

# Fotografias inclinadas 35 mm multitemporais, colorido normal e infravermelho colorido, da praça Santos Andrade, Curitiba - PR

ATÍLIO ANTONIO DISPERATI\*  
AMANDIO FOFANO JUNIOR\*\*  
MARCELO MORGADO\*\*

## RESUMO

O presente artigo analisa fotografias 35 mm inclinadas multitemporais da praça Santos Andrade, localizada na área central de Curitiba. Foram obtidas fotografias, colorido normal (CN) e infravermelho colorido (CIR), de um único edifício e em 6 diferentes épocas no intervalo de um ano. Da vegetação do local, foram escolhidas e analisadas 11 espécies florestais. Destas espécies, o pinheiro-do-Paraná apresentou-se em todas as épocas com a coloração mais escura, além de não exibir alterações visíveis na quantidade de acículas. O liquidambar foi o que apresentou maior variação de coloração e 6 espécies perderam suas folhas no inverno. As fotografias CN apresentaram melhores resultados quanto à interpretação, embora as fotografias CIR realçassem mais pequenas diferenças de textura. A melhor época para fotografar e mapear a vegetação da praça foi no final do outono e também na metade da primavera. O intervalo entre fotografias foi de 70 dias, mas deve ser menor para estudos mais detalhados sobre fenologia.

**Palavras-chave:** fotografias 35 mm, fotografias inclinadas, fotografias multitemporais

## ABSTRACT

**Normal and infrared color 35 mm oblique hand-held multitemporal photographs of Santos Andrade's square, Curitiba - PR.** This paper deals with the multitemporal analysis of the 35 mm oblique photographs of the Santos Andrade's square, one urban vegetation area located in downtown of Curitiba. The photographs were acquired from the top of one building using normal color (CN) and color infrared (CIR) 35 mm films and in 6 different dates in one year. From the vegetation of the place, it was chosen 11 species. From the species considered, the Parana pine, in all the dates, had the darker tone on the photographs and also it was not seen decrease in their amount of needles; "liquidambar" showed the widest color variation during the year and 6 species loose their leaves during the winter time. The CN photographs provided better interpretation, but the CIR photographs enhanced better the texture. The best time to acquire and to interpret the photographs, for vegetation mapping, was in the end of autumn and also in the middle of spring. The 70 days interval between the photographs was adequate for photointerpretation purposes, but might not be adequate for detailed phenology studies.

**Key words:** 35 mm photographs, multitemporal photographs, oblique hand-held photographs

\*Eng. Florestal, M.Sc., Ph.D., Professor Titular do Departamento de Silvicultura e Manejo, UFPR - Bolsista do CNPq

\*\*Acadêmico do Curso de Engenharia Florestal, UFPR - Bolsista de Iniciação Científica do CNPq

## INTRODUÇÃO

No estudo de vegetação através de sensoriamento remoto, é muito importante conhecer as variações que ocorrem devido às estações do ano, ou seja, as variações fenológicas. Para saber qual a melhor época para a tomada de fotografias aéreas, é necessário estudar essas alterações, pois elas influenciam diretamente a aparência das árvores nas fotografias. Devido a isso e à ausência de estudos sobre o assunto, iniciou-se uma pesquisa cujo objetivo é obter informações sobre as características fenológicas da vegetação com fotografias 35 mm.

Como há um custo muito elevado para a obtenção de fotografias aéreas verticais em diferentes épocas de uma mesma área, mesmo utilizando a técnica de fotografias de pequeno formato, foram obtidas fotografias inclinadas. E, o ponto de tomada delas não foi uma plataforma aérea móvel, mas o topo de edifício. Esta idéia de se obter fotografias a partir de posições elevadas (torres, elevações no terreno, etc) foi brilhantemente mostrada por COLWELL (1963).

É interessante lembrar que nos primórdios da Fotogrametria, segundo THOMPSON (1980), o Cel. frances Aimé Laussedat, considerado o "Pai da Fotogrametria", em 1864 obteve fotografias do topo de edifícios a fim efetuar levantamentos de Paris. As fotografias aéreas, através de aviões, começaram a ser obtidas somente a partir de 1907. Atualmente, as fotografias aéreas do tipo vertical são mais utilizadas, do que as do tipo inclinada, para o mapeamento topográfico ou temático de uma região.

Por proporcionar mais facilidades e alternativas quanto ao dia e hora de tomada das fotografias, redução ao mínimo quanto às características de transporte, bem como pela cobertura vegetal, bastante conhecida, considerou-se como apropriada a área de cobertura vegetal urbana da praça Santos Andrade, situada na região central de Curitiba. A área foi fotografada com filme do tipo colorido normal (CN) e infravermelho colorido (CIR).

O filme do tipo infravermelho colorido, associado a um filtro adequado, apresenta a coloração verde da vegetação em avermelhada (magenta) em suas várias tonalidades (nuances), dependendo da intensidade de reflexão da radiação infravermelha e das variações da coloração das folhas. Ele, juntamente com o filme do tipo CN, são mais utilizados em pesquisas de sensoriamento remoto.

O presente trabalho relata os resultados da utilização dos filmes CN e CIR sobre a variação das características fenológicas da vegetação da praça Santos Andrade, centro de Curitiba - PR.

## OBJETIVOS

São objetivos do presente trabalho:

- a) avaliar a tomada de fotografias inclinadas de pequeno formato (35 mm) sobre a praça Santos Andrade, a partir do topo de um edifício

- situado em suas imediações;
- b) analisar a influência das diferentes épocas (quatro estações do ano) na obtenção dessas fotografias;
  - c) analisar os resultados advindos de filmes fotográficos 35 mm dos tipos colorido normal e infravermelho colorido;
  - d) comparar os resultados obtidos pelos dois filmes.

## MATERIAL E MÉTODOS

### MATERIAL

- Para a realização deste trabalho foram utilizados os materiais:
- a) câmara fotográfica CANON F1 equipada com lente de distância focal de 50 mm e f/1.4 e filtro ultravioleta;
  - b) câmara fotográfica YASHICA FX-D equipada com lente 50 mm e f/1.7 e filtro TIFFEN 52 mm 12 yellow. Este filtro é necessário quando se usa o filme infravermelho colorido;
  - c) filmes fotográficos 35 mm colorido normal KODAK de 100 ASA, de 36 exposições;
  - d) filmes fotográficos, de 36 exposições, extraídos do rolo do filme 35 mm "KODAK Aerochrome infrared film 2443, estar base" e utilizado com valor de ASA 225.

### LOCAL E TOMADA DAS FOTOGRAFIAS

A praça Santos Andrade localiza-se no centro de Curitiba, entre as ruas Alfredo Bufren, Conselheiro Laurindo e XV de Novembro. De um lado está o antigo edifício da Universidade Federal do Paraná e do lado oposto situa-se o Teatro Guaíra, como ilustra a Figura 1. A praça, com área aproximada de 1,3 ha, é de forma retangular e possui aproximadamente 16 espécies arbóreas.

As fotografias foram tomadas a partir do topo do edifício do INSS, localizado na rua João Negrão, nº 11, esquina com a rua XV de Novembro (ver Figura 1). A altura aproximada da obtenção das fotografias foi de 50 m do solo, pois o edifício tem 16 andares.

Inicialmente, obtinha-se as fotografias com filme do tipo CN e, logo em seguida, as fotografias com filme do tipo CIR. O intervalo máximo entre essas exposições não ultrapassava 5 minutos.

Com ambos os filmes, as fotografias foram obtidas estereoscopicamente, com recobrimento longitudinal de aproximadamente 80 %. A distância consecutiva entre as primeiras fotografias foi de aproximadamente 2 m, ou seja, o fotógrafo se movimentava 2 m para o lado após cada tomada. Depois de algumas fotografias, não havia mais espaço para se movimentar, ficando assim, o fotógrafo parado e obtendo as últimas fotografias sequenciais movendo apenas a câmara à distância aproximada de 30 cm entre cada fotografia, resultando assim um curvamento na montagem das fotografias.

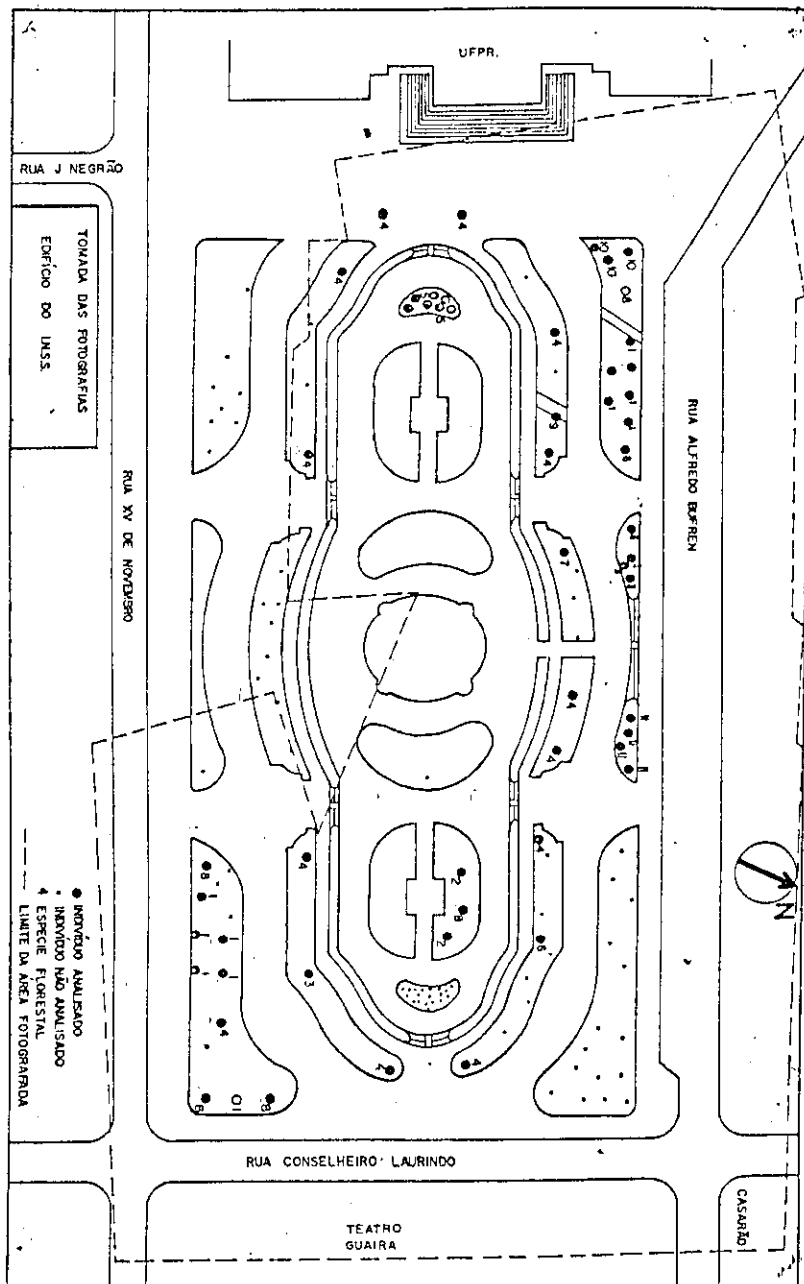


Figura 1 - Praça Santos Andrade e o local fotografado em 03 de junho de 1993  
 Figure 1 - Santos Andrade's square and the photographed place on June 3<sup>rd</sup>, 1993

O filme CN era entregue, imediatamente após a exposição, em laboratório fotográfico comercial para revelação. As fotografias eram ampliadas para o tamanho de 10 x 15 cm.

Depois da exposição, o filme CIR era enviado pelo correio para o Laboratório de Imagens do *Provincial Remote Sensing Office* (ex-*Ontario Center for Remote Sensing*), localizado em North York, na província de Ontario, Canadá. Este filme era processado na forma de negativo, conforme a técnica explicada por KLIMES & ROSS (1993), e retornado para os autores em Curitiba, com duas fotografias diferentes ampliadas em tamanho 20 x 30 cm. Recebidos os negativos, estes eram entregues a um laboratório fotográfico comercial, para ampliação e cópias em papel 10 x15 cm, tendo como base de referência para cores as fotografias ampliadas.

#### TRABALHO DE CAMPO

Trabalho de campo foi realizado na praça Santos Andrade com o intuito de identificar e representar as espécies existentes, numa planta na escala 1:50.

Tão logo a revelação do filme era obtida do laboratório fotográfico, as fotografias era sobrepostas e fixadas umas às outras, a fim de se ter o local inteiro fotografado. Essa simples montagem denominou-se, neste trabalho, mosaico. E, sobre ele, era colocada uma transparência e feita a interpretação visual para delinear as principais espécies ou grupo de espécies arbóreas, facilmente visualizadas nas fotografias.

### RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### OBTENÇÃO DAS FOTOGRAFIAS

As fotografias inclinadas foram obtidas do topo de somente um edifício, porque a área abrangida por elas recobria quase totalmente a praça. A área não fotografada pode ser desconsiderada, por conter poucas espécies. A Figura 1 ilustra em linha tracejada, também, a área abrangida em um dos mosaicos.

As fotografias foram obtidas em 6 diferentes datas: 12 de maio de 1992 (metade do outono), 14 de agosto de 1992 (metade do inverno), 13 de novembro de 1992 (metade da primavera), 06 de janeiro de 1993 (metade do verão), 02 de março de 1993 (final do verão) e 03 de junho de 1993 (final do outono).

A quantidade de fotografias obtidas e as utilizadas nos mosaicos, em cada época fotografada, está expressa na Tabela 1. No total da pesquisa, foram obtidas 64 fotografias normais coloridas e 58 infravermelho coloridas. Apesar delas terem sido obtidas estereoscopicamente, elas não foram assim analisadas. Cada mosaico abrangia, em média, 6 fotografias.

A Figura 2 mostra o resultado da interpretação do mosaico de 03 de junho de 1993, com a posição das árvores selecionadas. Como se pode

Tabela 1 - Número de fotografias  
 Table 1 - Number of photographs

datas <i>dates</i>	usadas nos mosaicos <i>used on mosaics</i>		número total <i>total number</i>	
	CN	CIR	CN	CIR
12/05/92	4	4	8	5
14/08/92	6	6	11	10
13/11/92	5	6	13	18
06/01/93	7	6	11	10
02/03/93	5	5	9	8
03/06/93	9	6	12	7
total/ <i>total</i>	36	33	64	58
média/ <i>mean</i>	6	6	11	10

observar, o resultado foi a obtenção de mosaicos não completamente lineares, e sim lineares nas fotografias iniciais, havendo, posteriormente, um encurvamento, como já anteriormente mencionado.

### ESPÉCIES ANALISADAS

Há uma grande diferença entre analisar a vegetação de uma área florestal (floresta nativa ou plantada) e a de uma área urbana. Vários pontos devem ser considerados, ao analisamos a vegetação de uma área urbana, principalmente de uma praça. Primeiro, que algumas árvores são isoladas, alterando a forma da copa; segundo, que as árvores são para fins ornamentais, tendo grande importância a estética; terceiro, a interferência humana, através de tratamentos culturais como poda, etc.

Entre as espécies existentes na praça, as 11 seguintes foram selecionadas para a análise:

- 1) canafístula 1 (*Senna leptophylla* - Caesalpinaceae)
- 2) canafístula 2 (*Senna multijuga* - Caesalpinaceae)
- 3) guapuruvu (*Schizolobium parahyba* - Caesalpinaceae)
- 4) pinheiro-do-Paraná (*Araucaria angustifolia* - Araucariaceae)
- 5) extremosa (*Lagerstroemia indica* - Lythraceae)
- 6) liquidambar (*Liquidambar* sp - Hamamelidaceae)
- 7) paineira (*Chorisia speciosa* - Bombacaceae)
- 8) três-marias (*Bugainvillea* sp - Nyctaginaceae)
- 9) carvalho (*Quercus* cf. *pedunculata* - Fagaceae)
- 10) ipê-roxo (*Tabebuia* cf. *heptaphylla* - Bignoniaceae)
- 11) ipê-amarelo (*Tabebuia alba* - Bignoniaceae)

Essas espécies foram escolhidas, por serem as mais destacadas e de fácil visualização nas fotografias. Na Tabela 2 estão o número de árvores de cada espécie e a altura média aproximada das espécies consideradas.

Ressalta-se que se tem duas canafístulas e dois ipês, embora sejam dos mesmos gêneros, são de espécies diferentes. A canafístula 1, *S. leptophylla*,

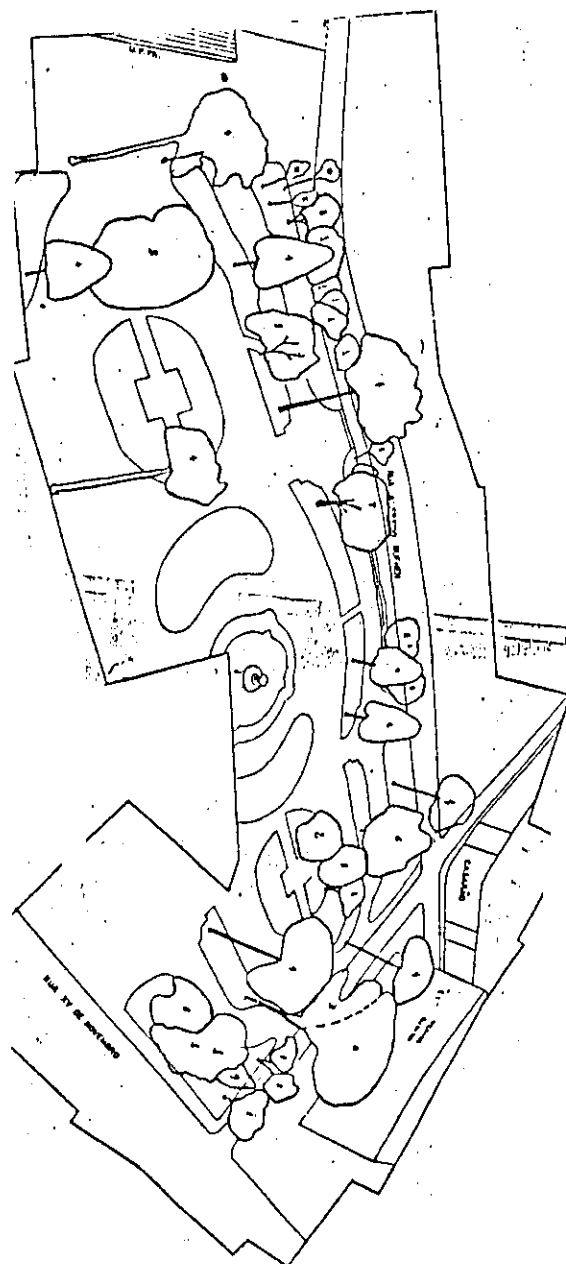


Figura 2 - Interpretação das fotografias inclinadas obtidas em 03 de junho de 1993  
*Figure 2 - Visual interpretation of the oblique photographs acquired on June 3<sup>rd</sup>, 1993*

Tabela 2 - Número de árvores e altura média aproximada (m)  
 Table 2 - Number of trees and mean height (m)

espécies <i>species</i>	árvores analisadas <i>trees considered</i>	altura média <i>mean height</i>
canafístula 1 (1)	12	6,0
canafístula 2 (2)	2	6,0
guapuruvu (3)	1	17,0
pinheiro-do-PR (4)	13	14,0
extemosa (5)	7	6,5
liquidambar (6)	1	8,5
paineira (7)	1	10,0
três-marias (8)	6	6,5
carvalho (9)	1	5,0
ipê-roxo (10)	3	8,0
ipê-amarelo (11)	8	5,0

tem os folíolos maiores e de forma elíptica, com coloração verde escuro. A canafístula 2, *S. multijuga*, tem os folíolos menores, de formato oblongo e coloração verde mais claro na superfície abaxial. Nas fotografias colorido normal, a canafístula 1, geralmente, aparece com coloração mais clara e a canafístula 2 verde escuro. O ipê-roxo, *T. cf. heptaphylla*, tem os folíolos glabros, isto é, não possuem pêlos, e tem as flores roxas. Já o ipê-amarelo, *T. alba*, é assim conhecido por ter as flores amarelas, com os folíolos discolorados, ou seja, a superfície adaxial (de cima) é verde e a superfície abaxial (de baixo) é branca, devido ao grande número de pêlos. Ainda esta espécie tem as bordas dos folíolos serradas. Nas fotografias, elas aparecem semelhantes, embora o ipê-amarelo seja mais claro devido a face abaxial ser branca.

Dentre as espécies estudadas, temos algumas exóticas, como a extemosa, o liquidambar, a três-marias e o carvalho. As outras são nativas (canafístula 1 e 2, ipês amarelo e roxo, pinheiro-do-Paraná, guapuruvu e paineira), embora o guapuruvu só ocorra naturalmente abaixo de 600 m de altitude.

#### RELAÇÕES ENTRE CADA ÉPOCA E ASPECTOS FENOLÓGICOS OBSERVADOS EM CADA TIPO DE FILME

Os aspectos fenológicos analisados foram: presença, densidade e coloração de folhas; presença e coloração de flores e frutos; e, como característica auxiliar, a forma da copa.

Observou-se uma grande mudança nas condições fenológicas das espécies consideradas, quando se acompanhou o ciclo de um ano, pois as árvores apresentavam-se sem folhas no inverno (algumas espécies), e até densamente folhadas no verão, passando por períodos de floração visíveis nas fotografias. Porém, a forma da copa foi o único aspecto que não variou visivelmente.

Comparando as fotografias das diferentes épocas, constata-se que há diferença nas características fenológicas detectadas de uma para outra época. As fotografias de algumas épocas mostram grande contraste entre as diferen-



tes espécies. Em fotografias de outras épocas as diferentes espécies às vezes se confundem pela coloração ou pelas copas densamente folhadas.

A seguir, será feita uma descrição das diversas características fenológicas da vegetação observadas em nos dois tipos de filmes.

12/maio/92 - Na primeira data fotografada (Figura 3), não se obteve um mosaico contínuo da praça inteira, e sim, duas partes distintas, uma de cada extremidade, faltando a parte central da praça. Entretanto, a pesquisa não foi afetada, pois nesta área poucas árvores foram consideradas.

Numa análise do mosaico resultante das fotografias CN (Figura 3A), constatou-se que há uma espécie que se destacou muito do conjunto da vegetação, o liquidambar, com suas folhas amarelo-avermelhadas. Outra espécie que chamou a atenção foi o carvalho, ostentando uma copa grande e aberta, com folhas de coloração verde-acinzentadas, diferenciando-se da tonalidade verde das outras espécies. A paineira apresentou-se sem folhas.

Numa análise mais detalhada do mosaico, percebeu-se que a copa do pinheiro-do-Paraná foi a que apresentou tonalidade mais escura. A copa da canafístula 1 tinha tonalidade verde claro. A copa da três-marias mostrou coloração verde com pontos amarelos, que eram restos de flores. As copas das demais espécies: os ipês roxo e amarelo, a extremosa e o guapuruvu apresentaram coloração verde-amarelada, ou verde-acinzentada como no caso da canafístula 2, indicando o início da queda das folhas.

No mosaico proveniente das fotografias infravermelho colorido (Figura 3B), o liquidambar apresentou folhas amarelas, contrastando muito com a tonalidade avermelhada da vegetação. A copa do carvalho e de uma canafístula 2, apareceram em coloração acinzentada. Entre as espécies com tonalidade mais escura estavam o pinheiro-do-Paraná, uma canafístula 2, a canafístula 1, a três-marias e a extremosa, ordenadas da mais escura para a mais clara. As outras espécies, isto é, o guapuruvu, o ipê-roxo e o ipê-amarelo apareceram em coloração rosa clara.

14/agosto/92 - A partir desta data, fotografou-se a praça para se ter um mosaico contínuo de cada época (Figura 4).

No mosaico de filme CN (Figura 4A), verificou-se que nenhuma espécie considerada se destacou do conjunto, em relação à coloração das folhas. Observou-se que muitas espécies perderam totalmente suas folhas, como o guapuruvu, a extremosa, o liquidambar, os ipês roxo e amarelo e a paineira, embora esta última apresentava pontos brancos nos galhos, que foram as painas (frutos abertos). As espécies que ainda tinham folhas, estavam com número reduzido delas. O pinheiro-do-Paraná não apresentou alterações em relação à cobertura foliar (número de acículas), e era a espécie que tinha tonalidade verde mais escura. Em seguida estava a canafístula 2, com coloração verde-cinza escuro, a canafístula 1 com verde-cinza claro. A três-marias com tonalidade verde médio e o carvalho com tonalidade verde-claro.

No mosaico de filme CIR (Figura 4B), também nenhuma espécie se destacou do conjunto da vegetação. As árvores totalmente sem folhas apareceram com os troncos e galhos em preto ou marrom escuro e a paineira com os pontos brancos (como no filme colorido normal). Das espécies que ainda



Figura 3 - Mosaico das fotografias inclinadas obtidas em 12 de maio de 1992

A) colorido normal; B) infravermelho colorido

*Figure 3 - Mosaic from the oblique photographs acquired on May 12, 1992*

*A) normal color; B) color infrared*

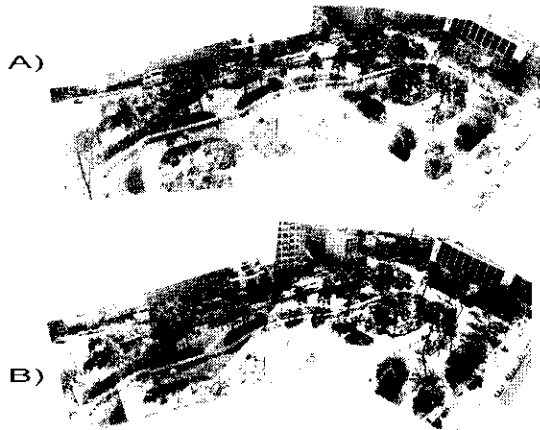


Figura 4 - Mosaico das fotografias inclinadas obtidas em 14 de agosto de 1992:

A) colorido normal; B) infravermelho colorido

*Figure 4 - Mosaic from the oblique photographs acquired on August 14, 1992:*

*A) normal color; B) color infrared*

possuíam folhas, o pinheiro-do-Paraná apresentou a tonalidade vermelha mais escura, seguido da três-marias. O carvalho apresentou coloração rosa claro, mas com boa parte de sua copa escura, devido ao sombreamento de um dos edifícios. Este fato foi mais marcante neste tipo de filme do que no colorido normal. A canafístula 2 tinha tonalidade vermelho acinzentado escuro e a canafístula 1 perdeu a tonalidade avermelhada, aparecendo em cinza claro.

13/novembro/92 - Nesta época todas as espécies já estavam com cobertura foliar abundante (Figura 5).

No mosaico de filme CN (Figura 5A) constatou-se várias tonalidades de verde provenientes das copas das árvores, desde bem escuro passando por médio até bem claro. A árvore mais escura era o pinheiro-do-Paraná, com a paineira sendo muito semelhante, diferenciando-se pela forma da copa. Depois a extremosa e o liquidambar, embora muito semelhantes, o segundo dando a impressão das folhas serem brilhantes. Numa faixa intermediária estavam a três-marias, a canafístula 2 e a canafístula 1, embora esta última estivesse com a coloração um pouco fosca, e o ipê-roxo. As árvores com tonalidades mais claras foram o carvalho, o guapuruvu, este último com tonalidade verde-limão (amarelada), e bem semelhante à imagem de 12 de maio, apesar de conter mais folhas, e o ipê-amarelo, com coloração esbranquiçada, devido à superfície abaxial dos folíolos apresentarem cor branca.

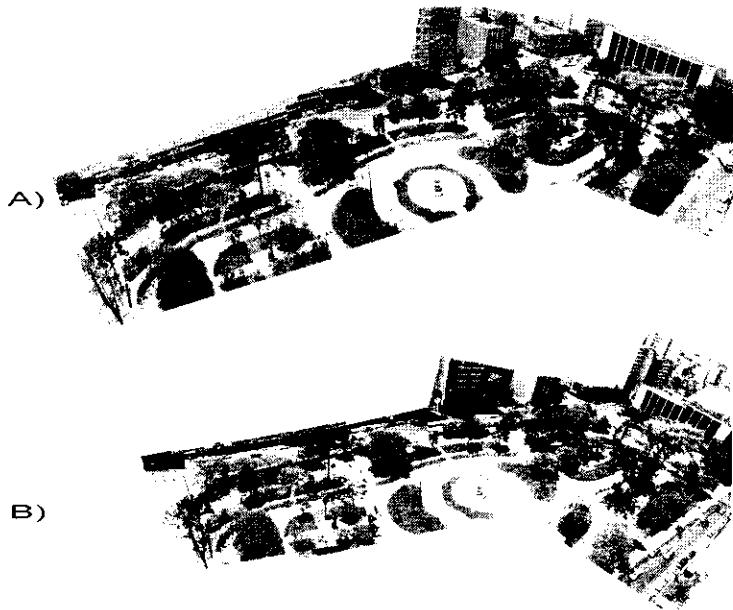


Figura 5 - Mosaico das fotografias inclinadas obtidas em 13 de novembro 1992

A) colorido normal; B) infravermelho colorido

Figure 5 - Mosaic from the oblique photographs acquired on November 13, 1992

A) normal color; B) color infrared

O mosaico de filme CIR (Figura 5B) apresentou-se muito semelhante, quanto à tonalidade, ao mosaico de filme CN. O guapuruvu destacou-se por apresentar coloração rosa claro, o carvalho também diferenciou-se por estar rosado, mais para laranja e o ipê-amarelo apresentou-se esbranquiçado.

06/janeiro/93 - Esta data foi marcada pela floração de duas espécies (Figura 6).

No mosaico de filme CN (Figura 6A) observou-se que as espécies que estavam com flores eram: a três-marias e a extremosa. Ambas tinham flores rosas, porém a três-marias apresentou flores em maior quantidade e mais concentrada, principalmente nas partes superiores da copa e a coloração era mais intensa. A extremosa apresentou com coloração verde e com flores rosas distribuídas em toda a copa. O pinheiro-do-Paraná continuou com a coloração verde mais escura seguida da paineira e liquidambar. Com coloração verde média apareceram a canafístula 1 e 2 e o ipê-roxo. O ipê-amarelo estava em verde-acinzentado e o carvalho em verde-claro-acinzentado. O guapuruvu perdeu a tonalidade amarelada anterior, aparecendo em verde-claro.

No mosaico de filme CIR (Figura 6B), percebeu-se muito bem a floração, em amarelo, da três-marias e da extremosa, destacando estas duas espécies. Semelhantemente ao filme colorido normal, o pinheiro-do-Paraná foi a espécie que apresentou a tonalidade mais escura, seguidas pela paineira e o liquidambar, apesar de que este último apareceu em vermelho-escuro-brilhante. A canafístula 1 e a 2 apresentaram coloração vermelho-média, embora a canafístula 2 estivesse mais escura. O guapuruvu apareceu em rosa escuro, o ipê-amarelo em rosa médio e o carvalho em rosa claro.

02/março/93 - Nesta época percebeu-se a intensa floração da canafístula 2 (Figura 7). Duas espécies se destacaram no mosaico de filme CN (Figura 7A): a canafístula 2, por apresentar sua copa quase que totalmente amarela, devido ao grande número de flores, e a três-marias, por ainda estar com flores, mas com coloração rosa escura e fosca.

Igualmente às datas anteriores, o pinheiro-do-Paraná apresentou a tonalidade mais escura, agora seguido do liquidambar. A extremosa apareceu em verde-marrom claro, enquanto o guapuruvu, muito semelhante à data anterior, apresentou-se em verde-médio. A canafístula 1 estava em verde-claro, assim como o ipê-roxo, este já com tonalidade amarelada. O ipê-amarelo continuou em verde-acinzentado, assim como o carvalho, em verde-claro-acinzentado. A paineira apresentou coloração semelhante à do carvalho, embora já tivesse perdido muitas folhas, deixando de ter uma copa densamente foliada e escura, como nas datas anteriores.

No mosaico de filme CIR (Figura 7B), as mesmas duas espécies chamaram a atenção: a canafístula 2 com sua copa quase branca e a três-marias com manchas amarelas, embora em menor quantidade que na data anterior, devido à presença de restos de flores. O pinheiro-do-Paraná continuou como a espécie de tonalidade mais escura, seguido do liquidambar, com coloração brilhante, e a extremosa. O ipê-roxo em rosa escuro, o guapuruvu em rosa médio. A canafístula 1 apareceu em vermelho escuro acinzentado e o ipê-amarelo em rosa claro, parecido com a canafístula 2, embora esta mais



Figura 6 - Mosaico das fotografias inclinadas obtidas em 06 de janeiro de 1993  
A) colorido normal; B) infravermelho colorido  
*Figure 6 - Mosaic from the oblique photographs acquired on January 6, 1993  
A) normal color; B) color infrared*



Figura 7 - Mosaico das fotografias inclinadas obtidas em 02 de março de 1993  
A) colorido normal; B) infravermelho colorido  
*Figure 7 - Mosaic from the oblique photographs acquired on March 2<sup>nd</sup>, 1993  
A) normal color; B) color infrared*

clara. O carvalho e a paineira apresentavam coloração semelhante, rosa amarelado, embora a paineira um pouco mais escura.

03/junho/93 - Época muito semelhante a 12/05/92 (Figura 8). No mosaico de filme colorido normal (Figura 8A), algumas espécies se destacaram do conjunto da vegetação: o liquidambar com suas folhas vermelhas, o guapuruvu com coloração verde-claro-amarelado e a extremosa em verde-marrom-claro (ocre). Também a paineira por já estar completamente sem folhas. O pinheiro-do-Paraná, como sempre, era o mais escuro, seguido da canafístula 2. A canafístula 1 estava com coloração verde escuro acinzentado, enquanto o ipê-amarelo apresentou-se em cinza claro. O ipê-roxo, alguns já haviam perdido suas folhas e o que ainda a tinha, estava em verde amarelado. O carvalho apresentou-se muito semelhante à data anterior e a três-marias, com resto de flores amarelas em sua copa, estava em verde média.

No mosaico de filme CIR (Figura 8B), destacaram-se o liquidambar em amarelo escuro, o guapuruvu em rosa claro, a três-marias por apresentar restos de flores em bege (quase branco), e a paineira que estava sem folhas. A espécie de tonalidade mais escura era o pinheiro-do-Paraná, seguido da canafístula 2 e 1, embora esta última estivesse em rosa-escuro-acinzentado. O ipê-amarelo e extremosa apresentaram coloração rosa-médio, apesar da extremosa apresentar-se com manchas mais claras, e por último o ipê-roxo em rosa-claro (branco-rosado).



Figura 8 - Mosaico das fotografias inclinadas obtidas em 03 de junho de 1993

A) colorido normal; B) infravermelho colorido

Figure 8 - Mosaic from the oblique photographs acquired on June 3<sup>rd</sup>, 1993

A) normal color; B) color infrared

Após analisar os mosaicos, pode-se dizer que há duas épocas semelhantes, 12/maio/92 e 06/junho/93 apresentando grande semelhança, principalmente nas seguintes espécies: o ipê, o pinheiro-do-Paraná, a extremosa, o liquidambar, o guapuruvu e a três-marias. As outras duas espécies, as canafístulas 1 e 2 apresentaram diferença apenas na tonalidade. Entre as outras épocas há uma pequena semelhança, mas no geral devem ser consideradas diferentes entre si.

Após a análise dessas considerações e das próprias fotografias e mosaicos, pode-se concluir que a melhor época para fotografar o local, com o filme colorido normal, é no final do outono onde há mais contraste entre as espécies, tanto pela coloração das folhas como pela cobertura foliar, facilitando a identificação, e uma segunda época, na metade da primavera, pelas mesmas razões já citadas acima.

Em relação às espécies consideradas nas 6 épocas fotografadas com o filme infravermelho colorido nota-se que há uma diferença na intensidade da coloração avermelhada. Nas duas primeiras épocas, era uma coloração mais intensa ocasionando uma tonalidade mais escura. Nas últimas 4 datas, percebe-se que é um vermelho mais claro, destacando-se bastante em relação às outras cores. Isto, talvez, seja devido a maior quantidade de radiação infravermelha refletida resultante da maior presença de folhas nas épocas de crescimento vegetativo (de novembro a maio).

#### COMPARAÇÃO ENTRE OS FILMES

Quando se coloca os mosaicos de mesma época dos 2 tipos de filmes, lado a lado, percebeu-se que o filme infravermelho colorido realça mais, pequenas diferenças, quase imperceptíveis, principalmente de coloração. Entretanto, num aspecto geral, os resultados foram semelhantes, pois o filme colorido normal e infravermelho colorido, detectaram mudanças de coloração, quantidade de folhas e presença de flores.

Com este aspecto, pode-se dizer que o melhor filme, para o presente estudo, foi o colorido normal, pois além de apresentar os mesmos detalhes que o filme CIR, ele tem um custo muito inferior, pode ser adquirido na maioria dos pontos comerciais, não necessita de técnicas especiais de revelação, pode ser revelado em qualquer laboratório fotográfico e não necessita ser enviado para o exterior, como o filme CIR.

A preferência pelo filme colorido normal em relação ao filme CIR também é mencionada por CIESLA & HOPPUS (1989) ao compará-los para a elaboração de chave de fotointerpretação de espécies florestais no oeste dos Estados Unidos. Os motivos dessa preferência, citados pelos autores mencionados, e também verificados nesta presente pesquisa, foram:

- a) o filme colorido normal, por apresentar menor contraste do que o infravermelho colorido, tem a capacidade de melhor penetração nas áreas de sombra. Isso foi verificado e mencionado por ocasião da análise do mosaico de 14/08/92;
- b) o filme colorido normal tem uma resolução um pouco melhor do que o infravermelho colorido e registra cores similares aquelas

observadas a olho humano, o que não ocorre com o filme CIR que resulta cores completamente diferentes. Conseqüentemente diferenças sutis na coloração da copa das árvores podem ser interpretados diretamente nas fotografias colorido normal sem ter que "traduzir" essa cor como visto nas respectivas nas fotografias CIR.

Como exemplo da consideração do parágrafo anterior, indica-se, na Tabela 3), a mudança de cor como observado em alguns objetos nos dois tipos de filmes utilizados.

Tabela 3 - Mudança de cor de objetos nos tipos de fotografias  
Table 3 - Change of color of the objects on different photographs

objetos/subjects	data/date	CN	CIR
automovel/taxi	12/05/92	laranja/orange	amarelo/yellow
casarão/house	12/05/92	verde-claro/light green	azul/blue
automovel/car	14/08/92	vermelho/red	amarelo-escuro/dark yellow
caminhão/truck	14/08/92	azul/blue	roxo/purple
automovel/car	13/11/92	vermelho/red	roxo/purple
água/water	02/03/93	marrom claro/light brown	azul-claro/light blue
roupa/clothes	03/06/93	vermelho/red	amarelo/yellow

O filme infravermelho colorido, não foi de todo, sem utilidade, porque ajudou a perceber diferenças de textura de todas as espécies analisadas, mas principalmente entre as duas canafístulas. A canafístula 1 mostrou textura granular grossa e a canafístula 2 apresentou textura granular fina, notada no filme colorido normal, mas que foi realçada por este tipo de filme.

Com relação à textura, foram observados vários tipos, desde granular fina até irregular. As que tinham textura granular fina eram: canafístula 2, o guapuruvu e a três-marias. Com textura granular média estavam a extremosa, o liquidambar e o carvalho. A canafístula 1, a paineira e o ipê-amarelo mostraram textura granular grossa. O pinheiro-do-Paraná e o ipê-roxo apresentaram textura irregular. Ressalta-se que a textura pode variar um pouco conforme a data analisada, mas pode-se considerar essas como as mais representativas. A textura, não foi analisada com mais detalhes no presente trabalho porque o aspecto mais importante da pesquisa era a coloração e quantidade de folhas, flores ou frutos.

#### INTERVALO DE TEMPO ENTRE AS ÉPOCAS FOTOGRAFADAS

O intervalo de tempo entre as épocas fotografadas foi de aproximadamente 70 dias.

RODERJAN (1989) apresentou um quadro sinóptico das características dendrológicas de 30 árvores das ruas de Curitiba. As árvores da praça Santos Andrade, consideradas no presente trabalho, e que aparecem na relação do citado autor foram: canafístula 1 e 2, extremosa, ipês amarelo e roxo. Utilizando-se algumas das informações do quadro sinóptico foi possível



analisar a validade do intervalo de tempo entre as tomadas sucessivas das fotografias inclinadas da praça Santos Andrade.

Para todas as espécies, as informações coincidiram, embora a canafístula 1 perdeu um pouco de suas folhas e o quadro a indique como persistente, ou seja, não perde folhas. Também não foi possível evidenciar nas fotografias a presença dos frutos da extremosa, denominado síliqua, no mês de maio, do ipê-roxo, também síliqua, mas em agosto, nem do ipê-amarelo, síliqua, no mês de novembro. Não se verificou a floração do ipê-roxo no mês de junho. Por falta de fotografias em alguns meses, não foi verificada a frutificação (legume) da canafístula 1 no mês de julho, assim como, a floração do ipê-amarelo em setembro e da canafístula 1 em dezembro, talvez devido ao fato desses fenômenos ocorrerem muito rapidamente, não persistindo por dois meses, que foi o intervalo entre as épocas das fotografias.

Desse modo, para registrar todas essas possíveis variações fenológicas das espécies consideradas, o intervalo de tempo entre as exposições sucessivas, de aproximadamente 70 dias, não foi muito adequado. Para estudos mais específicos, aconselha-se intervalos de tempo menores, podendo ser: mensal, quinzenal, semanal ou até mesmo diariamente, e que evidentemente dependem da finalidade do estudo. Entretanto, o intervalo de 70 dias forneceu subsídios gerais e práticos sobre a variação fenológica, que é de interesse para a fotointerpretação florestal e sensoriamento remoto. Em relação a essa consideração, MORAIN (1974) apresentou fotografias aéreas, colorido normal e infravermelho colorido, inclinadas de uma mesma área obtidas em 6 épocas diferentes no período vegetativo de crescimento (abril a outubro) da vegetação em um local nos Estados Unidos.

Este trabalho é específico para a praça Santos Andrade, pois sabe-se que em outras condições, o comportamento fenológico de cada espécie pode ser diferente. Mas, a técnica de monitoramento da fenologia pode muito bem ser utilizada com bons resultados e custos baixos. Assim como também, a obtenção de fotografias inclinadas do topo de edifícios ou de posições elevadas pode ser utilizada em outros trabalhos e pesquisas afins.

## CONCLUSÕES

As principais conclusões da pesquisa foram:

- 1) foi possível obter fotografias 35 mm inclinadas, do topo de edifício, com boa qualidade e preparado excelente material fotointerpretativo;
- 2) foram fotografadas e analisadas 6 épocas diferentes, completando o ciclo de um ano, através de filme 35 mm colorido normal (CN) e infravermelho colorido (CIR);
- 3) foram estudadas as variações fenológicas nas 11 diferentes espécies, sendo elas: canafístula 1 e 2, guapuruvu, pinheiro-do-Paraná, extremosa, liquidambar, paineira, três-marias, carvalho e ipês roxo

- e amarelo;
- 4) de todas as espécies analisadas, o pinheiro-do-Paraná apresentou-se em todas as épocas com a coloração mais escura, além de não haver alterações visíveis na quantidade de acículas; o liquidambar foi o que apresentou maior variação de coloração (verde para vermelho no filme CN); a três-marias a que permaneceu maior tempo com flores; o guapuruvu, a extremosa, o liquidambar, a paineira e os ipês roxo e amarelo perderam suas folhas no inverno;
  - 5) o filme CIR realçou mais as pequenas diferenças de coloração e textura;
  - 6) para este estudo, o filme CN foi melhor do que o filme CIR, por fornecer, numa comparação geral, o mesmo resultado, e ainda por apresentar custos mais baixos e menor dificuldade para aquisição e revelação;
  - 7) a melhor época para fotografar e mapear a vegetação da praça Santos Andrade foi no final do outono, podendo também ser efetuada na metade da primavera com bons resultados;
  - 8) o intervalo de tempo entre fotografias, de aproximadamente 70 dias, foi adequado para a finalidade geral e fotointerpretativa da presente pesquisa, entretanto, detalhes de floração e de frutificação em algumas espécies não foram registrados, o que leva a crer que intervalo de tempo, para estudos mais detalhados, deve ser mais reduzido;
  - 9) a técnica de obter fotografias inclinadas 35 mm do topo de edifícios pode ser utilizada em outros trabalhos semelhantes e afins.

#### BIBLIOGRAFIA CITADA

- COLWELL, R. N. 1962. Platforms for testing multi-sensor equipment. In: **Symposium on Remote Sensing of Environment**, 2, Ann Arbor. p. 7-49.
- CIESLA, W. M. & HOPPUS, M. L. 1989. Identification of port orland cedar and associated species on large scale color and color-IR aerial photos. In: **Twelfth biennial workshop on Color Aerial Photography and Videography in the Plant Sciences and Related Fields**, Sparks, Nevada. p. 262-276.
- KLIMES, D. & ROSS, D. I. 1993. A continuous process for the development of KODAK Aerochrome Infrared film 2443 as a negative. **Photogrammetric Engineering and Remote Sensing**, 59(2):209-213.
- MORAIN, S. A. 1974. Phenology and Remote Sensing. In: **Phenology and Seasonality Modeling**, Chapman & Hall. p. 55-75.
- THOMPSON, M. 1980. Foundations of Photogrammetry. In: **Manual of Photogrammetry**, ASP. P. 1-36.
- RODERJAN, C. V. 1989. **Um trabalho prático para a identificação das árvores utilizadas nas ruas de Curitiba-PR**. Curso de Engenharia Florestal, UFPR. 6 p.

## AGRADECIMENTOS

Ao Sr. Norman Goba, do *Provincial Remote Sensing Office* (PRSO) do Ministry of Natural Resources do Canadá, pelo filme 35 mm infravermelho colorido.

Ao staff do *Imaging Science Facility* do PRSO, pela revelação dos filmes 35 mm infravermelho colorido e pelas cópias ampliadas.

---

Trabalho submetido em 27.06.94 e accito em 10.10.94