

FOTOGRAFIAS ESTEREOSCÓPICAS, TERRESTRES E AÉREAS, DE  
ÁRVORES UTILIZADAS NA ARBORIZAÇÃO DE CURITIBA - PR

Attilio Antonio Disperati  
Carlos Vellozo Roderjan

Universidade Federal do Paraná  
Departamento de Silvicultura e Manejo  
Caixa Postal 2959, 80001 - Curitiba, PR, Brasil

RESUMO

O presente artigo trata da obtenção de fotografias (35 mm) terrestres estereoscópicas de árvores de arborização de Curitiba. Foram obtidas fotografias terrestres de vinte e duas espécies florestais, das quais treze espécies foram fotografadas em duas diferentes épocas fenológicas. As fotografias terrestres foram do tipo convergente e obtidas com apenas uma câmara fotográfica 35 mm. A base entre fotos de 1 metro resultou em um produto fotográfico adequado para visualização tridimensional de par estereoscópico. Face à recente levantamento aerofotogramétrico de Curitiba, fotografias aéreas estereoscópicas também estão sendo incluídas como material suplementar às fotos terrestres nas aulas práticas de Foto-Interpretação Florestal e Dendrologia. A reação dos estudantes tem sido extremamente favorável por ocasião da observação das fotografias estereoscópicas.

ABSTRACT

This paper deals with the acquisition of 35 mm ground stereo photographs using one camera. The usual trees in the arborization of Curitiba were photographed in two different seasons of the year. Technical and practical aspects related with the acquisition and stereo observation are discussed. The ground stereo-pairs and aerial stereo-pairs, recently acquired from a photogrammetric survey, have been introduced in the practical classes of Forest Photo-Interpretation and Dendrology and the student's reaction has been extremely favorable.

1. INTRODUÇÃO

Na Fotogrametria e Fotointerpretação, as fotografias estereoscópicas e a observação tridimensional correspondente, são consideradas como aspectos integrantes e fundamentais destas duas disciplinas.

Desde os primórdios do funcionamento do Curso de Engenharia Florestal em Curitiba, nas mencionadas disciplinas tem sido utilizadas fotografias aéreas verticais; fotografias terrestres quando são usadas são apresentadas na forma de estereogramas, porém nunca de assuntos eminentemente florestais.

Em face do exposto, esta pesquisa foi realizada no período de março de 1982 a dezembro de 1984, com o intuito de obter fotografias (35 mm) terrestres estereoscópicas de árvores comumente utilizadas na arborização de Curitiba. Visando um carácter multidisciplinar, decidiu-se também fotografar a mesma árvore em duas diferentes condições sazonais, permitindo desse modo que as fotografias pudessem ser utilizadas como material didático, em aulas de Foto-Interpretação Florestal e Dendrologia, como vêm sendo feito a partir de julho de 1985.

Face à recente levantamento aerofotogramétrico de Curitiba, as fotografias aéreas nas quais aparecem as árvores fotografadas, também começaram a ser utilizadas a partir de 1986 como material suplementar ao obtido pela pesquisa.

O presente artigo trata da obtenção das fotografias terrestres estereoscópicas, da análise do material coletado durante a pesquisa e da integração com as fotografias aéreas nas aulas práticas.

2. AQUISIÇÃO DAS FOTOGRAFIAS TERRESTRES ESTEREOSCÓPICAS

Inicialmente foi realizado um levantamento expedito, a fim de selecionar dentre as árvores disponíveis de Curitiba, aquelas mais representativas em termos de porte e aspecto visual, para a obtenção de fotografias destas árvores. A experiência resultante das aulas práticas de Dendrologia e do trabalho desenvolvido por Roderjan (1985) foi marcante na escolha do local e das espécies a serem fotografadas estereoscopicamente.

Cada árvore foi fotografada com uma câmara fotográfica 35 mm empregando filme colorido normal. Em toda a pesquisa, duas diferentes câmaras fotográficas foram utilizadas indistintamente a saber

CANON F1 e MINOLTA XE-1, ambas equipadas com uma lente de distância focal de 50mm. Diversas vezes, a primeira camera estava equipada com uma lente tipo zoom de distância focal de 35 - 70 mm.

A mesma árvore foi fotografada de diferentes posições obtendo-se dessa forma as fotografias estereoscópicas. Para a árvore situada até dez metros do fotógrafo, a distância entre as duas diferentes posições da camera (base entre fotos) foi de 1 metro, obtendo-se assim duas diferentes fotografias e consequentemente um par estereoscópico. Para o caso do objeto fotografado estar situado a 10 - 20 metros, a base entre fotos foi de 1 e 2 metros, obtendo-se assim três diferentes fotografias e consequentemente três diferentes pares estereoscópicos. Em todas as situações, a base entre fotos foi perpendicular à distância fotográfica da árvore.

Em todas as fotografias tomou-se o cuidado para que a imagem da árvore fotografada estivesse na posição central do visor da camera fotográfica; e nas fotografias sucessivas, que a imagem fotografada fosse quase sempre a mesma, evitando um deslocamento longitudinal o que poderia reduzir a área de observação estereoscópica.

Para cada árvore fotografada foram coletadas as seguintes informações:

- nome vulgar
- localização
- data e hora da tomada das fotografias
- distância em metros do objeto fotografado (árvore) e sua altura
- base entre fotos
- distância focal da lente, tempo de exposição e abertura do diafragma referente a cada fotografia

### 3. RESULTADO E DISCUSSÃO

No período compreendido entre maio de 1982 a dezembro de 1984 foram obtidos quarenta e três conjuntos fotográficos estereoscópicos, referentes a 22 (vinte e duas) espécies florestais usadas na arborização urbana de Curitiba, sendo que deste total, 13 (treze) espécies foram fotografadas em duas diferentes épocas fenológicas. A tabela 1 resume os dados obtidos para as treze espécies florestais. Para as seguintes espécies tem-se apenas um par estereoscópico: *Araucaria bidwillii*, acácia-mimososa, acácia-negra, carvalho, jacarandá-mimoso, chuva-de-ouro, cássia-amarela, tulipeira e magnólia branca.

As árvores fotografadas em duas épocas caracterizam períodos contrastantes em termos fenológicos e com maior e menor quantidade de folhas (ver figuras 1, 2 e 3). Aspectos de floração (ver figuras 2 e 3) e de frutificação (ver figura 3) também foram levados em consideração.

As espécies florestais fotografadas nesta pesquisa são representativas

no contexto de Curitiba. Milano (1984), procedendo a avaliação da arborização de ruas de Curitiba, observou que das 93 (noventa e três) espécies encontradas nas ruas da cidade, 18 (dezoito) delas totalizaram 92% da população, sendo que apenas as duas mais plantadas (alfeneiro e extremosa) somam quase 40% das árvores existentes. Na presente pesquisa, oito espécies (incluindo a alfeneiro e a extremosa) das constantes da Tabela 1, estão na relação das espécies mais frequentemente encontradas na arborização da cidade.

Avery (1977) comenta que as fotografias terrestres estereoscópicas podem ser obtidas com o uso de estereocâmaras equipadas com duas lentes ("dual lens stereo camera"), ou então, pela improvisação de estereocâmaras através dos seguintes procedimentos:

- montagem de duas camaras fotográficas idênticas em um suporte e as equipando com disparador simultâneo para a obtenção das fotografias.
- usando uma simples camera fotográfica para obter fotografias de posições diferentes.

Na presente pesquisa, utilizou-se apenas uma camera fotográfica, devido à inexistência de estereocâmaras no mercado nacional, como também da não disponibilidade de duas camaras idênticas.

As fotografias terrestres estereoscópicas puderam ser obtidas com apenas uma camera, devido ao fato de que o objeto fotografado (árvore) permanecia estacionário no intervalo de tempo (no máximo 30 segundos) entre as exposições consecutivas. Evidentemente, sendo o objeto móvel, dever-se-ia utilizar qualquer um dos outros dois procedimentos citados.

As fotografias estereoscópicas das árvores foram do tipo convergentes e, em geral, com um recobrimento de cerca de 90%. As fotografias convergentes foram preferidas em relação ao "caso normal" (com o eixo ótico da camera paralelo por ocasião da tomada das fotografias consecutivas) face a uma maior área de observação estereoscópica do par de fotografias.

As árvores foram fotografadas com uma distância que variou de sete a vinte e cinco metros. Apesar de adotada uma variação de base entre fotos em função da distância fotográfica árvore-fotógrafo a análise dos pares estereoscópicos revelou que poderia ser usado como base entre fotos o valor de 1 metro. O valor base entre fotos de dois metros aliado ao fato das fotografias serem convergentes, proporcionaram um grande deslocamento de objetos nas correspondentes fotografias (estereoscópicas), que muitas vezes dificultam a observação estereoscópica de todo o modelo. A base de um metro foi selecionada, sem pesquisa anterior, pelo

TABELA 1

## RELAÇÃO DAS ESPÉCIES FLORESTAIS FOTOGRAFADAS EM DIFERENTES ÉPOCAS FENOLÓGICAS

NOME VULGAR	NOME CIENTÍFICO	FAMÍLIA BOTÂNICA
1. CINAMONO	<i>Melia azedarach</i>	MELIACEAE
2. IPE-ROXO	<i>Tabebuia heptaphylla</i>	BIGNONIACEAE
3. IPE-AMARELO	<i>Tabebuia alba</i>	BIGNONIACEAE
4. EXTREMOSA	<i>Lagerstroemia indica</i>	LYTHRACEAE
5. JACATIRÃO	<i>Tibouchina pulchra</i>	MELOSTOMATACEAE
6. ACER	<i>Acer negundo</i>	ACERACEAE
7. ALFENEIRO	<i>Ligustrum lucidum</i>	OLACACEAE
8. CAROBA	<i>Jacaranda puberula</i>	BIGNONIACEAE
9. CHORÃO	<i>Salix babilonica</i>	SALICACEAE
10. DEDALEIRO	<i>Lafoensia pacari</i>	LYTHRACEAE
11. CORTICEIRA	<i>Erithryna falcata</i>	LEGUMINOSAE
12. PAINEIRA	<i>Chorisia speciosa</i>	BOMBACACEAE
13. TIPUANA	<i>Tipuana tipu</i>	LEGUMINOSAE

fato de que as câmaras estereométricas para Fotogrametria Terrestre e Fotogrametria de Curto Alcance terem suas câmaras fotográficas fixas na extremidade de barras de comprimento de até 1,20 m.

Em complemento aos aspectos fotogramétricos anteriormente abordados, a experiência advinda da obtenção das fotografias terrestres estereoscópicas das árvores evidenciou os seguintes aspectos práticos:

a) Movimento e posição da câmara fotográfica

Movimentos laterais descontrolados podem resultar deslocamentos excessivos da câmara fotográfica e objetos podem não serem vistos tridimensionalmente. Para evitar isso, por ocasião da tomada das duas ou três fotografias, deve-se manter a câmara fotográfica na mesma altura (a fim de fotografar estereoscopicamente o mesmo local) e num mesmo plano em relação ao objeto fotografado (a fim de se manter a mesma escala nas fotografias).

Em consideração aos aspectos acima mencionados, Bernstein recomenda fixar a câmara fotográfica em um suporte instalado em um tripé para câmaras. O suporte possibilita o deslocamento da câmara para a posição da tomada da segunda fotografia e esse deslocamento corresponde a base entre fotos. Na presente pesquisa, o uso do suporte foi inviabilizado devido que em certas situações ter que se fotografar com a câmara de 35 mm na posição vertical em vez da tradicional posição horizontal. Isso aconteceu onde a altura da árvore era maior do que o diâmetro de sua copa e devido ao negativo fotográfico ser de dimensões retangulares (2,4 cm por 3,6 cm). O suporte pode ser vantajoso em se tratando de uso de câmaras 70 mm, a qual fornece negativos fotográficos de forma quadrada (lado 5,7 cm) e como foi utilizado por Steigerwaldt (1950).

b) Posição da árvore

Nem todas as árvores da área de Curitiba estão em situação de serem fotografadas de tal modo a evidenciar por inteiro o tronco e a copa. Muros, gra-

des, fios de rede elétrica, postes de iluminação e em menor escala, carros estacionados nas proximidades da árvore, serviram de impedimento na tomada de fotos de indivíduos representativos de algumas espécies florestais.

c) Seleção do local de tomada das fotografias estereoscópicas

Afora os aspectos artísticos da obtenção das fotografias e entre os inúmeros aspectos que podem ser considerados na escolha do local da tomada das fotografias, deve-se analisar os objetos nas imediações da árvore fotografada e que conseqüentemente irão aparecer nas fotografias estereoscópicas.

Objetos que aparecem distantes da árvore fotografada ou próximo do fotógrafo, podem proporcionar um desconforto na observação estereoscópica das fotos terrestres. Isto é comum na observação de fotos aéreas de áreas acidentadas, pois torna-se difícil visualizar o fundo do vale e o pico da montanha ao mesmo tempo. É necessário um ajuste das fotos para cada objeto analisado.

Alguns aspectos relacionados com o local de tomada das fotografias e posição da câmara fotográfica são evidenciados através das figuras 1 a 3, os quais também caracterizam as principais situações encontradas para fotografar estereoscopicamente as árvores de arborização.

A figura 1 evidencia um exemplo onde por um motivo qualquer não foi possível fotografar a árvore totalmente de frente. Existe assim uma acentuada diferença de profundidade entre os extremos do modelo fotografado, isto é, entre o Prédio da Prefeitura Municipal no extremo direito do modelo e o prédio situado no lado esquerdo do modelo estereoscópico. Evidentemente não é possível de se observar totalmente o modelo em três dimensões.

A figura 2 evidencia o exemplo de fotografias quase que frontais da árvore, e como cenário de "fundo" uma residência. Evidencia também fotografias obtidas com câmara na posição vertical

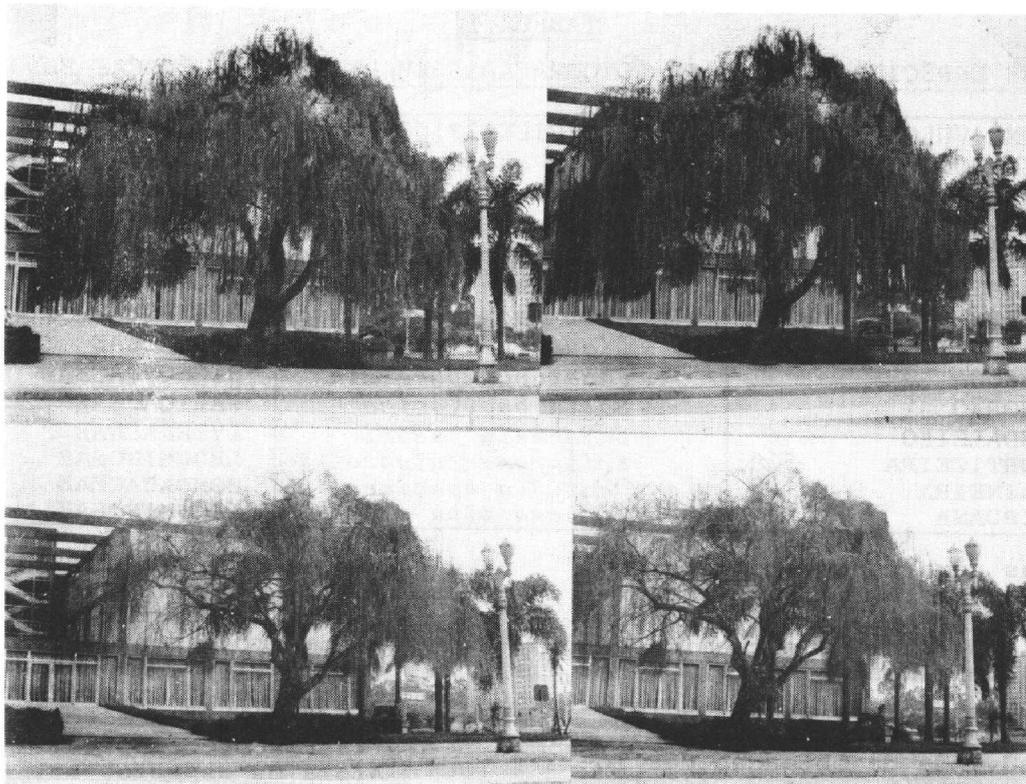


Fig. 1 - **CHORÃO (*Salix babilonica*)**: Estereogramas obtidos nas datas de 19/02/84 e 12/08/84, respectivamente com e sem folhas

para um melhor aproveitamento do quadro fotográfico.

A figura 3 evidencia fotografias frontais da árvore, porém como fundo aparecendo residências e prédios situados muito distantes do plano da árvore fotografada.

Evidentemente que, nos três exemplos apresentados, os efeitos são mais acentuados por serem árvores decíduas e fotografadas também em época de inverno, na qual as árvores perderam suas folhas.

As fotografias terrestres utilizadas nas aulas práticas de Dendrologia e Foto-Interpretação são do tamanho 9 cm por 12 cm e correspondem apenas às árvores constantes na relação da Tabela 1. As fotografias correspondentes de cada árvore, junto com as informações técnicas coletadas por ocasião da tomada das fotografias, são entregues individualmente a cada aluno para análise e observação através do estereoscópio de espelhos. Informações técnicas são ministradas aos alunos quanto ao processo de obtenção da referidas fotos e sua importância como material de apoio para as mencionadas disciplinas.

Em complemento, apenas para a disciplina de Foto-Interpretação Florestal as fotografias terrestres são utilizadas e analisadas em conjunto com as respectivas fotografias aéreas nas quais aparecem as árvores fotografadas. Esse material suplementar para a presente pesquisa foi possível devido a disponibilidade

das fotografias aéreas do recobrimento aerofotogramétrico das áreas urbanas da Região Metropolitana de Curitiba, realizado em 1985.

Para facilidade de análise conjunta de todo o material fotográfico disponível, nas fotografias aéreas dos nove diferentes pares estereoscópicos utilizados, já estão assinalados e devidamente numeradas as árvores constantes da tabela 1. Ver como exemplo a fig. 4 onde aparecem as árvores mostradas nas figuras 2 e 3.

Apesar que a escala 1:8.000 das fotografias aéreas facilita a caracterização individual das árvores da arborização das ruas, desde que adequadamente espaçadas, os alunos são solicitados a observar o par de fotografias aéreas com o estereoscópio equipado com a binocular de 3 vezes de aumento. A observação estereoscópica de uma pequena área da fotografia propicia uma maior atenção do aluno na interpretação e também na etapa posterior de tentativa de identificação do restante de vegetação existente nas vizinhanças da árvore assinalada na foto.

Entre os inúmeros aspectos que são discutidos com os alunos na aula prática na qual as fotografias terrestres e aéreas são usadas simultaneamente, o aspecto temporal não é esquecido. Os alunos são lembrados de que o material foi coletado em três diferentes épocas e que as fotografias aéreas retratam as árvores com abundante quantidade

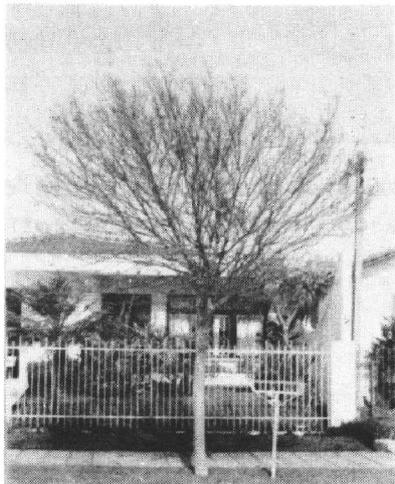
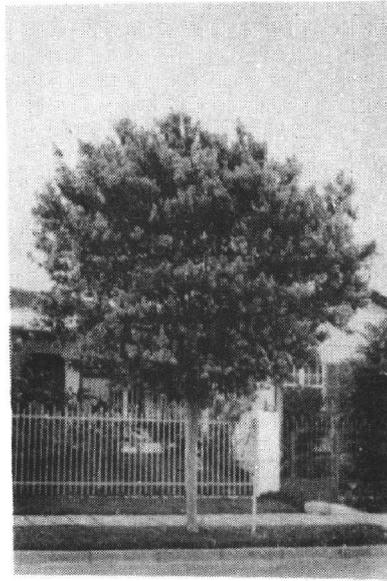
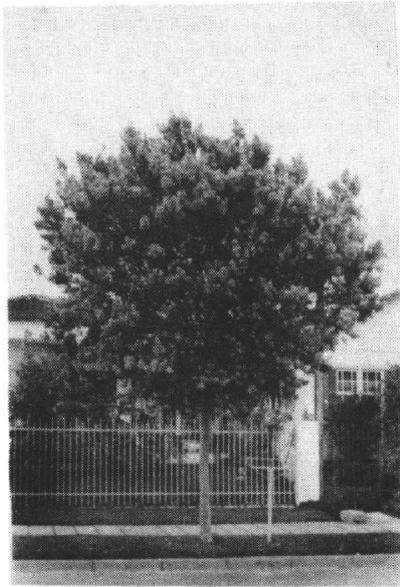


Fig. 2 - **EXTREMOSA (*Lagerstroemia indica*)**: Estereogramas obtidos nas datas de 19/02 / 82 e 21/06/84, respectivamente com folhas e flores e sem folhas

de folhas, pois foram obtidas em Novembro/85. Sob um ponto de vista ideal, cada época fenológica deveria ser caracterizada simultaneamente por fotografias terrestres e aéreas obtidas com pouco intervalo de diferença (digamos uma semana). Todavia, face à dificuldade prática de se obter o material, aos alunos são introduzidos o aspecto de análise multi-temporal.

Na aula prática das disciplinas, a reação dos estudantes tem sido extremamente favorável quanto ao manuseio e observação das fotografias estereoscópicas. O interesse ainda é maior devido ao objeto fotografado ser de conhecimento e motivo de estudo. Em complemento, os alunos são despertados para o benefício de pesquisa multidisciplinar dentro do mesmo Curso, uma vez que um dos objetivos desta pesquisa foi a obtenção de material didático para aula prática de disciplinas afins.

#### 4. CONCLUSÕES

O presente trabalho elaborado com base na obtenção de fotografias terrestres estereoscópicas com apenas uma câmara de fotografias 35 mm, permitiu como principais conclusões:

- a) O conhecimento fisionômico de treze espécies florestais da arborização de Curitiba, levando-se em conta a tomada de fotografias em situações fenológicas distintas;
- b) As fotografias estereoscópicas do tipo convergente e a base entre fotos de 1 metro resultou fotografias passíveis de serem observadas tridimensionalmente;
- c) Deve-se proceder a seleção do local da tomada das fotografias, assim como também evitar deslocamentos descontrolados para se obter fotografias estereoscópicas adequadas;

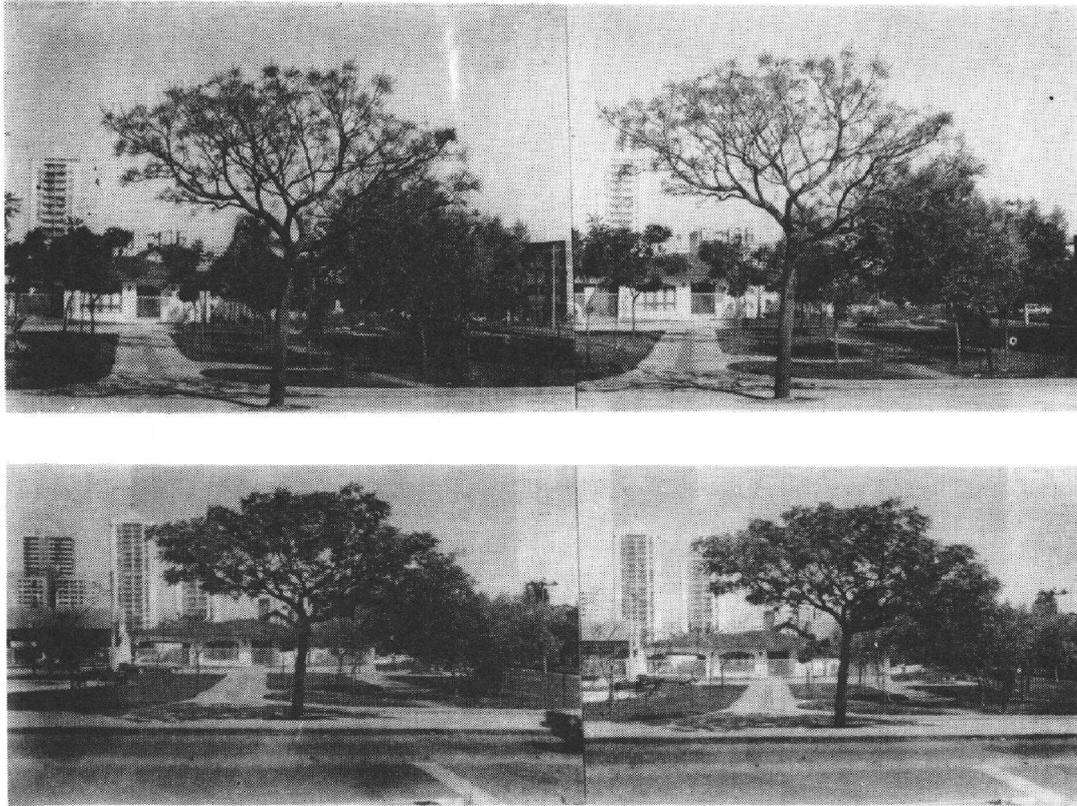


Fig. 3 - CINAMOMO (Melia azedarach): Estereogramas obtidos nas datas de 30/05/82 e 10/09/82, respectivamente sem folhas e com frutos, e com folhas e flores

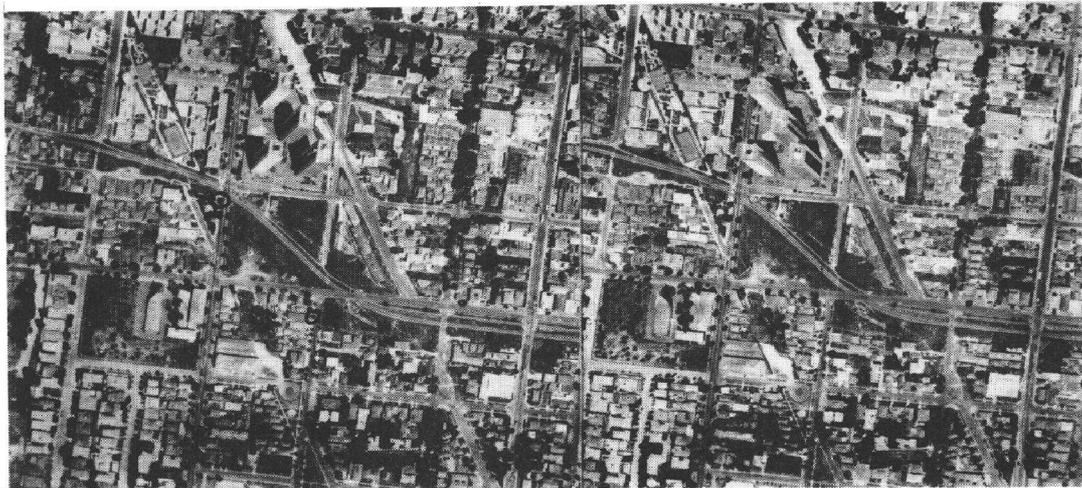


Fig. 4 - Estereograma elaborado a partir de fotografias aéreas verticais obtidas em Novembro de 1985, no qual está assinalado as árvores EXTREMOSA e CINAMOMO

- d) O produto fotográfico das espécies florestais selecionadas, pode ser considerado um ponto fundamental de apoio didático na orientação de alunos nas disciplinas de Fotointerpretação Florestal e Dendrologia;
- e) A escala das fotografias aéreas 1:8.000 permite a caracterização das árvores da arborização de ruas de Curitiba;
- f) A integração das fotografias terrestres com as fotografias aéreas, apesar da diferença de data de obtenção, motivou ainda mais os alunos para o aprendizado nas aulas práticas.

#### 5. AGRADECIMENTO

À AEROSUL S/A - Fotogrametria Sul do Brasil pelo fornecimento das fotografias aéreas utilizadas para aulas práticas.

#### 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AVERY, Thomas, E. Interpretation of Aerial Photographs. Burgess Publishing Company. Third edition, 1977, 392 pp.
- BERNSTEIN, David A. Constructing Stereograms. Photogrammetric Engineering, 34(4):370-374, 1968.
- MILANO, Miguel S. Avaliação e Análise da Arborização de Ruas de Curitiba-PR Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Universidade Federal do Paraná, Curitiba - Paraná, 1984, 130 pp. (Tese de Mestrado).
- RODERJAN, Carlos V. Árvores de Uso Corrente na Arborização de Ruas de Curitiba - PR. Trabalho apresentado no XXXVI Congresso Nacional de Botânica, em Curitiba - PR, 1985, 5p.
- STEIGERWALDT, Edward F. Stereotypes for Aerial Photo Interpreters. Journal of Forestry, 48:693-696, 1950.