

# Imagens Landsat na Estimativa de Áreas de Cana-de-Açúcar, Milho e Soja

Ana Maria P. Medeiros<sup>1</sup>

Bernardo F. T. Rudorff<sup>2</sup>

Yosio E. Shimabukuro<sup>2</sup>

<sup>1</sup> IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística  
Diretoria de Geociências  
Av. Brasil, 15.671, P. de Lucas, CEP 21.241, Rio de Janeiro, RJ, Brasil  
apm@bribge.bitnet

<sup>2</sup> INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais  
Divisão de Sensoriamento Remoto  
Caixa Postal 515, 12202 São José dos Campos, SP, Brasil  
{bernardo, yosio}@ltd.inpe.br

**Abstract.** Precise estimation of planted areas with agricultural crops of relevant interest to the national economy is of fundamental importance to several aspects such as: transportation and commercialization of agricultural production. In the present work remote sensing techniques were used to estimate areas planted with sugarcane soybean and maize in the counties of Aramina, Buritizal, Ituverava and Ipuã, located in north of São Paulo state, for the crop year of 1994/95. A Landsat TM image from 10 January 1995 was selected to perform the digital classification using a maximum likelihood classifier. Topographic charts were used to obtain the county limits that were digitized and registered to the Landsat image. Sample areas, over the Landsat image, were selected based mainly on information acquired during field work, in order to train the classifier. Area estimation data for each crop, per county, were obtained from the Systematic Survey Agricultural Production (LSPA) from the Brazilian Institute of Geography and Statistics (IBGE) and used to compare with the results from the digital thematic classification. The planted areas with sugarcane, soybean and maize were underestimated by 23% (9.930 ha), 25% (13.627 ha) and 94% (50.817 ha) in relation to the estimated area by the LSPA. Based on the large differences of area estimation, at the county level, observed between the satellite image and the LSPA, there is no doubt that one of the parts are in error. The procedure adopted during work was performed with state of the art remote sensing techniques and it is believed that these results are quite close to reality. However, it is recommended that the work should be continued, especially, to verify if multitemporal analysis could improve the area estimation and also to detect error source.

**Keywords:** Landsat images, digital classification, crop area estimation.

## 1 Introdução

A estimativa de áreas de plantio de produtos agrícolas para fins econômicos e de planejamento sempre foi objetivo e preocupação constante das autoridades governamentais do Brasil.

Novas técnicas e metodologias são evidenciadas, experimentadas e adotadas a fim de agilizar processos de tomadas de decisão, minimizar e racionalizar custos operacionais e, concomitantemente, fornecer informações cada vez mais confiáveis num menor espaço de tempo.

A Pesquisa de Previsão e Acompanhamento de Safras (PREVS), da Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (FIBGE), tem como objetivo principal o levantamento de informações através de

técnicas estatísticas, com base em uma amostra probabilística de áreas, denominadas amostras, visando fornecer, anualmente, estimativas de área cultivada e rendimento das principais culturas. Também são obtidas informações sobre as práticas agrícolas, pecuária bovina e suína, as características gerais de estabelecimentos de produção, além de outras informações complementares que visam avaliar e planejar a atividade do setor agropecuário de forma eficiente.

Desde 1985, a PREVS vem desenvolvendo uma metodologia de amostragem convencional conjugada com o uso de técnicas de sensoriamento remoto através da interpretação visual de imagens multiespectrais do sensor TM a bordo do satélite Landsat 5 (IBGE, 1988).

Dentro da PREVS está sendo realizado um Projeto Piloto nos municípios de Aramina, Buritizal, Ituverava e Ipuã, para desenvolver novas metodologias e aplicações para as técnicas em sensoriamento remoto atualmente disponíveis. Dentro destes municípios estão contidos seis segmentos relativos à amostragem convencional, cujas informações são utilizadas para expansão de dados ao nível estadual. A metodologia empregada pela PREVS deve sofrer adaptações de ordem metodológica propostas no Projeto Piloto visando a estimativa ao nível municipal.

Este trabalho tem por objetivo utilizar as técnicas de sensoriamento remoto, dentro do contexto do Projeto Piloto, visando desenvolver uma metodologia para estimativa de culturas agrícolas ao nível de município.

Os objetivos específicos consistem em: a) utilizar processamento digital para classificar as imagens TM a fim de estimar a área cultivada com as culturas de cana-de-açúcar, milho e soja no ano safra de 1994/95, nos municípios de Aramina, Buritizal, Ituverava e Ipuã, localizados na região norte do estado de São Paulo; e b) identificar e destacar as mudanças detectadas na área plantada através da análise de dados multitemporais.

## **2 Material e Método**

### **2.1 Área de Estudo**

A área de estudo encontra-se situada ao norte do estado de São Paulo, abrangendo os municípios de Aramina, Buritizal, Ituverava e Ipuã com uma superfície total de 163.700 ha, compreendida entre as latitudes 20° 00' S a 20°35' S e longitudes 48°15' W a 47°30' W.

A escolha desta área decorre do fato de que esses municípios são parte integrante do Projeto Piloto da Pesquisa de Previsão e Acompanhamento de Safras (PREVS). Diversos dados auxiliares são disponíveis: fotografias aéreas de arquivo, dados alfanuméricos correspondentes aos segmentos do Projeto Piloto da PREVS, Levantamento Sistemático da Produção Agrícola (LSPA), entre outros. A região possui condições favoráveis para o monitoramento de culturas agrícolas através de técnicas de sensoriamento remoto devido à predominância de relevo suavemente ondulado o que minimiza o efeito topográfico sobre o ângulo de incidência de radiação solar, concorrendo para uma iluminação uniforme do terreno (Koffler, 1982).

A área é constituída, principalmente, por solos da unidade pedológica Latossolo Roxo e Latossolo Vermelho-Amarelo.

A agricultura, bastante favorecida pelos tipos de solo e relevo, é representada, predominantemente, pelas culturas de cana-de-açúcar e soja, seguindo-se, em

plano secundário, o milho e outras culturas anuais de menor relevância como algodão e amendoim. Áreas de pastagens e reflorestamento com eucalipto também fazem parte da vegetação local.

### **2.2 Trabalho de Campo**

Utilizou-se a imagem Landsat-TM, composição colorida, de 14 de outubro de 1991, na escala de 1:250.000, sobre a qual demarcou-se áreas plantadas com cana-de-açúcar e áreas de solo em preparo para o cultivo de culturas anuais, principalmente, soja e milho. Nas áreas de renovação da cultura da cana-de-açúcar, geralmente é plantada a cultura da soja para efeito de rotação do uso solo.

Um segundo trabalho de campo, foi realizado na semana de 16 a 21 de outubro de 1995, no qual foram feitos levantamentos, através de questionários (culturas existentes, intenção de plantio, quantidade e qualidade das sementes utilizadas, equipamentos e outras variáveis) visando, complementar as informações obtidas durante o primeiro trabalho de campo.

### **2.3 Imagens Landsat**

Foram utilizadas imagens digitais TM do satélite Landsat 5, na forma de fita exabyte de 8 mm, formato fast, de duas passagens, da órbita 220, ponto 74, quadrante W nas bandas 3, 4 e 5, correspondente às datas de 7 de novembro de 1994 e 10 de janeiro de 1995.

### **2.4 Digitalização de Informações Auxiliares**

Os planos de informações (PIs) de solo (RADAMBRASIL, 1983) e limite de município (IBGE, 1972), com base em mapas e cartas topográficas, foram digitalizados utilizando o software Sistema Geográfico de Informações (SGI), versão 2.4, desenvolvidos pelo INPE. A rasterização dos planos foi feita na projeção de Lambert - 7, na escala de 1 : 250.000.

### **2.5 Registro dos PIs com a Imagem**

Os planos de informações de limites de municípios e de solos, foram registrados sobre a imagem de 10 de janeiro de 1995, através do sistema de tratamento de imagens Engineering Applications Scientific Interface (EASI), Picture Analysis Correction and Enhancement (PACE), versão 5.2, desenvolvido pela PCI Remote Sensing Inc.

Como função auxiliar, antes das tomadas das amostras para classificação, aplicou-se o programa de realce de contraste na imagem original possibilitando uma melhor discriminação visual.

## 2.6 Classificação Digital

A classificação digital foi feita com base na imagem de 10 de janeiro de 1995. As informações obtidas nos trabalhos de campo e nos mapas de cobertura vegetal (FUNCATE, 1989), serviram para auxiliar na definição das classes temáticas.

A classificação foi feita utilizando-se o algoritmo de classificação Gaussiana por máxima verossimilhança (MAXVER), que envolve duas etapas: treinamento e classificação propriamente dita.

As amostras para classificação foram tomadas levando-se em conta o nível digital de cada alvo. Foram selecionadas 19 classes temáticas: água, nuvem, cidade, solo (4 subclasses), cana (3 subclasses), soja (5 subclasses), milho (2 subclasses), mata e áreas de pastagem. A partir destas informações o sistema obteve os parâmetros a serem utilizados para classificar os diversos temas da área de estudo, por município. A chamada matriz de confusão da classificação permitiu avaliar o grau de separabilidade das classes. Incluiu-se também na classificação o tema nulos, ou seja, qualquer tema que não se enquadrava dentro das classes temáticas, previamente definidas. Após a classificação digital foi aplicado o filtro de média, passa baixa 5 x 5 pixels, para homogeneizar o resultado da classificação.

## 3 Resultado e Discussão

O resultado da classificação digital da estimativa da área plantada das culturas da cana-de-açúcar, soja e milho, nos municípios de Aramina, Buritizal, Ituverava e Ipuã, é apresentado nas Tabelas 1 e 2.

Estas tabelas mostram que a principal cultura plantada no município de Aramina é a cana-de-açúcar, representando 35% da área total do município, o que equivale a uma área de 8.162 ha. Em Buritizal, foi observado que a principal cultura plantada é a soja com uma área de 13% do total do município, que equivale a uma área de 3.770 ha, seguido pela cana-de-açúcar com 10% (3.052 ha). Todavia, a estimativa de área cultivada com cana-de-açúcar para este município, em termos percentuais, é aproximadamente três vezes superior (29%) quando estimada pelo Levantamento Sistemático da Produção Agrícola (LSPA) correspondendo a 7.700 ha. Em Ituverava a cultura da soja representa 23% (1.866 ha) da área total do município quando estimada pela imagem de satélite e duas vezes superior, em termos percentuais, (46%) quando estimada pelo LSPA (32.500 ha). Já em Ipuã a cultura de soja também apresenta um grande destaque com 32% (16.755 ha) da área cultivada, estimada pela imagem e 39% quando estimada pelo LSPA (18.000 ha), ilustrado nas Tabelas

1 e 2. Contudo, a cana-de-açúcar foi estimada em 25% (13.078 ha) do total da área de Ipuã, enquanto que a estimativa do LSPA, em termos percentuais, foi superior ao dobro desta estimativa (53%; 24.750 ha). As maiores discrepâncias foram observadas para a cultura do milho, principalmente nos municípios de Ituverava, Ipuã e Buritizal, que segundo o LSPA, representam 47% (33.000 ha), 33% (15.468 ha) e 16% (4.400 ha) da área plantada nestes municípios, respectivamente (Tabelas 1 e 2). Pela imagem do satélite, as áreas plantadas com milho foram quase que insignificantes, com 3% em Ituverava (2.256 ha), 1% em Ipuã (587 ha) e 1% em Buritizal (195 ha), respectivamente (Tabelas 1 e 2).

A Tabela 2 apresenta também valores da diferença relativa entre a estimativa de área plantada, obtida através da classificação digital de imagem Landsat e a estimativa obtida pelo LSPA. Para cultura da cana-de-açúcar, observa-se que no município de Aramina, houve uma grande semelhança entre a estimativa da classificação digital e aquela obtida pelo LSPA, sendo que a imagem do Landsat superestimou em apenas 6% a área plantada com cana-de-açúcar. Já para os municípios de Buritizal e Ipuã a imagem do Landsat subestimou a área plantada com cana-de-açúcar em 60 e 47%, respectivamente, enquanto que no município de Ituverava foi verificado que a imagem Landsat superestimou a área canavieira em 108%, quando comparado com a estimativa do LSPA (Tabela 2). Discrepâncias semelhantes foram observadas também para cultura da soja (tomando-se por base a estimativa do LSPA), cuja a área foi superestimada nos municípios de Aramina e Buritizal em 69 e 26%, respectivamente. Nos municípios de Ipuã e Ituverava a soja foi subestimada em 7 e 43%, respectivamente (Tabela 2). É possível que uma pequena parte responsável pela subestimativa da área de soja no município de Ituverava seja decorrente de uma parcial cobertura de nuvens. As maiores discrepâncias foram observadas para a cultura do milho cuja estimativa de área obtida pela imagem do satélite foi subestimada para os municípios de Aramina, Buritizal, Ituverava e Ipuã, em 94, 96, 96 e 93%, respectivamente, quando comparada com a estimativa do LSPA (Tabela 2).

Dada a magnitude das diferenças entre as estimativas obtidas pela imagem do satélite e aquela obtida pelo LSPA não há dúvida de que se está incorrendo em graves erros na estimativa das áreas cultivadas com cana-de-açúcar, soja e milho nestes municípios. Afirmar categoricamente que uma das estimativas é correta (imagem Landsat ou LSPA), seria incorrer num erro ainda mais grave. Todavia, é

fundamental que se invista esforços para verificar a origem e a natureza dessas discrepâncias.

Com os resultados obtidos neste trabalho, através da classificação digital da imagem Landsat, não se pretende questionar a validade das estimativas geradas pelo LSPA, ao nível municipal, uma vez que o uso da técnica de sensoriamento remoto tem como objetivo complementar as informações obtidas através de métodos convencionais e, se possível, aprimorá-las.

Entretanto, acredita-se que o método de estimativa de área plantada, utilizando a imagem de satélite, fornece informações objetivas e confiáveis.

Tabela 1 - Estimativa Percentual da Área Plantada em Relação à Área dos Municípios.

Município	Cultura	<sup>1</sup> Landsat	<sup>2</sup> LSPA	%
	Cana	35	38	
Aramina	Milho	0	5	
	Soja	7	5	
Buritizal	Cana	10	29	
	Milho	1	16	
	Soja	13	11	
Ipuã	Cana	25	53	
	Milho	1	33	
	Soja	32	39	
Ituverava	Cana	14	8	
	Milho	3	47	
	Soja	23	46	

<sup>1</sup> Área plantada estimada através de classificação digital

<sup>2</sup> Área plantada obtida através de estimativa do Levantamento Sistemático da Produção Agrícola (LSPA)

Tabela 2 - Estimativa da Área Plantada

Município	Cultura	<sup>1</sup> Landsat	<sup>2</sup> LSPA	<sup>3</sup> Dif.	<sup>4</sup> DR
			(ha)		%
	Cana	8.162	7.700	- 462	6
Aramina	Milho	63	1.050	987	-94
	Soja	1.687	1.000	- 687	69
	Cana	3.052	7.700	4.648	-60
Buritizal	Milho	195	4.400	4.205	-96
	Soja	3.770	3.000	- 770	26
	Cana	13.078	24.750	11.672	-47
Ipuã	Milho	587	15.468	14.881	-96
	Soja	16.755	18.000	1.245	-7
	Cana	11.428	5.500	- 5.928	108
Ituverava	Milho	2.256	33.000	30.744	-93
	Soja	18.661	32.500	13.839	-43
	Cana	35.720	45.650	9.930	-23
Total	Milho	3.101	53.918	50.817	-94
	Soja	40.873	54.500	13.627	-25

<sup>1</sup> Área plantada estimada através de classificação digital

<sup>2</sup> Área plantada obtida através de estimativa do Levantamento Sistemático da Produção Agrícola (LSPA)

<sup>3</sup>LSPA - Landsat

<sup>4</sup> Diferença Relativa (%) da estimativa de área obtida pela classificação digital em relação à estimativa de área obtida pelo LSPA

#### 4 Conclusões e Recomendações

Foi observado, para estimativa das áreas plantadas com as culturas da cana-de-açúcar, soja e milho, ao nível municipal, obtidas através da imagem do satélite Landsat de 10 de janeiro de 1995, uma grande discrepância em relação as áreas plantadas estimadas pelo Levantamento Sistemático da Produção Agrícola (LSPA) informado pelo IBGE. Por conseguinte, é necessário, que seja verificado a origem do erro das estimativas. Julga-se conveniente a continuidade deste trabalho para o aprimoramento das estatísticas agrícolas, nesse sentido, recomenda-se:

- aquisição de imagem de satélite em época onde as culturas de soja e milho se encontram num estágio mais desenvolvido. Cabe ressaltar que já foi adquirida uma imagem digital de 16 de março de 1995, livre de cobertura de nuvem;

- classificação multitemporal, para análise do comportamento espectral ao longo do ciclo de desenvolvimento das culturas;

- verificar, com trabalho de campo, a qualidade da estimativa obtida através de classificação digital; e

- utilizar outros procedimentos de classificação digital visando aprimorar a metodologia de estimativa de área plantada por imagem de satélite.

#### Referências Bibliográficas

FUNCATE, Fundação da Ciência, Aplicações e Tecnologia Espaciais. *Mapa de vegetação do estado de São Paulo*, São José dos Campos, São Paulo, 1989.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Revista Brasileira de Estatística - RBE*; semestral, jan./jun., Ano 49, Número 191, 1988, p.55-84.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, *Folha cartográfica* - Franca, Igarapava, Jariquara, Morro Agudo, Buritizal, São Joaquim da Barra, Ituverava e Ipuã, 1972.

Koffler, N.F. *Identificação da cultura da cana-de-açúcar (Saccharum spp.) através de fotografias aéreas infravermelhas coloridas e dados multiespectrais do Satélite Landsat*. Tese de Doutorado (ESALQ/USP, Piracicaba), 1982, 234 p.

RADAMBRASIL. *Levantamento de recursos naturais*, vol. 32; Rio de Janeiro/Vitória, 1983.