

ATTILIO ANTONIO DISPERATI

**O USO DO ULTRALEVE PARA A OBTENÇÃO
MANUAL DE FOTOGRAFIAS AÉREAS (35MM)
VERTICAIS E INCLINADAS**

Tese para o Concurso de Professor Titular
do Departamento de Silvicultura e Manejo,
Setor de Ciências Agrárias, Universidade
Federal do Paraná.

**CURITIBA
1993**

ATTILIO ANTONIO DISPERATI

**O USO DO ULTRALEVE PARA A OBTENÇÃO
MANUAL DE FOTOGRAFIAS AÉREAS (35MM)
VERTICAIS E INCLINADAS**

Tese para o Concurso de Professor Titular
do Departamento de Silvicultura e Manejo,
Setor de Ciências Agrárias, Universidade
Federal do Paraná.

**CURITIBA
1993**

EPÍGRAFE

A nossa experiência de obtenção de fotografias aéreas de pequeno formato é proveniente de oito missões fotográficas efetivadas no estado do Paraná, das quais sete com avião e uma com helicóptero. As missões, por avião, foram executadas no período de 1985 a 1988 ... A missão fotográfica de helicóptero foi realizada em 1988 ... Reconhece-se a necessidade de ampliar a experiência prática de obtenção das fotografias aéreas e também de testar o uso do balão e do ultraleve.

A. A. Disperati, 1991, p. 21

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Mario Takao Inoue, do Departamento de Silvicultura e Manejo da Universidade Federal do Paraná (UFPR), pelo desenvolvimento e montagem do clinômetro e intervalômetro eletrônicos.

Ao aeromodelista Giulio Baraldi pela elaboração dos suportes manuais para as câmaras fotográficas 35 mm, intervalômetro e clinômetro eletrônicos.

Ao Prof. Carlos Velloso Roderjan, do Departamento de Silvicultura e Manejo da UFPR, e ao Eng. Florestal Álvaro de Paula Tramujas pela valiosa colaboração, durante os trabalhos de campo, para a identificação das espécies florestais.

A Eng. Florestal Walquiria Pizzato pela participação ativa nos trabalhos iniciais de campo em Tijucas do Sul.

Aos acadêmicos do Curso de Engenharia Florestal da UFPR, Amandio Fofano Júnior, Marcelo Morgado, e Marcio Machado pela ajuda e apoio na realização dos trabalhos de campo, fotointerpretação e análise dos dados.

Ao Sr. Evaldir Brandenburg, pela realização dos vãos fotográficos para a obtenção das fotos aéreas em Tijucas do Sul, e pela autorização do trabalho de campo no capão florestal de sua propriedade.

Ao Sr. João Batista de Souza pela permissão de frequentar o Graciosa Ultraleve Club de Curitiba, e o incentivo para realizar a pesquisa.

Ao Prof. Andrey Reinert, instrutor homologado de

ultraleve, pela troca de idéias e informações sobre os ultraleves e suas aplicações.

Ao Dr. Elygton Luiz Rosa pela realização dos vôos fotográficos visando ao teste dos suportes manuais.

Aos demais proprietários de ultraleve do Graciosa Ultraleve Club do Paraná pela realização de alguns vôos panorâmicos e pelo acesso às suas respectivas aeronaves.

Ao CNPq pela concessão de bolsa de pesquisa, no qual um dos tópicos era a avaliação do ultraleve como plataforma aérea para a tomada de fotografias aéreas de pequeno tamanho.

A minha esposa, Profa. Joensen Terezinha Lizott Disperati, do Departamento de Geografia da UFPR, pelo constante apoio, incentivo e suporte para a realização da presente pesquisa.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	vii
LISTA DE TABELAS.....	x
RESUMO.....	xi
ABSTRACT.....	xii
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 REVISÃO DA LITERATURA.....	8
2.1 SISTEMA FOTOGRÁFICO.....	8
2.2 FOTOGRAFIAS AÉREAS MANUAIS E SUPORTES MANUAIS PARA CÂMARAS.....	10
2.3 FOTOGRAFIAS AÉREAS INCLINADAS.....	13
2.4 ULTRALEVE.....	15
2.4.1 Histórico.....	15
2.4.2 Definições.....	18
2.4.3 Classificação.....	19
2.4.4 Utilizações.....	28
2.4.5 Fabricantes e preços.....	32
2.5 USO DO ULTRALEVE PARA A OBTENÇÃO DE FOTOS AÉREAS.....	34
3 METODOLOGIA.....	36
3.1 OBTENÇÃO DAS FOTOS AÉREAS COM UM MODELO DE ULTRALEVE.....	36
3.1.1 Material.....	36
3.1.2 Métodos.....	37
3.1.2.1 Áreas de estudo.....	37
3.1.2.2 Tomada das fotos.....	38
3.1.2.3 Fotointerpretação.....	40
3.2 CLINÔMETRO ELETRÔNICO E SUPORTE PARA UMA CAMARA.....	41

3.2.1	Clinômetro eletrônico.....	41
3.2.2	Suporte manual.....	42
3.3	INTERVALÔMETRO ELETRÔNICO E SUPORTE PARA DUAS CÂMARAS....	43
3.3.1	Intervalômetro eletrônico.....	44
3.3.2	Suporte manual.....	44
3.4	ANÁLISE DE DIVERSOS ULTRALEVES PARA A OBTENÇÃO DAS FOTOS.....	45
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	48
4.1	VÔOS EM TIJUCAS DO SUL.....	48
4.1.1	Mapeamento florestal da área urbana.....	58
4.1.2	Mapeamento florestal do capão.....	63
4.1.3	Considerações gerais.....	78
4.2	CLINÔMETRO ELETRÔNICO E RESPECTIVO SUPORTE.....	81
4.2.1	Suporte manual.....	81
4.3	INTERVALÔMETRO ELETRÔNICO E SUPORTE PARA DUAS CÂMARAS....	86
4.3.1	Suporte manual.....	88
4.4	ANÁLISE DE DIVERSOS ULTRALEVES.....	95
4.5	CONSIDERAÇÕES COMPLEMENTARES.....	108
5	CONCLUSÕES.....	111
6	RECOMENDAÇÕES.....	114
7	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	115

LISTA DE FIGURAS

1	CLASSIFICAÇÃO DOS ULTRALEVES.....	20
2	ULTRALEVE TERRESTRE E "MONOPLACE".....	22
3	ULTRALEVE "BIPLACE SIDE-BY-SIDE", DE SEGUNDA GERAÇÃO, MODELO MICROLEVE ML 300.....	22
4	ULTRALEVE "BIPLACE TANDEM", DE TERCEIRA GERAÇÃO, MODELO FOX II.....	24
5	ULTRALEVE, DE PRIMEIRA GERAÇÃO, EVIDENCIANDO OS ESTAIS, ASA ABERTA, "KING POST", MOTOR E HÉLICE.....	24
6	ULTRALEVE, DE SEGUNDA GERAÇÃO, FLYER GT, EVIDENCIANDO OS MONTANTES, PÁRA-BRISA E A ASA FECHADA.....	26
7	ULTRALEVE, DE TERCEIRA GERAÇÃO, FENIX, COM A HÉLICE E MOTOR NA FRENTE DAS ASAS.....	26
8	DIVERSAS PARTES DO ULTRALEVE FENIX.....	30
9	ULTRALEVE DE QUARTA GERAÇÃO, KITFOX III.....	30
10	ESQUEMA EM BLOCOS DO CLINÔMETRO ELETRÔNICO.....	42
11	ESQUEMA EM BLOCOS DO INTERVALÔMETRO ELETRÔNICO.....	44
12	FOTOÍNDICE RESULTANTE DO PRIMEIRO VÔO SOBRE O CAPÃO FLORESTAL.....	51
13	FOTOÍNDICE, DAS FOTOS VERTICAIS, DE TIJUCAS DO SUL.....	51
14	FOTOÍNDICE, DAS FOTOS INCLINADAS, DE TIJUCAS DO SUL.....	52
15	FOTOÍNDICE DE TIJUCAS DO SUL.....	52
16	FOTOÍNDICE DE FOTOS PANORÂMICAS FRONTAIS.....	54
17	FOTOÍNDICE, DO CAPÃO FLORESTAL, DO PRIMEIRO FILME DO TERCEIRO SOBREVÔO.....	54
18	FOTOÍNDICE, DO CAPÃO FLORESTAL, DO SEGUNDO FILME	

	DO TERCEIRO SOBREVÔO.....	56
19	FOTOÍNDICE, DO CAPÃO FLORESTAL, DO TERCEIRO FILME DO TERCEIRO SOBREVÔO.....	56
20	FOTOÍNDICE, DE PARTE DO CAPÃO FLORESTAL, RESULTANTE DA TERCEIRA LINHA DO QUARTO SOBREVÔO.....	57
21	MAPA FLORESTAL DE TIJUCAS DO SUL, MOSTRANDO AS FAIXAS DE VÔO E AS COPAS DAS ÁRVORES CONSIDERADAS.....	59
22	MAPA FLORESTAL DA PRAÇA CENTRAL DE TIJUCAS DO SUL.....	62
23	FOTOÍNDICE, COM FOTOS VERTICAIS, DA PRAÇA CENTRAL DE TIJUCAS DO SUL.....	62
24	FOTOÍNDICE, COM FOTOS INCLINADAS, DA PRAÇA CENTRAL DE TIJUCAS DO SUL.....	64
25	PARTE DE FOTO, VERTICAL E INCLINADA, EVIDENCIANDO TRÊS ESPÉCIES FLORESTAIS.....	64
26	ALGUMAS FAIXAS DE VÔO OBTIDAS DO CAPÃO FLORESTAL.....	67
27	MAPA FLORESTAL DO CAPÃO FLORESTAL.....	68
28	COPAS DE SETE ESPÉCIES FLORESTAIS DO CAPÃO FLORESTAL.....	74
29	DESENHO ESQUEMÁTICO DE COPAS DE ÁRVORES DO CAPÃO FLORESTAL.....	75
30	FOTOÍNDICE, DE FOTOS INCLINADAS, DO CAPÃO FLORESTAL.....	77
31	SUPORTE MANUAL PARA UMA CÂMARA 35 MM E UM CLINÔMETRO ELETRÔNICO.....	83
32	SUPORTE MANUAL COM O EIXO MAIOR DA CÂMARA TRANSVERSAL À LINHA DE VÔO.....	83
33	SUPORTE MANUAL POSICIONADO PARA A OBTENÇÃO DE FOTOS VERTICAIS.....	85
34	OBTENÇÃO DE FOTOS INCLINADAS.....	85
35	CAVAS DO RIO IGUAÇU.....	87
36	INTERVALÔMETRO ELETRÔNICO PARA ACIONAR DUAS CÂMARAS	

	FOTOGRAFICAS 35 MM.....	87
37	SUPORTE MANUAL PARA DUAS CÂMARAS 35 MM, UM CLINÔMETRO E UM INTERVALÔMETRO ELETRÔNICOS.....	90
38	SUPORTE MANUAL COM DUAS CÂMARAS POSICIONADAS TRANSVERSALMENTE À LINHA DE VÔO.....	90
39	FOTOÍNDICES DO GRACIOSA ULTRALEVE CLUB DO PARANÁ.....	92
40	FOTOS RESULTANTES DA UTILIZAÇÃO DO SUPORTE MANUAL EQUIPADO COM DUAS CÂMARAS 35 MM.....	92
41	UTILIZAÇÃO DO SUPORTE MANUAL, PARA DUAS CÂMARAS 35 MM, NO ULTRALEVE.....	94
42	REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DA POTENCIALIDADE DO FENIX PARA A TOMADA DE FOTOS PANORÂMICAS.....	98
43	ULTRALEVE, DE SEGUNDA GERAÇÃO, FLYER.....	98
44	POSIÇÃO DO FOTÓGRAFO NO ASSENTO DIANTEIRO DO FOX II PARA A OBTENÇÃO DE FOTOS VERTICAIS.....	103
45	FOTÓGRAFO OCUPANDO O ASSENTO TRASEIRO DO FOX II PARA A TOMADA DE FOTOS INCLINADAS.....	103
46	OBTENÇÃO DE FOTOS PANORAMICAS FRONTAIS NO FOX II.....	105
47	REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DA POTENCIALIDADE DO FOX II PARA FOTOS PANORÂMICAS.....	105
48	ULTRALEVE, DE TERCEIRA GERAÇÃO, CHALLENGER.....	106

LISTA DE TABELAS

1	CARACTERÍSTICAS DE DOIS ULTRALEVES, DE TERCEIRA GERAÇÃO, MODELO CHALLENGER.....	27
2	CARACTERÍSTICAS DE DOIS MODELOS DE ULTRALEVES DE QUARTA GERAÇÃO, MODELO ZENITH STOL.....	29
3	RELAÇÃO DE FABRICANTES E CUSTO ESTIMADO DE ULTRALEVE.....	33
4	CARACTERÍSTICAS DOS SOBREVÔOS EFETUADOS EM TIJUCAS DO SUL..	49
5	RELAÇÃO DE ESPÉCIES FLORESTAIS CONSIDERADAS, E A SUA FREQUÊNCIA, NA ÁREA URBANA DE TIJUCAS DO SUL.....	60
6	RELAÇÃO DE ESPÉCIES FLORESTAIS CONSIDERADAS NO CAPÃO FLORESTAL.....	69
7	DESCRIÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS DAS COPAS DE ÁRVORES DO CAPÃO FLORESTAL.....	70
8	POTENCIAL DO ULTRALEVE "BIPLACE SIDE-BY-SIDE" PARA FOTOS VERTICAL, INCLINADA E PANORÂMICA.....	96
9	POTENCIAL DO ULTRALEVE "BIPLACE TANDEM" PARA FOTOS VERTICAL, INCLINADA E PANORÂMICA.....	101

RESUMO

A presente pesquisa analisa o uso de ultraleves "biplace" para a tomada manual de fotos aéreas (35 mm) verticais e inclinadas. A pesquisa está dividida em três partes. A primeira parte relata a obtenção de fotos aéreas com uma câmara 35 mm, equipada com lente de 50 mm. Duas áreas localizadas no município de Tijucas do Sul foram selecionadas. A respectiva fotointerpretação foi desenvolvida visando o reconhecimento de espécies florestais. Para o sobrevôo foi usado o ultraleve "biplace side-by-side" FLYER GT, de segunda geração. A área urbana de Tijucas do Sul foi fotografada apenas uma vez, enquanto que um capão florestal, de oito hectares, foi fotografado em três datas diferentes e em escalas diferentes. Da área urbana, foram apresentadas fotos verticais e inclinadas caracterizando diversas espécies florestais. Do capão florestal, foram mostrados desenhos esquemáticos de 22 copas de árvores. A segunda parte da pesquisa testa um clinômetro e um intervalômetro eletrônicos, desenvolvidos para a técnica de fotos aéreas usando câmaras 35 mm e 70 mm. O clinômetro proporciona a obtenção de fotos com até quarenta e cinco graus de inclinação. O intervalômetro permite acionar, de modo programável ou manual, duas câmaras 35 mm. Dois suportes manuais foram construídos. Em um suporte era instalado uma câmara 35 mm e o clinômetro eletrônico. No outro eram instalados duas câmaras, o clinômetro e o intervalômetro eletrônicos. Ambos os suportes foram testados, com êxito, em voo com o ultraleve modelo FENIX, de terceira geração, para a tomada das fotos aéreas verticais e inclinadas. A terceira parte da pesquisa analisa cinco diferentes ultraleves, três "biplace side-by-side" (FENIX, MICROLEVE ML 300 e FLYER) e dois "biplace tandem" (FOX II e CHALLENGER), quanto ao modo, a posição e o espaço disponível para a tomada das fotos aéreas. Neles, a câmara ou o suporte pode ser posicionada manualmente fora da aeronave propiciando fotos verticais ou inclinadas ou então simplesmente mantendo a câmara próxima do rosto, resultando fotos inclinadas ou panorâmicas (laterais ou frontais). Todos os ultraleves testados propiciam a tomada de fotos verticais e inclinadas, mas apresentam restrições quanto às fotos panorâmicas. O ultraleve, desenvolvido para lazer e recreio, pode ser usado para a tomada manual de fotos aéreas, com câmaras de pequeno formato, de áreas de pequena extensão, nas quais a utilização do avião e câmaras aerofotogramétricas são inviáveis economicamente.

ABSTRACT

The present research analysis the microlight biplace in order to acquire hand-held 35 mm vertical or oblique aerial photographs. The research has three parts. The first part describes the acquisition of 35 mm aerial photos using a camera with 50 mm lens. Two different areas located in the municipio of Tijucas do Sul were selected. It was developed the photointerpretation related to the mapping of individual trees. The flight was done using the second generation microlight FLYER GT. The urban area of Tijucas do Sul was photographed only once, while the forest area ("capão florestal"), with 8 hectares, was covered three times, resulting surplus aerial photographs in different scales. For the urban area, it is presented vertical and oblique photos showing different forest trees species. For the "capão florestal", it is showed drawings of 22 crown trees based on the vertical photos. The second part of the research tested a clinometer and a intervalometer electronics, built for the small format technique using 35 and 70 mm cameras. The clinometer allows the acquisition of oblique aerial photos with until 45 degrees. The intervalometer allows to shot, either in manual or programmed ways, two different 35 mm cameras. Two different hand-held camera mounts were built. In one mount was installed one 35 mm camera and the clinometer. In the another mount, it was installed two 35 mm cameras, the clinometer and the intervalometer. The two mounts were sucessfully tested during flights done by the third generation microlight FENIX, for the acquisition of vertical and oblique aerial photos. The third part of the research evaluate five different microlights, three biplace side-by-side (FENIX, MICROLEVE ML 300, FLYER) and two biplace tandem (FOX II and CHALLENGER), related with the way and the available space to hand-held a 35 mm camera to acquire aerial photos. In those microlights, the camera and or the mount can be hand-held outside the aircraft for the acquisition of vertical or oblique photos, or the photographer can hold the camera, closed to the face, resulting oblique or panoramic photos (acquired by side or by front). With all the microlights tested it was possible to acquire vertical or oblique photos, but it presented also some restrictions related with panoramic photos. The microlight, built for fun and hobby, can be used to acquire 35 mm aerial photos of a small areas, in which the use of airplane and conventional photogrammetric cameras are impractical due the high cost.

1 INTRODUÇÃO

A atividade florestal, dentro do contexto de avaliação dos recursos naturais, é uma das principais usuárias das técnicas de sensoriamento remoto, que inclui as fotografias aéreas. Os maiores usuários florestais dessas técnicas estão envolvidos com manejo, silvicultura e conservação da natureza.

Como as áreas florestais geralmente ocupam extensa região territorial, o seu mapeamento (topográfico e temático) e monitoramento tornam-se muito demorados e de alto custo, se realizados por meio de trabalho de campo. Com a disponibilidade de fotos aéreas, essas tarefas são realizadas mais rápido e a um custo menor.

O uso da técnica citada teve seus primórdios na década de 1880 (SPURR, 1960, p. 349), sendo mais utilizada a partir do final da Segunda Grande Guerra Mundial (HELLER, 1985, p. 18). Atualmente, o seu uso está solidamente estabelecido e com valor e importância nitidamente compreendidos. Inclusive, muitos trabalhos florestais não poderiam ser realizados sem a utilização de fotos aéreas.

Um dos aspectos importantes no sensoriamento remoto é a obtenção das fotos aéreas. Para tal tarefa, são utilizadas câmaras aerofotogramétricas sofisticadas e aviões, ambos de alto custo de aquisição e de manutenção. Por isso, o recobrimento aerofotográfico de áreas pequenas (digamos 100 hectares) torna-se inviável por ser antieconômico. O valor do mapeamento e do monitoramento temático dessas áreas não podem ser relegados a

um segundo plano de importância.

Nas áreas pequenas poderiam ser realizadas, muitas vezes, pesquisas básicas ou aplicadas e, posteriormente, por apresentarem mérito e valor, poderiam ser estendidas para áreas maiores, regionais ou nacionais. Além disso, muitas vezes não se necessita do mapeamento ou monitoramento temático de extensas áreas contíguas, mas sim de específicos locais separados na mesma propriedade ou região. As imagens de satélite, face à sua resolução espacial, não são adequadas ao mapeamento detalhado de áreas pequenas.

Um modo de solucionar a dificuldade do aerorecobrimento fotográfico de áreas pequenas é a utilização da técnica de pequeno formato. Ela foi desenvolvida na década de 60 pelo canadense Victor G. Zsilinszki e caracterizava-se pela utilização de câmara 35 mm, resultando então as denominadas fotografias aéreas suplementares (ZSILINSZKI, 1969). Estas também podem ser denominadas de fotografias aéreas de pequeno formato (FAPEF), aliás denominação aceita universalmente e que caracteriza o uso de câmaras 35 mm ou 70 mm. Atualmente, essa técnica já é comum nos Estados Unidos, Canadá, Austrália e em alguns países europeus.

Segundo GOBA & SENESE (1992), sucessores de Zsilinszki, a referida técnica foi usada inicialmente como fonte suplementar de fotos aéreas para atualizar mapas de inventário florestal, devido às atividades de exploração e retirada da madeira, na província de Ontário. O intervalo de dez anos entre os recobrimentos aerofotogramétricos era demasiado longo para o manejo florestal local. Os mesmos autores citam vinte e quatro aplicações atuais desse tipo de fotos para a área Florestal,

oito para a atividade de Pesca & Vida Silvestre, nove para a aspecto de Terreno ("Lands"), três para Incêndios, seis para a atividade de Meio Ambiente e duas para a Recreação Exterior ("Outdoor Recreation").

Uma revisão ampla quanto ao uso e a obtenção das FAPEFs usando balão cativo, aeromodelo radiocontrolado, ultraleve, helicóptero e avião foi apresentada por DISPERATI (1991, cap. 5), mas com o enfoque da câmara ser instalada em um suporte na aeronave.

O modo mais elementar de obter as FAPEF é o de manter a câmara fotográfica manualmente no ultraleve, helicóptero ou avião. Isso pode ser uma outra solução alternativa para o recobrimento de áreas pequenas executada por pesquisadores e interessados que não possuem suporte para fixar a câmara na aeronave disponível.

Das cinco aeronaves discutidas por DISPERATI (1991, cap. 5), o ultraleve ainda não foi considerado para a proposição acima de manter a câmara manualmente. GRAHAM et al (1986) desenvolveram pesquisa inicial e marcante sobre a obtenção de FAPEF mas utilizaram um suporte para fixar a câmara no ultraleve, que era apenas de um assento. Nesse caso, o piloto também era o fotógrafo. O ultraleve é uma aeronave para capacidade máxima de dois assentos ("biplace").

Existe um crescente interesse em utilizar o ultraleve como substituto do avião em algumas atividades rurais. Os ultraleves são utilizados para : lazer e recreio, treinamento, inspeção de rebanhos, pulverização agrícola, patrulha, propaganda aérea e aerofoto. Para ressaltar o interesse, no Estado do Paraná estima-se um número aproximado de quatrocentos

ultraleves sendo que cento e vinte nas imediações de Curitiba.

Como mencionado anteriormente, existem diversas aeronaves usadas para a tomada das FAPEF. O ultraleve é apenas uma delas e não tem sido usada com frequência. Em termos nacionais, a sua utilização tem sido para a tomada de fotos ilustrativas por fotógrafos amadores ou profissionais, sem nenhuma preocupação técnico-científica.

Em se tratando de câmaras de pequeno formato e aeronaves tripuladas, a 35 mm e o ultraleve são os que apresentam menor custo de aquisição e de manutenção. Assim, eles representam a possibilidade mais simples e de custo mais baixo para a obtenção de fotos aéreas de áreas de pequena extensão. Nesse sentido, KILMAYER & EPP (1983) comentam que os cientistas e os responsáveis pelos recursos naturais necessitam de dados (informações) em curto espaço de tempo e a um custo baixo. Eles não estão interessados especialmente na exatidão/precisão métrica das fotos, mas sim no conteúdo/informações que elas contêm e que possam ser obtidas repetidamente.

A inclusão de fotos aéreas inclinadas se justifica pela visibilidade que os ultraleves oferecem.

Fotos obtidas sob um ângulo de inclinação maior do que três graus são consideradas como inclinadas. Tradicionalmente, o recobrimento aerofotográfico de uma área para o mapeamento topográfico ou temático é feito com fotos aéreas verticais. Existem técnicas de mapeamento topográfico usando fotos aéreas inclinadas, inclusive restituidores adequados para tal. De modo geral, as inclinadas são mais usadas para finalidade ilustrativa do que temática. DISPERATI (1992), além de comparar as fotos aéreas verticais e inclinadas, também apresenta os

aspectos geométricos, de retificação, e de obtenção das inclinadas, sendo este último relacionado exclusivamente com as FAPEF e para qualquer ângulo de inclinação.

Várias pesquisas analisaram o uso das FAPEF inclinadas obtidas manualmente para finalidades de mapeamentos temáticos. KIEFER (1970) analisou os efeitos da data de obtenção das FAPEF nos estudos fotointerpretativos de uso do solo, lagos e enchentes fluviais (e os conseqüentes danos às lavouras) usando filmes colorido normal e infravermelho. Algumas áreas selecionadas foram fotografadas em até vinte datas diferentes em um período de sete meses. As FAPEF foram obtidas simultaneamente com duas câmaras 35 mm montadas em um suporte manual.

HARRIS & HANEY (1973) discutiram as técnicas de FAPEFs inclinadas com câmaras 35 mm para estudos de natureza agrícola. JOHNSON & MULVANEY (1978) descreveram o uso das fotografias, resultantes de câmaras 35 mm e 70 mm, para estudos de manejo e de análise do meio ambiente de uma área específica de extração e moagem de urânio. TOZZINI (1984) determinou a extensão e os tipos dos danos causados por incêndios florestais em uma área de reflorestamento de *Pinus taeda* localizado no Estado do Paraná, através da interpretação de FAPEFs 35 mm coloridas e imagens MSS do Landsat 2.

A proposta básica da presente tese é avaliar o ultraleve "biplace", como plataforma aérea, para a tomada manual de FAPEF, do tipo vertical e inclinada, usando câmara fotográfica 35 mm. Na presente pesquisa avaliar tem o significado de obtenção prática das fotos, de fotointerpretação florestal detalhada, e de análise de diferentes tipos de ultraleve, quanto à

disponibilidade de espaço, para a tomada manual das citadas fotos. Ressalta-se ainda que a finalidade última das FAPEF é temática, no qual o conteúdo do material fotográfico é muito mais importante do que a precisão métrica que apresentam.

Uma vez demonstrado praticamente a possibilidade de obter FAPEF 35 mm adequadas para atividades de fotointerpretação florestal, como consequência natural do desenvolvimento da pesquisa, propõe-se o desenvolvimento de um clinômetro eletrônico e de um respectivo suporte manual que facilite a tomada de fotografias com específico ângulo de inclinação. Além disso, propõe-se um intervalômetro eletrônico para acionar, em intervalos de tempo iguais ou diferentes, de modo manual ou programável duas câmaras. Ambos os suportes, a serem desenvolvidos, poderão ser utilizados também em aviões de asa alta e em helicópteros.

1.1 OBJETIVOS

Os objetivos desta pesquisa utilizando câmaras 35 mm foram:

- a) Obter manualmente FAPEF, verticais e inclinadas, utilizando um modelo de ultraleve "biplace",
- b) Interpretar as fotos obtidas no item a) para aspectos didáticos e de fotointerpretação florestal detalhada,
- c) Desenvolver um clinômetro eletrônico para auxiliar na tomada de fotos aéreas com ângulo de inclinação inferior a quarenta e cinco graus,
- d) Desenvolver um suporte manual para um clinômetro eletrônico e uma câmara,
- e) Desenvolver um intervalômetro eletrônico para acionar,

de modo manual ou programável, duas câmaras fotográficas,

f) Desenvolver um suporte manual para duas câmaras, um clinômetro e um intervalômetro eletrônicos, objetivando à tomada de fotos aéreas,

e) Analisar o espaço disponível de diversos modelos de ultraleve "biplace", para a tomada manual de FAPEF verticais e inclinadas.

2 REVISÃO DA LITERATURA

A finalidade do presente capítulo é efetuar a revisão da literatura dos cinco assuntos básicos da presente pesquisa. Eles são : sistema fotográfico 35 mm, suporte manual para câmaras, fotos inclinadas, ultraleve e seu respectivo uso para obter as FAPEF. Desses assuntos, os dois últimos são os mais estranhos e exóticos para os envolvidos em Fotogrametria e Fotointerpretação. Por isso, a eles serão dedicados mais atenção do que aos outros dois, assuntos já conhecidos.

2.1 SISTEMA FOTOGRÁFICO 35 MM

O termo sistema fotográfico significa o uso de um tipo de câmara fotográfica, lente, filme e acessórios. A técnica de fotografias aéreas de pequeno formato utiliza sistema fotográfico 35 mm ou 70 mm.

As vantagens do uso dessas câmaras convencionais em relação às aerofotogramétricas podem assim ser resumidas : baixo custo de aquisição, utilização de quatro tipos de filmes fotográficos (preto e branco, colorido normal, infravermelho preto e branco e infravermelho colorido) e uso de diversos tipos de aeronaves como mencionados na Introdução. As principais desvantagens são : o pequeno tamanho do negativo resultando em um maior número de linhas de voo e, geralmente, a câmara por não ser calibrada dificulta estudos métricos.

GRAHAM & READ (1986, p. 48-49) comentam que a escolha do sistema 35 mm ou 70 mm depende do que usualmente estiver disponível. Entretanto, segundo eles, o sistema 35 mm possui

diversas características que o tornam valioso. São elas :

- a) baixo custo de aquisição de equipamentos e materiais;
- b) disponibilidade de filmes pancromáticos e coloridos;
- c) ampla variação de distância focal das lentes;
- d) ampla variação de filmes fotográficos;
- e) leveza e compactidade da câmara;
- f) excelentes objetivas (lentes);
- g) tecnologia de semicondutor : automática ou manual com prioridade do obturador ou diafragma;
- h) tecnologia moderna de emulsão do filme, propiciando excelente latitude, granularidade, qualidade colorida e sensibilidade. Dependendo do filme, é possível a ampliação em até cinquenta vezes;
- i) simplicidade e rapidez de processamento do filme;
- j) os negativos, diapositivos ou slides coloridos podem ser projetados para análise subsequente ou para retificação em cima de mapas.

Adicional aos aspectos acima, não se pode esquecer que, atualmente, com o uso de " scanners" é possível a conversão do conteúdo do filme ou da fotografia em dados para processamento digital através de microcomputadores pessoais. Os "scanners" são cada vez mais usados em sensoriamento remoto e nos sistemas de informações geográficas.

O termo câmara fotográfica 35 mm refere-se a um tipo particular de câmara que utiliza filme fotográfico resultando negativo individual, de cada exposição, de dimensões de 24 mm x 36 mm. O respectivo filme é conhecido também como filme 35 mm.

Devido ao formato retangular do filme 35 mm, a câmara pode ser posicionada com o seu eixo maior paralelo ou

transversal à linha de voo. Considerações sobre ambas as situações podem ser encontradas em ZSILINSZKY (1969) e DISPERATI (1991, cap.4).

2.2 FOTOGRAFIAS AÉREAS MANUAIS E SUPORTES MANUAIS PARA CÂMARAS

O maior argumento da obtenção de fotos aéreas manuais é que não se necessita de nenhum tipo de suporte para a instalação da câmara na aeronave. Isso propicia o uso da maioria das aeronaves tripuladas encontradas em Aero Clubs.

O fotógrafo simplesmente mantém a câmara na aeronave ou fora dela e, de modo mais adequado e seguro, obtém fotos aéreas que podem ser do tipo vertical ou inclinada, estereoscópica ou não. De um modo geral, existe maior facilidade de obtenção das fotos inclinadas do que das verticais.

As principais desvantagens de obtenção manual das fotos são : dificuldade em manter a câmara sempre na posição vertical ou com o mesmo ângulo de inclinação; posicionar adequadamente a câmara fora ou dentro da aeronave; não correção da deriva da aeronave.

No caso de utilizar-se apenas uma câmara fotográfica, preferencialmente equipada com "winder", não há necessidade de um suporte. Ele é necessário quando se deseja acoplar à câmara algum outro equipamento (exemplo : clinômetro eletrônico) ou quando se deseja utilizar simultaneamente duas câmaras fotográficas. Esses aspectos ocorrem na presente tese.

O clinômetro se justifica pela dificuldade do fotógrafo em posicionar a câmara fotográfica em determinado ângulo de inclinação, digamos 20 graus. Evidentemente, que com o clinômetro eletrônico e a câmara instalados em um suporte, o

fotógrafo, mesmo em condições adversas de voo, terá condições de colocar a câmara com a estabelecida inclinação assim como também em mantê-la durante a tomada seqüencial das fotos aéreas.

O segundo fator que acarreta a necessidade de suporte é o uso de duas câmaras fotográficas. Segundo CLEGG & SCHERZ (1975), para a avaliação dos recursos naturais, quase sempre é aconselhável obter simultaneamente fotos coloridas e infravermelho coloridas. Para isso são necessárias duas câmaras. Muitas aeronaves estão equipadas com apenas uma câmara, o que ocorre normalmente nas missões fotográficas de mapeamento topográfico, o que exige dois recobrimentos da mesma área. Isso introduz um intervalo de tempo, que pode ser de alguns minutos até dias, entre as fotos aéreas e também um custo adicional. Este problema é resolvido parcialmente com a instalação de duas câmaras no suporte.

O uso de duas ou mais câmaras, estando cada uma delas equipada com filme fotográfico, lente de diferente distância focal ou então filtro diferente, resulta em uma enorme possibilidade de pesquisas sobre a melhor combinação de lente/filme/filtro ou de determinação da escala ótima das fotos aéreas para determinado mapeamento temático. As pesquisas desse tipo, principalmente de combinação filme/filtro, usando as referidas fotografias aéreas, comumente denominadas fotografias multibandas, datam do início da década de 1960. Um breve histórico do desenvolvimento do sistema de câmaras multibandas (também denominadas câmaras multiespectrais) foi apresentado por FISHER & STEEVER (1973).

Comumente, duas câmaras 35 mm, dispostas lado a lado, têm sido instaladas em suportes manuais (KIEFER (1970), MINTZER &

DOWDY (1974) e MINTZER & SPRAGG (1978)). Apesar disso, FISHER & STEEVER (1973) além de desenvolverem um suporte manual para quatro câmaras 35 mm, mostraram como obtinham as fotografias, do tipo vertical, através da janela de um avião de asa alta.

No caso do suporte fixo e interno na aeronave, MARLAR & RINKER (1968) e ULLIMAN et al (1970) mostraram suportes para quatro câmaras 70 mm. WOODCOCK (1976) e ZSILINSZKY (1972a) também mostraram um suporte para duas (uma 35 mm e a outra 70 mm ou então duas 70 mm) e até três câmaras 35 mm, respectivamente.

Quando são utilizadas duas câmaras no suporte, manual ou não, pode existir a necessidade de um outro aparelho para controlar o intervalo de tempo entre as exposições. Esse aparelho é o intervalômetro eletrônico. Ele se justifica pela operacionalidade na tomada seqüencial das fotos aéreas, que é o caso do recobrimento aerofotográfico. A sua finalidade é acionar seqüencialmente a câmara em intervalo de tempo preestabelecido. Quando do uso de apenas uma câmara ou de duas sincronizadas e disparando ao mesmo tempo, sua necessidade pode ser questionável, uma vez que o fotógrafo pode acionar a câmara no tempo certo. Porém, para duas câmaras, funcionando em diferentes intervalos de tempo, sua presença é fundamental.

Um excelente exemplo da situação acima comentada é dado por ZSILINSZKY (1972b) ao comentar o problema da amostragem aérea florestal utilizando fotos aéreas em escala grande. Nessa escala (exemplo de 1:2.500 apresentado pelo autor) árvores ou outros detalhes podem ser examinados e medidos individualmente. Mas a cobertura florestal em tais fotos não mostram, geralmente, detalhes do terreno para a identificação exata do local. Este problema pode ser resolvido, simples e economicamente, por meio

de duas câmaras 35 mm utilizando, respectivamente, uma lente olho de peixe (distância focal de 7,5 mm) e uma lente 55 mm.

BENSON et al (1984) mostraram um intervalômetro eletrônico, do tipo profissional, capaz de acionar até quatro câmaras de pequeno formato.

Algumas câmaras modernas, de pequeno formato, já possuem o intervalômetro embutido, bastando o fotógrafo registrar, apenas, o intervalo de tempo (em segundos) desejado.

2.3 FOTOGRAFIAS AÉREAS INCLINADAS

As fotos aéreas inclinadas, apesar de ocuparem um lugar secundário nas atividades rotineiras de Aerofotogrametria e Fotointerpretação, são de valor para estudos de natureza temática. Os quatro exemplos apresentados na Introdução evidenciaram a sua utilização ampla e genérica. Entretanto, em nenhum deles foi dada atenção ao ângulo de inclinação com que foram tomadas, visto que a principal finalidade era ilustrativa e de documentação (registro).

Em um estudo recente, NIEDZWIEDZ & GANSKE (1991) destacaram a tomada de fotos aéreas com 45 graus de inclinação, em vôos de baixa altura (150 m do solo) para analisar as modificações da linha d'água e do solo nas margens de seis lagos no município de Oconto, em Wisconsin, nos Estados Unidos. O tamanho das áreas de estudo variaram de 8,7 a 396 hectares. Entretanto, nenhum aparelho foi usado para posicionar a câmara com tal ângulo de inclinação.

De uma maneira geral, quando se deseja efetuar o mapeamento temático de áreas de pequena extensão (digamos um hectare) ou então apenas obter fotos ilustrativas, não se

necessita muita atenção para o ângulo de inclinação. Porém, para o mapeamento temático de áreas mais extensas, é aconselhável efetuar um adequado planejamento de voo, com ênfase ao ângulo da tomada das fotos. Nesse caso, as fotos inclinadas poderão ser do tipo baixo ou alto, no caso de aparecer ou não a linha do horizonte, respectivamente. Considerações sobre as vantagens e desvantagens desses tipos de fotos inclinadas foram apresentadas por DISPERATI (1992, cap 1).

Uma das situações ideais de obtenção de FAPEF inclinadas é quando se tem uma aeronave (ultraleve, helicóptero ou avião de asa alta) à disposição, mas não se tem um suporte para a fixação da câmara, e é preciso efetuar o mapeamento temático da área. Nesse caso, uma das soluções adequadas seria efetuar o recobrimento aerofotográfico obtendo as fotos inclinadas. Desse tipo de cobertura podem resultar, ainda, fotos com determinado recobrimento longitudinal e lateral (se necessário), assim como pode também ser preciso que as linhas de voo sejam efetuadas de modo paralelo. Um dos aspectos importantes desse planejamento seria a decisão quanto ao ângulo de inclinação da câmara fotográfica.

Uma vez estabelecido o ângulo de inclinação, o uso do clinômetro eletrônico facilitaria a tomada manual das fotografias durante o recobrimento aerofotográfico. Além disso resultaria em um material fotográfico mais consistente para a interpretação, uma vez que as inclinação das fotos seria quase que a mesma.

A obtenção desse tipo de fotos, incluindo considerações sobre a trajetória da linha de voo, parâmetros para o recobrimento aerofotográfico e a determinação das variações das

variações da escala fotográfica foi detalhada por DISPERATI (1991, cap. 5).

2.4 ULTRALEVE

O presente item contém informações gerais sobre o ultraleve. Atualmente existe uma variedade muito grande de tipos e modelos que podem ser usados para diversas atividades, além de servir como plataforma aérea para a obtenção de fotos aéreas. O conhecimento sobre algumas de suas características torna mais fácil a análise das vantagens e das limitações desse tipo de aeronave para a tarefa de aerolevanteamento.

2.4.1 Histórico

O desejo de voar é um dos antigos sonhos do homem. Desde o momento que nossos antecessores observaram o vôo dos pássaros e insetos, o desejo de voar tornou-se motivo de especulações e sonho. Aproximadamente dois terços de todas as criaturas vivas podem voar, mas o homem permanece ligado à terra.

A fase de especulação sobre o " vôo humano" encerrou-se em 5 de junho de 1783 com a primeira demonstração através de balão pelos irmãos franceses Montgolfiers. O aperfeiçoamento do "mais leve do que o ar" conduziu ao desenvolvimento do dirigível e, finalmente, do avião.

É importante lembrar que o primeiro vôo com avião ("mais pesado do que o ar"), em demonstração pública, foi realizado pelo brasileiro Alberto Santos-Dumont em 12 de novembro de 1906. A partir de então, novos progressos ocorreram, inclusive com o desenvolvimento de diversos outros tipos de aeronaves

(helicóptero, foguetes, naves espaciais, etc), que atualmente fascinam e extrapolam a imaginação da maioria das pessoas.

A origem dos atuais ultraleves advém dos primórdios da aviação. Todo o empenho, dedicação, tecnologia e arte usados no desenvolvimento do avião evidentemente serviram para o desenvolvimento do ultraleve. O antecessor dessa aeronave foi desenvolvido por Alberto Santos-Dumont. Em 1907, ele construiu um pequeno monoplane de asa alta, que pesava 110 kg, equipado com motor de dois cilindros com 20 CV de potência, atingindo a velocidade de 77 km/h. Em 1909, este monoplane foi aperfeiçoado.

Para a estrutura do modelo, o brasileiro utilizou bambu e seda envernizada ("silk"), enquanto nos ultraleves atuais são usados tubos de alumínio e tela de barco impermeável ("dracon"). Aliás, as características atuais de um ultraleve não diferem muito do modelo desenvolvido por Santos-Dumont, que na época recebeu a denominação de "Demoiselle" (e em inglês "Dragonfly").

O desenvolvimento dos ultraleves atuais deve-se a dois americanos : Francis M. Rogallo e John Moody. Rogallo, que trabalhava na NASA, em 1951 patenteou um novo tipo de asa (aerofólio) que apresentava um formato obtuso em forma de V, que foi a centelha para o ressurgimento dos planadores manuais ("hand gliders"), atualmente os conhecidos asa delta. A asa desenvolvida por Rogallo era fácil de ser construída com "dracon" e tubos de alumínio e, devido a isso, deu origem ao esporte do asa delta na década de 1970.

É interessante mencionar algumas características do voo com asa delta, na realidade um planeio, uma vez que são

utilizadas apenas as correntes de ar existentes na atmosfera. O praticante do referido esporte inicia o seu voo, lançando-se do topo de morros, encostas, "cliffs", edifícios. A trajetória do voo, isto é, movimentos para cima, para baixo, para a direita, para a esquerda, são comandados através do deslocamento do corpo e da barra de direção. O pouso deve ser realizado em local plano e apoiado nas pernas.

Um acontecimento importante em direção ao desenvolvimento do ultraleve ocorreu nos Estados Unidos em 1973. O americano, John Moody, adquiriu um asa delta e, apesar de inúmeras tentativas, não conseguiu êxito em seus voos, permanecendo poucos minutos no ar. Por isso, em março de 1975, ele o equipou com um motor (10 CV de potência) e hélice. Com isso, obteve sucesso na sua tentativa, mostrando, assim, a possibilidade de voar; por um meio seguro e prático, utilizando equipamentos baratos e simples. " Eu não pensei em reinventar o aeroplano. Eu queria apenas voar e me divertir", comentou Moody com um escritor (MARDEN, 1983, p. 202).

Em setembro de 1975, exibindo seu aparelho, ele efetuou um voo de aproximadamente 26 km de extensão. A notícia de tal acontecimento espalhou-se rapidamente pelo seu país e pelo mundo, dando assim oportunidade a outras pessoas, além de realizarem seu sonho de voar com equipamentos simples e baratos; contribuírem para o aperfeiçoamento de tal aeronave (asa delta motorizado). Desde então, diversos tipos, modelos e categorias de aparelhos, foram construídos e utilizados, principalmente como meio de recreio e lazer.

MARDEN (1983, p. 202) compara esse acontecimento de 1975 com o voo pioneiro, marco histórico da aviação, realizado

pelos irmãos Wright em 1903.

Uma etapa posterior evolutiva do desenvolvimento desses aparelhos simples foi o "trike", considerado transicional entre o asa delta motorizado e o ultraleve. Dele fazem parte o trem de pouso (geralmente constituído de três rodas) e um assento para o piloto. Essas características adicionais, além de propiciarem maior conforto ao piloto durante o voo, facilitam sobremaneira a decolagem e o pouso.

Essas aeronaves são muito utilizadas nos países europeus, e com um crescente número de adeptos e entusiastas devido principalmente ao pouco espaço necessário para a sua hangaragem. Em um hangar de dimensões 12 m por 20 m, é possível guardar seis ultraleves, enquanto esse número passa para setenta "trikes"

O aperfeiçoamento dos "trikes" associado à instalação das superfícies de comandos manuais, a saber : aileron, leme de direção e profundor, tornaram essas aeronaves mais sofisticadas e muito parecidas com os aviões mais simples. Desse modo, surgiu o termo ultraleve, que é devido ao pouco peso da aeronave, se comparado aos aviões convencionais. Para os ultraleves, além da restrição da capacidade máxima para duas pessoas, existem outras, como : peso vazio, velocidade máxima, capacidade do tanque de combustível, etc.

2.4.2 Definições

Em muitos países existe uma regulamentação aeronáutica específica para o operação de aeronaves. No Brasil, existe o Regulamento Brasileiro de Homologação Aeronáutica do Ministério da Aeronáutica e que, através de Norma (NSMA 58-103), estabelece os procedimentos para a operação de aeronaves ultraleves. A

referida norma foi publicada em 19 de agosto de 1991, em substituição a anterior de 15 de setembro de 1988.

Com base na citada Norma, são válidas as seguintes definições:

a) **ultraleve básico** : aeronave monomotor, de asa fixa, com no máximo dois assentos, obedecendo simultaneamente às seguintes limitações :

1) peso vazio máximo igual a 230 kgf, para equipamentos terrestres e igual a 260 kgf para equipamentos aquáticos ou anfíbios;

2) carga alar com peso máximo menor ou igual a 28 kgf/m²;

3) velocidade de estol sem motor menor ou igual a 57 km/h, na configuração de pouso e na combinação mais crítica de peso e centro de gravidade.

b) **ultraleve avançado** : aeronave monomotor, de asa fixa, com no máximo dois assentos, obedecendo simultaneamente às seguintes limitações :

1) peso vazio máximo igual a 300 kgf;

2) carga alar com peso máximo menor ou igual a 38 kgf/m²;

3) velocidade de estol, sem motor, menor ou igual a 57 km/h, na configuração de pouso e na combinação mais crítica de peso e centro de gravidade.

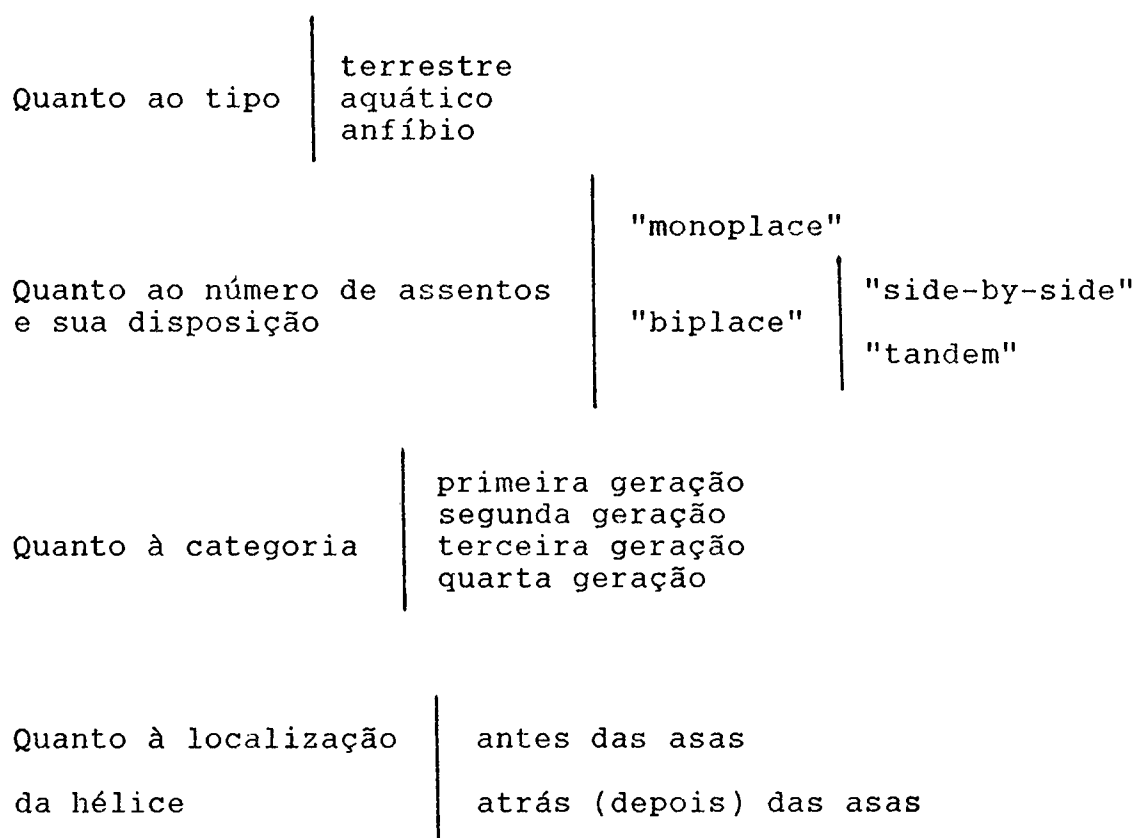
c) **peso vazio máximo** : compreende o peso da aeronave acrescido de lastro fixo, equipamento mínimo exigido, óleo total, fluido hidráulico e líquido de refrigeração do motor, quando aplicáveis.

2.4.3 Classificação

Existem diversas maneiras de classificar (figura 1) os

ultraleves, como : quanto ao tipo, quanto ao número de assentos e suas posições, quanto à categoria e quanto à posição da hélice. Considerações serão feitas a seguir sobre cada um deles.

FIGURA 1 - CLASSIFICAÇÃO DOS ULTRALEVES



Os ultraleves, quanto ao tipo, podem ser classificados em: terrestres, aquáticos e anfíbios. Essa classificação se refere quanto ao local de pouso e decolagem.

No ultraleve terrestre (figura 2), a presença do trem de pouso faz com que sua decolagem e pouso sejam efetuados na superfície terrestre. O tipo aquático, por possuir flutuadores, tem o pouso e decolagem em superfícies aquáticas, isto é, rios, lagos e oceanos. O tipo anfíbio pode ser terrestre e aquático, simultaneamente. Segundo as definições apresentadas no item 2.2., os ultraleves básicos terrestres e aquáticos ou anfíbios podem pesar (peso vazio máximo) até 230 kgf e 260 kgf, respectivamente.

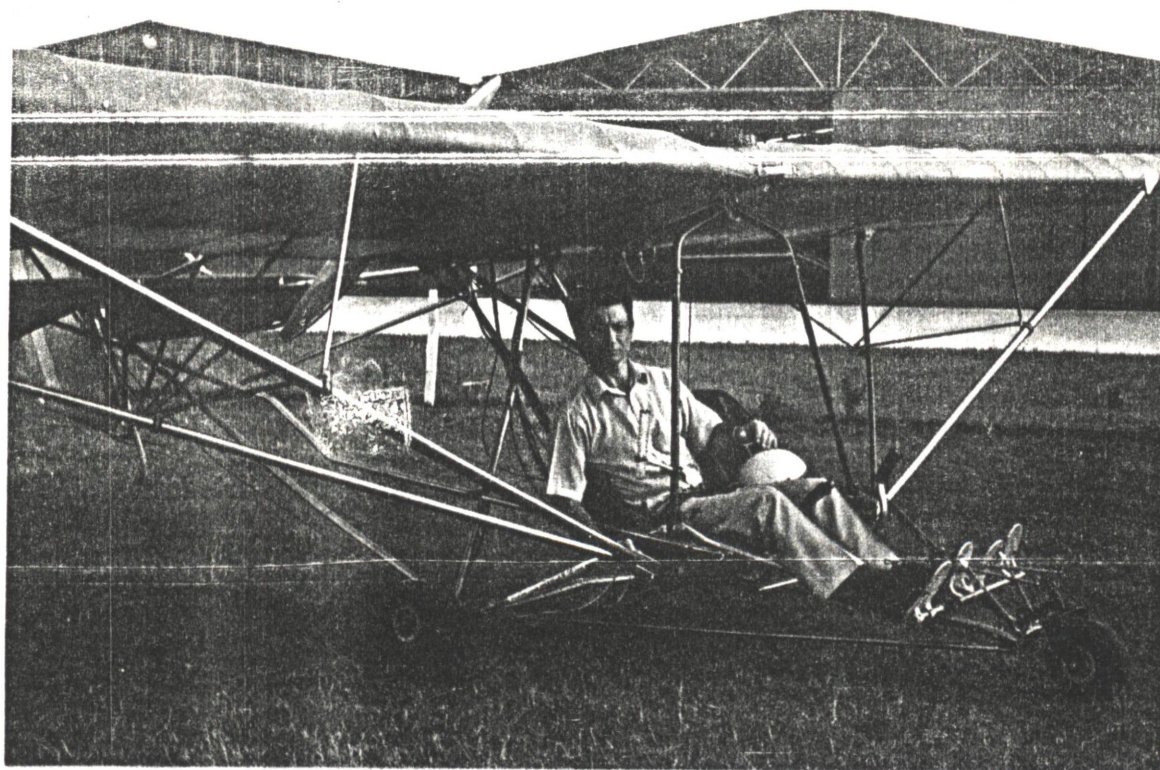
O segundo modo de classificação diz respeito ao número de assentos e a sua disposição. Existe o ultraleve "monoplace" (um assento) (figura 2) e o "biplace" (dois assentos). Para a última situação, os assentos podem ser colocados lado a lado ("side-by-side") (figura 3) ou em fila, comumente denominado "tandem" (figura 4). Os modelos "monoplace" e "biplace" podem ser terrestres, aquáticos ou então anfíbios.

O terceiro modo de classificação diz respeito à categoria em que se enquadra. Isso se relaciona a diversos fatores inerentes à aeronave, como : estrutura, tipo de asa, presença ou não de flaps, instrumentação existente e peso. Os ultraleves podem ser classificados em quatro categorias. Pelas definições apresentadas anteriormente, os de primeira, segunda e terceira geração têm um peso vazio máximo de até 230 kgf ou 260 kgf, se terrestres ou aquáticos/anfíbios, respectivamente. Os de quarta geração, denominados ultraleves avançados, podem ter um peso vazio máximo de até 300 kgf.

FIGURA 2 - ULTRALEVE TERRESTRE E "MONOPLACE"



FIGURA 3 - ULTRALEVE "BIPLACE SIDE-BY-SIDE" DE SEGUNDA GERAÇÃO,
MICROLEVE ML 300



Antes de analisar as diversas gerações de ultraleves, é oportuno ressaltar que a citada classificação pode ser alterada. Algumas pessoas consideram o "trike" como a primeira geração de ultraleve, existindo assim cinco gerações. Na presente publicação serão consideradas apenas quatro gerações de ultraleve.

Os ultraleves de primeira geração se referem aos primeiros modelos construídos e são mais simples, se comparados com os produzidos atualmente. Eles são de estrutura aberta e estaiada. O termo estrutura diz respeito ao tipo de asa e a aeronave. A asa aberta significa que a parte superior é curva e revestida, mas a inferior é plana e geralmente não revestida. A aeronave aberta significa que não é cabinada, não existindo, nem total ou parcialmente, a cobertura da cabine do piloto.

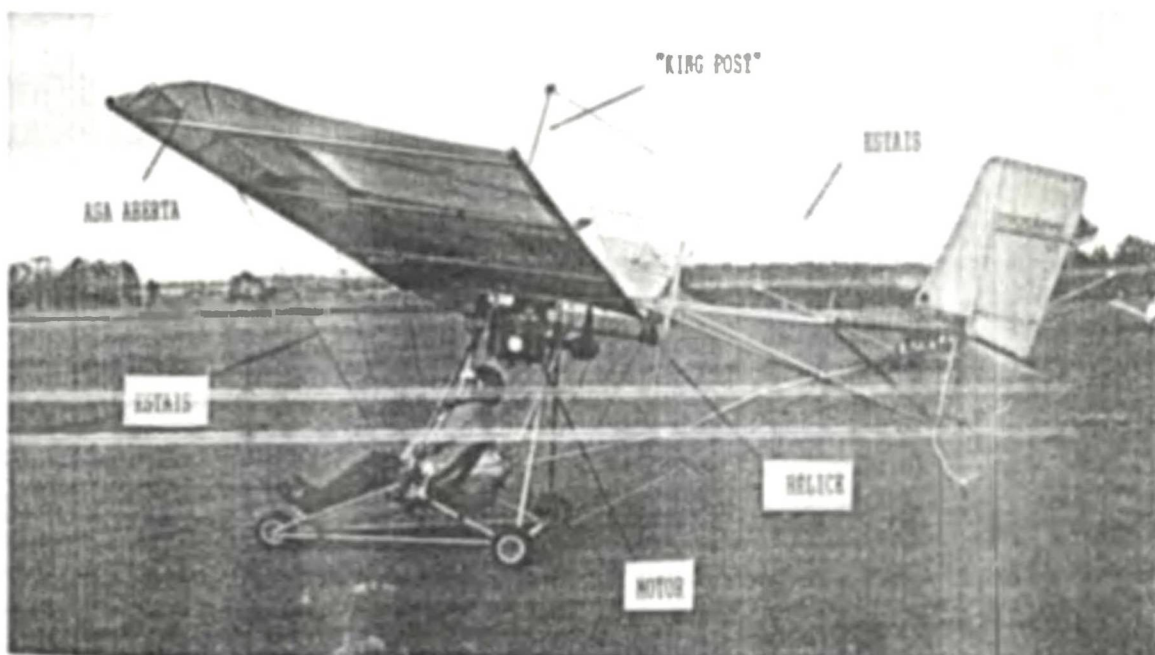
As superfícies de comandos existentes no ultraleve de primeira geração são três : aileron, leme de direção e profundor. Essas superfícies primárias, juntamente com o motor, constituem o conjunto mínimo necessário para a realização de um voo perfeito e seguro, sem nenhum risco de acidente, a não ser por falha do piloto ou falha mecânica.

A estrutura básica do ultraleve é feita de tubo de alumínio e as asas são recobertas por "dracon", aliás características da maioria dos modelos existentes. Entretanto, nos modelos de primeira geração, se observa a presença do "king post", que é uma barra situada acima das asas, de onde saem os cabos de aço (estais) que mantêm as asas. Outros estais também saem da parte inferior das asas para a estrutura básica do ultraleve. A figura 5 mostra um ultraleve de primeira geração no qual são assinalados os estais, a asa aberta e o "king post".

FIGURA 4 - ULTRALEVE "BIPLACE TANDEM" DE TERCEIRA GERAÇÃO.
FOX II



FIGURA 5 - ULTRALEVE, DE PRIMEIRA GERAÇÃO, EVIDENCIANDO OS
ESTAIS, ASA ABERTA, "KING POST", MOTOR E HÉLICE



Os de segunda geração apresentam montantes e asa fechada. Os montantes, feitos também de tubos de alumínio, substituem os estais e o " king post". A asa fechada (também denominada aerofólio) significa que a parte superior da asa é curva e a inferior é plana e ambas revestidas. Isso implica que a asa é completa no sentido aerodinâmico, propiciando uma maior sustentação durante o voo. Esse tipo de asa é tradicional nos aviões.

Os de segunda geração podem ser cabinados (total ou parcialmente). Alguns possuem instrumentos, como : altímetro e bússola. A figura 6 ilustra um modelo dessa categoria, no qual são assinalados os montantes e a carenagem que recobre parcialmente a cabine do piloto.

Os de terceira geração possuem, como característica básica, a presença de flaps, superfície secundária cuja função é aumentar a sustentação das asas e, conseqüentemente, do voo. Além disso, podem apresentar outros recursos mecânicos complementares, como o estabilizador de voo. Geralmente, esses ultraleves possuem mais instrumentos do que os de segunda geração e também a presença de um painel de instrumentos, mostrando entre outras coisas a carga da bateria, número de horas de voo. Esses ultraleves podem ser total ou parcialmente cabinados.

As figura 7 e 8 mostram um ultraleve de terceira geração, visto de diferente posição, e evidenciando algumas partes. A tabela 1 apresenta as especificações de dois modelos de terceira geração.

Os de quarta geração são os mais avançados tecnicamente e se assemelham muito aos aviões convencionais de asa alta. A

FIGURA 6 - ULTRALEVE DE SEGUNDA GERAÇÃO, FLYER GT, EVIDENCIANDO OS MONTANTES, PÁRA-BRISA E A ASA FECHADA

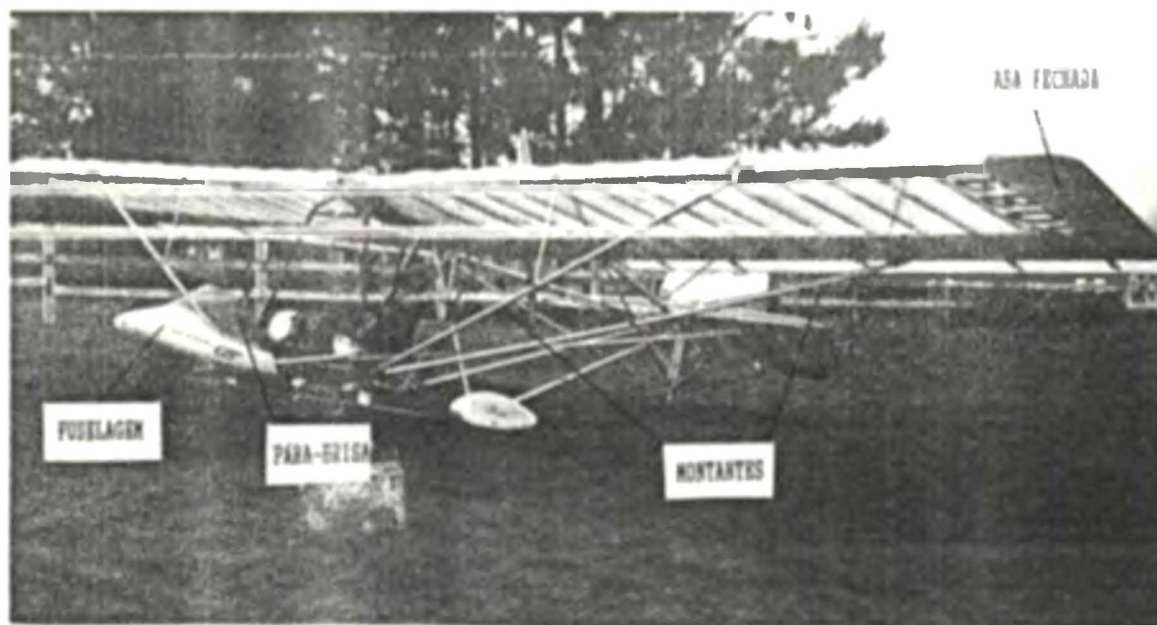


FIGURA 7 - ULTRALEVE DE TERCEIRA GERAÇÃO, FENIX, COM A HÉLICE E MOTOR NA FRENTE DAS ASAS



TABELA 1 - CARACTERÍSTICAS DE DOIS ULTRALEVES, DE TERCEIRA GERAÇÃO, CHALLENGER

ESPECIFICAÇÕES	"MONOPLACE"	"BIPLACE"
Comprimento da asa	9,60 m	9,60 m
Corda da asa	1,40 m	1,70 m
Area da asa	13,44 m ²	16,32 m ²
Peso vazio	115,0 kg	136,0 kg
Peso máximo	227,0 kg	363,0 kg
Carga alar/peso máximo	16,90 kg/m	222,0 kg/m ²
Stall sem flaps	40,00 km/h (25 mph)	53,00 km/h (35 mph)
Stall com flaps	35,00 km/h (22 mph)	48,00 km/h (30 mph)
V.N.E.	128,75 km/h (80 mph)	160,94 km/h (100 mph)
Capacidade de combustível	20,00 lts	20,00 lts
Razão de planeio	10:1 a 64 km/h (40 mph)	11:1 solo / 9:1 dual a 64 km/h (40 mph)
Fator de carga	+ 6 G - 4 G	+ 6 G - 4 G
Motores	ROTAX 377 ou ROTAX 477	ROTAX 477
Potencia	35 HP , 40 HP	40 HP
Hélices (madeira)	52 x 32 , 52 x 34	52 x 34
Desempenho (nível do mar)		
Velocidade de cruzeiro	104 km/h , 113 km/h	105 km/h (65 mph)
Velocidade máxima	120 km/h , 127 km/h	120 km/h (75 mph)
Razão de subida	240 m/min, 270 m/min	180 m/min (700 fpm)
Distância de decolagem	38 m , 30 m	100 m (310 ft)
Distância de aterrisagem	45 m , 45 m	60 m (200 ft)
Consumo de combustível	7,2 l/h , 8,0 l/h	8,0 l/h (2,2 gph)
Autonomia / Vôo cruzeiros (tanque 20 l)	265 km , 260 km	235 km (127 N.M.)

maioria deles são totalmente cabinados e possuem maior autonomia de voo do que os de categoria inferior. Podem ter instrumentos de motor (exemplo: manômetro de gasolina, contágiros, medidor de consumo), de navegação (exemplo : bússola, relógio), de voo (altímetro, velocímetro, horizonte artificial) e de avião (exemplo : indicador de quantidade de gasolina, termômetro de ar externo). Evidentemente, que por possuírem mais facilidades e se assemelharem aos aviões, são os mais caros, quase se equiparando em custo aos modelos simples de aviões.

A tabela 2 mostra as características de dois modelos de ultraleve avançado. A figura 9 mostra o modelo Kitfox III, considerado de quarta geração.

O quarto e último modo de classificação diz respeito à posição da hélice. Existem duas situações diferentes. Na primeira situação, a hélice está situada na frente das asas, ou mais precisamente na frente da junção das asas (ver figura 7). De modo geral, o motor situa-se também acima da junção das asas. No modelo inicial de ultraleve desenvolvido por Santos-Dumont, em 1907, a hélice estava situada na frente das asas.

Na segunda situação, a hélice encontra-se atrás (depois) das asas (ver figura 5). Dependendo do ultraleve, o motor pode situar-se acima ou abaixo das asas. Em alguns, o conjunto motopropulsor (motor e hélice) pode estar colocado atrás do assento do piloto, como o caso do "trike".

2.4.4 Utilizações

Atualmente, os ultraleves têm sido utilizados para diversos fins, como : lazer, treinamento, inspeção de rebanhos, pulverização agrícola, patrulha, propaganda aérea e aerofoto.

TABELA 2 - CARACTERÍSTICAS DE DOIS MODELOS DE ULTRALEVES, DE
QUARTA GERAÇÃO, ZENITH STOL

CARACTERÍSTICAS	MODELO CH - 701	MODELO COMMUTER
Motor	Rotax 582 2 tempos Refrigeração a água 66 HP dupla ignição eletrônica	Rotax 912 4 tempos Refrigeração a água 80 HP dupla ignição eletrônica
Peso vazio	230 kg	270 kg
Carga útil	250 kg	250 kg
Pista	35 m	35 m
Velocidade MAX	135 km/h	165 km/h
CRUZ	120 km/h	145 km/h
MIN	35 km/h	42 km/h
Capacidade tanque	Normal 42 lts Extras 56 lts TOTAL 98 lts	80 lts 56 lts 136 lts
Autonomia	Normal 01:40 hs extras 04:00 hs	06:00 hs 10:00 hs
Alcance	Normal 170 km extras 480 km	870 km 1.400 km

FIGURA 8 - DIVERSAS PARTES DO ULTRALEVE FENIX

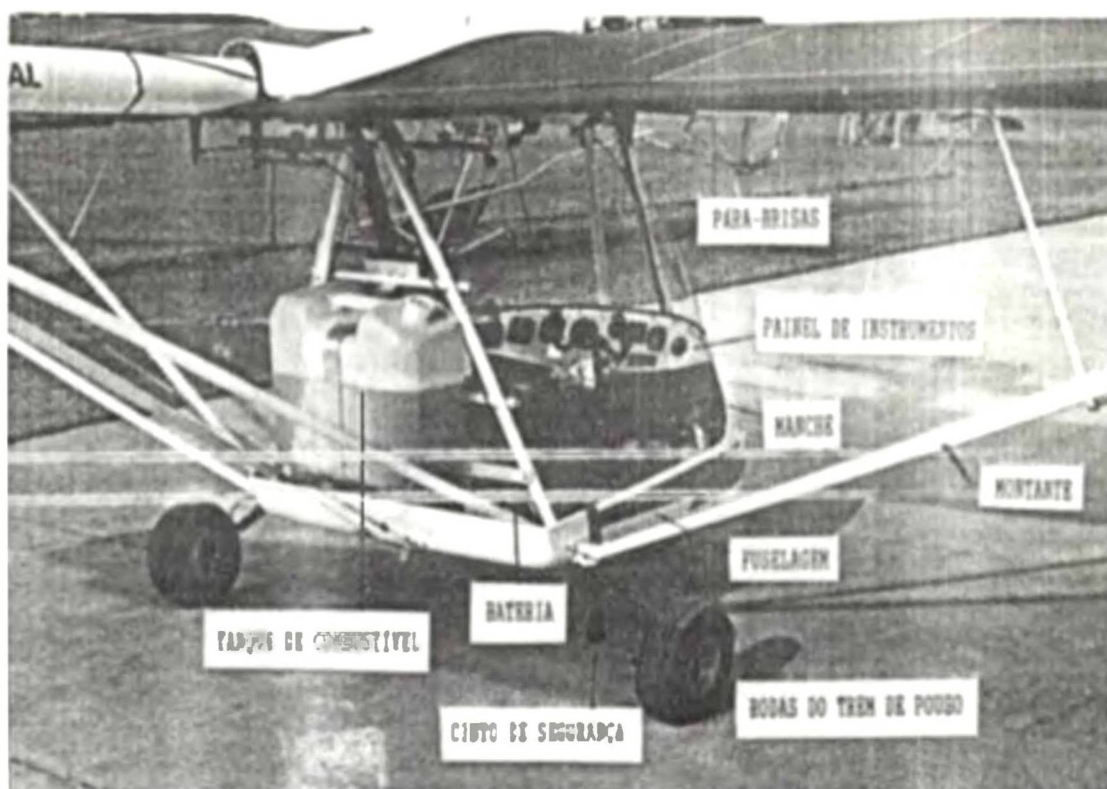


FIGURA 9 - ULTRALEVE DE QUARTA GERAÇÃO, KITFOX III



Do ponto de vista histórico, o ultraleve foi desenvolvido para esporte e lazer (ver item 2.4.1). Isso tanto é verdade que em alguns modelos de terceira geração está gravado no painel de instrumentos a seguinte informação : A aeronave aqui identificada não satisfaz o regulamento brasileiro de homologação aeronáutica (RBHA - 404) sendo o voo por conta e riscos próprios e somente para recreio e lazer .

A utilização mais comum e usual é como lazer e recreio. Em Curitiba existem quatro Clubes de Ultraleve (Graciosa Ultraleve Clube do Paraná, Ultraleve do Paraná, Delta Club de Ultraleve, Ultraleve Clube de Curitiba) localizados próximos uns dos outros e numa região plana (Piraquara e São José dos Pinhais) da cidade. A atividade mais intensa nesses clubes se verifica nos finais de semana, sendo comum a presença de diversos ultraleves estacionados fora do hangar ou em voo nas imediações. De maneira geral, os voos para lazer e recreio são efetuados no início ou no final do dia, face às condições atmosféricas mais estáveis, principalmente o fator vento.

A utilização da citada aeronave para treinamento de piloto é facilmente explicada, visto que para a qualificação monoplace de piloto desportivo ultraleve básico, o candidato deverá ter completado, pelo menos, oito horas de voo, sendo seis horas de voo em duplo comando e duas horas de voo solo. Para a qualificação "biplace" de ultraleve, essa exigência passa para vinte horas de voo solo. Tais valores contrastam com o tempo médio de quarenta horas de voo em avião convencional para se qualificar para piloto privado de avião. Além disso, o custo de aquisição do ultraleve é inferior ao do avião, ensejando assim a possibilidade de mais pessoas adquirirem sua

aeronave.

Uma outra utilização diz respeito à inspeção de rebanho e patrulha em áreas rurais, principalmente nas propriedades extensas ou localizadas em regiões com baixa densidade populacional. O ultraleve também tem sido utilizado em pulverização agrícola, particularmente o de quarta geração.

MARDEN (1984, p. 213) comenta o uso de ultraleve para patrulhamento policial e de vigilância de áreas públicas. Nesse caso, o piloto deve estar equipado com um rádio transmissor/receptor para efetuar a comunicação com os carros policiais em patrulha nas imediações.

Uma outra utilização é para a propaganda aérea. O modo mais comum tem sido o de desenhar, transcrever ou colocar faixa com o nome do produto ou da empresa no dorso das asas. O reboque de faixas, comum por meio de aviões, apesar de ser possível com o ultraleve, não tem sido muito utilizado.

O ultraleve também tem sido usado, algumas vezes, como plataforma aérea para a obtenção de fotos aéreas e que será comentado no item 2.5.

2.4.5 Fabricantes e preços

No Brasil existem diversos fabricantes de ultraleves, assim como diversos representantes de empresas estrangeiras. A tabela 3 apresenta a relação de alguns desses fabricantes e representantes, como também o local da sede e o preço (em dólares americanos) dos modelos fabricados. Ressalta-se que o preço é apenas estimativa, podendo sofrer alteração em função dos acessórios incluídos e de política da própria empresa.

TABELA 3 - RELAÇÃO DE FABRICANTES E CUSTO ESTIMADO DE ULTRALEVE

NOME DA EMPRESA	LOCALIDADE	MARCA DO ULTRALEVE	PREÇO ESTIMADO EM US\$
Flyer	Sumaré - SP	FLYER GT (segunda geração)	16.000,00
PENIX Indústria Aeronáutica Ltda	São Paulo-S.P.	PENIX U - 201 (terceira geração)	17.000,00 (motor Rotax) 14.000,00 (motor VW)
Vector Ultralight, Indústria e Comércio	Jacaré - SP	FOX II (3a geração) FOX V4 (3a geração)	18.000,00 20.000,00
CHALLENGER- Indústria Comércio de Aeronaves Ltda	Gama - DF	Challenger (terceira geração)	19.400,00 (standard)
Microleve	Jacarepaguá - RJ	ML 400 série 1.000 (quarta geração)	21.500,00
EAGLE - Importação e Comércio de Ultraleves Ltda	Curitiba - PR	Zenith St01, modelo CH - 701 (quarta geração)	40.000,00
Paulistar	São Paulo - SP	Paulistar (quarta geração)	27.000,00
COAER- Construção, Comércio e Manutenção de Aeronaves	Curitiba - PR	KITFOX III (quarta geração)	32.000,00 (motor Rotax) 42.000,00 (motor 4 tempos)
EDRA HELICENTRO Peças e Manutenção Ltda	Ipeúna- S.P.	Hidroplano PEYREL (quarta geração)	30.000,00

2.5 USO DO ULTRALEVE PARA A OBTENÇÃO DE FOTOS AÉREAS

Existem poucos artigos relacionados com o uso do ultraleve como plataforma aérea para a tomada de fotos aéreas usando câmaras de pequeno formato. Devido à capacidade máxima para dois passageiros e ao pouco espaço disponível, é praticamente difícil a instalação de uma câmara aerofotogramétrica convencional em um ultraleve.

DISPERATI (1991, cap. 5) analisou detalhadamente o uso do ultraleve para a obtenção de FAPEFs através da utilização de suporte para manter a(s) câmara(s). Além de uma coletânea de exemplos aplicativos relacionados à arqueologia, engenharia florestal, análise de áreas urbanas e rurais, incluíram-se considerações sobre as vantagens e desvantagens da aeronave. As vantagens apresentadas na utilização do ultraleve foram: baixo custo de aquisição, transporte e a pequena distância para decolagem e aterrissagem, baixa velocidade de voo e treinamento do piloto. As desvantagens foram : vibração, velocidade do vento e áreas não permitidas para voo.

CRISCO (1985) comenta que não foi adequado ou prático o uso da referida aeronave para obter fotos aéreas em escala grande visando operações fotogramétricas. A finalidade das fotos era a determinação de coordenadas geodésicas de determinados pontos no terreno, por meio de técnicas fotogramétricas semi-analíticas. Os motivos do insucesso residem no fato dos ultraleves serem muito sensíveis a ventos e outros distúrbios atmosféricos. Entretanto, o autor não informou qual o tipo de câmara e ultraleve utilizados.

GRAHAM et al (1984, 1985) utilizaram o termo levantamento aéreo com pequeno formato por meio do ultraleve ("small format

microlight surveys").

WALKER (1985) apresentou, para as condições norte-americanas, os custos de aquisição e de hora operacional (sem incluir o do piloto) do helicóptero, avião e ultraleve. Os custos de aquisição foram 25, 6 e 1 unidades, respectivamente. Enquanto, que os custos da hora operacional foram 20, 3 e 1 unidades, respectivamente.

3 METODOLOGIA

O presente capítulo descreve a metodologia utilizada para demonstrar a viabilidade prática e, também, potencial do ultraleve, para a obtenção manual de FAPEF 35 mm verticais e inclinadas. Ela é apresentada através de quatro tópicos.

3.1 OBTENÇÃO DAS FOTOS AÉREAS COM UM MODELO DE ULTRALEVE

O presente item descreve os materiais e os métodos utilizados para a tomada manual de FAPEF através de um modelo de ultraleve de segunda geração. As respectivas fotografias foram interpretadas visando à elaboração de mapa florestal detalhado.

3.1.1 Material

O material utilizado para o voo fotográfico foi :

a) Duas câmaras fotográficas 35 mm.

Uma câmara era a CANON F1 equipada com uma lente de 50 mm, filtro UV (ultravioleta) e "winder" (motor), e a outra YASHICA FXD equipada com lente 50 mm ou 28 mm e "winder". Ambas as câmaras tinham alças proporcionando, assim, maior segurança durante a tomada das fotos aéreas.

b) Filmes fotográficos 35 mm, com diferentes exposições, da marca KODAK e de sensibilidade 100 ASA;

c) O ultraleve "biplace side-by-side", modelo FLYER (figura 6). O piloto ocupava o assento esquerdo, enquanto o fotógrafo o assento direito, isto é, de modo similar ao de ocupação pelo motorista e passageiro em um carro nacional.

Para a fotointerpretação foram utilizados :

a) Um estereoscópio de espelho Wild ST3 equipado com binocular de 3 vezes de aumento.

b) Transparência de retroprojeção colocada em cima de fotografias aéreas alternadas de cada linha de voo.

3.1.2 Métodos

3.1.2.1 Áreas de estudo

Dois locais foram selecionados para a tomada das fotografias. A escolha deu-se em função da proximidade da pista de pouso e decolagem da base, ou melhor, de onde o ultraleve estava hangarado. Os locais se referem à área urbana de Tijucas do Sul e a uma área florestal, aliás capão florestal, localizado no município de Tijucas do Sul. A cidade estava a aproximadamente 10 km da pista de pouso, enquanto o capão florestal estava a apenas 500 metros da pista.

A cidade de Tijucas do Sul está localizada a 70 km sul de Curitiba. Segundo dados do censo do IBGE de 1991, a população da cidade era de 9.759 habitantes. A topografia da cidade é relativamente plana e com altitude média de 920 metros.

O capão florestal, com uma área aproximada de 8 hectares, está localizado na Fazenda Karuatã, no município de Tijucas do Sul. Estas são as coordenadas geográficas centrais do capão : latitude 25º 50' 15" S e longitude 49º 11' 20" W.

A área da fazenda, como um todo, apresenta um relevo plano a suave ondulado e, embora se localize próximo à Serra do Mar, sua altitude média está próxima de 1.000 m. A topografia no capão é plana.

Segundo o mapa de LEVANTAMENTO DE RECONHECIMENTO DOS SOLOS DO ESTADO DO PARANÁ publicado em 1981, a área da fazenda

apresenta uma associação de solos orgânicos álicos mais cambissolo álico proeminente, textura indiscriminada, substrato sedimentos recentes ambos fase campo floresta subtropical de várzea.

Atualmente, o capão florestal é uma floresta secundária com araucárias. A maior parte da fazenda tem como principal uso o pasto. Comparando-se as fotografias obtidas com às datadas de 04 de junho de 1980 na escala 1:25.000, conclui-se que o capão está inalterado no tocante a sua forma. Ele, de formato de uma "bota", é atravessado por uma estrada, no seu sentido maior, quase ao meio.

No capão há um grande número de espécies decíduas, principalmente as mirtáceas. A altura média das árvores é 10 m, sendo encontradas algumas com 16 m, entre elas o carvalho brasileiro e canela. Existe uma grande diversidade de espécies nativas, sendo muito comum várias mirtáceas como a guabiroba, caingá, miguel-pintado, capororoca, sapopema, carvalho-brasileiro e várias canelas como a imbuia, guaiacá, amarela etc. Algumas caúnas, vassourão preto, além de grande abundância de pinheiro-bravo (*Podocarpus*) predominantemente na bordadura e araucárias. Estas últimas não ultrapassam 15 metros de altura. Pelas observações locais estima-se a idade da floresta superior a 100 anos.

3.1.2.2 Tomada das fotos

Decidiu-se recobrir fotograficamente os locais estabelecidos em apenas uma linha de voo.

A altura de voo estabelecida para a tomada das FAPEF verticais foi de 400 metros. Isso implicava que as fotos, no

negativo, estivessem em escala de 1:8.000 e, quando ampliadas para o tamanho convencional de 10 cm x 15 cm, resultavam na escala de 1:2.000.

As fotos aéreas convencionais do voo aerofotogramétrico do Estado do Paraná realizado em 1980, de número 48237 e 49551, em escala 1:25.000, serviram de base para a realização dos planos e mapas de voo para o capão florestal e a cidade, respectivamente.

No tocante à tomada das FAPEF inclinadas, nenhum plano de voo foi estabelecido, visto a dificuldade de se posicionar e manter a câmara em um determinado ângulo de inclinação.

A velocidade de voo estabelecida durante a tomada das fotos estereoscópicas foi de 50 milhas/hora, necessitando o intervalo de tempo de 3,4 segundos.

O método de obtenção manual das FAPEF foi simples, bastando, apenas, o fotógrafo manter a câmara fora da aeronave, na posição vertical ou inclinada e acionar a câmara em intervalos de tempo predeterminados.

Uma vez atingido o local de tomada de fotografias, e a aeronave na altura e na linha de voo estabelecidos, o fotógrafo colocava a câmara fora do ultraleve e em posição um pouco mais baixo do que o assento. E, quando estivesse posicionado sobre o ponto de exposição número 1, estabelecido no mapa de voo, iniciava a tomada das fotografias com intervalos de tempo pré-determinado.

Para efeito de segurança do voo, não se carregou nenhum material adicional, além de câmaras e filmes fotográficos. A troca do filme fotográfico era efetuada em pleno voo.

Terminado o voo fotográfico, os filmes usados na missão

eram entregues em um laboratório fotográfico comercial, em Curitiba, para revelação, ampliação e cópia dos negativos em papel de tamanho 10 cm x 15 cm. Este tamanho foi o adotado visto ser o resultante do processo de revelação automática de filmes 35 mm, disponível em diversos laboratórios fotográficos, efetuado em uma hora, no mínimo.

3.1.2.3 Fotointerpretação

De posse das cópias das fotos aéreas, a etapa seguinte era a fotointerpretação florestal, realizada com o intuito de delimitar as copas das árvores individuais. A fotointerpretação foi do tipo visual e direta. As áreas densas de copas de árvores não foram consideradas, visto não ser necessária a elaboração de um mapa com tipologia florestal abrangente.

A fotointerpretação foi feita em cima de transparência de retroprojeção colocada em cada fotografia alternada da linha de vôo, usando os elementos de reconhecimento, como : cor, textura, formato da copa, altura, etc . Terminada a tarefa, elaborava-se um mapa florestal e um mosaico não controlado, que serviram de apoio para a etapa seguinte : a do trabalho de campo. A escala do mapa florestal e do mosaico era a mesma das fotos aéreas ampliadas.

Intenso trabalho de campo foi efetuado, nos dois locais considerados, para eliminar as dúvidas de interpretação e também para identificar as copas delineadas. Nos casos de dúvida de identificação das árvores no campo, foi coletado material dendrológico para futura identificação no Laboratório de Dendrologia do Curso de Engenharia Florestal. As dúvidas ainda restantes, foram solucionadas mediante a colaboração do Museu

Botânico de Curitiba.

Em toda a etapa fotointerpretativa, procurou-se efetuar sempre uma comparação entre as fotos verticais e as inclinadas e selecionar exemplos característicos.

3.2 CLINÔMETRO ELETRÔNICO E RESPECTIVO SUPORTE PARA UMA CÂMARA

3.2.1 Clinômetro eletrônico

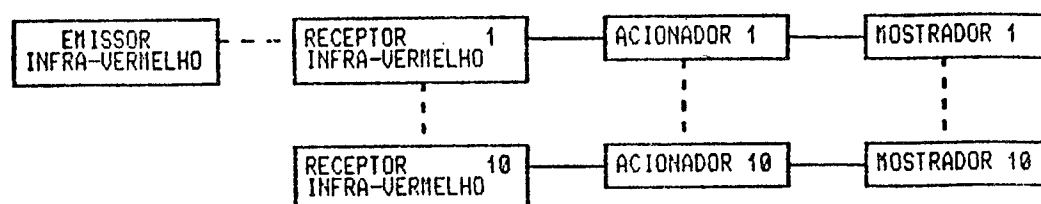
Foi desenvolvido um clinômetro para ser usado com câmaras de pequeno formato. O referido aparelho eletrônico, que é também mecânico, facilita a tomada de fotos com específico ângulo de inclinação intervalado de 5 graus, tendo o alcance de 0 a 45 graus. Por isso, o clinômetro facilita também a tomada de fotos verticais.

O clinômetro eletrônico baseia-se no princípio do pêndulo, com sensores nos devidos locais. Assim, trata-se de um aparelho mecânico-eletrônico. Tanto a parte fixa, como o pêndulo propriamente dito, são feitos em PVC rígido, conferindo ao aparelho a devida estabilidade física e elétrica.

Os sensores, tanto o emissor como o receptor, são componentes em estado sólido, sensíveis à luz infravermelha. Como "drivers", foram utilizados transistores que acionam diodos emissores de luz (LED), que servem como indicadores angulares. Devido à posição dos sensores, a leitura angular pode ser feita não somente de forma discreta, com valores de 5 graus, como também ser estimada em valores intermediários de 2,5 graus.

Na figura 10 pode ser visto o esquema em blocos do clinômetro.

FIGURA 10 - ESQUEMA EM BLOCOS DO CLINÔMETRO ELETRÔNICO



Uma bateria de 9 V fornece a energia elétrica para o funcionamento do aparelho. Ela foi inserida em um compartimento interno, independente do conjunto mecânico-eletrônico, e permitindo a troca de maneira fácil e rápida.

3.2.2 Suporte manual

Um suporte manual foi elaborado visando à utilização conjunta do clinômetro eletrônico com uma câmara fotográfica 35 mm equipada com um "winder" (motor). A presença do motor evita que o fotógrafo tenha de posicionar manualmente a próxima exposição do filme.

A câmara fotográfica, do tipo 35 mm, fornece um negativo em formato retangular (24 mm x 36 mm) e a sua maior dimensão pode ser colocada em posição longitudinal ou transversal à linha de vôo. Para atender essas duas situações, o suporte foi elaborado de maneira a manter a câmara fotográfica fixa e alterar a posição do clinômetro eletrônico.

O suporte foi feito com barras de alumínio de formato L.

3.3 INTERVALÔMETRO ELETRÔNICO E SUPORTE MANUAL PARA DUAS CÂMARAS

Foram desenvolvidos um intervalômetro eletrônico e um suporte manual.

No suporte são instaladas duas câmaras 35 mm, o clinômetro eletrônico e o intervalômetro eletrônico. Este último pode acionar as câmaras de modo manual ou programável.

3.3.1 Intervalômetro eletrônico

O intervalômetro eletrônico desenvolvido é do tipo programável, possibilitando registrar o intervalo de tempo entre os disparos automáticos da câmara. Isto implica que as câmaras estejam equipadas com o motor.

O disparo automático de câmaras dotadas de motor dá-se mediante o fechamento do circuito acionador do "winder". Cada marca de câmara possui características elétricas próprias, o que dificulta a universalização de acionadores. O aparelho foi desenvolvido para acionadores eletro-mecânicos com impedância devidamente estabelecida para cada tipo de câmara. Para o caso da câmara CANON F1 a impedância era de 9 V enquanto para a YASHICA FXD era de 1,5 V.

Os acionadores funcionam segundo temporizadores programáveis entre 1 e 20 segundos. Cada câmara pode ter o seu disparo programado separadamente. O controle do número de fotos obtidas é feito mediante um contador digital, proveniente de uma calculadora de bolso. Ela é parte integrante do intervalômetro. A contagem de fotos pode ser feita tanto ascendente como descendentemente.

Quando não utilizada para a contagem do número de fotos

obtidas, a calculadora pode ser usada independentemente.

O intervalômetro permite o acionamento de duas câmaras fotográficas em quatro modos diferentes :

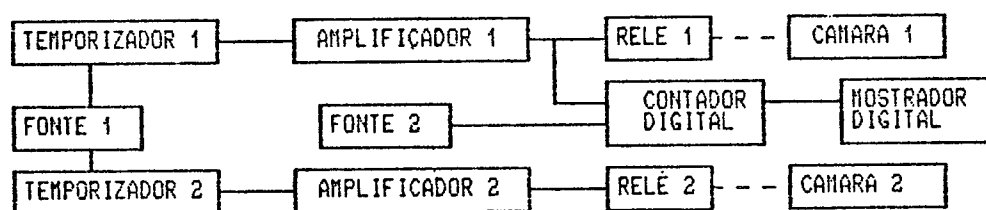
a) as câmaras acionadas simultaneamente segundo o intervalo programado;

b) as câmaras acionadas segundo o intervalo programado para cada uma;

c) as câmaras acionadas manualmente, de modo simultâneo ou independente.

A figura 11 representa o esquema em blocos do intervalômetro.

FIGURA 11 - ESQUEMA EM BLOCOS DO INTERVALÔMETRO ELETRÔNICO



Uma bateria de 9 V supre a energia elétrica para o funcionamento do intervalômetro. Ela é colocada fora do aparelho o que facilita o acesso e a troca.

3.3.2 Suporte manual

Um suporte manual foi elaborado especialmente para

utilizar duas câmaras fotográficas 35 mm, o intervalômetro e o clinômetro anteriormente comentados.

O suporte manual foi feito com barras de alumínio chatas de 38 x 6 mm. Também foram usados pedaços de barras de alumínio de formato L, nas dimensões de 38 x 38 x 3 mm, como cantoneiras visando dar maior consistência e rigidez ao suporte.

Quatro empunhadeiras de alumínio foram instaladas no suporte adequando-o para uso nas duas posições diferentes em relação à linha de voo.

Os disparadores (acionadores) manuais das câmaras fotográficas estão instalados nas proximidades das quatro empunhadeiras. Próximo do acionador, colocado no lado esquerdo, existe uma outra chave, tipo liga-desliga, com a qual são iniciados os disparos das câmaras no modo programável.

Para maior segurança durante a tomada manual das FAPEF, o suporte é mantido ao fotógrafo por um sistema de alças.

3.4 ANÁLISE DE DIVERSOS ULTRALEVES PARA A OBTENÇÃO DAS FOTOS

Diversos modelos e tipos de ultraleves foram analisados visando à obtenção manual das FAPEFs 35 mm verticais, panorâmicas e inclinadas. A panorâmica é uma situação especial de fotografia aérea inclinada quando o ângulo de inclinação for próximo dos 90 graus.

O enfoque principal da análise foi quanto às opções existentes em que, qualquer pessoa, sentada dentro do ultraleve e com o cinto de segurança, tem para manter a câmara fotográfica fora e dentro da aeronave, a fim de que, confortavelmente e com segurança, obtenha as FAPEF verticais e inclinadas.

Os ultraleves "biplaces" considerados foram dos tipos

"tandem" e "side-by-side". Do primeiro tipo foram analisados dois modelos (FOX II, CHALLENGER) e do segundo três modelos (FENIX, FLYER, MICROLEVE ML 300). Todos os cinco modelos são produzidos comercialmente e estavam hangarados ou na pista de pouso/decolagem do Graciosa Ultraleve Clube do Paraná, localizado em Piraquara, na Região Metropolitana de Curitiba. Os modelos analisados representam a grande maioria dos existentes, de segunda e terceira geração, na região e no Estado do Paraná.

A possibilidade de se obter fotos com determinados ângulos de inclinação nos ultraleves, foi feita com o suporte manual contendo a câmara fotográfica CANON F1, com lente de distância focal 50 mm, e o clinômetro eletrônico.

Duas situações diferentes de tomada de fotografias aéreas foram analisadas. Em ambas verificou-se também qual parte ou partes do ultraleve impediam a plena ou parcial tomada das fotografias.

Na primeira situação, o fotógrafo posicionava adequadamente o suporte manual, dentro ou fora do ultraleve, para a tomada das FAPEF. Isso significava abaixar o suporte manual em relação ao nível do assento do ultraleve. Dessa situação resultavam fotos verticais ou inclinadas. Também foi considerado o posicionamento do eixo maior da câmara como paralelo ou transversal à linha de voo.

Na segunda situação, o fotógrafo não deslocava o suporte manual, isto é, obtinha as FAPEF na posição em que estava no assento do ultraleve, equivalendo a situação prática de estar com a câmara perto do rosto. Isso resultava em fotos inclinadas ou panorâmicas. Também estimou-se ocularmente a variação

azimutal (ângulo horizontal) que o fotógrafo tinha para a tomada das fotos panorâmicas e também a inclinação possível dentro dessa variação azimutal.

O eixo origem do ângulo azimutal correspondia ao eixo imaginário fotógrafo - cauda do aparelho e contado no sentido anti - horário. O ângulo de noventa graus correspondia à posição em que o fotógrafo, no "biplace side-by-side", ficaria de costas para o piloto. O ângulo de cento e oitenta graus corresponderia à foto exatamente frontal.

Ressalta-se que esse ângulo horizontal não é definido pelo centro da câmara, mas sim por um dos lados extremos do visor. A posição da câmara foi considerada somente como paralela à linha de vôo.

O esperado seria que, com o ultraleve, pudessem ser obtidas fotos panorâmicas com uma variação completa de 90 a 270 graus.

No caso do ultraleve biplace "tandem" foi analisado a situação do fotógrafo no assento dianteiro e traseiro. Como já mencionado, no ultraleve biplace "side-by-side" o fotógrafo ocupava o assento direito.

Os resultados foram comparados com os dados obtidos de um ultraleve de quarta geração, KITFOX III. Ele se assemelha aos aviões convencionais de asa alta, de dois assentos lado-a-lado.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 VÔOS EM TIJUCAS DO SUL

Foram efetuados quatro vôos com o "biplace side-by-side" modelo FLYER GT para a tomada manual de FAPEF 35 mm. A tabela 4 resume as características de cada um.

O primeiro, terceiro e quarto vôos foram efetuados sobre o capão florestal, enquanto o segundo sobre a área urbana de Tijucas do Sul.

O primeiro vôo fotográfico foi de curta duração, apenas para se familiarizar com as características do vôo de ultraleve. Somente seis fotos verticais foram obtidas e com recobrimento longitudinal médio de 70%. Em todas apareciam partes da estrutura tubular da aeronave, acarretando a perda de 20 a 30 % do conteúdo fotográfico (ver figura 12). As demais fotos foram inclinadas e se referiam a outros locais da fazenda. Na maioria delas ainda apareciam partes do ultraleve, principalmente o montante. Essas foram as primeiras FAPEF, verticais e inclinadas, obtidas usando o ultraleve.

Após a análise geral das fotos, ficou evidente o potencial do ultraleve para fotos aéreas. Entretanto, especial atenção deveria ser dada quanto ao posicionamento manual da câmara, durante o recobrimento aerofotográfico, a fim de evitar que partes da aeronave fossem fotografadas.

Um aspecto observado durante o primeiro trabalho de campo foi a incerteza se as fotos eram realmente verticais. Verificou-se a necessidade de usar um nível (de bolha) para posicionar a câmara, na vertical, fora da aeronave. Mas, o

TABELA 4 - CARACTERÍSTICAS DOS SOBREVÔOS EFETUADOS EM TIJUCAS DO SUL

DATA	HORÁRIO	FILME	Nº DE EXPOS.	LOCAL	DISTÂNCIA FOCAL; VELOCIDADE OBTURADOR; ABERTURA DO DIAFRAGMA	ALTURA DE VÔO (metros)
10/NOV/91	15h-15h 15 min	1Q filme	36	Capão florestal	50 mm; 1:250, f/8	120 m e outras
14/FEV/92	10h - 11 h	1Q filme	36	Geral	50 mm; diversos; diversos	Diversas
		2Q filme	12	Geral	50 mm; diversos; diversos	Diversas
		3Q filme	13	Geral	28 mm; diversos; diversos	Diversas
		4Q filme	12	Geral	28 mm; diversos; diversos	Diversas
		5Q filme	36	Cidade Tijucas do Sul	50 mm; 1:250; f/8	400 m e outras
		6Q filme	36	Cidade Tijucas do Sul	50 mm; 1:250; f/8	Diversas
		7Q filme	36	Geral	50 mm; 1:250; f/8	Diversas
14/JUN/92	11h-11h 30 min	1Q filme	12	Capão florestal	50 mm; 1:250; f/8	160 m
		2Q filme	38	Capão florestal	50 mm; 1:250; f/8	260 m
		3Q filme	37	Capão florestal	50 mm; 1:250; f/8	260 m
		4Q filme	25	Capão florestal	50 mm; 1:250; f/8	Diversas
08/AGO/92	13h-13h 30 min	1Q filme	37	Capão florestal	50 mm; 1:250; f/8	80 m e 60 m
		2Q filme	37	Capão florestal	50 mm; 1:250; f/8	40 m
		3Q filme	36	Capão florestal	50 mm; 1:500; f/8	50 m

material obtido era de boa qualidade e adequado para interpretação detalhada, visto a escala de 1:600.

Um outro aspecto verificado em campo foi a dificuldade em encontrar a árvore no campo, em virtude da área fotografada ser quase toda coberta por copas de árvores. Percebeu-se a necessidade de algum tipo de sinalização para facilitar a fotointerpretação e a conseqüente localização das árvores no terreno.

O segundo voo foi sobre a cidade de Tijucas do Sul e resultou na utilização de dois filmes. Três linhas de voo foram efetuadas na cidade tendo como orientação a avenida principal.

Na primeira linha de voo foram obtidas 18 fotos, consideradas verticais, que ampliadas resultaram em escala de 1:2.000. Nessas fotos, com recobrimento longitudinal médio de 50%, ainda aparecem partes da estrutura tubular do ultraleve, acarretando a perda de 10 a 30% do conteúdo fotográfico. A figura 13 mostra o fotoíndice resultante.

Com a segunda linha foram conseguidas fotos inclinadas, com melhores resultados. Das 24 fotos obtidas, em apenas 6 apareciam partes estruturais da aeronave, e mesmo assim obscurecendo menos do que 5% de cada fotografia. O recobrimento longitudinal médio dessas fotos foi de 30%. A figura 14 destaca o respectivo fotoíndice.

Na terceira linha foram conseguidas 11 fotos inclinadas, conforme figura 15. A câmara, durante a tomada das fotos, foi, ainda mantida transversal à linha de voo, mas com um azimute (ângulo horizontal) e ângulo de inclinação aproximados de 40 graus. A perda de conteúdo fotográfico variou de 5 a 20%,

FIGURA 12 - FOTOÍNDICE RESULTANTE DO PRIMEIRO VÔO SOBRE O CAPÃO FLORESTAL

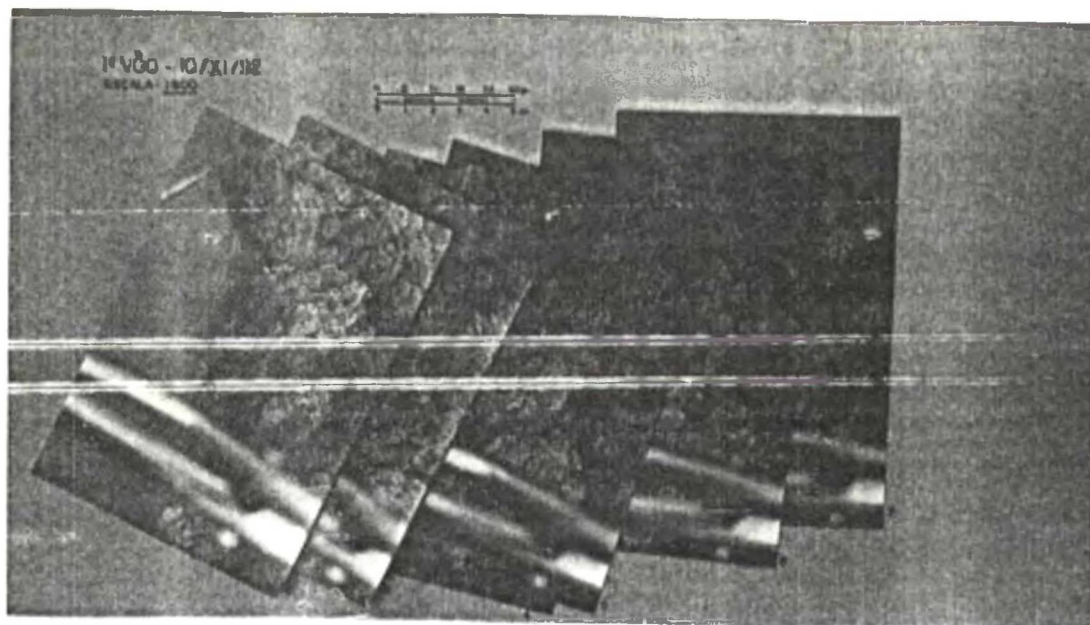


FIGURA 13 - FOTOÍNDICE, DAS FOTOS VERTICAIS, DE TIJUCAS DO SUL

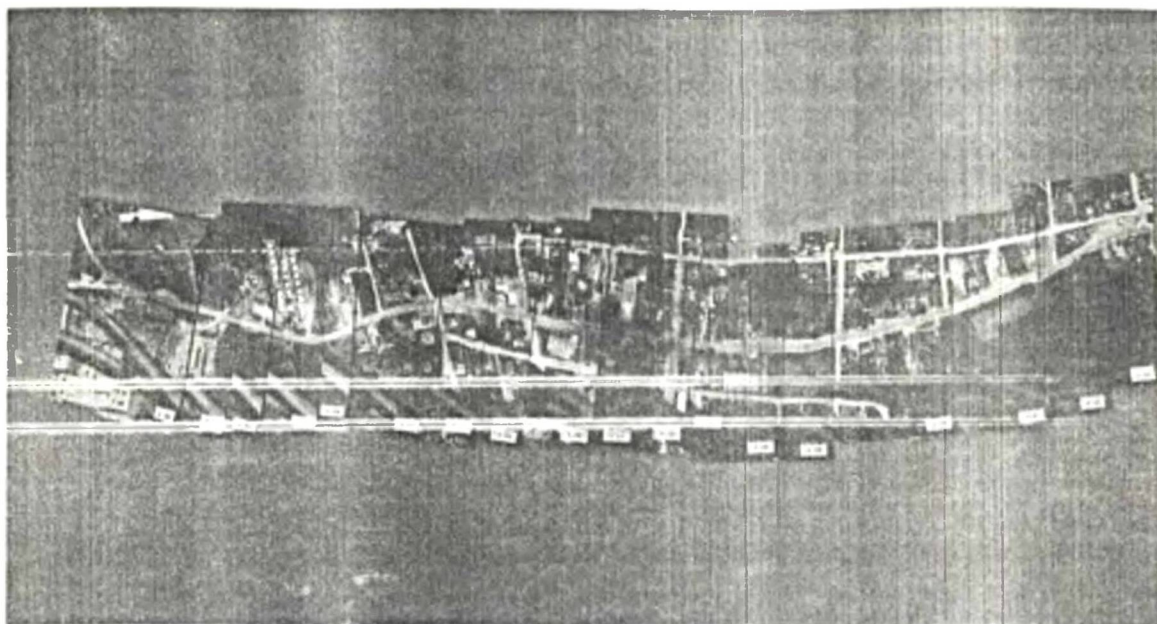


FIGURA 14 - FOTOÍNDICE DAS FOTOS INCLINADAS DE TIJUCAS DO SUL

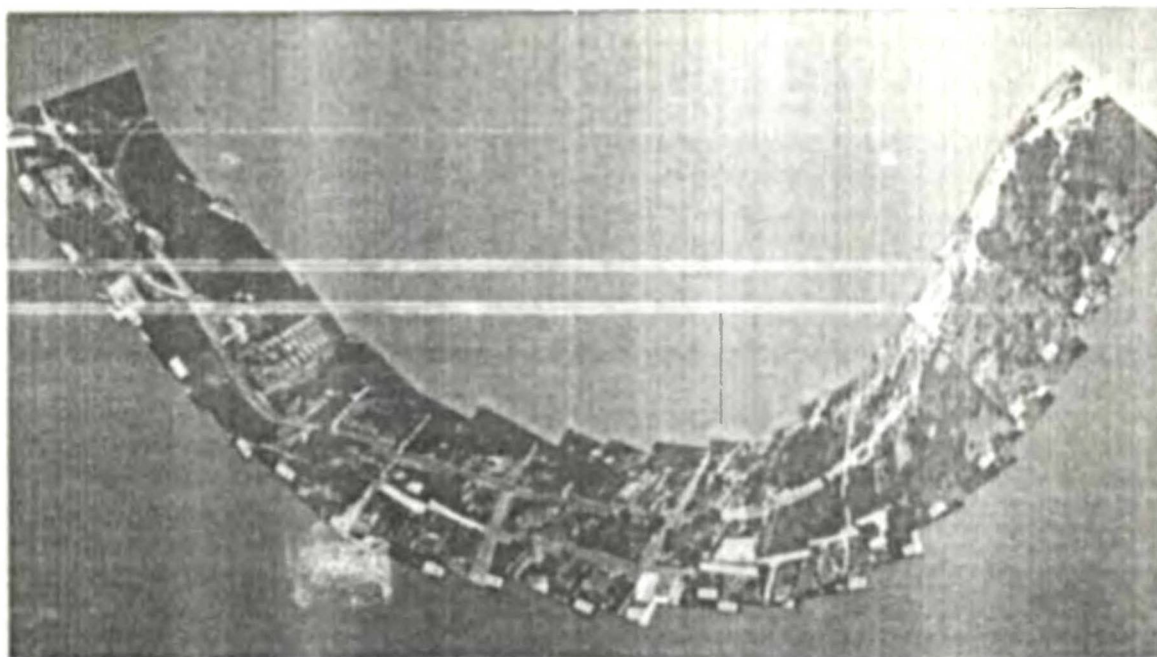
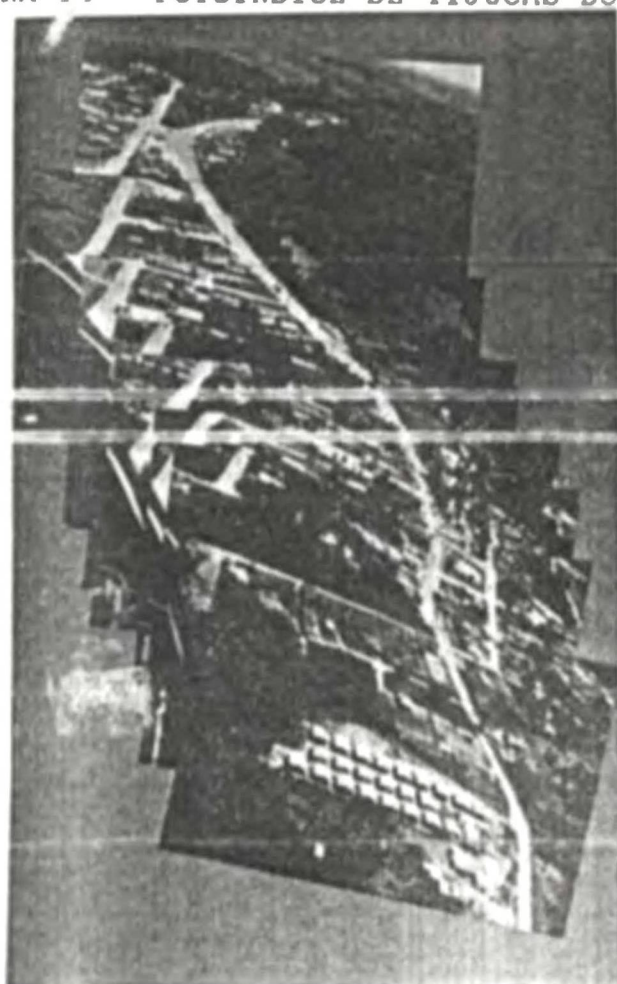


FIGURA 1, - FOTOÍNDICE DE TIJUCAS DO SUL



visto que parte da fuselagem da aeronave foi fotografada. O recobrimento longitudinal médio resultante foi de 70%.

Para se familiarizar com a tomada manual das fotos, cinco filmes adicionais foram usados para registrar aspectos rurais através de fotos panorâmicas e inclinadas. O resultado parcial dessa tentativa é mostrado na figura 16. Ela é o resultado da montagem de cinco fotos panorâmicas obtidas consecutivamente em curtíssimo intervalo de tempo.

A citada figura caracteriza muito bem a paisagem do local, evidenciando uma cadeia de montanhas e uma área de reflorestamento. A mão que aparece no canto esquerdo da citada figura é a do piloto, pois durante a tomada da fotografias ele estava descrevendo o local. As fotos foram tomadas quase que frontais e caracteriza um nova perspectiva para fotografar com o ultraleve modelo FLYER, face à excelente visibilidade que se tem durante o voo. O modelo possui um pequeno pára-brisa, mas que não impede a tomada das fotos.

Para o terceiro voo fotográfico foram posicionados no terreno, três alvos, de 1 x 1m, feitos com cartolina. Um alvo foi colocado na estrada que corta o capão e os outros dois no interior do capão. Três filmes foram obtidos nesse sobrevoo.

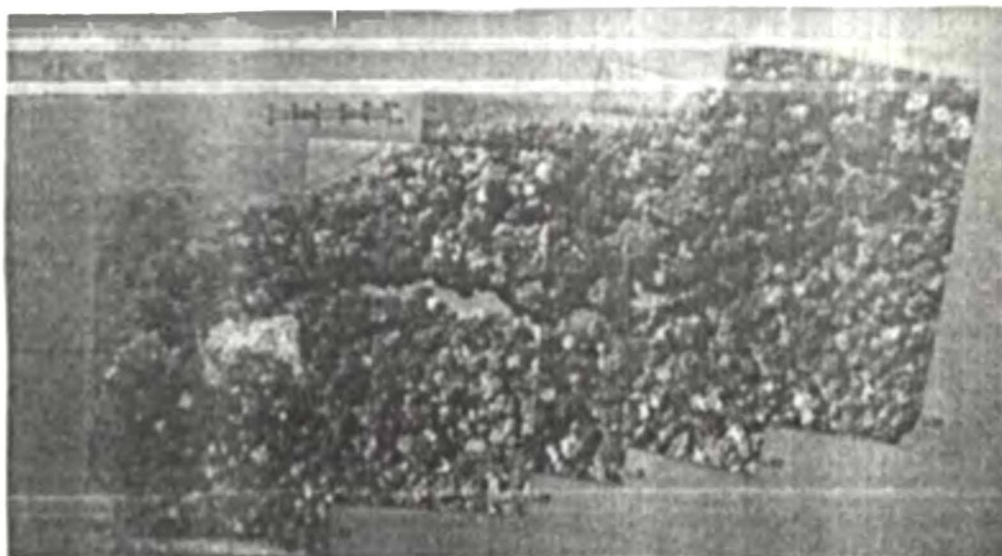
Com o primeiro filme foi fotografado parte do capão (ver figura 17). As FAPEF ampliadas estavam em escala 1:800. Com o segundo e terceiro filmes foi fotografado, repetitivamente, todo o capão. As fotos resultantes foram analisadas na escala de 1:1.300. O quarto filme foi usado para fotos inclinadas de modo idêntico ao mostrado na figura 15.

Os resultados desse terceiro voo foram um pouco melhores do que o inicial. As fotos do primeiro filme não registraram

FIGURA 16 - FOTOÍNDICE DE FOTOS PANORÂMICAS FRONTAIS



FIGURA 17 - FOTOÍNDICE, DO CAPÃO FLORESTAL, DO PRIMEIRO FILME DO
TERCEIRO SOBREVÔO



nenhuma parte do ultraleve, mas o mesmo não ocorreu no segundo e terceiro filmes. Neles aparecem partes da estrutura tubular do ultraleve, ocasionando perda de conteúdo fotográfico de 5 a 15%. Isto pode ser observado nas figuras 18 e 19.

Um dos alvos colocados aparece visível nas fotos e se refere ao que foi colocado na estrada. Os outros dois alvos não foram perceptíveis nas fotos, por serem pequenos ou colocados em locais inadequados, uma vez que a vegetação os encobriu.

Para o quarto voo foram acrescentados quatro alvos posicionados em lugares estratégicos dentro do capão. Dessa vez, os alvos eram de plástico, em cor azul, e ainda nas dimensões de 1 x 1 m.

A intenção inicial desse quarto voo era fotografar o local em escala idêntica a do terceiro. Entretanto, isto não foi possível devido às condições atmosféricas locais. Quando se partiu de Curitiba, o céu estava sem nuvens e ideal para o sobrevoo. Quando se chegou próximo a Tijucas do Sul, as condições atmosféricas já não eram ideais face à entrada de uma frente fria e intensa neblina. Mesmo assim foi possível o voo, efetuando-o abaixo da neblina e a uma altura próxima de 70 m do solo.

Três filmes fotográficos foram usados no aerorecobrimento, resultando quatro linhas de voo sobre o capão. Com o primeiro filme foram efetuadas duas linhas de voo. Essas linhas resultaram em FAPEF ampliadas nas escalas de 1:400 e 1:300, respectivamente. As demais linhas resultaram em material nas escalas de 1:200 e 1:250, respectivamente. Isso evidencia que as linhas foram efetuadas em diferentes alturas.

As fotos resultantes estavam em escala super-grande e

FIGURA 18 - FOTOÍNDICE, DO CAPÃO FLORESTAL, DO SEGUNDO FILME DO
TERCEIRO SOBREVÔO

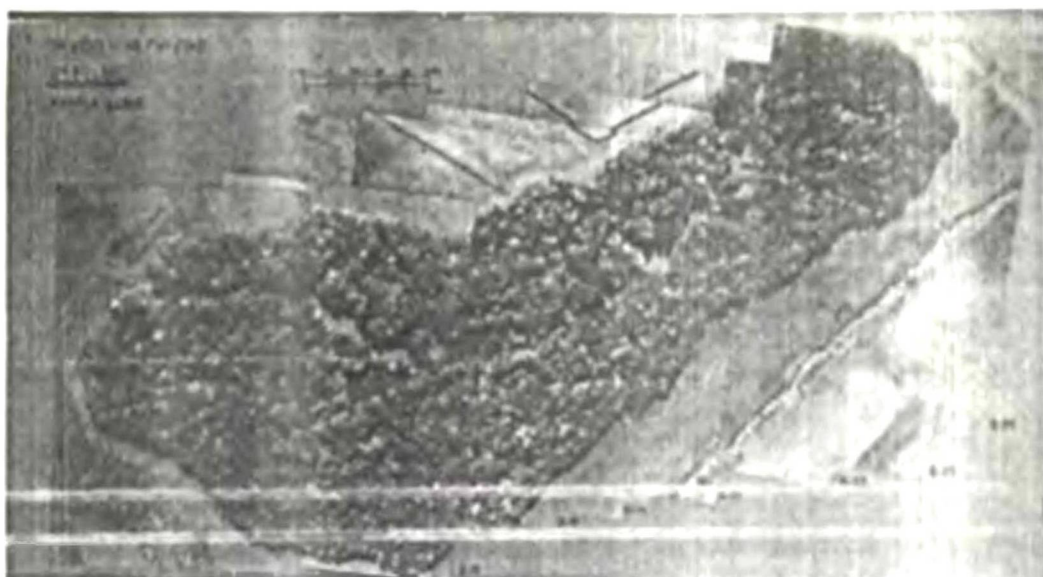
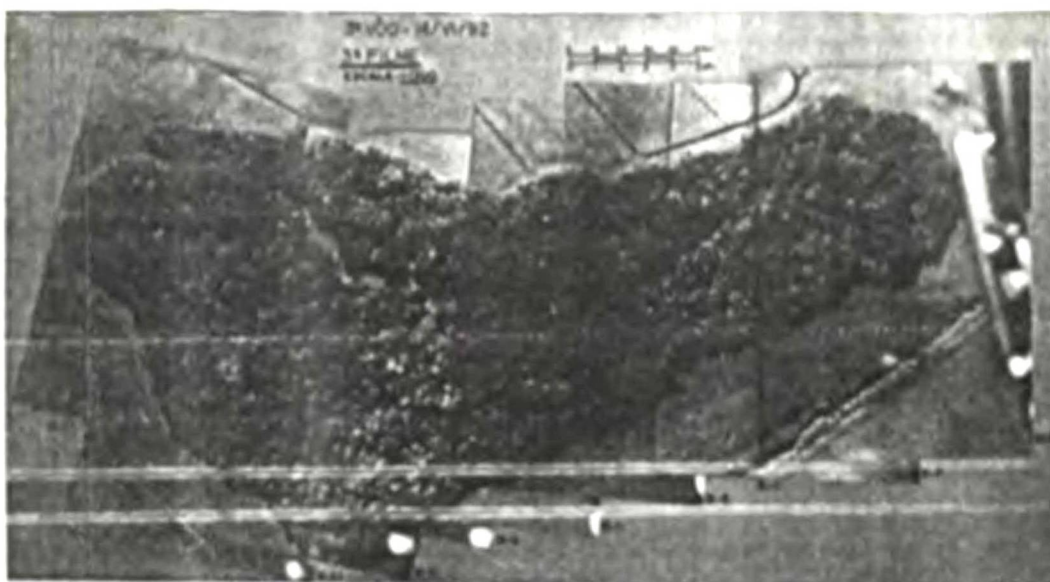


FIGURA 19 - FOTOÍNDICE, DO CAPÃO FLORESTAL, DO TERCEIRO FILME DO
TERCEIRO SOBREVÔO

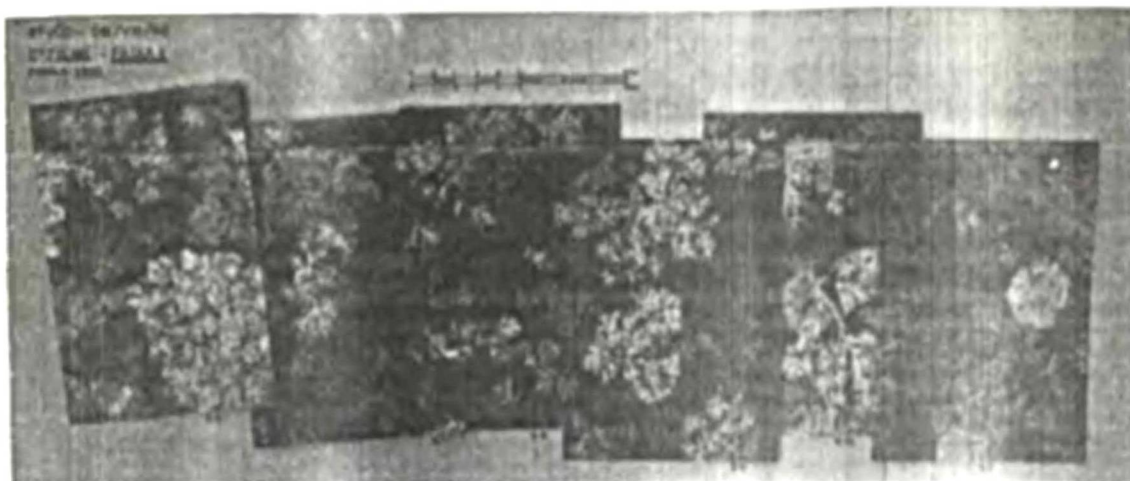


foram facilmente referenciadas no contexto da área porque as quatro linhas de vôo eram longas, contínuas e passando pela estrada.

Das fotos obtidas no quarto vôo, apenas dez tiveram perda de conteúdo fotográfico por aparecerem partes do ultraleve. Nelas, a perda de informação foi inferior a 5%. Esse melhor resultado foi devido à experiência acumulada de três vôos anteriores aliada a uma atenção mais cuidadosa no momento da tomada das fotografias. Um aspecto prático decisivo foi a substituição da alça original da câmara fotográfica por outra de maior comprimento. Isso ensejou o posicionamento da câmara em nível mais baixo durante a tomada das fotos.

A figura 20 ilustra um pequeno trecho da terceira linha de vôo no qual aparecem dois dos alvos utilizados.

FIGURA 20 - FOTOÍNDICE, DE PARTE DO CAPÃO FLORESTAL, RESULTANTE DA TERCEIRA LINHA DO QUARTO SOBREVÔO



4.1.1 MAPEAMENTO FLORESTAL DA ÁREA URBANA

A figura 21 mostra o mapa de parte de cidade de Tijuca do Sul, no qual estão indicados 120 copas de árvores individuais e representadas por 23 espécies florestais diferentes (ver tabela 5). Além disso, ela indica também duas faixas de voo provenientes do segundo sobrevôo.

Um outro mapa florestal da cidade, com tipologia mais abrangente, poderia ter sido facilmente elaborado. A fotointerpretação foi feita para delinear copas individuais de árvores visando caracterizar aspectos diferenciadores entre espécies.

A área urbana abrangida pelas fotos verticais e inclinadas foi quase a mesma e próxima de 50 hectares. Isso demonstra a viabilidade do ultraleve para o aerorecobrimento de áreas pequenas. Caso fosse substituída a lente da distância focal de 50 mm por uma de 28 mm, a área de terreno fotografada, com a mesma linha de voo, poderia ser até três vezes maior. Isso pode ser explicado, visto que a uma altura de voo de 400 metros, uma câmara 35 mm equipada com lente de 50 mm de distância focal registra 5,53 ha no terreno. Com o uso de uma lente de 28 mm de distância focal, o local fotografado é de 17,6 ha. Assim, pode-se fotografar, facilmente, áreas de 100 hectares com o ultraleve.

Da relação das 120 copas delineadas, as mais encontradas foram : pinheiro do Paraná (36 copas), alfareiro (16 copas), eucalyptus (14 copas), acácia negra (9 copas), pinus e grevilha (8 copas cada), pinheiro-bravo (4 copas), jerivá (4 copas), angico (3 copas). A tipuana, ariticum, cinamomo, e cupressus, estavam representadas individualmente por duas copas. As demais

FIGURA 21 - MAPA FLORESTAL DE TIJUCAS DO SUL MOSTRANDO AS FAIXAS DE VÔO EFETUADAS E AS COPAS DAS ÁRVORES CONSIDERADAS

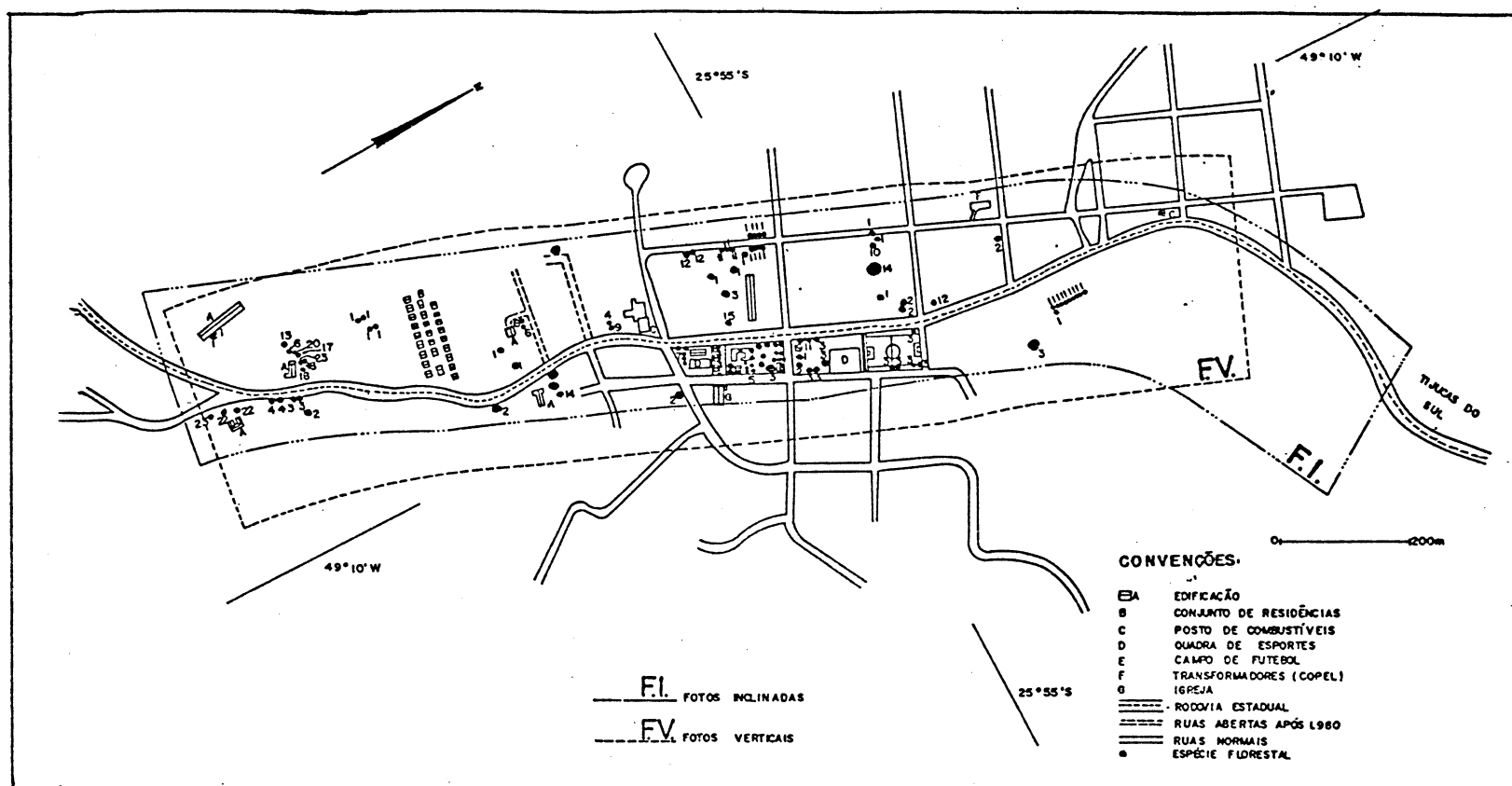


TABELA 5 - RELAÇÃO DE ESPÉCIES CONSIDERADAS, E A SUA FREQUÊNCIA,
NA ÁREA URBANA DE TIJUCAS DO SUL

Nº NO MAPA	NOME VULGAR	NOME CIENTÍFICO	FAMÍLIA	FREQUÊNCIA
1	Pinheiro do Paraná	<i>Araucaria angustifolia</i>	ARAUCARIACEAE	36
2	Pinus	<i>Pinus sp.</i>	PINACEAE	8
3	Eucaliptus	<i>Eucalyptus sp.</i>	MYRTACEAE	14
4	Jerivá	<i>Syagrus romanzoffianum</i>	ARECACEAE	4
5	Acácia-negra	<i>Acacia mearnsii</i>	MIMOSACEAE	9
6	Pinheiro-bravo	<i>Podocarpus lambertii</i>	PODOCARPACEAE	4
7	Alfeneiro	<i>Ligustrum cf. japonicum</i>	OLEACEAE	16
8	Grevilha	<i>Grevilha robusta</i>	PROTEACEAE	8
9	Aroeira	<i>Schinus terebinthifolius</i>	ANACARDIACEAE	1
10	Vassourão preto	<i>Vernonia discolor</i>	ASTERACEAE	1
11	Angico	<i>Piptadenia paniculata</i>	MIMOSACEAE	3
12	Cupressus	<i>Cupressus lusitanica</i>	CUPRESSACEAE	2
13	Guabiroba	<i>Campomanesia sp.</i>	MYRTACEAE	1
14	Canela sebo	<i>Ocotea puberula</i>	LAURACEAE	1
15	Butiá	<i>Butia capitata</i>	ARECACEAE	1
16	Ariticum	<i>Rollinia sericea</i>	ANNONACEAE	2
17	Cinamomo	<i>Melia azedarach</i>	MELIACEAE	2
18	Jacarandá mimoso	<i>Jacaranda mimosaeifolia</i>	BIGNONIACEAE	2
19	Fumo bravo	<i>Solanum cf. erianthum</i>	SOLANACEAE	1
20	Laranjeira	<i>Citrus sp.</i>	RUTACEAE	1
21	Caquizeiro	<i>Diospyros kaki</i>	EBENACEAE	1
22	Tipuana	<i>Tipuana tipu</i>	LEGUMINOSAE	2
23	Chuva de ouro	<i>Senna macranthera</i>	LEGUMINOSAE	1

10 copas referiam-se a dez árvores diferentes.

Sempre que possível, é aconselhável mostrar um mesmo local através de fotos aéreas verticais e inclinadas. Isso é de importância para o ensino, pesquisa e divulgação da Fotointerpretação Florestal. Nesse contexto, serão analisados e mostrados em detalhes dois locais. Um abrange a praça central da cidade e o outro localiza-se próximo do final da faixa de vção. Mais exemplos poderiam ser fornecidos dado o excelente material obtido.

A figura 22 ilustra o mapa florestal das imediações da praça central de Tijucas do Sul no qual estão assinaladas 44 copas. Desse total de copas, 16 dizem respeito ao alfeneiro, 9 referem-se à acácia negra e 8 a grevilha. As figuras 23 e 24 ilustram os fotoíndices elaborados com as FAPEF verticais e inclinadas, respectivamente. A escala, na linha central das fotos originais ampliadas, da figura 24 é 1:800.

Uma análise interpretativa das duas figuras citadas evidencia que o eucalyptus se diferencia das demais espécies pela textura, cor e formato da copa. A altura foi também importante, porque são as maiores árvores do local.

O pinus e o pinheiro do Paraná, nas fotos analisadas, não apresentaram diferença de cor.

O alfeneiro possui copa circular e formato típico. Apresenta diferentes tonalidades e cores devido à variação fenológica entre os exemplares presentes no local. As copas são de pequeno tamanho.

O jerivá é facilmente diferenciado das demais espécies florestais, principalmente pelo formato da copa.

A acácia negra, representada por diversos exemplares no

FIGURA 22 - MAPA FLORESTAL DA PRAÇA CENTRAL DE TIJUCAS DO SUL

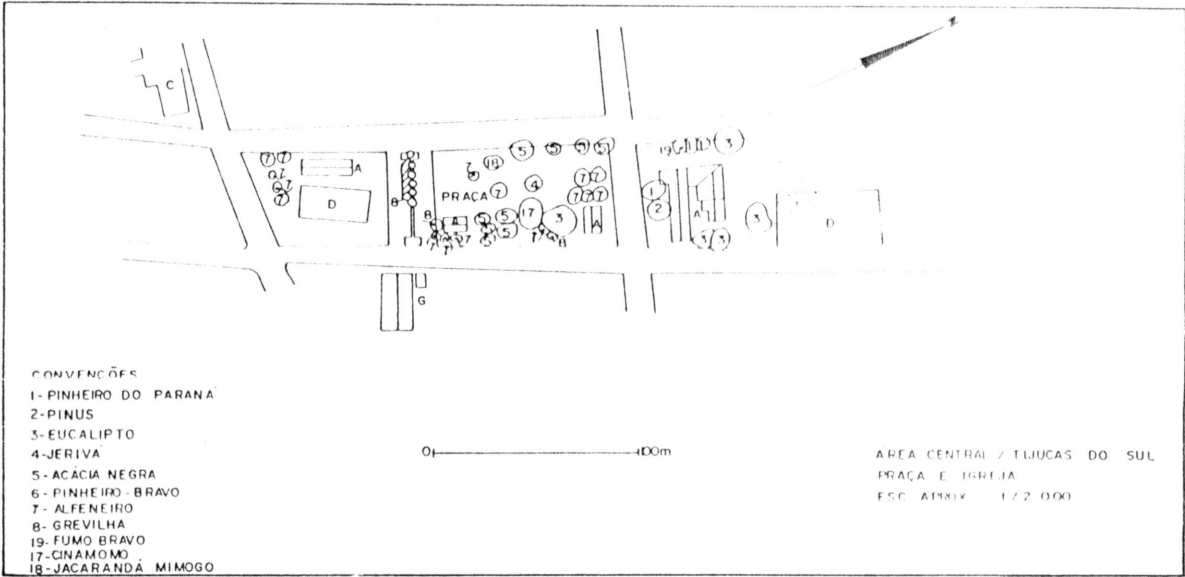
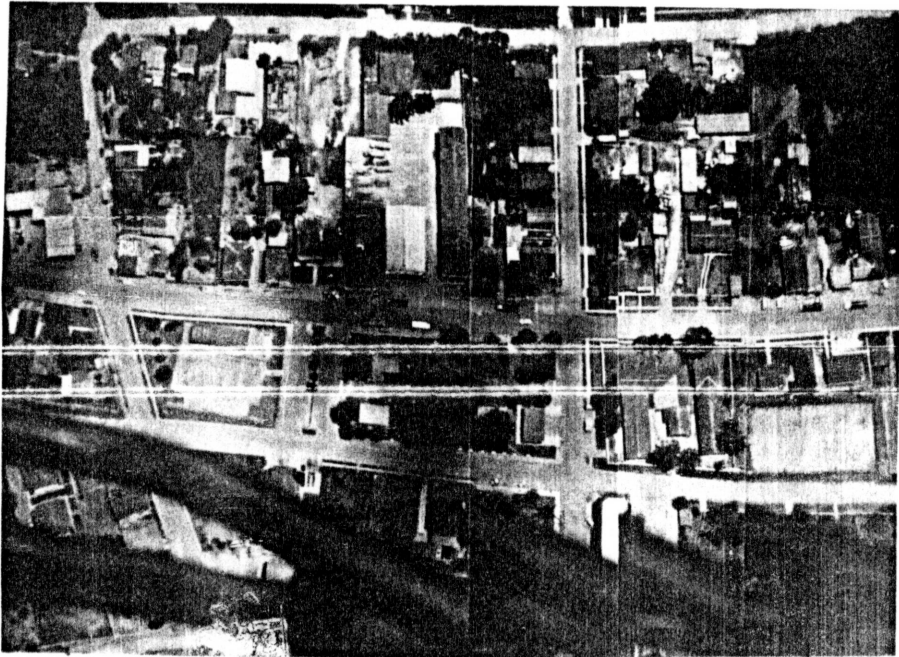


FIGURA 23 - FOTOÍNDICE, COM FOTOS VERTICAIS, DA PRAÇA CENTRAL DE TIJUCAS DO SUL



local com diferentes alturas e densidade foliar, incluindo uma árvore seca, não apresentou nenhuma característica comum. As copas se apresentaram, na sua maioria, de cor escura como o pinus e o pinheiro do Paraná.

Apenas um exemplar de fumo bravo aparece nas figuras 23 e 24 e de pequeno porte. Possui copa circular e um verde mais claro do que o das demais espécies consideradas.

A grevilha e o cinamomo, com copas circulares, não se diferenciaram muito nas fotos aéreas.

Como complemento fotointerpretativo e de caracterização de espécies florestais da área urbana, a figura 25, contendo parte de uma foto vertical e de uma inclinada, mostra dois exemplares de jerivá, dois de eucalyptus e uma acácia negra. As três espécies florestais, na fotos aéreas, se diferenciam pela tonalidade, textura e formato da copa.

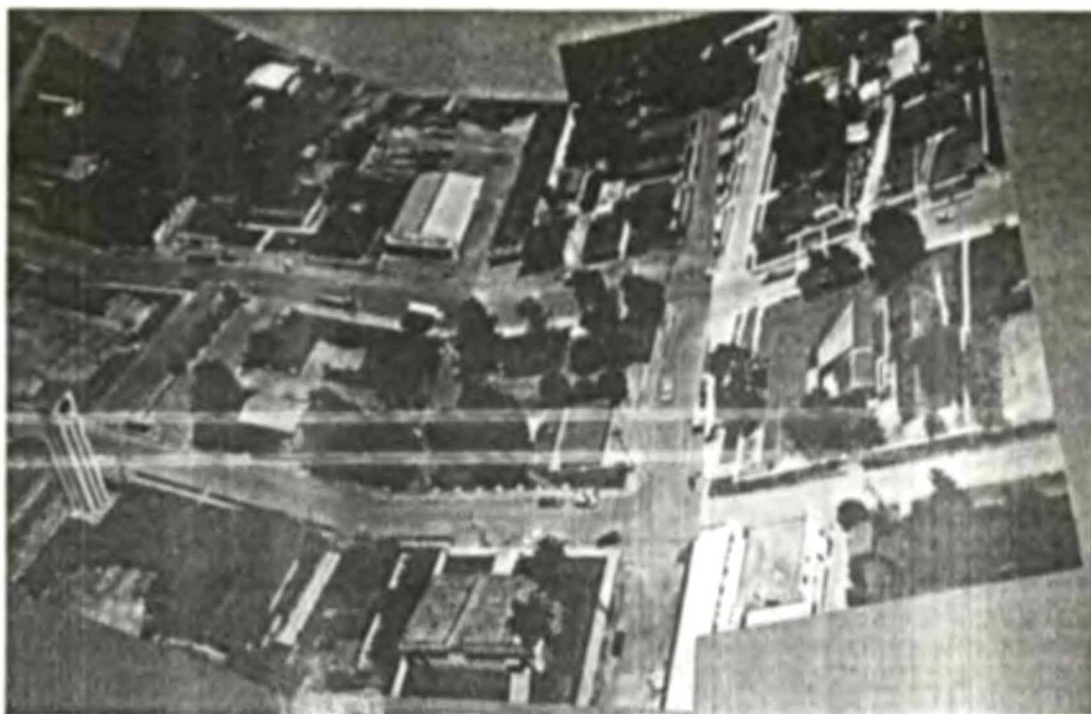
4.1.2 MAPEAMENTO FLORESTAL DO CAPÃO

O trabalho fotointerpretativo do capão florestal foi detalhado como o da área urbana. Entretanto, um número maior de fotos estavam disponíveis, não só em escalas maiores, mas também obtidas em épocas diferentes.

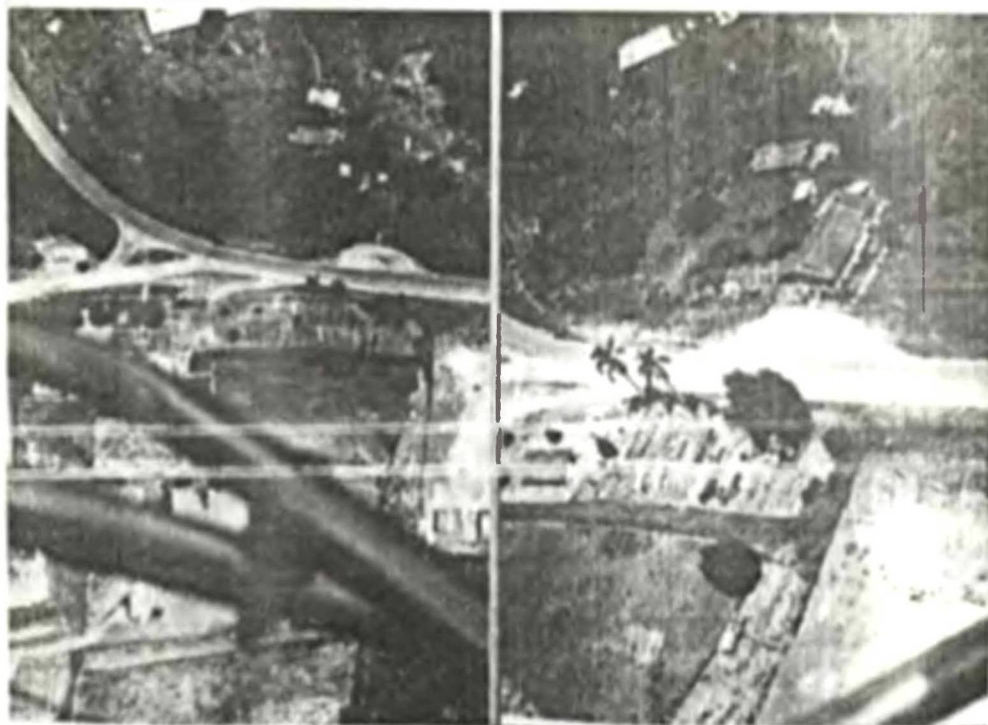
A impressão favorável, com base no manuseio das fotos, quanto à escala e ao conteúdo, durante o primeiro trabalho de campo foi fator decisivo para continuar fotografando o mesmo local.

Do segundo voo resultou material em duas escalas diferentes. Decidiu-se concentrar os esforços interpretativos sobre as FAPEF em escala maior, isto é, 1:800. Elas, além de fornecerem mais detalhes, eram mais adequadas ao trabalho de

FIGURA 24 - FOTOÍNDICE, COM FOTOS INCLINADAS, DA PRAÇA CENTRAL DE TIJUCAS DO SUL



FIGUR 25 - PARTE DE FOTO, VERTICAL E INCLINADA, EVIDENCIANDO TRÊS ESPÉCIES FLORESTAIS



campo para encontrar a correspondente copa, delineada na fotointerpretação, no terreno. Todavia, as fotos em escala de 1:1.300 também poderiam ser usadas para as citadas tarefas.

Delinearam-se todas as copas de pinheiro do Paraná visíveis nas FAPEF. Elas serviram de referência, no terreno, para encontrar copas, de outras espécies, nas suas proximidades.

Após a fotointerpretação, foi efetuado trabalho de campo para eliminar as dúvidas de fotointerpretação e identificar as copas corretamente delineadas.

Um mapa florestal preliminar foi elaborado e nele estavam marcados 82 copas de árvores, não incluindo as de pinheiro do Paraná e pinheiro-bravo. Estas aparecem em grande número no capão, sendo o pinheiro bravo encontrado principalmente na beira da estrada e do capão.

O último sobrevôo serviu para caracterizar um outro aspecto do uso do ultraleve. Sobrevôos à baixa altura podem ser realizados quando se deseja fotos em escala muito grande. Os resultados mostraram escalas de 1:400 a 1:200, dificilmente obtidas em recobrimentos aerofotográficos, mesmo usando a técnica do pequeno formato.

Apesar da vantagem da escala, as fotos não foram analisadas estereoscopicamente, porque o seu recobrimento longitudinal médio era de apenas 30%. Na tomada das fotos, não foi mantido o correto intervalo de tempo seqüencial entre fotos.

Como as quatro linhas de vôo foram efetuadas procurando ter a estrada, como eixo central, muito do material fotográfico obtido foi repetitivo. Apesar disso, o material é de excelente valor fotointerpretativo florestal, uma vez que possibilita a

caracterização de inúmeras copas individuais de árvores.

Decidiu-se concentrar o restante do trabalho de campo apenas na área do último sobrevôo. Isso permitiria uma comparação de fotos de datas diferentes e viabilizaria a caracterização de alguns aspectos fenológicos das árvores consideradas.

A figura 26 indica a faixa de voo resultante do primeiro sobrevôo, do segundo filme do terceiro sobrevôo e de todas as faixas do quarto sobrevôo.

O mapa final da fotointerpretação aparece na figura 27. Nele aparecem 71 copas, representando 19 espécies florestais (ver tabela 6). As árvores mais comuns foram : pinheiro do Paraná (35 copas), pinheiro-bravo (11 copas), caingá e sapopema (3 copas). O miguel-pintado, carvalho brasileiro, psidium e vassourão preto estavam representados individualmente por duas copas. As demais 11 copas referem-se a onze espécies florestais diferentes.

As maiores copas das árvores, como observadas nas fotos, foram exemplares de miguel-pintado (copas de números 10 e 49), canela-raposa (copa de número 27) e carvalho brasileiro (copa 61).

A tabela 7 fornece uma descrição subjetiva das características da copa das árvores consideradas, relacionadas ao tamanho e posição, formato e estrutura, textura e cor. Nessa tabela, os diversos exemplares de pinheiro do Paraná e pinheiro-bravo não foram considerados isoladamente, como o foram as demais espécies florestais.

O parâmetro definidor do tamanho da copa da árvore foi a copa de número 27, considerada grande. As outras copas que

FIGURA 26 - ALGUMAS FAIXAS DE VÔO OBTIDAS DO CAPÃO FLORESTAL

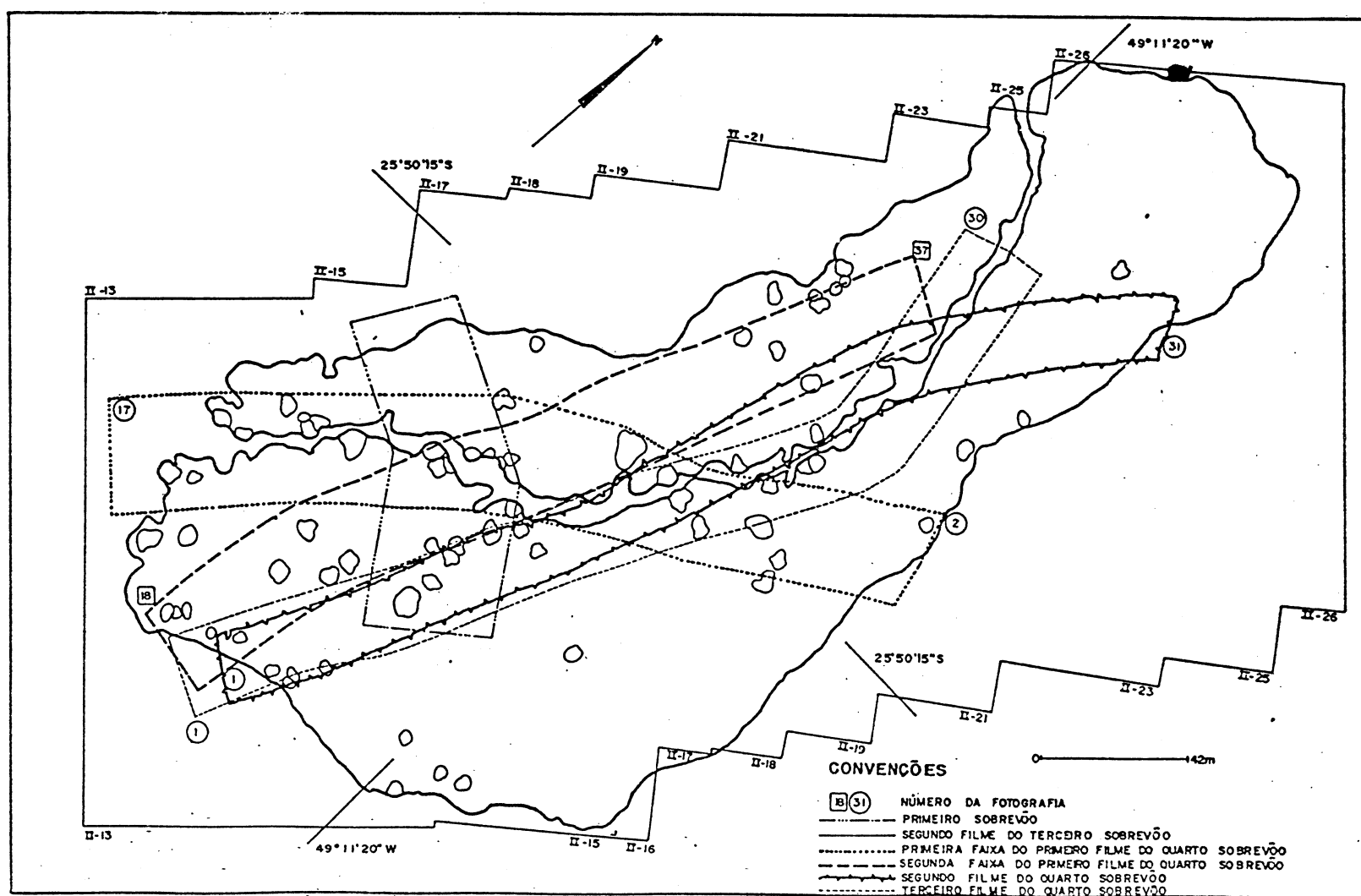


FIGURA 27 - MAPA FLORESTAL DO CAPÃO FLORESTAL

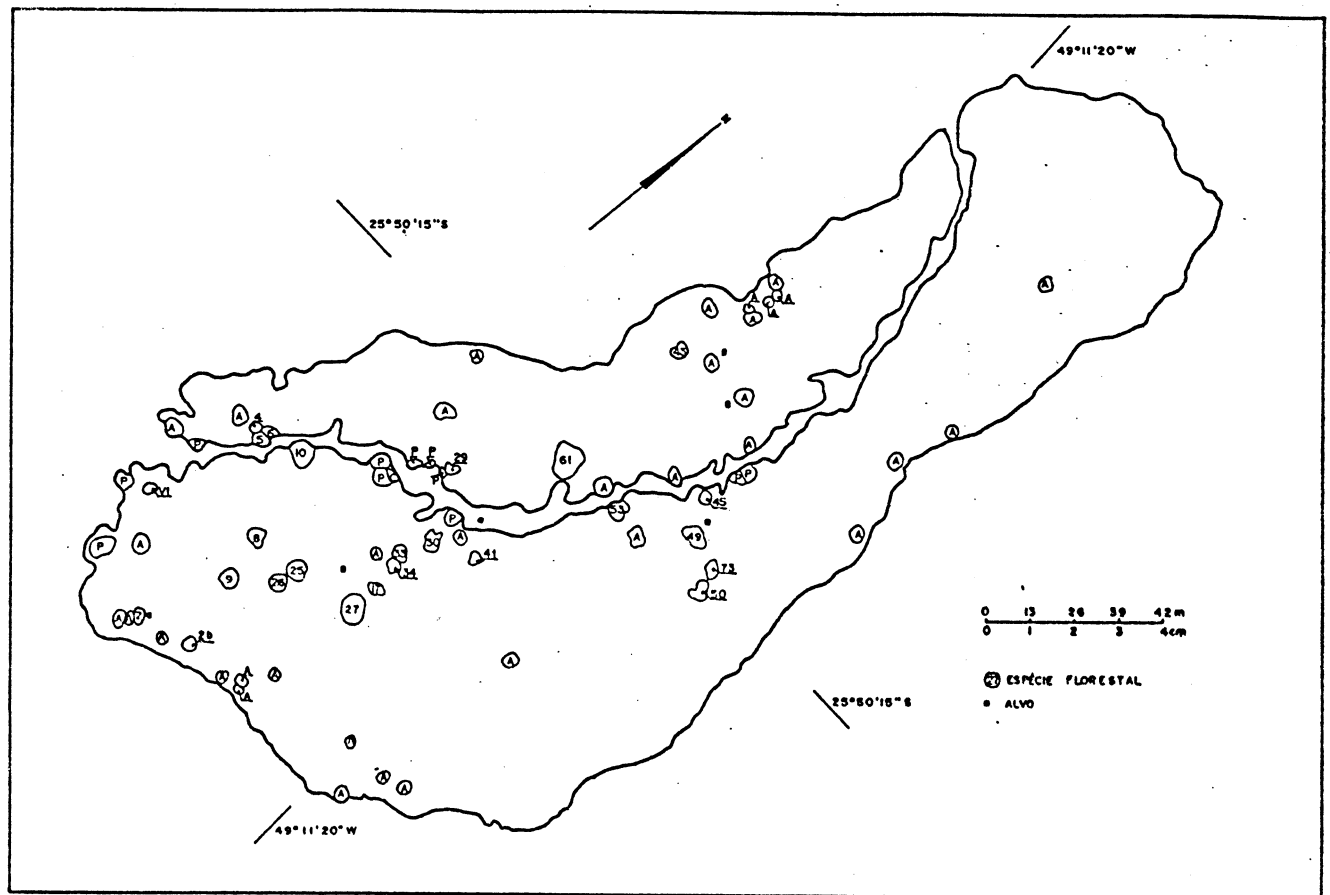


TABELA 6 - RELAÇÃO DE ESPÉCIES FLORESTAIS CONSIDERADAS NO CAPÃO FLORESTAL

NO NO MAPA	NOME VULGAR	NOME CIENTÍFICO	FAMÍLIA
A	Pinheiro do Paraná	<i>Araucaria angustifolia</i>	ARAUCARIACEAE
P	Pinheiro-bravo	<i>Podocarpus lamberttii</i>	PODOCARPACEAE
V1	Carne de vaca	<i>Cletrea scabra</i>	CLETHRACEAE
2 a,b	Vassourão preto	<i>Vernonia discolor</i>	ASTERACEAE
4	Caúna	<i>Ilex theezains</i>	AQUIFOLIACEAE
5, 30, 33	Caingá	<i>Myrcia hatschbachii</i>	MYRTACEAE
6	Araçá	<i>Eugenia sp.</i>	MYRTACEAE
8	Guaçatunga	<i>Caseara inaquilatera</i>	FLACOURTIACEAE
9, 73		<i>Psidium longipetidatum</i>	MYRTACEAE
10, 49	Miguel-pintado	<i>Matayba elaeagnoides</i>	SAPINDACEAE
17	Sete capotes	<i>Britoa guazumaefolia</i>	MYRTACEAE
25, 61	Carvalho brasileiro	<i>Roupala brasiliensis</i>	PROTEACEAE
26		<i>Myrcia obtecta</i>	MYRTACEAE
27	Canela raposa	<i>Cinnamomum sellowianum</i>	LAURACEAE
29, 41, 53	Sapopema	<i>Sloanea lasiocoma</i>	ELAEOCARPACEAE
34	Pessegueiro-bravo	<i>Prunus sp.</i>	ROSACEAE
43	Canela	<i>Ocotea sp.</i>	LAURACEAE
45	Capororoca	<i>Raponea ferruginea</i>	MYRSINACEAE
50	Canela amarela	<i>Nectandra lanceolata</i>	LAURACEAE

TABELA 7 - DESCRIÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS DAS COPAS DE ÁRVORES
DO CAPÃO FLORESTAL

Nº MAPA	NOME VULGAR	TAMANHO E POSIÇÃO	FORMATO E ESTRUTURA	TEXTURA	COR
A	Pinheiro do Paraná	média codominantes	aberta radial	granular, irregular	verde-escuro
P	Pinheiro-bravo	pequenas	fechada, arredondada	granular fina	verde-escuro
V1	Carne de vaca	pequena a média, dominante	arredondada (seca)	-----	-----
2a	Vassourão preto	pequena a média	semi-aberta	granular grossa	cinza-claro
2b	Vassourão preto	semidominante	irregular	granular grossa	cinza-claro
4	Cauna	alta, dominante	fechada, irregular	granular fina	verde-acinzentado
5	Caingá	pequena	fechada	poucas folhas	-----
33	Caingá	dominada	arredondada	poucas folhas	-----
30	Caingá	média, codominante	fechada,	rugosa (poucas folhas	verde-amarelado-claro
6	Araça	média, semidominante	fechada, arredondada	granular irregular	verde-amarelado-escuro
8	Guaçatunga	alta, dominante	fechada, irregular (seca)	-----	-----
9	Psidium	alta, dominante	fechada, irregular (seca)	-----	-----
73	Psidium	média, codominante	fechada, irregular (seca)	-----	-----
10	Miguel-pintado	grande, dominante	multiplas, irregular	granular, rugosa	verde-acinzentado
49	Miguel-pintado	grande, dominante	multiplas, irregular	granular, rugosa	verde-acinzentado
17	Sete capotes	pequena-média codominante	fechada, arredondada	granular fina	cinza-esverdeado
25	Carvalho brasileiro	médio, dominante	fechada, arredondada	rugosa	verde-amarelado-escuro
61	Carvalho brasileiro	grande,	fechada, irregular	rugosa	verde-amarelado-escuro

TABELA 7 - DESCRIÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS DAS COPAS DE ÁRVORES
DO CAPÃO FLORESTAL (continuação)

Nº MAPA	NOME VULGAR	TAMANHO E POSIÇÃO	FORMATO E ESTRUTURA	TEXTURA	COR
26	Myrcia	média, codominante	fechada, irregular	granular fina	verde-amarelado-claro
27	Canela raposa	grande, dominante	multipla, irregular	granular grossa rugosa	verde-amarelado-claro
29	Sapopema	estreita, codominante	fechada, irregular	granular grossa rugosa	verde-claro
41	Sapopema	média, codominante	fechada, irregular	granular grossa rugosa	verde
53	Sapopema	média-grande, dominante	fechada, irregular	granular grossa rugosa	verde-escuro
43	Pessegueiro-bravo	pequena-média codominante	fechada, arredondada	granular fina	verde-acinzentado-escuro
43	Canela	média-grande codominante	fechada, arredondada	homogenea	verde-amarelado-escuro
45	Capororoca	pequena,	semi-aberta, arredondada	áspera	verde-acinzentado-escuro
50	Canela amarela	grande, dominante	fechada, irregular	rugosa homogenea	verde-amarelado-escuro

apresentassem diâmetro equivalente à metade dela, eram consideradas como de tamanho médio. Os demais parâmetros foram subjetivamente definidos.

A análise da variação fenológica das copas, usando as fotos dos três sobrevôos, não ensejou resultados práticos e fundamentados. Apesar das fotos serem coloridas, elas estavam em escalas diferentes (1:1:1.300, 1:800, 1:600, 1:400; 1:300, 1:250 e 1:200), dificultando sobremaneira a definição de parâmetro comparativo. Apesar disso, na análise comparativa verificou-se que as copas das seguintes árvores : carne de vaca, miguel pintado, caingá, pessegueiro bravo, capororoca, apresentavam um pouco menos de folhas em agosto de 1992 do que em junho de 1992. Apenas uma copa de caingá tinha folhagem mais abundante em novembro de 1991 do que em junho de 1992.

Como complemento ao assunto fenológico, durante o trabalho de campo verificou-se que muitas das árvores da família das mirtáceas eram decíduas, apesar de não ser possível comprovar nas FAPEF disponíveis.

Um outro aspecto fotointerpretativo observado foi a semelhança entre copas da mesma espécie obtidas numa mesma data. Isso foi considerado apenas com o material do último sobrevôo, face à escala fotográfica ser super-grande e propiciar informações detalhadas sobre as copas das árvores. Apesar de dezenove espécies terem sido consideradas, com exceção do pinheiro do Paraná e do pinheiro bravo, apenas estas apresentaram diversos exemplares : caingá, miguel-pintado, carvalho brasileiro, sapopema, psidium e vassourão preto.

Os três exemplares de caingá apresentaram formato de copa semelhantes nas fotos, e todas com poucas folhas. As copas 30 e

33 são similares, mas de tonalidade um pouco diferente. As copas 33 e 5 são parecidas.

Em relação ao miguêl pintado, a copa 49 apresenta uma cobertura foliar bem maior do que a de número copa 10, mas com a composição da copa sendo muito semelhante, apresentando várias subcopas. Pode ser bem representado nos desenhos de projeção de copas.

Relacionado ao carvalho-brasileiro, a cobertura foliar é praticamente idêntica, o que difere é o formato da copa sendo que a de número 25 é arredondada e a de 61 é irregular. A coloração das copas é semelhante. Também pode ser bem representado através de desenhos de copas.

As copas de psidium são semelhantes embora a de número 9 apresente-se com um pouco mais de folhas do que a 73. A ramificação delas é igual.

As duas copas de vassourão preto são semelhantes e ambas floridas, o que as tornam bem características no contexto fotointerpretativo. A copa 2a estava mais florida do que a 2b.

As copas 53 e 41 de sapopema apresentaram tonalidades de verde um pouco diferentes, sendo a 53 mais escura e também maior em tamanho. Ambas se caracterizam por pequenos tufos formando uma copa compacta. A copa 29, de formato e tamanho pequeno, se assemelha às outras duas, apesar de possuir copas em diferentes alturas, dificultando assim a caracterização do padrão da copa.

A figura 28 mostra copas de sete espécies florestais. As fotos da referida figura estão reduzidas a metade em relação às originais usadas na fotointerpretação.

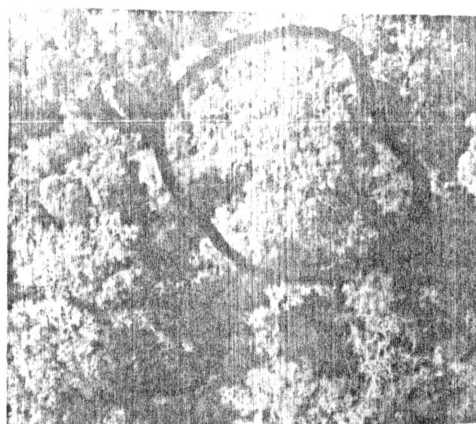
A figura 29 exhibe os desenhos de projeção, em escala idêntica às das fotos originais, de 16 espécies (22 copas)

FIGURA 28 - COPAS DE SETE ESPÉCIES DO CAPÃO FLORESTAL



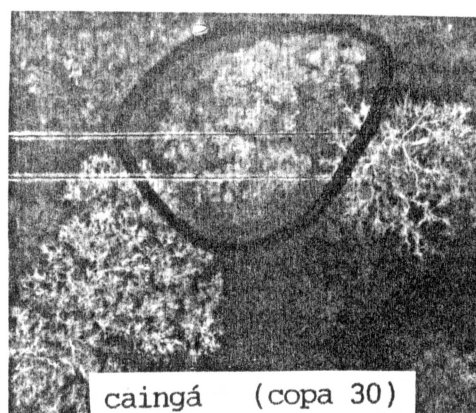
pinheiro do Paraná (copa A)
vassourão preto (copas 2a e 2b)

E = 1:300



1:400

carvalho brasileiro (copa 61)



1:250

caingá (copa 30)



miguel pintado (copa 49)
psidium (copa 73)

E = 1:400



1:250

sapopema (copa 53)
pinheiro do Paraná (copa A)

FIGURA 29 - DESENHO ESQUEMÁTICO DE COPAS DE ÁRVORES DO CAPÃO FLORESTAL

E = 1:300



GUAÇATUBA (COPA 8)



CARVALHO BRASILEIRO (COPA 25)



PSIDIUM (COPA 9)



CANELA (COPA 43)



VASSOURÃO PRETO (COPA 2A)



PODOCARPUS



SAPOPEMA (COPA 29)

E = 1:400



MIGUEL PINTADO (COPA 49)



CARVALHO BRASILEIRO (COPA 61)



MIGUEL PINTADO (COPA 10)



CARNE DE VACA (COPA V4)



PSIDIUM (COPA 73)



CAINGÁ (COPA 5)



ARAÇA (COPA 6)

FIGURA 29 - DESENHO ESQUEMÁTICO DE COPAS DE ÁRVORES DO CAPÃO FLORESTAL (continuação)

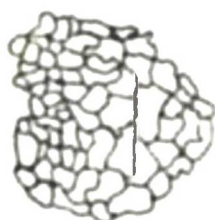


CANELA RAPOSA (COPA 27)

E = 1:200



PESSEGUEIRO BRAVO (COPA 34)



SETE CAPOTES (COPA 17)

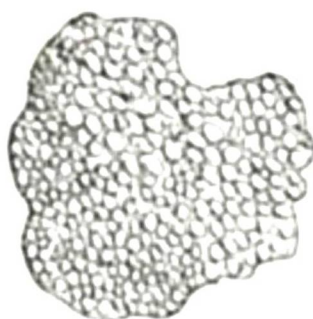


SAOPEMA (COPA 41)

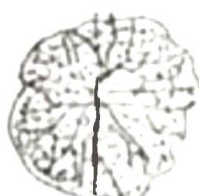


PINHEIRO DO PARANÁ

E = 1:250



SAOPEMA (COPA 53)



CAPOROROCA (COPA 45)



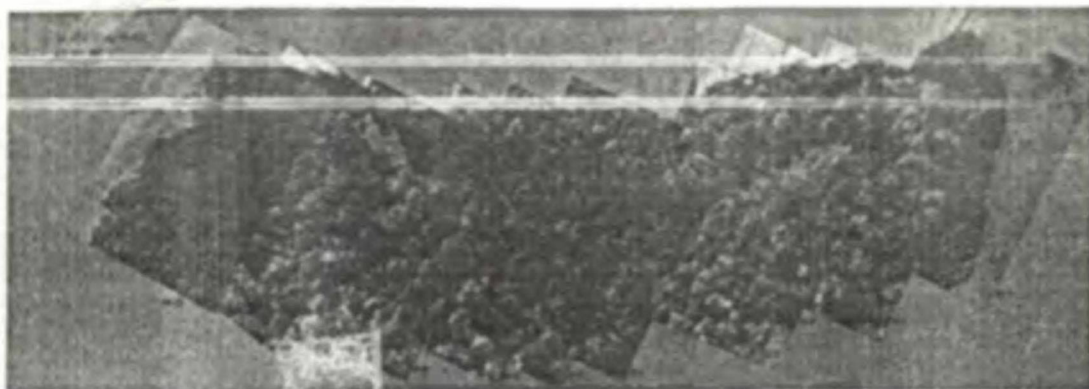
CAINGÁ (COPA 30)

florestais, incluindo todas as da figura anterior.

A técnica adotada na figura 29 tem sido usada em diversos trabalhos fotointerpretativos florestais (SAYN-WITTGENSTEIN (1978), CIESLA & HOPPUS (1989)).

O fotoíndice das FAPEF inclinadas do capão é mostrado na figura 30. A utilização dessas fotos inclinadas nada veio acrescentar ao estudo. Isso é oposto ao que ocorreu com as fotos inclinadas referentes à área urbana de Tijucas do Sul. Nelas, provavelmente em função da não predominância de áreas de vegetação, foram conseguidos exemplos de integração de fotos verticais e inclinadas.

FIGURA 30 - FOTOÍNDICE DE FOTOS INCLINADAS DO CAPÃO FLORESTAL



4.1.3 CONSIDERAÇÕES GERAIS

Não se pode deixar de ressaltar que o uso do ultraleve "biplace side-by-side" possibilitou a obtenção de FAPEF 35 mm para atividades de mapeamento e de pesquisa florestais, realizadas em nível detalhado de áreas de pequena extensão.

Três aspectos serão comentados a seguir : número de linhas de voo, estudos fotointerpretativos detalhados e tomada manual das FAPEF.

Os dois locais considerados na presente pesquisa foram fotografados através de apenas uma linha de voo. Em relação às fotos verticais, como pode ser observado nas figuras 13, 18, 19 e 20, os resultados foram excelentes, visto que a câmara era mantida manualmente fora do ultraleve. Inclusive, essas linhas efetuadas não deixam nada a desejar em relação às efetuadas em aerolevantamentos convencionais. Entretanto, em muitas situações práticas, mesmo relacionadas a áreas de pequena extensão, pode ser necessário efetuar-se mais linhas de voo.

GRAHAM (1988) apresenta os resultados de um sobrevoo, com um ultraleve "biplace" de terceira geração, no qual foram efetuados três linhas de voo paralelas. Para tal foi usado um câmara 70 mm instalada no interior da aeronave. A câmara estava equipada com um visor prismático, facilitando a navegação nas linhas estabelecidas. Os resultados foram adequados para mapeamento topográfico, em virtude do recobrimento longitudinal e lateral médios de 51% e 25%, respectivamente.

O referido autor afirmou na página 570 :

desta experiência pode ser concluído que os levantamentos aéreos com ultraleve, similares ao modelo Thruster e, todavia mais importante, com um piloto experiente, podem fornecer fotos aéreas com qualidade profissional em condições onde o sistema convencional não seria utilizado. Somado a isto está o obvio custo benefício.

No caso de tomada manual das fotos aéreas, é plenamente possível obter fotos aéreas estereoscópicas com adequados valores de recobrimento lateral, desde que o fotógrafo e, principalmente, o piloto estejam cientes e treinados para a tarefa.

Na sua grande totalidade, os pilotos de ultraleve desconhecem a tarefa do aerorecobrimento. Por isso, a maioria deles inicialmente tem alguma dificuldade em manter a linha de voo retilínea, nivelada e a uma mesma altitude. Entretanto, tal aspecto pode ser contornado com treino.

Na presente pesquisa nada se comentará da experiência necessária do piloto e do fotógrafo para a tomada de fotos aéreas, por ser assunto tradicionalmente enfatizado na literatura. Isso vale para qualquer aeronave tripulada, isto é, avião, helicóptero ou ultraleve.

Deve-se ressaltar que, antes dos vãos serem efetuados para a tomada das fotos aéreas para a pesquisa, ao piloto eram dadas explicações detalhadas sobre a tarefa a ser realizada.

O segundo assunto diz respeito a estudos fotointerpretativos florestais, em nível de espécie.

Apesar de não terem sido freqüentes no estado do Paraná, existem algumas pesquisas, DISPERATI & RODERJAN (1984), FERNANDES & CASSOL (1986), GLADE et al (1986), DISPERATI et al (1986), SCHULER & DISPERATI (1988), DISPERATI & SKALSKI (1989), DISPERATI & POLANSKI (1991). Mas, excetuando-se o pinheiro do Paraná e bracatinga, esses estudos ainda são insuficientes para evidenciar uma ampla relação de espécies florestais que podem ser identificadas nas fotos aéreas coloridas em grande escala. E também suas características básicas de reconhecimento. Além disso, estudos repetitivos para as mesmas espécies em diferentes

épocas do ano e em diferentes locais não foram ainda cogitados.

Estudos fotointerpretativos específicos de reconhecimento de espécies florestais devem ser incentivados. Para tal, o uso do ultraleve pode ser de valia, pois facilita a tomada de fotos aéreas manuais e em escalas grandes. Todavia, cuidadosa atenção deve ser dada ao aspecto de uniformização da escala fotográfica, se diversos sobrevôos forem efetuados, e à sinalização das árvores. Inclusive, nesse último aspecto, pode ser usado o processo utilizado por LINGNAU (1990) colocando o alvo (plástico) na parte superior das copas.

Verificou-se que das diversas escalas fotográficas utilizadas, a mais adequada ao trabalho de campo foi a 1:800. Os motivos de tal preferência foram o nível de detalhes e a área abrangida.

O terceiro e último aspecto a ser comentado é a tomada manual das FAPEF.

Pode haver um certo receio e constrangimento, em pessoas não familiarizadas com o assunto, acreditando que a obtenção prática das fotos aéreas é perigosa. E, ainda mais com o ultraleve. Entretanto, isso não tem nenhum fundamento, porque o voo é seguro e confortável, se realizado dentro do contexto normal de segurança.

Acidentes no meio aeronáutico sempre ocorrem e a grande maioria deve-se à imprudência do piloto ou à aeronave sem a devida manutenção. A imprudência e a ousadia não podem imperar nessa atividade de obtenção de FAPEF.

Com o ultraleve, não se efetua nada em um voo aerofotográfico que não seja possível de ser realizado em voo panorâmico. A única exceção é manter manualmente a câmara ou o

suporte fora da aeronave, apenas durante a tomada das fotos. Isso reduz um pouco a velocidade, mas não causa nenhum perigo quanto à segurança do voo. Seria o mesmo que colocar a câmara fotográfica fora do carro, estando este sem a porta, a 80 km/h em uma autoestrada.

4.2 CLINÔMETRO ELETRÔNICO E RESPECTIVO SUPORTE

O formato do clinômetro eletrônico é de um paralelepípedo retangular com as dimensões de 6 x 12,5 x 8,5 cm. Numa de suas faces de 6 x 12,5 cm, a qual deve estar voltada para o fotógrafo, estão os LEDs que indicam as variações angulares de zero a quarenta e cinco graus e se o aparelho está ligado ou não. Na face oposta fica a chave liga/desliga.

Quando o clinômetro é ligado, imediatamente acende o LED, de cor vermelha, indicando assim o seu funcionamento. Dependendo do ângulo de inclinação em que o aparelho é colocado, acende o corresponde LED (cor amarela).

O intervalo de leitura angular é de cinco graus. Entretanto, valores angulares de 2,5 graus podem também ser estimados. Exemplificando: o ângulo de 27,5 graus pode ser caracterizado quando estiver acesa simultaneamente os LEDs dos ângulos que indicam 25 e 30 graus.

O peso total do clinômetro eletrônico, incluindo a bateria, é de 320 gramas.

4.2.1 Suporte manual

Dois níveis de bolha, em posições transversais, foram instalados, provisoriamente, no suporte manual. Eles facilitam o posicionamento do suporte para tomada das FAPEF verticais.

Sua necessidade foi verificada por ocasião do aerorecobrimento da cidade de Tijuca do Sul e do capão florestal.

As figuras 31 e 32 mostram o suporte equipado com a câmara CANON F1 e clinômetro eletrônico, nas situações possíveis para a tomadas das fotos aéreas.

O suporte é simples, feito com barras de alumínio de formato L e constituído de três partes.

A primeira parte do suporte mede 31 cm. Serve de fixação para a câmara e o clinômetro, através de parafuso e porca com borboleta. Nela consta um orifício de 1,5 cm de diâmetro que permite acessar o pino da câmara, para o rebobinamento do filme quando este terminar. Esse orifício é necessário quando se usa a câmara Canon F1, mas não para a Yashica FXD, em virtude do referido pino estar na parte traseira do "winder".

Na segunda peça do suporte, de 14 cm de comprimento e transversal à primeira, foi instalada uma empunhadreira. Através dela e da empunhadreira da câmara, o fotógrafo mantém o suporte. Além disso, para segurança do suporte, são usadas também as alças da câmara.

A terceira peça do suporte mede 8 cm e é transversal à primeira: Ela serve para fixar o clinômetro na segunda posição desejada, proporcionando a obtenção de fotos aéreas com o maior eixo do negativo transversal à linha de vôo.

As barras de alumínio usadas para a primeira e terceira peças tem dimensões de 40 x 40 x 3 mm, enquanto a segunda peça tem dimensões de 20 x 20 x 2 mm.

O suporte pronto para ser utilizado pesa 2,4 kg, dos quais 70% são devidos ao conjunto câmara-winder.

FIGURA 31 - SUPORTE MANUAL PARA UMA CÂMARA 35 MM E O
CLINÔMETRO ELETRÔNICO

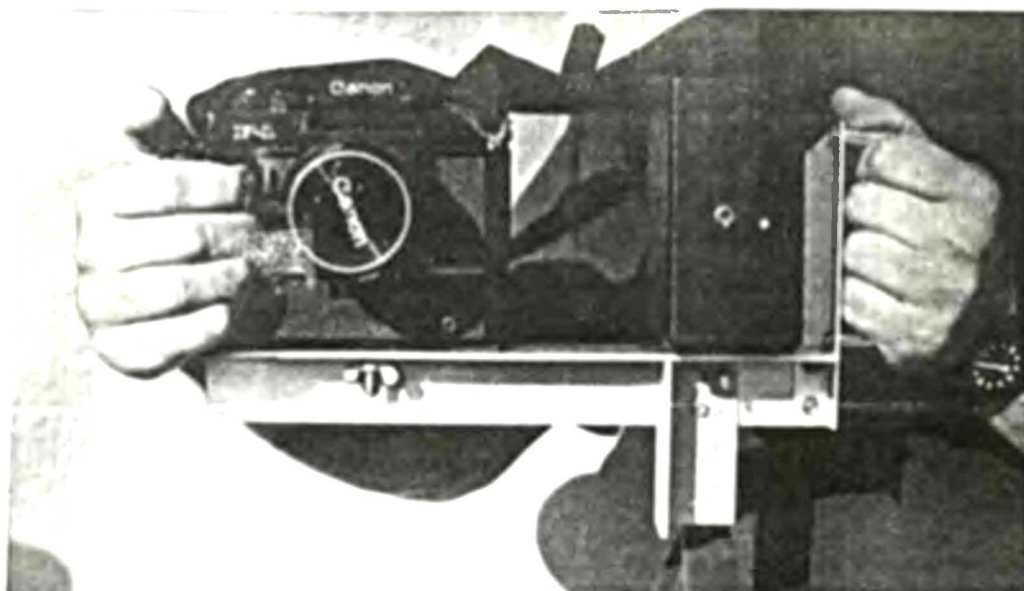
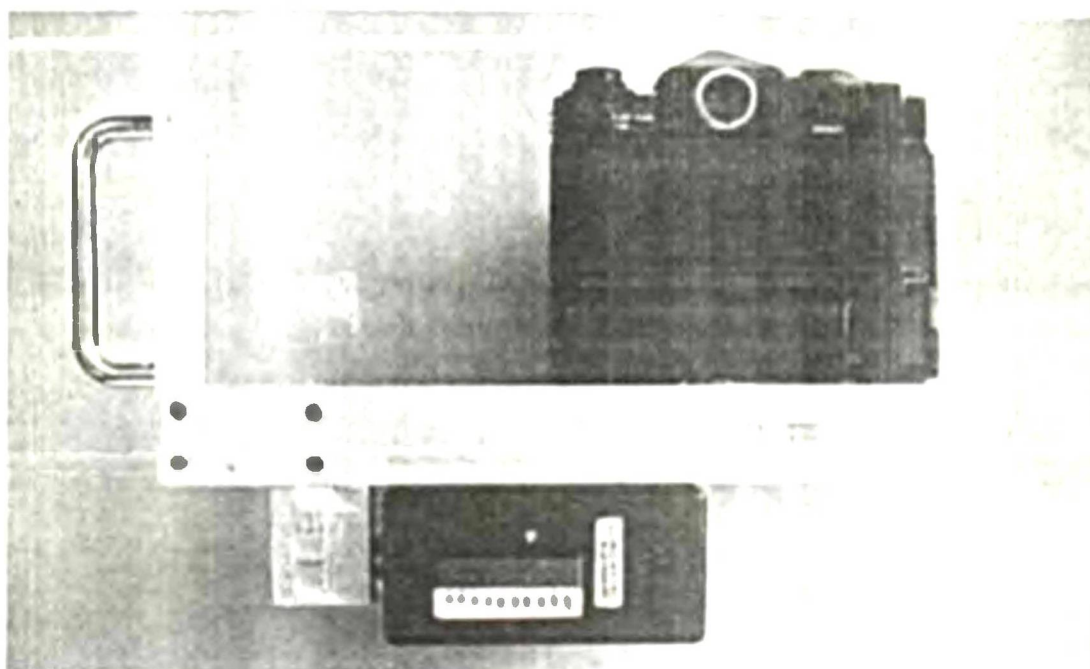


FIGURA 32 - SUPORTE MANUAL COM O EIXO MAIOR DA CÂMARA
TRANSVERSAL A LINHA DE VÔO



O suporte foi testado em um voo, com o ultraleve biplace "side-by-side" FENIX, para a tomada de fotos verticais e inclinadas com quinze graus de inclinação. Este ângulo foi estabelecido subjetivamente. As figuras 33 e 34 mostram dois modos de utilização do suporte, no referido ultraleve, para a tomada das fotos verticais e inclinadas, respectivamente.

O voo foi efetuado no dia 13 de março de 1993 para testar o suporte. Não houve nenhuma dificuldade em obter as fotos, verticais e inclinadas, num total de 24. Verificou-se maior facilidade em usar o suporte paralelo à linha de voo do que na posição transversal. Isso também ocorre com o uso apenas da câmara.

Do voo aerofotográfico realizado, obteve-se apenas metade das fotos e mesmo assim estavam mais escuras do que o normal. Os motivos, desse sucesso parcial, foram devidos ao horário em que foram tomadas as fotos, 17h 30 min, e aos valores incorretos do tempo de exposição (1:250 segundo) e abertura do diafragma (f/11) utilizados. Como era à tardinha e, portanto, com pouca claridade, deveria ter sido usado 1:125 ou 1:60 e f/8 ou f/5.6.

A altura de voo, para a tomada das fotos, foi de 200 m. A figura 35 refere-se a uma foto obtida com inclinação de quinze graus, mostrando as cavas do Rio Iguaçu, localizadas no município de Piraquara.

Em relação ao recobrimento aerofotográfico para fotos inclinadas manuais, dois aspectos são importantes : as fórmulas matemáticas para se determinar os parâmetros do planejamento e da missão de voo, e o suporte com clinômetro. A presente pesquisa solucionou o segundo aspecto.

FIGURA 33 - SUPORTE MANUAL POSICIONADO PARA A OBTENÇÃO DE FOTOS VERTICAIS

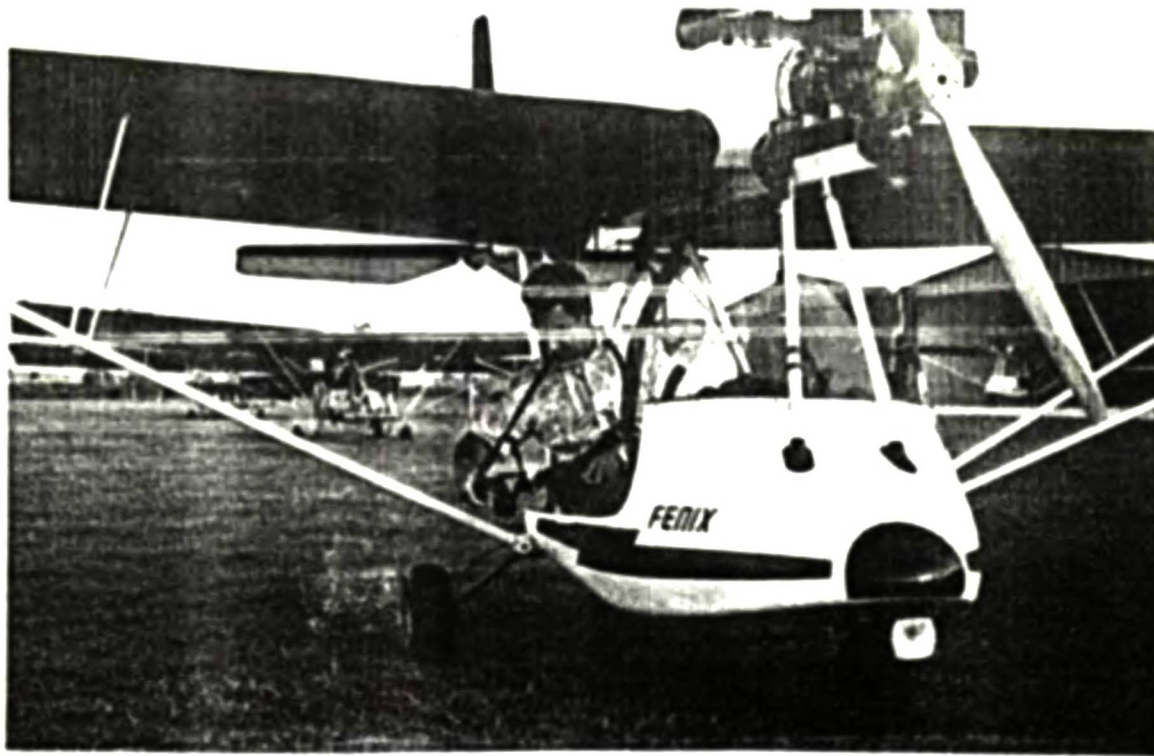
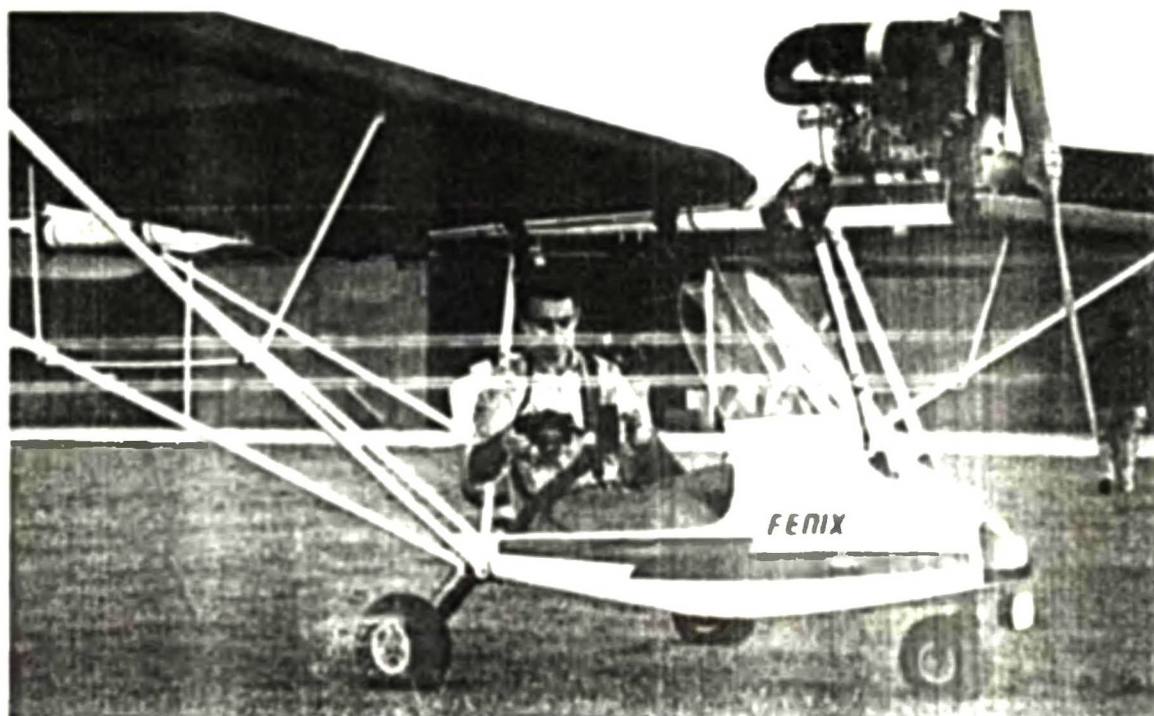


FIGURA 34 - OBTENÇÃO DE FOTOS INCLINADAS



O primeiro aspecto foi detalhado por DISPERATI (1992, cap. 8), com base no trabalho original de FLEMING & DIXON (1984) que apresentava as fórmulas, basicamente, para o ângulo de inclinação de apenas quarenta e cinco graus. As novas fórmulas propostas utilizam qualquer ângulo de inclinação.

Desse modo, atualmente é possível planejar e executar a cobertura aerofotográfica de qualquer localidade visando à obtenção de FAPEF com até quarenta e cinco graus de inclinação. Uma vez feito isso, o resultado será fotos obtidas com o mesmo ângulo de inclinação e, portanto, apresentando a mesma variação de escala. Os resultados serão diferentes do apresentado na figura 14, na qual não houve constância no ângulo de inclinação e nem uma correta linha de vôo retilínea.

4.3 INTERVALÔMETRO ELETRÔNICO E SUPORTE PARA DUAS CÂMARAS

O formato do intervalômetro eletrônico (figura 36) é de um paralelepípedo retangular e com dimensões de 15 x 10 x 6 cm.

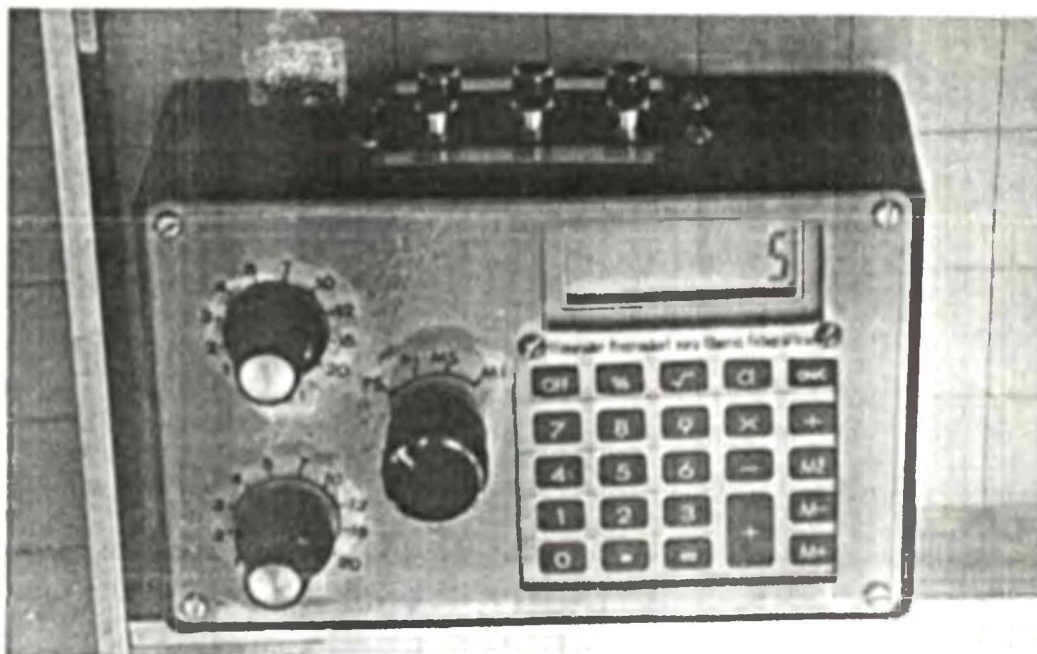
Numa das faces de 15 x 10 cm estão posicionados três botões ("knob") de controle, sendo dois do "timer" e um do seletor, e a parte externa de uma calculadora, mostrando o visor e as teclas. Os botões de controle do "timer" permitem selecionar o intervalo de tempo (em segundos) entre cada exposição consecutiva de cada câmara. A chave do seletor serve para indicar a opção de uso, isto é, manual ou programável.

Numa das faces de 15 x 6 cm estão posicionados seis "jacks RCA", sendo utilizados cinco. Eles servem para conectar, através de fios, o intervalômetro à bateria e às câmaras. Dois deles são usados para conectar às câmaras quando usadas no modo manual; dois para a utilização das câmaras no

FIGURA 35 - CAVAS DO RIO IGUAÇU



FIGURA 36 - INTERVALÔMETRO ELETRÔNICO PARA ACIONAR DUAS CÂMARAS FOTOGRAFICAS 35 MM



modo programável e um para a bateria.

O funcionamento do intervalômetro é simples, desde que as câmaras e a bateria estejam corretamente conectados no intervalômetro eletrônico, os intervalos de tempo registrados para cada câmara e o seletor indicando o modo de uso. Basta ligar a calculadora acionando a tecla ON/C, digitar 1 na calculadora, e apertar a tecla + . Para iniciar o disparo das câmaras, correspondendo à fotografia número 1, é necessário acionar a chave do disparador colocada próxima à empunhadeira do suporte. Toda vez que as câmaras são acionadas, ocorre o acréscimo unitário no visor da calculadora. Na eventualidade de ser preciso a contagem decrescente no visor, deve-se digitar inicialmente o número máximo de exposições do filme, seguido da tecla - .

O contador funcionará para a situação específica de uso simultâneo das duas câmaras. No caso delas estarem funcionando com intervalos de tempo diferente, o contador digital indicará as exposições da câmara 1.

O intervalômetro pode ser qualificado do tipo semi-profissional. Utilizaram-se conhecimentos avançados de eletrônica, devido à inclusão da calculadora eletrônica de bolso, como contador digital das fotos obtidas. A mesma classificação pode ser atribuída ao clinômetro eletrônico.

4.3.1 Suporte manual

Um protótipo do suporte manual foi elaborado para duas câmaras fotográficas 35 mm, o intervalômetro e o clinômetro eletrônicos anteriormente descritos.

Idêntico ao item 4.2.1, dois níveis de bolha, fixados

transversalmente, integram o suporte manual.

O suporte pode ser usado de modo que o eixo maior das câmaras fotográficas fiquem paralelo ou transversal à linha de voo (ver figuras 37 e 38). Para tal, deve-se mudar, apenas, a posição do clinômetro eletrônico.

Quando as câmaras são operadas manualmente, para cada uma delas existe um acionador colocado próximo às empunhadeiras do suporte.

O filme fotográfico pode ser trocado sem que haja a necessidade de retirar as câmaras do suporte.

O suporte tem estas dimensões : 35,5 cm x 34 cm x 6 mm. Completo para uso pesa 5,7 kg, sendo que 45,6% são devidos às duas câmaras equipadas com "winder".

Sob um aspecto ideal de pesquisa e aplicação prática da técnica do pequeno formato, seria necessário o uso de duas câmaras idênticas, o que não foi possível. Duas câmaras 35 mm diferentes estavam disponíveis para uso. Suas utilizações não acarretaram prejuízos para a presente pesquisa, visto os aspectos ilustrativos, das fotos aéreas, e demonstrativo da técnica.

As diferenças, entre as duas câmaras utilizadas, são :

- a) uma apresenta uma lente 1:1.4 e a outra 1:1.7;
- b) diferentes tipos de plug, e em diferentes posições no contexto das câmaras, para a instalação do fio elétrico conectando com o intervalômetro;
- c) para o acionamento elétrico, uma câmara apresenta a impedância de 1,5 V e a outra 9 V;
- d) diferentes posições do pino para rebobinar o filme fotográfico;

FIGURA 37 - SUPORTE MANUAL PARA DUAS CÂMARAS 35 MM, UM CLINÔMETRO
E UM INTERVALÔMETRO ELETRÔNICOS

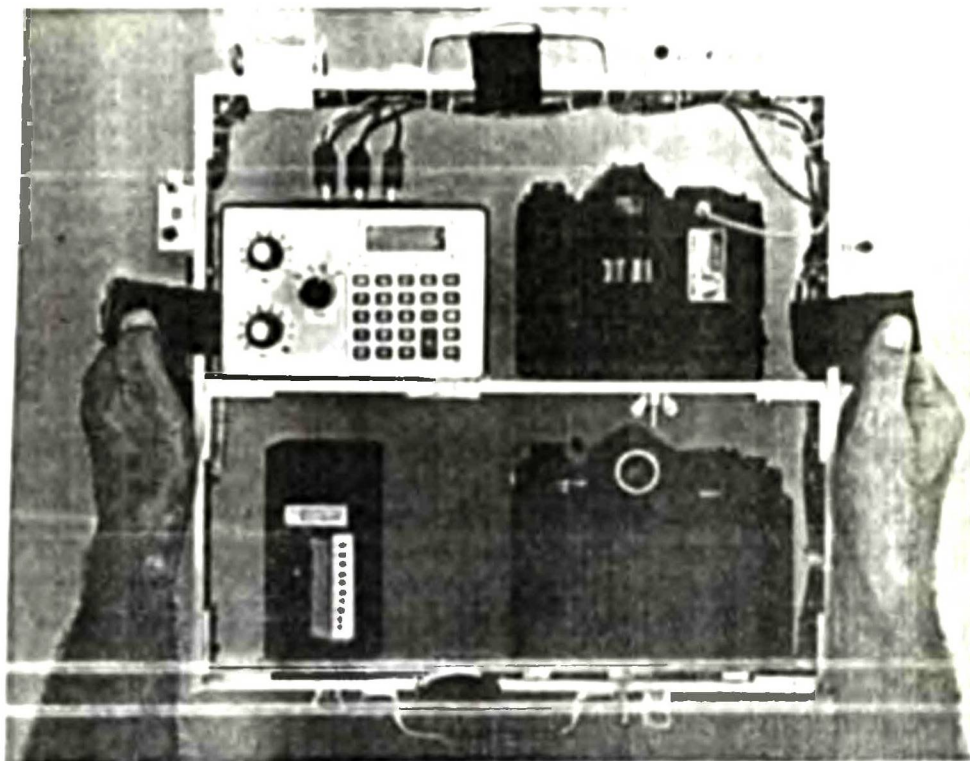
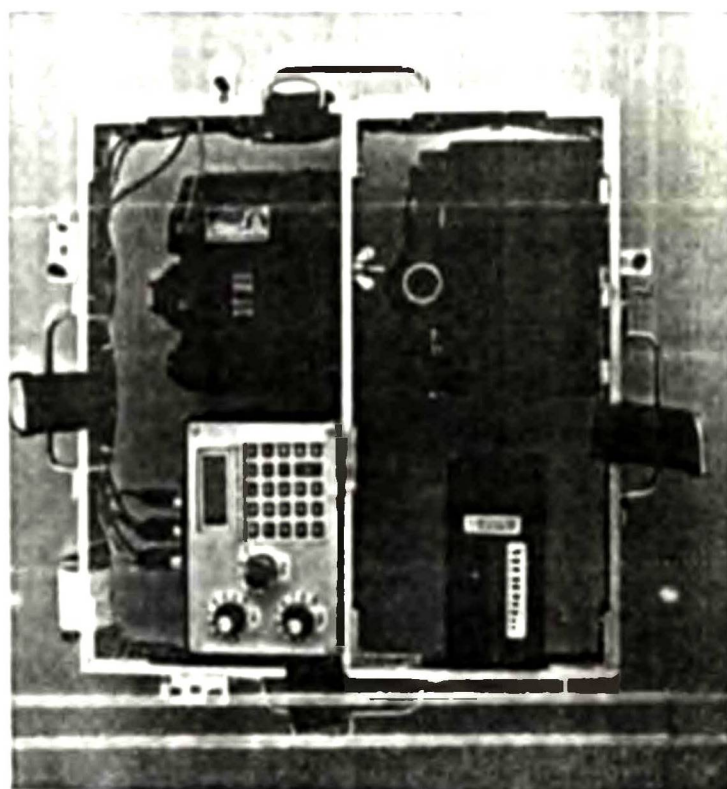


FIGURA 38 - SUPORTE MANUAL COM AS DUAS CÂMARAS POSICIONADAS
TRANSVERSALMENTE À LINHA DE VÔO



e) diferentes tamanhos e pesos;

f) diferentes tipos e tamanhos de bateria, sendo que uma câmara (Yashica FXD) não funciona sem bateria;

O protótipo do suporte apresentado não é universal. No caso de duas câmaras idênticas, novos orifícios podem ser necessários visando à fixação de ambas nas barras do suporte.

O suporte manual pode ser utilizado em outras aeronaves, como helicópteros e aviões.

O suporte foi testado no dia 26 de abril de 1993 usando o ultraleve FENIX. As câmaras estavam equipadas com lentes de distâncias focais diferentes, isto é, 50 mm e 28 mm. O voo foi efetuado das 16h 30 min às 17h 20 min. A altura de voo foi de 180 m.

Foram efetuadas diversas linhas de voo para a obtenção de fotos verticais e inclinadas. Serão mostrados os resultados apenas de duas que resultaram em FAPEF verticais. Uma linha de voo recobria o Graciosa Ultraleve Club do Paraná. A segunda recobria uma área plana, nas imediações do Club, contendo vegetação, áreas de campo e de recente ocupação urbana. Os fotoíndices resultantes de cada linha de voo são mostrados nas figuras 39 e 40.

Ressalta-se que foram utilizados dois filmes de colorido normal. Poderia ter sido utilizado também dois tipos diferentes de filmes ou duas lentes de mesmo valor de distância focal.

Cada figura mostra duas faixas de voo, devido ao uso de duas câmaras 35 mm. A faixa que abrange maior área territorial foi obtida com a câmara equipada com lente 28 mm. Essa faixa abrange quase que o dobro da obtida com lente 50 mm.

FIGURA 39 - FOTOÍNDICES DO GRACIOSA ULTRALEVE CLUB DO PARANÁ

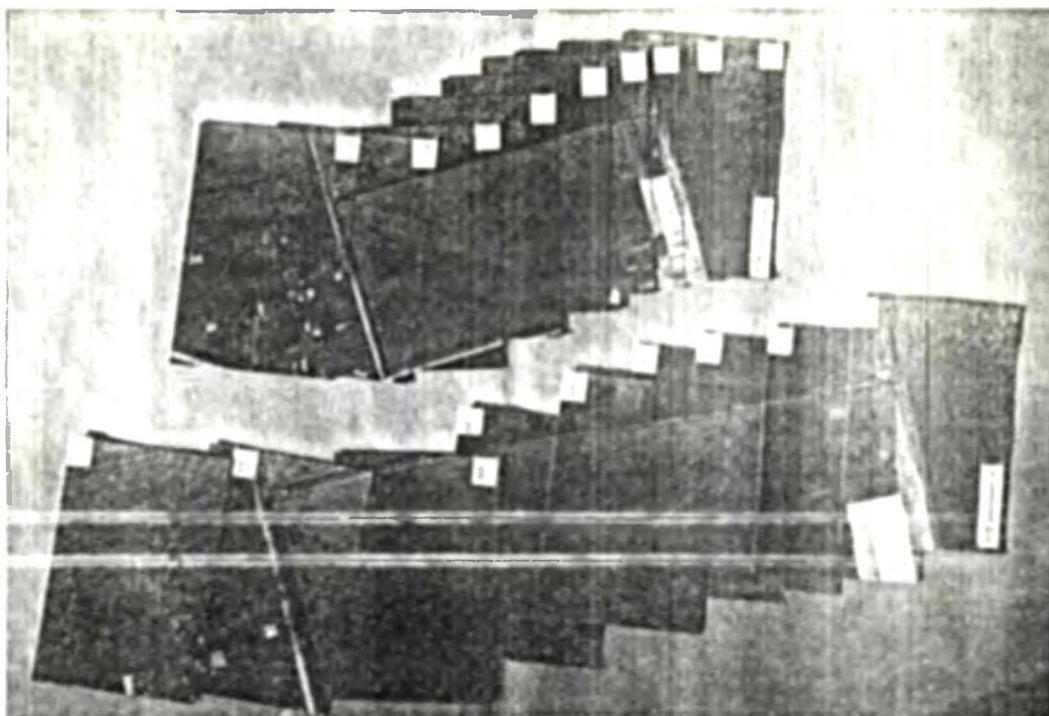
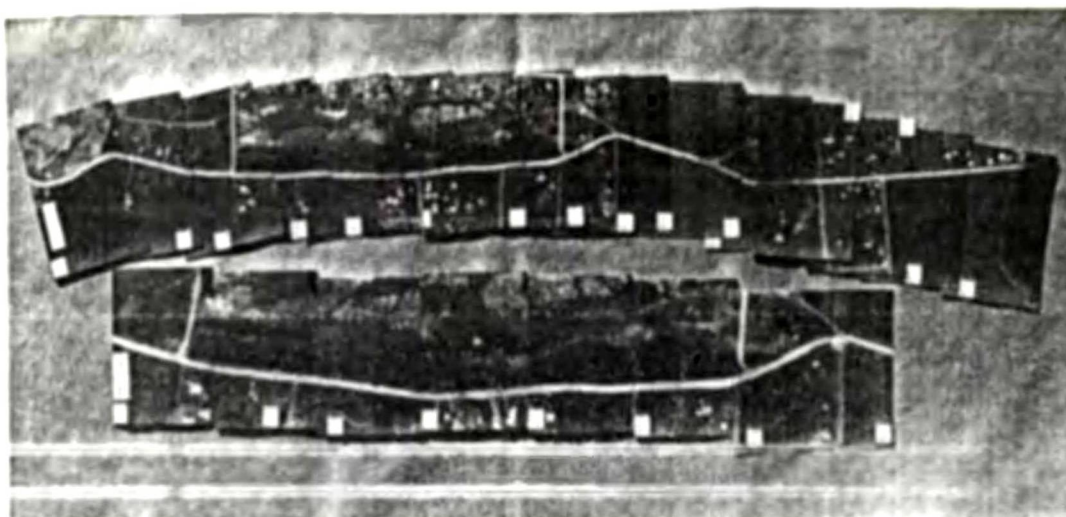


FIGURA 40 - FOTOÍNDICES RESULTANTES DA UTILIZAÇÃO DO SUPORTE
MANUAL EQUIPADO COM DUAS CÂMARAS 35 MM



Em relação à primeira linha de voo, observa-se na figura 39, que pequena parte do Club não foi fotografada. Isso foi devido a erro na linha de voo causada pelo vento que deslocou o ultraleve da rota correta.

A segunda linha de voo, como se observa na figura 40, foi efetuada mais corretamente do que a anterior. Também é de maior extensão. A maior faixa recobre, aproximadamente, 35 ha.

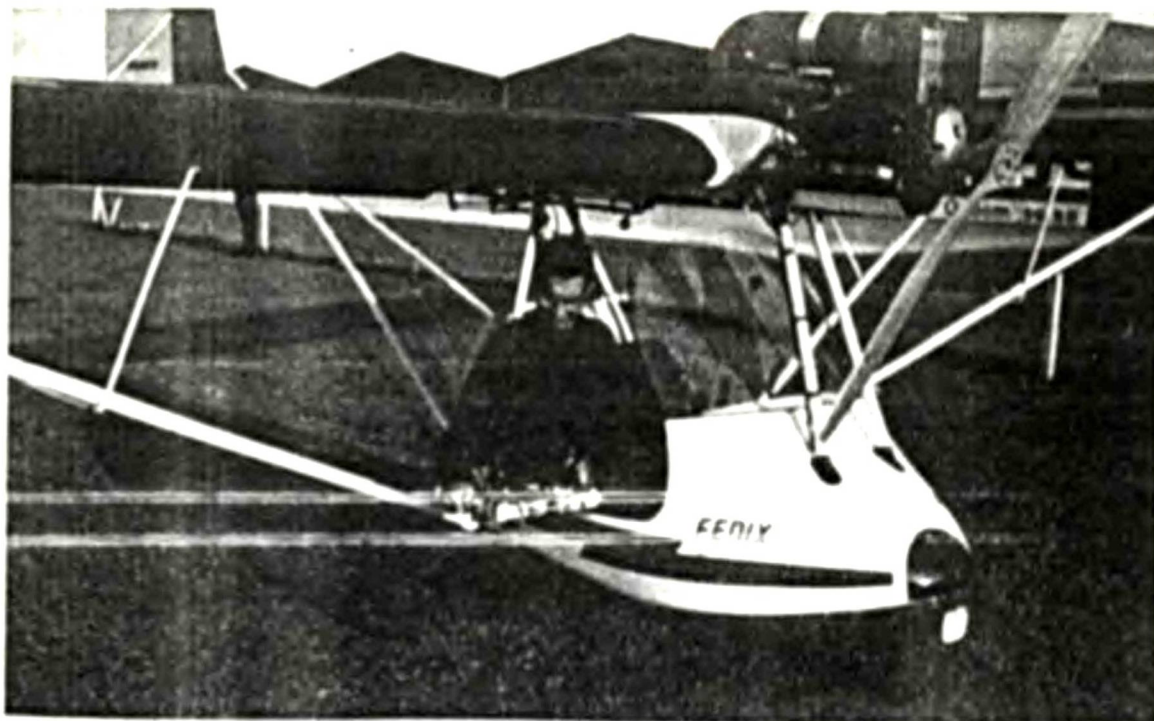
Não houve dificuldade em posicionar e manter o suporte fora do citado ultraleve e com as câmaras transversais à linha de voo. Os níveis de bolha e o clinômetro eletrônico facilitaram manter o suporte em posição vertical. As câmaras foram acionadas simultaneamente, no modo manual, a intervalo de três segundos. Nas fotos resultantes não aparecem partes da fuselagem e nem do trem de pouso.

Durante a tomada das fotos aéreas, parte do suporte ficava apoiado na fuselagem, facilitando assim a manutenção do suporte na vertical. A figura 41 reporta o modo prático de utilização do suporte na aeronave. Ele também é mantido, ao fotógrafo, por alças.

Entretanto, em pleno voo, não se conseguiu efetuar a troca de filmes, principalmente devido ao tamanho do suporte, a dificuldade da troca de filme na câmara Canon, e ao pouco espaço, no ultraleve, devido à proximidade do manche. Desse modo, então, foi necessário efetuar o pouso, no Club, para trocar os filmes.

No suporte apresentado por KIEFER (1970) e também por MINTZER & SPRAGG (1978), as duas câmaras iguais 35 mm eram instaladas lado a lado, possibilitando apenas a tomada das fotos com o eixo maior do negativo fotográfico paralelo à linha de voo

FIGURA 41 - UTILIZAÇÃO DO SUPORTE MANUAL PARA DUAS CÂMARAS 35 MM
NO ULTRALEVE



e com o acionamento manual e simultâneo das câmaras. Os referidos autores obtinham as fotos através da janela do avião ou então com o avião sem a porta. Essas limitações já não ocorrem com o presente suporte, pois as câmaras podem ser usadas com o eixo maior paralelo ou transversal à linha de voo, nas opções manual ou programável, e com inclinação de até 45 graus.

O suporte manual apresentado por FISHER & STEEVER (1973) utilizava quatro câmaras iguais 35 mm, acionadas simultaneamente. Eles obtinham as fotos através da janela do avião de asa alta, quando esta estava completamente aberta. Entretanto, o fotógrafo tinha que colocar parte do corpo (cabeça, ombros e braços) fora da janela do avião a fim de manter manualmente o suporte, em posição adequada, para a tomada das fotos. Esta situação é completamente diferente quando se usa

o ultraleve, como mostrado na figura 41, e muito mais confortável.

Os suportes comentados acima foram desenvolvidos há quase duas décadas. O presente suporte incorpora, como novidade, o clinômetro e o intervalômetro eletrônicos. Ambos foram feitos utilizando-se circuitos e componentes eletrônicos ainda não disponíveis na década de 70. Entretanto, a essência do suporte é a mesma e visa à obtenção manual de FAPEF verticais ou inclinadas.

4.4 Análise de diversos ultraleves

Como mostrado anteriormente, existem inúmeros tipos e modelos de ultraleve. Nem sempre o mesmo está disponível para uso. Por isso, é interessante analisar, ao menos teoricamente, o potencial de outros ultraleves "biplace" para a tomada manual das FAPEF.

A tabela 8 mostra os valores numéricos obtidos quanto à análise de três modelos de ultraleve "biplace side-by-side".

O modelo FENIX possibilita, com o suporte manualmente fora da aeronave, a obtenção de FAPEF verticais independente da posição do eixo maior da câmara em relação à linha de voo (rever figura 33). Mas, devido a fuselagem, não é possível fotografar com a câmara dentro da aeronave.

Para fotos inclinadas, a variação possível do ângulo de inclinação também é de zero a noventa graus, independente da posição do eixo maior da câmara na linha de voo.

Quanto às fotografias panorâmicas, o modelo possibilita

TABELA 8 - POTENCIAL DO ULTRALEVE "BIPLACE SIDE-BY-SIDE" PARA
FOTO VERTICAL, INCLINADA E PANORÂMICA

ULTRALEVE "BIPLACE SIDE-BY-SIDE"	CÂMARA FORA DA AERONAVE					CÂMARA DENTRO DA AERONAVE	
	FOTO VERTICAL			FOTO INCLINADA		FOTO PANORÂMICA	
	CÂMARA DENTRO	CÂMARA FORA		CÂMARA FORA		AZINUTE	INCLINAÇÃO
		PARALELO	TRANSV.	PARALELO	TRANSV.		
FÊNIX	N fuselagem	S	S	0-90°	0-90°	20°(cauda) a 70° (montante)	> 45°
						120°(montante) a 160°(pára-bri- sa e hélice)	> 45°
FLYER	R manche est.tub.	S	S	0-90°	0-90°	15° (cauda) a 45°(montante)	40° a 80°
						120°(montante a 130°(est.tub.)	> 45°
						160°(est.tub.) a 200°(est.tub.)	> 60°
MICROLEVE ML300	R manche est.tub.	S	S	0-90°	0-90°	60° (estais) a 80°(montante)	35° a 45°
						120°(montante) a 130°(est.tub.)	> 45°
						160°(est.tub.) a 200°(est.tub.)	> 60°

S - SIM

N - NÃO

R - RESTRIÇÃO

est.tub.- estrutura tubular

duas variações azimutais. Nessas variações, o ângulo de inclinação deve ser superior a quarenta e cinco graus para não fotografar partes do ultraleve. A figura 42 é uma representação gráfica dos valores das variações azimutais da tabela 8.

Na primeira variação, o fotógrafo necessita girar muito o corpo em relação ao piloto, devido ao azimute de vinte a setenta graus. Na segunda variação, a tomada das fotos é mais confortável face à variação azimutal de cento e vinte (limitação devido ao montante) a cento e sessenta graus (limitações devido ao pára-brisa e hélice). Isso praticamente equivale a dizer, que no primeiro modo são registrados locais que estão lateralmente ao ultraleve, mas atrás do fotógrafo. No segundo modo fotografa-se áreas, praticamente, laterais ao sentido de voo.

Face ao acima apresentado, com o modelo FENIX não é possível a tomada de fotos panorâmicas frontais, idênticas às da figura 16.

O segundo e terceiro modelos testados, FLYER e o MICROLEVE ML 300, apresentaram resultados parecidos, por possuírem quase o mesmo tipo de estrutura tubular, como pode ser verificado nas figuras 3 e 43.

Em ambos os modelos e com a câmara fora da aeronave, é plenamente possível a tomada de fotos verticais e inclinadas. Haverá, porém, restrição ao uso da câmara dentro da aeronave, devido à estrutura tubular e principalmente ao manche. Caso este seja retirado, existe boa chance para fotos verticais.

A maioria dos ultraleves "biplace" possuem duplo comando, isto é, dois manches. A retirada de um deles não afeta o voo.

Para a obtenção das fotos panorâmicas, ambos os modelos

FIGURA 42 - REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DA POTENCIALIDADE DO FENIX
PARA A TOMADA DE FOTOS PANORÂMICAS

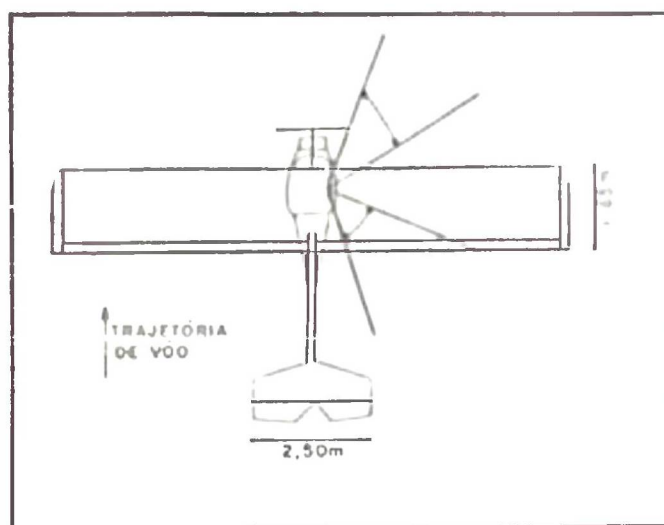


FIGURA 43 - ULTRALEVE DE SEGUNDA GERAÇÃO, FLYER



forneçam valores diferentes ao apresentado pelo FENIX. Eles possibilitam três variações azimutais, sendo duas praticamente iguais e com o mesmo ângulo de inclinação.

No modelo FLYER, a primeira variação azimutal é de quinze a quarenta e cinco graus. No modelo Microleve esta variação é menor, de sessenta a oitenta graus, devido à presença de um cabo de aço que fornece maior sustentação da asa quando em voo. Com o FLYER, o ângulo de inclinação possível é de quarenta a oitenta graus, enquanto para o MICROLEVE reduz-se de trinta e cinco a quarenta e cinco graus, apenas.

As outras duas variações azimutais são praticamente iguais, tanto para fotos panorâmicas laterais como frontais.

Para as fotos panorâmicas laterais, a variação do ângulo azimutal possível é muito pequena, de apenas dez graus, devido ao montante e estrutura tubular, respectivamente. Nesse caso, qualquer foto pode ser tomada com ângulo de inclinação superior a quarenta e cinco graus.

Para as fotos panorâmicas frontais, a amplitude da variação azimutal é de quarenta graus, mas com ângulo de inclinação superior a sessenta graus, para evitar fotografar partes da fuselagem e pedais de controle.

Ainda para as fotos frontais, ambos os modelos apresentam uma possibilidade adicional caso o fotógrafo projete o corpo um pouco para a frente. Isso feito, amplia a capacidade para aquisição desse tipo de foto. A variação azimutal passa a ser de cento e oitenta a duzentos e setenta graus, que é a situação ideal. Isso explica a maneira como foram tomadas as fotos que constituíram a figura 16.

Essa situação não é factível no FENIX, devido à fuselagem

e o pára-brisa. O pára-brisa, aliás característica marcante do FENIX, torna o voo de ultraleve mais agradável por evitar a corrente de ar sobre os ocupantes, mas impede a tomada de fotos panorâmicas frontais.

Diante disso, verifica-se que com o posicionamento manual do suporte fora do ultraleve, os três modelos "biplace side-by-side" possibilitam a tomada de fotos verticais ou inclinadas. Para a tomada das fotos panorâmicas laterais, o melhor modelo é o FENIX, enquanto o FLYER e o MICROLEVE ML 300 são os mais adequados para as fotos panorâmicas frontais.

Os próximos parágrafos analisam dois modelos de ultraleve "biplace tandem", conhecidos como FOX II e CHALLENGER. Neles o fotógrafo pode ocupar o assento dianteiro ou traseiro e fotografar de qualquer lado.

Apesar do manete do acelerador estar colocado no lado direito dos dois modelos, atrapalhando um pouco o posicionamento do suporte, ele não evita totalmente a tomada das FAPEF verticais ou inclinadas.

Com a possibilidade de fotografar para o lado direito e esquerdo, há também um aumento da capacidade para fotos panorâmicas. Além disso, o fotógrafo pode melhor orientar o piloto na trajetória da linha de voo e que é fundamental no recobrimento aerofotográfico. Estes dois aspectos não ocorrem com os modelos "biplace side-by-side".

É difícil imaginar, a colocação da câmara dentro desses ultraleves, pois ambos possuem fuselagem, ou melhor, a parte debaixo dos assentos é fechada, aliás entelada, além de ser estreita.

A tabela 9 reporta os valores numéricos referentes a cada

opção de posicionamento do suporte nos dois ultraleves. Uma simples verificação da tabela indica os melhores resultados, para ambos os modelos, quando o fotógrafo ocupar o assento dianteiro das aeronaves.

Quando o fotógrafo estiver no assento dianteiro do FOX II e posicionar manualmente o suporte fora da aeronave, não haverá nenhuma limitação para a tomada das fotos 35 mm verticais ou inclinadas. Isso é válido para o posicionamento do eixo maior da câmara paralelo ou transversal à linha de voo (ver figura 44).

O acima descrito, já não ocorre quando o fotógrafo estiver no assento traseiro, como pode ser inferido da figura 45. Existe restrição de tomada das fotos verticais e inclinadas devido a um cabo de aço, um tirante, a canela do trem de pouso e a estrutura tubular. Entretanto, caso o fotógrafo projete um pouco o corpo para a frente, ele poderá evitar a canela do trem de pouso e assim obter fotos inclinadas com ângulo variando de trinta a noventa graus.

Quando o fotógrafo ocupar o assento dianteiro do FOX II, a possibilidade de tomada de fotos panorâmicas é grande. Para ambos os lados do ultraleve, a amplitude azimutal é aproximadamente de sessenta graus e com ângulo de inclinação superior a quarenta e cinco graus. Entretanto, a estrutura tubular frontal do ultraleve e o pára-brisa impedem a tomada de fotos panorâmicas frontais (figura 46).

As opções para fotos panorâmicas são limitadas quando o fotógrafo ocupar o assento traseiro do FOX (rever figura 45). Os montantes, tirantes e estrutura tubular, são as principais causas das restrições e que limitam a amplitude azimutal.

TABELA 9 - POTENCIAL DO ULTRALEVE "BIPLACE TANDEM" PARA FOTO
VERTICAL, INCLINADA E PANORÂMICA

ULTRALEVE		CÂMARA FORA DA AERONAVE				CÂMARA DENTRO DA AERONAVE	
"BIPLACE TANDEM"		FOTO VERTICAL		FOTO INCLINADA		FOTO PANORÂMICA	
		PARALELO	TRANSVERSAL	PARALELO	TRANSVERSAL	AZIMUTE	INCLINAÇÃO
FOX II	ASSENTO DIANTEIRO	S	S	0-90°	0-90°	100°(tirante) a 165°(est.tub.e pára-brisa)	> 45°
						195°(est.tub. e pára-brisa) a 260°(tirante)	> 45°
	ASSENTO TRASEIRO	R cabo de aço trem de pouso	R cabo de aço trem de pouso	R trem de pouso Tirante	R trem de pouso Tirante	20°(cauda) a 70°(montante)	> 45°
						115°(montante) a 135°(montante)	> 45°
						225°(montante) a 245°(montante)	> 45°
						290°(montante) a 340°(cauda)	> 45°
CHALLENGER	ASSENTO DIANTEIRO	S	S	0-90°	0-90°	R para-brisa	—
	ASSENTO TRASEIRO	R cabo de aço	R cabo de aço	R tirante trem de pouso	R tirante trem de pouso	20°(cauda) a 60°(montante)	> 45°
						90°(montante) a 120°(montante)	25° - 40°
						140°(montante) a 150°(p.brisas)	> 80°
						210°(p.brisas) a 220°(montante)	> 45°
						240°(montante) a 270°(montante)	25° - 40°
						290°(montante) a 330°(cauda)	> 80°

S - SIM

N - NÃO

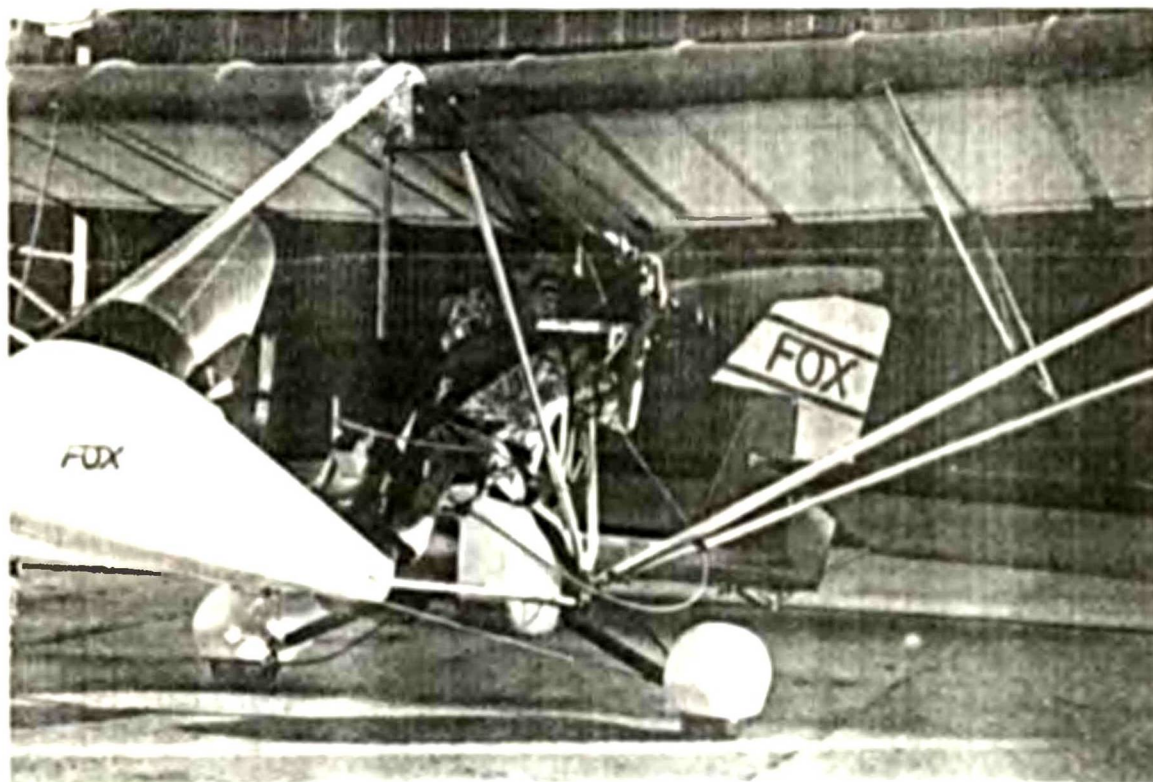
R - RESTRIÇÃO

est.tub. - estrutura tubular

FIGURA 44 - POSIÇÃO DO FOTÓGRAFO NO ASSENTO DIANTEIRO DO FOX II
PARA A OBTENÇÃO DE FOTOS VERTICAIS



FIGURA 45 - FOTÓGRAFO OCUPANDO O ASSENTO TRASEIRO DO FOX II PARA
A TOMADA DE FOTOS INCLINADAS



A figura 47 ilustra graficamente o potencial para a tomada das fotos panorâmicas, quando o fotógrafo ocupar o assento dianteiro ou traseiro do FOX II.

O modelo CHALLENGER apresenta fuselagem inteiriça e carenagem total na frente. Ele pode ser complementado com duas portas, de plástico, laterais que tornam a cabine completamente fechada. Isso propicia um voo muito mais confortável, mas reduz o potencial para a cobertura aerofotográfica.

Quando o fotógrafo estiver no assento dianteiro (figura 48) e posicionar o suporte para fora, não haverá nenhuma dificuldade para obter as FAPEF verticais e inclinadas, sendo esta última com qualquer ângulo até 90 graus.

O referido modelo apresenta muita limitação para a tomadas das fotos panorâmicas, visto o formato e o tamanho do pára-brisa (rever figura 48). Este é maior do que o correspondente no modelo FOX II. Entretanto, caso o fotógrafo projete o corpo para o lado, existirá uma variação azimutal de cento e dez a cento e setenta graus, para fotos com inclinação superior a quarenta e cinco graus.

Quando o fotógrafo ocupar o assento traseiro do CHALLENGER, haverá restrições tanto para fotos verticais como para as inclinadas. Para as verticais, a restrição é devido à presença de um cabo de aço. Para as fotos inclinadas, ainda há o trem de pouso e o montante.

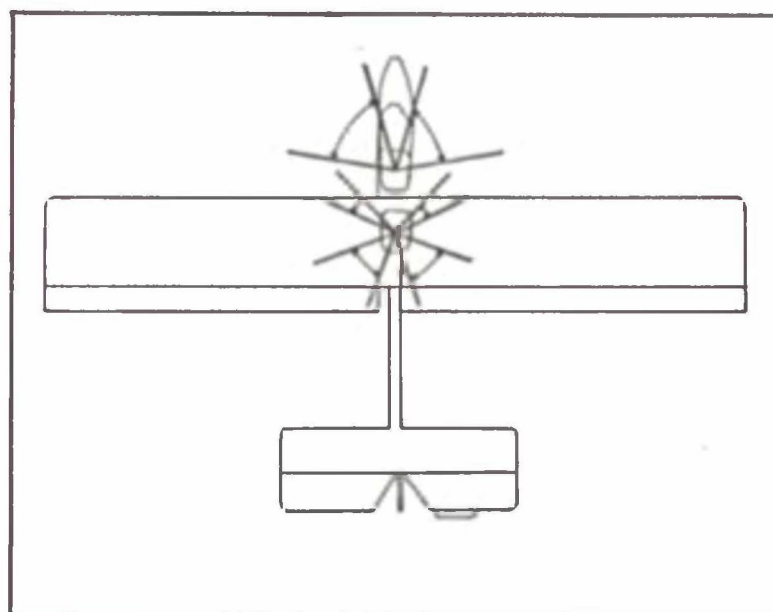
A superioridade do modelo FOX II em relação ao CHALLENGER, para o aerorecobrimento, se evidencia quanto à tomada de fotos panorâmicas.

É importante ressaltar que os cinco ultraleves, analisados acima, são vendidos comercialmente e de aceitação

FIGURA 46 - OBTENÇÃO DE FOTOS PANORÂMICAS NO FOX II



FIGURA 47 - REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DA POTENCIALIDADE DO FOX II
PARA FOTOS PANORÂMICAS



geral quanto à segurança e desempenho aeronáutico. Evidentemente, os modelos de terceira geração (FENIX, CHALLENGER e FOX), por serem construídos com tecnologia e materiais mais recentes e poderem utilizar motores mais potentes, apresentam melhor desempenho do que os de segunda geração. Inclusive, por serem cabinados, parcial ou totalmente, são menos sensíveis a ventos. Entretanto, todos possibilitam a tomada de FAPEF, verticais ou inclinadas, adequadas a estudos temáticos. Existem restrições para quando o fotógrafo ocupar o assento traseiro dos "biplace tandem".

FIGURA 48 - ULTRALEVE DE TERCEIRA GERAÇÃO CHALLENGER



A análise acima foi feita com o suporte equipado com o clinômetro. O referido suporte ocupa uma área um pouco maior do que o dobro de uma câmara 35 mm. Na eventualidade do uso desta, o fotógrafo poderá ter um pouco mais de flexibilidade para o posicionamento dela fora da aeronave. Os valores numéricos apresentados, porém, ainda são representativos da situação.

Além disso, usou-se uma lente na câmara de distância focal de 50 mm. No caso de ser usada outra lente de diferente distância, os valores mencionados não serão mais representativos da situação. Quanto menor o valor da distância focal, maior o ângulo de abertura da lente. Possivelmente com outras lentes de distância focal menor, o fotógrafo deverá manter a câmara um pouco mais afastada da fuselagem ou do assento, e a uma posição mais baixa, a fim de não fotografar partes do ultraleve.

Uma verificação no ultraleve de quarta geração KITFOX III, mostrado na figura 9, evidenciou também a possibilidade de obter fotos verticais e inclinadas, quando o fotógrafo deslocar a câmara para fora da aeronave. Ao contrário do que se poderia inferir, erroneamente, da referida figura, a estrutura do trem de pouso não impede a tomada das fotos.

A situação mais adequada para a tomada das fotos inclinadas e panorâmicas será quando o voo for efetuado com a porta levantada na sua capacidade máxima, como mostrado na figura 9, ou sem a porta. A amplitude da variação azimutal é idêntica ao do FENIX.

Com o KITFOX III, é impossível a tomada de fotos panorâmicas frontais, devido à posição do motor e da hélice,

ambos na frente da cabine.

Desse modo, os ultraleves "biplace side-by-side" e "tandem" analisados anteriormente, assim como o ultraleve avançado KITFOX III, propiciam a tomada de fotos aéreas, verticais e inclinadas, desde que o fotógrafo posicione, corretamente, a câmara ou o suporte para fora da aeronave.

Não se analisou na presente pesquisa, nenhum ultraleve de primeira geração ou então que não seja produzido comercialmente.

4.5 Considerações complementares

É oportuno efetuar alguns comentários sobre o uso do ultraleve.

O ultraleve, assim como as demais aeronaves incluindo o helicóptero e o avião, não são e não foram desenvolvidos especialmente para a tarefa do aerorecobrimento. Algumas dessas aeronaves possuem características que proporcionam a instalação de suportes e câmaras em partes de sua estrutura, ou mesmo para a obtenção manual das fotos aéreas, e por isso são utilizadas para a tarefa.

Na realidade, as aeronaves desenvolvidas para a tarefa de aerorecobrimento são pouquíssimas e as que existem são exclusivamente de uso militar para espionagem aérea. A aeronave U2 é um desses raros exemplos.

Nesse sentido global considerado, as características de visibilidade vertical, lateral e frontal de voo, qualificam o ultraleve como uma excelente plataforma para a tomada de FAPEF manuais.

Como mencionado anteriormente, a finalidade básica dos ultraleves é lazer e recreio. Por isso, eles não são usados,

costumeiramente, para percursos longos, digamos quatrocentos quilômetros. Esse aspecto, inerente à constituição dos ultraleves, limita em muito a tentativa de sua aplicação, exclusivamente comercial e profissional, para o recobrimento aerofotográfico. Além disso, não é comum o aluguel de um ultraleve. Por isso, na presente pesquisa nada se comentou sobre o custo referente à obtenção das FAPEF.

O item mais caro em qualquer recobrimento aerofotográfico é a aeronave. Uma vez disponível e adequada ao tipo do aerorecobrimento desejado, a tarefa de tomada manual de FAPEF é um consequência normal.

No contexto de uma empresa florestal, é difícil justificar a aquisição de um ultraleve exclusivamente para a obtenção de FAPEF. Mas, aliada a outras utilizações cabíveis de serem realizadas, sua aquisição fica perfeitamente justificada e muitas vezes com vantagens de custo/benefício.

Algumas possíveis utilizações do ultraleve para a atividade florestal são: patrulha ou vigilância, fiscalização de trabalhos em andamentos ou realizados, localização de árvores ou áreas atacadas por insetos e doenças, orientação no combate a incêndios.

Para todos os exemplos de utilização acima mencionados, a observação aérea é muito mais eficaz do que a correspondente terrestre, a qual geralmente é efetuada por indivíduo ou grupo de pessoas motorizadas, seja por motocicletas ou carros.

Além das utilizações acima descritas, o ultraleve "biplace" serve para o transporte de mais uma pessoa e de material leve e pequeno.

Uma vez tendo o ultraleve à disposição para a obtenção

das FAPEF manuais, o potencial aplicativo das fotos é enorme. Algo sobre isso foi comentado na introdução.

A cada dia, modelos de ultraleve mais sofisticados surgem para a venda e muitos deles se assemelham a aviões convencionais. A sofisticação de fabricação atingiu tal nível, que já existe ultraleve acrobático e do tipo biplano. Isso evidencia a necessidade de conhecimento técnico para efetuar a escolha do tipo de ultraleve mais conveniente para as tarefas, juntamente com a do recobrimento aerofotográfico, que possam ser realizadas no contexto de um empresa florestal.

O ultraleve não pode ser imaginado com um substituto completo do avião para a citada tarefa, mas sim como um modo suplementar de obter as FAPEF de áreas pequenas, na qual a utilização do avião e câmaras aerofotogramétricas se tornem inviáveis economicamente.

A utilização do ultraleve em relação ao avião, como plataforma aérea para o aerorecobrimento fotográfico, deve ser encarada similarmente como o uso de câmaras de pequeno formato em relação às fotogramétricas convencionais para a obtenção das fotografias aéreas.

5 CONCLUSÕES

As principais conclusões da pesquisa são:

a) quando se referir ao ultraleve, deve-se especificar o tipo e o modelo, devido à grande variedade existente;

b) o ultraleve, aeronave destinada ao recreio e lazer, por proporcionar visibilidade vertical, lateral e frontal, pode ser usada para a tomada manual de fotos aéreas;

c) foi possível a obtenção, manual, de FAPEF 35 mm, consideradas do tipo vertical e inclinada, adequadas à fotointerpretação florestal detalhada, usando-se uma câmara 35 mm e o ultraleve de segunda geração FLYER GT;

d) as FAPEF verticais utilizadas na fotointerpretação, ampliadas quatro vezes dos negativos, apresentavam escalas grandes e variando de 1:2.000 a 1:200;

e) na obtenção de FAPEF manuais, verticais ou inclinadas, com qualquer tipo de ultraleve, o fotógrafo deve posicionar correta e adequadamente a câmara ou suporte a fim de evitar fotografar parte(s) da aeronave. Quando das fotos verticais, o mais comum é fotografar partes da estrutura tubular. Quando das fotos inclinadas, poderão aparecer partes do montante, de cabo de aço, do tirante, da estrutura tubular, dos pedais de controle, da carenagem, do pára-brisa ou do trem de pouso;

f) um clinômetro eletrônico foi especialmente desenvolvido para propiciar a obtenção de FAPEF com determinado ângulo de inclinação, variando de 2,5 graus no intervalo de zero a quarenta e cinco graus;

g) um suporte manual foi desenvolvido para utilizar

conjuntamente uma câmara fotográfica e o clinômetro eletrônico;

h) o suporte, mencionado no item anterior, propicia a realização de cobertura aerofotográfica visando à obtenção de FAPEF com ângulo de inclinação de até quarenta e cinco graus;

i) um intervalômetro eletrônico foi desenvolvido para acionar, de modo programável ou manual, duas câmaras 35 mm;

j) um protótipo de suporte manual foi desenvolvido para instalar duas câmaras 35 mm, um clinômetro e um intervalômetro eletrônicos, visando à tomada de FAPEF, verticais ou inclinadas, através de ultraleve ou qualquer outra aeronave tripulada;

k) o suporte manual, mencionado no item anterior, aumenta a capacidade para realizar pesquisas de fotointerpretação usando diferentes filmes, lentes e filtros fotográficos;

l) os dois suportes manuais, desenvolvidos, foram testados visando à obtenção de FAPEF através do ultraleve FENIX, e resultando adequado material fotointerpretativo;

m) o tipo de fuselagem do FENIX oferece a possibilidade de apoiar parte do suporte manual apresentado no item j). Isso facilita a tomada das fotos verticais, por ser menos cansativo ao fotógrafo manter o suporte na posição correta;

n) os modelos de ultraleves testados, "biplace side-by-side" FENIX, MICROLEVE ML 300 e FLYER e os " biplace tandem" FOX II e CHALLENGER, possibilitam dois modos manuais de obter as FAPEF. No primeiro, a câmara ou o suporte manual deve ser posicionado fora da aeronave. O resultado pode ser fotos aéreas verticais ou inclinadas. No segundo, o fotógrafo não precisa deslocar a câmara de onde estiver e o resultado será fotos inclinadas ou panorâmicas;

o) todos os cinco modelos testados, propiciam a tomada

manual de FAPEF verticais e inclinadas, mas apresentam algum tipo de restrição para a tomada das fotos panorâmicas;

p) existe restrição, principalmente devido ao manche, para posicionar manualmente uma câmara fotográfica 35 mm dentro do ultraleve "biplace side-by-side",

q) em relação aos modelos "biplace side-by-side", o FLYER e o MICROLEVE ML 300, quando o fotógrafo projeta o corpo para a frente, possibilitam excelentes opções para a tomada de fotos panorâmicas frontais. O modelo FENIX é o mais adequado para a tomada de fotos panorâmicas laterais;

r) os modelos de terceira geração "biplace tandem" testados, possibilitam fotografar do lado direito como do lado esquerdo dos assentos. Isso favorece também uma melhor orientação na trajetória da linha de voo, pelo piloto como do fotógrafo;

s) nos dois modelos de ultraleve "biplace tandem" testados, as maiores possibilidades de obter as fotos, tanto verticais, inclinadas e panorâmicas, ocorrem quando o fotógrafo ocupar o assento dianteiro. Para se fotografar, estando no assento traseiro, as restrições são muitas;

t) a superioridade do modelo FOX II em relação ao CHALLENGER, para o aerorecobrimento, se evidencia quanto à tomada das fotos panorâmicas;

u) foram testados, com sucesso, ultraleves de segunda e terceira geração, para tomada das FAPEF verticais e inclinadas;

v) o ultraleve deve ser considerado uma aeronave suplementar para a tomada de FAPEF e de principal utilização no recobrimento aerofotográfico de áreas pequenas, onde o uso do avião se torna inviável devido ao aspecto econômico.

6 RECOMENDAÇÕES

a) O ultraleve deve ser usado intensivamente como meio de obter FAPEF em escalas super-grandes (isto é, maiores do que 1:1.000), visando estudos detalhados, de natureza multiespectral (fotos multibandas) e multitemporal, de espécies florestais;

b) deve ser estabelecido um banco de dados com o material fotográfico existente (principalmente FAPEF) visando a estudos de reconhecimento de espécies florestais;

c) deve ser incentivado o uso de FAPEF inclinadas para estudos florestais fotointerpretativos.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BENSON, M. L. et al. A camera mount and intervalometer for small format aerial photography. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, Falls Church, v. 50, n. 11, p. 1571-1580, 1984.
- BRASIL. Ministério da Aeronáutica. Departamento de Aviação Civil. *Regras de operações de aeronaves ultraleves*, NSMA 58 - 103. S.l., 1991. 21 p.
- CIESLA, W. M.; HOPPUS, M. L. Identification of port orford cedar and associated species on large scale color and color-IR aerial photos. In: COLOR AERIAL PHOTOGRAPHY AND VIDEOGRAPHY IN THE PLANT SCIENCES AND RELATED FIELDS. (12.: 1989: Sparks, Nevada). *Proceedings...* Bethesda : American Society for Photogrammetry and Remote Sensing, 1990. p. 262 - 276.
- CLEGG, R. H.; SCHERZ, J. P. A comparison of 9 inch, 70 mm and 35 mm cameras. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, Falls Church, v. 41, n. 12, p. 1487-1500, 1975.
- CRISCO, W. A. Feasibility study using ultralight and other small aircraft to obtain large scale photography for photogrammetric operations. In : PECORA - REMOTE SENSING IN FOREST AND RANGE RESOURCES MANAGEMENT. (10.: 1985: Fort Collins). *Proceedings...* Falls Church: American Society for Photogrammetry and Remote Sensing, 1985. p. 409-410.
- DISPERATI, A. A. *Obtenção e uso de fotografias aéreas de pequeno formato*. Curitiba : FUPEF/UFPR, 1991. 290 p.
- _____. *Fotografias aéreas inclinadas*. Curitiba : Editora da Universidade Federal do Paraná, 1992. 106 p. (no prelo).
- DISPERATI, A. A.; POLANSKI, M. Interpretação florestal de fotos aéreas 35 mm coloridas de uma área urbana localizada no bairro do Capão da Imbuia - Curitiba - PR. In: CONGRESSO FLORESTAL E DO MEIO AMBIENTE DO PARANÁ (3.: 1991: Curitiba). *Anais...* Curitiba: Associação Paranaense de Eng. Florestais, 1991. p. 169-176.
- DISPERATI, A. A.; RODERJAN, C. V. Fotografias (35 mm) terrestres estereoscópicas de árvores utilizadas na arborização de Curitiba. *Floresta*, v. 16, n. 1/2, p. 31-38, 1986.
- DISPERATI, A. A.; ROSOT, N. C.; SANTOS, J. R. dos. Mapeamento dos povoamentos de bracatinga (*Mimosa scabrella* Benth) em diferentes idades usando fotografias aéreas 35 mm. *Acta Forestalia Brasiliensis*, Curitiba, v. 1, p. 65-74, 1986.
- DISPERATI, A. A.; SKALSKI JUNIOR, J. Contagem de copas de

- pinheiro do Paraná em fotografias aéreas verticais (convencionais e 35 mm coloridas) : caso estudo do Capão da Imbuia - Curitiba, PR. *Floresta*, Curitiba, v. 19, p. 4-14, 1989.
- FERNANDES, N. P.; CASSOL, R. *Subsídios para a elaboração de uma chave de interpretação para as principais espécies florestais e frutíferas existentes na Fazenda Canguiri*. Curso de Pós-graduação em Engenharia Florestal. Disciplina Fotointerpretação Florestal, Universidade Federal do Paraná, 16 p., 1986. (não publicado).
- FISCHER, J. J.; STEEVER, E. Z. 35 mm quadricamera. *Photogrammetric Engineering*, Falls Church, v. 39, n. 6, p. 573-578, 1973.
- FLEMING, J.; DIXON, R. G. *Basic guide to small-format hand-held oblique aerial photography*. Ottawa : Energy, Mines and resources, Canada Centre for Remote Sensing, 1981. 63 p. (Users Manual; 81-2).
- GLADE, J. E. et al. *Interpretação de fotos aéreas verticais para o mapeamento de espécies florestais*. Curso de Pós-graduação em Engenharia Florestal. Disciplina Fotointerpretação Florestal, Universidade Federal do Paraná, 10 p. + 1 mapa, 1986. (não publicado).
- GOBA, N. L. ; SENESE, E. M. The status of supplementary aerial photography in Ontario. *Photogrammetric Record*, London, v. 14, n. 80, p. 283-291, oct. 1992.
- GRAHAM, R. W. Small format aerial photography. *Photogrammetric Record*, London, v. 12, n. 71, p.561-573, Apr. 1988.
- GRAHAM, R. W.; READ, R. E. *Manual of aerial photography*. London: Focal Press, 1986. 346 p.
- GRAHAM, R. W. et al. Small format microlight surveys. *ITC Journal*, Enschede, v. 1, p. 14-20, 1985.
- _____. Small format microlight surveys. In: CONGRESS OF INTERNATIONAL SOCIETY FOR PHOTOGRAMMETRY AND REMOTE SENSING. (15.: Rio de Janeiro). *Proceedings...* Rio de Janeiro: Committee of the XVth International Congress of Photogrammetry and Remote Sensing, v. 25, 1984. p. 71-80. (Part I, Commission I).
- HARRIS, J. R. ; HANEY, T. G. *Techniques of oblique aerial photography of agricultural field trials*. Canberra: Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization, Division of Soils, 1973, 40 p. (Technical paper; n. 19).
- HELLER, R. C. Remote sensing : its state-of-the-art in forestry. In : PECORA - REMOTE SENSING IN FOREST AND RANGE RESOURCES MANAGEMENT. (10.: 1985: Fort Collins). *Proceedings...* Falls Church: American Society for Photogrammetry and Remote Sensing, 1985. p. 18-29.

- JOHNSON, R. E. ; MULVANEY, J. N. The use of low-oblique aerial photography for environmental management in Elliot Lake area. In : CANADIAN SYMPOSIUM ON REMOTE SENSING. (5.: 1978: Victoria). *Proceedings...* Canadian Remote Sensing Society, 1978. p. 396-398.
- KIEFER, R. W. Effects of date of photography on airphoto interpretation using color and color infrared films. In : INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON PHOTOGRAPHY AND NAVIGATION. (1970 : Columbus, Ohio). *Proceedings...* Columbus: The Ohio State University, Department of Geodetic Science, 1970. p. 100-117.
- KILLMAYER, A.; EPP, H. Use of small format aerial photography for land use mapping and resource monitoring. *ITC Journal*, 1983-4, p. 285-290.
- LINGNAU, C. *Avaliação de danos em Araucaria angustifolia*. Curitiba, 1990. 74 p. (Mestrado em Engenharia Florestal) - Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.
- MARLAR, T. ; RINKER, J. A small four-camera system for multi-emulsion studies. *Photogrammetric Engineering*, Falls Church, v. 34, n. 7, p. 1252-1257, 1968.
- MARDEN, L. The bird men. *National Geographic*. Washington, v. 164, n. 2, p. 198-217, Aug. 1983.
- MINTZER, O. W.; DOWDY, J. M. Remote sensing for regional resource analysis. In : FALL CONVENTION, 1974. *Proceedings...* Falls Church : American Society of Photogrammetry, 1974. p. 137-154.
- MINTZER, O. W.; SPRAGG, D. Mini-format remote sensing for civil engineering. *Transportation Engineering Journal*, Washington, p. 847-858, nov. 1978.
- NIEDZWIEDZ, W. R.; GANSKE, L. W. Assessing lakeshore permit compliance using low altitude oblique 35-mm aerial photography. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, Bethesda, v. 57, n. 5, p. 511-518, May 1991.
- SPURR, S. H. *Photogrammetry and photo-interpretation*. 2nd. ed. New York : The Ronald Press, 1960. 471 p.
- SAY-WITTGENSTEIN, L. *Recognition of tree species on aerial photographs*. Ottawa, Ontario : Canadian Forestry Service, Forest Management Institute, Ontario, 1978. 97 p. (Information report. FMR - X - 118).
- SCHULER, C. A. B.; DISPERATI, A. A. Sobre o uso de fotografias aéreas convencionais (preto e branco e falsa-cor) e 35 mm (coloridas) verticais no mapeamento florestal de uma área teste na região Metropolitana de Curitiba. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, (5.: Natal). *Anais...* São José dos Campos: INPE, 1988. v. 3, p. 627-636.
- TOZZINI, D. S. *Avaliação dos danos causados por incêndios florestais em Pinus taeda através de fotografias aéreas e*

imagens de satélite. Curitiba, 1984, 85 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

ULLIMAN, J. J. et al. Quadricamera system. *Photogrammetric Engineering*, Falls Church, v. 36, n. 1, p. 49-55, 1970.

WALKER, J. W. Ultra-light reconnaissance, another tool. In: THEODOLITE TO SATELLITE - ANNUAL MEETING - CONVENTION ASP - ACSM. (51.: 1985.: Wasghinton, D.C.). *Proceedings ...* Falls Church: American Society for Photogrammetry and Remote Sensing, 1985, v. 1, p. 371-380.

WOODCOOK, W. E. Aerial reconnaissance cameras : a request for information. *Photogrammetric Engineering*, Falls Church, v. 42, n. 4, p. 503-511, 1976.

ZSILINSZKY, V. G. Supplementary aerial photography with miniature cameras. *Photogrammetria*, v. 25, p. 27-38, 1969.

_____. Camera mounts for 35 mm mono and multi-spectral photography. In: CANADIAN SYMPOSIUM ON REMOTE SENSING, (1.: 1972a: Ottawa). *Proceedings...*, v. 2, p. 441-450.

_____. Fish eye lens for plot location. *Photogrammetric Engineering*. Falls Church, v. 38, n. 8, p. 773-775, 1972b.