

PAINEL DE AMOSTRAS DE ÁREAS PARA PESQUISA AGROPECUÁRIA DO ESTADO DE SÃO PAULO

ELVIRA NÓBREGA PITALUGA
REGINA CELIA LARANGEIRA ROCHA
VILMA SIRIMARCO MONTEIRO DA SILVA

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE
Diretoria de Geociências
Av. Brasil 15.671, Bloco 3B, sala 203
CEP 21241-051 RIO DE JANEIRO, RJ, Brasil

Abstract. The Crop Forecasting Project is part of the program for improvement the brazilian agricultural statistical data. Its main objective is to improve the quality of the data needed for planning the agricultural sector in the country.

This Project has been trying to establish an efficient data collection system based upon an stratified area sample design.

The frame from where the sample is selected was constructed according to a land use stratification methodology, which subdivided the frame into count units and segments (sample unit), with the use of visual interpretation techniques, data analysis and cartographic documentation.

Because of its versatility the area sampling frame is considered basic for the selection of sample of segments. Its main objective is to simplify the process of determination the sample units, allowing that the investigation of the sample data be done in a very efficient way, increasing the precision of its results.

The survey which has been carried on since 1987, includes the Distrito Federal and the States of Paraná, Santa Catarina and São Paulo. Because it was the last work done, the sampling frame constructed for the State of São Paulo incorporated all of the methodological experience acquired on this period and that's was the reason for choosing for presentation. Among others changes it is possible to emphasize that for the first time it was treated separately big fields from small ones in the agricultural strata with the aim of enhancing the farming structuring. All of the stratification work was done in a municipal basis and because of that the data collection supervisors were asked to draw on municipios maps the spacial distribution of crops in each particular area of work. Appart from that field trips for data checking were done with the objective of identifying spectral signatures on satellite images, scale 1:100.000, color composition, channels 3, 4 and 5 with blue, green and red filters, respectively.

With this methodology it was possible to define the strata according to the intensity use of the agriculture, pasture or forest land.

The field work consisted on the investigation of 658 sample segments, with the sample allocated to the strata according to probability proportion to the size of the stratum (number of segments).

The principles variables investigated during the two years where the survey was carried on were: planted area; to be planted and harvested area, including the obtained and expected yield for 13 principal crops in the State of São Paulo.

International experience has been proved that this system of data collection is the most effective when considering time, costs and precision of results.

1 - Introdução

A implantação da Pesquisa Objetiva de Previsão e Acompanhamento de Safras Agrícolas - PREVS se desenvolveu a partir da necessidade de se aprimorar a confiabilidade das estatísticas agrícolas do País, realizadas pela Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE.

Assim, foi criado, no IBGE, o Projeto Previsão de Safras, resultado de um acordo de cooperação técnica

entre esta Instituição e o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE, através de convênio e com suporte financeiro do Banco Mundial.

No IBGE, o projeto foi estruturado no âmbito da Diretoria de Pesquisa - DPE e da Diretoria de Geociências - DGC, com a criação de duas gerências que trabalham com equipes multidisciplinares de forma integrada. À gerência, junto à DPE, compete os trabalhos referentes à parte estatística e à apuração dos resultados, e à gerên-

cia, a nível da DGC, compete a montagem e manutenção dos painéis de amostragem, visando à pesquisa de campo.

Os primeiros resultados desta pesquisa foram obtidos através das informações coletadas na pesquisa agropecuária, realizada no Paraná - safra 86/87. Sequencialmente, a pesquisa foi implantada no Distrito Federal, Santa Catarina e São Paulo.

O estudo aqui apresentado diz respeito à montagem do painel de amostras de áreas, mais especificamente ao painel referente ao Estado de São Paulo.

O painel é o veículo básico utilizado para seleção de uma amostra de segmentos e tem o objetivo de simplificar o processo de delimitação das unidades da amostra, pela divisão da área de estudo em segmentos de área, de tal modo que a investigação dos dados possa ser efetuada da forma mais eficiente possível.

Os trabalhos referentes ao painel de São Paulo foram iniciados em meados de 1988, tendo a pesquisa sido implantada em março de 1990 com a coleta de dados referentes à safra de 89/90.

2 - Objetivo

O Projeto Previsão de Safras tem como principal objetivo implementar um sistema operacional de informações, baseado em métodos probabilísticos, no qual são combinados dados levantados no campo, com os dados obtidos através de sensoriamento remoto, via satélite de rastreamento de recursos naturais visando melhorar a produção das estatísticas agropecuárias brasileiras.

O painel para amostras de áreas apresenta como características essenciais a simplificação do processo de determinação das unidades de amostragem (segmentos) e a possibilidade da investigação dos dados ser efetuada da forma mais eficiente possível, obtendo com isso uma informação de melhor qualidade, trazendo confiabilidade e precisão nos resultados obtidos.

3 - Metodologia

A metodologia utilizada baseia-se na empregada pelo United States Department of Agriculture - USDA, em suas pesquisas, com adaptação para as condições brasileiras. Consiste na investigação de uma amostra de área, desenhada com base em um modelo de amostragem probabilística, selecionada de um painel de amostragem construído com base na estratificação, ou seja, na divisão em áreas relativamente homogêneas, em relação ao uso do solo, da área da Unidade da Federação (UF) em estudo e posterior subdivisão em unidades de contagem (UCs) e segmentos. O segmento é, portanto, a unidade de investigação da amostra.

A pesquisa levanta anualmente dados sobre área plantada, a ser plantada e colhida, rendimento médio

esperado e/ou obtido, data de plantio e colheita das culturas mais significativas da UF e a composição do rebanho bovino e suíno.

4 - Montagem do Painel

4.1 - Etapa Preparatória

Constituiu-se na aquisição e análise de documentos cartográficos e estatísticos disponíveis sobre a região, indispensáveis para o desenvolvimento dos trabalhos.

4.1.1 - Documentos Cartográficos

- Carta Topográfica

Utilizadas, aproximadamente, 360 cartas, em sua maioria na escala de 1:50.000 e o restante na escala de 1:100.000. (IBGE e INSTITUTO GEOGRÁFICO E CARTOGRÁFICO - IGC/SP) - datas variadas.

- Conjugado Planimétrico

Utilizados 117 conjugados. A confecção de um conjugado se dá a partir da superposição dos originais de planimetria e da nomenclatura das cartas topográficas. Sempre que possível, originários de uma carta na escala de 1:50.000 e reduzidos para a escala de 1:100.000, que foi a escala escolhida para a elaboração do trabalho. Produzidos em filme mate, permitem, ao serem superpostos às imagens de satélite (também na escala de 1:100.000), visualizar os padrões interpretados e localizá-los através das informações neles contidas.

- Fotografias Aéreas

Utilizadas 665 fotos aéreas e igual número de ampliações para a escala de 1:10.000, somente da parte que incluía a localização do segmento.

- Fotoíndice

Utilizadas 158 cópias heliográficas correspondentes a 15 vôos fotográficos, que recobrem a área total do estado (Tab. 1).

- Imagens de Satélite

Imagens de Satélite - TM LANDSAT 5, composição colorida, bandas 3, 4 e 5 nos filtros azul, verde e vermelho respectivamente, na escala de 1:100.000. Adquiridas, junto ao INPE, 57 quadrantes de cenas e mais 13 duplicatas, visando a compensar as áreas cobertas por nuvens ou com outros problemas de qualidade, perfazendo um total de 70 quadrantes (Fig. 1).

- Informações de Uso da Terra

Foi solicitada à rede de coleta do IBGE de São Paulo uma marcação aproximada, sobre o MME de cada município, da distribuição espacial das áreas de culturas mais significativas.

- Mapa Municipal Estatístico - MME (IBGE, 1985)

Utilizados 572 MMEs (cópias heliográficas) correspondentes a cada município de São Paulo, existentes na época da montagem do painel. São mapas municipais,

nas escalas 1:100.000 ou 1:50.000, elaborados a partir de bases cartográficas e que possuem as delimitações dos setores censitários.

- Mapa Político de São Paulo - (IGC/SP, sem data)

Tabela 1

Cobertura Aerofotogramétrica Utilizada

OBRA	CLIENTE	ANO	ESCALA
361	CESP	1978	1:20.000
344	CESP	1977	1:20.000
521	IGC	1985	1:35.000
546	IGC	1986	1:35.000
486	IGC	1984	1:35.000
374	IGC	1979	1:35.000
574	IGC	1988	1:35.000
465	IGC	1983	1:35.000
407	CESP	1980/81	1:35.000
356	IGC	1978	1:35.000
405-A	EMPLASA	1980/81	1:35.000
546	IGC	1987	1:35.000
291	IGC	1977	1:45.000
317	IGC	1977	1:45.000
584	CITRUS	1988/89	1:40.000

Empresa executora do aerolevanteamento - TERRA-FOTO S.A. (atualmente, este acervo encontra-se na BASE S.A.)

4.1.2 - Dados Estatísticos

- Dados da Pesquisa Objetiva - 86/87 do Instituto de Economia Agrícola - Secretaria da Agricultura do Estado de São Paulo

Contamos com a colaboração da Secretaria de Agricultura não só na obtenção destes dados, mas também com informações valiosas dos seus técnicos, inclusive aqueles lotados nos diversos municípios do estado.

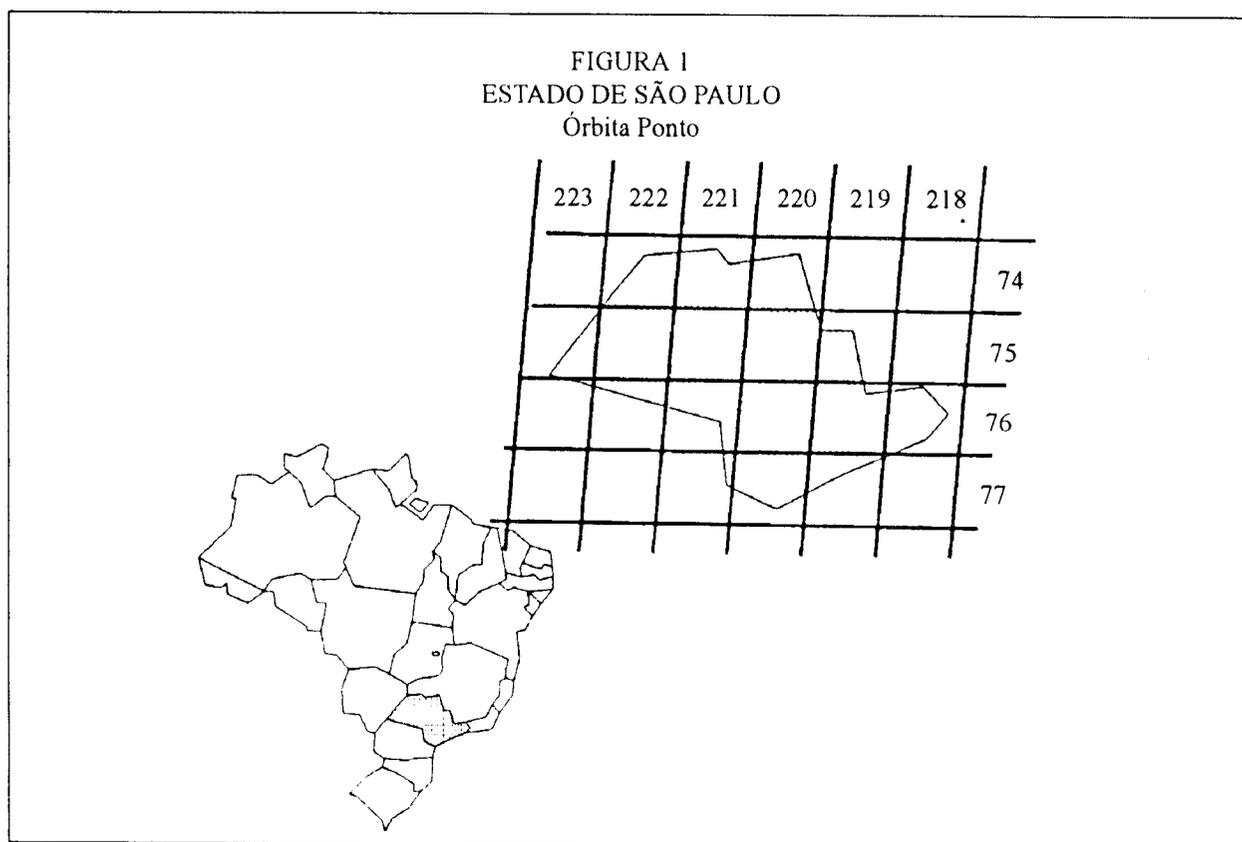
- Dados da Produção Agrícola Municipal - PAM - 1987 - São Paulo (IBGE/SEPLAN)
- Sinópse Preliminar do Censo Agropecuário de São Paulo - 1985 (IBGE/SEPLAN)

Foram solicitadas, ao Departamento de Agropecuária, DPE/IBGE, tabulações especiais, a nível de setor censitário, com objetivo de identificá-los nos MMEs, permitindo um trabalho de melhor qualidade na fase de identificação visual dos padrões da imagem.

4.2 - Estratificação Preliminar

Tendo como apoio as diversas informações, obtidas através da análise e crítica do material citado na etapa preparatória, foi feita uma análise preliminar dos padrões nas imagens de satélite.

Após esta análise e o estabelecimento de uma pré-legenda, iniciou-se a fase de interpretação preliminar,



visando à delimitação das porções homogêneas de áreas segundo a característica de similaridade no uso da terra.

Essa delimitação foi feita sem a preocupação do estabelecimento de limites físicos, somente obedecendo à identificação dos padrões de uso de terra, que são os estratos. Esta etapa requereu constantes trocas de idéias entre toda a equipe a fim de uniformizar os padrões de cada estrato.

A estratificação sobre imagens de satélite, na escala de 1:100.000, nos canais 3, 4 e 5 com filtros azul, verde e vermelho, utilizada no projeto pela primeira vez, na montagem deste painel, favoreceu um maior detalhamento na interpretação, o que ocasionou um número bem maior de estratos que nos painéis anteriores.

4.3 - Viagem de Campo e Definição de Legenda

A viagem de campo foi indispensável para o fechamento da estratificação. Através da observação das diversas características de uso do solo, e de seu padrão correspondente na imagem, feita em várias áreas do território paulista, pôde-se fazer uma checagem dos estratos definidos na etapa anterior e com isso chegou-se a uma legenda definitiva. Assim, foram identificados 15 estratos (Tab. 2).

Observando-se a Tabela 2 verifica-se a inclusão de dois estratos específicos de uma única cultura que são os estratos C - Cana-de-açúcar e D - Citrus. Isto se deve à grande concentração espacial destas culturas no Estado

Tabela 2
 Alocação da Amostra - São Paulo

DEFINIÇÃO DOS ESTRATOS	ÁREA ESTRATIFICADA (km ²)	TAMANHO MÉDIO DOS SEGMENTOS (km ²)	NÚMERO DE UCs	NÚMERO TOTAL DE SEGMENTOS	NÚMERO DE SEGMENTOS NA AMOSTRA
A. Área com agricultura, ≥ 80%, talhões pequenos	5116	0,5	816	10237	36
B. Área com agricultura, ≥ 80%, talhões grandes	17016	1	1140	17027	70
C. Área com agricultura, ≥ 80%, cana-de-açúcar	22811	2	979	11393	35
D. Área com agricultura, ≥ 80%, citrus	2865	2	143	1439	5
E. Área com agricultura, ≥ 50% e < 80%, mais pastagens e/ou mata - talhões médios e grandes	15807	2	670	7896	65
F. Área com agricultura, ≥ 30% e < 50%, mais pastagens, ≥ 30% e < 50%, complementada ou não por mata - talhões médios e grandes	25710	3	869	8563	65
G. Área com pastagens, ≥ 80% - talhões médios e grandes	32330	4	855	8088	30
H. Área com pastagens, ≥ 50% e < 80%, mais agricultura e/ou mata - talhões médios e grandes	39054	4	1047	9772	30
I. Áreas com matas, ≥ 80%	27856	4	811	6964	20
J. Áreas com matas, ≥ 50% e < 80%, mais agricultura e/ou pastagens	10032	4	364	2502	5
K. Áreas não agrícolas	154	1	28	154	2
M. Área com pastagens, ≥ 50% e < 80%, mais matas - talhões médios e grandes	9869	4	373	2457	5
N. Área com agricultura, ≥ 50% e < 80%, mais pastagens e/ou mata - talhões pequenos	14497	0,5	2430	28991	215
O. Área com agricultura, ≥ 30% e < 50%, mais pastagens, ≥ 30% e < 50%, complementada ou não por mata - talhões pequenos	8601	1	553	8598	65
P. Área com pastagens, ≥ 50% e < 80%, mais agricultura e/ou mata - talhões pequenos	6169	2	561	3089	10
Total	237887	-	11639	127170	658

de São Paulo. Outra observação diz respeito aos estratos A, N, P e O que têm em comum a característica de apresentarem agropecuária desenvolvida em talhões pequenos, em razão da estrutura fundiária. Esta classificação teve como objetivo auxiliar o trabalho do entrevistador, durante a pesquisa de campo, no que se refere ao número de estabelecimentos investigados dentro do segmento amostrado.

4.4 - Estratificação Final e sua Transposição para o Conjugado

Após a definição da legenda, traçou-se, sobre as imagens, a estratificação final. Em seguida, foi feita a transposição desses limites para os conjugados, observando-se que, a partir deste momento, os limites dos estratos devem, sempre que possível, obedecer a limites físicos bem definidos (estradas, rios, etc.), identificados nas imagens e conjugados, visando a facilitar a localização dos segmentos no campo.

A etapa de transposição demandou um tempo maior que o previsto tendo em vista que as cartas topográficas de onde os conjugados se originam são desatualizadas. Este fato, tratando-se de São Paulo, é por demais significativo, obrigando, em muitos casos, a utilizar a imagem de satélite para a atualização dos conjugados.

4.5 - Cálculo das Áreas dos Estratos

Através da digitalização feita no Sistema Intergraph do IBGE, na Divisão de Geociências - Bahia, foram obtidas as áreas dos estratos, com o objetivo de subdividi-los em unidades de contagem (UCs) e segmentos (Tab. 2).

4.6 - Definição dos Tamanhos das Unidades de Contagem (UCs) e Delimitação nos Conjugados Planimétricos

As delimitações das UCs constitui uma etapa transparente, no processo de seleção da amostra probabilística de segmentos; sua função é evitar a subdivisão de todas as áreas dos estratos em segmentos, e com isso simplificar o trabalho. Assim, são desenhados os segmentos somente nas unidades de contagem que contêm o segmento selecionado.

Nesta fase intermediária, a definição do tamanho mínimo, médio e máximo das UCs está estritamente relacionada às características de cada estrato bem como ao número de segmentos que este estrato deverá conter.

As UCs ao serem delimitadas nos conjugados deverão obedecer também aos limites físicos, e não poderão ultrapassar os limites dos estratos, nem dos municípios. São ordenadas e codificadas numa seqüência crescente em serpentina, e identificadas através de um código que indica o município e o estrato a que pertencem bem como

seu número de ordenação. Assim, a quantidade de UCs em cada município está condicionada a sua área territorial e aos estratos nele contidos.

4.7 - Cálculo das Áreas das Unidades de Contagem

Este processo foi semelhante ao do cálculo das áreas dos estratos, apenas com um agravante: o número de áreas a serem planimetradas era muito maior, demandando portanto mais tempo nesta atividade. Por este motivo, foi necessário dividir esta etapa do trabalho por mais de uma unidade do IBGE. Assim, parte da medição foi feita pelo Sistema Intergraph na Divisão Geociências - Bahia e parte através do Maxi-Cad no Departamento de Cartografia/DGC.

4.8 - Seleção das Unidades de Amostras

A seqüência ordenada de UCs em cada estrato, com a medida de tamanho indicada, define o sistema de referência para a seleção da amostra no estrato.

A partir daí, aplica-se um procedimento sistemático de seleção, em cada estrato, que define a UC selecionada e determina o número de ordem da unidade de amostra nesta UC, ou seja, o segmento.

Esta etapa do trabalho foi desenvolvida pela Gerência de Metodologia Estatística do projeto, na DPE.

Foram selecionados 658 segmentos a serem investigados (Tab. 2).

4.9 - Localização dos Segmentos Selecionados nos Fotoíndices e Aquisição das Fotos Aéreas

Após a seleção dos segmentos iniciou-se a fase de localização e plotagem destes; primeiramente nos conjugados para, em seguida, através dos fotoíndices, identificar as fotografias aéreas que os recobririam.

Identificadas as fotos, foi feita a solicitação de compra de uma foto aérea e a correspondente ampliação, para a escala de 1:10.000, da área de abrangência de cada uma das unidades de amostragem (segmento selecionado).

Apenas em sete segmentos foi necessária a utilização de mais de uma fotografia para a localização do segmento.

4.10 - Delimitação do Segmento Selecionado sobre as Fotos Aéreas

É nesta fase que se inicia o preparo do material que efetivamente vai ao campo, para servir de apoio cartográfico à pesquisa.

Sobre as fotografias aéreas, tanto na escala original, quanto nas ampliações, foram traçados os limites físicos dos segmentos. Em seguida, cada foto ampliada recebeu uma transparência e uma etiqueta contendo o seu código de identificação.

É sobre esta transparência que o entrevistador lança os limites dos estabelecimentos e seus respectivos campos de produção e, com base nesta delimitação, aplica um questionário visando a identificar as atividades produtivas existentes.

4.11 - Envio do Material para o Trabalho de Campo

Com o objetivo de facilitar a localização das unidades de amostra, acompanhou o conjunto das fotos os seguintes documentos cartográficos: MME e carta topográfica com o posicionamento da foto e a localização do segmento. Da DPE seguiram os questionários para coleta de dados no campo.

A organização dos trabalhos de campo - as facilidades para o envio e remessa de materiais, para comunicação, transporte e, em geral, a logística necessária às tarefas do coordenador, supervisor e entrevistadores - teve como base a unidade regional do IBGE em São Paulo, que conta com pessoal e instalações em todo o estado.

5 - Considerações Finais

A composição colorida, canais 3, 4 e 5, com filtros azul, verde e vermelho, na escala de 1:100.000, utilizada na construção do painel de amostragem para o Estado de São Paulo, significou um avanço em relação aos painéis anteriores.

O fato de se ter trabalhado na escala de 1:100.000 permitiu um maior grau de detalhamento na identificação de padrões, acarretando um número maior de estratos. Este número maior de estratos precisa, no entanto, ser reavaliado, tendo em vista que a análise preliminar dos resultados da pesquisa indica que os ganhos em eficiência não foram expressivos. A utilização desta escala também permitiu uma marcação mais precisa na delimitação dos estratos, unidades de contagem e segmentos. No tocante à composição colorida, a escolha da combinação desses canais e filtros permitiu que a imagem ficasse com as cores mais próximas a que o olho humano está acostumado a observar, facilitando uma melhor identificação das culturas.

Muito embora a análise espectral tenha sido importante, as informações do uso da terra, obtidas através da marcação aproximada das culturas nos MMEs, associadas aos dados estatísticos disponíveis e às viagens de

campo, foram fundamentais para a caracterização dos padrões como um todo.

Painéis de amostras de área têm sido e continuarão a ser a espinha dorsal de qualquer programa para melhoria de dados no campo da agropecuária. Esta metodologia, que vem sendo utilizada pelos países mais avançados nas estatísticas agrícolas, é de interesse para todos os usuários deste tipo de informação.

6 - Bibliografia

- CHEN, Sherry Chou. *Contribuição de dados de satélites no sistema de previsão de safras*. São José dos Campos, SP, INPE, 1990. 7f.
- COLLARES, José Enilcio Rocha. Painel de amostras de áreas para pesquisas agrícolas: o uso do sensoriamento remoto. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 5., 1988, Natal. *Anais...* Natal. Instituto de Pesquisas Espaciais. v.3 p.690-95.
- CONTRIBUIÇÃO de dados de satélites para melhorar as estatísticas agrícolas no Brasil. São Paulo, INPE, 1986. 10f. (Preparado para reunião do grupo de trabalho sobre Informações Agrícolas - SEPLAN).
- MENDONÇA, Francisco José. *Sensoriamento remoto aplicado à agricultura*: princípios básicos, metodologia e aplicações. São José dos Campos, SP, INPE, 1981. 81p.
- MÜELLER, Charles Curt; SILVA, Gil; VILLALOBOS, Álvaro Gonzales. Pesquisa agropecuária do Paraná - safra 1986/87 (Programa de Aperfeiçoamento das Estatísticas Agropecuárias). REVISTA BRASILEIRA DE ESTATÍSTICA, Rio de Janeiro, 49(191):55-84, jan./jun.1988. il
- NOVO, Evlyn Márcia Leão de Moraes. *Sensoriamento remoto*: princípios e aplicações. São Paulo: E. Blucher, 1989. 351p.
- PESQUISA de previsão e acompanhamento de safras: São Paulo, Rio de Janeiro, IBGE/DPE, 1990. 24f. tab.
- RELATÓRIO técnico sobre o uso de técnicas e sensoriamento remoto nas estatísticas agrícolas: processamento digital de imagens de satélite. Rio de Janeiro, IBGE, 1986. 13f. (Relatório interno do Projeto Previsão de Safras). (datilografado)
- SILVA, Gil et alii. *Desenvolvimento do sistema de informações agropecuárias*: características e resultados do modelo no Distrito Federal. Rio de Janeiro, 24f. (datilografado).