

Copas de Araucária Observadas em Fotografias Aéreas 70 mm Colorido Normal em Escala Muito Grande (1:1.000)

Araucária Crowns on Very Large Scale Color 70 mm Aerial Photographs (1:1.000)

Atílio Antonio Disperati ¹
Paulo Costa de Oliveira Filho ¹

Resumo

O presente artigo retrata situações de ocorrência, típicas ou não, de copas de araucária, individuais e em agrupamento, observadas durante a interpretação visual de fotografias aéreas 70 mm colorido normal em escala muito grande (1:1.000). Utilizaram-se 17 fotografias aéreas recobrimo uma área aproximada de 60 hectares de floresta natural de araucária, preservada nos últimos 50 anos, localizada na Flona de Irati, nos Municípios de Irati e Fernandes Pinheiro-PR. A fotointerpretação foi feita analogicamente através de estereoscópio de espelhos equipado com binocular de 3 vezes de aumento demarcando os polígonos referentes às copas individuais ou em agrupamento. Na seqüência, diversas situações interessantes de ocorrência das copas foram assinaladas na fotointerpretação e, posteriormente, depuradas juntamente com a observação monoscópica, no monitor do computador, das respectivas imagens digitalizadas. São apresentadas sete situações de ocorrência sendo quatro de copas individuais e três de agrupamento de copas. O conhecimento dessas diferentes situações propicia ao fotointérprete uma análise mais consistente na tarefa do mapeamento florestal detalhado da araucária.

Palavras-chave: fotografias aéreas 70 mm; fotografias pequeno formato; copas de araucária; fotointerpretação florestal.

¹ Departamento de Engenharia Florestal, Universidade Estadual do Centro-Oeste - UNICENTRO, PR-153, km 7, Bairro: Riozinho, 84.500-000-Irati-Paraná-Brasil. E-mail: disperati@avalon.sul.com.br; paulocostafh@irati.unicentro.br.

Abstract

This paper reports the different situations of araucaria (Paraná Pine) crowns as seen on 70 mm aerial color photographs in scale 1:1.000. 17 aerial photographs were interpreted, covering near 60 hectares of natural araucaria forest, preserved by the last 50 years, situated on Irati and Fernandes Pinheiro, counties of Paraná State, Brazil. The visual interpretation was carried out using a mirror stereoscope with binocular 3 times enlargement. After drawn all individual or groups of araucaria crowns polygons, new visual analysis was carried out in order to find the typical occurrences of araucaria crowns. These situations were checked again with the respective digital image of aerial photograph scanned and displayed on screen of monitor. It was found seven situations being four for individual crowns and three for groups of araucaria crowns. The knowledge of these situations is important for the forest photointerpreter engaged on the task of detailed analysis.

Key words : 70 mm aerial photographs; small format aerial photographs; crown of araucaria; forest photointerpretation.

Introdução

O Pinheiro-do-Paraná (*Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktz.) é uma espécie nativa que caracteriza a associação vegetal que ocorre predominantemente no sul do Brasil, denominada Floresta Ombrófila Mista (FOM) e conhecida também como Floresta de Araucária. A araucária, quando no estágio adulto, possui uma copa de formato quase circular, ocupando os estratos superiores da floresta, com os galhos distribuídos radialmente e com os tufos localizados nas suas extremidades, cujas folhas (acículas) são mais escuras do que das outras espécies nativas. Estas características formam um padrão de copa peculiar que torna a espécie facilmente caracterizada nas fotografias aéreas. Além disso, em floresta natural preservada, a quantidade de copas de araucária nos estratos superiores pode atingir valores de até 50%. Desse modo, a araucária é a espécie florestal ideal para testar a viabilidade, referente ao mapeamento de vegetação, de qualquer produto de sensor remoto.

Devido a sua exploração desordenada e irracional, a araucária está na lista de plantas ameaçadas de extinção no Estado do Paraná (SEMA/GTZ, 1995) e o seu corte proibido (Portaria do IAP 191/2004) sem a devida autorização.

As fotografias aéreas de pequeno formato (fotografias obtidas com câmaras 35 ou 70 mm) são utilizadas normalmente em escalas grandes ou muito grandes com a finalidade de complementar o conteúdo de informação de outras imagens. Face ao tamanho

pequeno do seu negativo fotográfico, quando comparado com a tradicional fotografia aérea 23 x 23 cm, a técnica do pequeno formato pode não ser usada para fornecer uma cobertura completa da área, mas para fornecer algumas faixas de vôo (*transectos* fotográficos) ou fotografias de locais/alvos específicos (HOWARD, 1991). O presente trabalho utiliza as fotografias aéreas de um transecto fotográfico realizado sobre a área florestal.

Um dos aspectos fundamentais em qualquer aerolevanteamento é a escala resultante da fotografia aérea. De acordo com Lund (1997), a definição da escala fotográfica para um dado projeto depende da finalidade para a qual será usada e condicionada por questões do formato da câmara e resolução no terreno. As escalas grandes (superiores a 1:5.000) principalmente as muito grandes (superiores a 1:2.000) são usadas para estudos florestais específicos onde se considera a árvore individual e não o talhão florestal como ocorre tradicionalmente com as fotografias aéreas em escala 1:10.000 a 1:30.000. Com as escalas fotográficas muito grandes, os detalhes considerados são as características formadoras das copas das árvores (dimensão e arrançamento dos galhos, tipo e grão de cobertura foliar, dentre outros).

Disperati e Skalski Junior (1989) efetuaram um estudo fotointerpretativo em duas escalas diferentes de fotografias aéreas (1:2.000 e 1:8.000) evidenciando o delineamento das copas de araucária na forma individual e em agrupamento (entrelaçamento) de copas. O padrão característico da copa individual de araucária não pode ser caracterizado em imagem digital proveniente de fotografia aérea em escala 1:1.000 através de suas sombras periféricas (DISPERATI e OLIVEIRA FILHO, 2005).

Em 2000, foi iniciada uma pesquisa multidisciplinar na Flona de Irati - PR, visando a estudos de biodiversidade e sustentabilidade da floresta ombrófila mista, com a instalação e a medição de parcelas permanentes em 25 hectares da floresta natural da Flona. Inclusive, nesse estudo, foi realizado um aerolevanteamento em dois anos consecutivos, com câmara 70 mm, registrando fotograficamente o experimento nas escalas de 1:1.000, 1:2.000 e 1:4.000. Tais fotografias estão sendo interpretadas e integradas com os dados de campo das parcelas permanentes, servindo de apoio para pesquisas integradas com outros sensores remotos e geotecnologias. O material viabilizou diversas pesquisas (DISPERATI, 2002; DISPERATI et al., 2002, 2006; e OLIVEIRA FILHO et al., 2005), com enfoque atual para o mapeamento das copas de araucária. No presente trabalho utilizam-se as fotografias aéreas disponíveis de maior escala.

Nas fotografias aéreas em escala muito grande, o fotointérprete pode delinear as copas de araucária individuais ou em agrupamento. As medidas efetuadas nas copas individuais delineadas, como diâmetro ou área da copa e mesmo a altura da árvore, podem conduzir a determinação de variáveis dendrométricas, como DAP e volume da árvore. A determinação da cobertura total das copas individuais e dos agrupamentos delineados,

em área (hectares) e em porcentagem do total da área considerada, é outra informação importante extraída das fotografias aéreas e comumente reportada em mapeamentos florestais. Entretanto, não existe trabalho fotointerpretativo mostrando a diversidade de ocorrência das copas de araucária nos estratos superiores da floresta. Tal conhecimento proporcionaria ao fotointérprete uma consistência interpretativa ao longo de todo o mapeamento. A finalidade do presente trabalho é mostrar as situações de ocorrência, típicas ou não, observadas nas fotografias aéreas colorido normal em escala 1:1.000 que recobrem uma área natural de floresta preservada.

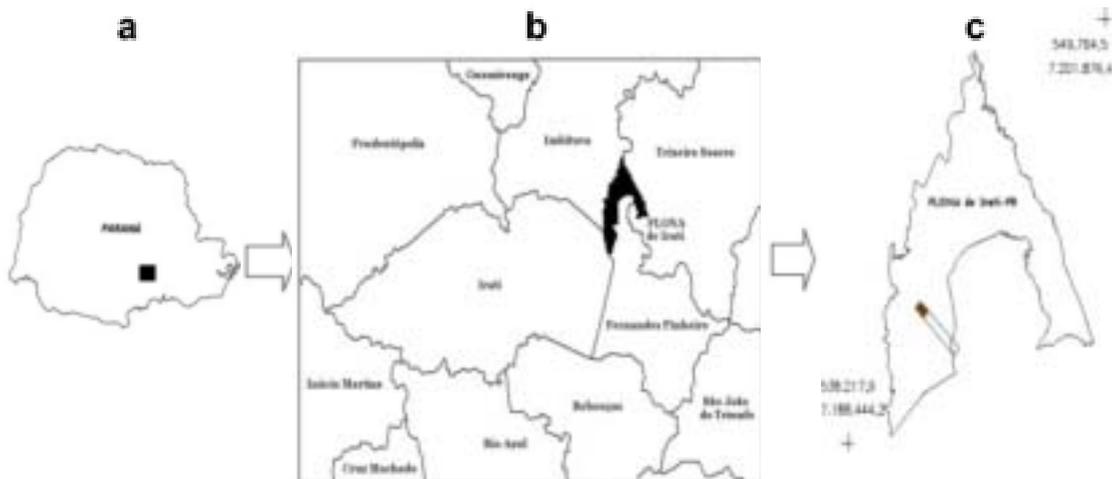
Material e Métodos

Área de Estudos

A área de estudos está situada na Floresta Nacional (FLONA) de Irati (figura 1), aproximadamente a 150 km oeste de Curitiba, PR. Criada em 1942, com área de 3.495 hectares e localizada nos Municípios de Irati e Fernandes Pinheiro, a Flona tem 36% (1.272,9 hectares) de floresta nativa com predominância de araucária e com o sub-bosque rico em espécies folhosas como canelas, imbuias, angico, entre outras. Trata-se de uma área protegida por mais de 50 anos, sem similar na região.

O clima da região pertence ao tipo Cfb, ou seja, temperado úmido com chuvas durante todo o ano e verão fresco. O relevo apresenta-se levemente ondulado e o acidente geográfico mais importante é o Rio Imbituvão. A altitude média da região está em torno de 810 m acima do nível do mar. O solo, classificado como podzólico vermelho-amarelo, apresenta acidez média.

Figura 1. Localização da Flona de Irati no Estado do Paraná (itens a e b), o trecho correspondente da linha fotográfica de vôo e o local de estudos (c)



Material

Para a presente pesquisa, utilizaram-se os seguintes materiais:

- a) fotografias aéreas colorido normal 70 mm (tamanho 21 x 28 cm);
- b) microcomputador pessoal com processador Pentium 4, 1600 MHz e 1024 MB de memória Ram e monitor LCD Samsung 172N de 17 polegadas;
- c) scanner A4 de mesa HP Scanjet 3570-c;
- d) aplicativo CorelDRAW X3.

As fotografias aéreas foram obtidas no aerolevante efetuado na Flona de Irati em 9 de agosto de 2002. Três linhas de vôo foram efetuadas no mesmo eixo central, cujas fotografias aéreas ampliadas em cinco vezes, resultaram nas escalas 1:1.000, 1:2.000 e 1:4.000, respectivamente.

Nesta pesquisa utilizaram-se 17 fotografias aéreas em escala 1:1.000, abrangendo um área aproximada de 60 hectares, sendo que o recobrimento longitudinal variou entre 30 e 95% , visto que a faixa de vôo foi executada em 3 linhas de vôo. Antes do início da fotointerpretação, todas as fotografias usadas foram escaneizadas com 600 dpi. Tal resolução de digitalização resultou a correspondente imagem digital com uma resolução espacial (pixel) de 17 cm e arquivos digitais com aproximadamente 90 MB.

Metodologia

As fotografias aéreas nas escalas 1:1.000 foram interpretadas visualmente através do estereoscópio de espelhos Wild ST-4 equipado com binocular de 3x de aumento. Utilizando uma caneta PILOT de ponta fina para retro projetor, os polígonos, referentes a cada copa individual ou a cada agrupamento de copas de araucária, foram delineados em transparência PPC da 3M fixada sobre cada fotografia aérea. Houve uma preocupação em detalhar ao máximo possível a fotointerpretação e de não negligenciar o delineamento de nenhuma copa ou agrupamento de copas. Nas partes das fotografias sem recobrimento estereoscópico, não foi conduzida nenhuma atividade fotointerpretativa.

Após a conclusão da fotointerpretação, foi feita nova análise interpretativa assinalando desta vez os locais das diversas situações interessantes de ocorrência das copas nos estratos superiores. Depois, cada situação foi localizada na correspondente imagem digital da fotografia aérea e efetuado o recorte digital agilizando futura observação. A observação conjunta do par estereoscópico e da imagem no monitor de computador possibilitou um refinamento das diversas situações selecionadas, a eliminação de alguns erros interpretativos e a escolha final dos exemplos de cada situação estabelecida para ilustrar o presente texto.

Resultados e Discussão

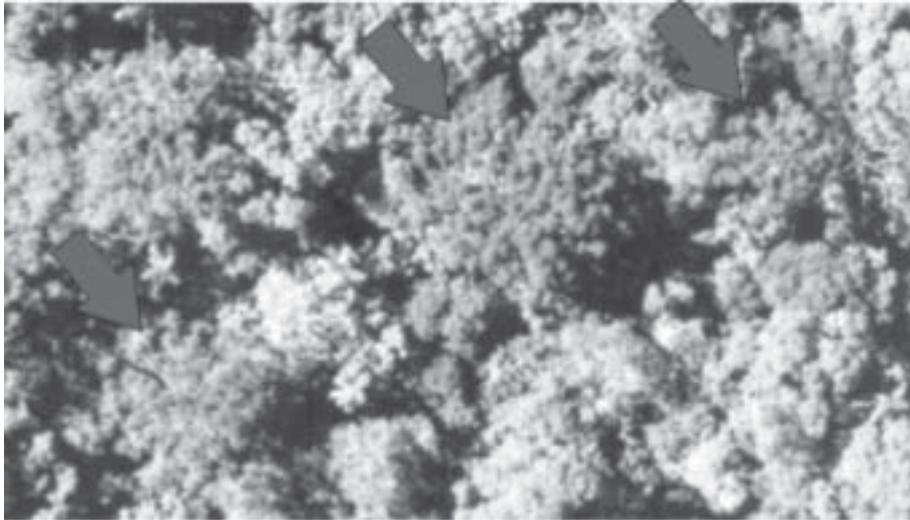
O uso de fotografias aéreas em escala muito grande (1:1.000) com uma riqueza de detalhes observados nos estratos superiores da floresta, favoreceu o delineamento da copa individual de araucária (ocorrência dispersa), bem como no caso de essa espécie estar ocorrendo em agrupamentos. O uso dessa escala não é muito comum em estudos fotointerpretativos florestais realizados no Brasil. Estes utilizam normalmente fotografias aéreas de tamanho 23 x 23 cm e em escalas inferiores a 1:8.000 nas quais o enfoque do estudo passa a ser o talhão florestal ou o fragmento florestal como um todo. Para estudos de delineamento de copas de araucária, baseados em procedimentos descritos por Disperati e Skalski Junior (1989) e nas interpretações das fotografias aéreas disponíveis da Flona, aconselha-se o uso de escalas superiores a 1:4.000.

As figuras de 2 a 9 ilustram as diferentes situações de ocorrência observadas nas fotografias aéreas em escala 1:1.000, sendo que as figuras de 2 a 5 retratam situações referentes às copas individuais enquanto que as figuras 6 e 9 de agrupamentos de copas.

Apesar de todos os polígonos referentes às copas de araucária individual ou agrupamento terem sido delineados na fotointerpretação, tal informação não foi transferida para os recortes digitais finais. Entretanto, sem a referida delimitação dos polígonos teria sido muito difícil caracterizar as principais situações de ocorrência das copas de araucária nos estratos superiores da floresta.

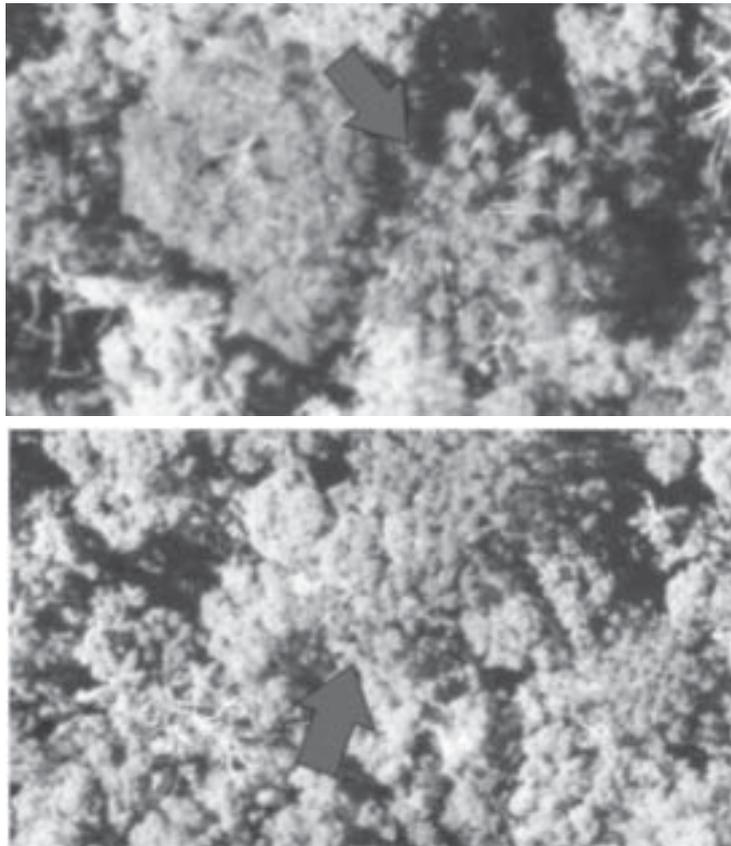
A figura 2 ilustra diversas copas de araucária isoladas no contexto da floresta natural e que podem ser facilmente caracterizadas, ou então delineadas, nas fotografias aéreas, mas apresentando copas de diferentes dimensões.

Figura 2. Copas isoladas de araucária, mas com dimensões diferentes de copa



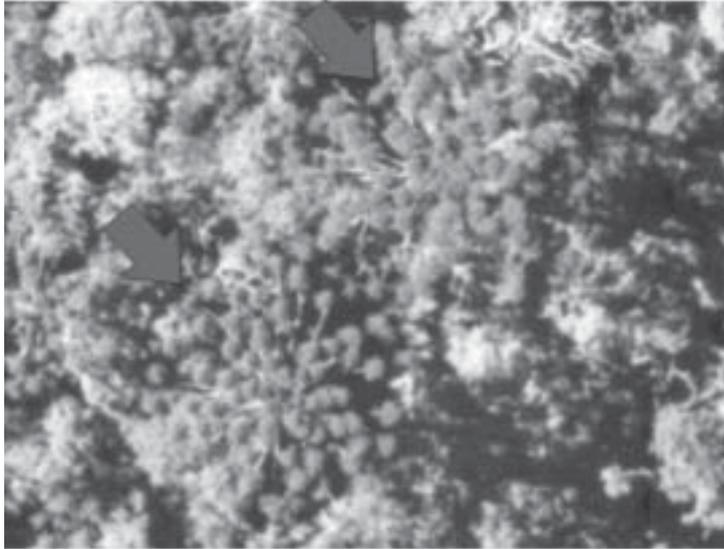
A figura 3 ilustra duas situações em que aparece parte da copa de araucária parcialmente encoberta devido à presença de outras espécies florestais de maior altura.

Figura 3. Duas situações mostrando copas parciais de araucária



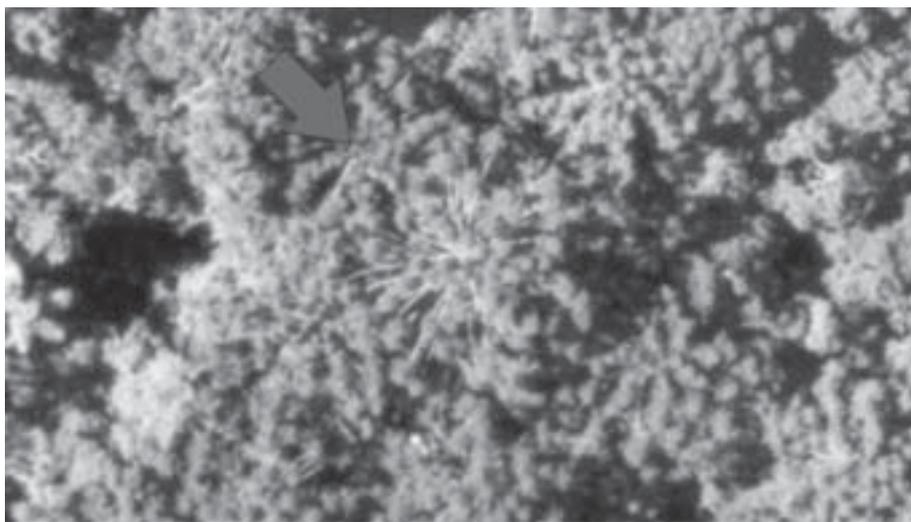
A figura 4 ilustra duas copas de araucária isoladas, mas que apresentam tufos com tonalidades diferentes de verde. Tal ocorrência não é típica de ser observada nos estudos fotointerpretativos.

Figura 4. Duas copas de araucária com tufos de tonalidades diferentes



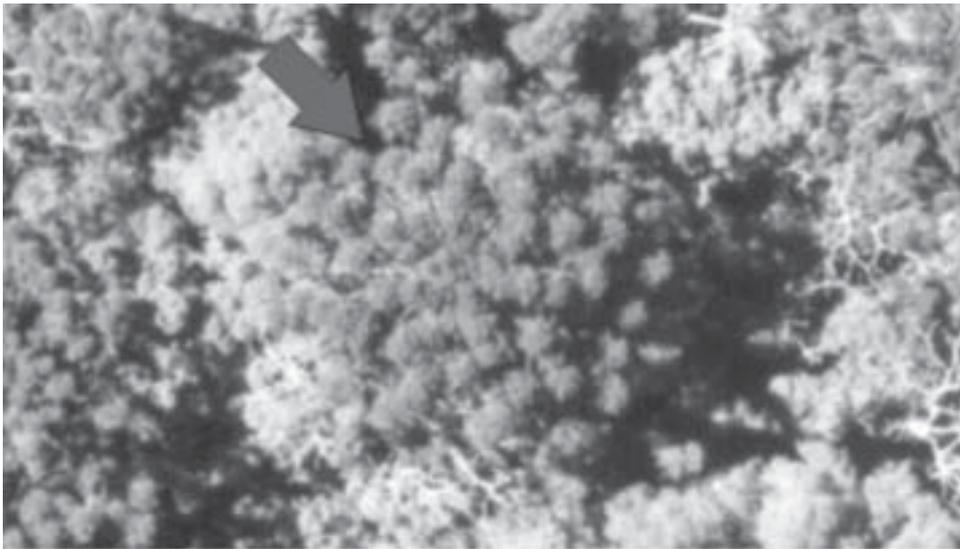
A figura 5 evidencia uma copa de araucária ocupando a posição predominante no dossel da floresta e circundada por diversas outras copas de araucária e de outras espécies situadas no dossel imediatamente abaixo (dominante). Tal situação é mais fácil de observar estereoscopicamente do que monoscopicamente no tela do monitor.

Figura 5. Copa de araucária predominante entre outras copas de árvores



A figura 6 ilustra uma situação em que o fotointérprete havia caracterizado como sendo apenas uma copa, mas a observação no monitor do computador evidenciou, através da posição de alguns galhos, a possível existência de duas copas de araucária. Outros casos similares a este foram verificados durante o refinamento das situações marcadas inicialmente. Enfim, existem algumas situações onde erros/dúvidas fotointerpretativas possam ocorrer mesmo utilizando-se fotografias aéreas em escala muito grande e que necessitam de posterior verificação em campo. Embora o presente trabalho não tenha a finalidade de comparar procedimentos fotointerpretativos, verificou-se vantagem prática em utilizar o procedimento visual analógico concomitantemente com o digital, apesar do maior tempo necessário para a devida análise da situação considerada. A principal facilidade do manuseio das imagens digitais foi a flexibilidade proporcionada pela ferramenta *zoom*.

Figura 6. Duas copas sobrepostas de araucária



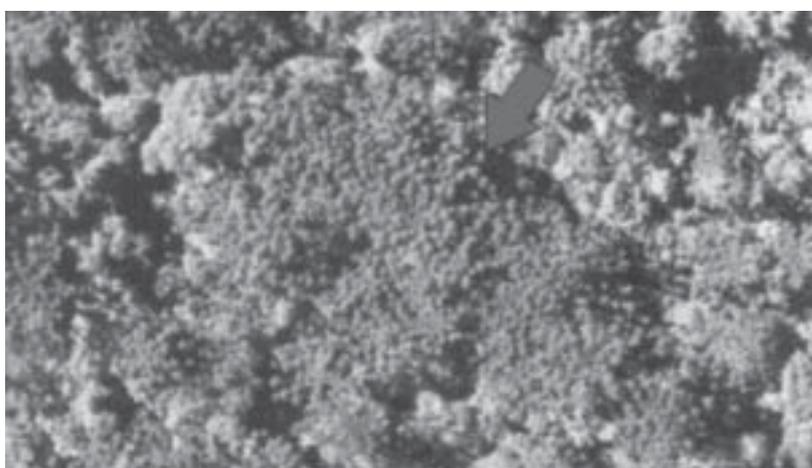
A figura 7 evidencia várias copas de araucária entrelaçadas. O fotointérprete havia caracterizado simplesmente como um agrupamento de copas. Análise detalhada no monitor utilizando a ferramenta de ampliação da imagem permitiu induzir, pelas disposições dos galhos, a existência de três copas agrupadas.

Figura 7. Três copas de araucária entrelaçadas



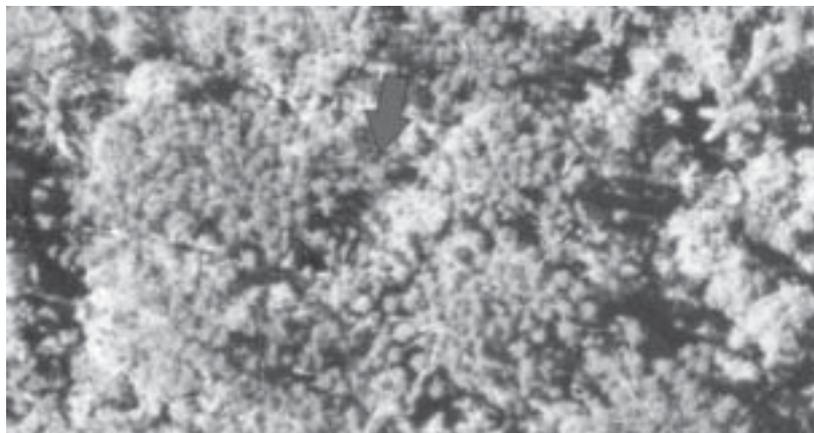
A figura 8 ilustra a situação de um agrupamento denso de copas de araucária em que é praticamente impossível delinear individualmente as diversas copas. Nas vizinhanças desse agrupamento aparecem outras copas de araucária isoladas e facilmente de serem caracterizadas visualmente.

Figura 8. Agrupamento de copas de araucária indistinguíveis



A figura 9 ilustra uma situação um pouco mais simples que a da figura anterior. Neste caso, um agrupamento de copas apresenta relativa dificuldade de caracterização individual de cada copa do conjunto.

Figura 9. Agrupamento de copas de araucária com relativa dificuldade de caracterização individual de copas



O conhecimento dessas situações de ocorrência das copas de araucária é fator importante mesmo para o fotointérprete experiente e viabiliza uma interpretação mais consistente ao longo de todas as fotografias aéreas. Tais considerações dificilmente são reportadas em estudos fotointerpretativos nacionais, visto que a principal dificuldade é a disponibilidade de fotografias aéreas em escala muito grande.

Além do enfoque meramente acadêmico do trabalho, mas como consequência direta da fotointerpretação detalhada, os exemplares de araucária mostrados nas figuras 4 e 5, poderiam servir para estudos/pesquisas silviculturais (entre outros, genéticos e de porta sementes), igualmente, o arranjo espacial das copas de araucária poderiam servir de base para inúmeros estudos silviculturais, fitossociológicos, de exploração e colheita florestal e outros.

Explicações sobre os fatores que causam tais situações de ocorrência fogem ao alcance do presente trabalho, mas podem-se mencionar, entre outras: a idade das árvores, as condições naturais de crescimento da espécie considerada e da floresta, os fatores genéticos e o sítio do local considerado.

Considerações finais

Com base nas considerações acima quanto à análise visual das fotografias aéreas e respectivas imagens digitais, podem-se tecer as seguintes considerações:

a) a riqueza de detalhes dos estratos superiores da floresta, observados nas fotografias aéreas 1:1.000, permitiu a caracterização individual e de agrupamentos de copas de araucária, cuja informação viabiliza inúmeros pesquisas/estudos específicos de diversas áreas do conhecimento florestal;

b) a observação conjunta do par estereoscópico e da imagem no monitor de computador possibilitou um refinamento das diversas situações de ocorrência selecionadas e a escolha final dos exemplos de cada uma, assim como a eliminação de alguns erros interpretativos;

c) quanto à copa individual, foi mostrado exemplo de diferentes tamanhos, parcialmente encoberta, ocupando a posição pré-dominante na floresta e com tufo de tonalidades diferentes;

d) quanto ao agrupamento de copas, evidenciaram-se situações de impossibilidade ou de relativa dificuldade de caracterizar as copas individuais dentro do agrupamento e de agrupamento de duas copas que podem ser interpretada erroneamente como sendo apenas uma copa;

e) o conhecimento das diversas situações de ocorrência das copas de araucária nos estratos superiores da floresta viabiliza uma interpretação mais consistente ao longo do mapeamento.

Agradecimentos

A presente pesquisa foi efetuada no contexto do projeto de nº 46.1909/00-6, Biodiversidade e Sustentabilidade da Floresta Ombrófila Mista na Flona de Irati - PR, executado com recursos financeiros do CNPq. Nossos agradecimentos ao Comandante Bauer, empresa Aeroambiência, pelo trabalho de aerolevanteamento realizado na Flona de Irati.

Referências

DISPERATI, A.A.; SKALSKI JR, J. Contagem de copas de pinheiro do Paraná em fotografias aéreas verticais (convencionais e 35 mm coloridas): caso de estudo do Capão da Imbuia-Curitiba-PR. *FLORESTA*, v. 19, n. 1/2, p. 4-14, 1989. Com o mesmo título em: *Anais do 6º Congresso Florestal Brasileiro: Florestas e Meio Ambiente: Conservação e Produção, Patrimônio Social*. Campos de Jordão, SP, 22 a 27 de setembro de 1990, p. 91-99.

DISPERATI, J. *Identificazione e delimitazione di chiome di specie forestali attraverso foto aeree a grande scala nella foresta ombrofila mista del Paraná (Brasile)*. Parma: Università degli studi di Parma, Itália. Corso di Laurea in Scienze Naturali. Monografia anno accademico 2001-2002. 64 p., 2002.

DISPERATI, A. A., et al. Delineação visual de copas de árvores em fotografias aéreas de alta resolução de uma área com vegetação natural de Araucária: resultados parciais. IN: *V Seminário de Atualização em Sensoriamento Remoto e Sistemas de Informações Geográficas Aplicados à Engenharia Florestal*. Curitiba, Editado por Attilio Antonio Disperati e João Roberto dos Santos, 2002. p. 241- 242.

DISPERATI, A.A. et al. Aplicação da técnica do “local máxima filtering” em fotografia aérea digital abrangendo reflorestamento de *Pinus elliottii*. *Revista Árvore* (no prelo). 2006.

DISPERATI, A. A.; OLIVEIRA FILHO, P. C. Delineamento de copas de árvores em fotografias aéreas de alta resolução através de suas sombras periféricas; Estudo de caso na Floresta Ombrófila Mista. *Revista Árvore*, v. 29, n. 2, p. 195-202, 2005.

HOWARD, J.A. Airborne remote sensing application. In: *Remote sensing of forest resources*. Chapman & Hall, 1991. Chapter 15. p. 264-295.

LUND, H.G. (autor/editor). Forestry. In: *Manual of photographic interpretation*. American Society for Photogrammetry and Remote Sensing, 1997, Chapter 11, p. 399-441.

OLIVEIRA FILHO, P. C. et al. 2005. Um sistema de informações geográficas como suporte a um experimento na Flona de Irati-PR. In: *Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*, 12, 2005. Goiania, INPE, 2005. p.1637-1639.

SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE – SEMA; DEUTSCHE GESELLSCHAFT FÜR TECHNISCHE ZUSAMMENARBEIT – GTZ. *Lista vermelha de plantas ameaçadas de extinção no Estado do Paraná*. 139 p., 1995.