

Comparação de Métodos para Estimar Áreas de Clareiras em Povoamento de Eucalipto.

Comparison of Methods to Estimate Areas of Open Treefall in Stands of Eucalyptum.

PINHEIRO, G.S. e TIMONI, J.L.

Instituto Florestal, Caixa Postal 1322, 01059-970, São Paulo, SP, Brasil.

RESUMO

O conhecimento da real dimensão de clareira na floresta é de fundamental importância para os estudos de sucessão vegetal e de desbaste bem como para a elaboração de programas de reflorestamento de enriquecimento em plantios adultos de *Eucalyptus* natural. Elaborou-se neste trabalho a comparação de cinco métodos alternativos com a medida verdadeira da área afetada que foi obtida por meio de aparelhos topográficos, recaindo a escolha sobre o método de segmentação da área em figuras geométricas triangulares.

Palavras-chave: clareiras, área de copa, comprimento e largura da copa

ABSTRACT

The knowledge of the true treefall's dimension in the forest is extremely important to the studies of vegetation succession and thinning as well to make programs of reforestation enhancement in *Eucalyptus* stand in its adult age.

This research was developed by comparing five alternatives methods with the true measure of the affected area, wich was obtained from the use of topographical equipments. It was chosen the method of segmentation of the area in triangular geometric figures.

Keywords: treefall, area of crown, width and length of crown.

INTRODUÇÃO

Diversos estudos de recuperação de ecossistemas, que vão do levantamento florístico à implantação de ações para se atingir o objetivo final, têm esbarrado na determinação da área de trabalho, ou seja a área de clareiras abertas na floresta, reconhecida como de fundamental importância no processo de sucessão ecológica. As clareiras de natureza estocástica constituem-se em uma fonte complexa como área para o estabelecimento de árvores florestais. Elas variam em tamanho e na frequência de ocorrência tanto no tempo quanto no espaço, estimulando a regeneração natural de muitas espécies intolerantes à sombra, muitas delas atualmente conhecidas como espécies típicas de clareiras (DENSLOW apud MATTHES & MARTINS, 1996).

Referindo-se ao Parque Estadual de Campos do Jordão, SEIBERT (1974) sugeriu, nos povoamentos de *Pinus* fazer um manejo econômico e com o tempo transformá-los em áreas mais próximas das naturais deixando com que elas se recuperem através do desenvolvimento de um subosque.

SPURR & BARNES (1982) afirmam que o manejo florestal apresenta uma ação similar à do vento, em que o corte das árvores comerciais tende a remover a massa arbórea e a liberar o subosque.

MATTHES & MARTINS (1996), revisando os principais estudos teóricos e práticos sobre sucessão ecológica, consideram que a sua ocorrência é natural toda vez que um novo ambiente é exposto: inicialmente cada vez mais espécies começam a se estabelecer substituindo umas às outras numa taxa muito alta, depois diminuindo gradativamente e por fim numa taxa muito baixa.

Muitas empresas florestais de nosso País, em busca da conservação da biodiversidade, começam a questionar como agir para aumentá-la, considerando a paisagem florestal já estabelecida representada por grandes monoculturas de pinheiros e eucaliptos (LEÃO, 2000).

Para atender a demanda das empresas associadas ao Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais, ligado à Universidade de São Paulo, foi criado em 1991 um programa denominado Manejo de Florestas Nacionais que vem desde aquela época procurando responder indagações diversas, entre as quais, como aumentar a diversidade de espécies em monoculturas.

Considerando a importância dos aspectos acima mencionados, delineou-se como meta do presente estudo definir o melhor método para avaliar a área aberta por copas com a derrubada de árvores de *Eucalyptus propinqua* Deane & Maiden, a idade de 21 anos.

Dessa forma, estudos de regeneração natural ou introdução de espécies após o manejo da floresta de *Eucalyptus* poderão ser efetuados com maior rigor a partir do prévio conhecimento das áreas de clareiras a serem disponibilizadas e esta é a contribuição que se pretende trazer aos planejadores ambientais.

REVISÃO DE LITERATURA

Classes de Tamanhos de Clareiras.

A abertura de clareiras na floresta é reconhecida como de fundamental importância no processo de sucessão ecológica e seu tamanho influencia as condições microclimáticas dentro delas. No centro, especialmente a luz, a temperatura e a umidade são funções da forma, orientação e tamanho das clareiras, sendo esses fatores que determinam a duração diária da insolação direta (COSTA & MANTOVANI, 1992).

HARTSHORN (1980) considera pequenas clareiras aquelas que possuem área aproximada de 400 m², enquanto que as grandes possuem área superior a 10.000 m².

BROKAW (1985a, 1985b) considera que, devido a dimensão da clareira estar relacionada à composição regeneradora, a distribuição e as dimensões revestem-se de interesse. A maioria das clareiras são pequenas, apesar de uma quantidade desproporcional da área total ser constituída de grandes clareiras, com áreas superiores a 150 m².

VIANA (1989) estudando clareiras em florestas tropicais, separou-as em duas classes de tamanho: pequenas, maiores que 20 m² e grandes, maiores que 180 m².

POMPÉIA (1998) ao estudar o efeito da poluição atmosférica na Mata do Caminho do Mar, em Cubatão, Estado de São Paulo, observou cerca de 25 clareiras, das quais quatro tinham área acima de 100 m², sendo consideradas como grandes clareiras.

Avaliação da Forma e das Dimensões de Clareiras e Copas.

GARCIA & PIEDADE (1987) consideram que, para pequenas áreas e relativamente planas pode ser usado o método do levantamento por irradiação ou método das coordenadas polares que consiste em escolher um ponto de situação dominante de onde se avistam todos os pontos que melhor definem as linhas de divisa ou de detalhes de interesse e a partir desse ponto medem-se dois lados e o ângulo por eles compreendido pois o método baseia-se na decomposição da área em triângulos. Os autores consideram que se trata de um método simples de precisão relativamente boa, mas que não permite

controle de erros que possam ocorrer.

Um outro método, também descrito por GARCIA & PIEDADE (1987), é o da intersecção ou das coordenadas bipolares que também pode ser usado para áreas mais ou menos planas. O método fundamenta-se na construção de um triângulo em que se conhecem um lado e seus dois ângulos adjacentes. A representação da posição do ponto topográfico é determinada pela intersecção das direções determinadas pelos dois ângulos formados. Também não apresenta a possibilidade de controle do erro e depende dos cuidados do operador.

Em plantas, pode-se usar o método gráfico que consiste em dividir a área total em figuras geométricas (triângulos, retângulos, trapézios), fazer o cálculo das áreas dessas figuras e posteriormente o cálculo da área total. É um processo que não confere grande precisão devido aos erros gráficos decorrentes da medição na própria planta e da escala do desenho, além de aproximações a que se recorre para transformar trechos curvos em segmentos de reta.

Quando se trata de dimensionar especificamente áreas de copa, no entanto, a literatura consultada é carente de informações e os poucos dados disponíveis não sinalizam para uma metodologia uniforme de avaliação: a maioria dos trabalhos sobre dinâmica de clareiras tem mostrado dificuldades na determinação de áreas, já que os trabalhos realizados muitas vezes causam sub ou superestimação da área, além de serem de difícil operacionalização no campo (MARTINS, 1999).

Devido a essas dificuldades muitos autores buscam quantificar a área da copa através de medidas de projeções horizontais tais como COLE & LORIMER (1994), ST. CLAIR (1994), O'CONNELL & KELTY (1994) e bem recentemente CROOKSTON & STAGE (1999).

Outra metodologia encontrada para calcular áreas de copas é baseada em considerá-las como figuras geométricas, principalmente elipse, tal como pode-se deduzir dos trabalhos de RUNKLE (1985), BARTON et al. (1989), DAVIDE et al. (1994), BOTELHO et al. (1996), FARIA et al. (1997) e ESHETE et STHAL (1998).

Além da avaliação de clareiras usando a forma elíptica, existem outras formas de dimensioná-las.

OLIVEIRA (1980) calculou, por projeção no solo, a área de copa de pinheiro brasileiro em vegetação de mata pluvial subtropical por meio de dois processos: o primeiro foi pelo método dos triângulos, no qual as áreas parciais eram formadas pelos raios (ou galhos) medidos. O segundo método foi o diâmetro médio, no qual considerou-se a área da copa circunferencial com diâmetro igual à média dos diâmetros medidos. Na comparação dos dois modelos, as áreas da copa medidas pelo primeiro processo apresentavam-se menores em relação ao segundo Método na ordem de 11%.

CORDERO & MONTTOYA (1992) sugerem a tomada do fuste central da árvore cortada como uma linha e, ao longo da mesma a cada dois metros se mede uma linha perpendicular de modo a cobrir a área severamente afetada com um acréscimo de cinco metros além de seus limites.

Para calcular a área de clareiras em um hectare da mata mesófila na Reserva do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga, em São Paulo, COSTA & MANTOVANI (1992) partiram do ponto central de cada clareira e com auxílio de uma trena metálica mediram pelo menos quatro distâncias até a borda. A partir dessas distâncias formando coordenadas, era desenhada a forma das clareiras a fim de serem calculadas as suas áreas.

TUCKER et al. (1993) estudando a área foliar contida na copa de *Acer Saccharium* Mash, concluíram que o volume da copa é o parâmetro que melhor estima-a, com $r^2=0.99$, fazendo-o ligeiramente melhor que o diâmetro à altura do peito ($r^2=0.873$). Nesse trabalho, os autores assumiram o formato da copa como sendo piramidal. O modelo de equação utilizado foi: $\log Y = A + B \log X$.

FERNANDEZ et al. (1993) testaram catorze modelos de equações para estimar a área da copa (AC) de *Nothofagus pumilio* em função diâmetro à altura do peito (D). Os autores mediram o diâmetro da copa em dois sentidos com fita métrica e a partir dessas medidas calcularam a área da copa. O modelo que melhor se ajustou foi:

$$AC = a D, \text{ com ponderação } 1/D^2 .$$

O'BRIEN et al. (1995), estudando oito espécies arbóreas dicotiledôneas comuns no Panamá, definiram a forma da copa, tomando-se a distância horizontal compreendida do tronco até a extremidade da projeção vertical da copa em oito direções de 45°, iniciando pelo Norte. A área da copa foi considerada como sendo a sua projeção num plano horizontal, embaixo da árvore, que foi calculada como um círculo de raio igual à média dos oito raios.

GREEN (1996) ao estudar o tamanho de clareiras em florestas tropicais no Oceano Índico, concluiu que o cálculo da área, utilizando-se de oito coordenadas (NE, E, SE...) conforme proposto por BROKAW (1985a), subestima áreas correspondentes quando calculadas com 16 coordenadas (NNE, ENE, ESSE, SSE...). O autor partiu da premissa que aumentando o número de coordenadas teríamos uma melhor definição da área de clareiras, permitindo uma medida mais precisa da área.

Avaliando o efeito de transmissão de energia solar sob povoamentos de coníferas, ROUJEAN (1999) considera a arquitetura das árvores como sendo um contorno cônico, assentado sobre um tronco fino.

Para MARTINS (1999), a utilização de fotografias hemisféricas para

determinação de área de clareira tem se mostrado um método prático e eficiente que possibilita ainda a determinação da abertura do dossel nas clareiras, um melhor indicador das condições de luz e microclima que a própria área da clareira.

Vem tomando corpo na ciência florestal a chamada geometria fractal, visando dimensionar a estrutura da copa. Por esse método, conhecido por método de duas superfícies, calcula-se a regressão fractal entre a área foliar e a área completa da copa (ZEIDE & GRESHAM,1991).

MATERIAL E MÉTODOS

Caracterização dendrométrica da área de estudo.

O estudo desenvolveu-se num povoamento de *Eucalyptus propinqua* Deane & Maiden a idade de 21 anos com área de 14,01 há, situado ao sul do Horto Florestal "Edmundo Navarro de Andrade", em Rio Claro, Estado de São Paulo. Esse Horto, administrado pelo governo do Estado, apresenta coordenadas geográficas de 22° 26' 02" de latitude Sul e 47° 31' 06" de longitude oeste.

Primeiramente foi feito um levantamento dendrométrico da área experimental com o objetivo de caracterizar o povoamento no que diz respeito à densidade de plantas por hectare e da distribuição diamétrica das árvores existentes no talhão. Para tanto foram instalados aleatoriamente cinco pontos de amostragem, utilizando-se o Método de Prodan ou Método das Seis Árvores (PELLICO NETTO & BRENA, 1997).

Adicionalmente a este trabalho coletaram-se dados diamétricos em vinte pontos amostrais, contendo dez árvores em cada, distribuídos aleatoriamente, que permitiram conhecer a amplitude e classificar as árvores por classes diamétricas, base para seleção de árvores-amostra. Em seguida, partiu-se para a derrubada de árvores, tomando-se por base o seu diâmetro.

Na escolha de árvores-amostra, foram excluídas árvores bifurcadas, com copas danificadas ou portadoras de quaisquer anomalias.

Após a queda da árvore, foram fincadas estacas tangenciando o tronco, marcando os pontos extremos da copa. A demarcação dos limites exigia muita percepção visual, a fim de que as clareiras formadas tivessem suas medidas anotadas com a máxima fidelidade possível. Em vista disso, a demarcação do perímetro da copa era efetuada sempre por dois homens, um dos quais obrigatoriamente situava-se num ponto de plena visão da área afetada, dentro ou fora dos limites da copa.

Foram anotados os seguintes dados: altura total (Ht), altura ou comprimento da copa (Hc) e largura da copa (Lc). É importante ressaltar que esta última medida nem sempre era tomada numa única linha horizontal perpendicular ao eixo principal do tronco, e sim em pontos de maior distância à esquerda e à direita do eixo, os quais, somados davam o valor dessa variável. Em seguida, com auxílio de facões ou motoserras, eram cortados os galhos contidos na copa. Essa operação facilitava o trânsito de pessoas encarregadas da demarcação do perímetro da copa, através da fixação de estacas de madeira e barbante.

Medição das clareiras.

Método de Irradiação (A1)

O levantamento das áreas de clareiras pelo método da irradiação iniciava-se estacionando um teodolito (modelo Pentax TH 20 A) num ponto qualquer que permitisse a completa visualização do perímetro previamente demarcado da clareira. Os valores de medições daí obtidos, doravante simbolizados por A1, foram considerados como medidas padrões e serviram para comparação com os demais métodos de aferição simples e expeditos.

Método de oito triângulos (A2)

O segundo método utilizado foi o de oito triângulos que têm em comum um ângulo de 45°. Para tanto, utilizava-se um disco circular de madeira, dividido em oito partes iguais, afixado na parte superior de uma estaca de aço que era fincada no ponto central do comprimento da copa. A partir desse ponto, com auxílio de uma trena, mediam-se os valores de distância até a linha demarcatória do perímetro da clareira. O terceiro lado do triângulo correspondia à uma reta, embora muitas vezes essa não fosse a realidade verificada no campo.

Método da média aritmética dos raios (A3)

O terceiro método foi o da média dos raios obtidos pelo sistema anterior, a partir do qual considerava-se a área da clareira da copa como circunferencial.

Método do desmembramento da área em triângulos (A4)

O quarto método de medição de área de copas foi obtido pelo desmembramento da área em triângulos, cuja somatória de sub-áreas fornecia a área total, por copa.

Método da elipse (A5)

O quinto método considerou a área das copas como sendo uma elipse. Para tanto os valores da largura da copa (Lc) e comprimento da copa (Hc) foram usados na seguinte fórmula:

$$A5 = \pi /4(LcHc)$$

Método dos triângulos retângulos (A6)

O sexto método era semelhante ao segundo, porem considerava apenas quatro triângulos retângulos, partindo do eixo da estaca central.

Tabulados os dados de campo, o passo seguinte foi a definição do método de determinação da área da clareira que mais se aproximava do real, ou seja, o determinado a partir de aparelhos topográficos (método A1).

A análise estatística para a comparação do primeiro método com os demais foi feita a partir dos valores obtidos na Análise de Variância, análises dos gráficos de dispersão dos dados dos cinco métodos alternativos (A2 a A6) em relação ao padrão (A1) e pela soma quadrática dos desvios, no qual a diferença dos valores calculados de A1 com relação aos demais, em cada árvore, era elevada ao quadrado.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados referentes ao levantamento dendrométrico e medição das clareiras, tanto pelo Método de Irradiação, quanto pelos métodos alternativos (A2 a A6), estão resumidos na Tabela 1.

O número de árvores-amostra foi considerado suficiente em todas as classes, ao nível de probabilidade de 20% com um erro de amostragem admitido como 25% em torno da média.

Ao cotejar-se os valores constantes obtidos pelo método A1 com os métodos A2 e A6, verificou-se que estes foram inferiores aos sistema padrão (29 e 31 vezes,

20	29,00	37,60	11,20	5,00	38,12	37,90	42,60	37,78	43,98	23,80
21	22,49	31,50	10,70	3,10	18,12	16,15	19,52	18,76	26,05	10,89
22	37,74	33,34	17,40	8,32	76,94	64,47	72,95	71,46	113,70	53,36
23	28,98	33,65	25,40	6,07	77,47	41,07	61,44	78,62	121,09	37,92
24	46,99	40,32	27,50	11,20	110,28	93,04	118,87	104,69	241,90	81,99
25	21,99	27,30	11,70	5,50	32,95	29,06	32,80	33,38	50,54	27,94
26	41,74	37,85	21,33	7,80	63,12	55,95	69,88	61,74	130,67	35,83
27	42,47	39,70	17,76	7,30	84,16	60,95	70,25	84,04	101,83	48,63
28	37,24	34,90	17,87	7,80	88,46	82,03	92,59	89,81	109,48	55,84
29	24,75	32,22	19,38	6,30	40,25	30,74	45,36	43,32	95,89	37,34
30	27,00	36,40	14,40	3,15	27,27	24,44	31,05	27,48	35,62	21,04
31	33,73	35,60	15,45	6,98	46,51	46,61	56,71	48,37	84,69	50,27
32	21,98	28,00	12,36	3,90	21,34	17,78	22,73	20,23	37,86	17,01

Legenda: **DAP:** diâmetro à altura do peito, em cm; **Ht:** altura total da árvore-amostra, em m; **Hc:** comprimento da copa, em m; **Lc :** largura da copa, em m; **A1:** valores de medição da clareira, em m^2 , obtidos pelo método de irradiação; **A2:** valores de medição da clareira, em m^2 , obtidos pelo método de oito triângulos; **A3:** valores de medição de clareiras, em m^2 , obtidos pelo método da média aritmética dos raios; **A4:** valores de medição das clareiras, em m^2 , através do método de desmembramento da área em triângulos; **A5:** valores de medição das clareiras, em m^2 , através do método da elipse; **A6:** valores de medição das clareiras em m^2 , através do método dos quatro triângulos retângulos.

No cotejo dos valores obtidos pelos métodos A1 e A4, observou-se um perfeito equilíbrio entre eles, cada um superando a outro em 16 oportunidades e mesmo assim com valores bem aproximados.

As equações lineares relacionando os métodos alternativos com o método padrão A1, bem como os resultados os valores de R2 e erro padrão de estimativa (syx) encontram-se resumidos na Tabela 2.

Tabela 2: Resumo dos valores obtidos na análise de variância dos métodos alternativos

com o método padrão.

EQUAÇÃO	R2	syx
A1= 4.319+1,099 A2	0,85	9,5326
A1= 0,772+0,970 A3	0,92	7,0649
A1= -0,175+1,029 A4	0,98	3,3426
A1= 12,274+0,501 A5	0,81	10,7443
A1= 1,693+1,409 A6	0,85	9,4924

Os valores de R^2 e syx permitem afirmar que os melhores resultados foram obtidos pelo método alternativo A4 seguido por A3 e A6.

Outro método de seleção foi pela soma dos quadrados dos desvios do sistema padrão (A1), com relação aos demais. Os valores encontrados, em m^2 , foram:

$$\Sigma (A1-A2)^2 = 5415,58;$$

$$\Sigma (A1-A3)^2 = 1663,64;$$

$$\Sigma (A1-A4)^2 = 410,46;$$

$$\Sigma (A1-A5)^2 = 48781,23;$$

$$\Sigma (A1-A6)^2 = 13671,96.$$

Também aqui observa-se que o melhor método alternativo foi o A4, por apresentar o menor valor, inferior aos valores comparativos com A3 e A2 que vêm a seguir.

Vê-se pois que o método alternativo A4 além de ser o único que apresentou equilíbrio de dados com o sistema padrão, foi o que apresentou os melhores resultados estatísticos, seguidos pelo método A3.

CONCLUSÃO

A comparação estatística dos valores apresentados pelos diversos métodos para estimar as clareiras abertas pelo corte de árvores de *Eucalyptus propinqua* Deane & Maiden à idade de 21 anos permite afirmar que elas podem ser seguramente dimensionadas pelo seu desmembramento em figuras geométricas triangulares.

REFERÊNCIAS

- BARTON, M; FETCHER N; REDHEAD. S. The relationship between treefall gap size and light flux in a neotropical rainforest in Costa Rica. **Journal of Tropical Ecology**, Cambridge, v.5, n.4 p. 437-439, 1989.
- BOTELHO, S.A; DAVIDE, A.C; FARIA, J.M.R. Desenvolvimento inicial de seis espécies florestais nativas em dois sítios, na região sul de Minas Gerais. **Cerne**, Lavras, v.2, n.1, p.43-52, 1996.
- BROKAW, N. V. L. Gap-phase regeneration in a tropical forest. **Ecology**, Washington, v.66, n.3, p. 682-687, 1985 a.
- _____. Treefalls, regrowth and community structure in tropical forests. In: **The Ecology of Natural Disturbance and Patch Dynamics**. Orlando: New York Academic Press, 1985b. p. 53-65
- COLE, W.G.; LORIMER, C.G. Predicting tree growth from crown variables in managed northern hardwood stands. **Forest Ecology and Management**, Umea, v.67, n.1/3, p. 159-175, 1994.
- CORDERO, W.Q.; MONTOYA, A.M. Algunas notas sobre prácticas de aprovechamiento forestal mejorado In: V CURSO INTENSIVO INTERNACIONAL DE SILVICULTURA Y MANEJO DE BOSQUES NATURALES TROPICALES, 5., 1992, Turrialba. **Resumos...** Turrialba: Centro Agronomico Tropical de Investigación y Enseñanza, CATIE, 1992. p.39-42.
- COSTA, M.P.; MONTOVANI, W. Composição e estrutura de clareiras em mata mesófila na Bacia de São Paulo, SP. In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS, 2, 1992: São Paulo: **Anais...** São Paulo: Instituto Florestal, 1992. p. 178-183.
- CROOKSTON, N.L.; STAGE, H.R. Percent canopy cover and stand structure statistics from the forest vegetation simulator. Gen. Tech. Rep. RMRS-GTR-24. Ogden, UT: USDA, Forest Service, Rocky Mountain Research Station. 11p.
- DAVIDE, A. C. et al. Comportamento de espécies florestais de mata ciliar em área de

- depleção do reservatório da Usina Hidrelétrica de Camargo – Itatinga, MG. **Cerne**, Lavras, v.2, n.1, p.20-34, 1994.
- ESHETE, G.; STHAL, G. Functions for multiphase assessment of biomass in acacia woodlands of the Rift Valley of Ethiopia. **Forest Ecology and Management**, Umea, v.105, n.1/3, p. 79-90, 1998.
- FARIA, J.M.R.; DAVIDE, A.C.; BOTELHO, S.A. Comportamento de espécies florestais em área degradada, com duas adubações de plantio. **Cerne**, Lavras, v.3, n.1, p. 25-44, 1997.
- FERNANDEZ, C. et al. Funciones de altura...altitude. **Ciencia e Investigación Forestal**, Ushuaia, v.7, n.2, p.313-337, 1993.
- GARCIA, J.G.; PIEDADE, G.C.R. **Topografia**: aplicada às ciências agrárias. 5. ed. São Paulo: Nobel, 1987. 257p.
- GREEN, P. T. Canopy gaps in rain forest on Christmas Island, Indian Ocean: size and distribution and methods of measurement. **Journal of Tropical Ecology**, Cambridge, v.12, n.3, p. 427-434, 1996.
- HARTSHORN, G. S. Neotropical Forest Dynamics. **Biotropica**, Lawrence, v.12, p. 23-30, 1980.
- LEÃO, R.M. **A Floresta e o Homem**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais, 2000. 434p.
- MARTINS, S.V. **Aspectos da dinâmica de clareiras em uma floresta estacional no município de Campinas**. 1999. 215p. Tese (Doutorado em Biologia) Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1999.
- MATTHES, L.A.F., MARTINS, F.R. Conceitos em Sucessão Ecológica. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, Campinas, v.2, n.2, p.19-32, 1996.
- O'BRIEN, S.T. et al. Diameter, Height, crown and age relationship in eight neotropical tree species. **Ecology**, Washington, v.76, n.6, p.1926-1939, 1995.
- O'CONNELL, B.M.; KELTY, M.J. Crown architecture of understory and open-grown white pine (*Pinus strobus* L.) saplings. **Tree Physiology**, Victoria, v.14, p.89-102, 1994.
- OLIVEIRA, Y.M.M. **Correlações entre parâmetros dendrométricos em Araucária angustifolia, utilizando fotografias aéreas**. 1980. 133p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Curso de Engenharia Florestal, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1980.

- PELLICO NETTO, S.; BRENA, D.A. **Inventário Florestal**. Curitiba: 1997.316p.
- POMPEIA, S. L. Efeitos da poluição atmosférica na floresta tropical e seus reflexos na conservação dos solos na Serra do Mar, em Cubatão, SP. In: DIAS, L. E.; MELLO J.W.S. **Recuperação de áreas degradadas**. Viçosa: UFV, 1998p. 217-233.
- ROUJEAN, J.L. Two-story equations of transmission of solar energy (TSETSE) in, Washington, v. 104, p. 869-879, 1999.
- RUNKLE, J. Comparison of methods for determining fractions of land area in treefall gaps. **Forest Science**, Bethesda, v.36, n.1, p.15-19, 1985.
- SEIBERT, P. Seminário – **Manejo da Paisagem e Mapeamento da Vegetação – Parque Estadual de Campos do Jordão**, São Paulo: Instituto Florestal, 1974. 199p. (Publicação IF, 5).
- SPURR, S. H & BARNES, B.V. **Ecologia Florestal**. Planta Alta, AGT. Editor S.A. 1982. 690p.
- ST. CLAIR, J.B. Genetic variation in tree structure and its relation to size in Douglas-fir. II Crown form, branch characters and foliage characters. **Canadian Journal of Forest Research**, Canadá, v. 24, n.6, p.1236-1247. 1994.
- TUCKER, G.F.; LOSSIE, J.P.; FAHEY, T.J. Crown architecture of stand grown sugar maple (*Acer saccharum* Marsh) in the Adirondack, Mountains. **Tree Physiology**, Victoria, v.13, n.3, p.297-310, 1993.
- VIANA, V.M. **Seed dispersal and gap regeneration: the case of three Amazonian tree species**. 270p. Tese (Doctor of Philosophy) - Harvard University, Cambridge, 1989.
- ZEIDE, B.; GRESHAM, C.A. Fractal dimensions of the crowns in three loblolly pine plantations of Coastal South Carolina. **Canadian Journal of Forest Research**, Quebec, v.21, n.8, p.1208-1212, 1991.