

USO DE BANCO DE DADOS GEOGRÁFICO RELACIONAL E IMAGENS DE SENSORIAMENTO REMOTO ORBITAL NA Estimativa de área agrícola

Saete Gürtler¹
Alfredo José Barreto Luiz²
José Carlos Neves Epiphanió³

RESUMO

Este estudo teve como objetivo principal desenvolver um método baseado em banco de dados geográfico relacional para facilitar a identificação de pontos amostrais em imagens orbitais e permitir gerar estimativas de área para as culturas de cana-de-açúcar, soja e milho. Foram utilizadas 22 imagens dos sensores TM/Landsat-5 e ETM+/Landsat-7 para determinar o uso agrícola e não-agrícola, em um painel amostral com trezentos pontos aleatorizados em três municípios paulistas, em três safras anuais consecutivas. As informações geradas foram armazenadas em um banco de dados geográfico, manipulado através do SIG SPRING, o que facilitou a análise multitemporal e permitiu a observação da dinâmica da paisagem agrícola. As estimativas calculadas foram comparadas às do IEA/CATI e geraram resíduos pequenos para as culturas de cana-de-açúcar e soja. De maneira geral, a metodologia apresentada foi eficiente para estimar áreas agrícolas e poderia ser utilizada em levantamentos estaduais e nacionais.

PALAVRAS-CHAVE: Banco de dados, área agrícola, análise multitemporal, agricultura.

RELATIONAL DATABASE AND REMOTE SENSING IMAGES FOR ESTIMATING CROP AREAS

ABSTRACT

The main objective of this study is to create a methodology based on relational geographic database to facilitate the identification of sampling points using orbital images to generate sugarcane, soybean and corn area estimates. We used 22 images from TM/Landsat-5 and ETM+/Landsat-7 to classify a sampling frame of 300 random samples for three cities of São Paulo State monitored for three consecutive years. The data were managed into the relational geographic database in the GIS SPRING, which allowed the multitemporal study and the analysis of the dynamic of the agriculture landscape. The estimates calculated were compared to the official estimates and small relative errors were found for the crops of sugarcane and soybean. In general, the methodology presented was efficient to estimate the areas of the main crops and could be used in state and national surveys.

KEYWORDS: Database, crop area, multitemporal analysis, agriculture.

1. INTRODUÇÃO

As estimativas agrícolas orientam as políticas econômicas de um país e devem ser confiáveis e de rápida aquisição. No entanto, para obter estimativas de produção para uma determinada região, além da produtividade de cada cultura, são necessárias informações sobre a área plantada. No Brasil, a previsão da safra agrícola anual é realizada pelo IBGE por meio do Levantamento Sistemático de Produção Agrícola

¹ Ecóloga, MSc. em Sensoriamento Remoto – INPE – Caixa Postal 515 – 12201-970 – São José dos Campos – SP, Brasil – salete@ltd.inpe.br

² Eng^o. Agrônomo, Dr., Pesquisador – Embrapa Meio Ambiente/INPE – Caixa Postal 69 – 13820-000 – Jaguariúna – SP, Brasil – barreto@ltd.inpe.br

³ Eng^o. Agrônomo, Dr., Pesquisador Titular – INPE – Caixa Postal 515 – 12201-970 – São José dos Campos – SP, Brasil – epiphani@ltd.inpe.br

(LSPA). Este levantamento é considerado subjetivo, pois baseia-se em informações fornecidas por pessoas ligadas ao meio agrícola, o que não permite a realização de avaliações estatísticas.

Estimativas de área cultivada, calculadas a partir de procedimentos que utilizam dados gerados por técnicas de sensoriamento remoto, podem ser obtidas de maneira rápida e confiável por causa da visão sinóptica dos sensores e do seu recobrimento repetitivo. No entanto, atualmente, apenas as culturas que ocupam maior área podem ser mais apropriadamente monitoradas através de sensoriamento remoto (Luiz & Epiphanyo, 2001).

Além disso, as informações relativas a culturas agrícolas podem ser armazenadas e manipuladas por meio de Sistemas Gerenciadores de Banco de Dados que, além de permitir atualizações periódicas das informações, facilitam as consultas a essas informações.

Assim, tendo em vista a escassez de métodos eficientes para fazer a estimativa de área agrícola por município, em escala estadual e nacional, e a possibilidade de utilizar tecnologias modernas como sensoriamento remoto e SIG, este estudo teve como objetivo principal criar uma metodologia baseada em banco de dados geográfico relacional para facilitar a identificação de pontos amostrais em imagens orbitais e permitir gerar estimativas municipais de área agrícola para as principais culturas presentes na área de estudo – cana-de-açúcar, soja e milho – nas safras de 2000, 2001 e 2002.

2. MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo compreende os municípios de Guará, Ipuã e São Joaquim da Barra, localizados na porção nordeste do Estado de São Paulo, entre as coordenadas geográficas 48°13' e 47°37' de longitude oeste e 20°39' e 20°17' de latitude sul.

Em conjunto, os três municípios abrangem uma área total de 124.100 ha, sendo Ipuã com 46.600 ha, São Joaquim da Barra com 41.200 ha e Guará com 36.300 ha. Os usos do solo predominantes na área são a pastagem e a agricultura, caracterizada pelo cultivo de poucos produtos, principalmente cana-de-açúcar, soja e milho, em grandes extensões.

O conhecimento do calendário agrícola, das condições de plantio – plantio convencional ou direto – e das formas de irrigação – pivô central ou não irrigado – da região, forneceu a base para o entendimento do comportamento espectral, o que auxiliou na interpretação visual dos alvos agrícolas.

Ortiz et al. (1997) ressaltam a importância da utilização de imagens multitemporais para os levantamentos agrícolas. Os autores verificaram que a maioria dos produtores cultiva as mesmas culturas ano após ano, o que sustenta a hipótese de que informações históricas podem ser usadas para subsidiar os procedimentos de identificação de alvos agrícolas em produtos de sensoriamento remoto, pois áreas plantadas com a mesma cultura em anos sucessivos criam um padrão de interpretação para o intérprete.

Para o desenvolvimento deste trabalho foram selecionadas 22 imagens dos sensores ETM+/Landsat 7 e TM/Landsat 5, da órbita e ponto WRS 220/74, com um intervalo entre elas não superior a sessenta dias, visto que algumas culturas encontradas na área são de ciclo curto. As imagens correspondem ao período de janeiro de 2000 a janeiro de 2003, o que permitiu gerar estimativas das safras de 2000, 2001 e 2002. Foram utilizadas as bandas 3, 4 e 5 dos sensores TM e ETM+ nas quais realizou-se a correção atmosférica por subtração de pixel escuro (Chavez, 1989), seguida pela uniformização das imagens (Gürtler et al., 2003).

O Sistema de Informações Geográficas (SIG) utilizado neste trabalho foi o SPRING - versão 3.6.03, que permite a manipulação de informações espacializadas, associadas a um banco de dados relacional. O gerenciador de banco de dados escolhido para trabalhar conjuntamente com o SPRING foi o Microsoft Access 2000.

Luiz & Epiphanyo (2001) propuseram um método amostral rápido para estimar a área plantada com culturas que ocupem talhões com área acima de 10 hectares. Neste método, as unidades amostrais correspondem aos pixels de uma imagem, que são regulares e de área conhecida, e é possível o cálculo do erro amostral. Além disso, como a área não é dividida em estratos e as amostras são diretamente sorteadas

sobre a área de estudo, pode-se obter de maneira mais imediata estimativas de área cultivada.

Epiphany et al. (2001) afirmam que a imagem de satélite pode ser tratada como um universo amostral regular, onde os elementos amostrais são os pixels da imagem, que são regularmente espaçados, possuem área fixa, e são passíveis de identificação e de localização, o que garante que qualquer pixel tenha a mesma chance de ser amostrado.

Assim, foi gerado o painel amostral de pontos, composto por 300 pontos sorteados sobre a área total dos três municípios, conforme a metodologia proposta por Luiz & Epiphany (2001). Como a quantidade de pontos em cada município variou em função de sua área, foram obtidos 79, 115 e 106 pontos para Guará, Ipuã e São Joaquim da Barra, respectivamente. O painel amostral foi inserido em uma categoria do tipo cadastral, que permite associar uma representação espacial a uma tabela de atributos.

Em seguida, realizou-se a classificação dos pontos quanto ao uso do solo, por interpretação visual das imagens em composição colorida RGB 453 e trabalhos de campo, o que resultou em uma tabela com as linhas referindo-se aos pontos e as colunas aos seus atributos, que, no caso, eram as classes de uso do solo em cada data.

Para automatizar o processo de identificação das culturas colhidas em cada ponto e em cada ano, elaborou-se um conjunto de expressões lógicas no software Excel. A colheita era detectada se num determinado ponto ocorresse a passagem de uma cultura qualquer para “solo exposto” ou “palha”, podendo ocorrer mais de uma colheita, num mesmo ponto, no ano. Com o intuito de identificar e corrigir erros na etapa de identificação das culturas colhidas realizou-se uma auditoria nos dados. Esta auditoria também foi baseada em uma expressão lógica do Excel, que para cada situação, retornava uma situação específica de uso do solo. Os pontos que não eram interpretados como “solo exposto” ou “palha” em nenhuma data do ano, ou que eram classificados como “solo exposto” numa data, seguido de “palha” numa segunda data, foram reinterpretados nas imagens de satélite das datas respectivas e devidamente corrigidos.

As estimativas de área agrícola foram geradas a partir da expansão direta do somatório dos pontos de cada cultura colhida, que consiste na multiplicação da proporção de pontos de cada cultura em um município pela área municipal.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O método de amostragem permitiu, além do cálculo das estimativas de área agrícola, os respectivos desvios padrão, intervalos de confiança e coeficientes de variação das estimativas. As diferenças entre as estimativas oficiais (IEA/CATI) e as estimativas calculadas segundo a metodologia aqui delineada estão apresentadas na Tabela 1, para cada safra.

TABELA 1: Estimativa de área agrícola para os três municípios e as diferenças em relação às estimativas do IEA/CATI, para as safras de 2000, 2001 e 2002, por cultura.

Cultura	2000		2001		2002	
	Área estimada (ha)	Diferença IEA/CATI (%)	Área estimada (ha)	Diferença IEA/CATI (%)	Área estimada (ha)	Diferença IEA/CATI (%)
Cana-de-açúcar	47.985	+595 (1%)	47.985	-10.755 (-18%)	63.705	-1.796 (-3%)
Soja	31.025	-4.775 (-13%)	28.543	-3.507 (-11%)	21.924	-2.818 (-11%)
Milho	12.410	-17.305 (-58%)	11.169	-7.281 (-39%)	8.273	-427 (-5%)
Sorgo	2.482	-635 (-20%)	3.723	+2.023 (119%)	4.550	+1.225 (37%)
Feijão	0	-	1.655	+1.459 (744%)	414	+194 (88%)
Algodão	414	-199 (-33%)	414	-699 (-63%)	0	-257 (-100%)
Cana não colhida	13.651	+5.851 (75%)	20.683	+11.783 (132%)	7.446	-154 (-2%)
Pastagem	16.547	-	14.892	-	14.478	-

As diferenças percentuais entre o método aqui descrito e as estimativas do IEA/CATI são menores para as culturas de maior área. Há que se considerar que as estimativas do IEA/CATI são subjetivas. No caso da cana-de-açúcar, em que supostamente há uma maior precisão no valor de referência da área cultivada, pois as usinas mantêm maior controle sobre a cultura, as diferenças foram as menores, particularmente para os anos 2000 e 2002.

Em relação aos coeficientes de variação (CV) das estimativas, foram obtidos valores razoáveis para as grandes culturas, que melhoraram ainda mais quando considerou-se o conjunto dos três municípios. Os coeficientes de variação encontrados para a cana-de-açúcar em toda a área de estudo foram de 7% para as safras de 2000 e 2001 e de 6% para a safra de 2002. O CV da soja ficou em torno de 10% para as duas primeiras safras calculadas e de 12% para a safra de 2002. Para as culturas de menor ocorrência, foram encontrados coeficientes de variação inaceitáveis.

A organização dos dados em um banco de dados multitemporal facilitou e agilizou os processos de interpretação das imagens e classificação dos pontos amostrais, considerando o volume de imagens e o número de pontos amostrais. Além disso, permitiu a criação de inúmeras consultas em linguagem SQL (*Structured Query Language*), tanto numa determinada data, como num conjunto de datas, o que facilitou a detecção, por exemplo, de alterações no uso do solo. A Figura 1a ilustra o processo de localização dos pontos na imagem de satélite e de edição da tabela; e a Figura 1b exemplifica a consulta de pontos, com a exibição dos atributos alfanuméricos e dos arquivos associados, nos formatos JPG (figuras) e WAV (sons).

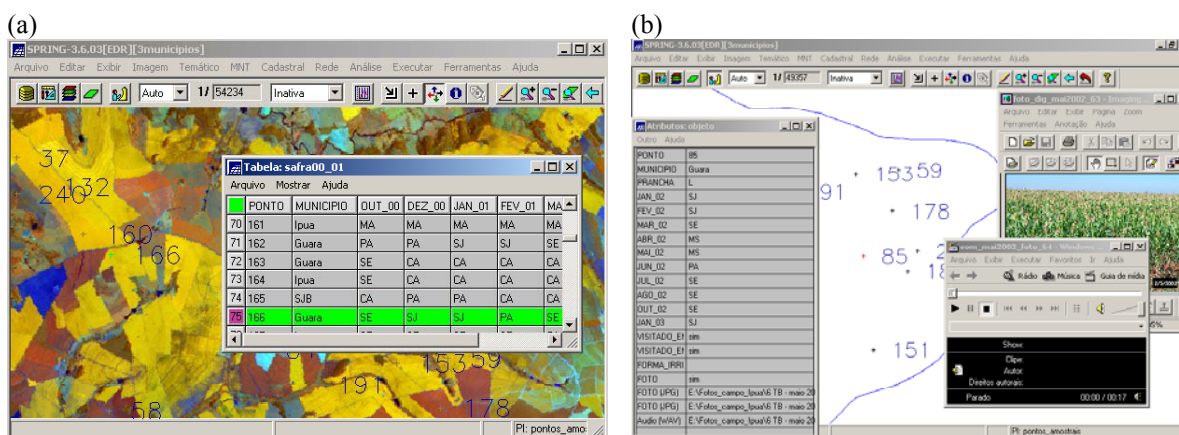


FIGURA 1: Ilustração do procedimento de interpretação visual dos pontos e edição na tabela do banco de dados (a) e consulta aos atributos de um ponto amostral (b).

Considerando os dois tipos de objetos existentes no banco, pontos e polígonos, onde os pontos referem-se ao painel amostral e os polígonos referem-se aos municípios, foram realizados dois tipos de consultas: consultas pontuais e por município. As consultas pontuais foram realizadas na tabela de pontos com o uso do solo em cada data, o que permitiu a identificação de culturas associadas e de mudança no tipo de uso ao longo do tempo.

Em relação às consultas por município foram realizadas quanto à área estimada por município para uma determinada cultura – como, por exemplo, quais os municípios que tiveram uma área estimada de cana-de-açúcar superior a 20.000 ha, ou ainda, quais os municípios que possuíam área estimada de soja superior à área de cana-de-açúcar. A resposta à expressão pode ser obtida em representação espacial, como também em tabela.

4. CONCLUSÕES

O método de amostragem aleatória simples, classificação dos pontos e expansão direta dos dados pôde ser desenvolvida associando o SIG SPRING à planilha eletrônica EXCEL para gerar as estimativas de área agrícola. A organização dos dados no SIG SPRING possibilitou a inclusão, manipulação e atualização dos dados de maneira eficiente, permitindo a rápida localização dos pontos sobre a imagem e a imediata interpretação e edição da tabela. Além disso, possibilita consultas para atender às necessidades dos usuários do meio agrícola, auxiliando no gerenciamento de dados agrônômicos.

Os coeficientes de variação foram considerados satisfatórios para a cana-de-açúcar e para a soja, devido à grande proporção da área de estudo ocupada por essas culturas. De maneira geral, a metodologia proposta é considerada viável para gerar estimativas de área agrícola para as grandes culturas, em termos de tempo de geração das estimativas e custo, o que permite a sua implantação em escalas regionais e nacionais.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CHAVEZ JR., P. S. Radiometric calibration of Landsat Thematic Mapper multispectral images. **Photogrammetric Engineering and Remote Sensing**, v. 55, p. 1285-1294, 1989.
- EPIPHANIO, J. C. N.; BARROS NETO, O. O.; LUIZ, A. J. B.; FORMAGGIO, A. R. Sistema de amostragem em imagens como base para estimativa de áreas de culturas agrícolas no município de Ipuã. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 10., 2001, Foz do Iguaçu. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2001. 8 p.
- GÜRTLER, S.; LUIZ, A. J. B.; EPIPHANIO, J. C. N. Uniformização de imagens Landsat para previsão de safras agrícolas. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 11., 2003, Belo Horizonte. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2003. 8 p.
- LUIZ, A.J.B.; EPIPHANIO, J.C.N. Amostragem por pontos em imagens de sensoriamento remoto para estimativa de área plantada por município. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 10., 2001, Foz do Iguaçu. **Anais.** São José dos Campos: INPE, 2001. 8 p.
- ORTIZ, M. J.; FORMAGGIO, A. R.; EPIPHANIO, J. C. N. Classification of croplands through integration of remote sensing, GIS and historical database. **International Journal of Remote Sensing**, v. 18, n.1, p. 95-105, 1997.