

BRAGANTIA

Boletim Científico do Instituto Agrônomo do Estado de S. Paulo

Vol. 26

Campinas, março de 1967

N.º 6

COBERTURA VEGETAL DO ESTADO DE SÃO PAULO

II — LEVANTAMENTO POR FOTOINTERPRETAÇÃO DAS ÁREAS COBERTAS COM FLORESTA NATURAL E RE-FLORESTAMENTO (1)

MÁRIO BORGONovi, JORGE VICENTE CHIARINI, ÁLVARO ZINGRA DO AMARAL, ARNALDO GUIDO DE SOUZA COELHO e DOMINGOS DE AZEVEDO OLIVEIRA, *engenheiros-agrônomoS, Serviço de Fotointerpretação, Instituto Agrônomo*

SINOPSE

É apresentado o levantamento por fotointerpretação da cobertura vegetal de floresta natural e reflorestamento no Estado de São Paulo, Brasil.

O trabalho foi feito pelo método estatístico de amostragem sistemática, utilizando-se templetos com sinais indicadores dos pontos a serem examinados. Foram interpretados, para a área do Estado de São Paulo, 915.570 pontos, representando cada um 27,15 ha. A área com floresta natural foi de 3.405.800 ha, e com reflorestamento, de 372.9000 ha, representando respectivamente 13,70% e 1,50% da área total do Estado.

1 — INTRODUÇÃO

O inventário florestal para os trabalhos de silvicultura tem sido um problema difícil no Estado de São Paulo. O Conselho Florestal do Estado de São Paulo, ao incentivar a criação dos Conselhos Florestais Municipais, visou contribuir para a solução desse problema (5).

Com o auxílio da cobertura aerofotogramétrica do Estado (6) o inventário poderá ser feito com alto grau de fidelidade, não só no que diz respeito aos dados porcentuais como, principalmente, quanto à localização geográfica dos diferentes tipos de cobertura vegetal.

(1) Trabalho apresentado no VI Congresso Mundial Florestal, Madrid, junho de 1966. Recebido para publicação em 9 de novembro de 1966.

Como é do conhecimento dos fotointérpretes, a classificação do uso do solo ou da cobertura vegetal apresenta sempre alguma dificuldade no estabelecimento dos conceitos de cada classe (1, 2, 3, 11 e 14), daí o emprêgo da caracterização detalhada das diferentes categorias da cobertura vegetal, no presente trabalho.

Considerando a escala das fotos e a extensão da área estudada, procurou-se dar maior ênfase às medições das áreas foto-interpretadas. Apesar de ter sido usado método já estudado por alguns autores (7, 12, 14), no presente caso interessou focalizar o assunto, dada a forma como foi aplicado.

2 — MATERIAL E MÉTODO

Utilizou-se material disponível da cobertura aerofotogramétrica do Estado de São Paulo (6). Esse material revela a situação que existia em 1962, ano da execução do levantamento aéreo.

Sobre os mosaicos na escala de 1:25.000, com área aproximada de 22.500 ha, foram lançadas tôdas as divisas intermunicipais (2), seguindo-se o texto da lei n.º 8092 de 28 de fevereiro de 1964.

Para atender ao plano de trabalho, foram estudadas várias soluções, para interpretação dos pontos diretamente sobre os mosaicos de tamanho de 60 por 60 cm. Dêsses estudos resultou a preparação de placas de acrílico transparentes, com um dos lados conjugado em montante de duratex (figura 1), com as marcas indicadoras dos pontos iguais de 2 cm, quer na direção este-oeste (paralelos) quer na direção norte-sul (meridianos). Nas extremidades das placas, as linhas de pontos foram identificadas com letras, no sentido dos meridianos, e com números no sentido dos paralelos, para permitir localizar cada ponto foto-interpretado.

Examinou-se cada mosaico, fixando-o entre o montante e a placa e fazendo coincidir, sempre, a extremidade à esquerda e a inferior com essas mesmas extremidades da placa transparente. Dessa forma, procurou-se fazer a fotointerpretação sobre a cobertura aérea (mosaicos), o que foi feito num total de 915.570 pontos para cobrir a superfície de 248.600 km² do Estado de São Paulo (12).

(2) Trabalho executado pelo corpo técnico do Serviço de Fotointerpretação, composto dos engenheiros-agrônomo Francisco da Costa Verdade, Jorge Vicente Chiarini, Mário Borgonovi, Arnaldo Guido de Souza Coelho, Alvaro Zingra do Amaral, Raul Audi e Domingos de Azevedo Oliveira.

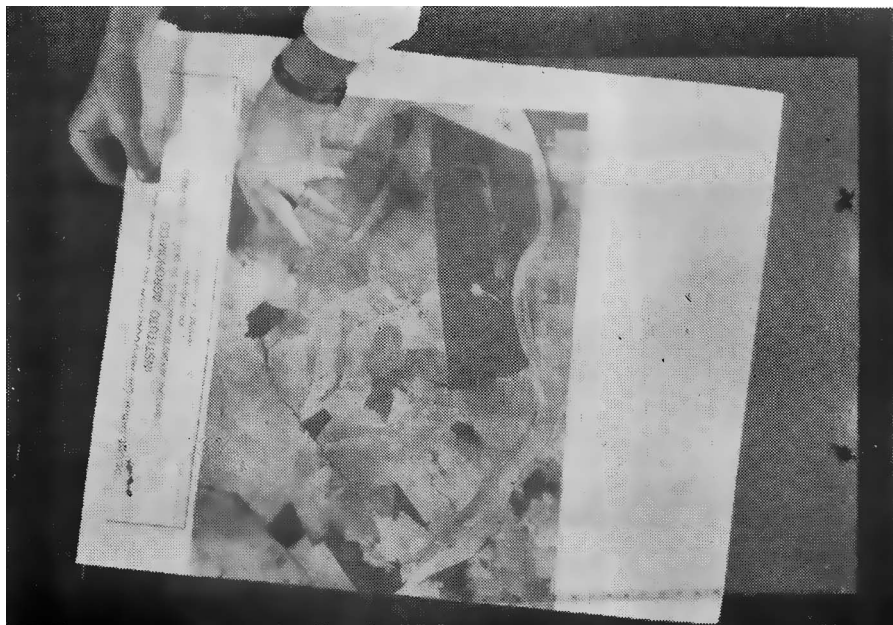


Figura 1. — Placa de acrílico transparente em montante de duratex, vendo-se as marcas indicadoras e o mosaico.

Em se tratando de área relativamente grande, com dados de porcentagem do que se pretendia caracterizar muito inseguros e distribuição muito desuniforme, imaginou-se fotointerpretar um número relativamente excessivo de pontos para, partindo desse número, obter uma estimativa da porcentagem dos dois tipos de cobertura, com um erro relativo razoável, quando analisado, pela fórmula:

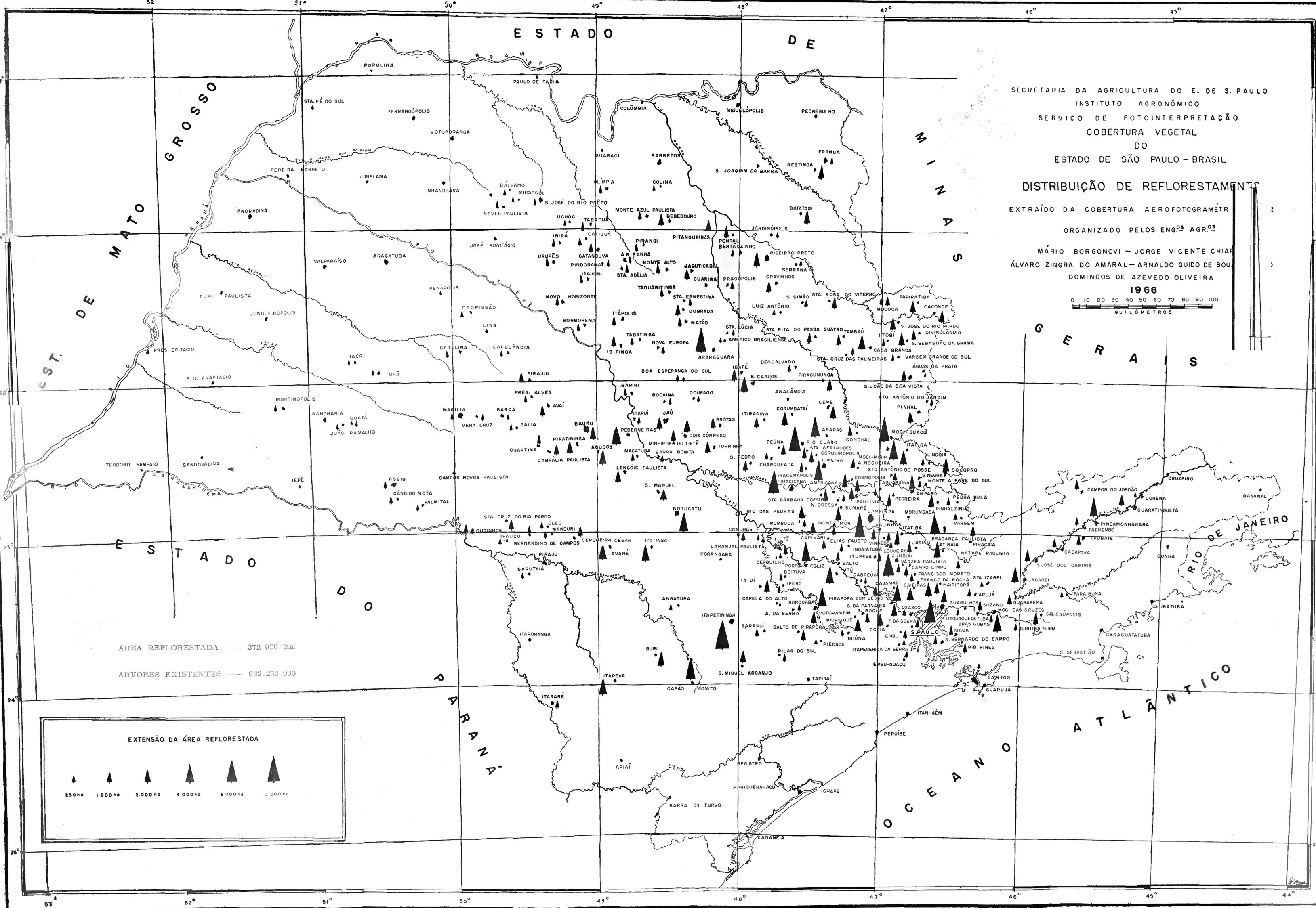
$$(E)^2 = \frac{(100-P)t^2}{PN}$$

E = erro relativo de P em porcentagem

N = número de pontos

P = porcentagem estimada

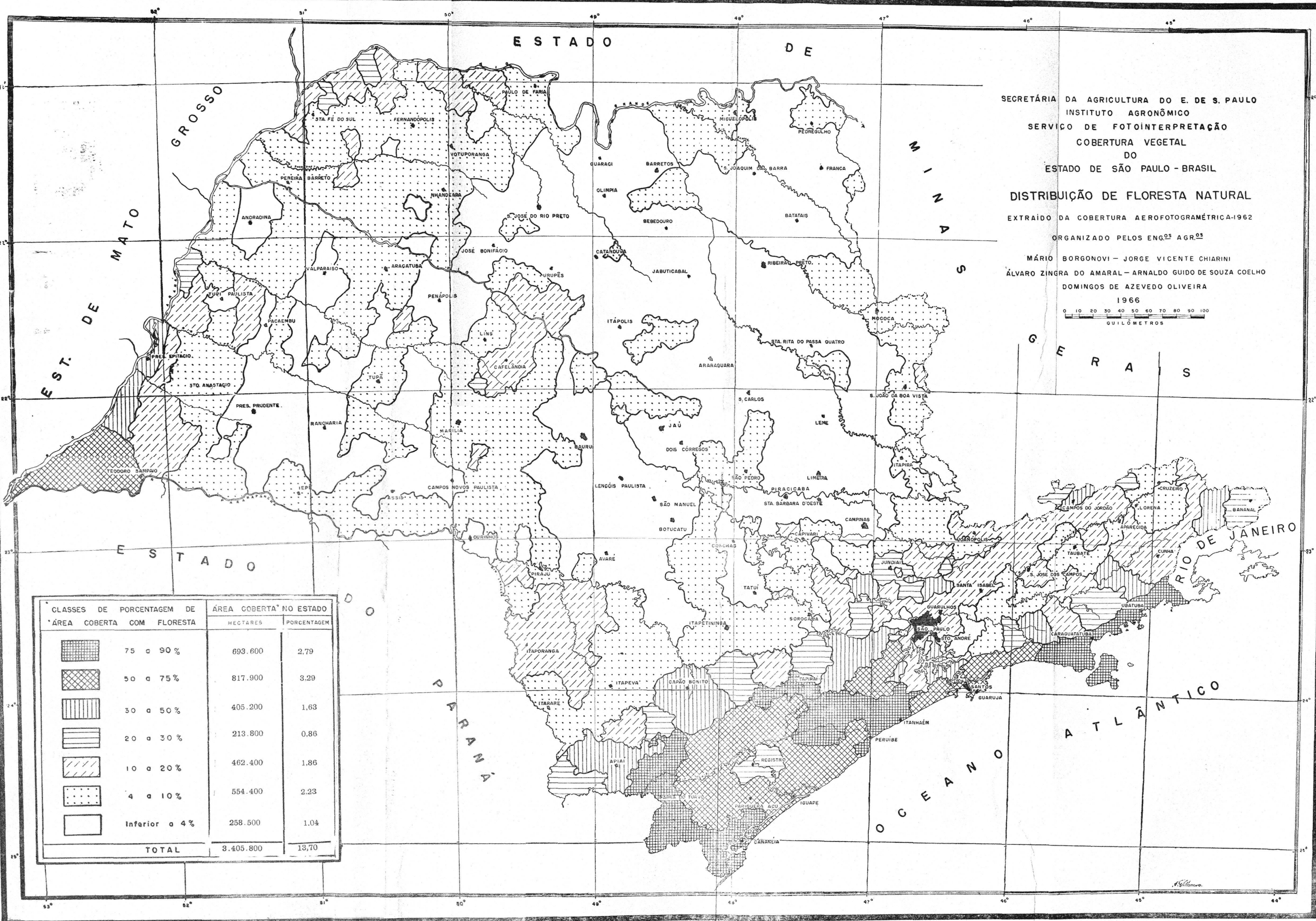
t = valor específico dependente de N e do nível de significância escolhido.



SECRETARIA DA AGRICULTURA DO E. DE S. PAULO
 INSTITUTO AGRÔNOMICO
 SERVIÇO DE FOTOINTERPRETAÇÃO
 COBERTURA VEGETAL
 DO
 ESTADO DE SÃO PAULO - BRASIL
 DISTRIBUIÇÃO DE REFLORESTAMENTO
 EXTRAÍDO DA COBERTURA AEROFOTOGRAMÉTRICA
 ORGANIZADO PELOS ENGENHEIROS AGRÔNOMOS
 MÁRIO BORGONVI - JORGE VICENTE CHIARI
 ÁLVARO ZINGRA DO AMARAL - ARNALDO GUIDO DE SOUZA
 DOMINGOS DE AZEVEDO OLIVEIRA
 1966
 0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100
 QUILOMETROS

ÁREA REFLORESTADA — 372.900 ha.
 ARVORES EXISTENTES — 932.250.000





SECRETÁRIA DA AGRICULTURA DO E. DE S. PAULO
 INSTITUTO AGRÔNOMICO
 SERVIÇO DE FOTOINTERPRETAÇÃO
 COBERTURA VEGETAL
 DO
 ESTADO DE SÃO PAULO - BRASIL
 DISTRIBUIÇÃO DE FLORESTA NATURAL
 EXTRAÍDO DA COBERTURA AEROFOTOGRAMÉTRICA-1962
 ORGANIZADO PELOS ENG.ºS AGR.ºS
 MÁRIO BORGONVI - JORGE VICENTE CHIARINI
 ÁLVARO ZINGRA DO AMARAL - ARNALDO GUIDO DE SOUZA COELHO
 DOMINGOS DE AZEVEDO OLIVEIRA
 1966
 0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100
 QUILOMETROS

CLASSES DE PORCENTAGEM DE ÁREA COBERTA COM FLORESTA		ÁREA COBERTA NO ESTADO	
		HECTARES	PORCENTAGEM
	75 a 90 %	693.600	2,79
	50 a 75 %	817.900	3,29
	30 a 50 %	405.200	1,63
	20 a 30 %	213.800	0,86
	10 a 20 %	462.400	1,86
	4 a 10 %	554.400	2,23
	Inferior a 4 %	258.500	1,04
TOTAL		3.405.800	13,70

A. Zingra

Esse método foi proposto, baseado na experiência adquirida em trabalho anterior (13, 15), em que se fizeram medições diretas em mosaicos semicontrolados (3), visando dimensionar áreas extensas (4).

Os pontos fotointerpretados foram registrados em fichas que indicam as localizações nos mosaicos, dentro das divisas municipais, permitindo computar os dados com facilidade (figura 2).

O cômputo final dos dados encontrados para o Estado foi obtido pela soma dos dados parciais de cada município.

Os mapas foram feitos pela redução com pantógrafo, de 1:250.000 (9) para 1:1.000.000, atualizando as divisas intermunicipais. Sobre essa carta foram lançadas as convenções para representação do levantamento, respeitadas as divisas municipais. Dêsses mapas, por processo fotográfico, chegou-se aos que constam do presente trabalho.

As convenções foram feitas de acôrdo com classes de porcentagem, estabelecidas entre limites, que permitiram representar convenientemente os dados numéricos encontrados.

A fotointerpretação das áreas de florestas e reflorestamento foi feita observando-se uma série de convenções necessárias à uniformização do trabalho.

A floresta foi considerada a cobertura vegetal que ocorre em terras boas, com árvores dominantes de até 20 m de altura e estrutura irregular típica. Quanto mais exuberante, mais irregular se mostra a estrutura, podendo-se notar as copas das árvores maiores, isoladas. Não apresentam vestígios de modificações substanciais pela ação do homem. Quando eliminadas poderão voltar a constituir floresta secundária. O aspecto da floresta difere bastante da vestimenta das terras fracas do Estado ou de regiões de clima adverso (3, 8).

A floresta apresenta-se em fotografia aérea com tonalidade escura acentuada, destacando-se do resto por essa característica típica. No exame estereoscópico nota-se a irregularidade do telhado (4) e a ausência de vestígios da ação do homem.

(3) Mosáicos semicontrolados, montados somente com orientação por carta topográfica, procurando localizar os principais acidentes, tais como cidades, estradas e rios, o mais próximo possível de suas coordenadas reais.

(4) Telhado — aparência da disposição da parte superior das árvores ou dos objetos ou coisas que em fotografias aéreas verticais são observadas em confinamento.

O reflorestamento é a cobertura vegetal artificial. As árvores em geral possuem gabaritos variados, de acôrdo com a essência plantada e com a idade. Apresenta-se como plantações disciplinadas, destinadas à produção de madeira, celulose, postes, lenha e demais produtos da silvicultura. Em fotografia aérea apresenta-se com tonalidade escura, mas com estrutura regular e uniforme e com textura geralmente fina. Em exame estereoscópico nota-se o alinhamento disciplinado, telhado uniforme, quando em crescimento, e com alterações características quando cortados recentemente. É o que acontece com os eucaliptais (*Eucalyptus* spp). No caso do Pinus (*Pinus elliottii*), à medida que sofre debates vai alterando a regularidade, quer em alinhamento, quer em gabarito.

O mapa organizado mostra a distribuição das florestas e reflorestamentos no território do Estado de São Paulo, na situação do ano de 1962. Para facilidade de representação estabeleceram-se sete classes de convenções, de acôrdo com a porcentagem. Até 4%, de 4 a 10%, de 10 a 20%, de 20 a 30%, de 30 a 50%, de 50 a 75% e de 75 a 90%.

A tradicional classificação das florestas em primária e secundária não foi levada em conta. Ambas as classes foram consideradas como florestas.

Além do levantamento da floresta e do reflorestamento, para tôda a área do Estado, o presente trabalho teve o objetivo de obter elementos para futuros levantamentos das áreas municipais. Como foram respeitadas as divisas intermunicipais, obtiveram-se os dados por municípios. Os erros são tanto maiores quanto menores as áreas. O conhecimento desses dados permitirá refazer o trabalho, para os municípios cujos erros estejam acima dos limites estabelecidos. Para isso serão determinadas as correções apropriadas, segundo o número de pontos a serem fotointerpretados.

3 — RESULTADOS E DISCUSSÃO

Dos 915.570 pontos fotointerpretados para tôda a área do Estado de São Paulo, 125.400 foram identificados como floresta e 13.750 como reflorestamento. Sendo a área do Estado de 248.600 km² tem-se para cada ponto o valor de 27,15 ha, o que

dá para floresta 3.405.800 ha e para reflorestamento 372.900 ha, representando, respectivamente, 13,70 e 1,50% da área total, com desvios padrão de 0,04 e 0,01% (⁵).

Para o cálculo do erros relativos, aplicando-se a fórmula para floresta tem-se:

$$(E)^2 = \frac{(100 - 13,70) \quad 38.400}{13,70 \times 915.570}$$

$$E = 0,52\%$$

Para reflorestamento tem-se:

$$(E)^2 = \frac{(100 - 1,50) \quad 38.400}{1,50 \times 915.570}$$

$$E = 1,66\%$$

Como se observa, os erros relativos cometidos na determinação dessas porcentagens são praticamente insignificantes, o que permite considerar o trabalho como bastante preciso.

Para elaborar a carta da distribuição dessas duas classes da cobertura vegetal, foi feito o cômputo dos dados para a área de cada município. Evidentemente, as porcentagens exatas dos municípios serão, como foi dito, objeto de outro trabalho. Essas porcentagens foram grupadas em classes, para permitir a apreciação da distribuição pelo território do Estado e estabelecer as inter-relações gerais existentes entre as condições dos meios físico, social e econômico.

4 — CONCLUSÕES

1. A floresta é dominante na parte sul, sudeste e este do Estado, na vertente marítima da Serra do Mar, onde os declives são mais pronunciados e de mais difícil acesso. Essa dominância também é observada no extremo oeste, onde as terras são de boa topografia e fertilidade, mas de baixa densidade demográfica, com deficiência de circulação e de meios de transporte.

2. O reflorestamento é dominante nas regiões de grande densidade demográfica, com facilidade de acesso e de meios de transporte. Apresenta, porém, a tendência de se implantar nas terras declivosas ou de baixa fertilidade.

(⁵) Os autores agradecem à Lic. Mat. Joassy P. N. Jorge, da Divisão de Agro-nomia, pela colaboração dada na parte da análise estatística.

3. O reflorestamento, na maior parte, é de eucalipto. Nota-se o início da introdução de *Pinus* no sul do Estado, região de Itapetininga, e na parte este, região de Campos do Jordão.

4. No litoral sul, onde a floresta está sendo utilizada para aproveitamento de carvão e lenha, nota-se que o terreno fica abandonado. Isto é observado pelos vestígios de regeneração da floresta (capoeiras), nas áreas próximas das estradas.

5. Em 1962, época da cobertura aerofotogramétrica, havia 3.405.800 ha de florestas e 372.900 ha em reflorestamento, representando, respectivamente, 13,70 e 1,50% da área do Estado.

6. O levantamento, pelo método da amostragem sistemática, através da fotointerpretação de pontos, em número de 915.570, permitiu dados com erro relativo de 0,52% para floresta e 1,66% para reflorestamento, ao nível de significância de 5%.

7. Os dados apresentados foram determinados com o intervalo de confiança de 95%, o que representa para floresta uma variação entre 13,62 e 13,78%, e para reflorestamento 1,48 e 1,52%.

8. Em consequência da área e espaçamento médio adotado para reflorestamento, estima-se em 932.250.000 o número de árvores existentes no Estado.

VEGETAL COVER OF THE STATE OF SÃO PAULO

II — SURVEY OF THE FORESTED AND REFORESTED AREAS THROUGH PHOTOINTERPRETATION

SUMMARY

The present paper refers to the survey of the vegetal cover characterized as forests and as reforested areas in the State of São Paulo, Brazil.

This was obtained directly on mosaics, through photointerpretation, using when necessary the aerial vertical photos from the aerophotogrammetric survey of the State of São Paulo done in 1962. In the characterization of forests, the height and density of the trees were taken into consideration, describing the texture of the type of covers on the photos with sampling of fields. In a similar way this was done for reforested areas, also taking into account the factors of formation of areas covered with trees destined to activities connected with silviculture with uniform characterization in regard to the photographic structure.

The work was done by means of a systematic sampling method, using templets indicating points to be examined. For the area of São Paulo, 915,570 points were interpreted, each one representing 27.15 ha.

Results obtained were the following: forests 3,405,900 ha and reforested areas 372,900 ha, this corresponding respectively to 13.70 and 1.50% of the total area of the State.

LITERATURA CITADA

1. AMARAL, ALVARO ZINGRA. Distribuição e característica da cultura cafeeira no município de Campinas, levantadas pela fotointerpretação. *Bragantia*, 23:[271]-279, 1964.
2. AUDI, RAUL. Estudo da cultura canavieira na região de Piracicaba, por fotointerpretação. Parte I. *Bragantia*, 24:[203]-218, 1965.
3. BORGONOVİ, MÁRIO & JORGE VICENTE CHIARINI. Cobertura vegetal do Estado de São Paulo. I — Levantamento por fotointerpretação das áreas cobertas com cerrado, cerradão, e campo, em 1962. *Bragantia*, 24:[159]-172, 1965.
4. CHIARINI, JORGE VICENTE & MÁRIO BORGONOVİ. Fotointerpretação e medidas pelos métodos da amostragem sistemática. (Em elaboração)
5. CIANCIULLI, PEDRO LUIZ. Subsídio retrospectivo à Segunda Conferência Mundial do Eucaliptus. A Rural. Revista da Sociedade Rural Brasileira, n.º 484, agosto de 1961.
6. Cobertura aerofotogramétrica do Estado de São Paulo. Características específicas dos vãos, fotografias, mosaicos e fotoíndices. Mimeografado pelo Serviço de Fotointerpretação do Instituto Agrônômico. 1964.
7. DMITRIYEV, YE. A. Determining the percentage of different areas on soil maps and certain other maps. *Soviet Soil Science*. August 1965. Translation of *Pocavovedeniye* p.p. 871-994.
8. FERRI, MARIO GUIMARÃES (e outros). Simpósio sobre o cerrado. São Paulo. Editora da Universidade de São Paulo. 1963.
9. INSTITUTO GEOGRÁFICO E GEOLÓGICO. Fôlhas topográficas de Campinas, Ribeirão Preto, São José do Rio Preto, Presidente Epitácio, Taubaté, São Paulo, Bauru, Itapetininga, Araçatuba, Iguape. Escala 1:250.000. São Paulo. Gráficas Ypiranga, 1954.
10. Manual of Photogrammetry. Washington D.C. American Society of Photogrammetry. 1962.
11. Manual of Photographic Interpretation. Washington, D.C. American Society of Photogrammetry. 1960.

12. PERRONI, ZILDA SAMPAIO & VALDEMAR LEFÈVRE. Relações das áreas dos distritos e municípios do Estado de São Paulo, de acôrdo com a Lei N.º 5285, de 18 de fevereiro de 1959. Organizada pela Seção de Estudos Geográficos, do Instituto Geográfico e Geológico, Secretaria da Agricultura do Estado de São Paulo. 1960. (Fôlhas mimeografadas)
13. SPURR, H. STEPHEN. Photogrammetry and Photointerpretation. Donald Press Company. New York. 1960.
14. VERDADE, FRANCISCO DA COSTA (e outros). Contribuição ao estudo da cultura da bananeira no Litoral Sul. Boletim N.º 136.
15. WILSON, R. C. The Relief Displacement Factor in Forest Area Estimated by Dot Templates on Aerial Photographs. Photogrammetry Engineering, 1949, p. 255-236.