

SOBRE O USO DE FOTOGRAFIAS AÉREAS CONVENCIONAIS (PRETO & BRANCO E FALSA-COR) E 35 mm (COLORIDAS) VERTICAIS NO MAPEAMENTO FLORESTAL DE UMA ÁREA TESTE NA REGIÃO METROPOLITANA DE CURITIBA

Carlos Alberto Borba Schuler
Attílio Antonio Disperati

Universidade Federal do Paraná - UFPR
Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal
Caixa Postal 2959, 80.000 - Curitiba - PR - Brasil

RESUMO

Este artigo apresenta os resultados do uso de fotos aéreas verticais 35 mm coloridas normal, como fotos suplementares, para uma melhor identificação de espécies florestais em uma área situada na Região Metropolitana de Curitiba, complementando trabalho desenvolvido anteriormente com fotos aéreas verticais convencionais (preto & branco e falsa-cor) na mesma área.

Em uma primeira fase do trabalho as variações temporais e de escala, tipos de fotografias utilizados e tempo gasto nas diversas fases de interpretação foram adequadamente compiladas dos fotogramas em diferentes escalas e tipos, resultantes de vôos realizados em épocas diversas; esse material conduziu a confecção da respectiva representação gráfica da cobertura vegetal das parcelas da área em estudo. Posteriormente o trabalho foi complementado com fotos de pequeno formato coloridas normal (35 mm) possibilitando, de forma eficiente, identificar as espécies florestais existentes em uma área teste do local considerado.

ABSTRACT

This paper shows the results of the use of 35 mm color aerial photos used as suplementar way for the mapping of forest stands in an area located closed to Curitiba city. The 35 mm photos were used with conventional and infra-red color aerial photos from the same area.

In the first stage all the photos were interpreted and also the time spent in the interpreted was annotated. In the second stage a forest type map was elaborated from each photo product and the results are presented.

1. INTRODUÇÃO

Um dos objetivos da Fotointerpretação Florestal é a elaboração de mapas, geralmente a partir de fotografias aéreas verticais e de uma base cartográfica disponível, para um adequado inventário, conhecimento das espécies existentes e parcelas ocupadas, manejo de áreas florestadas, etc.

Para alguns trabalhos no campo florestal uma simples delimitação da área ou das áreas florestadas pode ser suficiente; para outros, porém, o conhecimen

to das espécies componentes da cobertura é fundamental.

Loetsch & Haller (1973) afirmam que fotografias aéreas de locais relativamente planos, obtidas com altura de vôo constante e quando o "tilt" for menor que 3% podem, eventualmente, ser utilizadas para determinações planimétricas, diretamente, na área florestal sem prejudicar, de forma sensível, os resultados; pequenas variações de altura de vôo ou de elevações do terreno podem ser compensadas por meio de uma escala

média.

Isso permitiria a obtenção de informações de forma mais rápida e menos onerosa, pois não haveria necessidade de equipamentos sofisticados para atingir o objetivo colimado, sem extrapolar os limites de tolerâncias estabelecidos para os mapas florestais.

Segundo Lauer & Benson (1973), citando trabalho do U. S. Department of Agriculture (1966), o material mais comum de sensoriamento remoto empregado na época pelos florestais, nos Estados Unidos, era constituído por fotografias aéreas convencionais preto & brancas, em escala média (entre 1 : 15.840 e 1 : 20.000).

Para grandes áreas a cobertura florestal pode ser monitorada com frequência, acompanhando-se as suas variações com o auxílio de imagens orbitais; no Brasil diversos pesquisadores (Hernandez Filho et alii, 1978; Aspiazú e Ribeiro, 1978; Couto et alii, 1978; Aoki, 1984 ...) conduziram trabalhos analisando as características espectrais, espaciais e temporais dessas imagens; suas conclusões evidenciam a adequabilidade desse material para acompanhar variações macro nos povoamentos em termos de limites, danos, regenerações, crescimento, etc.

Para pequenas áreas, porém, tem-se verificado que o material mais conveniente para o mapeamento e identificação das espécies florestais tem sido as fotografias aéreas em grande escala (Sayn-Wittgenstein, 1978). O presente trabalho confirma isto. Embora se empregue uma quantidade maior de fotografias é possível obter uma riqueza maior de detalhes.

No caso das fotografias 35 mm, coloridas normal, o menor custo do material e facilidade de obtenção, aliada a possibilidade de uma maior frequência nessa obtenção, completam as vantagens desse material como suplementar para enriquecer as informações contidas nos mapas florestais, especialmente quando se deseja identificar as espécies componentes da cobertura florestal da área mapeada.

Aqui se apresentam, de forma objetiva e resumida, os resultados de trabalho de interpretação desenvolvido com

cópias fotográficas de diferentes tipos, obtidas em épocas diversas e a diferentes alturas de voo, para caracterização da cobertura florestal de uma área teste; inclui-se, também, as fotos 35 mm, coloridas normal, como material suplementar na identificação de espécies florestais existentes no local.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Material

2.1.1. Algumas características da área

A área em estudo, parte da Estação Experimental do Cangüiri, localizada na Região Metropolitana de Curitiba e pertencente a Universidade Federal do Paraná, está situada entre os paralelos 25° 22' 45" S e 25° 23' 45" S e os meridianos 49° 08' 30" WGr e 49° 07' 07" WGr, no Município de Piraquara - PR -, a cerca de 20 km ao norte do centro de Curitiba. Na referida Estação Experimental, onde são realizadas pesquisas e ministradas aulas práticas dos cursos vinculados a Universidade, existem povoamentos naturais e artificiais de espécies florestais diversas.

2.1.2. Material fotográfico

Para o desenvolvimento do trabalho foram utilizadas fotografias aéreas verticais da área em estudo cujas informações estão sumarizadas no QUADRO 1.

QUADRO 1

MATERIAL FOTOGRAFICO DISPONIVEL

TIPO	ESCALA	Nº DE FOTOS	ÉPOCA DO VÔO	OBSERVAÇ.
P & B	1: 8.000	06	08/1985	COMEC
P & B	1:10.000	07	1976	---
P & B	1:25.000	03	06/1980	ITC-PR
CIR	1:40.000	02	1976	COMEC
CN	1: 2.000	21	10/1985	---

P & B: preto e branco (pancromático)
CIR: colorido infra-vermelho (falsa-cor)
CN: colorido normal (35 mm, 100 ASA)

As fotografias convencionais foram obtidas das Instituições: COMEC - Coordenação da Região Metropolitana de Curitiba e do ITC-PR - Instituto de Terras e Cartografia do Paraná. As fotos 35 mm, coloridas normal, resultaram de sobrevôo realizado em outubro de 1985, utilizando filme colorido normal de sensibilidade

100 ASA. Um avião de asa alta, monomotor, modelo Regente, foi utilizado como plataforma. As fotos foram obtidas na escala de 1:10.000 (na escala do negativo do filme). Para efeito de interpretação, as fotos foram ampliadas obtendo-se cópias na escala de 1:2.000; observou-se um recobrimento longitudinal de 60% (Disperati, 1986).

2.1.3. Base Cartográfica

Os mapas-base para transferência da fotointerpretação e trabalho final de apresentação, foi elaborado a partir de mapas da COMEC, datados de 1976; a área da Estação Experimental do Cangüiri está representada nas folhas SG.22-X-D-1/4-SO-B e SG.22-X-D-1/4-SE-A, na escala de 1:10.000 e nas folhas A 104 e A 107, na escala de 1:20.000; foram compiladas quatro pranchas - duas em cada uma das escalas - que serviram como base para a transferência desejada.

2.1.4. Equipamento usado

Para atingir os objetivos deste trabalho foram utilizados, em escritório:

- * Estereoscópio de espelhos WILD, com oculares 3x e 8x;
- * Projeter Map - O - Graph, da ARTOGRAPH Inc.;
- * Diversos equipamentos de desenho;
- * Automatic Areameter AAC 400 ("planímetro eletrônico").

2.2. Métodos

2.2.1. Fotointerpretação

No caso das fotografias convencionais e usando estereoscópio de espelhos WILD, o material fotográfico foi interpretado, lançando-se sobre "overlay" transparente, primeiro a rede de drenagem, em seguida a rede viária e, por fim, os limites dos diversos tipos de cobertura vegetal que puderam ser identificados no referido material. Foram delimitadas as parcelas, de forma genérica, interpretando-se os diversos elementos com base na tonalidade, forma, padrão, textura e adjacências, observados nas imagens representadas nas fotos aéreas.

Para identificar os diversos tipos de vegetação, existentes na área em estudo, foi adotada uma tipologia como a seguir esquematizada, usando-se, nas diversas parcelas delimitadas, letras e números correspondentes a essa tipolo-

gia:

- A- Áreas com vegetação nativa
 - 1- com predominância de Araucária (*Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze)
 - 2- com predominância de Bracatinga (*Mimosa scabrella* Benth):
 - I- jovem
 - II- adulta
 - 3- capoeira: I- densa
 - II- rala
 - 4- mata ciliar
 - 5- mata nativa
- B- Áreas com reflorestamento
- C- Culturas diversas:
 - 1- anual
 - 2- semi-perene
- D- Campo.

2.2.2. Transferência da fotointerpretação

A transferência dos detalhes interpretados, do "overlay" para a base cartográfica, pode ser feita diretamente sobre uma mesa de luz quando as duas imagens estão na mesma escala; a rede de drenagem ou a rede viária pode ser usada para o ajuste.

No caso presente, onde foram obtidas interpretações em escalas diversas, foi necessário usar, também, ampliação/redução, dependendo das escalas das cópias fotográficas. Com o auxílio do projeter Map - O - Graph, da ARTOGRAPH Inc., foram feitas, a partir dos "overlays", as transferências da interpretação para cada uma das cópias dos mapas-base. O material resultante das fotos nas escalas 1:25.000 e de 1:40.000 foi transferido para dois mapas-base na escala de 1:20.000 (FIGS 1 e 2, respectivamente); aquele resultante das fotos nas escalas de 1:10.000 e de 1:8.000, para dois mapas-base na escala de 1:10.000 (FIGS 3 e 4, respectivamente). OBS.: para atender as normas de apresentação deste artigo as pranchas resultantes foram reduzidas sem controle de escala.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O QUADRO 2, a seguir, indica os resultados obtidos no trabalho considerando-se a variável tempo para as fotografias nas diversas escalas; o QUADRO 3, que o segue, os resultados numéricos das áreas ocupadas por cada tipo. Neste não incluímos valores referentes as fo-

tos 35 mm, coloridas normal, pois o objetivo era verificar a adequabilidade des

se material como suplementar para melhor identificar espécies florestais.

QUADRO 2

TEMPO POR ETAPA DE TRABALHO

ETAPA	FOTO				
	1:2.000	1:8.000	1:10.000	1:25.000	1:40.000
*Delimitação da área de trabalho	35	18	12	10	5
*Rede de drenagem	15	25	19	15	10
*Rede viária	36	50	50	35	23
*Interpretação: delimitação das áreas	122	70	83	50	42
identif. do tipo/área	47	25	15	20	20
*Transferência para o mapa-base	-	40	50	20	28
*Cálculo de área: rede de 100 pontos/cm ²	-	37	39	35	35
Areometer	-	95	-	-	-
TOTAL	-	265 293 *	268	185	163
Confecção do mapa-base, normogr....	-	235	230	235	245

OBS.: tempos indicados em minutos;

no total da escala 1:8.000 foi incluída a determinação com o Areometer (*).

QUADRO 3

ÁREAS POR TIPO DE COBERTURA VEGETAL

ESCALA FOTO/ESCALA MAPA-BASE	1:8000/1:10000			1:10000/1:10000		1:25000/1:20000		1:40000/1:20000	
	cm ² *	m ²	m ² **	cm ² *	m ²	cm ² *	m ²	cm ² *	m ²
A	1,06	10600	11280	1,00	10000	0,26	10400	0,32	12800
A - 2 - I	1,87	18700	15160	2,08	20800	0,51	20400	0,47	18800
A - 2 - II	1,48	14800	13000	1,77	17700	0,35	14000	0,55	22000
A - 3 - I	5,32	53200	52960	5,10	51000	1,25	50000	1,24	49600
A - 3 - II	4,83	48300	44840	4,62	46200	1,14	45600	1,10	44000
A - 4 - 1	16,89	168900	177660	15,30	153000	3,60	144000	3,98	159200
A - 5	16,46	164600	171740	15,75	157500	4,08	163200	4,11	164400
B	26,18	261800	273740	23,10	231000	6,36	254400	5,85	234000

* valores determinados com a rede de 100 pontos/cm²;

** valores determinados com o Areometer.

Analizando os resultados, quanto a variável tempo gasto na fotointerpretação, podemos verificar, entre outros pontos, que:

a) para a área de estudo considerada, aproximadamente 190 ha (cêrca de 43% da área da Estação Experimental), o tempo global de manuseio das fotos em escala 1:40.000 correspondeu a 61,5% da que necessário para as fotos 1:8.000;

b) considerando a etapa de interpretação, o tempo gasto na delimitação das áreas florestadas aumenta a medida que

crece as escalas das fotos; por exemplo, o tempo gasto com as fotos 1:40000 correspondeu a 60% daquele dispendido com as fotos 1:8.000 e a 34,4% quando se trabalhou com as fotos na escala de 1:2.000. No caso da identificação do tipo florestal por área observou-se uma variação grande de tempo ao se trabalhar as fotos 35 mm (1:2.000) em relação as CIR (1:40.000), gastando-se, com estas, cerca de 42,5% do tempo gasto com aquelas; justifica-se aqui, também, o fa

to de se efetuar um trabalho a nível mais detalhado em termos de identificação de espécies, além de se manusear uma quantidade maior de fotos, no caso das fotos 35 mm.

Uma outra análise que poderia ser desenvolvida seria em relação a variável custo; porém, como o material já estava disponível e seria difícil quantificar valores para as cópias, principalmente as CIR falsa-cor, não foi possível conduzi-la.

Por outro lado, observando o QUADRO 3, verifica-se que houve uma variação de valor numérico de área por tipo de cobertura; o uso de fotografias em material diverso, obtidas em diferentes épocas e com escalas diferentes não conduz a uma comparação ideal das mudanças ocorridas na área de estudo; podemos atribuir as variações de área observadas a uma mudança de uso do solo no local.

4. CONCLUSÕES

No campo florestal um instrumento que assume um papel básico, por fornecer uma gama de informações extremamente importantes, é o mapa de áreas cobertas por florestas naturais ou artificiais, que permite o seu acompanhamento racional e eficiente. De uma maneira geral, para obter esse instrumento tem sido uma constante, há algumas décadas, a utilização de fotografias aéreas convencionais (verticais, 23 cm x 23 cm, P & B pancromática e infra-vermelho); mais recentemente tem-se verificado que as imagens de satélite, para grandes áreas é, também, uma ferramenta eficiente nesse campo; e, complementarmente, as fotos de pequeno formato (35 mm e 70 mm), coloridas normal, como material suplementar, principalmente no detalhamento das informações mapeadas.

Após a realização deste trabalho, e verificando os resultados sumarizados nos parágrafos anteriores, podemos concluir que:

a) a identificação e delimitação das diferentes parcelas existentes na área de estudo pode ser feita de forma relativamente fácil, mesmo nas fotos em escalas pequenas, provavelmente pelo tipo de uso de solo do local considerado;

b) o uso de fotografias em escala grande facilita a delimitação das áreas a mapear, conduzindo a resultados mais coerentes com a verdade terrestre, embo

ra o tempo gasto seja maior em função da necessidade de manusear uma quantidade maior de fotos;

c) para o caso de povoamentos naturais a delimitação das áreas não é difícil, em função de suas características, como forma, textura e adjacências; desejando-se, porém, detalhar, fotos P & B, pancromáticas, em escala 1:8.000 ou menores tornam os resultados pouco consistentes; usando fotografias coloridas em escala grande (1:2.000 e maiores) verificou-se ser possível chegar a um nível preciso de detalhamento;

d) nas fotos convencionais de 1:10.000 e 1:8.000 já é possível identificar, com segurança, gêneros como *Araucaria*, *Mimosa* (bracatinga), *Eucalyptus* e *Pinus*, em função da forma, textura e tonalidade das copas, principalmente em agrupamentos de árvores desses gêneros;

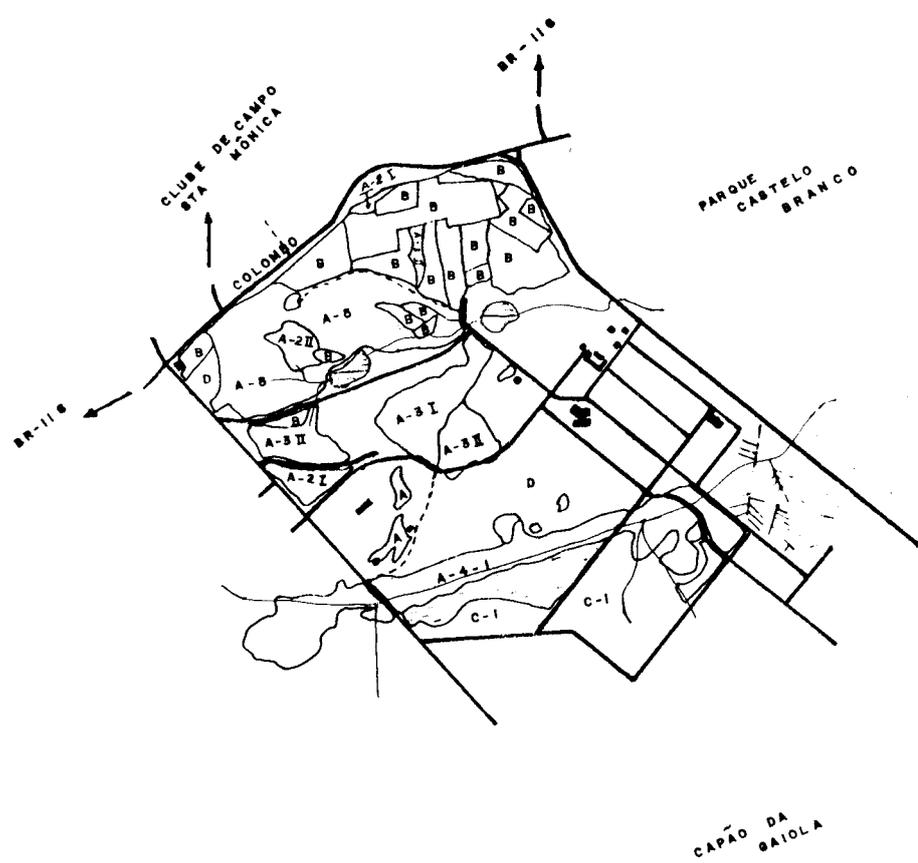
e) as coníferas, em relação as folhosas, podem ser mais facilmente reconhecidas; aquelas têm copas de características bem definidas, enquanto as folhosas, geralmente, apresentam copas irregulares. Mesmo empregando fotografias coloridas normal, e em escala grande, a identificação de árvores individuais ou agrupamentos de árvores jovens, independente da espécie, é difícil porque não apresentam forma típica definida;

f) as fotos 35 mm, coloridas normal, na escala de 1:2.000 foram eficientes na identificação das espécies em talhões da área teste; e árvores individuais foram facilmente identificadas quanto a espécie. Deve-se considerar que, mesmo tratando-se de povoamentos puros, ou com variação pequena de espécies, a identificação com esse tipo de material é bem mais fácil e resulta em uma maior acuracidade dos resultados;

g) no caso das fotografias aéreas 35 mm, a coloração das copas foi uma das características importantes na identificação das espécies consideradas (*Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze; *Mimosa scabrella* Benth; *Eucalyptus* sp; *Pinus elliottii*); deve-se, porém, observar que dependendo da época do ano, estágio de desenvolvimento das árvores, condições atmosféricas locais, processamento do material fotográfico, etc, podem-se verificar modificações na aparência das imagens representadas nas fotografias.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

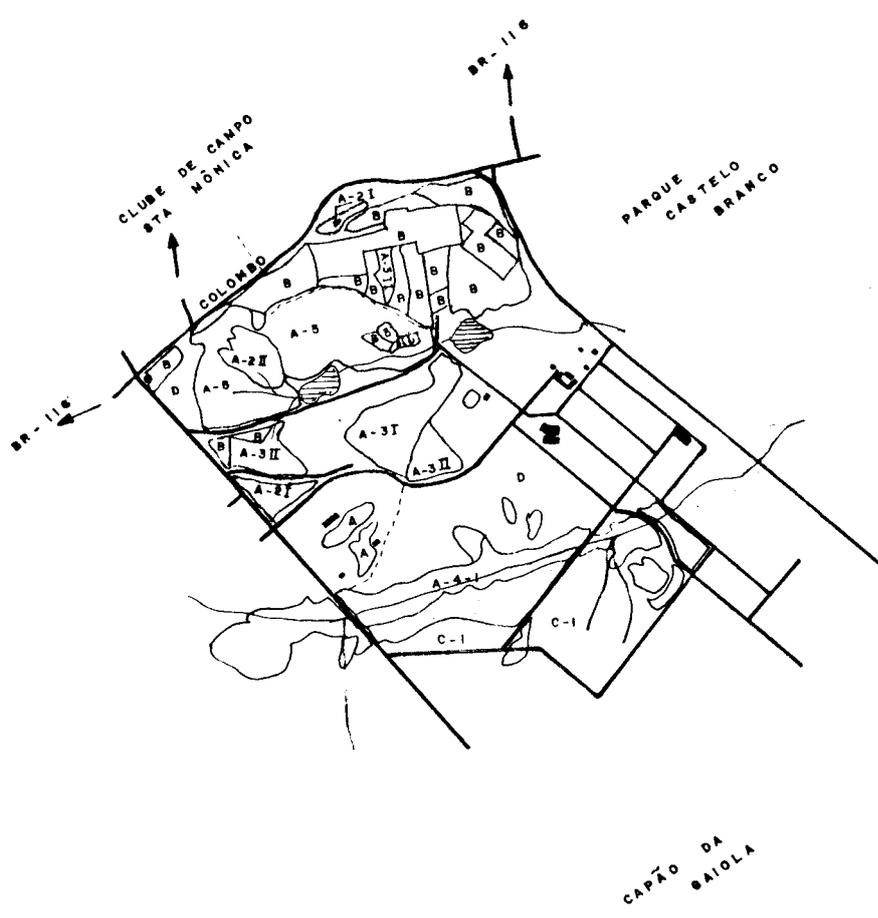
- AOKI, H. et alii. Wild areas monitoring using Landsat data. In: Anais do XVth International Congress of Photogrammetry and Remote Sensing. Rio de Janeiro, Comissão VII, parte A7: 27-35, 1984.
- ASPIAZÚ, C.; RIBEIRO, J. C. Possibilidade do uso das imagens Landsat na estimativa e inventário de áreas florestais. In: Anais do I Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, S.J. dos Campos - SP: 211-222, 1978.
- COUTO, H. T. Z. do et alii. Levantamento da cobertura florestal através de técnicas de sensoriamento remoto. In: Anais do I Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, S. J. dos Campos - SP: 223-234, 1978.
- DISPERATI, A. A. Relação das fotografias aéreas verticais 35 mm obtidas de três áreas florestais próximas de Curitiba - PR. Universidade Federal do Paraná - Departamento de Silvicultura e Manejo, 1986. (não publicado)
- HERNANDEZ FILHO, P.; SHIMABUKURO, Y.E.; SANTANA, C. C. Levantamento de áreas reflorestadas em doze municípios localizados a nordeste do Estado de São Paulo, utilizando dados orbitais do Landsat. In: Anais do I Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, S. J. dos Campos - SP: 140-155, 1978.
- LAUER, D. T.; BENSON, A. S. Classification of forest lands with ultra-light altitudes, small scale, false-color infrared photography. International Union of Forestry Research Organizations (IUFRO). Symp. on Remote Sensing in Forestry, Freiberg, West German: 143-162, 1973.
- LOETSCH, F.; HALLER, K. E. Forest Inventory. München, BVL Verlagsgesellschaft, 2.ed. vol I: 436 p, 1973.
- SAYN-WITTEGENSTEIN, L. Recognition of tree species on aerial photographs. Forest Management Institute. Information Report FMR - X - 113. Ottawa: 97 p, 1978.



LEGENDA:

-  REDE DE DRENAGEM
-  ÁREA ALAGADA
-  LAGO
-  ESTRADA
-  REDE VIÁRIA
-  CAMINHO
-  EDIFICAÇÃO
-  VEGETAÇÃO NATIVA
-  REFLORESTAMENTO
-  VES. NATIVA COM PREDOM. DE BRACATINGA JOVEN
-  " " " " " " " " ADULTA
-  CAPOEIRA DENSA
-  " RALA
-  MATA CILIAR COM PREDOM. DE ARUCÁRIA
-  MATA NATIVA
-  C-1 CULTURA ANUAL
-  D CAMPO

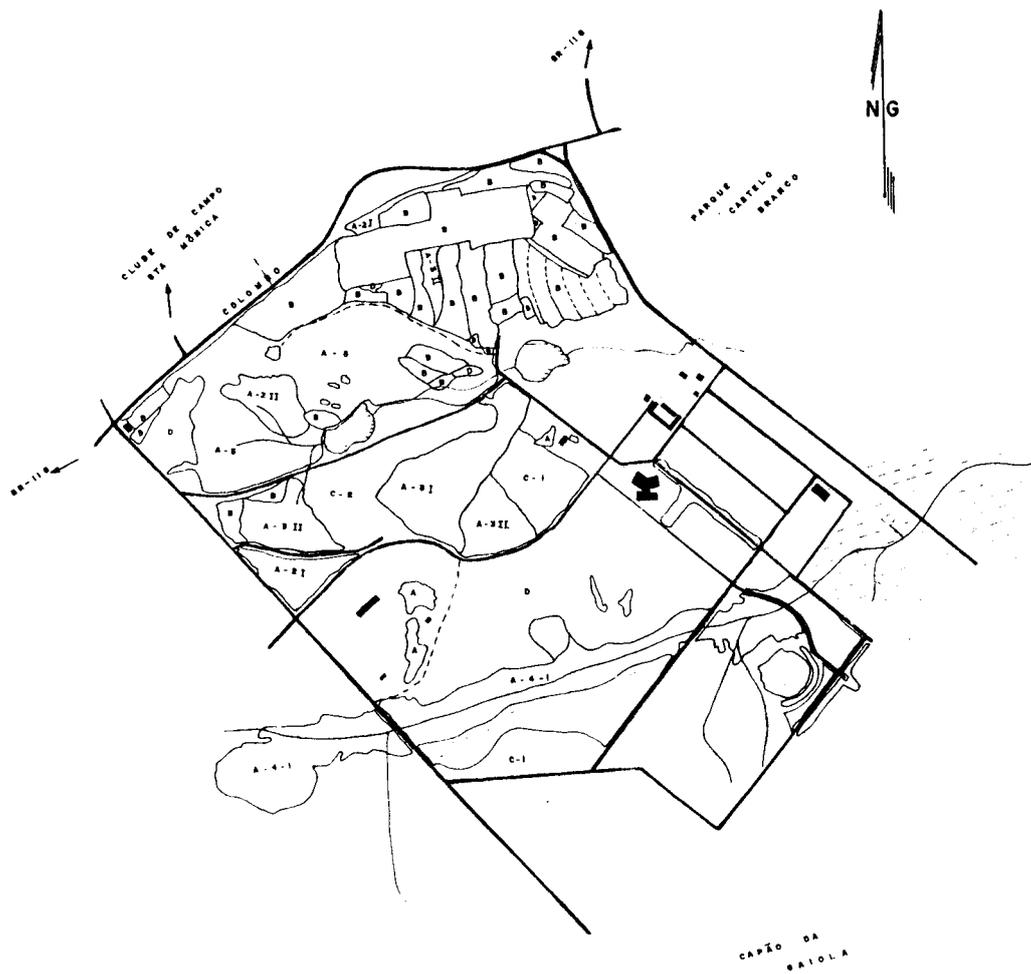
Fig. 1 - Resultado da fotointerpretação das fotos P & B, pan cromática, na escala de 1:25.000



LEGENDA:

-  REDE DE DRENAGEM
-  ÁREA ALAGADA
-  LAGO
-  ESTRADA
-  REDE VIÁRIA
-  CAMINHO
-  EDIFICAÇÃO
-  VEGETAÇÃO NATIVA
-  REFLORESTAMENTO
-  VEG. NATIVA COM PREDOM. DE BRACATINGA JOVEM
-  " " " " " " ADULTA
-  CAPOEIRA DENSA
-  CAPOEIRA RALA
-  MATA CILIAR COM PREDOM. DE ARAUCÁRIA
-  MATA NATIVA
-  C-1 CULTURA ANUAL
-  D CAMPO

Fig. 2 - Resultado da fotointerpretação das fotos CIR, falsa-cor, na escala de 1:40000



LEGENDA:

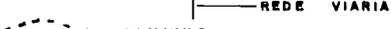
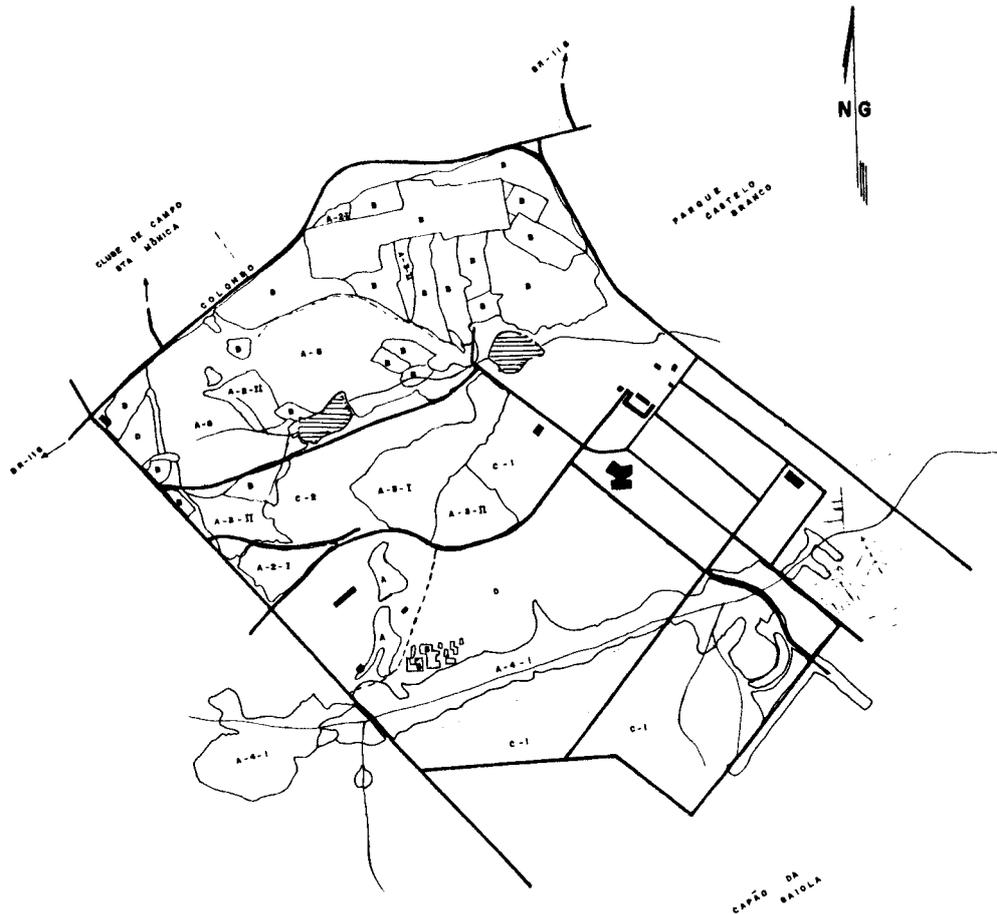
-  REDE DE DRENAGEM
-  ÁREA ALABADA
-  LAÇO
-  ESTRADA
-  REDE VIÁRIA
-  CAMINHO
-  EDIFICAÇÃO
-  VEGETAÇÃO NATIVA
-  REFLORESTAMENTO
-  VEG. NATIVA COM PREDOM. DE BRACATINGA JOVEM
-  " " " " " " ADULTA
-  CAPOEIRA DENSE
-  " " RALA
-  MATA CILIAR COM PREDOM. DE ARAUCÁRIA
-  MATA NATIVA
-  CULTURA ANUAL
-  CULTURA SEMI-PERENE
- CAMPO

Fig. 3 - Resultado da fotointerpretação das fotos P & B, pancromática, na escala de 1:10.000



LEGENDA:

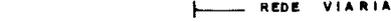
-  REDE DE DRENAGEM
-  ÁREA ALAGADA
-  LAGO
-  ESTRADA
-  REDE VIÁRIA
-  CAMINHO
-  EDIFICAÇÃO
-  VEGETAÇÃO NATIVA
-  REFLORESTAMENTO
-  VEG. NATIVA COM PREDOM. DE BRACATINGA JOVEM
-  " " " " " " ADULTA
-  CAPOEIRA DENSA
-  " RALA
-  MATA CILIAR COM PREDOM. DE ARAUCÁRIA
-  MATA NATIVA
-  C-1 CULTURA ANUAL
-  C-2 CULTURA SEMI-PERENE
-  D CAMPO

Fig. 4 - Resultado da fotointerpretação das fotos P & B, pan cromática, na escala de 1:8.000