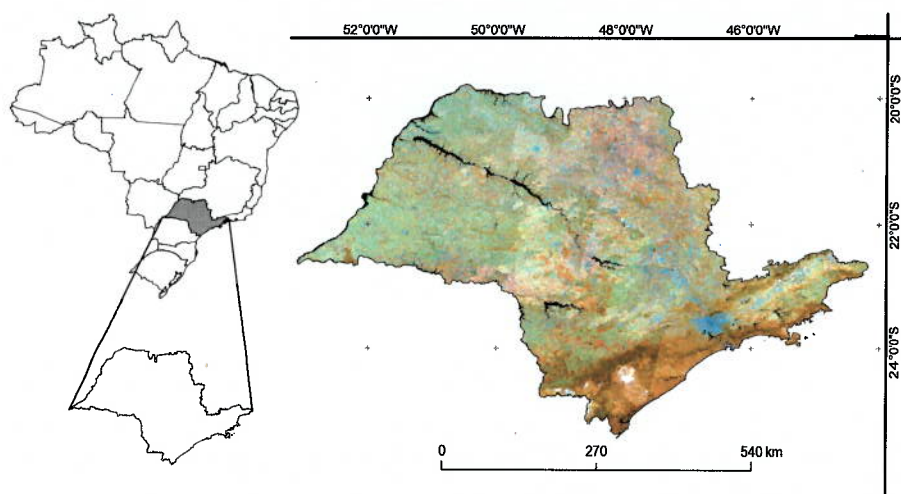


Figura 1 – Localização da área de estudo. Composição R(2) G(6) B(1), imagem MODIS do dia 04 de julho de 2009.

O Estado de São Paulo apresenta uma cobertura vegetal variada, dado que está inserido na região Sudeste e esta apresenta formações de caráter semi-árido até as que

**FUNCATE***Fundação de Ciência, Aplicações e Tecnologia Espaciais*

apresentam condições de superumidade. A Floresta Subcaducifólia Tropical ocupa a maior parte da porção interior do estado, em áreas elevadas como a Serra do Mar. Por sua vez, a Subcaducifólia Subtropical com Araucária é encontrada principalmente nas elevadas altitudes da serra da Mantiqueira. Ambas as serras também apresentam áreas campestres. As áreas de Cerrado aparecem preferencialmente ao longo da depressão Paulista (depressão periférica), sendo bem distribuído na parte oeste do Estado. Fora desta área aparece em formas de manchas em áreas de clima mais seco, como São José dos Campos e Cunha (Alonso, 1977).

3. Base de dados

No período considerado, 2008 a 2010, foram utilizadas duas bases de dados distintas. A primeira base de dados foi originada através da fotointerpretação, mapeamento e quantificação das diferentes fitofisionomias vegetacionais remanescentes baseados na utilização de imagens orbitais recentes dos satélites LANDSAT 5 e 7 (período 2000-2001). Nesta base de dados foram analisadas somente as áreas dos remanescentes de savana do Estado de São Paulo.

A partir do mês de abril de 2010 foi monitorada a segunda base de dados correspondente ao inventário florestal disponibilizado em março de 2010, originado da interpretação de imagens do satélite de alta resolução espacial ALOS (Advanced Land Observing Satellite), no período de 2008 a 2009. Cabe ressaltar que foram acompanhadas apenas as áreas maiores que 26 ha. Nesta base de dados foram monitoradas todas as classes de vegetação natural do Estado de São Paulo, a saber: Floresta Estacional Semidecidual, Savana, Formação Arbórea / Arbustiva em Região de Várzea e Floresta Ombrófila Densa.

4. Metodologia

A metodologia adotada em todos os anos analisados consistiu na sobreposição dos polígonos dos remanescentes de vegetação natural sobre as imagens TM/Landsat previamente registradas (Figura 2).

Uma vez sobrepostos, os polígonos foram verificados individualmente de forma que as áreas alteradas pudessem ser detectadas. Através da interpretação visual os polígonos que apresentaram algum tipo de alteração de origem antropogênica foram selecionados para a segunda etapa da metodologia.



FUNCATE

Fundação de Ciência, Aplicações e Tecnologia Espaciais

A segunda etapa consistiu na edição dos polígonos de RVN a fim de separar as áreas com alteração. Na tabela de atributos, o número identificador (ID) do polígono da base inicial estava indexado como referência.

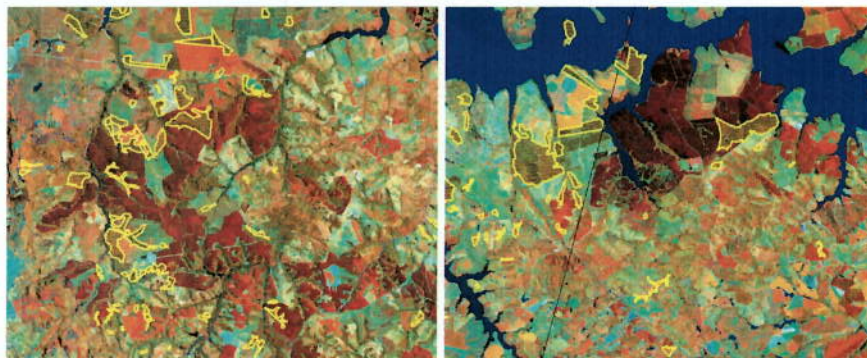


Figura 2 – Sobreposição dos polígonos dos RVN em imagens TM/ Landsat.

A etapa seguinte consistiu na subtração entre dois planos de informação: a base inicial de polígonos de RVN de savana, antes do primeiro monitoramento, e a base de polígonos detectados com algum tipo de alteração antropogênica. Esta álgebra permitiu que um terceiro plano de informação fosse gerado: os polígonos de savana que continuavam como remanescentes, no fim do mês, sem nenhum tipo de alteração (Figura 3).

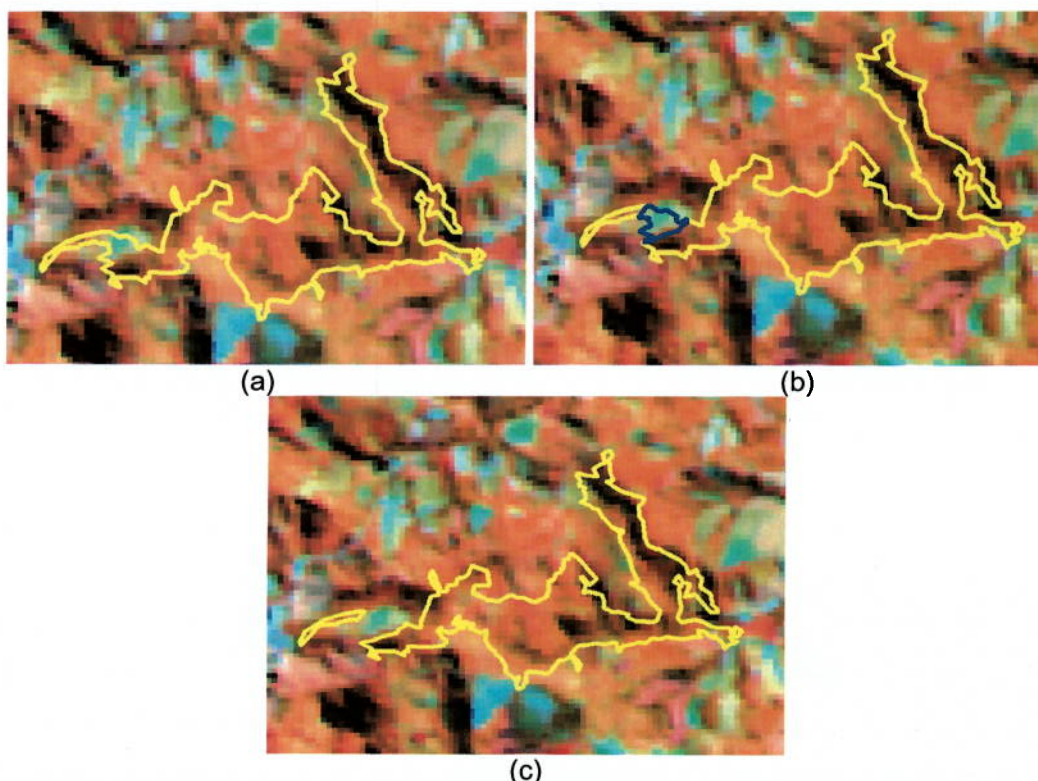


Figura 3. Exemplo da metodologia adotada neste trabalho. Composição R(4) G(5) B(3), imagem Landsat/TM do dia 04 de maio de 2010. Em: (a) primeira etapa: sobreposição do polígono de RVN (em amarelo) sobre a imagem Landsat/TM; (b)

**FUNCATE***Fundação de Ciência, Aplicações e Tecnologia Espaciais*

segunda etapa: delimitação da área alterada (em azul) no polígono de RVN (em amarelo); e (c) terceira etapa: resultado da subtração entre a base inicial de RVN de savana e polígono de RVN com alteração, polígono que continuou como RVN de savana no fim do mês.

Nas duas etapas de análise procurou-se realizar o levantamento da distribuição espacial dos RVN para todo o Estado de São Paulo. Para isto utilizou-se a divisão do estado em mesorregiões. O Estado de São Paulo é dividido em 15 mesorregiões, sendo elas: 1- Araçatuba; 2- Araraquara; 3 – Assis; 4 – Bauru; 5 – Campinas; 6 – Itapetininga; 7 – Litoral Sul Paulista; 8 – Macrometropolitana Paulista; 9 – Marília; 10 – Metropolitana de São Paulo; 11 – Piracicaba; 12 – Presidente Prudente; 13 – Ribeirão Preto; 14 – São José do Rio Preto; e 15 – Vale do Paraíba Paulista (Figura 4).

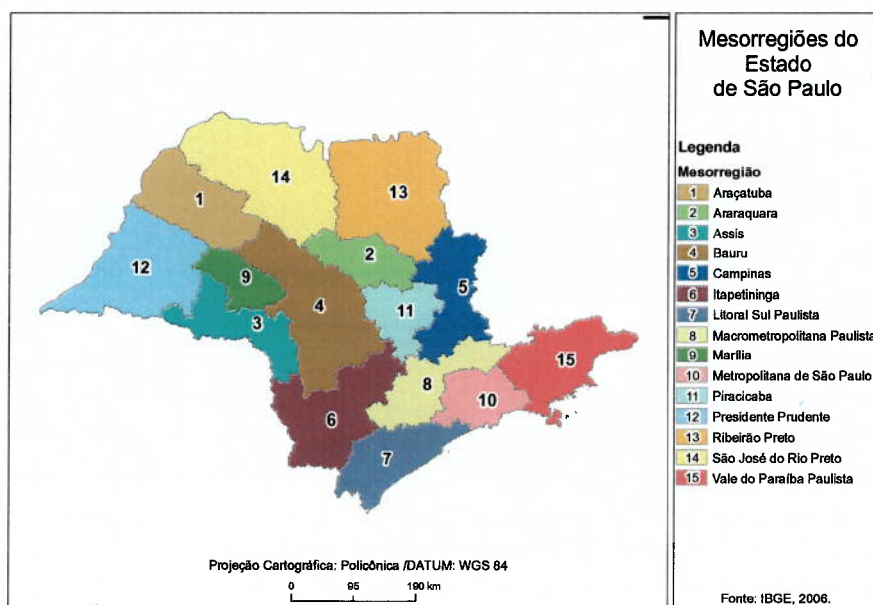


Figura 4 – Mapa das mesorregiões do Estado de São Paulo

5. Resultados

Os resultados aqui apresentados foram discutidos em função da base de dados utilizada para o monitoramento. Os resultados dos anos 2008 e 2009, referentes às áreas de RVN de savana, foram analisadas de forma semelhante dado que estas áreas são pertencentes à mesma base de dados (ano 2001). Na segunda base de dados (ano 2008-2009) também foram monitoradas outras classes de vegetação. Desta forma, optou-se por uma descrição dos resultados não somente em função da distribuição espacial das áreas alteradas, mas também em função da classe de vegetação suprimida.

5.1 Estimativas de áreas de RVN de savana até 2008.

**FUNCATE***Fundação de Ciência, Aplicações e Tecnologia Espaciais*

Nesta etapa de trabalho foi considerado como a data de início do período analisado o ano de 2001, dado que este foi o ano base das imagens que, através do mapeamento e interpretação, deram origem aos dados de RVNs de savana monitorados.

Analisando a Tabela 1 e a Figura 5 pode ser constatado que a região de Bauru, Ribeirão Preto e Araraquara foram as regiões que apresentaram maiores estimativas de áreas alteradas, 7.013,4 ha, 5.899,2 ha e 2.987,4 ha, respectivamente. Somente a região de Bauru correspondeu a mais de 25% das áreas alteradas no período analisado. A diferença entre a área natural em 2001 e em 2008 permite indicar que o estado de São Paulo obteve uma perda estimada anual de 3.059,1 ha.

Tabela 1 – Estimativa de áreas de RVNs de savana até 2008, por mesorregião.

Mesorregião	Em 2001		Até 2008		Diferença	
	Área (ha)	%	Área (ha)	%	Área (ha)	%
Araçatuba	9.786,5	4,3	9.549,3	4,7	237,2	1,0
Araraquara	23.354,1	10,3	20.366,7	10,0	2.987,4	12,2
Assis	19.993,8	8,8	19.065,7	9,4	928,1	3,8
Bauru	45.229,6	19,9	38.216,2	18,8	7.013,4	28,7
Campinas	5.110,8	2,2	4.067,8	2,0	1.043,0	4,3
Itapetininga	2.583,6	1,1	954,1	0,5	1.629,5	6,7
Macro Metrop. de São Paulo	11,3	0,0	11,3	0,0	0,0	0,0
Marília	2.654,2	1,2	2.325,2	1,1	329,0	1,3
Metropolitana de São Paulo	1.726,4	0,8	1.706,7	0,8	19,7	0,1
Piracicaba	8.392,4	3,7	7.611,7	3,7	780,8	3,2
Presidente Prudente	14.366,8	6,3	11.746,8	5,8	2.620,0	10,7
Ribeirão Preto	43.416,6	19,1	37.517,3	18,5	5.899,2	24,1
São José do Rio Preto	49.298,2	21,7	48.768,7	24,0	529,5	2,2
Vale do Paraíba Paulista	1.663,9	0,7	1.207,5	0,6	456,5	1,9
Total	227.588,3	100	203.115,0	100	24.473,3	100

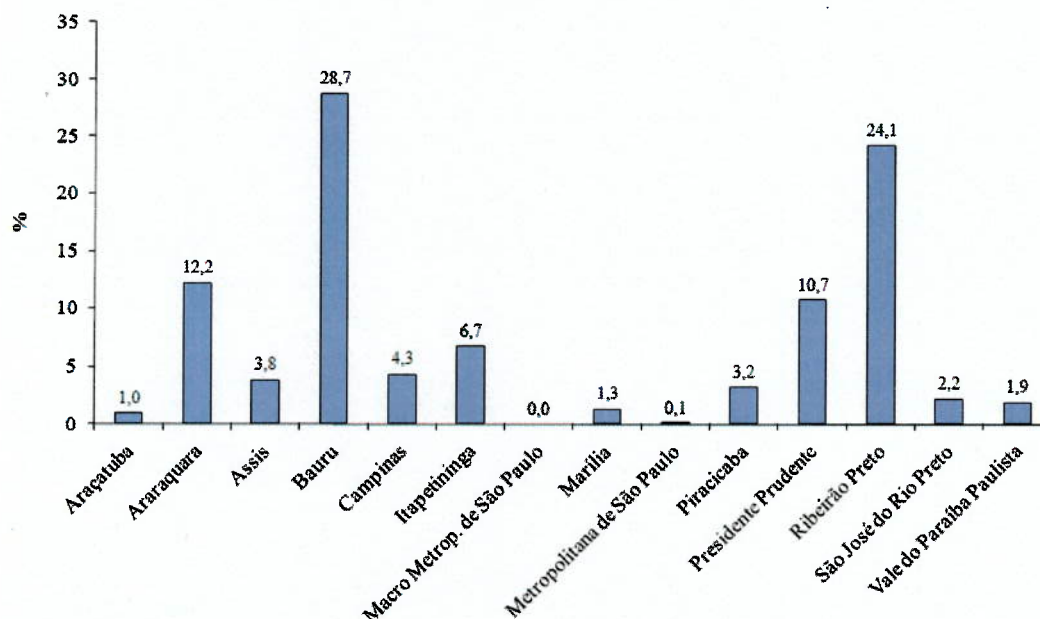
**FUNCATE***Fundação de Ciência, Aplicações e Tecnologia Espaciais*

Figura 5 - Distribuição espacial das estimativas de áreas alteradas em RVNs de savana no ano de 2008, em porcentagem.

5.2 Estimativas de áreas de RVN de savana em 2009.

O período analisado considerou as alterações no ano de 2009 e os três primeiros meses de 2010, pois neste período foi utilizada a mesma base de dados. A partir do mês de abril de 2010 o monitoramento passou a ser realizado nas áreas do segundo banco de dados do inventário florestal.

Neste período as regiões que apresentaram as maiores estimativas de áreas alteradas foram Piracicaba (2.654,4 ha), Bauru (2.467,1 ha) e Ribeirão Preto (1.466,6 ha), conforme Tabela 2. Estas regiões apresentaram 66,7% de todas estimativas de áreas alteradas. Considerando o período analisado, maio de 2009 a março de 2010, pode ser estimado uma perda mensal de 898,1 ha em todo o Estado. A única mesorregião que não apresentou área alterada foi a região Macro metropolitana de São Paulo, onde seus 11 ha de RVN permaneceram conservados.

**FUNCATE***Fundação de Ciência, Aplicações e Tecnologia Espaciais*

Tabela 2 – Estimativa de áreas alteradas em RVNs de savana entre maio de 2009 e março de 2010, por mesorregião.

Mesorregião	mai/09		mar/10		Diferença	
	Área (ha)	% ¹	Área	% ²	Área (ha)	% ³
Araçatuba	9.269,0	4,6	9.085,9	4,7	183,1	1,9
Araraquara	21.480,0	10,6	20.895,9	10,8	584,1	5,9
Assis	17.724,0	8,7	17.490,8	9,1	233,2	2,4
Bauru	40.989,0	20,2	38.521,9	20,0	2.467,1	25,0
Campinas	5.044,0	2,5	4.561,6	2,4	482,4	4,9
Itapetininga	2.035,0	1,0	1.235,1	0,6	799,9	8,1
Macro Metrop. São Paulo	11,0	0,0	11,0	0,0	0,0	0,0
Marília	2.382,0	1,2	2.307,0	1,2	75,0	0,8
Metropolitana de São Paulo	1.106,0	0,5	1.095,6	0,6	10,4	0,1
Piracicaba	5.388,0	2,7	2.733,6	1,4	2.654,4	26,9
Presidente Prudente	13.396,0	6,6	12.989,0	6,7	407,0	4,1
Ribeirão Preto	39.945,0	19,7	38.478,4	19,9	1.466,6	14,8
São José do Rio Preto	42.635,0	21,0	42.268,7	21,9	366,3	3,7
Vale do Paraíba Paulista	1.458,0	0,7	1.308,2	0,7	149,8	1,5
Total	202.861,0	100	192.981,8	100	9.879,2	100

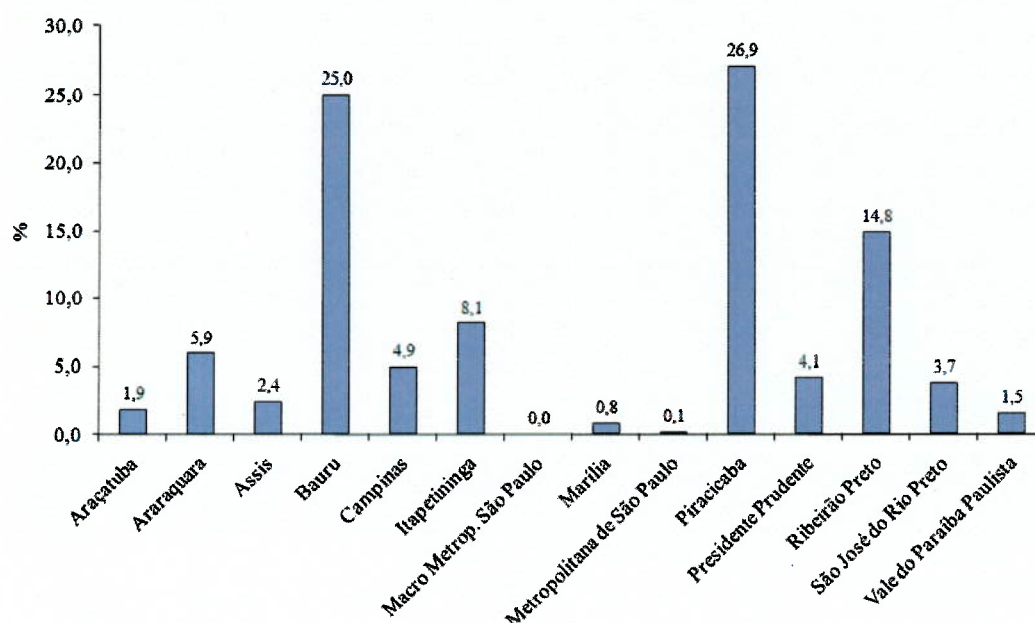


Figura 6 - Distribuição espacial das estimativas de áreas alteradas em RVNs de savana no ano de 2008, em porcentagem.

Nota-se uma diferença na dinâmica espacial de áreas alteradas em RVNs de savana no Estado de São Paulo entre 2008 e 2009. Até o ano de 2008 as alterações ocorreram em maior parte na região de Bauru, que apresentou 28,7% das estimativas de áreas alteradas em 2008 e 25% em 2009, sendo representativa em ambos os períodos. Porém, quando analisada a região de Piracicaba foi observado que a mesma passou de 3,2% para 26,9% de áreas alteradas.

**FUNCATE***Fundação de Ciência, Aplicações e Tecnologia Espaciais*

4.3 Estimativas de áreas de RVN em 2010.

Os resultados do monitoramento mensal entre abril e dezembro indicam que do ano de 2008, data da base dos RVNs monitorados, até abril de 2010 foi estimada uma perda de aproximadamente 3.099,5 ha de RVN no estado de São Paulo, sendo que 91% (2.824,7 ha) destas alterações ocorreram em áreas de Floresta Estacional Semidecidual (Tabela 3). Apenas no mês de maio e dezembro as estimativas apontaram para a classe de Savana a que apresentou maiores alterações. No restante dos meses a Floresta Estacional Semidecidual apresentou as maiores estimativas de áreas alteradas. O total estimado de áreas alteradas mensais no período analisado pode ser observado na Figura 7.

Tabela 3 – Estimativa mensal de áreas de RVNs alteradas no ano de 2010, por classe de vegetação.

Classe de vegetação	até abr	maio	Jun	jul	ago	set	out	nov	dez	Total
1	2.824,7	197,7	537,9	544,6	242,9	380,4	20,6	80,1	23,6	4.852,5
2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
3	26,0	54,0	81,9	0,0	28,9	13,6	2,8	9,1	0,0	216,3
4	248,8	219,3	86,8	110,5	81,8	143,0	0,0	5,6	35,1	930,9
Total	3.099,5	471,0	706,6	655,1	353,6	537,0	23,4	94,8	58,7	5.999,7

¹ Floresta Estacional Semidecidual; ²Floresta Ombrófila Densa; ³ Formação Arbórea / Arbustiva em Região de Várzea, ⁴ Savana

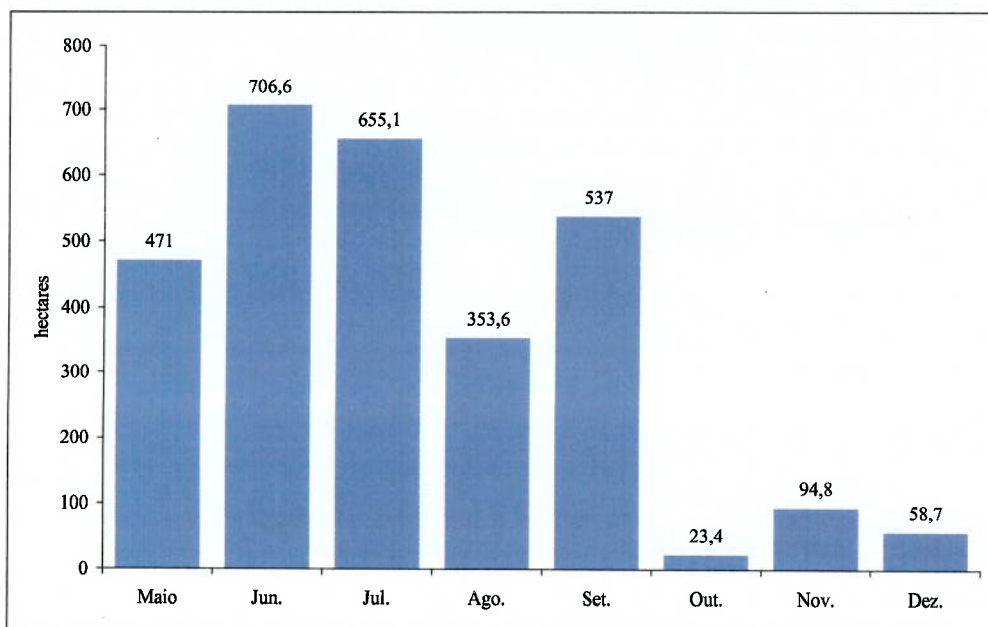


Figura 7 – Total mensal estimado de áreas alteradas de RVNs no ano de 2010

**FUNCATE***Fundação de Ciência, Aplicações e Tecnologia Espaciais*

Após a detecção das alterações, estas foram classificadas de acordo com o novo uso do solo destinado às áreas alteradas. Quando não foi possível a classificação da atividade antropogênica em questão, as áreas foram classificadas como degradadas, de acordo com a classe de vegetação alterada, ou seja, foram classificadas em: floresta ou savana degradada (Tabela 4 e Figura 8).

Tabela 4 - Estimativa mensal de áreas de RVNs alteradas no ano de 2010, por atividade antropogênica.

Classes	até abr	maio	Jun	jul	ago	set	out	nov	dez	Total
Água	0,0	0,0	0,0	3,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,7
Área Agrícola	73,9	64,5	59,0	68,7	26,8	46,2	2,7	71,0	28,7	441,4
Área Urbana	0,0	8,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8,3
Floresta degradada	286,4	90,1	179,2	181,8	71,9	98,7	4,8	6,0	7,5	926,4
Pastagem	424,3	91,6	402,9	31,0	50,4	47,6	2,8	12,0	0,0	1.062,6
Savana degradada	0,0	168,8	22,8	63,8	0,0	105,5	0,0	5,8	22,5	389,0
Reflorestamento	2.028,7	14,6	0,0	238,7	0,0	154,0	0,0	0,0	0,0	2.436,0
Solo exposto	286,1	33,1	42,7	67,4	204,5	85,0	13,1	0,0	0,0	731,8
Total	3.099,4	471,0	706,6	655,1	353,6	537,0	23,4	94,8	58,7	5.999,7

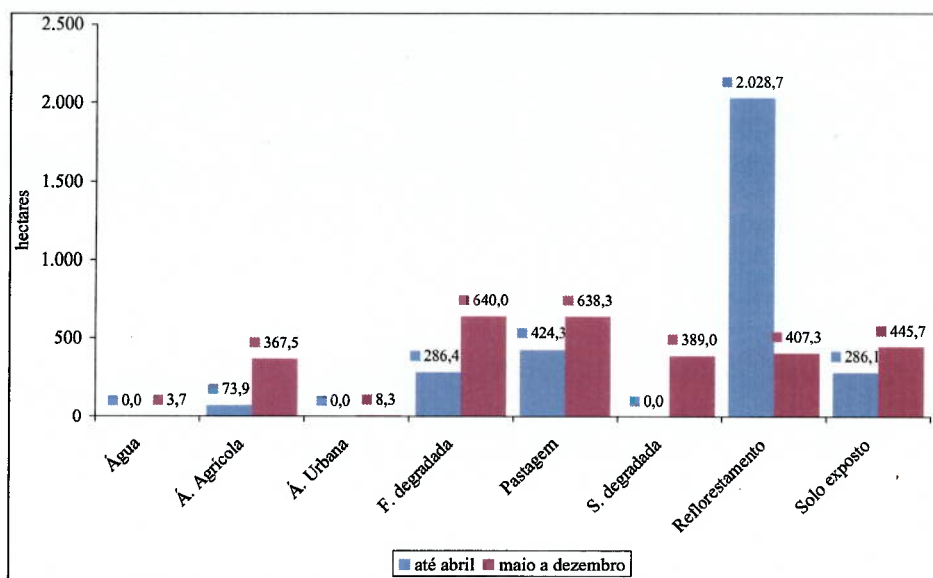


Figura 8 - Estimativa mensal de áreas de RVNs alteradas no ano de 2010, por atividade antropogênica, de 2008 até abril de 2010 e entre maio e dezembro de 2010.

**FUNCATE***Fundação de Ciência, Aplicações e Tecnologia Espaciais*

Tabela 5 – Estimativa mensal de áreas alteradas de RVNs no ano de 2010, por mesorregião.

Mesorregião	abr	maio	jun.	jul.	ago.	set.	out.	nov.	dez.	Total
Araçatuba	0,0	9,3	64,0	2,6	0,0	12,2	2,5	0,0	0,0	90,6
Araraquara	25,1	25,3	23,2	30,6	12,4	0,0	0,0	9,1	0,0	125,7
Assis	11,5	118,0	45,6	3,9	0,0	12,1	0,0	0,0	0,0	191,1
Bauru	233,5	99,5	70,3	11,6	62,8	167,8	0,0	0,0	12,7	658,2
Campinas	100,6	9,2	31,4	144,2	75,3	38,5	4,8	0,0	11,6	415,6
Marília	158,9	22,8	76,7	17,8	0,0	0,0	0,0	4,6	3,5	284,3
Piracicaba	0,0	0,0	10,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	10,1
Pres. Prudente	39,9	5,6	109,0	97,9	0,0	14,6	0,0	0,0	0,0	267
Ribeirão Preto	2.448,5	130,1	189,0	279,5	164,4	278,7	9,7	81,1	31,0	3.612,0
S. José Rio Preto	81,5	51,1	87,4	67,0	38,7	13,1	6,4	0,0	0,0	345,2
Total	3.099,5	471,0	706,6	655,1	353,6	537,0	23,4	94,8	58,8	5.999,7

A mesorregião de Ribeirão Preto apresentou as maiores estimativas de áreas alteradas em todo o período considerado, totalizando 3.612 ha de RVNs suprimidos (Tabela 5).

5. Considerações finais

Em relação aos anos de 2008 e 2009, onde foram monitoradas as áreas de savana do estado de São Paulo verificou-se que a mesorregião de Bauru foi a região que apresentou as maiores estimativas de áreas alteradas. Pode ser destacado o aumento de áreas alteradas na mesorregião de Piracicaba, onde suas áreas alteradas passaram de 3,2%, em 2008, para 26,9% em 2009.

A segunda base de dados monitorada, no ano de 2010, permitiu não somente uma análise da distribuição espacial das áreas alteradas, mas também uma análise em função da classe de vegetação que fora suprimida. Além destas duas análises, a classificação das áreas alteradas em função das atividades antrópicas permitiu verificar qual destino foi dado às áreas alteradas.

Desta forma, pode ser percebido que em 2010 a classe Floresta Estacional Semidecidual foi a que sofreu a maior supressão. A mesorregião de Ribeirão Preto foi a região do estado de São Paulo com maior estimativa de área alterada.



FUNCATE

Fundação de Ciência, Aplicações e Tecnologia Espaciais

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alonso, M. T. A. Vegetação. In: IBGE. Geografia do Brasil/Região Sudeste. v. 3. Rio de Janeiro: FIBGE, 1977.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE) Malha Municipal Digital, 2005. Disponível em: <<http://mapas.ibge.gov.br/biomas2/viewer.htm>>. Acesso em: 10 dez 2007.