

1. Classificação <i>INPE-COM.4/RPE</i> C.D.U.: 528.711.7:633.61(816.1)		2. Período	4. Distribuição
3. Palavras Chaves (selecionadas pelo autor) <i>CANA-DE-AÇÚCAR</i> <i>IDENTIFICAÇÃO DE CULTURAS</i> <i>AValiaÇÃO DE ÁREA</i> <i>LANDSAT</i> <i>SENSORIAMENTO REMOTO</i>			interna <input type="checkbox"/> externa <input checked="" type="checkbox"/>
5. Relatório nº <i>INPE-2021-RPE/288</i>	6. Data <i>Março de 1981</i>	7. Revisado por <i>Armando P. dos Santos</i>	
8. Título e Sub-Título <i>LEVANTAMENTO DA ÁREA CANAVIEIRA DO ESTADO DE SÃO PAULO, UTILIZANDO DADOS DO LANDSAT ANO SAFRA 1979/80 VOLUME I</i>		9. Autorizado por <i>Nelson de Jesus Parada</i> Diretor	
10. Setor <i>DSR/DDP</i>	Código <i>30.241.000</i>	11. Nº de cópias <i>21</i>	
12. Autoria <i>Francisco José Mendonça, David Chung Liang Lee, Antonio Tebaldi Tardin, Yosio Edemir Shimabukuro, Sherry Chou Chen, Liane Antunes Maciel Lucht, Maurício Alves Moreira, Ângela Maria de Lima e Fernando Celso Soares Maia</i>		14. Nº de páginas <i>23</i>	
13. Assinatura Responsável <i>Francisco José Mendonça</i>		15. Preço	
16. Sumário/Notas <i>Utilizando-se imagens LANDSAT, escala 1:250.000, tratadas visualmente, foram feitas a identificação e avaliação da área ocupada com cana-de-açúcar no Estado de São Paulo. Os critérios básicos para a identificação da cultura foram a sua caracterização espectral, nos canais 5 e 7, e a sua variação temporal, observada em diferentes passagens do satélite LANDSAT. Através dessa técnica foi possível mapear tanto a cana, cuja cobertura da área foliar era capaz de oferecer características espectrais bem definidas, quanto a cana cortada. A área obtida de cana-de-açúcar em toda a região estudada foi de 801.950 ha. Neste levantamento, o intervalo de identificação correto calculado variou de 87,11% a 94,71%.</i>			
17. Observações			

## ÍNDICE

	Pag.
VOLUME I -	
ABSTRACT .....	iv
LISTA DE FIGURAS .....	v
LISTA DE TABELAS .....	vi
<u>CAPÍTULO I - INTRODUÇÃO</u> .....	1
1.1 - Aspectos gerais da cultura .....	2
1.2 - Descrição geral da área de estudo .....	3
<u>CAPÍTULO II - MATERIAL E MÉTODOS</u> .....	5
2.1 - Informações preliminares .....	5
2.2 - Material cartográfico .....	5
2.2.1 - Imagens LANDSAT .....	5
2.2.2 - Documentação cartográfica .....	7
2.3 - Fotointerpretação .....	8
2.4 - Avaliação da área .....	8
2.5 - Metodologia para verificar a exatidão da identificação da cana-de-açúcar .....	8
2.6 - Seleção das amostras e critério para verificação de campo ...	12
2.7 - Análise estatística dos dados .....	12
<u>CAPÍTULO III - RESULTADOS E DISCUSSÃO</u> .....	15
3.1 - Dados obtidos através de imagens LANDSAT .....	15
3.2 - Análise estatística do mapeamento .....	16
<u>CAPÍTULO IV - CONCLUSÃO</u> .....	19
BIBLIOGRAFIA .....	20
VOLUME II -	
APÊNDICE A - MAPA TEMÁTICO DA CANA-DE-AÇÚCAR DO ESTADO DE SÃO PAULO. ANO SAFRA 1979/80	

## ABSTRACT

*LANDSAT images at a scale of 1:250,000 were visually interpreted for identification and area estimate of sugarcane plantation in São Paulo state. The basic criteria for crop identification were the spectral characteristics of channels 5 and 7 and their temporal variations observed from different LANDSAT paths. Using this technique it was possible to map the sugarcane areas with high percentages of exposed soil and already been harvested. An area of 801,950 hectares was estimated within the study area. The confidence interval of correct classification ranged from 87.11% to 94.71%.*

## LISTA DE FIGURAS

I.1 - Ciclo vegetativo da cana .....	2
I.2 - Distribuição espacial de áreas canavieiras do Brasil .....	3
II.1 - Mapa do Estado de São Paulo mostrando as Divisões Regionais Agrícolas (DIRAs) e a distribuição das órbitas de passagem do satélite LANDSAT, sobre a área de estudo .....	6
II.2 - Área cultivada com cana-de-açúcar 1968-72 em 100 hectares ...	10
II.3 - Mapa mostrando as áreas de alta e baixa concentração de cana-de-açúcar no Estado de São Paulo .....	11

## LISTA DE TABELAS

- II.1 - Dados do LANDSAT referentes às passagens de 1979 utilizadas para o levantamento canavieiro do Estado de São Paulo ..... 5
- II.2 - Relação das folhas da carta do Brasil, escala 1:250.000, elaboradas pela Fundação IBGE e utilizadas como bases cartográficas para o levantamento da área canavieira do Estado de São Paulo ..... 7
- II.3 - Chave de interpretação de cana-de-açúcar, utilizando imagens LANDSAT, segundo suas variações espectral e temporal.... 9

## CAPÍTULO I

### INTRODUÇÃO

Dentro do programa de desenvolvimento de uma metodologia para identificação e avaliação de áreas ocupadas com culturas, através da aplicação de técnicas de sensoriamento remoto, utilizando-se dados coletados pelo sensor MSS do satélite da série LANDSAT, foi feito o levantamento da área canavieira do Estado de São Paulo pelo Instituto de Pesquisas Espaciais (INPE), referente ao potencial canavieiro do ano safra 1978/79 (Mendonça et al., 1980). Neste trabalho foram utilizados dados de imagens LANDSAT, referentes às passagens de julho/agosto de 1978. Em face disso, a cana identificada foi a cana adulta e parte da cana planta cuja área foliar cobria grande percentagens de solo, permitindo, portanto, a sua discriminação do ponto de vista de resposta espectral.

No presente trabalho, dar-se-á continuidade aos estudos iniciados anteriormente, repetindo o levantamento de áreas canavieiras do Estado de São Paulo, referente à safra 1979/80. Para tanto, foram utilizadas imagens LANDSAT de duas épocas (abril/maio e junho/setembro), o que permitiu explorar, além das características espectrais da cultura, a sua variação temporal, proporcionando, assim, incluir, nesse levantamento, a cana cortada.

A repetição desse levantamento de áreas canavieiras, utilizando dados do LANDSAT, assume, na atualidade, uma grande importância, face à política econômica executada no Brasil desde o início de 1979, onde foram definidas prioridades para o setor agrícola, incluindo entre elas a produção de energia a partir da biomassa. Entre os vegetais a serem utilizados para atingir aquele objetivo, está a cultura da cana-de-açúcar, destinada à produção de álcool, a qual está sendo considerada, atualmente, como alternativa energética para o País, recebendo grandes incentivos através do Programa Nacional do Álcool (PNA).

## 1.1 - ASPECTOS GERAIS DA CULTURA CANAVIEIRA

Segundo Koffler et al (1979), o plantio da cana-de-açúcar no Estado de São Paulo é concentrado em duas épocas: o plantio feito em outubro, que permite a colheita da cana com aproximadamente 12 meses, denominada cana de ano, e o plantio em janeiro e fevereiro, que permite a colheita da cana com 18 meses, conhecida como cana de ano e meio.

Na Figura I.1 pode-se ver os ciclos vegetativos da cana-de-açúcar de ano e ano e meio.

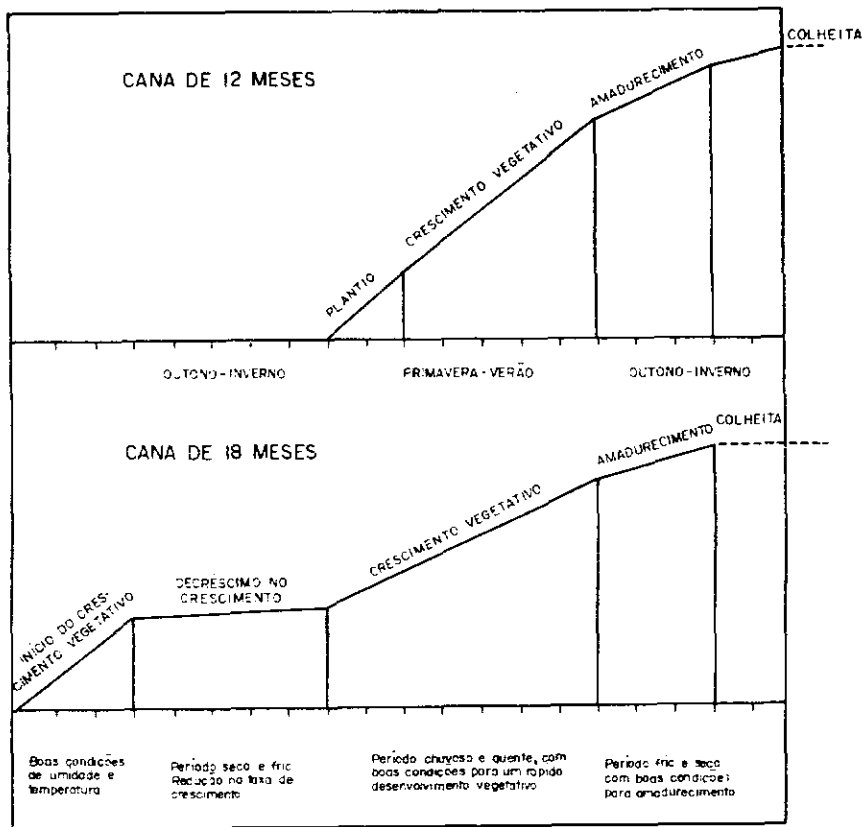


Fig. I.1 - Ciclo vegetativo da cana.  
Fonte: Koffler et al (1979) p.7.

## 1.2 - DESCRIÇÃO GERAL DA ÁREA DE ESTUDO

O Estado de São Paulo, segundo o Relatório do Instituto do Açúcar e do Alcool (1980), ocupa o primeiro lugar entre os Estados do Brasil, em área plantada com cana-de-açúcar. Segundo esse relatório, a extensão da área ocupada com cana-de-açúcar em toda a Nação é da ordem de 2.368.669 ha, dos quais 1.053.338 ha. estão no Estado de São Paulo, ou seja, 44,47% da área canavieira de todo o Território Nacional.

A Figura I.2 mostra, de maneira esquemática, a ocorrência e distribuição espacial das áreas canavieiras em todo o Brasil e, dentre elas, a do Estado de São Paulo, escolhida como área de estudo do presente trabalho.



Fig. I.2 - Distribuição espacial de áreas canavieiras do Brasil.

Fonte: IAA/PLANALSUCAR, (1980) p.11



## CAPÍTULO II

### MATERIAL E MÉTODOS

#### 2.1 - INFORMAÇÕES PRELIMINARES

Com os dados coletados em 1978 por Mendonça (1980) e Mendonça et al. (1980), junto ao Instituto de Economia Agrícola (IEA) da Secretaria da Agricultura do Estado de São Paulo, foram obtidas informações sobre estimativas de áreas plantadas com cana em todo o Estado de São Paulo, referente ao ano safra 1977/78, bem como informações sobre concentrações da cultura a nível de municípios. Tais informações serviram de base para o presente trabalho.

#### 2.2 - MATERIAL CARTOGRÁFICO

##### 2.2.1 - IMAGENS LANDSAT

Na Tabela II.1 são mostradas as órbitas, pontos e datas de passagem dos dados do LANDSAT utilizados para o presente levantamento e na Figura II.1, a distribuição dessas órbitas sobre a área de estudo.

TABELA II.1

DADOS DO LANDSAT REFERENTES ÀS PASSAGENS DE 1979 UTILIZADAS PARA O LEVANTAMENTO CANAVIEIRO DO ESTADO DE SÃO PAULO

ÓRBITA	PONTO	DATA DA PASSAGEM			
		PRIMEIRO SEMESTRE		SEGUNDO SEMESTRE	
		DIA	MÊS	DIA	MÊS
164	27	15	MAIO	20	JUNHO
178	26	16	MAIO	27	JULHO
	27	16	MAIO	27	JULHO
	28	16	MAIO	01	SETEMBRO
192	26	17	MAIO	22	JUNHO
	27	17	MAIO	22	JUNHO
	28	11	ABRIL	22	JUNHO
	29	11	ABRIL	22	JUNHO
206	26	18	MAIO	05	JUNHO
	27	12	ABRIL	05	JUNHO
	28	12	ABRIL	05	JUNHO

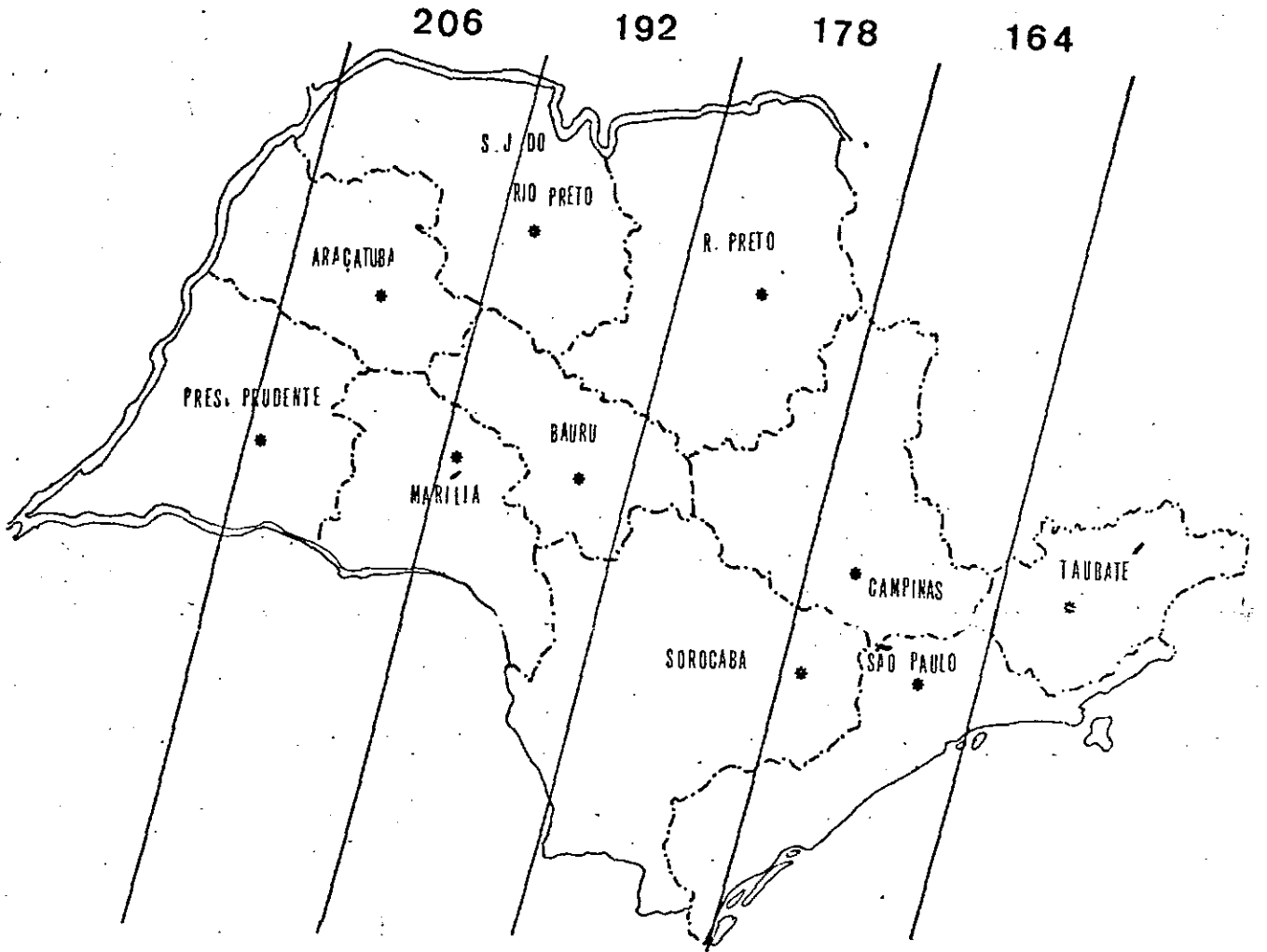


Fig. II.1 - Mapa do Estado de São Paulo mostrando as Divisões Regionais Agrícolas (DIRAs) e a distribuição das órbitas de passagem do satélite LANDSAT, sobre a área de estudo.

### 2.2.2 - DOCUMENTAÇÃO CARTOGRÁFICA

Como base cartográfica, foram utilizadas cartas topográficas na escala de 1:250.000, elaboradas pela Fundação IBGE. Na Tabela II.2 encontra-se a relação das folhas utilizadas, bem como a data de suas publicações.

TABELA II.2

RELAÇÃO DAS FOLHAS DA CARTA DO BRASIL, ESCALA 1:250.000, ELABORADAS PE  
LA FUNDAÇÃO IBGE E UTILIZADAS COMO BASES CARTOGRÁFICAS PARA O LEVANTA  
MENTO DA ÁREA CANAVIEIRA DO ESTADO DE SÃO PAULO

NOME DA FOLHA	DATA DA PUBLICAÇÃO
VOLTA REDONDA	1976
ILHA GRANDE	1976
GUARATINGUETÁ	1976
SANTOS	1976
FRANCA	1975
RIBEIRÃO PRETO	1974
CAMPINAS	1975
SÃO PAULO	1976
SÃO JOSE DO RIO PRETO	1975
ARARAQUARA	1975
BAURU	1979
ITAPETININGA	1975
VOTUPORANGA	1976
ARAÇATUBA	1976
MARÍLIA	1979
CORNÉLIO PROCÓPIO	1976
LOANDA	1978
IGUAPE	1954
ITARARÉ	1954
ANDRADINA	1954
ADAMANTINA	1954
PRESIDENTE PRUDENTE	1954

### 2.3 - FOTOINTERPRETAÇÃO

Definida uma legenda, estabeleceu-se uma chave de interpretação a partir da qual foram selecionados os temas a serem identificados:

- CANA - Compreendendo a "cana adulta", em estágio avançado de desenvolvimento e a "cana planta", com alta percentagem de cobertura foliar, capaz de oferecer características espectrais bem definidas.
- CANA CORTADA - áreas colhidas dentro do período da tomada das imagens LANDSAT utilizadas no levantamento.

Para a identificação desses temas foram consideradas as variações espectral e temporal, de acordo com a seguinte chave de interpretação. (Tabela II.3).

### 2.4 - AVALIAÇÃO DA ÁREA

Para a avaliação da área ocupada com cana-de-açúcar, utilizou-se o método de contagem de pontos. Para tanto, foi sobreposta à interpretação visual a malha de pontos equidistantes de 1 mm, correspondendo cada ponto a uma área de 6,25 ha.



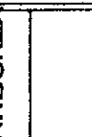


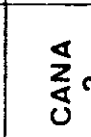
### 2.5 - METODOLOGIA PARA VERIFICAR A EXATIDÃO DA IDENTIFICAÇÃO DA CANA-DE-AÇÚCAR.

Para verificar a exatidão de identificação da cana-de-açúcar, utilizando imagens LANDSAT, primeiramente foi dimensionado o tamanho da amostra. A seguir, sobrepôs-se uma grade sobre a área de estudo e procedeu-se o sorteio aleatório dos talhões a serem visitados no campo.

De acordo com o censo de 1970 (IBGE, 1970), mais de 50% das propriedades de cana-de-açúcar do Estado de São Paulo são maiores que 5 Km<sup>2</sup>. Por isso uma grade de 1 x 1 cm, correspondente a 6,25 Km<sup>2</sup>, foi utilizada sobre o mapa temático, obtido a partir da interpretação das imagens LANDSAT, para a amostragem.

TABELA II.3

CHAVE DE INTERPRETAÇÃO DE CANA-DE-AÇÚCAR, UTILIZANDO IMAGENS LANDSAT, SEGUNDO SUAS VARIÇÕES ESPECTRAL E TEMPORAL.

PERÍODO	PRIMEIRO PERÍODO			SEGUNDO PERÍODO		
	Espectral			Temporal		
CARACTERÍSTICAS						
CANAL	5	7	7	7	7	5
TONALIDADE	CINZA-ESCURO	CINZA-ESCURO	CINZA-MÉDIO OU CLARO	CINZA-CLARO	CINZA-CLARO	CINZA-ESCURO
LEGENDA						
TEMA	?	CORPO D'ÁGUA	VEGETAÇÃO ARBÓREA	CANA ?	Cana	Cana CORTADA
OBS.						
						OUTRO
						CANA CORTADA
						CANA ?
						SOLO CLARO
						SOLO ESCURO

Segundo dados históricos (Figura II.2), (São Paulo, D.A.E.E., 1973), a área plantada com cana-de-açúcar está concentrada nas Divisões Regionais Agrícolas (DIRAs) de Campinas, Ribeirão Preto, Bauru, São José do Rio Preto, Sorocaba e Marília. A concentração de cana desta área corresponde, aproximadamente, a 85% da área total de cana-de-açúcar plantada no Estado de São Paulo.

De acordo com Chen (1980), para uma estimativa significativa da exatidão de identificação de um mapa temático, contendo a distribuição espacial da cana-de-açúcar, deve-se dar um peso maior para áreas de grande concentração. Desta forma, 200 amostras aleatórias foram extraídas da área de concentração de cana, e 20 para o restante da área mapeada, como se pode ver na Figura II.3.

O número 20 é o tamanho mínimo de amostra requerida para verificar se a exatidão da classificação é de 85% (Genderen et al., 1977).

Os 220 pontos de amostras foram verificados no campo utilizando-se fotografias aéreas como suporte.

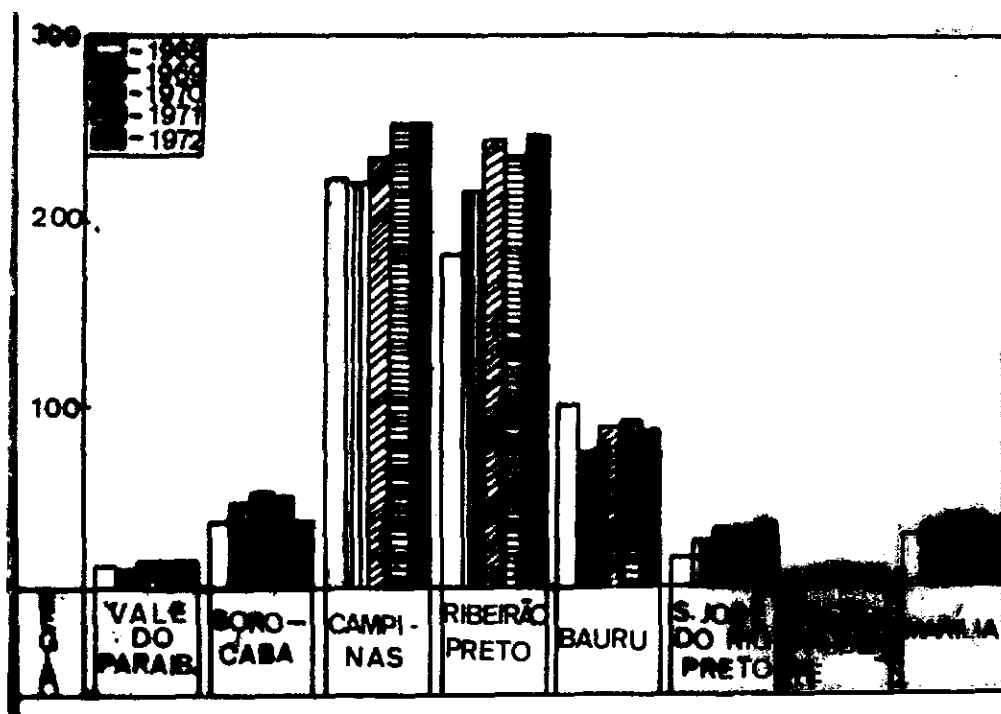


Fig. II.2 - Área cultivada com cana-de-açúcar 1968-72 em 100 hectares.  
Fonte: São Paulo - DAEE (1973) p. 15.

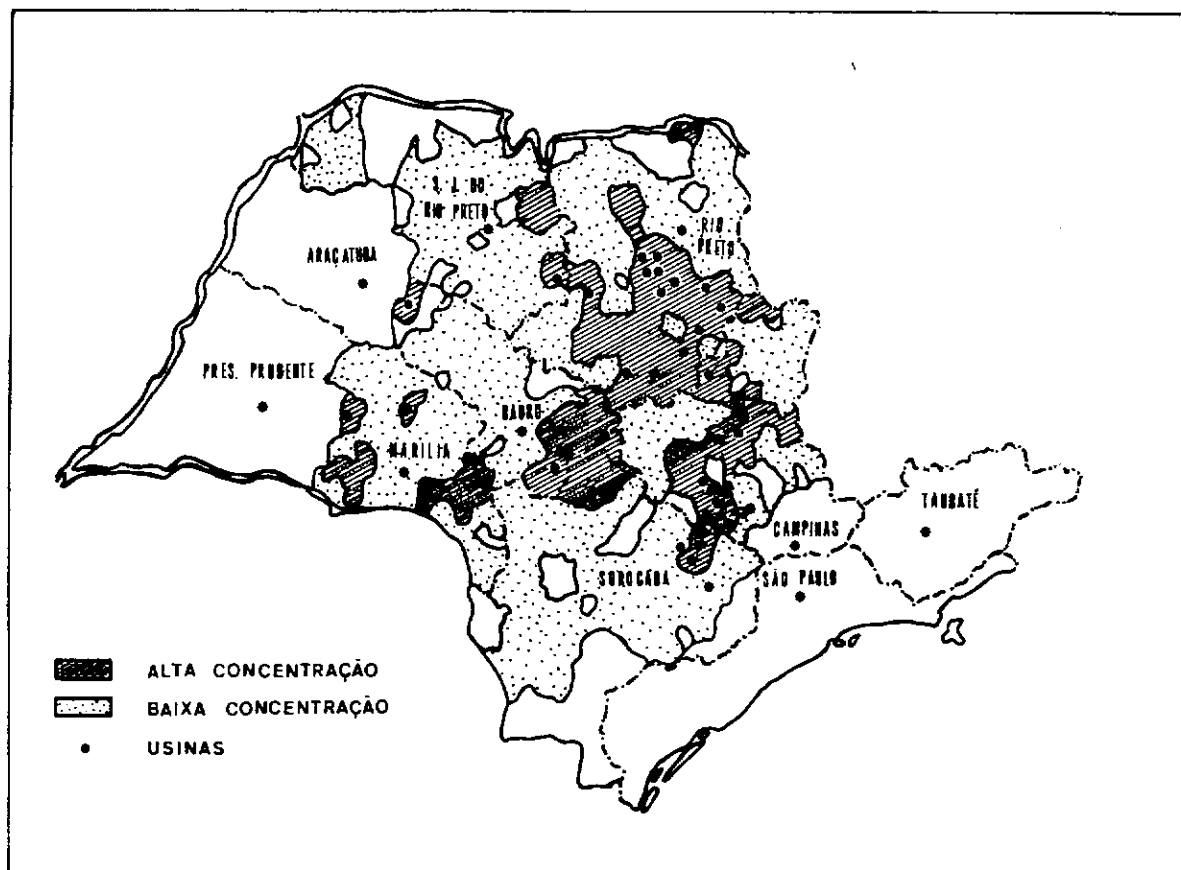


Fig. II.3 - Mapa mostrando as áreas de alta e baixa concentração de cana-de-açúcar no Estado de São Paulo.  
Fonte: Mendonça (1980), p. 12

## 2.6 - SELEÇÃO DAS AMOSTRAS E CRITÉRIO PARA VERIFICAÇÃO DE CAMPO

De acordo ainda com Chen (1980), para seleção dos 200 pontos amostrais foi utilizado o método de amostragem aleatória, através de um sistema de coordenadas espaciais de uma grade de 1 x 1 cm, com 135 colunas e 127 linhas, sobreposta à área com alta concentração de cana-de-açúcar.

Utilizando-se uma tabela de números aleatórios, menor que 945, os quais foram divididos por 135, sendo o resíduo usado como coluna selecionada. O segundo número, menor que 889, foi dividido por 127, e o resíduo utilizado como linha selecionada. Desse modo, localizou-se o primeiro ponto. Números aleatórios maiores que 945 foram abandonados para a seleção das colunas e maiores que 889, para a seleção de linhas, a fim de garantir que cada coordenada tivesse a mesma probabilidade de ser selecionada. Este método foi repetido até completar a localização dos 200 pontos, na área com alta concentração de cana.

O mesmo método foi aplicado para localizar os 20 pontos, na área com baixa concentração de cana-de-açúcar.

Como as interseções amostradas da grade sobre o mapa temático eram pontuais e a escala do referido mapa era de 1:250.000, cada ponto era assinalado por uma caneta com pena fina, cujos pontos correspondiam a uma área de 50 m de diâmetro. Os pontos amostrais foram, a seguir, localizados no campo. A fisionomia ao redor do ponto central (50 metros de diâmetro) era, então, observada. Baseado nessas observações de campo, a previsão de identificação pôde ser quantificada, dando o valor 1 para os pontos identificados corretamente e valor 0 para aqueles identificados incorretamente.

## 2.7 - ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS DADOS

Partiu-se do princípio, inicialmente, que a área mapeada era uma população de pontos infinitos, onde cada ponto tinha sua



classe verdadeira, e que poderia ser correta ou incorretamente classificado pelo fotointérprete.

Assim sendo, o que se pretendia conhecer era a probabilidade ou proporção (P) dos pontos classificados corretamente, no mapa obtido a partir da análise das imagens LANDSAT. Como o conhecimento do valor de P, através de uma enumeração completa consumiria muito tempo e alto custo, estimou-se, então, o valor de P, através da amostra dos 220 pontos coletados, cujo cálculo da média da amostra foi assim obtida:

onde, 
$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i$$

X é uma variável dicotômica ( 1 ou 0);

n é o número de amostras; e

$\bar{X}$  é a probabilidade de um ponto amostrado ser classificado corretamente, o qual é o mesmo que o estimador  $\rho$ , em uma distribuição binomial.

Usando - se funções de distribuição binomial, a variância de  $\rho$  foi assim calculada:

$$s^2_{\rho} = \frac{P (1 - P)}{n - 1}$$

Padronizando-se  $\rho$ , através da transformação Z, obteve-se:

$$Z = \frac{\rho - P}{s_p} = \frac{\rho - P}{\sqrt{\frac{P(1-P)}{n}}} \quad (1)$$

Usando-se a tabela de distribuição normal, estabeleceu-se o intervalo de confiança de 95% de Z:

$$\text{Pr} (- 1,96 < Z < 1,96) = 0,95 \quad (2)$$

Substituindo-se Z pela Equação 1, o intervalo de confiança de 95% para P paramétrico pôde ser estimado, aproximadamente, por:

$$\text{Pr} \left( -1,96 < \frac{\rho - P}{\sqrt{\frac{P(1-P)}{n}}} < 1,96 \right) = 0,95$$

Portanto, 
$$\left( \frac{\rho - P}{\sqrt{\frac{P(1-P)}{n}}} \right)^2 < (1,96)^2$$

$$n (\rho^2 - 2\rho P + P^2) < P (1 - P) (1,96)^2 \quad (3)$$

A Equação 3 foi usada para calcular os limites de confiança entre os quais P está incluído com probabilidade de 0,95 (Chou,1969).

Para o uso do esquema de amostragem acima descrito, o cálculo do número mínimo de amostra obedeceu a dois critérios: primeiro, que o tempo dispendido e o custo envolvido fossem o menor possível; segundo, que os erros tipo I ( $\alpha$ ) e tipo II ( $\beta$ ) fossem aceitáveis. O nível utilizado para os dois tipos de erro foi de 0,05, empregando-se a função de densidade de probabilidade binomial. Particularidades deste cálculo podem ser encontradas em Ginevan (1979).

Maiores detalhes sobre a metodologia estatística para definir a exatidão de mapeamento de culturas, utilizando imagens LANDSAT, podem ser vistos em Chen (1980).

### CAPÍTULO III

#### RESULTADOS E DISCUSSÃO

##### 3.1 - DADOS OBTIDOS ATRAVÉS DE IMAGENS LANDSAT

O resultado de área ocupada com cana-de-açúcar, na área de estudo, através de interpretação visual de imagens LANDSAT, referente à época do ano safra 1979/80, foi de 801.950 ha.

Desse valor, 80% foi correspondente ao tema CANA, e 20% correspondeu ao tema CANA CORTADA.

Nos mapas do Apêndice A pode-se ver a distribuição espacial dos 801.950 ha de cana-de-açúcar, dentro da área de estudo.

A fim de contornar o problema de ocorrência de nuvem nas imagens utilizadas para o levantamento canavieiro, aquelas que apresentavam tal impedimento foram substituídas pelas imagens respectivas do ano anterior (1978). Desse modo, foram levantados 48.150 ha de áreas ocupadas com CANA, ou seja, 6% do levantamento total.

Comparando-se os resultados do levantamento de cana-de-açúcar, realizado na mesma área de estudo em 1978 por Mendonça et al. (1980) (sendo o valor da área total ocupada com cana-de-açúcar de 1.334.084 ha) com os obtidos neste trabalho, verificou-se que houve uma diferença de 39,89%.

Essa discrepância tem sua explicação no método utilizado para a interpretação das imagens LANDSAT. No levantamento de 1978, o critério adotado para a identificação da cana-de-açúcar foi o da caracterização espectral da cultura. No presente trabalho, para a identificação da cana-de-açúcar foram utilizadas, conjuntamente, as variações espectral e temporal da cultura. Com efeito, sendo a pastagem e a vegetação arbórea, de um modo geral, altamente competitivas, do ponto de vista de res

posta espectral, com a cana-de-açúcar, a utilização exclusiva da discriminação espectral para a identificação da cana-de-açúcar deverá ter contribuído, provavelmente, para o elevado erro de inclusão que ocorreu no levantamento de 1978.

Por outro lado, a utilização de uma metodologia que explora, conjuntamente, as variações espectral e temporal para definir a cana-de-açúcar se mostrou muito mais eficiente, pois permitiu não só minimizar o erro de inclusão como foi possível identificar áreas de cana cortada.

Ainda não foi possível, neste trabalho, mapear áreas ocupadas com cana nova.

De acordo com Koffler et al. (1979), as áreas ocupadas com cana nova (em formação) no período de uma safra corresponde, em média, a 20% da área total ocupada com cana-de-açúcar. Tomando-se como referência a estimativa de 1.053.338 ha de cana no Estado de São Paulo (IAA/PLANALSUCAR, 1980), a diferença do levantamento do ano safra 1979/80, utilizando imagem LANDSAT e incluindo os 20% referente à cana nova, é de apenas 8%.

### 3.2 - ANÁLISE ESTATÍSTICA DO MAPEAMENTO

Dos 220 pontos amostrais analisados, 20 pontos estavam incorretamente interpretados, mostrando, portanto, que a amostra tomada apresentou uma proporção de 90,91% de pontos corretos, o que significa que foi essa a ordem de exatidão do mapeamento da cana-de-açúcar, com intervalo de confiança que variou entre 87,11% e 94,71%.

Para o cálculo dos erros tipo I ( $\alpha$ ) e tipo II ( $\beta$ ), determinou-se  $\alpha = 0,0037$  e  $\beta = 0,0065$ , donde pode-se concluir que a proporção de classificação correta, acima calculada, do mapeamento da cana-de-açúcar, estatisticamente pode ser aceita.

Dos 220 pontos analisados, 17,27% foram sorteados sobre áreas de cana e 83,73% sobre áreas de não cana (pasto, pomares de citrus,

e áreas florestadas). Dos 38 pontos sorteados sobre áreas de cana, 16 foram interpretados incorretamente, ou seja, o erro de omissão cometido foi de 42.11%.

A ocorrência desse erro de omissão deveu-se, principalmente, aos seguintes fatores:

- a) qualidade das imagens LANDSAT, afetadas nas áreas de concentração de cana por forte bruma, mascarando, portanto, a caracterização espectral da cultura; e
- b) dificuldades de interpretação para aqueles talhões de cana-de-açúcar, cujas dimensões eram incompatíveis com a resolução do sistema, ou que ocorriam em solos podzolizados, com relevo movimentado.

Dos 182 pontos de não cana, 4 somente foram interpretados como cana, concluindo-se que o erro de inclusão cometido foi de apenas 2,2%.

## CAPÍTULO IV

### CONCLUSÕES

Dos resultados obtidos, pode-se tirar as seguintes conclusões:

- a) ficou evidenciado que para a identificação visual da cana-de-açúcar, através de imagens LANDSAT, é essencial que seja associada à análise espectral da cultura a sua variação temporal;
- b) verificou-se que o erro de omissão foi devido aos seguintes fatores: problemas de cobertura de nuvens e ocorrência de talhões pequenos em solos podzolizados de relevo movimentado;
- c) constatou-se que o valor de área obtido através de imagens LANDSAT, comparado com dados oficiais, principalmente do IAA/PLANALSUCAR, foi perfeitamente compatível.

BIBLIOGRAFIA

- CHEN, S.C. *Precisão de classificação do mapa de distribuição de culturas, obtido a partir de imagens LANDSAT*. São José dos Campos, INPE, set., 1980. (INPE-1889-RPE/233).
- CHOU, Y.L. *Statistical analysis with business and economic applications*. New York, Halt, Rinehart and Winston, 1969.
- GENDEREN, J.L. van; LOCK, B.F. Testing land-use map accuracy. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 43 (9): 1135-1137, sept. 1977.
- GINEVAN, M.E. Testing land-use map accuracy: another look. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 45 (10): 1371-1377, oct. 1979.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). *Censo Agropecuário São Paulo*, 1970. Rio de Janeiro, 1970. v.3, p.1.
- INSTITUTO DO AÇÚCAR E DO ALCOOL/PLANALSUCAR. *Estações Experimentais - Relatório anual 1978*. Piracicaba, 1980. p. 10-11.
- KOFFLER, N.F. CAVALLI, A.C.; CHIARINI, J.V.; NOGUEIRA, F. de P. *Inventário canavieiro com auxílio de fotografias aéreas - a grande Região de Piracicaba no ano safra 1978/79*. Boletim Técnico Planalsucar,
- MENDONÇA, F.J. *Uso de dados do LANDSAT para avaliação de áreas ocupadas com cana-de-açúcar no Estado de São Paulo*. Tese de Mestrado em Sensoriamento Remoto e Aplicações. São José dos Campos, INPE, 1980. (INPE 1713-PDL/023).
- ' LEE, D.C.L.; SHIMABUKURO, Y.E.; TARDIN, A.T.; NOVAES, R. A; CHEN, S.C. *Utilização de dados do LANDSAT para inventário da cana de açúcar do Estado de São Paulo*. São José dos Campos, INPE, Jan., 1980. (INPE-1668-NTE/157).
- SÃO PAULO, D.A.E.E. *Atlas: Diagnóstico básico do plano de irrigação do Estado de São Paulo*. São Paulo, 1973.