

PAINEL DE AMOSTRAS DE ÁREAS PARA PESQUISAS AGRÍCOLAS  
O USO DO SENSORIAMENTO REMOTO

José Enilcio Rocha Collares  
Elvira Nóbrega Pitaluga  
Edson de Faria Almeida

Diretoria de Geociências - Projeto Previsão de Safras  
Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE  
Rua Paulo Fernandes nº 24, 20 272 - Rio de Janeiro, RJ, Brasil

RESUMO

A construção do painel para seleção de amostras de áreas, constitui uma das etapas do Sistema Objetivo de Previsão e Acompanhamento de Safras Agrícolas, que desde 1986 vem sendo implantado pelo IBGE. A metodologia da pesquisa, empregada com êxito em diversos países, baseia-se no uso de modernas técnicas de sensoriamento remoto.

O painel, de onde são selecionadas amostras probabilísticas de segmentos de área, tem início com a separação dos diversos padrões de uso da terra, o que é feito através da interpretação visual de imagens TM/LANDSAT, escala 1:100.000. Após a delimitação das áreas dos diversos estratos determina-se o tamanho do segmento de amostra a ser investigado em cada estrato. Em seguida cada estrato é subdividido em unidades primárias de amostragem, para posterior seleção dos segmentos componentes da amostra. A marcação dos limites dos segmentos sobre fotografias aéreas ampliadas para a escala 1:10.000 completa a montagem do painel. Nas etapas intermediárias são usadas cartas topográficas, fotomosaicos, fotoíndices e fotos aéreas, que auxiliam na delimitação dos estratos, unidades de contagem e segmentos, cujos limites devem ser baseados em acidentes físicos facilmente identificáveis no campo, o que facilita a localização das amostras.

O desenvolvimento e implantação do sistema no âmbito do IBGE, conta com o apoio do Banco Mundial, bem como, com a participação técnica do INPE, na área de sensoriamento remoto.

ABSTRACT

Since 1986 has been working in the developing of an area sampling frame, which is the first step in the process of implementation of an objective system for crop monitoring and forecasting. The survey methodology, applied with success in several countries is based in the use of the most recent technology in the field of remote sensing.

The construction of the frame from where the sample of segments is selected, begins with the subdivision of the area in classes of land use intensities (land use strata), which is done through visual interpretation of TM/LANDSAT images scale 1:100.000.

After the subdivision of the land and calculated the area of the strata it is possible to determine the size of the sample segments in each strata, and then begins the process of subdividing the strata into primary sampling units in order to permit the selection

tion of the sample segments.

The frame is considered completed with the delineation of the selected segments in aerial photos, scale 1:10.000, which is used for the field work.

In the drawing of the strata boundaries, primary sampling units and segments it is used as auxiliary tools, topographic maps, photomosaics, photoindexes and aerial photos, mainly because it is necessary to have limits easily identifiable in the field.

The implementation of the Project in IBGE counts with the support of the World Bank with relation to financial resources and INPE in the area of Remote Sensing.

## 1. INTRODUÇÃO

Desde 1986 o IBGE vem implantando uma nova metodologia de previsão e acompanhamento de safras agrícolas, concebida de forma a introduzir métodos estatísticos baseados em amostragem probabilística. Esta metodologia, que já é empregada com êxito por diversos países, teve como modelo os procedimentos utilizados pelo Departamento de Agricultura dos Estados Unidos em suas pesquisas agrícolas, com adaptações para as condições brasileiras. Neste método, as imagens de satélite e as técnicas de classificação digital são usadas em duas etapas: para a definição de áreas homogêneas com vistas à seleção da amostra e posteriormente na interpretação das informações obtidas no campo, permitindo a combinação dos resultados de campo com aqueles provenientes da classificação digital.

O projeto como um todo visa a implantação de um sistema objetivo de previsão e acompanhamento de safras agrícolas baseado na investigação de uma amostra probabilística de parcelas de áreas (segmentos), selecionada de um painel de áreas homogêneas (estratos), hierarquizadas espacialmente segundo características agro-econômicas similares. Os resultados são obtidos de duas formas: pela expansão direta das informações coletadas no campo e também pela combinação dos resultados de campo, não expandidos, com aqueles provenientes da classificação digital.

Para absorção desta metodologia e implantação do novo sistema, o IBGE conta com recursos do Banco Mundial, com a participação técnica do Instituto de Pesquisas Espaciais - INPE através de convênio, bem como, com a colaboração

dos governos estaduais através de suas Secretarias de Agricultura e órgãos ligados ao planejamento. No âmbito interno, o projeto está ligado à Presidência do IBGE, através da Coordenadoria de Projetos Especiais, e sua execução envolve diversas unidades: uma gerência executiva lotada na Diretoria de Geociências se encarrega da montagem e manutenção dos painéis de amostras utilizando as técnicas do Sensoriamento Remoto e uma gerência executiva lotada na Diretoria de Pesquisas se encarrega do delineamento estatístico e obtenção dos resultados. As informações no campo são obtidas por agentes de coleta sob a coordenação das delegacias estaduais. Cabe ressaltar a diversidade da formação dos técnicos do IBGE envolvidos na pesquisa, como aspecto positivo na absorção e implantação da metodologia.

Até o momento a pesquisa se acha implantada nos estados do Paraná, Santa Catarina e no Distrito Federal e em fase de implantação em São Paulo. O programa prevê que até 1992 estará também implantada nos estados do Rio Grande do Sul, Mato Grosso do Sul e Minas Gerais. Numa primeira fase os resultados estão sendo obtidos apenas pela expansão direta, enquanto o IBGE vem se equipando para que em breve possa também obter informações através da classificação digital.

Neste trabalho serão discutidos os aspectos relativos à montagem do painel de amostras.

## 2. MONTAGEM DO PAINEL

A partir dos estratos representativos das características do uso do solo, é montado o painel para a seleção

de amostras de área (conjunto de segmentos a serem pesquisados no campo), envolvendo as seguintes etapas:

Estratificação- é a delimitação de feições homogêneas de áreas, segundo características similares de uso atual da terra, possíveis de serem identificadas e correlacionadas através da interpretação visual das imagens de satélite.

Informações tais como os dados do Censo Agropecuário e do Levantamento Sistemático da Produção Agrícola-LSPA (um levantamento mensal subjetivo realizado pelo IBGE), mapas de uso, calendário agrícola, dados disponíveis provenientes de outras fontes, bem como informações de campo, são usadas para auxiliarem na definição das características do uso da terra e no estabelecimento dos padrões de fotointerpretação, melhorando a qualidade do trabalho de estratificação.

Na definição dos estratos é buscada uma representatividade para o conjunto de culturas existentes no estado. Entretanto, quando ocorre uma concentração espacial de determinada cultura de importância no estado, pode-se optar pela criação dos chamados estratos especiais (Exemplo: batata no PR, maçã em SC, manga no DF, cana-de-açúcar e citrus em SP).

Construção das Unidades Primárias de Amostragem-UPA's- depois de obtida a área dos estratos, o próximo passo é subdividi-los em unidades primárias de amostragem.

O tamanho médio das UPA's é definido em termos do número de segmentos que cada uma delas pode conter em função das características do estrato. Portanto para se definir o tamanho das UPA's é necessário estabelecer o tamanho médio dos segmentos a serem investigados em cada estrato. Para isto, leva-se em conta experiências anteriores de cálculos de variâncias, para diferentes variáveis, além de limitações de tempo e custo para a coleta de dados no campo, já que o ideal é que um segmento contenha uma média de 5 a 6 estabelecimentos agropecuários correspondendo a uma carga de 1 dia de trabalho para o entrevistador. A construção das unidades primárias de amostragem é

baseada, exclusivamente, em razões de economia. Sua construção, além de auxiliar no processo de seleção da amostra probabilística de segmentos, evita o trabalho de subdividir toda a área do painel de amostragem em segmentos.

No delineamento das UPA's, o principal objetivo não é a homogeneidade do uso do solo, já que isto foi alcançado por ocasião do processo de estratificação mas, sim, procurar manter o tamanho desejado pré-estabelecido, garantindo que cada UPA seja uma representação em pequena escala dos estratos em que estiver contida. Neste processo é fundamental que os limites das UPA's, sejam todos fisicamente bem definidos. Deve ser dito, ainda, que durante todo este processo de criação das UPA's, os limites municipais são observados e, por este motivo, não é possível que uma mesma unidade esteja contida em mais de um município.

Subestratificação geográfica- este trabalho que consiste num segundo nível de estratificação que é introduzido na construção do painel, tem como finalidade obter uma ordenação dos municípios, de tal modo que os vizinhos sejam semelhantes em relação a um conjunto de características agropecuárias. Devido a um grande número de variáveis que são julgadas pertinentes ao processo de ordenação, utilizam-se técnicas estatísticas de redução de dimensionalidade, obtendo-se ao final uma ordenação das UPA's que precede a seleção da amostra de segmentos.

Depois de demarcados, cada unidade recebe um código que corresponde ao estrato e ao município em que estão contidas e ao seu próprio número de ordenação.

Identificação de segmentos- Terminada a codificação das unidades primárias de amostragem, é feita a medição das áreas. O processo de seleção, realizado em seguida, indica os segmentos a serem amostrados no campo bem como as UPA's em que estão contidos. Depois é feita a localização das UPA's que contém os segmentos selecionados para então se proceder a delimitação de cada um deles. Feito isto, resta identificar pela numeração a fotografia aérea que recobre o segmento, para solicitação tanto da foto na escala original

do vôo, quanto da sua ampliação para a escala 1:10.000 da porção que contém o segmento. Após o que os limites dos segmentos são identificados e marcados sobre as fotografias e ampliações. Finalmente, cada ampliação recebe uma transparência e um código que identifica desde o estrato até o segmento.

Este material será usado no campo pelos agentes de coleta para localizar os segmentos, delimitar os estabelecimentos produtores neles contidos e aplicar um questionário sobre as atividades produtivas existentes nos estabelecimentos, cujos campos de produção também serão delimitados sobre as transparências.

Objetivando facilitar a localização dos segmentos no campo pelos agentes de coleta, a metodologia determina que tanto os estratos quanto os segmentos (consequentemente as unidades primárias de amostragem), sejam delimitadas por acidentes físicos facilmente identificáveis tais como estradas, rios, ferrovias, caminhos, etc.

A metodologia empregada permite que seja feita uma rotação das amostras com o objetivo de não cansar o informante. Assim, um número de réplicas igual a cinco, permite uma substituição periódica de 20% das amostras, de tal forma que se a rotação for anual, toda a amostra terá sido substituída num espaço de cinco anos.

As informações sobre as áreas de produção coletadas no campo, através dos segmentos, podem ser usadas então tanto para a expansão direta, quanto na classificação digital para treinamento do classificador e cálculo do estimador de regressão.

Para que se possa ser feito o cálculo das áreas, no final de cada etapa, os polígonos que definem primeiramente os estratos e depois as unidades primárias de amostragem, são digitalizados no Sistema Intergraph onde ficam armazenados. Completado o painel, são também digitalizados os segmentos, ficando então armazenadas todas as etapas, possibilitando diversas interações assim como plotagens de todo o painel ou das diversas etapas separadamente. Estas informações fazem parte

do banco de dados gráfico que compõe cada painel já montado nos estados.

### 3. MATERIAL UTILIZADO-

Sendo este um método que combina técnicas de probabilidade estatística com o sensoriamento remoto, o material utilizado é fundamental para o cumprimento de todas as etapas.

Assim, para a estratificação são usadas imagens do TM/LANDSAT, variando porém a escala e a composição dos canais de acordo com as características do estado e disponibilidade de recursos. Ao Paraná foram usadas imagens na escala 1:250.000 dos canais 3 e 4 e 1:100.000 do canal 3; em Santa Catarina empregou-se composição colorida, canais 2, 3 e 4 escala 1:250.000 e imagens 1:100.000 do canal 3. No Distrito Federal foram usadas somente as composições coloridas canais 2, 3 e 4 na escala 1:100.000. Em São Paulo optou-se por imagens escala 1:100.000, na composição colorida dos canais 3, 4 e 5, nas cores verde, azul e vermelho respectivamente. Esta composição, escolhida por orientação dos técnicos do INPE, se mostrou de excelente qualidade para o objetivo proposto, já que, conseguiu realçar tanto a biomassa quanto as terras em preparo, identificando-se facilmente os padrões de áreas com cultivos de cana e citrus, áreas com culturas de ciclo curto, áreas com pastagens ou matas, naturais ou plantadas. Massa d'água e áreas urbanas, se mostram também bastante realçadas nesta composição. Um pouco prejudicado porém ficou a identificação de estradas secundárias principalmente aquelas situadas em áreas de relevo acidentado e de pequenas propriedades com intenso cultivo agrícola.

O trabalho de subdivisão dos estratos em unidades primárias de amostragem é feito usando-se cartas fotográficas e conjugados planimétricos também na escala 1:100.000 obtidos em material translúcido, que superpostos às imagens, facilitam a marcação dos limites desejados, já que as informações que faltarem nos conjugados podem ser completadas e atualizadas através das imagens, pois as cartas em sua maioria estão desatualizadas.

A identificação e delimitação dos

segmentos é feita com o auxílio de fotomosaicos quando estes estão disponíveis, como foi o caso das tres unidades da federação onde a pesquisa já se acha implantada. Em São Paulo, como não se dispõe de fotomosaicos, a localização e delimitação aproximada do segmento selecionado, será feita também sobre os conjugados, com auxílio das imagens.

Os fotoíndices são usados para identificar as fotografias que contém os segmentos selecionados, fotos estas que serão usadas para definir mais aproximadamente, os acidentes físicos que delimitam os segmentos. Procura-se usar sempre o material disponível de modo que a escala seja apropriada e o voo seja relativamente recente. Assim, foi possível dispor de fotos 1:25.000 do Paraná (ano 1980) e Santa Catarina (ano 78/79) e fotos na escala 1:35.000 (ano 1986) do Distrito Federal. Para São Paulo se dispõe de cobertura aerofotogramétrica de todo Estado, porém em diversas escalas e vôos realizados em épocas distintas, aspectos estes que exigirão atenção especial no momento de obtenção das fotos.

O painel se completa com a obtenção de ampliações para a escala de 1:10.000 da porção da foto que contém o segmento, para as quais são transportados os limites dos mesmos. Estas ampliações recebem uma transparência e código de identificação e são enviadas para o levantamento de campo acompanhado das cartas topográficas correspondentes e que auxiliam na localização dos segmentos pelos entrevistadores.

#### 4. CONCLUSÕES

O sistema possui um caráter predominantemente estatístico, combinando métodos convencionais de levantamento de campo, com métodos não convencionais de sensoriamento remoto e classificação digital, sendo que tanto os resultados obtidos pela expansão direta das informações de campo como aqueles derivados da combinação de tais informações com a classificação digital, têm por base uma amostragem probabilística.

No que diz respeito a montagem do painel de amostras com auxílio das técnicas de sensoriamento remoto, tem-se

como grande vantagem a rapidez com que são selecionados os segmentos, partindo-se de toda a área de um Estado sem porém ter que dividi-lo todo em segmentos. Por outro lado as unidades primárias de amostragem mantêm a homogeneização obtida em cada estrato, cuja representação é dada pelos segmentos mostrados, o que aumenta a precisão da estimativa.

Quanto às restrições apresentadas pelo sensoriamento remoto está a necessidade de se obter imagens recentes, cobrindo toda a área de investigação intensas de nuvens, e que tenham sido tomadas em épocas as mais próximas possível. Necessário também que estejam disponíveis fotografias aéreas, recentes e em escala compatível com os objetivos do trabalho, além de cartas topográficas, fotomosaicos, fotoíndices e demais informações auxiliares. Por outro lado, para a realização da classificação digital, são necessários equipamentos sofisticados e pessoal treinado para operá-los que somente a partir do próximo ano o IBGE poderá dispor.

Entretanto, o elevado custo de implantação se dilui ao longo do período de duração do painel, se constituindo em investimento de alto retorno para o país, em função da qualidade da informação gerada, bem como, pela absorção e implantação de metodologia até então utilizada nestas proporções.

#### 5. BIBLIOGRAFIA

COTTER, J. Area Frame Design for Agricultural Surveys. National Agricultural Statistics Service, U.S. Department of Agriculture. Washington D.C., 1987. 67p.

HOUSEMAN, E.E. Area Sample Frame in Agriculture. Statistical Reporting Service, U.S. Department of Agriculture. Washington D.C., 1975.

HUDDLESTON, H.F. A Training Course in Sampling Concepts for Agricultural Surveys. Statistical Reporting Service, Publ. 21, U.S. Department of Agriculture. Washington D.C., 1980.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE) SPS-Sistema de Previsão de Safras. In: Textos para Discussão-Pesquisas Agropecuárias Contínuas-Metodologia. DPE/DEAGRO,

V.1, nº 2. Rio de Janeiro, 1988.

—Projeto para Implantação de Sistema Objetivo de Previsão e Acompanhamento de Safras Agrícolas. Apresentado ao Banco Mundial, 1987. 33p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE), INSTITUTO DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE) Pesquisa Agropecuária do Paraná-Safra 87/88 (Programa de aperfeiçoamento das Estatísticas Agropecuárias). Rio de Janeiro, 1988. 17.p.

INSTITUTO INTERAMERICANO DE COOPERACION PARA LA AGRICULTURA (IICA) Area Frame Probability Samples. PIADIC, Information Management Series, 48p.

MOURA, Fernando A. da S.;CAMPOS, Neide A.; AZEVEDO, Rosemary V. de Hierarquização dos Municípios de Santa Catarina com Restrição de Contiguidade. IBGE/DPE/DEAGRO. Rio de Janeiro 1988. 87p.