



PALAVRAS CHAVES/KEY WORDS
 AUTORES/AUTHORS
 TM/LANDSAT, PROCESSAMENTO DIGITAL
 PREVISÃO DE SAFRAS
 SENSORIAMENTO REMOTO

AUTORIZADA POR/AUTHORIZED BY
 Roberto Pereira da Cunha
 Diretor de Sens. Remoto

AUTOR RESPONSÁVEL
RESPONSIBLE AUTHOR
 Sherry Chou Chen

DISTRIBUIÇÃO/DISTRIBUTION
 INTERNA / INTERNAL
 EXTERNA / EXTERNAL
 RESTRITA / RESTRICTED

REVISADA POR / REVISED BY
 José Carlos N. Epiphânio

CDU/UDC
 528.711.7:631.165

DATA/DATE
 Maio 1990

TÍTULO/TITLE	PUBLICAÇÃO Nº PUBLICATION NO INPE-5087-PRE/1595
	CONTRIBUIÇÃO DE DADOS DE SATÉLITE NO SISTEMA DE PREVISÃO DE SAFRAS
AUTORES/AUTHORSHIP	Sherry Chou Chen

ORIGEM
ORIGIN
 DPA

PROJETO
PROJECT

Nº DE PAG.
NO OF PAGES
 8

ULTIMA PAG.
LAST PAGE
 7

VERSÃO
VERSION

Nº DE MAPAS
NO OF MAPS

RESUMO - NOTAS / ABSTRACT - NOTES

Vários estudos demonstraram que os dados de satélite de re cursos naturais podem ser usados para melhorar a qualidade das informa ções agropecuárias convencionais através do estimador de regressão. Neste trabalho são apresentadas as experiências adquiridas num projeto de coo peração INPE-IBGE sobre a utilização de dados TM-Landsat para previsão de safras. As considerações para implementar este sistema operacionalmen te também são discutidas.

OBSERVAÇÕES/REMARKS

Trabalho apresentado no seminário sobre "A estimativa da biomassa terres tre e da produção agrícola via satélite", 7 e 8 de julho de 1990, USP.

CONTRIBUIÇÃO DE DADOS DE SATÉLITE NO SISTEMA DE PREVISÃO DE
SAFRAS

Sherry Chou Chen
Instituto de Pesquisas Espaciais - INPE
Caixa Postal 515
12201 - São José dos Campos, SP, Brasil

RESUMO

Vários estudos demonstraram que os dados de satélite de recursos naturais podem ser usados para melhorar a qualidade das informações agropecuárias convencionais através do estimador de regressão. Neste trabalho são apresentadas as experiências adquiridas num projeto de cooperação INPE-IBGE sobre a utilização de dados TM-Landsat para previsão de safras. As considerações para implementar este sistema operacionalmente também são discutidas.

ABSTRACT

Various studies demonstrated that data obtained from natural resources satellites can be used to improve the quality of agriculture statistics through the regression estimator. In this paper, experience acquired from a cooperation project INPE-IBGE, using Landsat-TM data for crop forecasting study, is presented. Considerations which have to be taken into account to implement this system operationally are also discussed.

1. INTRODUÇÃO

Após o lançamento do satélite ERTS no início da década de 70, vários esforços têm sido realizados na área de aplicação para explorar a utilidade de dados orbitais para estudos agrícolas. Dentre os projetos mais conhecidos na área de Agricultura, podem-se citar os da CITARS (Crop Identification Technology Assessment by Remote Sensing), LACIE (Large Area Crop Inventory Experiment) e AgRISTARS (Agriculture and Resources Inventory Surveys Through Aerospace Remote Sensing). Com base na experiência adquirida nestes projetos, uma metodologia que utiliza o

estimador de regressão que incorpora os dados de satélite às informações de campo dos segmentos amostrados mostrou ser a mais eficiente para estimar áreas cultivadas. A utilização desta metodologia no sistema operacional foi inicialmente implementada em dois Estados nos E.U.A. no ano de 1980. Desde então, o projeto foi se ampliando e até 1987 oito Estados já tinham sido incluídos na aplicação (Allen e Hanuschack, 1988).

No Brasil esta metodologia foi testada para estimar áreas irrigadas (Chen et alii, 1986) e de trigo (Moreira et alii, 1986) em regiões relativamente pequenas (500km²). Entretanto, visando desenvolver um sistema operacional que fornecesse as informações sobre áreas cultivadas em nível estadual ou regional, foi formalizado no início de 1986 um projeto de cooperação entre o INPE (Instituto de Pesquisas Espaciais) e o IBGE (Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). O objetivo desta cooperação é usar os dados de satélite como uma fonte de informação adicional para aperfeiçoar as estimativas agrícolas. O projeto foi separado em várias etapas de trabalho:

- construção de painel amostral;
- trabalho de campo: coleta de informações nos segmentos sorteados;
- análise digital; classificação de culturas;
- estimativas das áreas cultivadas através de estimador de regressão.

Os dados de satélite foram usados em quase todas as etapas, com exceção da última, que envolve somente o cálculo no computador. A Figura 1 mostra um esquema geral do sistema para facilitar a discussão. As contribuições de dados de satélite em cada etapa no estudo de previsão de safras são apresentadas nos itens 2, 3 e 4. O item 5 apresenta a proposição de uma configuração de hardware para implementar um sistema operacional com tais características.

2. CONSTRUÇÃO DO PAINEL AMOSTRAL DE ÁREAS

A primeira tarefa na construção do painel amostral foi estratificar o Estado do Paraná em zonas homogêneas de acordo com as densidades de área cultivada. Esta tarefa foi executada usando imagens TM-Landsat na escala de 1:250.000. Tanto os produtos em preto e branco (das bandas TM4 e TM5) como os coloridos (constituídos de três bandas, sendo uma no visível, outra no infravermelho próximo e outra no infravermelho médio) são apropriados. Os produtos coloridos são mais caros,

entretanto mais eficientes por conterem uma quantidade maior de dados acessíveis para a interpretação, podendo inclusive ser utilizados para outras finalidades.

A combinação de cores primárias e canais no produto colorido deve seguir o critério de produzir imagens com predominância de matizes na faixa do verde-amarelo, onde a sensibilidade visual é maior (Richards, 1986), facilitando a interpretação.

A imagem na escala 1:250.000 foi a mais adequada para estratificação. As vantagens desta escala são a visão global sobre o uso de solo e a facilidade de transferência dos limites administrativos, rios e estradas principais, dos mapas topográficos (1:250.000) para a imagem. Após a estratificação, os limites dos estratos e municípios, bem como os limites permanentes no mapa topográfico, foram digitalizados para o cálculo das áreas dos estratos e alocação das amostras e a produção das Folhas de Trabalho (FT) na escala de 1:100.000.

A segunda contribuição dos dados orbitais na construção do painel amostral foi na divisão dos estratos em amostras primárias, usando a imagem da banda 3 ou a colorida na escala de 1:100.000. Como os limites dos mapas poderiam estar desatualizados, as FTs foram superpostas sobre as imagens para ajustar os limites dos municípios e dos estratos com os limites permanentes mais próximos. A seguir, cada município foi dividido em Amostras Primárias (AP), através de marcas visíveis na imagem, variando o tamanho dessas amostras, dentro dos limites definidos para o estrato. Baseando-se na área da AP, o número de segmentos foi calculado e acumulado dentro de cada estrato. Com esta lista dos segmentos, uma amostra probabilística foi selecionada e as APs que continham os segmentos amostrados foram identificadas. Em seguida, os limites destas APs foram transferidos para o mosaico de foto aérea (1:25.000), e o segmento selecionado foi localizado dentro de cada AP. Por último, os limites dos segmentos amostrados foram transcritos nas fotos aéreas (1:10.000) para trabalho de campo.

3. TRABALHO DE CAMPO

Na classificação digital supervisionada, o classificador deve ser treinado para conhecer os padrões espectrais dos alvos, usando as áreas de treinamento representativas, onde as informações de campo são disponíveis. Neste projeto as informações de campo dos segmentos amostrados foram usadas para treinar o classificador MAXVER. No trabalho de campo, o uso da imagem de satélite (1:100.000) foi indispensável. Isso porque as imagens de satélites eram mais recentes do que as fotos

aéreas ou mapas topográficos. Com a imagem de satélite, a localização e acesso ao segmento amostrado foi mais fácil, além do que o delineamento dos talhões foi mais preciso.

4. CLASSIFICAÇÃO DIGITAL

Os dados digitais de satélite são compostos de elementos discretos, pictoriais, denominados "pixels", cujas informações radiométricas são quantizadas em níveis de cinza. Tendo sido treinado o classificador, todos os "pixels" na área de estudo foram classificados para calcular a média populacional da variável auxiliar x_i (i.e. o resultado da classificação digital do segmento i). A estimativa da média populacional da variável y_i (i.e. informação de campo para o segmento i) é calculada através da regressão linear:

$$\bar{y}_{rl} = \bar{y} + b(\bar{X} - \bar{x}), \quad (1)$$

onde o subscrito "rl" significa a regressão linear e o valor b é a estimativa da mudança em y , quando x é aumentado de uma unidade (Cochran, 1963). A contribuição dos dados de satélite nesta etapa é substancial, pois após a classificação digital os valores de b , \bar{X} , \bar{x} e \bar{y} da Equação (1) podem ser calculados.

5. CONSIDERAÇÕES NA IMPLEMENTAÇÃO DE UM SISTEMA OPERACIONAL

O grande desafio na implementação de um sistema operacional para estimar as áreas de cultura de verão usando os dados de satélite no Brasil é a rigidez do cronograma. Para que o sistema seja útil para o setor agrícola, as estimativas devem estar disponíveis antes do fim da safra, isto é, em fins de abril. Como o trabalho de campo deve ser programado para a segunda quinzena de janeiro, quando a maior parte das culturas estudadas já tenham atingido um estágio de desenvolvimento razoável para serem detectadas, então três meses e meio é o período máximo de disponibilidade para a análise digital. Durante este período as seguintes tarefas devem estar cumpridas; compilação das informações de campo, extração das janelas da CCTs (fitas magnéticas compatíveis com computador), digitalização dos segmentos, treinamento do classificador, classificação digital e produção das estimativas.

Uma imagem inteira do TM-Landsat representa uma área de $185 \times 185 \text{ km}^2$ e contém aproximadamente 36×10^6 "pixels". Para uma análise digital usando 3 bandas

espectrais do TM, o volume de dados analisado é de $36 \times 10^6 \times 3$ bytes ou 108 mbytes. O Estado do Paraná abrange 200.000 km^2 e é representado por 47 quadrantes de imagem TM-Landsat. Isso indica que um volume de dados de 1.4 gbytes deve ser analisado.

Considerando o volume de trabalho e a restrição de tempo, uma boa coordenação e infra-estrutura adequada são essenciais para o sucesso do projeto. A configuração de hardware para este projeto seria um servidor com 2 gbytes de memória de disco e 32 mbytes de ram (random access memory), associado a duas estações de trabalho. As estações de trabalho, por sua vez, seriam ligadas a 5 sistemas de tratamento de imagem que realizariam as tarefas de digitalização dos segmentos e a avaliação do resultado de classificação. As estações de trabalho também poderiam ser ligadas a vários terminais para armazenar e analisar as informações de campo ou de outras fontes. Quando se trata de um estudo de vários Estados, esta configuração deve ser expandida para processar um volume maior de dados.

Na distribuição de trabalhos, as tarefas de construção do painel amostral e de trabalho de campo deveriam ser de responsabilidade das agências locais, obtendo-se assim um melhor aproveitamento do conhecimento local na realização de trabalho. As demais tarefas (isto é, classificação digital e produção das estatísticas agrícolas) ainda devem ser executadas em um único centro de processamento de dados para otimizar os recursos humanos e financeiros.

Os dados de satélite fornecem as informações diretas sobre culturas (isto é, localização, área e condição fitossanitária). Outras informações tais como topografia da área, erodibilidade do solo, rede de drenagem e de transporte, etc. também podem ser extraídas de imagens de satélite para auxiliar nas atividades de planejamento e gerenciamento agrícola.

Considerando todas as potencialidades do uso de dados de satélite, cumpre ressaltar que a maior limitação nas aplicações de dados do TM-Landsat, SPOT ou NOAA-AVHRR é a cobertura de nuvens. Este problema só poderá ser resolvido com um sensor que independa das condições meteorológicas (por exemplo, radar), ou através da utilização de dados de multissensores ou de multiplataformas, o que aumentará a probabilidade de adquirir os dados de satélite sem cobertura de nuvens para fins agrícolas.

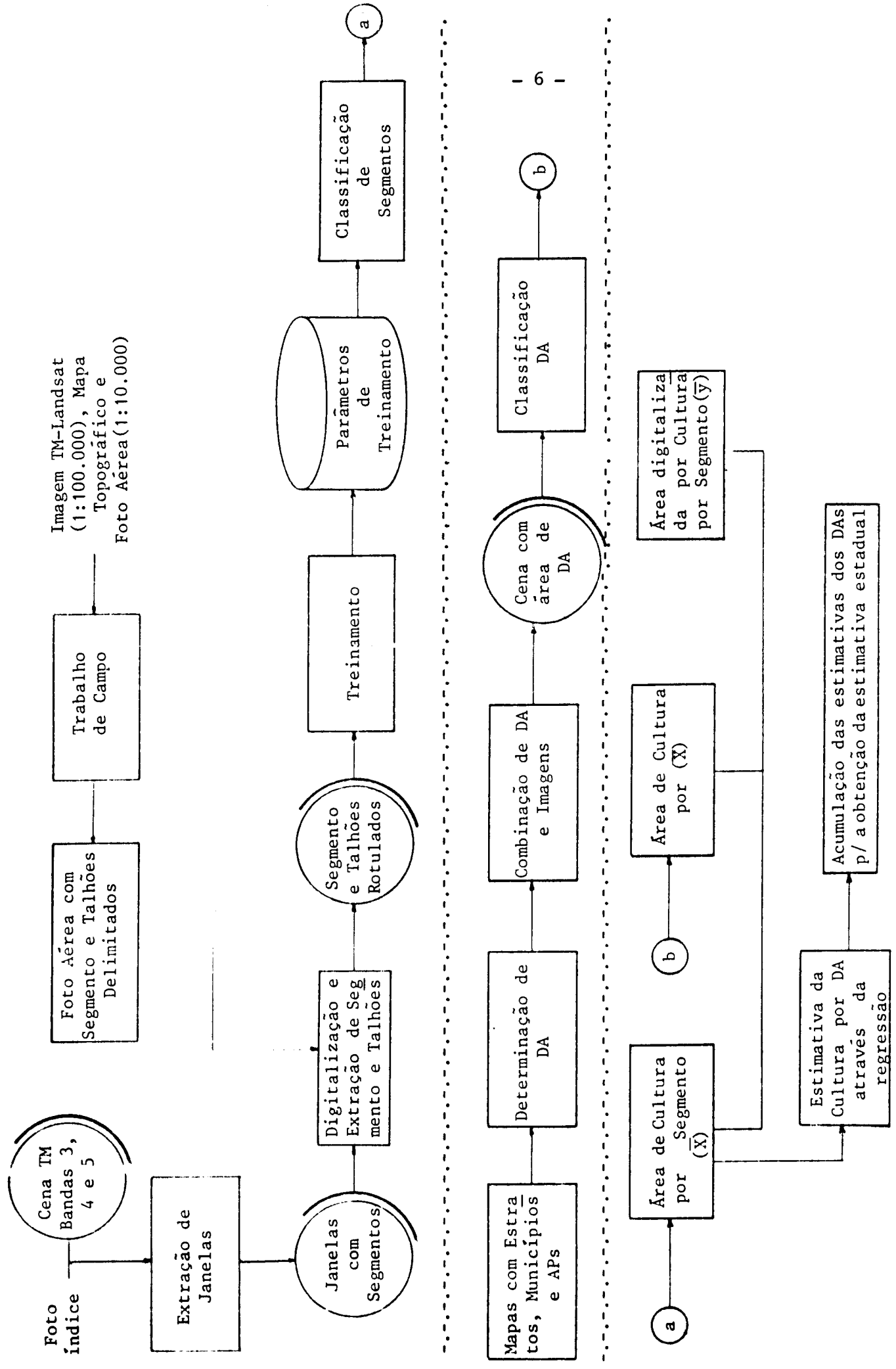


Fig. 1 - Esquema geral do sistema de previsão de safras utilizando sensoriamento remoto.

6. REFERÊNCIAS

- ALLEN, J.D.; HANUSCHAK, S.A., 1988. "The Remote Sensing Application Program of the National Agricultural Statistics Service: 1980-1987". NASS Staff Report no. SRB-88-08.
- CHEN, S.C.; NOVO, E.M.L.M.; PINTO, S.A.F.; VALÉRIO, F.M.; ROSA, R., 1986. "Avaliação de um sistema de estimativa de área irrigada em região tropical através de imagens TM-LANDSAT". VI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 630-637.
- COCHRAN, W.G., 1963. Sampling Techniques. John Wiley & Sons, Inc., New York, NY.
- MOREIRA, M.A.; CHEN, S.C.; BATISTA, G.T., 1986. "Wheat area estimation using digital LANDSAT MSS data and aerial photographs". Int. J. of Remote Sensing 7(9), 1109-1120.