

AVALIAÇÃO DE RESULTADOS DE CLASSIFICAÇÃO DIGITAL DE CULTURA DE VERÃO NUMA ÁREA
TESTE DO ESTADO DO PARANÁ - ANO SAFRA 1986/87

Maurício Alves Moreira
Sherry Chou Chen

Instituto de Pesquisas Espaciais
Ministério da Ciência e Tecnologia
Caixa Postal 515, 12201 - São José dos Campos, SP, Brasil

RESUMO

Visando utilizar resultados de classificação digital de dados de satélite como variável auxiliar, e dados de campo no processo estatístico de "estimador de regressão" para inventário de multiculturas de verão, foi desenvolvido um trabalho numa área teste do Estado do Paraná, correspondente a uma cena do LANDSAT-TM, órbita 223, ponto 77, da passagem de 10 de fevereiro de 1987. Foram utilizados, como dados de campo, para o treinamento do sistema de classificação, informações de ocupação do solo de 120 segmentos de uma amostra representativa de áreas agrícolas segundo intensidade de cultivo. Para digitalizar as informações de campo, contidas nos segmentos, sobre os dados de satélite foi utilizada uma mesa digitalizadora acoplada ao Sistema de Tratamento de Imagem - SITIM-110, e a classificação foi feita ponto a ponto usando um algoritmo de classificação gaussiana por máxima verossimilhança. Os resultados da classificação mostraram que: 1) o procedimento de digitalização adotado não foi satisfatório; 2) os limites dos talhões na foto aérea de 1981 são muito desatualizados em relação à paisagem atual, causando muitos erros de classificação; 3) a defasagem da informação (2ª quinzena de janeiro) com a data de passagem do LANDSAT contribui negativamente no processo de treinamento; e 4) deve-se investigar mais o sistema de treinamento do computador antes de utilizar o estimador de regressão.

ABSTRACT

LANDSAT-TM digital data were used as an auxiliary variable in addition to sampled field information to estimate summer crops using the approach of regression estimator. The test area in Paraná State was covered by LANDSAT data of orbit 223, point 77 on February 10 of 1987 to train the computer classifier; field data of 120 sampled segments which represented the agricultural area according to their crop intensities were used. Field information of sampled segments were digitized and located on LANDSAT digital data using a digitizing table linked to the image analysis system SITIM-110 and the classification was carried out pixel-by-pixel using an algorithm based on Gaussian maximum likelihood decision rule. Study results show that: 1) the digitalization process was not satisfactory; 2) field boundaries on aerial photographs of 1981 were out-of-date and caused classification errors; 3) the lag between the dates of satellite pass and field data collection has negative impacts on the training process; 4) the training system should be investigated more before applying the regression estimation.

1. INTRODUÇÃO

Este trabalho resulta dos esforços da Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e do Instituto de Pesquisas Espaciais (INPE), em implantar, nas principais regiões agrícolas do país, um sistema de informações agropecuárias. Este sistema apresenta uma abordagem científica de avaliação anual das safras de verão, para fornecer área plantada, a ser plantada, colhida, rendimento médio esperado das principais culturas, dados da composição da pecuária e estocagem nos estabelecimentos agropecuários. O sistema baseia-se em amostragem de área representativa da agricultura de um Estado.

Como modelos estatísticos para serem utilizados nas estimativas de variáveis agropecuárias de interesse, o sistema prevê o uso de dois métodos: *Expansão Direta* e *Estimador de Regressão*.

A *expansão direta* leva em conta somente as formações agropecuárias, obtidas em campo, dos segmentos de uma amostra de área. Este modelo já vem sendo utilizado há dois anos no projeto Sistema de Informações Agropecuárias - SIAG.

O *estimador de regressão*, no caso do projeto SIAG, prevê a utilização de dados digitalizados do LANDSAT-TM como variável auxiliar e informação de campo para estimar áreas ocupadas com multiculturas. Entretanto, esta abordagem tem sido objeto de estudo para ser implementada no sistema. Experiências anteriores (Thomas and Hay, 1977; MacDonald and Hall, 1978; Hanuschack et alii, 1979; Graig et alii, 1979; Mergeson et alii, 1982; Winings et alii, 1983; Redondo et alii, 1984; Cook et alii, 1984 e Moreira, 1986) demonstraram que as eficiências das estimativas obtidas pelo estimador de regressão são sensivelmente melhoradas quando comparadas àquelas obtidas pela expansão direta.

Com relação aos dados orbitais, no Paraná são necessários 14 pontos (cenas) referentes a 5 órbitas de passagem do satélite, para coletar informações de uso do solo de todo o Estado, através da série LANDSAT.

Devido à incidência de cobertura de nuvens no Estado do Paraná no ano agrícola 1986/87, e como a análise digital encontra-se em estágio de teste de "hardware" e "software" do sistema de classificação, esta análise e a avaliação dos resultados foram feitas somente nos segmentos amostrados numa área teste correspondente à órbita 223, pontos 76, 77 e 78, utilizando dados do LANDSAT-TM da passagem de 10 de fevereiro de 1987, livre de cobertura de nuvens.

Como é a primeira vez que um sistema de classificação digital de multicultura para grandes áreas está sendo implantado no Brasil, logo, um estudo de avaliação dos resultados torna-se essencial para aperfeiçoar sistemas futuros.

Este trabalho tem como objetivo descrever sucintamente o procedimento de classificação, discutir os resultados obtidos e, finalmente, sugerir recomendações para recodificar o "software" desenvolvido.

2. PROCEDIMENTO

Para o procedimento de classificação digital dos dados de satélite gravados em fitas (CCTs) compatíveis com computador, corrigidas geometricamente, foi utilizado o computador VAX 780. A classificação foi feita ponto a ponto usando o algoritmo de classificação gaussiana por máxima verossimilhança.

O processo de classificação envolveu duas etapas: treinamento e classificação propriamente dita.

A fase de treinamento consistiu em obter os parâmetros das classes de uso do solo (vetor média e matriz de covariância), a partir dos dados de satélite. Para obter esses parâmetros, foram utilizados como verdade terrestre as informações obtidas no campo de 120 segmentos, de uma amostra estratificada representativa da área agrícola do Estado do Paraná.

A classificação foi dividida em duas etapas distintas: a primeira etapa consistiu em utilizar os parâmetros das classes de uso do solo e classificar apenas os segmentos. Este procedimento foi rápido e ao mesmo tempo possibilitou fazer uma análise do desempenho da classificação, bem como um estudo da correlação entre informações de uso do solo, coletadas no campo, com as mesmas contidas nos dados de satélite. Feito este estudo, a segunda etapa seria utilizar estes mesmos parâmetros para classificar toda a área de estudo.

Inicialmente, os dados de campo, ou seja, segmentos e talhões contendo informações de uso do solo, delimitados em transparências sobre fotos aéreas, tiveram que ser ordenados por cena e por quadrante de imagem do LANDSAT-TM que os continham. Posteriormente, para facilitar o processo de digitalização das informações de uso do solo, coletadas em campo sobre os dados de satélite, foram realizadas as seguintes tarefas:

- a) sobreposição de transparências aos segmentos provenientes do campo. Os segmentos e talhões foram delimitados novamente sobre estas transparências, sem codificação de propriedades e ordenações numéricas existentes no material original;
- b) identificação do tipo de uso do solo em cada talhão, utilizando questionários de campo e folha de listagem referentes a cada segmento preenchidos pelos entrevistadores;
- c) transcrição das informações do tipo de uso do solo para cada talhão, dentro do novo segmento. Por exemplo, se um talhão foi plantado com a cultura de soja, este recebia uma rotulação com a letra "S" e assim por diante até que todos os talhões fossem devidamente identificados.

É importante ressaltar que no processo de classificação apenas o tipo de ocupação do solo é fornecido, e a partir dessa informação o sistema adquire as estatísticas (parâmetros) de treinamento para serem utilizadas na classificação ponto a ponto do segmento ou de toda a cena. Sendo assim, talhões adjacentes com o mesmo tipo de ocupação do solo foram agrupados e digitalizados como um todo, independente de estarem contidos em um ou mais estabelecimentos agropecuários.

No caso específico do projeto SIAG, seis temas ou classes de ocupação do solo foram considerados: arroz, milho, feijão, soja, algodão e "outros".

Inclui-se no tema "outros" qualquer tipo de ocupação do solo, exceto as culturas mencionadas no parágrafo anterior. Porém, áreas cultivadas em consórcio como café-feijão, café-arroz e café-milho também foram incluídas no tema "outros".

No caso de consórcio ou triconsórcio das culturas de arroz, milho e feijão prevaleceu como tema principal aquela que ocupou maior quantidade de área plantada.

Para a digitalização de segmentos e talhões, houve necessidade de extração de subimagens ("janelas") com 256 linhas por 256 colunas dos dados do LANDSAT-TM contendo os segmentos. Isto teve como objetivo facilitar a busca de pontos coincidentes, tanto na foto como nos dados do LANDSAT-TM.

De posse das cartas topográficas contendo a localização dos segmentos, foi possível fazer uma estimativa de suas posições em longitude e latitude. Este par de coordenadas serviu para determinar uma "janela" na fita CCT contendo o segmento, uma vez que os dados de satélite, para este objetivo, foram geometricamente corrigidos.

O tamanho da "janela" (256 por 256) foi escolhido de tal forma a conter totalmente o segmento, bem como uma região adicional para a determinação de pontos de controle necessários para iniciar a digitalização dos segmentos e talhões. No final, foi gerada uma fita magnética com todas as "janelas" de uma determinada cena (Velasco et alii, 1988).

Obtidas estas subimagens, foi então realizada a digitalização dos segmentos e talhões contidos nas fotos aéreas para gerar uma imagem temática, onde os temas representaram as variáveis de interesse da pesquisa.

Como entrada para a obtenção da imagem temática, foram utilizadas "janelas" obtidas dos dados de satélite e fotos aéreas com os segmentos e talhões delimitados e identificados. As delimitações dos segmentos e talhões foram feitas numa mesa digitalizadora sobre a foto aérea e depois transportadas para a escala e projeção da imagem. Para obter estas imagens temáticas foi utilizado o SITIM-110, segundo um processo altamente interativo (Velasco et alii, 1988).

Uma vez obtidas as imagens temáticas, o passo seguinte consistiu na aquisição das estatísticas de treinamento (vetor média e matriz de covariância) de cada tema, para o processo de classificação no computador VAX 780. Estas estatísticas foram obtidas através de um treinamento não-supervisionado (uma variante do ISODATA). A descrição deste algoritmo pode ser encontrada em Bins e Velasco, 1987.

De posse destas estatísticas foi realizada a classificação de todos os pontos dentro do segmento utilizando para tal, o algoritmo gaussiano por máxima verossimilhança.

Na etapa inicial, os limites de estratos, municípios e UC's (Unidades de Contagem) foram introduzidos com o auxílio de mapas. Esta etapa exigiu interação com o operador que delimitou as áreas de interesse numa mesa digitalizadora.

Posteriormente, foi feita uma combinação de áreas de interesse e imagens. Neste caso, houve uma transformação dos dados das áreas de interesse de formato gráfico para o de imagem, registrando estes dados na cena TM. Deste modo, uma nova banda de imagem foi criada, cujo valor de cada ponto indica a qual estrato o ponto pertence.

É interessante ressaltar que a classificação de imagens LANDSAT-TM, ponto a ponto, segundo Velasco et alii (1988), é um processo demorado, devido ao algoritmo de classificação utilizado e o número de classes/subclasses envolvido.

A classificação é feita cena por cena dentro de uma mesma órbita. Dentro de cada cena são considerados, para efeito de classificação, somente "pixels" correspondentes a áreas de municípios contidos integralmente na cena, caso contrário não serão considerados para efeito de cálculo de área.

As cenas que contêm a área de interesse, dentro de uma mesma órbita convencionou-se chamá-las de Distrito de Análise (DA). Por exemplo, no presente estudo, o DA 223 é composto por todos os municípios contidos integralmente dentro das cenas 76, 77 e 78.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 mostra o número de segmentos amostrados por quadrante no Distrito de Análise 223.

TABELA 1
NÚMERO DE SEGMENTOS AMOSTRADOS POR QUADRANTE
NO DISTRITO DE ANÁLISE 223

CENA	QUADRANTE				TOTAL
	A	B	C	D	
76	9	16	9	16	50
77	16	15	5	7	43
78	6	10	2	9	27
TOTAL	31	41	16	32	120

Os resultados da classificação digital das culturas de interesse, seja dentro do segmento ou para toda cena, são fornecidos por estratos, isto é, cada "pixel" dentro do segmento ou do distrito de análise classificado como uma determinada cultura é associado a um estrato definido segundo o uso agrícola. A Tabela 2 contém as formações dos estratos definidos para o Estado do Paraná, e a Tabela 3 mostra o número de segmentos digitalizados por estrato e por cena do DA 223.

TABELA 2
ESTRATOS DEFINIDOS PARA O ESTADO DO PARANÁ
SEGUNDO USO DO SOLO - ANO SAFRA 1986/87

ESTRATO	DEFINIÇÃO SEGUNDO O USO DO SOLO
I	Áreas com mais de 80% de área cultivada.
II	Entre 50% e 79% de área cultivada.
III	Entre 15% e 49% de área cultivada, exceto pastagens.
IV	Entre 15% e 49% de área cultivada, e pastagens.
V	Com menos de 15% de área cultivada.
VI	Áreas não agrícolas (parques, reservas florestais, montanhas, etc.)

TABELA 3
NÚMERO DE SEGMENTOS AMOSTRADOS POR ESTRATO,
POR CENA NO DA 223

CENA	ESTRATOS						TOTAL
	I	II	III	IV	V	VI	
76	12	15	0	21	2	0	50
77	33	0	3	4	3	0	43
78	1	9	17	0	0	0	27
TOTAL	46	24	20	25	5	0	120

Observando a Tabela 3, verifica-se um maior número de segmentos do estrato I alocados na cena 77. Isto leva a concluir que, em comparação com as outras duas cenas, nesta concentra-se maior quantidade de áreas agrícolas deste distrito de análise. Por outro lado, a cena 76 contém maior número de segmentos do estrato IV. Por

analogia, conclui-se que nesta cena há uma maior predominância de pastagem, haja visto a própria definição deste estrato contido na Tabela 2.

Feita a classificação digital dos segmentos, foram obtidos, a seguir, os valores dos coeficientes de correlação entre os dados de campo e de satélite. Esses valores podem ser observados na Tabela 4.

Observando os dados da Tabela 4, nota-se que em vários estratos não foi possível fazer a análise de correlação das culturas de soja, arroz e feijão. A não obtenção destes coeficientes de correlação foi devido ao número insuficiente de observações de talhões destas culturas nestes estratos, para se fazer a análise de correlação. Os valores de coeficientes maiores que 0,50, e estatisticamente significativos são encontrados nos estratos I e III para a cultura da soja, e nos estratos II e IV para a cultura do milho. Este fato pode ser observado na Tabela 5.

Os números baixos de segmentos amostrados com presença das culturas em estudo nos estratos IV e V eram esperados, conforme a própria definição destes estratos. Entre as cinco culturas estudadas, o feijão e o arroz apresentaram baixas ocorrências em todos os estratos, com exceção da cultura do arroz para o estrato I.

Para indicar a eficiência e a vantagem do estimador de regressão sobre as estimativas ob-

tidas por expansão direta, o valor de r é apropriado. Porém, o alto valor de r deve ser consequência de um alto desempenho da classificação correta e baixo erro de inclusão (área classificada como uma determinada cultura quando na verdade não é).

Para verificar se estas altas correlações foram consequência do alto desempenho de classificação, foi feito um estudo para verificar a percentagem de classificação correta (CC) das culturas de soja e milho nos estratos onde foram obtidos valores do coeficiente de correlação. Os resultados destes estudos encontram-se na Tabela 6.

Os dados contidos na Tabela 6 permitem discutir os seguintes aspectos:

a) Cultura de soja

Dos segmentos do estrato I que contêm informações sobre a cultura da soja, 52,7% apresentaram resultado de classificação correta inferior a 50%. Isto indica que o classificador não conseguiu discriminar espectralmente esta cultura de outros alvos com mais de 50% de certeza. O mesmo pode ser observado também no estrato III, porém, com uma ocorrência muito maior. Assim, pode-se concluir que os coeficientes de correlação (0,740 e 0,557) obtidos para esta cultura não foram consequência do bom desempenho de classificação baseado na metodologia adotada para o treinamento do sistema. Em outras parcelas, estes coeficientes foram obtidos por acaso.

TABELA 4
COEFICIENTES DE CORRELAÇÃO ENTRE DADOS DE CAMPO
E DE SATÉLITE POR CULTURA E POR ESTRATO

ESTRATO \ CULTURA	SOJA	ALGODÃO	MILHO	ARROZ	FEIJÃO
I	0,741	0,025	0,378	0,225	N.A.*
II	0,558	0,140	0,724	N.A.*	0,001
III	0,557	0,363	0,207	0,000	N.A.*
IV	N.A.*	0,526	0,727	N.A.*	N.A.*
V	N.A.*	0,147	0,495	0,000	N.A.*

*N.A. - Análise de correlação não aplicável.

TABELA 5
NÚMERO DE TALHÕES E DE SEGMENTOS AMOSTRADOS POR
ESTRATO E POR CULTURA

ESTRATO \ CULTURA	SOJA	ALGODÃO	MILHO	ARROZ	FEIJÃO
I	73(40)*	57(24)	71(38)	12(11)	1(1)
II	11(7)	6(5)	39(18)	4(2)	3(2)
III	30(10)	5(1)	106(19)	4(4)	0(0)
IV	0(0)	13(9)	27(13)	3(2)	0(0)
V	1(1)	14(3)	28(5)	3(3)	0(0)

*Número entre parênteses indica quantidade de talhões da cultura que foram digitalizados, e o número sem parênteses indica o número de segmentos.

TABELA 6
 FREQUÊNCIA DE PERCENTAGEM DE CLASSIFICAÇÃO CORRETA
 DAS CULTURAS DE SOJA E MILHO POR ESTRATO

PERCENTAGEM CLASSIFICAÇÃO CORRETA (%)	NÚMERO DE OCORRÊNCIA			
	SOJA		MILHO	
	ESTRATO I	ESTRATO III	ESTRATO II	ESTRATO IV
< 50	19	7	7	10
51 ~ 60	7	0	2	1
61 ~ 70	3	2	3	1
71 ~ 80	3	0	3	1
81 ~ 90	2	0	0	0
> 90	2	0	0	0
Nº de segm.	36	9	15	13
Coef. r	0,740	0,557	0,724	0,727

b) Cultura do milho

De maneira análoga, pode-se fazer uma relação entre esta cultura e a cultura de soja. Os altos coeficientes de correlação (0,724 e 0,727) não traduz a realidade, pois, tanto no estrato II quanto no IV, a frequência de classificação correta menor que 50% foi muito grande.

Uma vez que os resultados obtidos apresentaram baixa percentagem de classificação correta, não foi preciso analisar o erro de inclusão. Por outro lado, não se deve empregar o estimador de regressão, para estimar áreas das culturas de soja e milho utilizando os resultados de classificação obtidos a partir deste treinamento do computador.

Como os resultados da digitalização foram armazenados em disquetes (subimagens contendo informações de campo que foram utilizadas no treinamento do computador) procurou-se fazer um estudo, segmento por segmento, no sentido de levantar as possíveis causas que contribuíram para o baixo desempenho de classificação.

Após um minucioso estudo, foram constatados erros, e estes foram ordenados em três grandes categorias:

a) *Primeira categoria:* limites digitalizados não coincidem com os limites contidos e visualizados nos dados de satélite. As causas destes erros foram:

a.1) fotos aéreas de 1981 muito desatualizadas em relação à paisagem atual. Isto, muitas vezes, dificultou o entrevistador em localizar precisamente os limites de talhões de ocupação do solo durante a coleta de dados no campo;

a.2) distorção e variação de escala das fotos aéreas. No presente trabalho foram utilizadas fotos aéreas não restituídas. Sendo assim, é comum haver variações de escala na foto ou entre fotos causadas pela instabilidade da aeronave, ampliações fotográficas, etc. O processo de digitalização leva em conta a escala fixa, isto é, admite-se

que a escala das fotografias aéreas seja constante. Tal fato ocasionou, em muitos casos, uma não coincidência de limites quando sobrepostas a duas informações (de campo e de satélite);

a.3) dificuldade de localizar com precisão os quatro pontos de controle para iniciar a digitalização, principalmente, em áreas de relevo movimentado.

b) *Segunda categoria:* contradição de informações de campo com dados de satélite. As causas foram:

b.1) no processo de identificação do tipo de ocupação do solo (fase preparatória para digitalização) a legenda foi colocada erradamente, isto é, alguns talhões foram rotulados erradamente;

b.2) defasagem da informação de campo com a data de passagem do LANDSAT-TM. A coleta de dados de campo foi feita na segunda quinzena de janeiro, enquanto que os dados disponíveis do LANDSAT foram obtidos em 10 de fevereiro de 1987. Isto, aliado a não flexibilidade do sistema, fez com que vários talhões, já colhidos, fossem utilizados no treinamento como sendo de uma determinada cultura em pleno desenvolvimento;

b.3) presença de "pixels" impuros devido à curva de nível, falhas no plantio, careadores, etc;

b.4) omissão da rotulação de talhões por parte dos entrevistadores;

b.5) informações de campo erradas.

c) *Terceira categoria:* tamanho dos talhões.

c.1) número insuficiente de "pixels" (menor que 80 "pixels") e talhões estreitos dificultaram o processo de digitalização.

A Tabela 7 contém o sumário referente ao tipo de erro constatado e a frequência observada nos 120 segmentos digitalizados.

TABELA 7

SUMÁRIO DO TIPO DE ERRO E FREQUÊNCIA OBSERVADA

TIPO DE ERRO	a*	b.1	b.2	b.3	b.4	b.5	c.1
FREQUÊNCIA	49	3	5	9	6	13	42

* Não foi possível separar dentro da categoria a, qual o tipo de erro observado, nos 49 segmentos.

4. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Os resultados de avaliação do procedimento adotado na classificação digital de multiculturas de verão, permitem tirar as seguintes conclusões:

- O "software" desenvolvido para o processo de digitalização deve ser modificado de tal forma a torná-lo ainda mais interativo.
- Houve uma ocorrência muito grande de segmentos que apresentaram classificação correta menor que 50%.
- Os altos valores de coeficientes de variação obtidos para as culturas da soja e milho nos estratos I, III e IV não foram consequência de um bom desempenho de classificação. Estes valores foram obtidos por acaso.
- Não se deve aplicar os resultados da classificação obtidos no processo de estimador de regressão, tendo em vista que não há correlação satisfatória entre as informações de campo com as informações obtidas por satélite.

A análise destes resultados permite, também, fazer as seguintes recomendações:

- O processo de digitalização deve ser muito mais interativo do que o atual, isto é, deve existir um sistema que permita ao operador modificar os limites de talhões, eliminar parte dos talhões, de tal modo a refinar as informações para o processo de treinamento.
- Deve-se procurar uma nova abordagem para o treinamento, digitalizando, como amostra, apenas parte dos talhões.
- A digitalização deve ser feita por pessoas que têm conhecimento do comportamento espectral de alvos agrícolas sobre os dados de satélite.
- O sistema, como um todo, deve ser mais interativo, permitindo abortar informações não desejadas ou erradamente codificadas.

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BINS, L.S.; VELASCO, F.R.D. *Uma variante do algoritmo ISODATA para aplicação em alvos agrícolas*. São José dos Campos, INPE, 1987. (INPE-4436-PRE/1235).

COOK, P.W.; MAY, G.; KESTLE, R.A. A continuing development of an application for LANDSAT data: 1983 DCLC winter acreage estimates for four States. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON REMOTE SENSING OF ENVIRONMENT, 18, Ann Arbor, MI, 1984. *Proceedings*. Ann Arbor, ERIM, 1984, v.1, p.227.

GRAIG, M.E.; SIGMAN, R.S.; CARDENAS, M. Area estimates by LANDSAT: Kansas 1976. Winter Wheat. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON REMOTE SENSING OF ENVIRONMENT, 13, Ann Arbor, MI, 1979. *Proceedings*. Ann Arbor, ERIM, 1979, v.3, p.1727-1736.

HANUSCHAK, G.A.; SIGMAN, R.; GRAIG, M.E.; OZGH, M.; LUEBBE, R.G.; COOK, P.W.; KLEWEND, D.D.; MILLER, C.E. Crop-area estimates from LANDSAT; transition from research and development to timely results. In: ANNUAL SYMPOSIUM MACHINE PROCESSING OF REMOTELY SENSED DATA, 5., West Lafayette, IN, 1979. *Proceedings*. W. Lafayette, IN, Purdue Univ., 1979, p. 86-96.

MACDONALD, R.B.; HALL, F.G. LACIE: An experiment in global crop forecasting. *The LACIE Symposium*. Houston, TX., Oct. 23-26, 1978. 32 p.

MERGERSON, J.W.; HANUSCHACK, G.A.; COOK, P.W. Application of satellite remote sensing for U.S. crop acreage estimation, 1980-81 results.

MOREIRA, M.A. *Sistema de amostragem para estimar a área da cultura do trigo (Triticum aestivum-L) através de dados do LANDSAT*. São José dos Campos, INPE, 1983). (INPE-2941-TDL/150).

REDONDO, F.; LACPRUGENT, C.; GARGANTINI, C.; ANTES, M. Crop identification and area estimation: an approach to evaluate Argentine main crop areas using LANDSAT data. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON REMOTE SENSING OF ENVIRONMENT, 18, Ann Arbor, MI, 1984. *Proceedings*. Ann Arbor, ERIM, 1984, v.1, p.185.

THOMAS, R.W.; HAY, C.M. Two phase sampling for wheat acreage estimation. In: ANNUAL SYMPOSIUM ON MACHINE PROCESSING OF REMOTELY SENSED DATA, 4., W. Lafayette, IN, 1977. *Proceedings*. W. Lafayette, IN, D.B. Morrison and D.J. Shcerer, 1977, p. 91-100.

WININGS, S.B.; COOK, P.W.; HANUSCHACK, G.A. AgRISTARS, DCLC applications project: 1982 corn and soybeans area estimates for Iowa and Illinois. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON REMOTE SENSING OF ENVIRONMENT, 17., Ann Arbor, MI, 1983. *Proceedings*. Ann Arbor, ERIM, 1983, v.1, p. 741-751.

VELASCO, F.R.D.; BINS, L.S.; CORREA, V.R.M.; II, F.A.M.; COSTA, M.H. *Um procedimento para classificação automática de áreas agrícolas*. São José dos Campos, INPE, 1988. (INPE-4467-PRE/1240).