

SENSORIAMENTO REMOTO NA ESTIMATIVA DA ÁREA PLANTADA COM FEIJÃO, MILHO E MAMONA NO MUNICÍPIO DE IRECÊ - BA

Bernardo F. T. Rudorff
Thelma Krug

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

RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo obter a estimativa da área plantada com as culturas de feijão, milho e mamona no município de Irecê, BA, utilizando técnicas estatísticas e de sensoriamento remoto. O município foi segmentado em aproximadamente 2000 retângulos de 2 x 1 km sobre uma carta topográfica na escala de 1:100000. Foi extraída uma amostra de 97 segmentos, correspondente a 5% da área de estudo. Sobre estes segmentos foram obtidas fotografias aéreas verticais em transparência positiva na escala aproximada de 1:40000 com uma aeronave Cherokee-six na qual foi instalada uma câmara fotográfica do tipo 35mm com uma objetiva de distância focal de 28mm. As fotografias foram projetadas sobre cartas planimétricas na escala de 1:5000, disponíveis na região e foram extraídas as informações temáticas das lavouras de interesse. Posteriormente, foi feita a avaliação da área plantada com as culturas de feijão, milho e mamona nos diferentes sistemas de plantio. A partir destes resultados foram obtidas as estimativas pontual e por intervalo encontrando-se os seguintes valores: 87.759 hectares de feijão, 10.551 hectares de milho e 76.519 hectares de mamona. Este trabalho fez parte de um projeto de pesquisa financiado pelo Banco do Brasil S/A através do Fundo de Incentivo à Pesquisa Técnico-Científica (FIPEC) e executado pelo Instituto de Pesquisas Espaciais.

ABSTRACT

The objective of this paper was to obtain an estimation of the areas cultivated with beans, corn and castor beans in the Irecê county (Bahia State) using statistical and remote sensing techniques. Using a topographic chart at a scale of 1:100000 the county area was divided into approximately 2000 segments of 2km x 1km. A random sample of 97 segments (corresponding to 5% of the target area) was considered for the purpose of this study. Over these segments aerial vertical photographs were obtained in the approximate scale of 1:40000 by means of a 35mm camera with a wide-angle of 28mm focal length lens aboard a Cherokee-six aircraft. The projection of the aerial color photographs over 1:5000 cadastral maps available in the region made it possible to extract the thematic information of the planted area of interest. Subsequently an evaluation of area cultivated with beans, corn and castor beans was made. From these results the estimatives (punctual and by interval) were obtained and the following results encountered: 87,759 ha with beans, 76,519 ha with castor beans, and 10,551 ha with corn. This work is part of a research project financed by Banco do Brasil S/A (Bank of Brazil) through the FIPEC and executed by the Institute of Spatial Research (INPE).

1. INTRODUÇÃO

As imagens do satélite LANDSAT tem sido amplamente utilizadas como fonte de dados para a obtenção de estimativas de áreas plantadas com importantes culturas agrícolas para a economia do país. Entretanto em algumas regiões, a disponibilidade destas imagens é muito reduzida devido à cobertura de nuvens, especialmente no período chuvoso, que impede a obtenção de dados sobre a superfície terrestre. Para minimizar este problema pode-se utilizar sistemas fotográficos a bordo de aeronave, o que permite uma maior flexibilidade quando comparado ao satélite LANDSAT que passa sobre uma mesma área a cada 16 dias num horário pré-determinado. Entretanto, o elevado custo para aquisição de dados por aeronave torna praticamente inviável a utilização deste sistema para fins de estimativa de área plantada. Medeiros e Batista (1984) propõe a utilização de um suporte para câmaras fotográficas do tipo 35mm e

70mm, e adaptável em aeronave de pequeno porte, não especializada para missões de aerolevanteamento e de fácil disponibilidade em vários locais do país. Este sistema é próprio para recobrir pequenas áreas ou áreas maiores de forma amostral e foi utilizado neste trabalho para adquirir fotografias aéreas, no município de Irecê, de forma amostral a fim de se obter a estimativa da área plantada com as culturas de feijão, milho e mamona neste importante centro de produção agrícola do Nordeste.

2. MATERIAL E MÉTODO

2.1. ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo localiza-se no município de Irecê, BA (microrregião homogênea 135) na região centro-norte do Estado da Bahia, conforme mostra a Figura 1. A área caracteriza-se por intensa atividade agrícola destacando-se as cultu

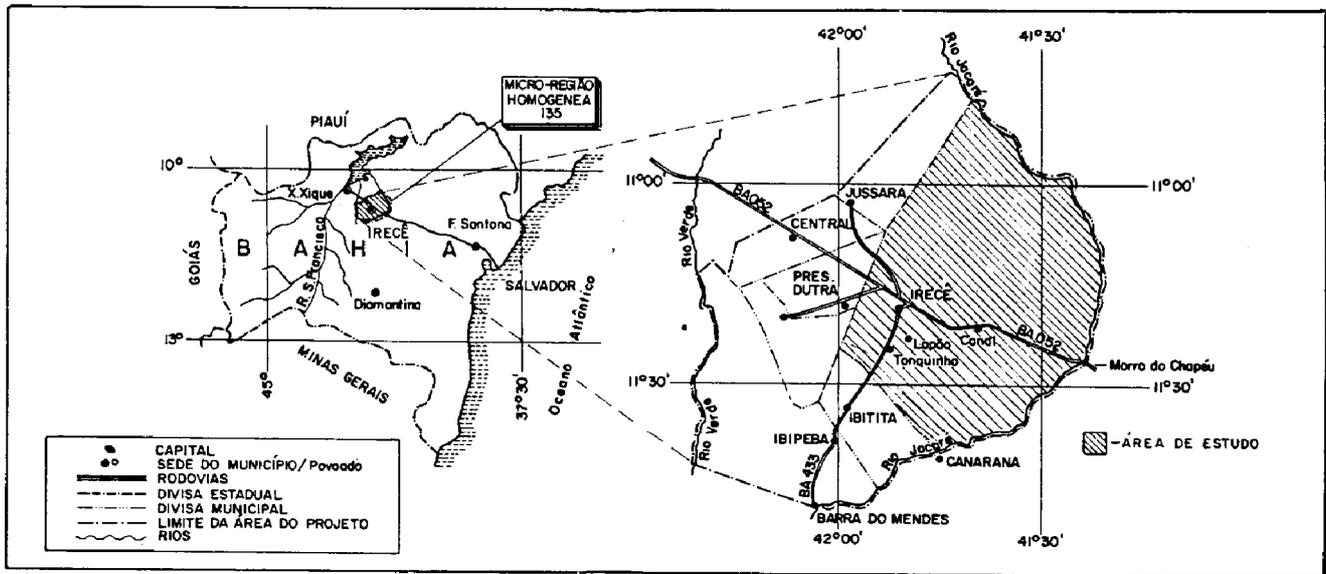


Fig. 1 Mapa de localização da área de estudo
 Fonte: ENCO (1983), p.A-06

ras de feijão, milho e mamona. A precipitação média anual situa-se entre 500 e 600 mm. A temperatura média anual é de 22°C. O período de máxima precipitação vai de novembro a dezembro. O tipo climático é seco subúmido. Predominam o relevo plano e o tipo de solo Cambissol Eutrôfico de fertilidade média a alta.

2.2. AMOSTRAGEM

Um estudo amostral geralmente prevê resultados que permitem obter informações pertinentes a uma população, a um custo relativamente baixo, se comparado com o estudo completo (censo) com uma precisão pré-estabelecida. A falta de informações disponíveis sobre a distribuição e cultivo das lavouras do município de Irecê fez com que se optasse pelo método de amostragem aleatória simples. Este método seleciona unidades de um total de N de tal forma que cada combinação possível tem a mesma chance de ser escolhida. Assim, o município de Irecê foi segmentado em 1892 unidades de 1km x 2 km. Decidiu-se amostrar aproximadamente 5% da área de estudo, o que correspondeu a selecionar-se, ao acaso, 97 segmentos e que são ilustrados na Figura 2.

2.3. AQUISIÇÃO DAS FOTOGRAFIAS AÉREAS

Sobre os segmentos amostrais foram obtidas fotografias aéreas durante a última semana do mês de janeiro de 1985. Utilizou-se uma aeronave Cherokee-six da Esteio Engenharia e Aero Levantamentos S/A que foi equipada com uma câmera fotográfica do tipo 35mm e com objetiva de distância focal de 28mm. O filme empregado foi o Ektachrome 100. A altitude de voo foi de aproximadamente 6000 pés obtendo-se fotografias na escala aproximada de 1:40000. Para cada segmento foi feita uma faixa de voo obtendo seis (6) fotografias com recobrimento longitudinal em torno de 60%.

Os filmes foram processados num laboratório fotográfico montado de forma provisória e improvisado numa dependência cedida pela agên-

cia do Banco do Brasil S/A de Irecê. Este processamento ocorreu quase que concomitantemente ao voo aerofotográfico permitindo assim, que as atividades subsequentes pudessem ser realizadas imediatamente após a obtenção das fotografias aéreas.

Inicialmente havia sido proposto que o trabalho de campo deveria ser realizado em todos os segmentos amostrados a fim de se obter medidas quantitativas nas lavouras cultivadas com feijão, milho e mamona. Entretanto, as estradas que dão acesso aos segmentos estavam intransitáveis devido às intensas chuvas que ocorreram na região. Como alternativa para o problema resolveu-se adquirir uma sequência de fotografias aéreas verticais ao longo da rodovia BA-042 onde se encontram bastante lavouras representativas na área de estudo e nas quais foi realizado intenso trabalho de campo. Após a fotointerpretação foi feito um segundo trabalho de campo para se checar em algumas áreas o resultado da fotointerpretação.

2.4. FOTOINTERPRETAÇÃO

As fotografias aéreas obtidas sobre os segmentos amostrados foram projetadas, utilizando-se um projetor de diapositivos, sobre cartas planimétricas na escala de 1:5000, disponíveis na região. As cartas foram obtidas no Instituto de Terras da Bahia (INTERBA) em Irecê, órgão responsável pela guarda do material que foi gerado nos anos de 1982 e 1983. Após a projeção das fotografias, foi feita a delimitação dos segmentos amostrados 1km x 2 km em papel acetado sobre o qual foram copiados os detalhes constantes nas cartas. Em seguida foi feita a fotointerpretação dos temas de interesse através da projeção dos diapositivos (fotografias aéreas).

A fotointerpretação baseou-se nos elementos de textura, tonalidade e forma além das informações coletadas em campo o que permitiu o estabelecimento de padrões que foram associados aos seguintes temas agrícolas: feijão plantado em novembro/dezembro (FED); feijão plantado em

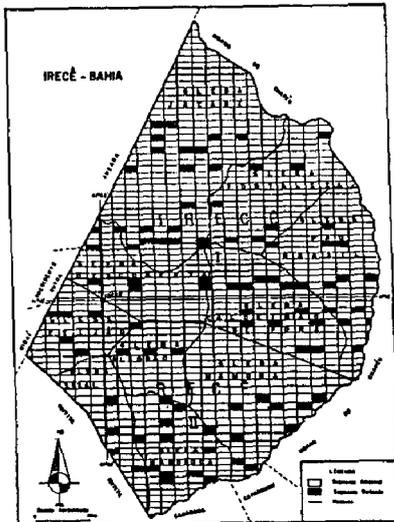


Fig. 2 Distribuição dos segmentos amostrados na área de estudo

janeiro (FEJ); feijão e milho consorciado plantado em novembro/dezembro (FEMI); mamona consorciada com feijão plantada em novembro/dezembro (FEMAD) e com feijão plantado em janeiro (FEMAJ); mamona de segundo ano consorciada com feijão plantado em dezembro (FEMA2D) e com feijão plantado em janeiro (FEMA2J); consórcio de mamona, milho e feijão plantado em dezembro (TRID) e com feijão plantado em janeiro (TRIJ); consórcio de mamona de segundo ano, milho e feijão plantado em dezembro (TRI2D) e com feijão plantado em janeiro (TRI2J), e outros.

A Figura 3 mostra como exemplo um segmento amostrado (nº 34) após ter sido o mesmo foto interpretado.

A avaliação da área dos diversos temas analisados nos segmentos amostrados foi feita através do uso de grade de pontos espaçados de 5mm entre si sobre a base planimétrica na escala de 1:5000. Os valores desta avaliação, em hectares, e por tema, foram colocados em fichas próprias e por segmento.

2.5. ANÁLISE ESTATÍSTICA

As estimativas da área plantada com as culturas de feijão, de milho e de mamona, além das estimativas de área das principais lavouras com culturas solteiras e consorciadas, foram obtidas por ponto e por intervalo com um nível de confiança de 95%.

A estimativa pontual (\bar{Y}) da cultura ou lavoura cultivada na área de estudo é dada por:

$$\bar{Y} = \bar{x} \cdot N/n \quad (1)$$

onde:

N = total de segmentos na área de estudo;
n = total de segmentos na amostra;
x = valor agregado da área cultivada contida na amostra.

Para se obter a estimativa por intervalo, considerou-se que a estimativa \bar{y} seja normalmente distribuída ao redor do verdadeiro valor da área cultivada. Desta forma, o intervalo de confiança é dado por:

$$N\bar{x} - z_{\alpha/2} \frac{N \cdot s}{n} \sqrt{1-f} < \hat{X} < N\bar{x} + z_{\alpha/2} \frac{N \cdot s}{n} \sqrt{1-f} \quad (2)$$

onde

N = total de segmentos na área de estudo;
n = total de segmentos na amostra;
 \hat{X} = estimador da área total;
 \bar{x} = área média obtida através da amostra (ha);
s = desvio padrão obtido nos segmentos (ha);
f = fração amostral (n/N);
 $z_{\alpha/2}$ = valor da normal padrão para um nível de significância igual a α .

Quando se faz uma estimativa a partir de uma amostra surge uma preocupação quanto à precisão do resultado amostral. O erro padrão de uma estimativa provê uma medida de uma precisão, pois pode ser determinado a partir da amostra e é uma medida da extensão do quanto os resultados amostrais diferem do valor que está sendo estimado. Conhecido o erro padrão pode-se estabelecer limites em torno do valor estimado de tal forma que o verdadeiro valor que está sendo estimado cairá quase que certamente (ou com a probabilidade desejada) dentro desses limites.

O erro padrão pode ser calculado a partir da variância de \bar{X} que é dada por:

$$\sigma^2_{\bar{X}} = \text{Var}(\bar{X}) = \frac{N^2 \cdot s^2}{n} \left(\frac{N-n}{N} \right) = \frac{N^2 \cdot s^2}{n} (1-f) \quad (3)$$

Assim sendo:

$$\sigma_{\bar{X}} = \frac{N \cdot s}{n} \sqrt{1-f} = s_{\bar{X}} \quad , \text{ que é o erro padrão } \quad (4)$$

Para a obtenção do valor de \bar{x} e de s utilizou-se o programa BASIS (Burroughs Advanced Statistical Inquiry System).

Considerando o espaçamento das culturas consorciadas nas diversas lavouras encontradas no município de Irecê, foi possível obter-se as proporções das culturas caso fossem plantadas de forma não consorciada.

3. RESULTADOS

Para se obter as estimativas pontuais e por intervalo para as culturas de feijão, de milho e de mamona, utilizou-se as proporções des-

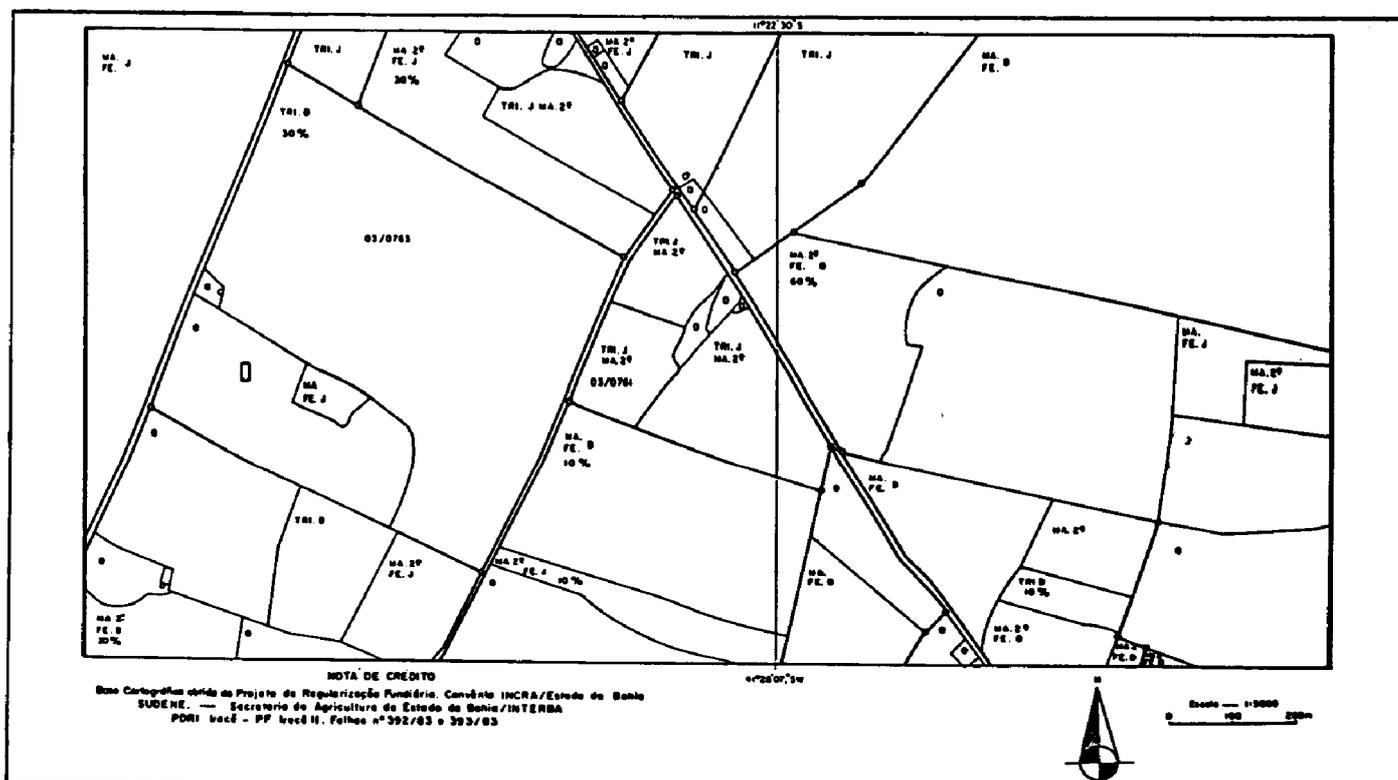


Fig. 3 Exemplo de um segmento amostrado após ter sido fotointerpretado

tas culturas consorciadas nas principais lavouras encontradas na região de Irecê (Tabela 1).

LAVOURA	CULTURA		
	FEIJÃO	MILHO	MAMONA
FEMA	0,40	-	0,60
FEMA2	0,30	-	0,70
FEMI	0,75	0,25	-
TRI	0,74	0,12	0,14
TRI2	0,20	0,10	0,70

FEMA = feijão consorciado com mamona;
 FEMA2 = feijão consorciado com mamona de segundo ano;
 FEMI = feijão consorciado com milho;
 TRI = feijão consorciado com milho e mamona;
 TRI2 = feijão consorciado com milho e mamona de segundo ano.

TABELA 1
 PROPORÇÕES DAS CULTURAS CONSORCIADAS POR LAVOURA

De acordo com a proporção das culturas consorciadas obteve-se a área média plantada de cada cultura (\bar{x}), o desvio padrão (s) e o somatório das áreas ($\sum x_i$) nos segmentos amostrados cujos valores mostrados na Tabela 2 foram obtidos utilizando-se o programa BASIS (Burroughs Advanced Statistical Inquiry System). Estes mesmos valores são apresentados também para as principais lavouras encontradas em Irecê.

As estimativas pontuais e por intervalo para o total plantado com feijão, com milho e com mamona para as principais lavouras cultivadas em Irecê são apresentadas na Tabela 3. Também é apresentado o erro padrão da estimati-

va ($s_{\bar{x}}$) para cada cultura ou lavoura. Para se obter os resultados da Tabela 3 foi utilizado o formulário descrito na metodologia.

Os resultados da Tabela 3 mostram que a cultura mais plantada na área de estudo é o feijão, seguido pela mamona, e, com expressão bem menor, o milho. O sistema de plantio mais frequente na região é o de feijão com milho e mamona (triconsórcio) seguido pelo consórcio do feijão com mamona de ano e de segundo ano. O triconsórcio de feijão com milho e mamona de segundo ano é menos expressivo e o consórcio de feijão com milho é pouco praticado.

O fato de ter-se optado pela amostragem aleatória simples neste estudo, não permitiu obter-se uma estimativa suficientemente precisa. Idealmente deveria se fazer uma estratificação da área de estudo em termos da concentração de áreas agrícolas. Assim poderia-se alcançar melhor as amostras nos estratos e consequentemente a precisão da estimativa seria melhor, uma vez que a variância de \bar{x} depende não só do tamanho da amostra como também da variabilidade de X na população. Embora não se tenha feito uma estratificação da área de estudo e o tamanho da amostra ter sido pequeno (5% da população) obteve-se uma precisão da estimativa relativamente alta, o que pode ser verificado através dos intervalos de confiança e do erro padrão das estimativas apresentadas na Tabela 3.

4. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

(a) Nem sempre foi possível obter-se fotografias aéreas exatamente sobre os segmentos amostrados previamente devido a problemas de navegação com a aeronave;

(b) a escala de 1:40000 permite apenas a identificação de culturas num estágio avançado de desenvolvimento;

(c) a verificação de campo foi feita em alguns segmentos amostrados nos quais constatou-se que houve boa concordância entre a foto interpretação e a verdade terrestre;

(d) o método apresentado no trabalho mostrou ser eficiente para fornecer informações de forma rápida, sobre a estimativa de área plantada;

(e) é desejável que se faça uma estratificação da área a fim de se obter uma estimativa mais precisa;

(f) a época de aquisição das fotografias aéreas foi propícia. Contudo, a pequena escala das fotografias associada à grande variabilidade de cultivo das lavouras, nos diversos sistemas de plantio, torna difícil o estabelecimento de padrões de fotointerpretação fazendo-se, pois necessária uma ampla visita aos segmentos para identificação das culturas. Nesta ocasião poderia-se obter também informações sobre a produtividade das culturas.

CULTURA/LAVOURA	EST. PONTUAL	ESTIMATIVA POR INTERVALO	ERRO PADRÃO EST.
FEIJÃO*	87759,54	78246,48-97272,60	5226,28
MILHO*	10551,51	6896,01-14207,01	1865,06
MAMONA*	76518,72	66750,03-86287,41	4984,06
MAMONA	8872,11	5804,56-11939,66	1565,10
FEIJÃO	6155,05	3628,00- 8682,10	1289,33
FEMA	54533,68	45992,12-63075,24	4358,02
FEMA2	38770,01	29574,78-47965,24	4691,54
FEMI	4236,13	2140,80- 6332,26	1071,34
TRI	41998,30	32751,94-51244,66	4717,62
TRI2	18251,95	12051,19-24452,71	3163,71

*total da área cultivada (solteira e consorciada)

TABELA 3

ESTIMATIVAS PONTUAL, POR INTERVALO E ERRO PADRÃO DA ESTIMATIVA PARA OS TOTAIS PLANTADOS COM FEIJÃO, COM MILHO e COM MAMONA PARA AS PRINCIPAIS LAVOURAS CULTIVADAS NO MUNICÍPIO DE IRECE

CULTURA/LAVOURA	s	Σx_i	\bar{x}
FEIJÃO*	28,05	4499,30	46,38
MILHO*	10,01	540,96	5,57
MAMONA*	26,75	3923,00	40,44
MAMONA**	8,40	454,87	4,69
FEIJÃO**	6,92	315,56	3,25
FEMA***	23,39	2795,86	28,82
FEMA2***	25,18	1987,68	20,49
FEMI***	5,74	217,19	2,22
TRI***	25,32	2153,19	22,20
TRI2***	16,98	935,75	9,44

* total da área cultivada (solteira + consorciada)

** lavouras solteiras

*** lavouras consorciadas

TABELA 2

VALORES AMOSTRAIS OBTIDOS NOS SEGMENTOS AMOSTRADOS PARA AS PRINCIPAIS CULTURAS E LAVOURAS EM CONTRADAS EM IRECE

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ENGENHARIA CONSULTORIA PLANEJAMENTO LTDA. Estudos Técnicos-Econômicos com vistas à elaboração de projeto de irrigação suplementar e/ou contínua para cultura do feijão e outras culturas no Plateau de Irecê no Estado da Bahia. Volume I a IV. Companhia de Desenvolvimento da Vale do São Francisco. Contrato nº 0/150/81-I, 1983.

MEDEIROS, J.S. de; BATISTA, G.T. Fotografias aéreas verticais 35mm: aplicações na área florestal. In. III Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. Rio de Janeiro, nov. 1984.

COCHRAN, W.G. SAMPLING TECHNIQUES. John Wiley & Sons, Inc. New York, NY, 1962.