

Estatísticas agrícolas por amostragem auxiliadas pelo sensoriamento remoto

Alfredo José Barreto Luiz¹

¹ Embrapa

Parque Estação Biológica s/n PqEB - Av. W3 Norte (final) 70770-901 Brasília, DF
alfredo.luiz@embrapa.br

Abstract. The proper utilization of statistics in any application area depends primarily on the degree of knowledge of the nature of employed data, as well as on the level of clarity of established goals. Remote sensing offers a rather particular set of data that bear characteristics that must be taken into consideration when choosing the statistical methods to be used in analysis. Application of those data in agriculture will, particularly when the aim is the delimitation and quantification of crop areas, define quite specific goals that should influence on the selection of statistical analysis techniques. The theoretically-based alliance between remote sensing and statistics in a way that is adequate to estimate crop areas, results in a step ahead in the efficient use of data from orbital sensors for agriculture aims. In this direction, this document brings: 1) a method to prepare and use satellite images in agricultural surveys by sampling; 2) the way to calculate objective estimates of crop area and their respective variances; 3) a case study consisting in the estimate of total planted area in a municipality, considering all major crops, with the use of data from remote sensing; and 4) the up scaling of method, by simulation, to regional and national level.

Palavras-chave: satellite image, agriculture, crop area, imagem de satélite, agricultura, área plantada.

1. Introdução

Atualmente, cerca de 800 milhões de pessoas no mundo não se alimentam de forma satisfatória, sendo que destas, 55 milhões estão na América Latina (Anda, 2003). Entre os motivos para esse quadro desolador estão: a má distribuição de renda e de terras, a má qualidade nutricional de alguns tipos de alimentos tradicionalmente utilizados e, ainda, a falta de estabilidade na produção e distribuição dos produtos agrícolas em determinadas regiões.

Diante desse cenário, o acesso oportuno à informação agrícola confiável tem se tornado cada dia mais importante para os processos de tomada de decisão nacionais e internacionais. O estabelecimento e o desenvolvimento de programas de levantamento de dados do setor é um componente importante para qualquer sistema de informação agrícola. Métodos de levantamento agrícola que considerem o crescente aumento da disponibilidade de imagens de sensoriamento remoto, bem como outros avanços tecnológicos (GPS, SIGs etc.), podem vir a se tornar as formas mais práticas para um país produzir dados básicos sobre as principais mercadorias agrícolas (FAO, 1996). Gao (2002) afirma que o advento da tecnologia GPS tem não só aumentado a facilidade e versatilidade de aquisição de dados espaciais, como tem também diversificado os enfoques pelos quais ela pode ser integrada com o sensoriamento remoto e os SIGs.

Esta associação será uma poderosa ferramenta para que o Estado, as Organizações não Governamentais, Agentes Financeiros, etc., possam fiscalizar o cumprimento de leis de uso do solo e dos recursos hídricos, elaborar zoneamentos agroambientais, ordenar a aplicação de recursos, e assim por diante.

Enquanto a utilização dos SIGs já se faz presente em diversos campos das aplicações agrícolas (Assad e Sano, 1998), apesar do seu potencial inquestionável, até o momento pode-se afirmar que o único espaço dentro dos levantamentos agrícolas onde o sensoriamento remoto realmente se estabeleceu, foi o da construção de painéis amostrais por área e, mesmo assim, surpreendentemente apenas um país, os EUA, o incorporou definitivamente, e de forma operacional, ao seu programa de estatísticas agrícolas oficiais (FAO, 1998).

No Brasil, o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) realiza um levantamento sistemático da produção agrícola, com dados obtidos de forma subjetiva, através de consulta a especialistas, por município, e um censo agropecuário, de periodicidade variável, com informação colhida, através de entrevistas, por estabelecimento rural (Collares et al., 1993).

A deficiência destas formas de coleta de dados, embora continue sendo apontada em trabalhos recentes (Ippoliti-Ramilo, 1998; Pino, 1999), já é reconhecida há muito mais tempo devido à sua subjetividade e à magnitude dos erros (Batista et al., 1978b).

A incorporação de avanços tecnológicos, alcançados em diversas áreas do conhecimento, aos procedimentos utilizados nos levantamentos das estatísticas agrícolas nacionais pode vir a se configurar como um poderoso impulsionador no sentido de aprimorar, em objetividade, rapidez e confiabilidade, as estimativas oficiais da safra brasileira.

O desafio que ainda se coloca, portanto, é o do estabelecimento de um método que permita associar de maneira definitiva a tecnologia disponibilizada pelo sensoriamento remoto orbital aos procedimentos rotineiramente utilizados nos levantamentos das estatísticas agrícolas no Brasil.

2. Construção da referência

Um problema sempre presente quando se pretende avaliar a qualidade das estimativas produzidas por métodos baseados em amostragem é a obtenção de um valor de referência que possa ser considerado, com bastante confiança, como representativo da realidade. Isso é especialmente verdadeiro quando se trata de levantamentos agrícolas. Ippoliti-Ramilo et al. (2003) que encontraram diferenças de grande magnitude entre estimativas de área plantada por município, obtidas por metodologias diferentes, afirmam que, apesar de não haver dúvidas que existem alguns sérios erros nas estimativas, não é possível dizer qual metodologia é apropriada ou qual está mais próxima da realidade. Os autores indicam que apenas com um intenso trabalho de campo seria possível checar uma área suficientemente expressiva para permitir essa avaliação. Xiao et al. (2002) também encontraram, em âmbito municipal na China, grandes diferenças (de -7% a +92%) entre dados relativos à área cultivada obtidos por sensoriamento remoto e por meio de um censo e, embora afirmem que existe uma tendência, relatada por outros autores, de que os dados dos censos subestimem a área plantada “real”, preconizam cuidados com a comparação entre estimativas obtidas por mais de um método, pois se mesmo os dados do censo não são exatos, a falta de uma referência não permite saber qual estimativa é a mais correta.

Como o objetivo geral desse trabalho foi definir um método que se pudesse estabelecer como ferramenta auxiliar rotineira nos levantamentos agrícolas brasileiros (inclusive nos oficiais), podendo ser expandido para a escala estadual e nacional; e como, para se recomendar uma substituição de procedimento é necessário que se tenha confiança nos resultados do método proposto, era preciso garantir que os valores usados como referência para a comparação das áreas plantadas estimadas fossem os mais próximos possível da realidade.

Para tanto foram realizadas duas campanhas de campo com o auxílio do material preparado conforme descrito em Luiz et al. (2003). Usando as imagens para ajudar no deslocamento pelo território do município, foram registrados sobre as transparências de cada módulo os limites de todos os tipos de uso do solo identificáveis simultaneamente no campo e na imagem, e atribuído a cada segmento um número de identificação. Em planilhas anexas aos módulos eram anotadas as observações relativas a cada segmento identificado. Dessa forma, para cada imagem, do inverno de 2001 e do verão de 2002, foi produzido um mapa de uso do solo completo do município de Ipuã.

De volta da primeira campanha de campo, foi impressa uma composição RGB 453 na escala 1:40.000 da imagem de 14/08/2003 e os limites registrados nos seis módulos utilizados no campo foram reunidos em uma única folha de papel vegetal, trabalhada sobre a imagem. O desenho completo do município dividido em segmentos foi então capturado para o formato digital usando-se um escaner. O arquivo digital foi importado para o SPRING, passando a compor um Plano de Informação (PI) vetorial. Através das marcas fiduciais colocadas para esse fim, esse PI foi registrado no Projeto que já continha as imagens no SPRING. Na **Figura 1** aparece o desenho do território do município de Ipuã segmentado segundo os diferentes tipos de uso do solo, do ponto de vista do interesse deste trabalho, conforme as classes identificadas durante a campanha de campo e também observadas na imagem.

Sobrepondo-se o PI vetorial dos segmentos à imagem de agosto, foi realizada uma edição matricial, atribuindo-se a cada segmento uma classe de uso, com base nas anotações das planilhas de campo. Ao final desse processo estava pronto uma mapa temático que permitia o cálculo automático da área ocupada por cada tipo de uso do solo.

Com o material coletado na segunda campanha, como a localização, tamanho e forma dos talhões variaram pouco entre a imagem de agosto e a de janeiro, para produzir o mapa temático relativo à safra de verão não foi necessário repetir todo o processo de unir os módulos em um único desenho na escala 1:40.000, escanear, importar e registrar no SPRING. Foi preciso apenas duplicar o PI vetorial de agosto, sobrepô-lo à imagem de janeiro e, com base no material de campo, fazer primeiro uma edição vetorial, corrigindo os limites que foram alterados de uma data para outra, seguida de uma edição matricial, atribuindo as classes a cada segmento.

Os mapas temáticos resultantes desses procedimentos são apresentados nas **Figuras 2 e 3**, relativas às safras de inverno e verão, respectivamente. As áreas calculadas para as classes identificadas compõem finalmente uma referência com a qual os resultados da amostragem podem ser comparados.

Definido um método de amostragem auxiliado por imagem de sensoriamento remoto, (Luiz e Epiphanyo, 2001; Luiz e Gürtler, 2003) e escolhida uma área de estudo e construída uma referência com a qual comparar os resultados do método proposto, torna-se necessário aplicar o método e obter estimativas geradas pela amostragem para poder compará-las com a referência agora disponível.

O primeiro passo é o sorteio dos pixels para compor as amostras. Para observar o efeito do tamanho da amostra sobre a precisão das estimativas, foram sorteadas amostras de tamanho 100, 200 e 300. Para cada tamanho foram geradas 10 amostras independentes.

Geradas as amostras, os PIs dos pontos sorteados foram cruzados com os PIs temáticos das classes observadas a campo, e o resultado era armazenado em um outro PI da categoria cadastral, onde a cada ponto da amostra correspondia uma classe de uso do solo. A partir da exportação dessas tabelas de dados cadastrais para uma planilha Excel, os dados eram trabalhados para gerar as estimativas. O primeiro procedimento consistiu em uma contagem de pontos por classe, seguida de uma reunião de classes de menor interesse e frequência, de forma a diminuir o número total de classes. As classes consideradas ao final para análise foram: 1) Cana-de-açúcar (cana e cana+palha); 2) Soja; 3) Milho; 4) Outras Culturas (feijão, amendoim, algodão, milheto, sorgo, café, eucalipto, e seringueira); 5) Vegetada (mata, mata de galeria, pastagem e campo de polo); 6) Não Vegetada (aeroporto, área inaproveitada, corpos d'água, área urbana, construções e estradas); 7) Palha; e 8) Solo Exposto.

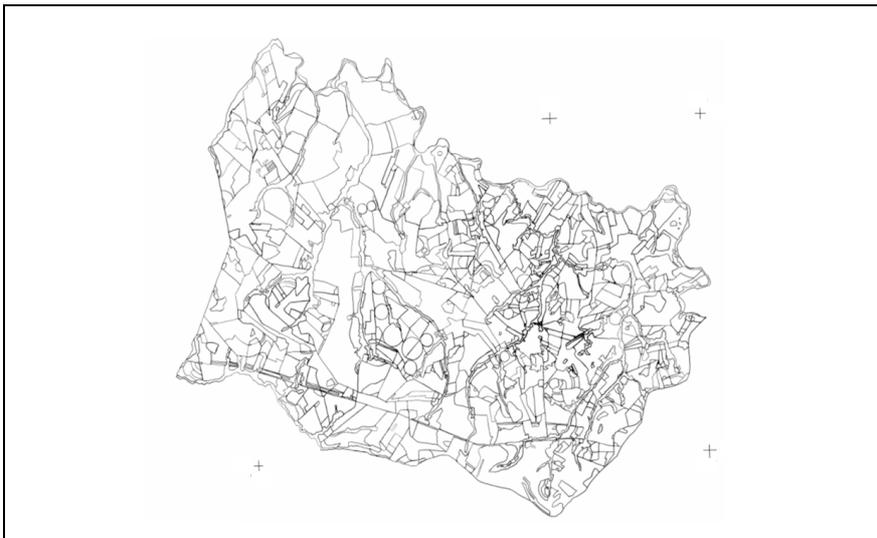


FIGURA 1 - Plano de informação vetorial contendo os limites dos segmentos identificados em Ipuã – SP, em agosto de 2001.

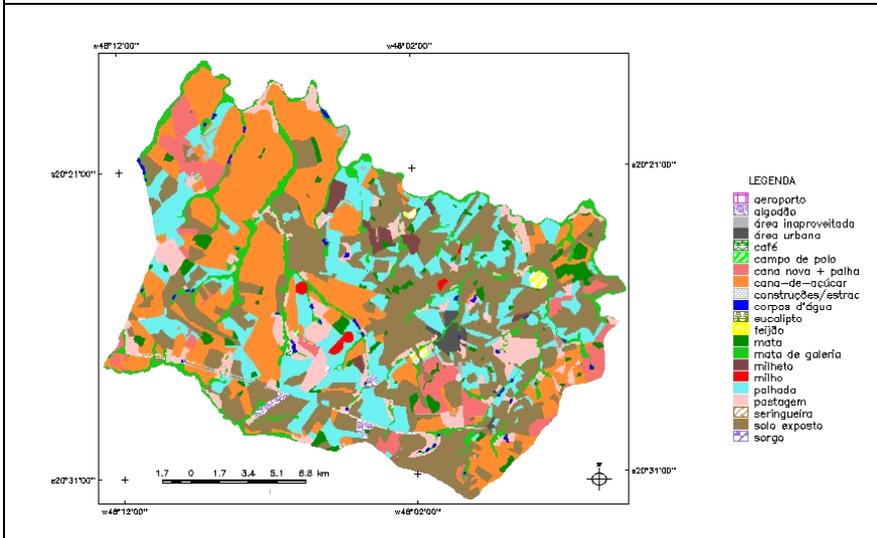


FIGURA 2 - Mapa temático do município de Ipuã – SP, de 14 de agosto de 2001, com as classes de uso do solo identificadas.

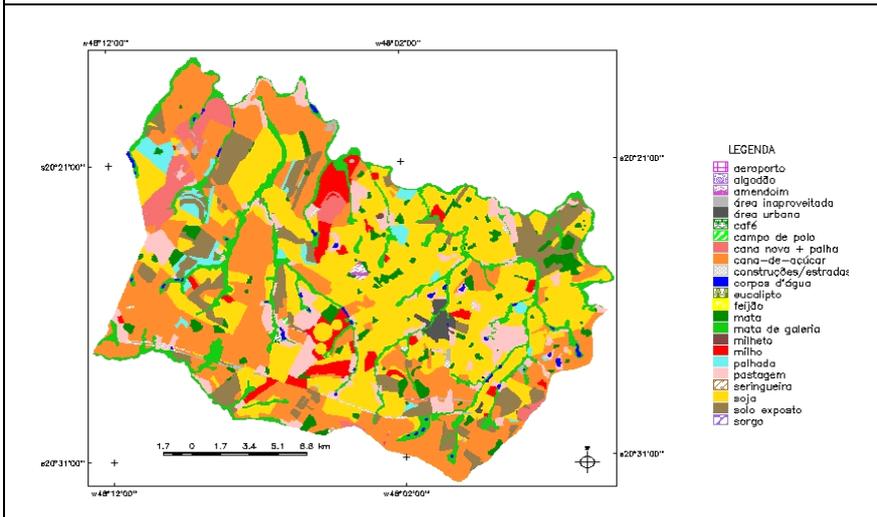


FIGURA 3 - Mapa temático do município de Ipuã – SP, de 05 de janeiro de 2002, com as classes de uso do solo identificadas.

Para cada uma dessas classes foi estimada a área plantada no município, com base nas amostras com 100, 200 ou 300 pontos. O cálculo da área era feito dividindo-se a frequência observada para a classe pelo tamanho da amostra e multiplicando-se pela área total do município. A razão entre a frequência observada e o tamanho da amostra nada mais é do que a proporção p de ocorrência da classe na amostra, que é um estimador não tendencioso da

proporção P da classe na população. Assim, bastava multiplicar o p de cada classe pela área total do município AM para obter a área estimada para aquela classe, isto é:

$$\hat{A} = p \times AM \quad (1)$$

Já para o cálculo do CV, o procedimento também foi muito simples, bastando multiplicar a proporção p de cada classe pelo seu complemento q , $\{q = 1 - p\}$, dividir pelo tamanho da amostra n e multiplicar pelo quadrado da área do município AM , tudo multiplicado por 100 para ser expresso em porcentagem. Ou seja:

$$CV = 100 \times \frac{pq}{n} \times AM^2 \quad (2)$$

3. Resultados e Discussão

Os valores computados pelo SPRING para as classes identificadas e agrupadas, com base nos dados coletados a campo e digitalizados na forma de mapas temáticos, nas datas referentes ao inverno de 2001 e verão de 2002 são apresentados na **Tabela 1**. Esses foram os valores adotados como referência para a avaliação dos resultados obtidos por amostragem, por serem considerados os mais próximos possível da realidade.

É importante ressaltar que um dado dessa tabela já chama a atenção. Quando foi escolhida essa região para o estudo, entre diversos motivos estava o fato de ser uma região importante para as culturas da soja, da cana-de-açúcar e do milho. Segundo a “estimativa subjetiva de previsão de safras do anos agrícola de 1999/2000” realizada no mês de fevereiro de 2000 pelo Escritório de Desenvolvimento Rural (EDR) de Orlândia, a área plantada em primeira planta com milho em Ipuã era de 2.500 ha e a área de milho safrinha era estimada em 17.500 ha. Nota-se só aí uma discrepância imensa entre os números em um curtíssimo intervalo de tempo, especialmente no caso do milho safrinha.

Possivelmente devido a uma seqüência de anos muito secos no período da safrinha do milho, combinado com a melhora do preço da soja e da cana-de-açúcar, tenham levado um grande número de agricultores a abandonar a intenção de plantar o milho safrinha, tendência que não foi percebida a tempo pela metodologia subjetiva, mas apenas pelo método mais objetivo da medição das áreas.

TABELA 1 - Área ocupada com diferentes classes de uso do solo, em hectares, no município de Ipuã - SP, em quatro datas.

Uso	1996/1997	Fevereiro de 2000	Agosto de 2001	Janeiro de 2002
Cana-de-açúcar	19.441	14.500	15.096	14.711
Soja	36.504	19.500	0	16.155
Milho	17.124	19.500	194	1.546
Outras culturas	967	1.927	817	112
Vegetada	2.898	-	8.906	8.891
Não vegetada	-	-	716	722
Palha	-	-	8.115	970
Solo exposto	-	-	12.994	3.730
Total	76.934	55.427	46.838	46.837

Dados da 1996/1997 segundo Pino et al. (1997), dados de fevereiro de 2000 fornecidos pelo EDR de Orlândia e dados de agosto de 2001 e janeiro de 2002 obtidos neste trabalho.

Outro ponto a comentar é que, como se pode ver, a soma das áreas de todas as classes sempre resulta no mesmo valor, igual à área do município, pelo método baseado no uso de imagens de sensoriamento remoto. Como o método utilizado era praticamente instantâneo – a imagem é obtida em frações de segundo e o trabalho de campo consumiu menos de dez dias úteis na primeira campanha e menos de cinco na segunda – ele realmente “retrata” a situação naquele momento, não sendo suficiente o intervalo de aquisição dos dados para que ocorram mudanças no cenário agrícola do município. Além disso, pelas características já mencionadas da imagem de sensoriamento remoto e do SIG usado no seu processamento, o método não permite que haja falha de cobertura nem superestimação. Pode parecer banal, mas o fato de que a soma das classes obrigatoriamente será igual a área do município a cada levantamento, evita erros grosseiros que, infelizmente, podem acontecer no caso de levantamentos subjetivos e com período de coleta dos dados muito dilatado.

Foram geradas dez amostras tamanho 100, dez tamanho 200 e dez tamanho 300. Cada uma delas teve seus pontos cruzados automaticamente com o mapa temático de uso do solo, produzindo as estimativas de área ocupada com cada uso, com os respectivos desvios. Os dados assim obtidos puderam ser comparados com a área calculada a partir do mapa temático, aqui considerada como referência. A **Tabela 2** apresenta os valores estimados (na média de dez repetições dos três tamanhos de amostra) para as diversas classes de uso do solo, em agosto de 2001 e janeiro de 2002.

TABELA 2 - Área ocupada com diferentes classes de uso do solo, em hectares, estimada com três tamanhos de amostra (média de dez repetições), no município de Ipuã - SP, em duas datas.

Uso	Agosto de 2001					
	Médias (ha)			CVs (%)		
	100	200	300	100	200	300
Cana-de-açúcar	15.316	14.707	15.253	14,35	10,45	10,18
Soja	0	0	0	0,00	0,00	0,00
Milho	94	117	187	223,00	141,30	111,68
Outras culturas	1.265	820	843	60,02	52,97	52,23
Vegetada	8.290	9.086	8.665	21,56	14,41	14,84
Não vegetada	515	890	765	94,84	50,81	54,87
Palha	8.384	8.243	7.838	21,42	15,30	15,77
Solo exposto	12.974	12.974	13.286	16,16	11,42	11,24
Total	46.838	46.837	46.837			
Janeiro de 2002						
Cana-de-açúcar	14.707	14.777	14.832	14,78	10,42	10,39
Soja	17.377	16.674	16.299	13,02	9,51	9,68
Milho	1.639	1.499	1.858	52,51	38,89	34,79
Outras culturas	187	70	140	157,95	182,77	129,14
Vegetada	8.571	8.993	8.446	21,13	14,51	15,08
Não vegetada	468	866	812	99,54	51,52	53,24
Palha	562	937	984	90,74	49,49	48,27
Solo exposto	3.326	3.021	3.466	36,17	26,93	25,01
Total	46.837	46.837	46.837			

Pode-se observar dos dados apresentados que para os tipos de uso que ocupam uma significativa fração da área do município, não há grande ganho com o aumento do tamanho da amostra. Já para os usos pouco frequentes, esse ganho é bastante perceptível.

Para poder comparar melhor os resultados da amostragem frente aos dados de referência, bem como analisá-los em relação aos dados oficiais, e como cada método ou fonte abrange um determinado intervalo de tempo, optou-se pelo seguinte procedimento. Conforme era o objetivo inicial do trabalho, só as três culturas consideradas mais importantes para o município foram consideradas. Tanto para os dados de referência como para os obtidos por amostragem, para cana-de-açúcar foi considerado o maior valor entre as datas de agosto de 2001 e janeiro de 2002. Para o milho, nesses dois casos e foram somados os valores das duas datas; no caso dos dados fornecidos pelo EDR, os valores eram discriminados em milho safrinha e milho primeira safra, e também foram somados. Os dados do IBGE/PAM apresentam um único valor anual para cada cultura e assim foram considerados. Dessa maneira, foi elaborada a **Tabela 3**, que permite uma comparação mais direta das diversas estimativas. Apenas os resultados das amostras com 100 pontos por município foram escolhidas. Os dados da amostragem refletem a média de dez amostras.

TABELA 3 - Comparação entre as estimativas oficiais, as obtidas por amostragem e a referência, para as principais culturas no município de Ipuã, na safra 2001/2002.

Uso	AAS 2001/2002	IBGE/PAM 2001	EDR nov/2001	Ref 2001/2002
Cana-de-açúcar	15.316	24.000	29.000	15.096
Soja	17.377	16.200	4.500	16.155
Milho	1.733	8.500	13.000	1.740

Dados de novembro de 2001 fornecidos pelo EDR de Orlândia.

Como pode se perceber, enquanto que os dados obtidos por amostragem são muito semelhantes aos obtidos pelo mapeamento completo do município, os dados provenientes de levantamentos subjetivos e não probabilísticos ficaram muito distantes do que foi considerado como referência. Além disso, mesmo que não se façam as dez repetições da amostragem, que aqui foram realizadas apenas para efeito de estudo de verificação do método, como os dados obtidos pela amostragem foram oriundos de amostragem probabilística, estão associados a eles um erro de estimativa. Assim, além de ter uma boa noção do valor correto, obtém-se também informação sobre a qualidade da previsão realizada. No caso do milho, por exemplo, além de saber que ele está sendo plantado em uma área reduzida no município, muito menor do que a estimada pelos métodos oficiais, sabe-se que o valor estimado é bem menos confiável, em termos de CV, que as estimativas para soja ou cana-de-açúcar.

4. Conclusões

O uso conjunto de imagens de sensoriamento remoto, sistemas de informação geográfica (SIGs) e de aparelhos de posicionamento global (GPS), associado a um esquema amostral probabilístico bem planejado, e não abrindo mão de dados obtidos a campo, conforme detalhado neste trabalho, permite estimar a área plantada com as principais culturas de um município, de maneira rápida, relativamente econômica, extremamente simples, e com confiabilidade predeterminada.

As imagens de sensoriamento remoto são um fator essencial no estabelecimento do método ora proposto, pois são elas que fornecem, pela própria natureza de sua aquisição, os elementos amostrais básicos, que são os pixels.

Além da utilidade das imagens para a definição do painel amostral e também na localização em campo, ela fornece em diversos casos, quando disponível nas datas adequadas, a possibilidade de se fazer a identificação da classe de uso do solo nos pontos escolhidos para

comporem a amostra sem a necessidade de visita a campo, reduzindo sensivelmente o tempo e os custos de um levantamento em larga escala.

O planejamento amostral da forma como está sendo aqui proposto leva em conta e se beneficia de estimativas preexistentes com relação a área plantada por município para definir, em função do nível de confiabilidade desejado, o melhor tamanho da amostra.

Referências

- Anda, G. G. **Investigación Agrícola y seguridad alimentaria en un mundo globalizado**. Brasília: 2003. Palestra proferida no Ciclo de Palestras "Alimentação, Agricultura Sustentável e a Importância da Pesquisa para o Brasil", realizado na Sede da Embrapa, em Brasília, DF em 22 de abril de 2003. Disponível em: <<http://www.embrapa.br/acs/palestralimentafao.htm>>. Acesso em: 20 mai. 2003.
- Assad, E.D.; Sano, E.E. (eds.) **Sistema de Informações Geográficas: Aplicações na Agricultura**. 2. ed. Brasília: Embrapa SPI, 1998. 434p.
- Batista, G. T.; Mendonça, F. J.; Lee, D. C. L.; Tardin, A. T.; Chen, S. C.; Novaes, R. A. **Uso de sensores remotos a bordo de satélite e aeronave na identificação e avaliação de áreas de culturas para fins de previsão de safras**. São José dos Campos: INPE, 1978. 41p. (INPE-1229-NTI/103).
- Collares, J. E. R.; Lauria, C. A.; Carrilho, M. M. Pesquisa de previsão e acompanhamento de safras baseada em painéis de amostras de áreas. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 7., 1993, Curitiba. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 1993. v.4, p.450-453.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). **Multiple frame agricultural surveys: volume 1 current survey based on area and list sampling methods**. Rome: FAO, 1996. 119p. (FAO Statistical Development Series, 7)
- _____. **Multiple frame agricultural surveys: volume 2 agricultural survey programmes based on area frame or dual frame (area and list) sample design**. Rome: FAO, 1998. 242p. (FAO Statistical Development Series, 10).
- Gao, J. Integration of GPS with remote sensing and GIS: reality and prospect. **Photogrammetric Engineering and Remote Sensing**, v.68, n.5, p.447-453, 2002.
- Ippoliti-Ramilo, G.A.; Epiphanyo, J.C.N.; Shimabukuro, Y.E.; Landsat-5 thematic mapper data for pré-planting crop área evaluation in tropical countries. **International Journal of Remote Sensing**, v.24, n.7, p.1521-1534, 2003.
- Ippoliti-Ramilo, G. A. **Imagens TM/Landsat-5 da época de pré-plantio para a previsão da área de culturas de verão**. 1998, 182 p. (INPE-7116-TDI/668). Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos. 1998.
- Luiz, A.J.B.; Epiphanyo, 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. Disponível na biblioteca digital URLib: <<http://iris.sid.inpe.br:1908/rep/dpi.inpe.br/lise/2001/09.13.10.55>>.
- Luiz, A. J. B., Gürtler, S. Aleatorização de pontos no território de um município, usando o SPRING, para a estimativa de área agrícola por amostragem In: Congresso Brasileiro da Sociedade Brasileira de Informática Aplicada à Agropecuária e Agroindústria (SBI-Agro), 4., Porto Seguro, 2003. **Anais**. Lavras: UFLa, 2003. v.1. p. 9–12.
- Luiz, A.J.B.; Gürtler, S.; Gleriani, J. M.; Epiphanyo, J.C.N.; Campos, R. C. Reflectância a partir do número digital de imagens ETM+. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 11., 2003, Belo Horizonte. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2003. p.2071-2078. Disponível na biblioteca digital URLib: <http://lagavulin.ltid.inpe.br:1905/col/ltid.inpe.br/sbsr/2003/03.27.11.57/doc/15_015.PDF>.
- Pino, F.A. Estatísticas agrícolas para o século XXI. **Agricultura em São Paulo**, v.46, n.2, p.71-105, 1999.
- Pino, F.A. et al. (orgs.) **Levantamento Censitário de Unidades de Produção Agrícola do Estado de São Paulo**. São Paulo: IEA, CATI, SAA, 1997. 4v.
- Xiao X, Boles S, Frolking S, Salas W, Moore B, Li C, He L, Zhao R. Landscape-scale characterization of cropland in China using VEGETATION sensor data and Landsat TM imagery. **International Journal of Remote Sensing**, v.23, n.18, p.3579-3594, 2002.