

EXPANSÃO DIRETA PARA ESTIMAR ÁREAS DE SOJA E MILHO ATRAVÉS DE DADOS MULTIESPECTRAIS E TEMPORAIS DO LANDSAT/TM¹

MAURÍCIO ALVES MOREIRA²

RESUMO - O presente trabalho objetivou estudar a contribuição de dados do LANDSAT/TM para estimar áreas das culturas de soja e milho, com base em técnicas de amostragem, através do Método de Expansão Direta. Esta pesquisa foi realizada no Distrito Federal (área de 5.814 km²), o qual está contido na órbita 221, ponto 71. A metodologia empregada consistiu em identificar e mapear áreas de soja e milho de uma amostra de 135 unidades, estratificada segundo a intensidade de cultivo. Para esta etapa do trabalho utilizaram-se imagens em composição colorida, das bandas 3, 4 e 5 do sensor TM, escala 1:100.000, das passagens de 01.02.89 e 06.04.89. Os resultados da interpretação visual foram utilizados no método de expansão direta para estimar a área total destas culturas no Distrito Federal. Os resultados obtidos neste procedimento permitiram concluir que: a) a metodologia adotada pode ser uma abordagem alternativa para estimar área de culturas agrícolas onde não há cobertura aerofotográfica ou existência de fotos aéreas muito antigas, o que dificultaria a utilização do método de expansão direta da maneira como é conduzido pelo IBGE (coleta de dados em campo), e b) o método, apesar de vantajoso, apresenta limitações relacionadas com o tipo de cultura e época de seleção de dados de satélites.

Termos para indexação: sensoriamento remoto, sistema de amostragem, estimativa de área, interpretação visual.

DIRECT EXPANSION METHOD FOR ESTIMATING SOYBEAN AND CORN AREA THROUGH MULTITEMPORAL AND ESPECTRAL LANDSAT/TM DATA

ABSTRACT - The purpose of this work was to analyse the contribution of LANDSAT/TM data to estimate soybean and corn areas through direct expansion method by sampling techniques. The study was carried out in the test site of "Distrito Federal" (5,814 km²), covered by LANDSAT/TM (row/path 221/71) data. The colour composition bands 3,4 and 5, in scale of 1:100,000 dates Feb. 01, 1989 and Apr. 06, 1989 were utilized using visual interpretation. The methodology employed consisted in identifying and mapping soybean and corn areas inside 135 sampling units, stratified according to land use criterion. Soybean and corn areas were estimated using the statistical direct expansion method. The results obtained in this procedure allowed to conclude that: a) the methodology employed to estimate crops area could be utilized in regions where there are not aerial photographs or where these are ancient ones. Thus, this fact would make difficult the use of IBGE direct expansion method (ground truth collection), and, b) the used methodology in this research was profitable but it presents limitations related with crop types and selection of correct period of satellite images.

Index terms: remote sensing, sampling techniques, area estimation, visual interpretation.

INTRODUÇÃO

As técnicas de sensoriamento remoto, baseadas no uso de imagens orbitais para o le-

vantamento de áreas agrícolas, têm-se mostrado bastante eficientes não só pelo custo na obtenção dos resultados, mas também pela possibilidade de obter informações acerca de áreas mais extensas, de modo mais rápido. Entretanto, é bom salientar que, embora eficientes, quando se pensa em fazer um acompanhamento ou previsão de safras agrícolas, em tempo

¹ Aceito para publicação em 11 de janeiro de 1991.

² Eng. - Agr., M.Sc., Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), Caixa Postal 515, CEP 12201 São José dos Campos, SP.

hábil, para grande extensão territorial, como é o caso do Brasil, os resultados obtidos podem ser insatisfatórios, principalmente se se pensar no tempo e no volume de dados para a análise e, na pior das hipóteses, na impossibilidade de obter dados orbitais livres de cobertura de nuvens, durante o ciclo das culturas, para todo o território brasileiro.

De acordo com este ponto de vista, desde de 1986, pesquisadores do Instituto Nacional de Pesquisa Espaciais - INPE - e da Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE -, vêm dedicando esforços no sentido de implementar, no Brasil, o Sistema de Informações Agropecuárias - SIAG -, que utiliza amostragem de área, técnicas de sensoriamento remoto e processamento de dados.

O SIAG visa contornar os problemas supra citados e, ao mesmo tempo, procura melhorar a eficiência e a exatidão dos resultados das estatísticas agrícolas nacionais obtidos por métodos convencionais.

De acordo com Mueller et al. (1988) e Vilalobos et al. (1989), dois métodos estatísticos foram propostos para estimar as variáveis agropecuárias: o método da expansão direta, e o estimador de regressão. Projeto, este, que teve início no ano de 1986, no estado do Paraná.

No método de expansão direta são utilizados dados coletados em campo, sobre uma amostra de área, para obter estimações tais como: área plantada com as principais culturas, e características da pecuária. A coleta de dados consiste em preenchimento de questionários e delimitar e medir os campos de cultivo e outras áreas de ocupação do solo sobre fotografias aéreas, as quais contêm os segmentos delimitados que compõem a amostra. Mais detalhes podem ser vistos em Mueller et al. (1988).

O estimador de regressão, dentro da concepção do SIAG, utiliza, na estimativa das variáveis agrícolas, tanto informações de campo (coletadas sobre as amostras) quanto resultados de interpretação das áreas de culturas agrícolas, obtidas através de dados de satélites.

Dos dois métodos propostos, apenas o primeiro tem sido utilizado, ou seja, a expansão direta. O fato de não se utilizar o estimador de regressão deve-se, até o presente momento, às dificuldades inerentes à adequação de "software" e à aquisição de equipamentos para a análise digital de grande volume de dados orbitais requerido. Para se ter uma idéia, somente para o estado de São Paulo são necessárias 20 imagens fotográficas (cenas completas) do LANDSAT/TM para obter informações a respeito de toda agricultura.

Os resultados obtidos pela expansão direta têm sido satisfatórios para o IBGE, isto é, a maioria das variáveis agropecuárias, estimadas por este método têm apresentado um coeficiente de variação menor que 15%. Apesar disto, nota-se que, em alguns casos, às informações da área e disposição dos alvos de ocupação do solo, dentro do segmento, são incorretas. Isto está relacionado com a identificação do segmento no campo, bem como na maneira de limitar os diferentes alvos sobre as fotografias.

Considerando-se que estas informações serão utilizadas, futuramente, para treinamento do computador no estimador de regressão, é muito importante que elas sejam um retrato fiel da realidade no campo. Por outro lado, quanto mais precisas forem estas informações, mais precisa será a estimativa das variáveis agropecuárias, tanto por um quanto pelo outro método.

No ano de 1988 iniciou-se uma pesquisa no sentido de substituir, na expansão direta, informações coletadas em campo sobre os segmentos da amostra, por resultados de interpretação visual de dados orbitais adquiridos pelo LANDSAT/TM (Moreira et al. 1989). Nesta pesquisa, os autores trabalharam apenas com a cultura da soja e utilizaram, para a interpretação visual, dados orbitais de apenas uma data de passagem do LANDSAT/TM (25.02.86), pelo fato da não-disponibilidade de mais dados orbitais, livres de cobertura de nuvens, durante o ano safra de 1986/87. Nesse estudo, Moreira et al. (1989) concluíram que, para aquela condição, a única cultura espectralmen-

te discriminável dos demais alvos de ocupação do solo foi a soja, e que a área estimada e o coeficiente de variação foram bastante satisfatórios e atenderam aos objetivos propostos no Projeto SIAG.

Este trabalho, sobre o ponto de vista metodológico, é uma seqüência da pesquisa anterior realizada por Moreira et al. (1989), isto é, estimativa de área agrícola através da expansão direta, substituindo as informações coletadas em campo por resultados de interpretação visual de dados orbitais. Entretanto, procurou-se estudar, além da soja, a cultura do milho e analisar a contribuição do critério multitemporal associado ao multiespectral.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

Esta pesquisa foi realizada no Distrito Federal, localizado no planalto central, numa altitude que varia de 950 a 1.200 m. O Distrito Federal ocupa uma área de 5.814 km², de relevo ondulado a grandes áreas planas que se situam entre as coordenadas 12°30'00"s a 16°03'06"s e 47°18'21"w a 48°17'08"w.

Escolheu-se o Distrito Federal como área de estudo porque:

- é esta pesquisa uma seqüência dos estudos realizados por Moreira et al. (1989);
- é uma área relativamente pequena e dispõe de fontes confiáveis de informações agropecuárias;
- possui um painel de amostra.

Nesta região, a soja e o milho são plantados no período de outubro a dezembro, e a colheita ocorre entre os meses de abril a junho. Além da soja e do milho, no Distrito Federal também se cultiva, em menor escala, o feijão, o arroz de sequeiro, a batata-inglesa, a mandioca, a manga e o café. Como outros alvos de ocupação do solo encontram-se alguns reflorestamentos de *Pinus* e eucalipto, mata natural (pequenos bosques ou em forma de galeria ao longo dos rios) e pastagens (nativas e melhoradas).

Para esta pesquisa foram utilizados os seguintes materiais:

- dados cartográficos - mapa cartográfico do Distrito Federal, na escala de 1:100.000, com as unidades de contagens e os segmentos selecionados.
- dados orbitais - imagens fotográficas obtidas

pelo satélite LANDSAT/TM, em composição colorida falsa cor, nas bandas 3, 4 e 5, na escala de 1:100.000, referente à órbita 221, ponto 71, das passagens de 01 de fevereiro e 06 de abril de 1989.

Entretanto, para a construção do sistema de referência - painel amostral - para a alocação da amostra de área, foram utilizados os seguintes materiais (Villalobos et al. 1989):

- imagem do LANDSAT/TM, escala 1:100.000, bandas 2, 3 e 4;
- mapa municipal estatístico (MME), com delimitação de setores censitários, na escala de 1:100.000;
- conjunto de 43 folhas cartográficas, na escala 1:25.000;
- conjunto de 320 fotografias aéreas, na escala de 1:10.000, de agosto-setembro de 1986.

Painel amostral

No ano-safra de 1987/88, época em que se iniciou a implantação do Projeto SIAG no Distrito Federal, o painel amostral estabelecido foi composto de 11 estratos de uso do solo, sendo seis deles representativos da agropecuária. Esses seis estratos foram divididos em 652 unidades de contagem - unidades virtuais, sobre as quais foi alocada uma amostra de 150 segmentos (aproximadamente 6% da área de estudo) para ser feita a coleta de dados em campo. O painel amostral, como pode ser deduzido, é uma referência para identificar, sobre a área de estudo, os segmentos da amostra de área. Posteriormente, estes segmentos são transferidos para fotografias aéreas, as quais serão utilizadas, no campo, pelos coletadores de informações de ocupação do solo. Estes dados são utilizados em estimadores de painéis múltiplos fechados e ponderados (expansão direta) para os cálculos das variáveis agropecuárias de interesse da pesquisa (Villalobos et al. 1989).

Utilizando este mesmo painel amostral, isto é, a mesma posição dos segmentos, Moreira et al. (1989) estimaram a área de soja, através da expansão direta. Para tal, empregaram resultados de interpretação visual da cultura da soja, obtidos através de dados do satélite LANDSAT/TM, substituindo, assim, as informações coletadas em campo desta cultura, sobre os segmentos da amostra.

Os resultados obtidos por Villalobos et al. (1989), em cujo trabalho foram utilizados dados coletados em campo, mostraram a necessidade de se fazer um ajuste do painel amostral a fim de melhorar a eficiência e a exatidão das estimativas de áreas para algumas culturas agrícolas tais como: feijão, arroz de

sequeiro, mandioca e café. O novo painel de amostra ficou constituído de 13 estratos de uso do solo, sendo, sete deles representativos da agropecuária. O sumário de alocação da amostra de área pode ser observado nas Tabelas 1 e 2.

Da mesma maneira que por Moreira et al. (1989), foram adotados, nesta pesquisa, dois critérios:

Critério 1. Utilizar o mesmo sistema de referência - painel amostral - empregado no Projeto SIAG.

Critério 2. Utilizar a mesma alocação de amostra do SIAG. Entretanto, optou-se por fazer a interpretação visual de toda a unidade de contagem (UC), a qual contém um segmento da amostra, por ser mais fácil localizar os seus limites nos dados orbitais.

A adoção destes critérios permite fazer uma análise comparativa dos resultados desta pesquisa com os obtidos pelo SIAG, a qual utiliza informação coletada em campo.

Numa análise preliminar dos dados orbitais, verificou-se que nos estratos D, E, F e G a soja e o milho foram pouco expressivos em termos de área plantada. Desta forma, estes estratos foram excluídos da amostra e considerados em sua totalidade para se fazer a interpretação visual de todas as áreas cultivadas com essas culturas. Em outras palavras, a área de soja e milho, contida nestes estratos, foi computada no resultado de estimativa de áreas obtida pela somatória das estimativas parciais feita por estrato de uso do solo.

No caso específico da cultura do milho, fizeram-

TABELA 1. Sistema de informações agropecuárias - SIAG - Distrito Federal - Estratos de uso da terra.

Código	Descrição das áreas dos estratos	Classificação da área de segundo o método de obtenção de informações agropecuárias	
A	Com 60% ou mais de áreas cultivadas, exceto àquelas com predominância de manga.	Estratos do universo da amostra	
B	Entre 40% e 59% de áreas cultivadas, exceto a região agrícola de Brazlândia onde predomina uma agricultura minifundiária.		
C	Entre 20% e 39% de área de lavouras.		
D	Até 20% de áreas cultivadas.		
F	Entre 40% e 59% de áreas cultivadas com predominância de minifúndio.		
G	Áreas de reflorestamento.		
E	Áreas sujeitas a ocupação agrícola		
H	Áreas predominantemente não-agrícolas fora da Região Administrativa-I, exceto as do estrato R.	Informações obtidas da coleta em campo nos estabelecimentos agropecuários, sem delimitar talhões das culturas, e sem utilizar fotografias aéreas. Informações obtidas nos escritórios da EMATER, sem efetuar trabalho de campo.	
M	Áreas com predominância de manga, com mais de 60% cultivadas.		
P	Outras áreas agrícolas, fora RA-I, onde resulta conveniente obter as informações agropecuárias nos estabelecimentos, sem delimitar os talhões nas fotografias aéreas.		
Q	Áreas agropecuárias da RA-I. As informações são obtidas nos escritórios da EMATER, sem realizar trabalho de campo.	Áreas não-agrícolas, sem pesquisa de informações agropecuárias.	
R	Reservas florestais, áreas militares e outras áreas especiais não-agrícolas fora da Região Administrativa-I.		
U	Áreas urbanas.		

TABELA 2. Sumário: alocação da amostra do Distrito Federal - Ano safra 1988/89.

Estrato	Área	Tamanho médio dos segmentos (km ²)	Medida N _h	N _h /N	B _h	f _h n _h /N _h (%)	Total de UCs	Área das UCs selec. (km ²)	Área média segmentos selec. (km ²)	Área dos segmentos da amostra (km ²)
A	505,97	1	505,97	18,6	33	6,5	102	214,64	1,005	33,165
B	391,54	1	391,54	14,4	23	5,9	88	118,30	0,991	22,793
C	1333,53	1	1333,53	49,1	79	5,9	190	396,38	1,002	79,158
D	554,18	3	184,73	6,8	35	18,9	188	394,78	2,969	103,915
E	26,19	3	8,73	0,3	2	22,8	8	20,13	2,944	5,888
F	225,50	1	225,50	8,3	14	6,2	64	59,66	1,001	14,014
G	201,12	3	67,04	2,5	4	6,0	18	48,83	3,006	12,024
Total	3238,03	-	2717,04	100,0	190	7,0	650	1252,72	-	270,957

se duas pesquisas. Na primeira, a amostra de área foi composta de unidades de contagens alocadas nos estratos A, B e C. Após a fotointerpretação, verificou-se um grande número de unidades de contagens do estrato C sem a presença da cultura do milho, o que acarretou um aumento na variância estimada. Deste modo, optou-se por realizar uma segunda pesquisa, na qual excluíram-se da amostra as unidades alocadas no estrato C, o qual passou a ser incluído nos demais estratos, onde se realizou a fotointerpretação de toda área.

O desempenho das estimativas de áreas, obtido nesta pesquisa foi comparativamente analisado com os resultados obtidos pelo IBGE, na pesquisa de campo, e com dados do Levantamento Sistemático da Produção Agrícola (LSPA²) de junho de 1989 (IBGE 1989).

A estimativa da área de soja e do milho, por estrato, foi obtida por:

$$y = \frac{N_h}{n_h} \sum_{i=1}^L X_{ih}$$

onde:

N_h = área total das UCs para o estrato h,

n_h = área das UCs selecionadas no estrato h,

X_{ih} = área de soja contida nas UCs selecionadas no estrato h; i = 1 a L.

A estimativa da variância que utilizando o modelo de diferenças sucessivas é obtida por:

$$Vh^2 = \sum_{h=1}^L \frac{N_h(N_h-n_h)}{2n_h(m_h-1)} \sum_{i=1}^m [X_{ih} - X_{ih-1} + 1]^2$$

O coeficiente de variação é dado por:

$$CVn = \sqrt{\frac{Vh^2}{Yh}} \times 100$$

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No presente estudo a utilização do critério multitemporal foi de grande valia. Observou-se que o incremento percentual de área de soja, para algumas unidades amostrais (unidades de contagens), foi bastante alto. Este fato foi observado, também, com a mesma expressividade em toda área de estudo. A razão do acréscimo de área está relacionado com o período muito longo de instalação da cultura, ocorrido no Distrito Federal, no ano safra 1988/89. Talhões de soja, onde o plantio foi efetuado tardiamente, só se manifestaram espectralmente nos dados de satélite após a primeira passagem do LANDSAT/TM, que foi utilizada neste estudo (01.02.89). Até esta data, o comportamento espectral da cultura de soja, nestes talhões, foi bastante influenciado pela superfície de fundo, que, no caso, foi o solo exposto.

É bom lembrar que em anos cuja incidência de nuvens for muito grande, limitando assim o uso do critério temporal, esta abordagem metodológica, assim como o uso do estimador de regressão, podem ser ineficientes, em termos de resultados obtidos, quando comparados ao método de expansão direta utilizando no

SIAG, que é coletar os dados diretamente no campo. De certa forma, não deixa de ser uma limitação das técnicas de sensoriamento remoto, durante o período (ano safra) em que a cultura esteja no campo.

Com relação à cultura do milho, já na primeira data de passagem do satélite (01.02.89), praticamente todos os talhões de milho já haviam sido plantados. Tal fato foi constatado pelos coletadores de informações do IBGE durante a pesquisa de campo, feita em fevereiro de 1989, para fins semelhante ao desta pesquisa. Por este motivo, na passagem do satélite de 06.04.89 toda área desta cultura já havia sido colhida. Diante desta circunstância e da não-disponibilidade de dados de satélite entre estas duas datas (altos índices de cobertura de nuvens), a estimativa da área de milho foi feita com base nas informações espectrais apenas da primeira data, não levando em consideração o critério multitemporal.

Na Tabela 3, são mostrados os resultados das estimativas de áreas para as culturas de soja e milho, bem como os dados comparativos da pesquisa de campo e do LSPA.

Ao analisar a Tabela 3, nota-se que a discrepância entre as estimativas de soja e milho e as do LSPA foram menos acentuadas, quando comparadas com os resultados da pesquisa de campo (método de expansão direta). Entre-

tanto, os resultados do LSPA são obtidos de maneira subjetiva (métodos tradicionais) isto é, sem associar um erro às estimativas, embora se saiba que, para o Distrito Federal, a metodologia empregada pelo LSPA, apesar de subjetiva, é bastante confiável.

O curioso é que a estimativa do milho com menor coeficiente de variação (12,50%) foi a que mais se afastou dos dados do LSPA. Tal fato já havia sido constatado na pesquisa feita pelo IBGE para a cultura do café, no estado do Paraná, no ano-safra de 1987/88 (Mueller et al. 1988). Por outro lado, analisando os resultados das estimativas do milho, obtidos nesta pesquisa, com os resultados da pesquisa de campo (utilizando informações coletadas *in loco*), observa-se que a estimativa de maior coeficiente de variação (16,80%) foi a que teve menor discrepância.

Tratando-se de coeficientes de variação, tanto desta pesquisa quanto para os dados de campo, observa-se que são muito próximos numericamente, o que leva a crer numa igualdade estatística, exceto para o coeficiente de variação obtido para a estimativa do milho quando se utilizou a amostra alocada nos estratos A, B e C (CV = 16,80%). Embora sendo um valor maior do que os demais, ele está muito próximo dos objetivos do projeto SIAG, ou seja, obter estimativas de variáveis agrope-

TABELA 3. Área total estimada com soja e milho e dados comparativos.

Produto	Estimativa de área dados de satélite ¹		CV (%)		Dados de campo (Ha) ³	CV (%)	LSPA (Ha) ⁴	Variação	
	01.02.89	Total ²	01.02.89	Total				2/3	2/4
Soja	48.084,74	58.670,20	9,87	8,81	54.422	8,52	56.295	7,81	4,22
Milho ⁵	14.057,54	-	16,70	-	16.587	13,78	15.510	-15,24	-3,36
Milho ⁶	13.334,73	-	12,50	-	16.587	13,78	15.510	-19,60	-14,02

¹ Uso da expansão direta utilizando dados do LANDSAT/TM.

² Estimativa de área obtida somando as datas (01.02.89 e 06.04.89).

³ Uso da expansão direta utilizando dados de campo (feito pelo IBGE).

⁴ Levantamento Sistemático da Produção Agrícola (método subjetivo feito mensalmente pelo IBGE).

⁵ Estimativa de área de milho utilizando amostra alocada nos estratos A, B e C.

⁶ Estimativa de área de milho utilizando amostra alocada nos estratos A e B.

cuárias com coeficientes de variação menores ou iguais a 15% (Mueller et al. 1988).

CONCLUSÕES

1. A metodologia adotada neste estudo pode ser uma alternativa para estimar áreas de culturas agrícolas onde não há cobertura aerofotográfica ou existência de fotos aéreas muito antigas, o que dificultaria a utilização do método de expansão direta, da maneira como é conduzido pelo IBGE (coleta de dados em campo).

2. O método, apesar de vantajoso, apresenta limitações relacionadas com o tipo de cultura e época de seleção dos dados de satélites.

3. Tratando-se de estimativa de áreas agrícolas, através de dados orbitais, em anos-safra cujo período de implantação das culturas seja prolongado, é essencial a utilização do critério multitemporal.

4. Com base apenas nas duas datas de passagem do satélite pode-se dizer que a análise multitemporal, para a cultura do milho, não pode ser avaliada, tendo em vista que não houve acréscimo em área com a introdução de dados coletados em 06.04.89, uma vez que, nesta data, todos os talhões de milho já havia sido colhido. Isto pode ter acarretado uma menor exatidão na estimativa de área, como pode ser constatado pelos valores dos coeficientes de variação obtidos. Entretanto, mesmo utilizando uma única data, pode se dizer que os resultados foram satisfatórios e que atendem aos objetivos do SIAG

5. Em termos estatísticos, o desempenho alcançado nesta pesquisa foi tão bom quanto o obtido pelo IBGE através de dados coletados em campo, principalmente para a cultura da soja.

6. Para a cultura do milho, a metodologia

foi considerada boa. Entretanto, deve ser salientado que o sucesso na obtenção dos resultados depende, sobretudo, de observar bem o período de desenvolvimento da cultura, para a aquisição dos dados do satélite. Observou-se que a primeira data de passagem do satélite (01.02.89), foi muito boa para discriminá-lo de outros alvos de ocupação do solo, período este em que a maioria dos talhões de milho estava na fase de florescimento.

7. No caso da cultura do milho, no Distrito Federal, recomenda-se que seja feito um estudo no sentido de ajustar o estrato C para tornar melhor ainda a exatidão da estimativa desta cultura. Neste estrato foi observado um número muito elevado de unidade amostral sem a presença da cultura do milho.

REFERÊNCIAS

- IBGE. **Levantamento sistemático da produção agrícola.** Rio de Janeiro, Jun., 1989.
- MOREIRA, M.A.; VILLALOBOS, A.G.; AS-SUNÇÃO, G.V.; DUARTE, V.; SILVA, G.; BIFFI, A.J.S. Utilização de dados do LANDSAT/TM para estimar área de soja (*Glycine max* (L.) Merrill), através da expansão direta. In: SIMPÓSIO LATINOAMERICANO DE PERCEPCION REMOTA, 4., 1989, Bariloche, Argentina. **Anais.** Bariloche: Sociedad de Especialistas Latinoamericanos en Percepcion Remota, 1989. v.1, p.1-12.
- MUELLER, C.C.; SILVA, G.; VILLALOBOS, A.G. Pesquisa agropecuária do Paraná - Safra 1986/87. **Revista Brasileira de Estatística**, v.49, n.191, p.55-84, Jan./Jun. 1988.
- VILLALOBOS, A.G.; MOREIRA, M.A.; SILVA, G.; BIFFI, A.J.S. **Desenvolvimento do Sistema de Informações Agropecuárias. Características e resultados do modelo no Distrito Federal.** São José dos Campos: INPE, 1989. (INPE, 4940-PRE/1430).