

CONTAGEM DE COPAS DE PINHEIRO DO PARANÁ EM FOTOGRAFIAS AÉREAS VERTICAIS 35 MM

Attilio Antonio Disperati

Júlio Skalski Junior

Universidade Federal do Paraná
Departamento de Silvicultura e Manejo
Caixa Postal 2959, 80001 - Curitiba, PR, Brasil

RESUMO

O presente trabalho trata da contagem de copas de Pinheiro do Paraná, nas fotografias aéreas verticais 35 mm, coloridas, em escala 1:2.033, que recobrem uma floresta natural de 3,8 hectares, conhecida como Capão da Imbuia e situada no perímetro urbano de Curitiba. A fotointerpretação que consistiu principalmente na delimitação de copas de Pinheiro do Paraná, foi efetuada por 3 intérpretes com diferentes níveis de conhecimento no assunto. Através de trabalho de campo elaborou-se um mapa mostrando a posição espacial dos 194 Pinheiros existentes no local, dos quais 145 poderiam ser delimitados nas fotos aéreas. Os intérpretes testados não delimitaram as mesmas copas de Pinheiro; as diferenças se referem ao número de copas e ao grau de generalização nas áreas densas de copas. Dois intérpretes obtiveram o melhor resultado de 68,3% de exatidão. Baseado no grau de generalização do intérprete, obteve-se um fator multiplicativo de 1,7 a 2,4 para converter o número de copas delimitadas nas fotos aéreas em número de Pinheiros mapeados no local.

ABSTRACT

This paper deals with the crown counts of Parana Pine trees as observed on 35 mm aerial vertical color photos, in scale 1:2.033, of a forest area known as "Capão da Imbuia" located in urban area of Curitiba city. The photointerpretation consisted mainly of crown delineation and was carried out by 3 interpreters with different technical knowledge in the subject. According with the data collected in the field work, a map was prepared showing the spatial position of 194 Parana Pine of the place, from which 145 could be delineated from the photos. The interpreters did not delineated all the same Parana Pine crowns; the differences are related with the number of crowns and the degree of generalization in the dense crown areas. The best results acquired by two interpreters was 68,3%. The results also provided a factor between 1,7 and 2,4, that can be used to convert the number of counted crowns in gross number of Parana Pine.

1. INTRODUÇÃO

O presente trabalho faz parte de uma das linhas de pesquisa em Fotointerpretação e Sensoriamento Remoto aplicado para fins florestais, desenvolvida no Departamento de Silvicultura e Manejo do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná, com o objetivo de verificar a potencialidade de fotografias aéreas verticais 35 mm para o estudo detalhado de pequenas áreas de vegetação. Até o momento, duas pesquisas já foram concluídas utilizando exclusivamente fotos 35 mm. A primeira versou sobre o mapeamento dos povoamentos florestais de bracatinga (*Mimosa scabrella* Benth) em diferentes idades (Disperati et alli, 1986). A segunda pesquisa se refere ao presente trabalho e se relaciona

com a contagem de copas de Pinheiro do Paraná (*Araucaria angustifolia* (Bert.) O.Ktze). Tanto o Pinheiro como a bracatinga são espécies florestais nativas e de importância econômica e social no Estado do Paraná.

Apesar de existirem pesquisas avaliando a potencialidade de fotos aéreas para a determinação do volume de Pinheiros individuais (Oliveira (1980), Fontes (1983)), inexistem trabalhos procurando verificar a exatidão com que se pode determinar o número de Pinheiros, existentes em uma floresta, através da contagem de suas copas nas fotos aéreas. Ressalta-se que o conhecimento do número de árvores, ou mesmo só de uma determinada espécie existentes em uma floresta, é questão fundamental para qualquer ativi-

dade de manejo e silvicultura que se deseja efetuar na área; tradicionalmente a sua determinação é feita através de trabalho em campo.

Face às considerações acima elaborou-se a presente pesquisa com os objetivos de: avaliar o uso de fotografias aéreas verticais 35mm coloridas para a contagem de copas de Pinheiro do Paraná e comparar os resultados da fotointerpretação obtida por 3 fotointerpretes.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. ÁREA DE ESTUDOS

O "Capão da Imbuia", um típico bosque de nascente, está situado no bairro ao qual deu o nome e a dez quilômetros do marco zero de Curitiba. A área está sob a jurisdição da Prefeitura Municipal de Curitiba e sendo preservada a fim de se constituir em um pedaço da floresta natural outrora existente (Hertel, 1967). A topografia do local é plana e a vegetação ocupa quase toda a sua superfície de 3,8 hectares.

A vegetação é classificada como Floresta Umbrófila mista de Araucaria, caracterizada pela presença de coníferas e folhosas. O local, sob o ponto de vista fitogeográfico, apresenta o aspecto interessante de ser uma formação característica de Araucaria em meio aos "campos" de Curitiba.

A floresta no local pode ser caracterizada por três diferentes estratos: o primeiro estrato é o de copas dominantes e ocupado principalmente pelos Pinheiros. O segundo estrato, codominante e intermediano, é ocupado também por Pinheiros juntamente com imbuias, canelas preta e guaiacá, e caroba. O último estrato, dominado pelos demais é formado principalmente pelas mirtáceas, tendo como exemplares característicos a pitanga e a guabiroba. Pelo porte dos Pinheiros e imbuias existentes estima-se a idade da Floresta como sendo superior a 200 anos (Roderjan 1988).

A espécie florestal mais alta no local é um Pinheiro com 30,0 metros de altura, diâmetro à altura do peito (DAP) de 3,3 metros e com diâmetro médio da copa de 18,8 metros. Alguns exemplares de imbuia e canela atingem DAP maiores do que 2,0 metros.

Atualmente, verifica-se a regeneração de espécies florestais, principalmente a do Pinheiro. O sub-bosque não é fechado, facilitando assim o acesso de pessoas a qualquer árvore do local.

2.2 FOTOGRAFIAS AÉREAS 35 MM

As fotografias aéreas 35 mm foram tomadas às 15:45 horas do dia 3 de outubro de 1985, com uma máquina fotográfica

Canon F1, com lente de distância focal 50 mm, instalada na porta de uma aeronave monomotor asa alta. A altura de voo foi aproximadamente de 400m resultando a escala de 1:8.000 no negativo do filme colorido convencional de 100 ASA de sensibilidade. Foram feitas cópias ampliadas para a dimensão de 10 cm por 15 cm resultando fotografias na escala 1:2.033.

O Capão da Imbuia foi recoberto por uma linha de voo contendo 6 fotografias aéreas com recobrimento longitudinal de 80%.

2.3. FOTOINTERPRETAÇÃO

A interpretação das fotos aéreas 35 mm foi feita independentemente por três pessoas (intérpretes) que possuíam diferentes níveis de conhecimento de Fotointerpretação Florestal.

O primeiro intérprete (A) possuía experiência teórica e prática do assunto; o segundo intérprete (B) estava envolvido com o assunto há apenas um ano, enquanto que o terceiro intérprete (C) desconhecia em prática o assunto mas demonstrava interesse no aprendizado de Fotointerpretação e foi treinado exclusivamente para participar do presente trabalho.

A cada intérprete foi solicitado, através da observação estereoscópica das fotos, delimitar os seguintes itens: o perímetro do Capão da Imbuia; as construções, caminhos e lago existentes no local; o perímetro individual das copas de Pinheiro visíveis nas fotos; as áreas de denso agrupamento de copas, nas quais não fosse possível a caracterização individual das copas. Todos os intérpretes utilizaram as mesmas fotos e idêntico estereoscópio de espelhos, equipado com binocular de 3 vezes de aumento.

As interpretações foram realizadas com caneta para desenho de 0,2 mm de espessura em filme transparente para projeção colocados sobre as fotos aéreas.

O tempo de interpretação das fotos foi anotado para cada intérprete, com a ressalva de que não haveria limite de tempo e que somente terminasse a interpretação após a convicção pessoal de estar satisfeito com o trabalho realizado.

2.4. TRABALHO DE CAMPO

O trabalho de campo foi realizado para obter dados a fim de representar, em um mapa, a posição espacial dos Pinheiros existentes no Capão da Imbuia que apresentassem altura superior a 7 metros. No mapa representou-se, também, a posição das construções, caminhos e lago existentes no local.

Cada Pinheiro, no terreno, recebeu um número de identificação que foi anotado na respectiva árvore, em uma plaqueta já existente. Para a determinação espacial das árvores utilizaram-se diversas

cordas contendo a marcação de cada metro. O local foi subdividido em parcelas iniciais de 50 metros por 50 metros, a fim de facilitar a obtenção das coordenadas referentes a posição de cada Pinheiro.

Após a conclusão do primeiro mapa, novo trabalho de campo foi efetuado a fim de nele representar, esquematicamente, a copa de cada Pinheiro, em função de sua posição no estrato superior (dominante, codominante e intermediário) ou dominado da floresta. Indicou-se os Pinheiros sem copa e com copa reduzida, os quais não poderiam ser delineados nas fotos aéreas. Complementarmente determinou-se também a posição espacial das espécies nativas de grande porte (em diâmetro e em altura) existentes no local.

2.5. PROCESSAMENTO DOS DADOS

As fotointerpretações foram analisadas qualitativa e quantitativamente. Na análise qualitativa efetuou-se a comparação visual entre as diferentes interpretações.

Na primeira parte da análise quantitativa verificou-se quantas e quais copas delineadas, por intérprete, representava realmente um exemplar de Pinheiro. Isso foi possível pela comparação das interpretações com o mapa resultante do trabalho de campo que continha a representação de cada copa de Pinheiro mapeado na área de estudos. Essa comparação foi feita para cada um dos cinco blocos em que foi dividido o Capão da Imbuia. Os limites dos blocos I, II e IV foram os caminhos existentes enquanto que a divisão entre os blocos III e V foi arbitrariamente estabelecida.

A segunda parte da análise quantitativa foi a determinação da área ocupada pelas copas delineadas nas fotografias aéreas, em cada uma das interpretações. Isso foi feito com uma rede de pontos com densidade de 16 pontos por centímetro quadrado, sendo que cada ponto da rede colocado sobre a fotointerpretação, em escala 1:2.033, equivalia a 25,83 m². Foi então calculado a área total das copas de Pinheiro, individualmente delineadas, bem como em agrupamento.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Já é fato sobejamente conhecido que o Pinheiro do Paraná, em sua fase adulta, apresenta a copa em forma circular ocupando os estratos dominantes da floresta. E por estes motivos sua identificação e caracterização é relativamente fácil nas fotos aéreas.

O trabalho de campo realizado na área de estudos resultou em um mapa (figura 1) na escala de 1:500, no qual foram anotados a posição espacial de 194

(cento e noventa e quatro Pinheiros). Desse total, quarenta e dois foram considerados como árvores dominadas e sete não apresentavam copa, resultando assim um número de cento e quarenta e cinco Pinheiros possíveis de serem delineados nas fotos aéreas.

Uma das contribuições da utilização da técnica de 35 mm para fotos aéreas é a possibilidade de se obter fotos coloridas em escala grande, pois com a necessidade de ampliação do negativo, comumente se aumenta em 3 a 5 vezes a escala original do negativo. No presente trabalho as fotos ampliadas estavam em escala 1:2.033, que pode ser considerada escala grande e não muito usual nos estudos de fotointerpretação florestal que ocorrem no Estado do Paraná, já que tradicionalmente as fotografias aéreas utilizadas apresentam escalas variando de 1:8.000 a 1:25.000.

As interpretações efetuadas no presente trabalho são mostradas nas figuras 2, 3 e 4. Como se pode observar, elas não são exatamente iguais, mas cuidadosa análise visual comparativa evidencia certa igualdade de tendências nas interpretações, apesar dos intérpretes B e C terem melhor detalhado a fotointerpretação.

Uma análise comparativa entre as 3 interpretações revela que nem todas as copas de Pinheiro foram delineadas igualmente em tamanho e em formato. De maneira geral, os intérpretes A e B caracterizaram quase que igualmente o tamanho das copas, enquanto que para o intérprete B quase todas as copas possuíam formato circular o que já não ocorreu com os intérpretes A e C. Apesar dessas diferenças verificadas não serem importantes no contexto do presente trabalho, elas devem ser levadas em consideração em estudos de determinação do diâmetro da copa por fotos aéreas.

A análise quantitativa dos valores expressos na tabela 1, confirma a evidência da análise qualitativa de que o intérprete A efetuou a fotointerpretação com um maior grau de generalização, o que acarretou em um menor número de copas de Pinheiro delineadas e, conseqüentemente, uma maior superfície delimitada de agrupamento de copas.

Das oitenta e duas copas delineadas pelo intérprete A, setenta e três estavam corretas e representando apenas um exemplar de Pinheiro.

Os intérpretes B e C, apesar de possuírem menos experiência em fotointerpretação, evidenciaram um maior número de copas do que o intérprete A e obtiveram valores quase que idênticos em número de copas (109 e 105, respectivamente) e o mesmo número de copas corretamente delineadas.

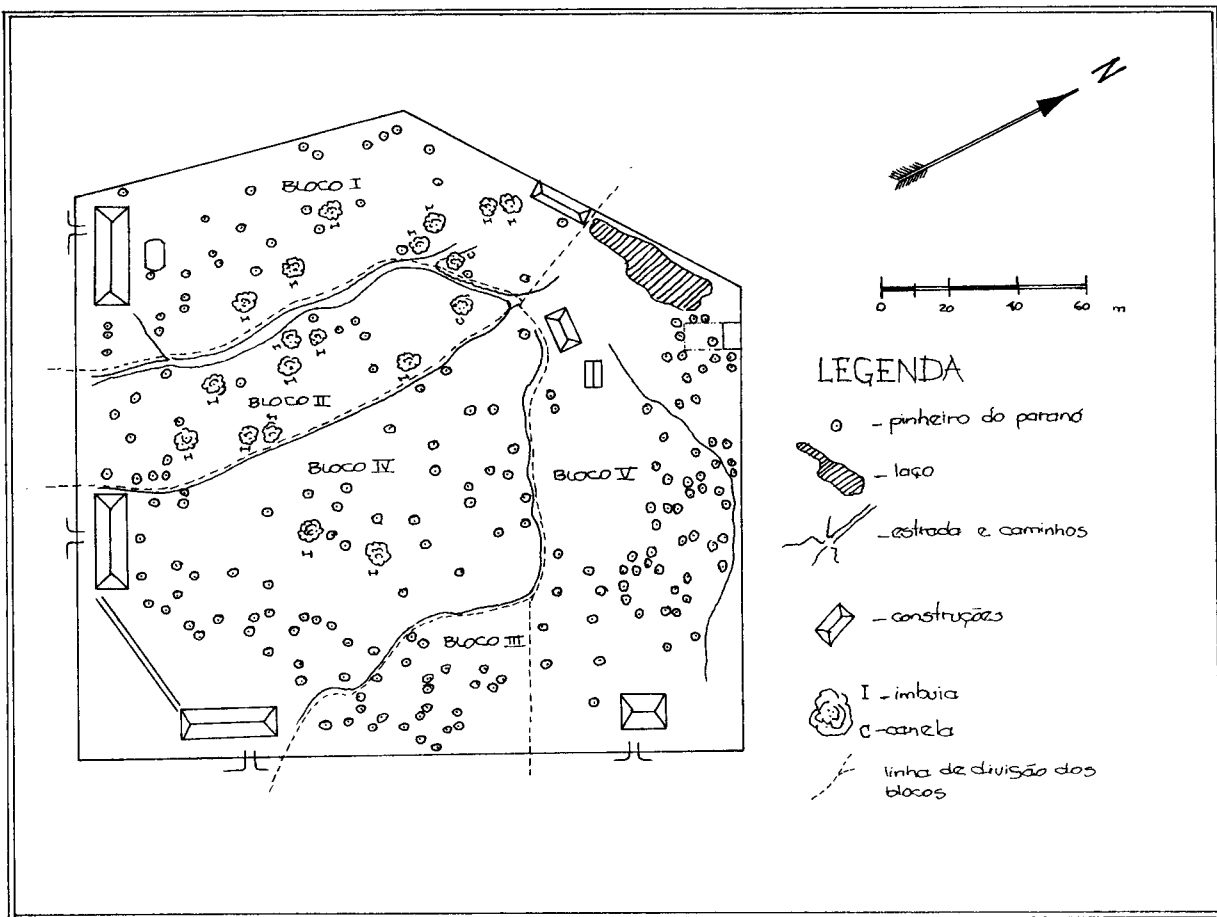


FIG. 1: Posição espacial de Pinheiros do Paranã no Capão da Imbuia.



FIG. 2: Posição de copas de Pinheiro do Paranã conforme intérprete A

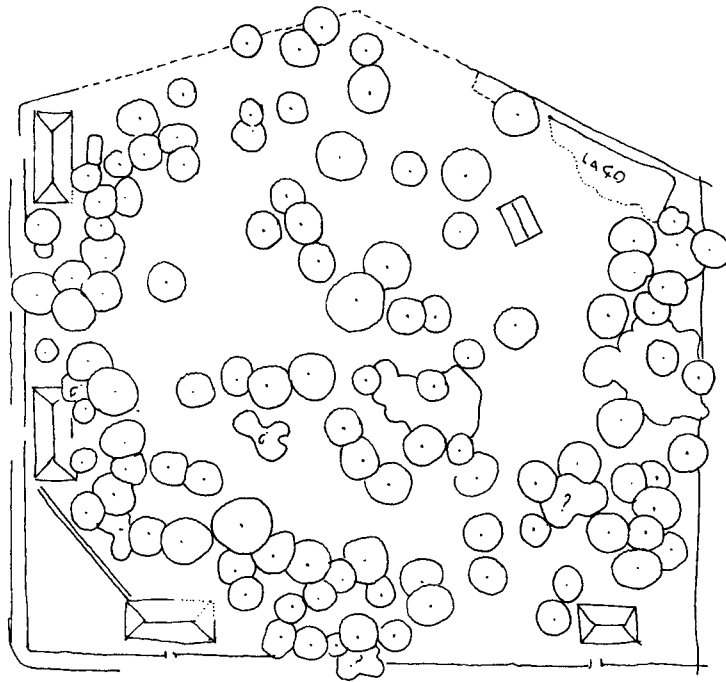


FIG. 3: Posição de copas de Pinheiro do Paraná conforme intérprete B

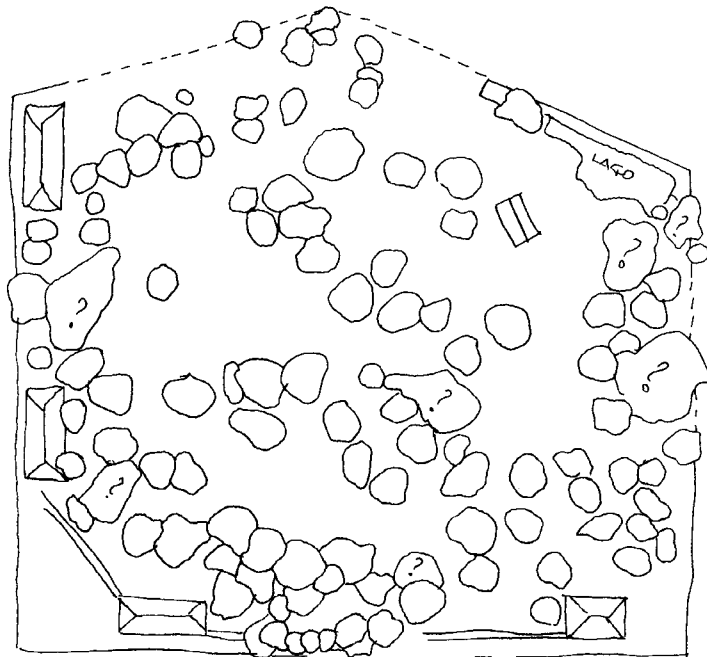
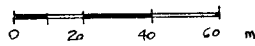


FIG. 4: Posição de copas de Pinheiro do Paraná conforme intérprete C

TABELA 1. Número de copas e porcentagem da área de copas de Pinheiro delineadas por fotointérprete.

INTÉRPRETE	NÚMERO DE COPAS		% DE ÁREA DE COPAS		
	DELINEADAS	CORRETAS	INDIVIDUAL	AGRUPAMENTO	TOTAL
A	82	73	34,3	16,2	50,5
B	109	99	36,0	7,3	43,3
C	105	99	35,1	6,5	42,3

Se considerarmos o número de copas delineadas em relação ao número total de Pinheiros existentes (que é de 194), o intérprete A mapeou apenas 42,2% do total; o valor passa a 56,5% em se tratando dos 145 Pinheiros possíveis de serem caracterizados nas fotos aéreas. Considerando-se apenas a segunda possibilidade, para os intérpretes B e C os valores de exatidão do mapeamento de Pinheiro são de 75,2% e 72,4%, respectivamente.

A tabela 1 reporta que para o intérprete A, 50,5% de toda a vegetação do Capão da Imbuia, como vista através das fotografias aéreas, se referem exclusivamente às copas de Pinheiro, tanto na forma individual como de agrupamento. Ressalta-se que por meio de fotografias aéreas é possível somente mapear e analisar as árvores que ocupam os estratos dominantes e superiores da floresta.

A diferença de porcentagem de área de copas de Pinheiro delimitadas pelo intérprete A em relação ao intérprete C (que obteve valores idênticos ao do intérprete B) foi de + 8,2%, devido ao maior grau de generalização na fotointerpretação.

As diferenças de porcentagem de área total das copas individuais de Pinheiro, obtidas pelos 3 intérpretes, foram pequenas, apesar do número de 27 e 23 copas a mais delineadas pelos intérpretes B e C, respectivamente, em relação ao intérprete A.

Como se verifica pela tabela 1, os resultados obtidos pelos intérpretes B e C são quase que idênticos, porém superiores aos obtidos pelo intérprete A, que possui mais experiência no assunto. A explicação é fácil e se relaciona com o tempo gasto para efetuar a fotointerpretação. O intérprete A gastou 35 minutos, o que foi metade do tempo dos 70 e 75 minutos necessários para os dois outros intérpretes, respectivamente.

Caso o intérprete A efetuasse mais vagarosamente a interpretação, os resultados poderiam ser bastante semelhantes

aos outros.

Nem todas as copas delineadas representaram um exemplar de Pinheiro. Uma análise mais detalhada referente a isso foi efetuada nas 3 interpretações, porém os resultados são apresentados apenas para o intérprete B (ver tabela 2) por ter delineado um maior número de copas. Para essa análise o local de estudos foi dividido em 5 blocos.

A tabela 2 reporta que o intérprete B delineou as copas com maior exatidão (88,5%) no bloco I do que nos blocos restantes. Apesar de 31 Pinheiros existentes no bloco I, somente 24 copas foram delineadas nas fotos aéreas, face que 5 Pinheiros estavam dominados dentro da estrutura vertical da floresta, como verificado no trabalho de campo. Assim, 23 copas correspondiam exatamente a um exemplar da espécie, apenas uma copa delineada representava 2 Pinheiros no terreno, e um Pinheiro não foi mapeado apesar dos outros dois intérpretes terem caracterizado parte de sua copa por estar parcialmente dominada por outras. Nos blocos seguintes, por mera coincidência numérica, os valores de exatidão de interpretação correta de copas foram sucessivamente menores.

No bloco V o intérprete B obteve o menor valor de exatidão (54,8%) em se tratando dos 42 possíveis Pinheiros de serem observados nas fotografias aéreas. Ressalta-se que, além desses, existiam outros 22 dominados e dois sem copa. Esse baixo valor de exatidão é facilmente explicado pela excessiva concentração de Pinheiros em algumas partes do bloco, como se verifica na figura 1.

Pela tabela 2 também se verifica que nos blocos IV e V ocorreram as maiores dificuldades de interpretação, devido a ocorrência de alguns agrupamentos de Pinheiros e com parte de suas copas interligadas.

Para o intérprete A, a média da exatidão da contagem de copas de Pinheiro do Paranã foi de 50,3% enquanto que para os outros dois intérpretes a média foi igual e de 68,3%.

TABELA 2. Análise comparativa do número de Pinheiros existentes com o número de copas delineadas pelo intérprete B em cada bloco do Capão da Imbuia.

BLOCO Nº de Pinheiros	BLOCO					TOTAL
	I	II	III	IV	V	
Total	31	16	25	56	66	194
Possíveis de serem delineados	26	15	16	46	42	145
Copas corretas	23	11	11	31	23	99
2 copas	2	-	2	3x2	3x2	16
3 copas	-	-	3	3	2x3	12
4 copas	-	4	-	-	-	4
5 copas	-	-	-	-	-	-
6 copas	-	-	-	6	-	6
7 copas	-	-	-	-	7	7
% de exatidão (em relação a 145 copas)	88,5	73,3	68,8	67,4	54,8	68,3

Spurr (1960) comenta que os valores resultantes da contagem de copas em fotografias aéreas são universalmente baixos e que a exatidão depende também da espécie analisada. Em complemento a isso, Thorley (1975) reporta que a contagem de copas depende da escala fotográfica, resolução, densidade e homogeneidade do talhão. Os aspectos de escala e resolução são poderosos para serem analisados em pesquisa comparativa envolvendo fotografias em diferentes escalas e fotografias obtidas com diferentes máquinas e filmes que conduzam realmente a produtos fotográficos com diferentes resoluções.

Se considerarmos apenas os estratos dominante e codominante do Capão da Imbuia, a floresta pode ser considerada homogênea e representativa da mata natural de Araucária. Isso se deve à predominância, nesses estratos, das copas de Pinheiros e que em algumas partes existe uma descontinuidade que são ocupadas por copas de imbuia e caneladas que tiveram seu desenvolvimento favorecido pela queda de Pinheiros mais velhos, devido principalmente ao vento,

como ainda ocorre nos dias atuais.

No presente trabalho não se verificou a relação direta de quanto menor a densidade de Pinheiros num bloco, mais exata a contagem de suas copas. Baseando-se no número possível de Pinheiros de serem contados nas fotos aéreas, é a seguinte a densidade de Pinheiros/ha para cada um dos blocos considerados: 36, 32, 60, 45 e 44. A contagem de copas foi mais exata nos dois blocos que apresentaram a menor densidade de Pinheiros/ha. Todavia, isso não pode ser generalizado pois no bloco V apesar de ter uma densidade média, em relação aos cinco blocos, a exatidão da contagem de copas foi a menor encontrada no trabalho. Também para o bloco III com densidade quase o dobro da verificada no bloco II, os resultados são quase que idênticos. Uma explicação para isso é a distância entre os Pinheiros. Como se verifica na figura 1, os Pinheiros estão mais dispersos e espalhados no bloco I do que nos demais blocos e por isso houve uma maior facilidade de delimitar as copas de Pinheiros.

A ocorrência de áreas densas de Pinheiro, em qualquer floresta natural, é peculiar da espécie e devido principalmente à dificuldade da sua semente cair ou ser lançada a grandes distâncias da árvore matriz, face ao seu elevado peso, tamanho grande e não ser do tipo semente alada.

É importante comentar, mais uma vez, que o enfoque utilizado no presente trabalho, foi a de delinear cada copa de Pinheiro e verificar se cada copa representava apenas um exemplar da espécie. Caso se efetuasse a contagem das copas independente da necessidade de se delinear suas copas, seriam os resultados mais exatos e promissores?

Para finalizar, admitindo-se uma densidade total de Pinheiros de 56 Pinheiros por hectare, como observado no Capão da Imbuia, pode-se utilizar dependendo do grau de generalização do intérprete, um fator multiplicativo de 1,7 a 2,4 para se obter o número de Pinheiros em uma área florestal baseado no valor da contagem de copas delimitadas nas fotografias aéreas em escala 1:2.033.

4. CONCLUSÕES

As principais conclusões do presente trabalho são:

- 1) os três intérpretes testados não delimitaram as mesmas copas de Pinheiros nas fotos aéreas; as diferenças referem-se ao número de copas e ao grau de generalização nas áreas densas de copas;
- 2) nem todas as copas individuais de Pinheiro delimitadas nas fotos aéreas corresponderam exatamente a um Pinheiro; diversas copas evidenciaram dois, três ou mais Pinheiros;
- 3) verificou-se a tendência entre os intérpretes testados que quanto mais experiente no assunto, mais rápido e mais genérico é na sua fotointerpretação;
- 4) os intérpretes delimitaram corretamente de 50,3% a 68,3% de todos os 145 possíveis Pinheiros de serem caracterizados nas fotos aéreas, os quais correspondiam a 74% dos Pinheiros mapeados no local de estudos;
- 5) 42,3% a 50,5% da vegetação do Capão da Imbuia, como observada nas fotografias aéreas pelos intérpretes, é representada por copas de Pinheiro do Paraná;
- 6) Houve uma variação muito grande quanto à exatidão da contagem das copas de Pinheiro nos 5 blocos considerados;
- 7) Obteve-se um fator multiplicativo de

1,7 a 2,4 para transformar o número total de copas delimitadas nas fotografias aéreas no número de Pinheiros mapeados no trabalho de campo. Esse fator depende do grau de generalização do fotointérprete;

- 8) Desde que treinadas, pode-se utilizar pessoas (intérpretes) com pouco conhecimento de fotointerpretação florestal para delimitar copas de Pinheiro e efetuar sua contagem em fotos aéreas coloridas em escala 1:2.033.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- DISPERATI, A.A. et alli. Mapeamento dos povoamentos de Bracatinga (*Mimosa scabrella Benth*) em diferentes idades usando fotografias aéreas 35mm. Acta Forestalia Brasiliensis, 1: 65 - 74, 1986.
- FONTES, J.M. Estimativa volumétrica individual de *Araucaria angustifolia* (Bert) O. Ktze através de fotografias em grande escala. Tese de Mestrado, Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, UFPR, Curitiba, 74p, 1983.
- HERTEL, R.J.G. A vegetação do "Capão da Imbuia" - Introdução. Araucariana 1: 1 - 6, 1967.
- OLIVEIRA, Y.M.M. de. Correlações entre parâmetros dendrométricos em *Araucaria angustifolia*, utilizando fotografias aéreas. Tese de Mestrado, Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, UFPR, Curitiba, 133 p., 1980.
- RODERJAN, C.V. Comunicação pessoal. Curitiba, Curso de Engenharia Florestal, UFPR, 1988.
- SPURR, S.H. Photogrammetry and Photo-Interpretation. Second Edition, The Ronald Press Company, New York, 471p, 1960.
- THORLEY, G.A. (author-editor). Forest Lands: Inventory and Assessement. Manual of Remote Sensing, American Society of Photogrammetry, Chapter 17, 1353 - 1426, 1975.