

1. Classificação INPE-COM. 3/NTE	2. Período Fev. / Dez. 1977	4. Critério de Distribuição: interna <input type="checkbox"/> externa <input checked="" type="checkbox"/>
3. Palavras Chave (selecionadas pelo autor) <i>Interpretação visual de filme infravermelho</i> <i>Avaliação de área cultivada</i> <i>Amostragem em fotografias</i>		7. Revisado por <i>René Antonio Novaes</i>
5. Relatório nº INPE-1006-NTE/077	6. Data março de 1977	9. Autorizado por - <i>Nauada</i> Nelson de Jesus Parada Diretor
8. Título e Sub-Título <i>ESTUDO DA VIABILIDADE DO USO AMOSTRAL DE FOTOGRAFIAS AÉREAS (INFRAVERMELHO COLORIDO) PARA ESTIMATIVA DE ÁREAS CULTIVADAS EM JARDINÓPOLIS SP</i>		11. Nº de cópias 20
10. Setor SRS	Código 421	14. Nº de páginas 36
12. Autoria <i>Getúlio Teixeira Batista</i> <i>Francisco José Mendonça</i> <i>David Chung Liang Lee</i> <i>Sherry Chou Chen</i> <i>Antonio Tebaldi Tardin</i> <i>René Antonio Novaes</i> <i>Luís Paulo Toscano</i>		15. Preço \$
13. Assinatura Responsável <i>Getúlio Teixeira Batista</i>		16. Sumário/Notas <i>Este trabalho apresenta os resultados de um experimento realizado no Município de Jardinópolis-SP, que objetivou estudar a viabilidade do uso amostral de fotografias aéreas infravermelho, na determinação das áreas cultivadas das principais culturas de expressão econômica, para fins de previsão de safras.</i> <i>Este relatório faz parte do Projeto Estatísticas Agrícolas realizado em colaboração entre o INPE e a Secretaria de Agricultura do Estado de São Paulo.</i>
17. Observações: *Engenheiro Agrônomo da Secretaria de Agricultura do Estado de São Paulo (Trabalho em colaboração). <i>Este trabalho foi parcialmente financiado pelo Contrato - BNDE-FUNTEC-240.</i>		

ÍNDICE

CAPÍTULO I - INTRODUÇÃO	1
CAPÍTULO II - MATERIAIS E MÉTODOS	3
2.1 - Descrição da Área	3
2.2 - Cobertura Aerofotográfica	3
2.3 - Interpretação Visual	6
2.4 - Verificação da Interpretação	6
2.5 - Descrição da Legenda	7
2.6 - Avaliação de Área	8
2.7 - Tratamento Estatístico	10
CAPÍTULO III - RESULTADOS E DISCUSSÃO	13
CAPÍTULO IV - CONCLUSÕES	22
BIBLIOGRAFIA	24
APÊNDICE A	
A.1 - INTRODUÇÃO	A.1
A.2 - DESCRIÇÃO DAS ATIVIDADES E DO PESSOAL E TEMPO ENVOLVIDO ...	A.2
A.3 - DESCRIÇÃO DOS CUSTOS DAS ATIVIDADES	A.5

CAPÍTULO I

INTRODUÇÃO

Este trabalho faz parte do Projeto Estatísticas Agrícolas (EAGRI), que vem sendo realizado em convênio com a Secretaria de Agricultura do Estado de São Paulo. O presente relatório apresenta os resultados obtidos por meio de técnicas de sensoriamento remoto, a nível de aeronave, por meio de amostragem, à baixa altitude, usando filme infravermelho colorido (falsa cor), para identificação e avaliação de áreas de culturas do Município de Jardinópolis. Os resultados da análise dessa cobertura fotográfica servirão, ainda, de controle e treinamento para a interpretação automática dos dados do LANDSAT (LAND SATELLITE).

Os dados desse experimento foram analisados em termos de custo, tempo e precisão. A análise objetivou, também, a obtenção de informações básicas sobre distribuição de culturas, erro de amostragem, métodos estatísticos para análise dos dados, definição da melhor escala e época para cobertura fotográfica.

CAPÍTULO II

MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 - DESCRIÇÃO DA ÁREA

A Divisão Administrativa de Ribeirão Preto (DIRA-RP), foi escolhida como área teste do Projeto EAGRI. Situa-se no nordeste do Estado de São Paulo e abrange uma área de 36.112 km², subdividida em oito (8) subregiões.

O Município de Jardinópolis foi escolhido como área piloto desse experimento e localiza-se na parte central da DIRA-RP (Figura II.1) e apresenta todas as culturas de interesse do Projeto EAGRI.

Os órgãos federais, estaduais e municipais apresentam valores discrepantes no cálculo da área desse Município. Foi considerada a área de 521,07 km² a qual foi obtida por Batista et al (1976).

2.2 - COBERTURA AEROFOTOGRAFICA

Foi sobrevoado o Município de Jardinópolis no dia 11 de fevereiro de 1976, em condições de céu aberto, pela aeronave Bandeirante PP-FXC do INPE. Utilizou-se a câmara métrica RC-10 munida do filme "EKIR 2443". O vôo foi realizado de forma amostral sistemática, sem recobrimento (figura II.2), na escala aproximada de 1:10.000, cobrindo uma área de 333 km², o que representa 64% da área do Município. Foram



Fig.II.1 - Mapa da região administrativa de Ribeirão Preto (DIRA-RP) mostrando o Município de Jardinópolis (Área Piloto).

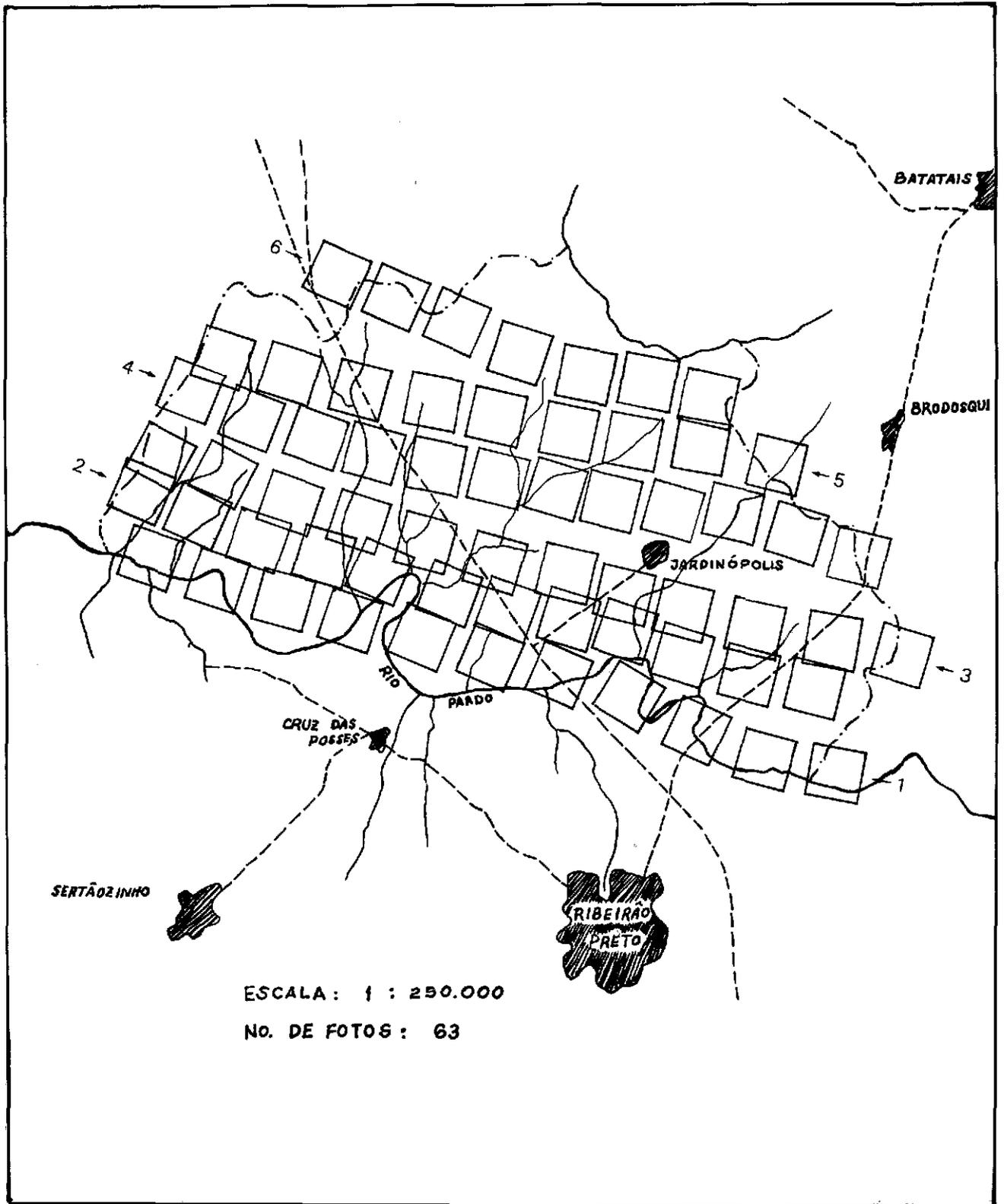


Fig. II.2 - Localização das fotos no Município de Jardimópolis.

tomadas 63 fotografias, distribuídas em 7 linhas de vôo espaçadas de 2,9 km e com intervalo, entre a tomada de uma foto e outra, de 35 segundos, com o avião a uma velocidade de 300 km/h.

2.3 - INTERPRETAÇÃO VISUAL

Os materiais usados na interpretação foram transparências positivas sobre mesa de luz, com auxílio de lupa LF-R4.

Durante o sobrevôo, foi realizada uma visita ao campo para tomada de observações dos aspectos das culturas. Essas informações serviram de base para o estabelecimento da legenda e chave de interpretação. Depois procedeu-se ao treinamento da equipe de interpretação e, finalmente, foram examinadas todas as 63 fotografias. As áreas cujos padrões apresentavam-se diferentes dos pré-estabelecidos eram assumidas como pertencendo a um determinado tema, que fosse mais semelhante, e anotadas para posterior verificação de campo.

2.4 - VERIFICAÇÃO DA INTERPRETAÇÃO

Foi feita uma seleção de fotografias que apresentavam talhões, cuja interpretação mostrou-se duvidosa. Numa visita ao campo, foram verificados todos os talhões destas fotografias selecionadas. Na avaliação do erro de interpretação levou-se em consideração as áreas dos talhões interpretados erroneamente, comparadas com as áreas totais dos temas a que pertenciam.

2.5 - DESCRIÇÃO DA LEGENDA

A legenda estabelecida, em função dos objetivos do Projeto EAGRI, aparece na primeira coluna da Tabela III.1.

O tema "cerrado" engloba áreas de cerrado típico, cerrado e matas naturais. "Pastagem" compreende as cultivadas e as naturais com indícios de possibilidade para pastoreio além de áreas de milho ou sorgo para silagem. "Pomar" no Município de Jardinópolis, corresponde a citrus, mangueiras e, em menor escala, a abacateiros. Na avaliação da área das culturas intercaladas com pomar (prática comum em pomares recém plantados), aplicou-se, sobre a fotografia, malha previamente traçada (quadros de 1 cm^2 - ver item 2.6). Considerou-se então:

- a) que os pontos de intersecção da malha, que caíssem sobre as árvores frutíferas, identificavam a classe "pomar";
- b) que os que coincidissem com a cultura intercalada eram contados para a classe desta cultura;
- c) que os pontos que incidissem sobre áreas entre árvores frutíferas, porém sem cultura intercalar eram assumidos como pomar.

Adotou-se a mesma consideração para o caso do café com cultura intercalar, assim como para o caso de talhões com culturas intercalares em faixas, prática que vem sendo progressivamente utilizada, principalmente para a cultura do milho. Áreas onde foram plantadas uma cultura e uma forrageira foram assumidas como pertencentes à classe da cultura.

A "cana" foi considerada como tema único, independente de sua fase vegetativa. Foram também incluídas, nesse tema, áreas que estavam sendo plantadas por ocasião do voo.

O tema "outros" engloba cidades, rios, lagos, estradas, construções rurais, áreas aluviais sem uso, e áreas agricolamente inaproveitadas.

2.6 - AVALIAÇÃO DE ÁREA

Para avaliação das áreas ocupadas com cada tema, foi superposta, diretamente sobre a transparência positiva, previamente analisada, uma malha de pontos equidistantes de 1 cm. Associou-se, a cada ponto, um símbolo que representou a classificação daquele ponto como determinado tema da legenda. Esse símbolo foi, então, simultaneamente escrito numa folha quadriculada, onde cada quadrícula corresponde a um ponto da malha. Essa folha, codificada com os símbolos, associada com os números de identificação da foto e do tempo gasto na contagem dos pontos, foi diretamente perfurada em cartão. Foi elaborado um programa para ler essas folhas, calcular a porcentagem dos temas para cada foto e calcular a porcentagem média para um determinado número "n" de fotos, ao acaso, até o total de todas as 63.

Cada fotografia (23 x 23 cm) corresponde a 529 pontos da malha, 4 das quais, referentes aos cantos da foto, não têm informação e portanto foram eliminados da análise.

Na escala usada, 1:10.000, cada ponto da malha corresponde a 1 ha. Com o objetivo de se medir a consistência da escala, foram selecionadas ao acaso 15 fotos e de cada foto foram tomadas três medidas de escala com o auxílio de cartas topográficas na escala de 1:50.000. Obteve-se, de cada foto selecionada, uma escala média, calculando-se finalmente a escala média geral e o intervalo de confiança dessas observações.

Adotou-se o método de contagem de pontos por ser mais rápido e prático, principalmente considerando o tratamento dos dados pelo computador. Foi testado previamente se havia diferença estatisticamente significativa entre os métodos de pesagem e o de malhas com pontos equidistantes de 0,5 cm, 1 cm e 2 cm, analisando-se 6 fotos. Os resultados demonstraram que não houve diferença. Optou-se pela malha de 1 cm por que, na escala usada, todos os talhões, por menores que fossem, tinham oportunidade de aparecer na contagem.

Os pontos usados eram de superfície hipoteticamente nulas, caso caíssem exatamente na intersecção entre talhões de temas diferentes, eles eram assumidos sistematicamente para o tema à esquerda e no caso dos talhões estarem dispostos horizontalmente, para o superior.

A área em km^2 , de cada tema, foi obtida por proporção direta entre a porcentagem de cada tema e a área total do Município ($521,07 \text{ km}^2$) assim:

$$A_i = \frac{\hat{X}_i \cdot 521,07}{100}$$

onde A_i é a área estimada em km^2 do tema "i" no Município de Jardinópolis e \bar{X}_i é a porcentagem estimada do tema "i" nas 63 fotos amostradas.

2.7 - TRATAMENTO ESTATÍSTICO

O método estatístico usado para a análise dos dados foi o de amostragem aleatória simples. As 63 fotos tomadas no Município de Jardinópolis constituíram o conjunto de amostras ao acaso, onde cada foto é a unidade de amostragem.

A estimativa da porcentagem de cada tema da população foi calculada como segue:

$$\hat{\mu} = \bar{X}_i = \frac{\sum_{j=1}^n X_{ij}}{n}$$

onde X_{ij} é a porcentagem do tema i na foto j e $n = 63$ (número total de fotografias amostradas).

A variância estimada de \bar{X}_i é:

$$V(\bar{X}_i) = \frac{S_i^2}{n} \left(\frac{N-n}{N} \right) \quad \text{onde} \quad S_i^2 = \frac{\sum_{j=1}^n (X_{ij} - \bar{X}_i)^2}{n-1}$$

admitindo como 100 ($N=100$) o número de fotos de 9" x 9" necessário para cobrir o Município de Jardinópolis, sem recobrimento, na escala aproximada de 1:10.000.

O tamanho da amostra necessário para estimar a média da população " μ " com um limite de erro de estimativa da magnitude de " B ", ($B=0,1$) é encontrado fazendo B igual a duas vezes (valor " t " aproximado) o desvio padrão de \bar{X}_i e resolvendo a expressão para " n ", assim temos:

$$B = 2 \sqrt{V(\bar{X}_i)}$$

A variância da população de X_i , $V(\bar{X}_i)$, é similar a $\hat{V}(\bar{X}_i)$ exceto pelo fator de correção para população finita $\frac{N-n}{N-1}$, assim:

$$V(\bar{X}_i) = \frac{\sigma^2}{n} \left(\frac{N-n}{N-1} \right)$$

Neste estudo, σ^2 foi substituído por S_i^2 . Assim o tamanho aproximado da amostra para se atingir um determinado erro de estimativa pode ser obtido pela expressão:

$$2 \sqrt{\frac{S_i^2}{n} \left(\frac{N-n}{N-1} \right)} = B$$

$$\therefore n = \frac{N S_i^2}{(N-1) \frac{B^2}{4} + S_i^2}$$

CAPÍTULO III

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela III.1 mostra a porcentagem e a área, por tema interpretado, baseada na análise das 63 fotografias amostradas dentro do Município de Jardinópolis.

O Projeto EAGRI, no ano de 1975, utilizou a cobertura aerofotográfica do Município de Jardinópolis na escala de 1:20.000, para identificação de culturas (Batista et al, 1976). Este ano, optou-se pela escala de 1:10.000 para testar se a identificação de culturas seria mais facilitada e rápida. Foi verificado pelos intérpretes que o aumento de resolução alcançado com esta escala não é compensatório, considerando o aumento do número de fotos. Tal fato sugere que seria mais indicado em próximos experimentos usar escalas menores (1:30.000 ou 1:40.000), o que implica em custo operacional menor.

A tabela III.2, disposta de forma matricial, demonstra os erros de fotointerpretação. Nas linhas aparecem os pontos (%) que realmente pertencem aos temas relacionados e, nas colunas, estão os pontos (%) que foram fotointerpretados como pertencentes aos temas especificados.

Pode ser observado, nessa tabela III.2, que na fotointerpretação dos temas algodão, café, cana, soja, pomar, cerrado, reflorestamento e outros, não foi constatado erro.

TABELA III.1

RESULTADOS DO LEVANTAMENTO AÉREO DO MUNICÍPIO DE JARDINÓPOLIS ATRAVÉS DE FILME INFRAVERMELHO COLORIDO, TOMADO EM FEVEREIRO DE 1976

TEMAS	PORCENTAGEM NO MUNICÍPIO	ÁREA EM KM ²
ALGODÃO	6,65	34,65
AMENDOIM	0,96	5,00
ARROZ	2,24	11,67
CAFÉ	1,12	5,84
CANA	10,05	52,37
MILHO	14,52	75,66
PASTAGEM	34,32	178,83
SOJA	7,79	40,59
POMAR	4,20	21,88
CERRADO	5,26	27,41
REFLORESTAMENTO	0,50	2,61
SORGO	1,93	10,06
OUTROS	10,46	54,50
TOTAL	100,00	521,07

Os temas amendoim e arroz confundiram-se principalmente com "pastagem" devido encontrarem-se, na data de tomada de fotografias, parcialmente colhidas de modo que seus restos culturais apresentaram um padrão desordenado, típico de pastagem, na escala usada.

A confusão gerada ao se classificar como pastagem áreas de milho, deveu-se à tentativa de se assumir como pastagem áreas plantadas com milho, supostamente para silagem, devido à sua localização em zonas com predominância de atividades pecuárias e época de plantio indicada pelo padrão fotográfico, resultando num erro da ordem de 2%.

O erro cometido com o sorgo, o mais alto, da ordem de 18%, se deve à inexperiência dos intérpretes com essa cultura.

Examinando todos os erros cometidos na fotointerpretação dos diversos temas, pode ser notado que são relativamente baixos. Tal fato não deve ser atribuído à escala usada mas, principalmente, à experiência dos fotointerpretes e à data do voo. Para os objetivos do EAGRI, a data de sobrevoo mais indicada seria a primeira quinzena de janeiro, quando as culturas de interesse estariam supostamente mais separáveis espectralmente.

A avaliação de área através de malha de pontos, associada com o uso do computador para tratamento dos dados, mostrou-se bastante eficiente em termos de tempo, como pode ser visto no apêndice "A". Trabalho paralelo, em desenvolvimento pela equipe do EAGRI, demonstra que não há diferença significativa entre o resultado do uso de malha

de pontos equidistantes de 1 cm e o resultado do método de pesagem com balança de precisão.

Para efeito de visualização da evolução do comportamento e interesse dos fazendeiros no plantio das diversas culturas, é apresentada a tabela III.3 que mostra os resultados do aerolevante de 1975 na escala de 1:20.000 e os obtidos neste ano. Pode ser notado que houve um aumento considerável (maior que 100%) na cultura de cana-de-açúcar em detrimento de praticamente, todas as outras culturas. O aumento na área cultivada com amendoim pode ser considerado insignificante. O suposto aumento na área de arroz se deve ao erro de fotointerpretação no levantamento de 1975. Acredita-se que não foi expressivamente alterada a área dessa cultura. A cultura que mais sofreu com a expansão da cultura da cana foi a da soja, apresentando uma diminuição de aproximadamente 38% a seguir a do algodão, com a queda aproximada de 18%. A queda na área de milho foi de 7%.

A diferença nas áreas de café e pomar, embora realmente tenham sido alteradas em pequenas unidades, se deve mais à diferente conceituação dada no levantamento deste ano, onde foram consideradas as áreas das culturas intercalares, em detrimento das áreas desse tema.

O tema cerrado apresentou diminuição em área do levantamento de 1975 para o de 1976 embora não tenham sido constatados grandes desmatamentos. Isso porque áreas de vegetação arbórea em aluvião foram incluídas na classe "outros" no levantamento de 1976.

TABELA III.3

COMPARAÇÃO DE ESTIMATIVAS DE ÁREAS DE DOIS ANOS AGRÍCOLAS SUBSEQUENTES
(KM²)

TEMAS	RESULTADOS DAS ESTIMATIVAS		DIFERENÇA (II-I)	VARIACÃO PERCENTUAL DE ÁREA
	MARÇO/75 * (I)	FEVEREIRO/76 (II)		
ALGODÃO	42,32	34,65	-7,67	-18,12%
AMENDOIM	4,52	5,00	0,48	+10,62%
ARROZ	4,76	11,67	6,91	+145,17%
CAFÉ	7,94	5,84	-2,10	-35,96%
CANA	25,09	52,37	27,28	+108,73%
MILHO	81,38	75,66	-5,72	-7,03%
SOJA	66,06	40,59	-25,47	-38,56%
POMAR	31,55	21,88	-9,67	-30,65%
PASTAGEM	182,86	178,83	-4,03	-2,20%
CERRADO	35,19	27,41	-7,78	-22,11%
REFLOREST.	2,58	2,61	0,03	+ 1,16%
SORGO	-	10,06	-	-
OUTROS	36,82	54,50	17,68	+48,02%
TOTAL	521,07	521,07		

* Adaptado de Batista (1976).

Áreas de pastagem e de reflorestamento também não sofreram alterações sensíveis. O sorgo, no Município de Jardinópolis, praticamente foi introduzido este ano, assumindo proporções equivalentes ao arroz e sobrepondo-se ao amendoim em extensão de área, razão pela qual foi incluído no levantamento do ano corrente.

A medida de escala mostrou-se bastante consistente com média de $1:10.077 \pm 260$ (95% de confiança). Tal fato se deve provavelmente à topografia do Município ser, predominantemente, de relevo suavemente ondulado e por condições de vento favoráveis no dia do sobrevôo. Assim, foi adotada a escala aproximada de 1:10.000 sem preocupação com a variação de escala.

A tabela III.4 apresenta os resultados da análise estatística do sistema de amostragem aleatória simples. Pode ser notado que o erro de amostragem, para a maioria das culturas, é menor que 20%, o que parece ser aceitável a nível municipal.

Devido à grande variação entre unidades de amostragem, categorias como algodão, amendoim, café, cana, sorgo, etc. necessitam praticamente cobertura total para atingir 10% de erro de estimativa.

A fim de aumentar a precisão do levantamento deveria-se modificar as unidades de amostragem ou usar fotografias em escala menor, onde as porcentagens das culturas em cada foto seriam mais similares ou usar estratificação, caso houvessem informações prévias a

TABELA III.4

ESTIMATIVA DO ERRO DE AMOSTRAGEM E CÁLCULO DO NÚMERO DE FOTOS NECESSÁRIO PARA SE ATINGIR UM ERRO DE ESTIMATIVA DE 10% CONSIDERANDO O TOTAL DE 100 FOTOS PARA COBERTURA DO MUNICÍPIO DE JARDINÓPOLIS, SEM RECOBRIMENTO, NA ESCALA DE 1:10.000

TEMA	$\bar{r} \pm$ I.C. (90%) (%)	\bar{X} (Km ²) \pm I.C. (90%)	S _r ²	S _r ² *	ERRO DE AMOST. (SP 100/r)	N. FOTO (10%)
ALGODÃO	6,65 \pm 1,69	34,64 \pm 8,80	173,74	1,02	15,19	95
AMENDOIM	0,96 \pm 0,30	5,00 \pm 1,55	5,41	0,03	18,57	96
ARROZ	2,24 \pm 0,33	11,67 \pm 1,71	6,58	0,04	8,78	85
CAFÉ	1,12 \pm 0,36	5,84 \pm 1,87	7,84	0,05	19,16	97
CANA	10,05 \pm 2,43	52,36 \pm 12,67	360,47	2,12	14,48	94
MILHO	14,52 \pm 1,63	75,65 \pm 8,50	162,15	0,95	6,72	76
PASTAGEM	34,32 \pm 3,03	178,80 \pm 15,81	561,28	3,30	5,29	66
SOJA	7,79 \pm 1,30	40,59 \pm 6,75	102,34	0,60	9,95	88
POMAR	4,20 \pm 1,04	21,88 \pm 5,39	65,36	0,38	14,75	94
CERRADO	5,26 \pm 0,78	27,40 \pm 4,06	36,97	0,22	8,86	85
REFLORESTAMENTO	0,50 \pm 0,13	2,61 \pm 0,69	1,05	0,01	15,72	95
SORGO	1,93 \pm 0,76	10,06 \pm 3,97	35,32	0,21	23,60	98
OUTROS	10,46 \pm 1,31	54,50 \pm 6,80	103,96	0,61	5,84	80

* COM CORREÇÃO PARA AMOSTRA FINITA.

dequadas e disponíveis. A redução da variabilidade dentro de cada estrato produz estimadores estatísticos com menores variâncias do que os correspondentes estimadores, num sistema de amostragem aleatória simples, usando o mesmo número de amostras. Examinando as condições de campo das culturas, que apresentaram maiores erros de amostragem, verifica-se que elas têm em comum a característica de apresentarem-se em concentrações contínuas e esparsas. Tal fato acontece frequentemente nas culturas de cana e café. Essa observação sugere que o uso de estratificação melhoraria sensivelmente o erro de amostragem sem incorrer em aumento substancial do número de amostras a serem tomadas.

CAPÍTULO IV

CONCLUSÕES

O aumento da escala de 1:20.000 para 1:10.000 não aumentou a precisão da fotointerpretação, além de implicar em maior número de fotos e, conseqüentemente, maior custo operacional.

Os erros de fotointerpretação para as diversas culturas, exceto a de sorgo, podem ser considerados desprezíveis, numa análise quantitativa. Isto se deve mais à data de tomada das fotos e à experiência dos fotointerpretes do que a escala usada.

A época de sobrevôo explica as menores precisões na identificação de amendoim e arroz, enquanto que a falta de experiência dos fotointerpretes explica os resultados menos precisos alcançados para sorgo.

A análise das fotografias tomadas na primeira quinzena de fevereiro mostrou ser mais discriminativa do que a interpretação de dados levantados em março de 1975.

Em Jardinópolis as culturas de áreas mais expressivas de 1975 foram respectivamente: pastagem, milho, soja, algodão e cana-de-açúcar, enquanto que no ano agrícola de 1976 foram: pastagem, milho, cana-de-açúcar, soja e algodão. A cana-de-açúcar passou de um ano para o outro da quinta para a terceira posição com um incremento em área

maior do que 100% em detrimento de praticamente todas as outras culturas principalmente soja e algodão.

A avaliação de área através de malha de pontos equidistantes de 1 cm, com dados perfurados em cartões e analisados por computador, mostrou-se muito eficiente em termos de tempo.

A análise estatística de amostras aleatórias simples, utilizando como unidade de amostragem fotografias na escala de 1:10.000, apresentou um erro de amostragem menor que 20% para a maioria das culturas. Os temas pastagem, milho, arroz e soja apresentaram erros menores que 10%.

Para avaliação de áreas ocupadas com pastagem, milho, arroz e soja no Município de Jardinópolis é viável o uso de amostragem de fotos, mesmo com análise de amostras aleatórias simples. As culturas de sorgo, café, amendoim, algodão e cana-de-açúcar, devido à alta variância entre fotos, apresentaram erros de amostragem grandes.

O método de análise de amostragem aleatória simples em fotografias na escala de 1:10.000, para se atingir um erro de estimativa menor do que 10% na avaliação de áreas ocupadas pelas principais culturas, mostra ser impraticável no levantamento de grandes regiões.

BIBLIOGRAFIA

- BATISTA, G.T.; NOVAES, R.A.; TARDIN, A.T.; MENDONÇA, F.J.; LEE, D.C.L.; SANTOS, J.R.; CHEN, S.C. *Atividades do Projeto Estatísticas Agrícolas durante o ano de 1975.* INPE-830-PPr/012, Fev. 1976..
- DRAEGER, W.C.; PETTINGER, L.R.; BENSON, A.S. *The Use of Small Scale Aerial Photography in a Regional Agricultural Survey - Forest Remote Sensing Laboratory - Univ. of California - in Proc. 7th Symp. Rem. Sens. Environ. Vol. II may 1971.*
- HAY, C.M. *Agricultural Inventory Techniques with Orbital and High Altitude Imagery - Photogrammetric Eng. - nov. 1974 p. 1283, 1293 - University of California - Berkeley - California.*

APÊNDICE A

A.1 - INTRODUÇÃO

Não é fácil fazer uma avaliação precisa de tempo e custo de um projeto de pesquisa. Muitas são as variáveis que fogem de controle e conseqüentemente podem modificar substancialmente esses fatores. Todavia, neste apêndice pretende-se demonstrar o tempo consumido em cada uma das etapas. Essa variável se apresenta como uma das mais relevantes em se tratando de introdução de metodologia para previsão de safras. Serão apresentados, também, os custos envolvidos em cada atividade descrita.

A finalidade deste apêndice, além das razões já apontadas, visa fornecer subsídios para planejamento de pesquisas mais amplas, ou expansão de área de atuação. Assim sendo, gostaríamos de salientar que tais dados se referem ao levantamento realizado no Município de Jardinópolis, numa área de 521 km².

Este apêndice apresenta, também, um quadro demonstrativo do tempo e custo que seriam envolvidos num levantamento operacional usando a metodologia desenvolvida neste trabalho, em condições práticas ideais.

A.2 - DESCRIÇÃO DAS ATIVIDADES E DO PESSOAL E TEMPO ENVOLVIDO

1.0 - Planejamento do Aerosensoriamento

Envolve um estudo prévio da produção agrícola da área, para se calcular o número de fotos a serem tomadas para se ter uma estimativa dentro de um erro esperado, cálculo do número de linhas de vôo, traçado das linhas de vôo sobre mapa topográfico, para orientação do pessoal navegante e determinação do intervalo de tomada de fotos. Essa tarefa foi executada por dois pesquisadores em dois dias. Em seguida houve uma discussão com os dois pilotos e operador de câmera e dois pesquisadores durante 3 horas.

2.0 - Execução do Aerosensoriamento

Essa etapa consistiu no deslocamento da aeronave (São José dos Campos - Ribeirão Preto - São José dos Campos), cuja tripulação era composta de 2 pilotos, um operador de câmera e um mecânico. O tempo consumido nesse percurso foi de 2 horas e 55 minutos.

Dadas as condições adversas de tempo a aeronave permaneceu 9 dias no solo.

O aerolevanteamento foi realizado em um dia com duas etapas: a primeira foi de caráter experimental para que o pessoal envolvido se familiarizasse com a área. Teve a duração de 55 minutos.

A segunda etapa foi o levantamento propriamente dito. Foi fotografado 64% do Município de Jardinópolis, no tempo de 1 hora e 35 minutos. Tanto na primeira quanto na segunda etapa foram envolvidos os dois pilotos, operador de câmera, um mecânico e dois agrônomos.

3.0 - Processamento Fotográfico

Consistiu no trabalho de um técnico em laboratório, durante um dia, para processar todas as fotografias obtidas no sensoramento da área.

4.0 - Fotointerpretação

Dois pesquisadores se deslocaram para Ribeirão Preto, com viatura e um motorista, para levantamento de dados de campo, que serviriam de suporte para a fotointerpretação. Nessa tarefa participaram 2 agrônomos durante 3 dias.

A demarcação de 63 fotos em mapa topográfico foi realizada por um técnico durante um dia. Na correlação de informações coletadas previamente no campo, com respostas mostradas na imagem, para o estabelecimento da chave de interpretação, foi consumido um dia de trabalho de quatro pesquisadores; a definição de um consenso comum, para a equipe de 4 intérpretes, também um dia. Para levantar as áreas problema, que correspondem àqueles padrões em fotografias, que não se enquadram na chave, foi necessário o envolvimento da equipe (quatro pesquisadores) durante dois dias.

O número de homens-dia utilizado nessa etapa de foto- interpretação, pode ser reduzido significativamente à medida que a equipe vai adquirindo mais experiência.

O objetivo de envolver 4 pesquisadores foi tornar hábil uma equipe para desempenhar grandes missões no futuro, com o mínimo de subjetividade. Trabalho de fotointerpretação semelhante ao executado, poderia, agora, ser conduzido por um só técnico, consumindo o mesmo número de dias.

5.0 - Codificação, Perfuração e Correção de Dados

A contagem de pontos com malha de um centímetro teve a duração de 5,6 dias, o que corresponde a pouco mais de um dia de trabalho de uma equipe de quatro pesquisadores.

A perfuração dos dados em cartões IBM foi feita por uma perfuradora de nível médio em 3,5 horas e a correção em 1,5 horas. Em seguida os cartões foram novamente conferidos por um pesquisador tendo sido gasto uma hora.

6.0 - Tratamento dos Dados

Nesta etapa foram elaborados programas de computador para determinação da percentagem da área e do tratamento estatístico para cada tema e foto. O trabalho foi realizado por um programador em dois dias. Durante os testes dos programas e o tratamento dos dados propria-

mente dito foram utilizados 15 minutos de computador Burroughs B-6700 sendo que quatorze minutos foram gastos para teste o qual em futuros trabalhos não mais será necessário, pois o programa já está definitivamente operacional.

7.0 - Trabalho de Campo

Os pontos de dúvidas levantados durante a fase de interpretação foram solucionados por uma visita ao campo de dois agrônomos, utilizando-se viatura e motorista durante três dias.

8.0 - Confecção do Relatório

Foram envolvidos 3 pesquisadores durante 5 dias.

A.3 - DESCRIÇÃO DOS CUSTOS DAS ATIVIDADES

- 1.0 - Planejamento do Aerosensoriamento - Foram computados os salários dos técnicos envolvidos.
- 2.0 - Aerosensoriamento - Foram computadas, horas de voo com a RC-10, diárias da tripulação durante 10 dias, diárias de 2 pesquisadores durante 12 dias e respectivos salários.
- 3.0 - Filme e Processamento Fotográfico - Preço do filme infravermelho colorido nº 2443 e seu processamento fotográfico.

- 4.0 - Fotointerpretação - Salário e diárias de pesquisadores e motorista.
- 5.0 - Codificação e Perfuração dos Dados - Salários de pesquisadores e de técnico em perfuração.
- 6.0 - Tratamento dos dados - Salário do programador e tempo do computador B-6700.
- 7.0 - Trabalho de campo - Despesas de combustível, salário e diárias de pesquisadores e motorista.
- 8.0 - Confeção de relatório - Salário de pesquisadores.

TABELA A.1

QUADRO DEMONSTRATIVO DO TEMPO ÚTIL EMPREGADO NAS ATIVIDADES DESTE
TRABALHO DURANTE OS MESES DE FEVEREIRO A SETEMBRO DE 1976

	A T I V I D A D E S	TEMPO HOMEM-DIA *
1.0	Planejamento do Aerosensoriamento	5,88
2.0	Execução do Aerosensoriamento	69,62
3.0	Processamento Fotográfico	1,00
4.0	Fotointerpretação	29,00
5.0	Codificação e Perfuração dos Dados	6,34
6.0	Tratamento dos Dados	2,00
7.0	Trabalho de Campo	9,00
8.0	Confecção do Relatório	15,00
	T O T A L	137,84

* Corresponde ao número de pessoas envolvidas multiplicado pelo número de horas trabalhadas dividido por 8 horas/dia.

TABELA A.2

QUADRO DEMONSTRATIVO DO TEMPO ÚTIL EMPREGADO PELOS DIFERENTES TÉCNICOS DURANTE OS MESES DE FEVEREIRO A SETEMBRO DE 1976 PARA EXECUÇÃO DESSE TRABALHO:

CATEGORIAS DE TÉCNICOS	TEMPO HOMEM/DIA
1. PESQUISADORES	87,09
2. PILOTOS	20,75
3. OPERADOR DE CÂMARA	10,38
4. MECÂNICO DE AVIÃO	10,00
5. TÉCNICO LABORATÓRIO FOTOGRÁFICO	1,00
6. PERFURADORA DE CARTÕES	0,62
7. PROGRAMADOR	2,00
8. MOTORISTA	6,00
TOTAL	137,84

TABELA A.3

QUADRO DEMONSTRATIVO DOS CUSTOS ENVOLVIDOS EM CADA ATIVIDADE

ATIVIDADES	Cr\$ 1,00
1. PLANEJAMENTO DO AEROSENSORIAMENTO	3.995
2. AEROSENSORIAMENTO	77.800
3. FILME E PROCESSAMENTO FOTOGRÁFICO	5.030
4. FOTOINTERPRETAÇÃO	17.680
5. CODIFICAÇÃO E PERFURAÇÃO	4.038
6. TRATAMENTO DOS DADOS	1.750
7. TRABALHO DE CAMPO	11.440
8. CONFECCÃO DO RELATÓRIO	10.200
TOTAL	131.933

TABELA A.4

QUADRO DEMONSTRATIVO DE TEMPO E CUSTO OPERACIONAL DE UM PROJETO SEME-
LHANTE EM CONDIÇÕES PRÁTICAS IDEALMENTE FAVORÁVEIS

	ATIVIDADES	Nº DE PESSOAS	DIAS	H-D	CUSTO Cr\$1,00
1.	Planejamento do Aerosensoriamento				
	Pesquisador	2	2,38	4,75	3.998
	Piloto	2	0,38	0,75	
Operador de Câmera	1	0,38	0,38		
2.	Execução do Aerosensoriamento				18.000
	Piloto	2	2	4	
	Op. Câmera	1	2	2	
	Mecânico	1	2	2	
	Pesquisador	1	2	2	
	Horas de vôo com a RC-10	-	-	-	
3.	Filme e Processamento Fotográfico	-	1	-	5.000
4.	Fotointerpretação				8.800
	Pesquisador	1	8	8	
	Motorista	1	3	3	
5.	Codificação, Perfuração e Correção dos Dados				4.012
	Pesquisador	1	5,6	5,6	
	Perfuradora	1	0,6	0,6	
6.	Tratamento dos Dados				500 250
	Programador	1	1	1	
	Computador	-	-	-	
7.	Trabalho de Campo				3.060
	Pesquisador	1	3	3	
	Motorista	1	3	3	
8.	Confecção do Relatório	1	10	10	6.800
	TOTAL		46,34	50,08	50.450

TABELA A.5

CUSTOS UNITÁRIOS ADOTADOS PARA O CÁLCULO

SALÁRIO	Pesquisador, piloto, mecânico, op.de câmara.	Cr\$ 680,00/dia
SALÁRIO	motorista, perfuradora de cartões	Cr\$ 340,00/dia
SALÁRIO	Programador	Cr\$ 500,00/dia
DIÁRIA	Pesquisador, piloto, etc.	Cr\$ 450,00/dia
HORA DE VÔO		Cr\$ 2.416,00
TEMPO DE COMPUTADOR B-6700		Cr\$ 3.000,00/dia