

COMPARAÇÃO VISUAL ENTRE FOTOGRAFIAS AÉREAS DIGITAIS 35MM COLORIDO NORMAL E INFRAVERMELHO COLORIDO DA ESTAÇÃO EXPERIMENTAL DO CANGUIRI: UM ESTUDO DE CASO

Attilio Antonio Disperati¹, Dennis Bernardi² e K. A. Knapp³

RESUMO: O presente trabalho analisa as fotografias aéreas digitais 35mm, do tipo colorido normal e infravermelho colorido, da Estação Experimental do Canguiri, da Universidade Federal do Paraná, localizada a 18km ao norte de Curitiba. As fotografias foram obtidas com a câmara fotográfica digital KODAK DCS460 CIR, apresentando um escala de 1:10.000 e pixels de 0,72m. Do material resultante do voo fotográfico, selecionou-se uma fotografia de colorido normal e a respectiva infravermelho colorido que abrangesse a maior parte da área florestal existente na Estação do Canguiri. As fotografias foram realçadas por quatro diferentes técnicas de manipulação de contraste, por meio do software Adobe Photoshop 4.01. Os resultados obtidos evidenciam o potencial do uso de fotografias digitais de infravermelho colorido para o mapeamento de diferentes tipos florestais, visto que nelas a diferenciação de espécies florestais foi mais facilitada do que nas de colorido normal.

Palavras-chave: Fotografia aérea digital, fotografia 35mm, KODAK DCS420 CIR.

VISUAL COMPARATION BETWEEN 35 MM DIGITAL NORMAL COLOR AND INFRARED PHOTOGRAPHS OF THE EXPERIMENTAL STATION OF CANGUIRI: A CASE STUDY

ABSTRACT: This paper analyses the digital 35mm aerial photographs of the Canguiri Experiment Station from the Federal University of Paraná, located 18km north of Curitiba, Paraná State, Brasil. The 1:10.000 aerial photographs, normal color and infrared color, were taken with the KODAK digital camera DCS460 CIR with an individual pixel size of 0,72m. For the analysis, it was selected one normal color photography and the respective infrared color that covered most of the forest area on the Experimental Station. The photographs were enhanced using four different tools available in the software Adobe Photoshop 4.01. The results showed the potential value of the infrared color photos for vegetation mapping, since they provided better differentiation of forest species than the normal color photos.

Key words: Digital photograph, 35mm photograph, KODAK DCS460 CIR.

1. INTRODUÇÃO

Como parte de um projeto conjunto com o "Forest Health Protection", do Serviço Florestal Americano, localizado em Boise e apoiado pela Eastman Kodak Company, esteve disponível,

pela terceira vez em Curitiba-PR, nos meses de outubro e novembro de 1997, um modelo de câmara digital KODAK 35mm, infravermelho colorido. Desta vez foi utilizado o modelo mais recente, isto é, a DCS460 CIR, que possibilitava a aquisição de imagens digitais (também

¹ Prof. Sênior do Dpto. de Ciências Florestais, UFPR. Rua Bom Jesus, 650, 80.035-010 – Curitiba-PR., disperati@sul.com.br.

² Pós-Graduação em Engenharia Florestal da Universidade Federal do Paraná. Rua Bom Jesus, 650, 80.035-010 – Curitiba-PR. dennis@crt.sol.com.br.

³ Forest Health Protection, US Forest Service 1249 South Vinnell Way, Suite 200, Boise - Idaho - 83.709 - Estados Unidos. kknapp@aol.com.

referenciado como fotografias digitais) do tipo colorido normal e/ou infravermelho colorido. As dimensões de cada imagem digital eram de 3.060 x 2.036 pixels, gerando um arquivo digital RBG de 18,7Mb.

Os resultados iniciais do projeto com a câmara digital, conduzido em novembro de 1995 e baseado apenas em imagens terrestres, foram relatados por Disperati e Knapp (1996) e por Disperati, Bernardi e Knapp (1997). Na segunda vez em que a câmara esteve em Curitiba, em março de 1997, executou-se um sobrevôo aéreo de um reflorestamento de *Pinus taeda* atacado pela vespa-da-madeira, tendo os resultados parciais sido divulgados em Disperati *et al.* (1998a). Nessas duas ocasiões, utilizou-se a câmara digital Kodak DCS420 CIR para a aquisição das imagens infravermelho colorido; as dimensões de cada imagem eram de 1524 x 1012 pixels, gerando arquivo digital RGB individual de 4,8Mb.

A fim de operacionalizar a utilização do modelo mais recente do crescente conjunto de inovadoras câmaras digitais profissionais da KODAK, em outubro/novembro de 1997, foi programada a aquisição de imagens terrestres e aéreas, sendo que as terrestres recobririam parte da Estação Experimental do Canguiri da Universidade Federal do Paraná (UFPR) e de parte do Passeio Público. As imagens aéreas seriam obtidas somente da Estação Experimental Canguiri. Os resultados da manipulação das fotografias digitais terrestres foram apresentados por Disperati, Bernardi e Knapp (1998b).

O presente trabalho trata apenas das imagens digitais aéreas da Estação Experimental do Canguiri da UFPR.

2. OBJETIVOS

O presente trabalho utiliza fotografias aéreas digitais 35 mm, colorido normal e infravermelho colorido, da Estação Experimental do Canguiri, visando aos seguintes objetivos:

a) avaliar as diferenças visuais entre fotografias aéreas, colorido normal e infravermelho colorido, não processadas e processadas;

b) processar as fotografias digitais por meio de diferentes técnicas de manipulação de contraste existente em um software de edição de imagens para melhorar a interpretação visual das fotografias.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Área de estudos

A área fotografada faz parte da Estação Experimental do Canguiri, gerenciada pelo Setor de Ciências Agrárias da UFPR. A Estação está localizada no município de Pinhais, na margem direita da BR-116, sentido São Paulo, distante cerca de 18 km ao norte de Curitiba e próxima ao Parque Castelo Branco. As coordenadas geográficas centrais aproximadas são: latitude 25°23'30" S e longitude 49°07'30" W. De acordo com Ronzelli Júnior *et al.* (1995), a área da Estação é de 450 hectares, sendo que aproximadamente 120 hectares são dedicados à silvicultura.

A área foi selecionada pela proximidade de Curitiba, por possuir diferentes formações florestais, com inúmeras espécies nativas e exóticas e também pela disponibilidade de informações anteriores provenientes de planejamento silvicultural. (Galvão, 1984) e de sensoriamento remoto (Disperati, 1986; Schuler e Disperati, 1988; Oliveira Filho, 1996).

3.2. Material

Os seguintes materiais foram utilizados na presente pesquisa:

a) câmara digital 35mm, Kodak DCS460 CIR, equipada com lente de distância focal de 29mm e filtros próprios para a tomada de fotografia de colorido normal e infravermelho colorido;

b) microcomputador PENTIUM MMX, com 233Mhz, 32Mb RAM, com disco rígido de

4Gb, monitor de 15 polegadas com placa de vídeo de 4Mb Ultra VGA de 1024 x 768 pixels e 16 milhões de cores, e uma unidade gravadora de CD-ROM. Nele estavam instalados os softwares PHOTO CATALOG 1.0 e PHOTOSHOP 4.01, para o processamento das fotografias digitais;

c) Impressora a jato de tinta, HP DESKJET 660C.

3.3. Metodologia

Dois aspectos devem ser considerados: a obtenção das fotografias aéreas e o processamento das fotografias.

3.3.1. Obtenção das fotografias aéreas

As fotografias foram obtidas no dia 22 de novembro de 1997, no período entre as 11:00 da manhã e 12:15 horas da tarde. Apesar do céu claro, as condições atmosféricas reinantes não eram ideais para a tomada de fotografias aéreas, mas apenas razoáveis devido à presença de nuvens pequenas e esparsas. As fotografias foram obtidas a uma altura de vôo de 2.226 metros, com avião bimotor Piper Astech voando a uma velocidade de 270km/h.

Na tomada das fotografias, a câmara digital, instalada dentro do berço da câmara aerofotogramétrica RC8, era acionada manualmente a cada 9 segundos. Entretanto, o fotógrafo verificava a trajetória de vôo pelo do visor de navegação instalado ao lado da câmara e podia alterar o intervalo de tempo. As linhas de vôo foram efetuadas segundo um plano de vôo previamente estabelecido, com a ajuda de um GPS.

As fotografias foram obtidas com a câmara digital operando no modo automático. Para as fotografias em infravermelho colorido, a câmara estava equipada com filtro "minus blue" e utilizou-se um fator de compensação de exposição de -2,0 o qual é recomendado pelo Centro de Aplicações de Sensoriamento Remoto do Serviço Florestal Americano. Para a tomada das fotografias em colorido normal, o filtro "minus blue" foi trocado por outro, com a

finalidade de admitir a luz azul, mas bloquear os comprimentos de onda do infravermelho.

O plano de vôo estabelecia quatro linhas de vôo para ambos os tipos de fotografias, inicialmente em infravermelho colorido e, em seguida, em colorido normal. Mas, por ocasião da tomada das fotografias aéreas, houve uma ligeira alteração das condições atmosféricas com o surgimento de mais nuvens sobre a área de interesse. Apesar disso, as quatro linhas de vôo definidas foram efetuadas apenas para o infravermelho colorido, enquanto que para o colorido normal foi obtida apenas uma linha de vôo. Essa linha abrangeu a parte da fazenda com maior ocorrência de reflorestamento.

O procedimento de transferência das fotografias compactadas no cartão SCSI da câmara digital e a conseqüente descompactação foram descritos por Disperati, Bernardi e Knapp (1998b). Cada fotografia no formato descompactado ocupava um arquivo de 18,7 Mb, com extensão ".tif".

Por meio do software Photo Catalog foi feita a impressão de todas as imagens digitais obtidas, no tamanho 2,3 x 3,4cm e que serviu para uma primeira análise do material disponível.

3.3.2. Processamento

O processamento das fotografias foi feito com o software Adobe Photoshop, versão 4.01, rodando em ambiente Windows 95 em PC Pentium 233Mhz. O procedimento metodológico consistiu das seguintes etapas:

a) aumento de contraste (realce) em cada tipo de fotografia;

b) análise visual e qualitativa de cada fotografia, realçada e não realçada, por meio de alvos pré-determinados.

3.3.2.1. Aumento de contraste

Foram feitos quatro aumentos de contraste (realce) em cada fotografia, sendo eles os seguintes:

a) brilho/contraste;

b) levels manual;

- c) equalize;
- d) auto levels.

Os dois primeiros são de ajuste manual e dependem do ponto de vista do analista que está efetuando a tarefa. Os dois últimos são automáticos. Estas quatro opções foram escolhidas em função da experiência obtida anteriormente com o emprego do software. Todas as fotografias foram observadas e analisadas no monitor de computador, no modo RGB.

O comando **brilho/contraste**, como o próprio nome sugere, permite fazer ajustes do grau de brilho (aumentando o brilho ou escurecendo) e de contraste (diferença entre as partes mais claras e as mais escuras) de uma imagem. Esse comando é bastante utilizado, visto que alguns tipos de scanner têm uma tendência a escurecer imagens e câmaras digitais de propiciarem imagens escuras, fazendo com que percam o contraste. No processamento digital evitou-se que a imagem se tomasse sobexposta ou subexposta.

Os parágrafos seguintes descrevem sucintamente os três comandos utilizados no processamento, em se tratando de fotografia em preto e branco. Mas, na realidade, ambos os tipos de fotografias digitais utilizados eram coloridas. Por isso, a explicação abaixo deverá ser extrapolada para cada um dos três canais RGB da fotografia colorida, isto é, vermelho, verde e azul.

Com o comando **levels**, pode-se reduzir ou aumentar sombras, meios tons e áreas claras. Neste comando, alterando-se os valores do "input levels" de 255 para 230, os valores que eram 230 passam a ser 255, as áreas claras são iluminadas, o número de pixels claros aumenta e o restante da fotografia é reatribuído para refletir o novo valor branco.

O comando **equalize** faz a distribuição por igual dos valores claros e escuros e pode ser utilizado para ajustar varreduras escuras e torná-las claras. Quando este comando é executado, o Adobe Photoshop remapeia valores claros e escuros sobre o intervalo de tons de pretos para brancos. Com isso, as áreas mais escuras da

imagem são escurecidas o tanto quanto possível e as áreas mais claras são clareadas o tanto quanto possível e todos os outros valores são distribuídos de acordo com o novo intervalo de tons. Para este trabalho utilizou-se a configuração "default" do programa.

O comando **auto levels** praticamente faz a mesma coisa que o comando **levels** só que define os pontos brancos e pretos automaticamente. Assim, as áreas mais claras de uma imagem são remapeadas para branco e as áreas mais escuras são remapeadas para preto. Para evitar que essa seleção automática utilize somente um tom ao definir os pontos preto e branco é embutida uma porcentagem de recorte predefinida. Nesse caso, foi usado o "default" do programa.

3.3.2.2. Alvos predeterminados

Para facilitar o processo de análise visual e conseqüente comparação das fotografias e seus realces, foram utilizados os oito alvos predeterminados utilizados por Oliveira Filho (1996). A seguir, uma breve descrição de cada um deles:

ALVO 1. Reflorestamento formado por talhões de diferentes espécies florestais do gênero *Pinus* spp. Ele foi observado sob dois aspectos: possibilidade de separar o reflorestamento das demais áreas de floresta nativa que o delimitavam e a possibilidade de separar talhões de diferentes espécies de *Pinus*.

ALVO 2. Área formada por florestas nativas, distribuída em duas grandes partes, uma delas delimitando a área de reflorestamento de *Pinus* spp. e a outra de fundo de vale, ocorrendo neste alvo, entre outras espécies, os pinheiros da espécie *Araucaria angustifolia* que, apesar de nativa, por ser uma conífera, apresenta um comportamento espectral diferenciado das demais da floresta nativa. Em essência, o alvo 2 corresponde a esses pinheiros que fazem parte das florestas nativas.

ALVO 3. Arboreto de coníferas, implantado em 1965, reunindo várias coníferas exóticas numa área de 3,56 hectares, anteriormente ocupada por floresta nativa.

ALVO 4. Povoamento de *Eucalyptus* spp., compreendendo uma área de 0,39 hectare, anteriormente ocupada por floresta nativa.

ALVO 5. Povoamento de *Araucaria angustifolia* de 2,41 hectares que, apesar de ser um reflorestamento implantado em 1958, com espaçamento de 2 x 2 metros, possui um sub-bosque bastante adensado. O dossel, no entanto, é dominado pelos pinheiros.

ALVO 6. Áreas de agricultura e áreas afins (outros) observadas sob dois aspectos: quanto à sua distinção das demais categorias de uso do solo e em relação aos seus diferentes estágios. Abrange a maior parte das áreas não ocupadas por florestas.

ALVO 7. Rede viária, formada por uma estrada asfaltada, diversas estradas secundárias de terra e aceiros.

ALVO 8. Dois lagos situados próximos da área de reflorestamento.

3.3.2.3. Comparação qualitativa das fotografias pela visualização de diferentes níveis de separação dos alvos

Com o objetivo de padronizar a interpretação e obter uma melhor visualização das diferenças entre os dois tipos de fotografias aéreas, foi utilizado o critério adotado por Oliveira Filho (1996), que classifica quatro níveis de separação dos alvos com as seguintes simbologias que indicam:

- 1) separação bastante acentuada;
- 2) separação acentuada;
- 3) separação pouco acentuada;
- 4) não houve separação.

A análise visual dos oito alvos definidos no critério acima, foi efetuada no monitor do computador e teve como resultado um quadro resumo.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O voo aerofotográfico resultou em 93 fotografias digitais, sendo 77 do tipo infravermelho colorido e 16 do tipo colorido normal. A gravação de todas as fotografias

descompactadas ocupou três unidades de cd-rom. As fotografias foram obtidas em uma escala próxima de 1:10.000; o resultante tamanho individual do pixel foi de 0,72m.

Como o objetivo principal da pesquisa era a comparação dos dois tipos de fotografias da Estação Experimental do Canguiri e, devido à efetivação de apenas uma linha de voo com fotografias do tipo colorido normal, não foi possível a análise total da área. Por isso, selecionou-se apenas uma fotografia de cada tipo (colorido normal número 05 e infravermelho colorido 60) que melhor abrangesse os tipos florestais existentes na Estação. A Figura 1 mostra estas fotografias originais, as Figuras 2 e 3 mostram as mesmas fotografias processadas com as diferentes técnicas e a Figura 4 mostra a localização dos alvos.

A Tabela 1 apresenta os resultados da interpretação visual conduzida nos oito alvos predeterminados no material fotográfico.

Ambas as fotografias originais (não realçadas) estavam escuras e sem muito detalhes quando se tratava de vegetação, apesar de as áreas de agricultura, estradas e lagos existentes estarem bem nítidas e bem contrastantes dos demais usos do solo e alvos existentes no local fotografado. De maneira geral, a fotografia em infravermelho colorido era mais informativa do que a respectiva em colorido normal (ver Tabela 1), possibilitando inclusive diferenciar o *Pinus taeda* das demais espécies plantadas.

De forma idêntica ao processamento digital de imagens de satélite, as fotografias digitais foram realçadas visando ao aumento da detectabilidade de objetos ou padrões presentes na imagem para a interpretação visual. Os realces utilizados e disponíveis no software Adobe Photoshop correspondem, no sensoriamento remoto, à categoria de “contrast stretching” e que é obtido pela redistribuição da amplitude do histograma dos valores digitais em uma escala maior (expandir) ou menor (reduzir) do que a original. Outras categorias de realce de imagens, segundo Avery e Berlin (1992), tais como: razões de bandas e transformações lineares (análise de

principais componentes e análise canônica) não estão disponíveis no software utilizado.

A análise da Tabela 1 permite inferir que:

a) as fotografias realçadas (colorido normal e infravermelho colorido) nos quatro procedimentos foram melhores do que as respectivas não realçadas, exceto ao comparar-se

o alvo 7, no qual somente o realce utilizando o **auto levels** é que propiciou melhores resultados;

b) em se tratando de aspectos de vegetação, as fotografias em infravermelho colorido realçadas foram melhores do que as respectivas em colorido normal realçadas;

Tabela 1. Resultados da fotointerpretação efetuada nos respectivos alvos
Table 1. Results of the photointerpretation made in the respective targets.

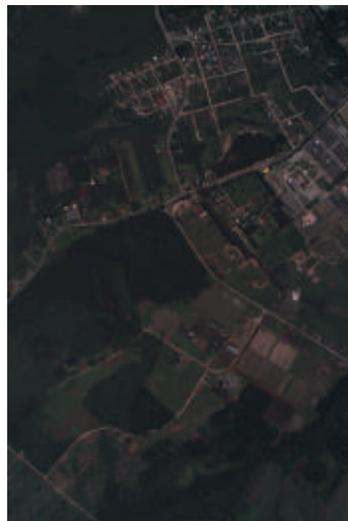
Alvos	Características	Não realçadas		Brilho/contraste		Levels manual		Equalize		Auto levels	
		Colorido	Infravermelho	Colorido	Infravermelho	Colorido	Infravermelho	Colorido	Infravermelho	Colorido	Infravermelho
1	Separa a área do reflorestamento da área de floresta nativa	3	2	1	1	1	1	1	1	1	1
	Separa diferentes povoamentos dentro da área do reflorestamento	4	4	4	1	4	1	4	1	4	2
2	Separa os indivíduos ou agrupamentos da espécie Araucaria angustifolia que fazem parte da floresta nativa	4	3	3	1	2	1	2	1	3	2
3	Separa o arboreto de coníferas da área de floresta nativa	4	2	3	1	3	2	1	1	3	2
4	Separa o povoamento de Eucalyptus sp.	3	2	2	1	2	1	2	1	3	2
5	Separa o povoamento de Araucaria angustifolia	3	2	2	1	2	1	2	1	2	1
6	Separa as áreas de agricultura e atividades afins	2	1	1	1	1	1	2	2	1	1
	Separa diferentes estágios de agricultura e atividades afins	2	1	1	1	1	2	2	2	1	1
7	Separa a estrada asfaltada na parte superior da imagem	1	1	3	2	3	2	2	2	1	1
	Separa as estradas não asfaltadas	1	1	3	2	3	2	2	2	1	1
8	Separa o lago 1	2	1	1	1	1	1	2	1	1	1
	Separa o lago 2	2	1	1	1	1	1	1	1	2	1

1 - Separação bastante acentuada

3 - Separação pouco acentuada

2 - Separação acentuada

4 - Não houve separação



Colorido normal



Infravermelho colorido

Figura 1. Fotografias em colorido normal e em infravermelho colorido, sem processamento.
Figure 1. *Photograph normal color and color infra-red without processing.*

c) não houve muita diferença entre os dois tipos de fotografias realçadas para temas não relacionados com a vegetação;

d) nos dois tipos de fotografias não houve praticamente muita diferença de resultados utilizando os quatro procedimentos de realce; as diferenças foram pequenas, ocorrendo somente em casos isolados, como no alvo 7, em que o realce com **auto levels** foi bem melhor do que os outros tipos de realces aplicados;

e) os procedimentos de realce automáticos (**auto levels e equalize**) apresentam resultados em menor tempo do que os manuais (**levels e brilho contraste**). Isso pode ser importante quando se tem muitas fotografias para realçar e exemplo disso ocorre em qualquer voo fotográfico do qual podem resultar dezenas e até centenas de fotografias aéreas. Apesar das diferenças entre os realces serem poucas, nota-se que, para as fotografias em questão, o procedimento **auto levels** apresentou os melhores resultados nos alvos 6, 7 e 8, já para o

alvo 3 o realce utilizando-se do **equalize** é que apresentou melhores resultados. Portanto, para cada tipo de realce a ser executado, o processo a ser utilizado vai depender em muito do objetivo final do trabalho;

f) verificou-se que o **equalize** proporciona imagens mais claras do que as demais, o que pode, muitas vezes, atrapalhar a visualização de determinados alvos se o operador não tiver um conhecimento prévio de como este apresenta-se na realidade. Porém, estas são melhores no momento da impressão, visto que a maioria das impressoras coloridas, do tipo a jato de tinta, tendem a escurecer um pouco a imagem em relação àquela mostrada no monitor do computador;

g) os procedimentos manuais podem vir a proporcionar resultados mais adequados quando se deseja realçar determinados alvos, visto que toda a atenção do analista será para esse alvo. Evidentemente, mais tempo será gasto para atingir os resultados desejados. No presente



Auto levels



Brilho/contraste



Equalize



Levels manual

Figura 2. Fotografias colorido normal realçadas.
Figure 2. *Photograph normal color enhanced.*



Auto levels



Brilho/contraste



Equalize



Levels manual

Figura 3. Fotografias infravermelho colorido realçadas.
Figure 3. *Photograph color infra-red enhanced.*

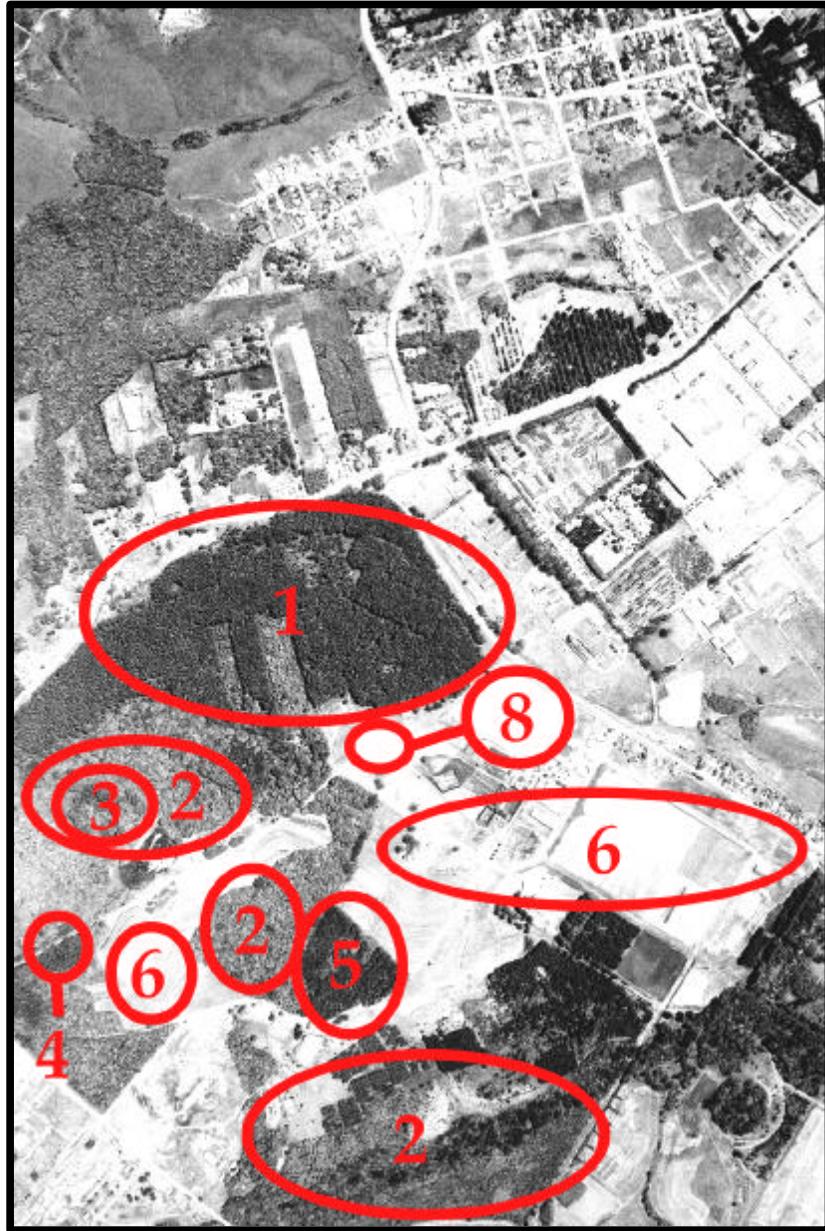


Figura 4. Fotografia aérea mostrando a localização dos alvos pré-selecionados.
Figure 4. Aerial photograph showing the location of the pre-selected targets.

Obs.: O Alvo 7 é composto pelas estradas, e por isso não é mostrado.

trabalho, as ferramentas manuais foram utilizadas considerando-se a fotografia como um todo sem dedicar-se a específicos alvos, apesar de eles terem sido predeterminados no terreno para serem utilizados na comparação de tipos de fotografias e de realces;

h) é importante destacar o que foi verificado com o reflorestamento (alvo 1) nas fotografias realçadas. Nos dois tipos de fotografias, detectou-se separação bastante acentuada. O formato dos talhões e a textura uniforme de sua copa facilitou em muito a sua diferenciação das matas nativas;

i) quanto à possibilidade de separar espécies de *Pinus* sp., isso só foi possível nas fotografias infravermelho colorido, sendo que, por meio dos realces **brilho contraste e levels manual**, foi possível diferenciar *Pinus taeda* das demais espécies. No equalize, o *Pinus taeda* apresentou-se diferente do *Pinus elliottii* e, por sua vez, o *Pinus caribaea* teve pouca diferenciação do *Pinus elliottii* e *Pinus keisya*. Na opção **auto levels**, o *Pinus taeda* apresentou-se igual ao *Pinus keisya*, porém, o *Pinus caribaea* teve uma pequena diferenciação do *Pinus elliottii* e o *Pinus taeda* foi bem diferente do *Pinus elliottii* e do *Pinus caribaea*;

j) o povoamento de *Eucalyptus spp.* assim como as copas de *Araucaria angustifolia*, apresentou separação bastante acentuada dos outros alvos, principalmente no infravermelho colorido.

Como comentado por Ciesla (1998), o que se observa nas fotografias em colorido normal pode ser verificado também no respectivo infravermelho colorido. As vantagens do infravermelho dizem respeito a uma maior penetrabilidade em condições de névoa e na melhor separabilidade dentre coníferas e folhosas. O que verificou-se na presente pesquisa foi o segundo aspecto comentado, sendo o caso específico da separabilidade entre os gêneros florestais de *Pinus*, *Araucaria* e *Eucalyptus*.

Greer, Hoppus e Lachowski (1990) comentam que o filme infravermelho colorido é freqüentemente superior ao respectivo colorido

normal, quando o objetivo primordial é o estudo (identificação) da vegetação e usualmente oferece melhor contraste entre espécies de plantas e entre plantas com diferente nível de saúde fitossanitária e vigor. Isso se verificou na presente pesquisa. Em contrapartida, o filme colorido normal fornece mais detalhes em locais sombrios (devido as nuvens) e é mais adequado em condições de levantamento aéreo, quando existe presença de nuvens ou para declives acentuados de terreno.

A flexibilidade quanto a escolha de filme fotográfico aéreo a ser utilizado em estudos de avaliação dos recursos naturais é importante, visto que, segundo Greer, Hoppus e Lachowski (1990), nenhum tipo individual de filme aereofotográfico supre as necessidades dos gerenciadores em todas as situações. A escolha de um dos dois tipos de fotografia, ou de ambos, dependerá da finalidade a que se destina o recobrimento aerofotográfico.

A câmera digital vem suprir uma lacuna existente nas condições nacionais, em que o filme fotográfico infravermelho é muito pouco usado, devido à dificuldade de sua revelação e por ser muito sensível às variações de temperatura e umidade. Evidentemente que, com esse tipo de câmera, essas dificuldades operacionais são praticamente eliminadas e assim propiciam a oportunidade de tomada de fotografias aéreas, tanto do tipo colorido normal como infravermelho colorido.

5. CONCLUSÕES

a) A utilização de alvos predeterminados e critérios de análise definidos facilitou a análise dos resultados.

b) As quatro opções de realce propiciaram novas fotografias digitais com aspectos visuais ligeiramente diferentes.

c) As informações extraídas das fotografias em colorido normal e em infravermelho colorido, processadas com o Adobe Photoshop, foram parecidas, com destaque para as fotografias em

infravermelho colorido na diferenciação de tipos de vegetação em relação aos demais usos do solo verificados e a diferenciação das espécies de *Pinus* sp plantadas na fazenda.

d) Nas fotografias em infravermelho colorido realçadas, o *Pinus taeda* destacou-se das demais espécies de *Pinus*, assim como o plantio de *Eucalyptus* sp. e as copas de *Araucária angustifolia* sobressaíram-se da floresta secundária presente no local.

6. AGRADECIMENTOS

Ao Eng. Paterson Martinski, da AGRITEC, por efetuar o vôo aerofotográfico sobre a Estação Experimental do Canguiri.

7. NOTA

A menção da câmara fotográfica, hardware e software utilizados na presente pesquisa, não constitui em uma aprovação ou reprovação, por parte dos autores, quanto à qualidade dos mesmos.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- EVERY, T.E.; BERLIN, G.L. **Fundamentals of remote sensing and airphoto interpretation**. 5.ed. New Jersey: Prentice Hall, 1992. 472p.
- CIESLA, W. **Comunicação pessoal**. Curitiba, 1998.
- DISPERATI, A.A. **Relação de fotografias aéreas verticais 35 mm obtidas de três áreas florestais próximas de Curitiba-PR**. Curitiba: Departamento de Silvicultura e Manejo/UFPR, 1986. 10p. (não publicado)
- DISPERATI, A.A.; KNAPP, A.K. **Bons ventos para câmaras 35 mm**. FATOR GIS, Curitiba, v.4, n.13, p.35-38, abr./maio 1996.
- DISPERATI, A.A.; BERNARDI, D.; KNAPP, A.K. Avaliação das imagens da câmara digital 35mm Kodak DCS420 CIR. **Revista Floresta**, Curitiba, 1997. (no prelo).
- DISPERATI, A.A.; BERNARDI, D.; MENDES, C.J.; MENDES, F.S.; KNAPP, A.K. Landsat/TM e fotografias aéreas 35mm inclinadas no mapeamento de danos causados pela vespa-da-madeira. In: SEMINÁRIO DE ATUALIZAÇÃO EM SENSORIAMENTO REMOTO E SISTEMAS DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS APLICADOS À ENGENHARIA FLORESTAL. **Anais...** Curitiba: FUPEF, 1998a. p.139-148.
- DISPERATI, A.A.; BERNARDI, D.; KNAPP, A.K. Fotografias 35 mm digitais terrestres da Estação Experimental do Canguiri. **Revista Agrárias** do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná, 1998b, 17 p. (no prelo)
- GALVÃO, F. *et al.* **Planejamento silvicultural para a Estação Experimental do Canguiri do Setor de Ciências Agrárias da UFPR**. Curitiba: UFPR, 1984. 126p. (Dissertação - Mestrado em Engenharia Florestal)
- GREER, J.D.; HOPPUS, M.L.; LACHOWSKI, H.M. Color infrared photography for resource management. **Journal of Forestry**, v.88, n.7, p.12-17, July, 1990.
- OLIVEIRA FILHO, P.C.de. **Análise de dados digitais multiespectrais de alta resolução obtidos pelo sensor "compact airborne spectrographic imager" em área rural do Município de Pinhais - PR**. Curitiba: UFPR, 1996. 128p. (Pós-Graduação - Engenharia Florestal).
- REMOTE SENSING APPLICATIONS CENTER. Using the Kodak DCS Color infrared Digital Câmara for aerial surveys. Salt Lake City, June 21, 1996.
- RONZELLI JR., P.; PERCY, L.; BONA FILHO, A.; LIMA NETO, V.da C. **O Centro de Estações Experimentais**. Revista do Setor de Ciências Agrárias, suplemento especial. Outubro 1995. 24p.
- 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: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 5., 1998, Natal. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 1988. v.3, p.627-636.