

UTILIZAÇÃO DOS PARÂMETROS DA COPA PARA AVALIAR O ESPAÇO VITAL EM POVOAMENTOS DE *Pinus elliottii* Engelm.

Leif Nutto¹

Helio Tonini²

Geedre Adriano Borsoi²

Fábio Abel Moskovich²

Peter Spathelf³

RESUMO

Foram estimados os parâmetros diâmetro da copa, comprimento da copa, superfície de copa de *Pinus elliottii* para avaliar o espaço vital necessário para obter um crescimento em diâmetro desejado. Além disso, foi comparado o método dos quatro raios de ângulos fixos com o de oito raios de ângulos variáveis em relação à precisão na estimativa da área de copa. Os dados foram coletados em povoamentos de *Pinus elliottii*, distribuídos sobre idades que variaram de 18 a 21 anos em quatro municípios, localizados na Serra do Sudeste e litoral do estado do Rio Grande do Sul. Em cada unidade amostral foram medidos o diâmetro à altura do peito, altura total, altura de inserção da copa e projeção das copas das três árvores mais grossas, sendo que foram medidos quatro raios de copa no sentido Norte, Sul, Leste e Oeste, totalizando 42 unidades amostrais e 154 árvores medidas. A variável comprimento da copa, por apresentar menor coeficiente de variação, mostrou-se a variável mais indicada para determinar o espaço vital necessário para se obter um diâmetro desejado. O método dos oito raios com ângulos variáveis mostrou superioridade na estimativa do diâmetro da copa, sendo que o método dos quatro raios com ângulos fixos subestimou o diâmetro da copa em 77%. A grande variação encontrada na análise dos dados indica que é necessária a estratificação da amostragem por sítio, idade do povoamento e regime silvicultural.

PALAVRAS-CHAVE: crescimento diamétrico, silvicultura.

¹ Eng. Florestal, Dr., Pesquisador Visitante no Departamento de Ciências Florestais, Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria/RS.

² Eng. Florestais, M.Sc. pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria/RS.

³ Eng. Florestal, Dr., Professor Visitante no Programa do DAAD/CAPES. Departamento de Ciências Florestais, Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria/RS.

USE OF CROWN PARAMETERS TO EVALUATE THE VITAL SPACE IN STANDS OF *Pinus elliottii* Engelm.

ABSTRACT

Crown width, crown length, crown surface and crown projection area were estimated for a *Pinus elliottii* planted stand in order to determine the vital space which is necessary to obtain a pre-established diameter at breast height. Furthermore, the method of four radii with fixed angles was compared to the method of eight radii with variable angles relating to the accuracy of crown projection area measurement. Data was collected in stands of *Pinus elliottii* at ages ranging from 18 to 21 years, which were distributed over four sites in the Southeastern Mountain Range and the Central Depression of the Brazilian state of Rio Grande do Sul. In every sample, diameter at breast height, total height and height to crown base were measured. Crown projection area of the three thickest trees were measured with four radii in the direction of North, South, East and West. A total of 42 sample plots with 154 trees were measured. Crown length has shown to be the most appropriate parameter to estimate the vital space, which is necessary to obtain a pre-established diameter at breast height due to its low coefficient of variation. The method with eight radii and variable angles provided the best results for estimating crown width. Applying the method of four radii with fixed angles, crown width was under estimated by 77% comparing to the other method. The high variation which was obtained indicates the need to stratify the data by site, stand age and silvicultural regime.

KEY WORDS: growing space, diameter growth, plantation silviculture.

INTRODUÇÃO

De acordo com Keipi (1997), o Brasil possui 553 milhões de hectares de florestas, onde apenas 7% são de florestas plantadas. Dos 5 milhões de hectares classificados como “plantações industriais”, 60% são folhosas, na maioria do gênero *Eucalyptus*, e 40% são coníferas principalmente do gênero *Pinus* (Evans, 1998, FAO, 1995).

A importância dos reflorestamentos industriais pode ser medida pela participação no abastecimento do mercado madeireiro, sendo que em apenas

1,3% da área florestal brasileira, produz-se cerca de 60% da madeira consumida no País.

Segundo a FAO (1998), a demanda por madeira para serraria vai aumentar ainda mais nos próximos anos, tanto no Brasil como no mercado mundial. Em consequência da escassez de espécies nativas valiosas, a sua utilização ocorrerá sob maiores restrições. Assim, as espécies dos gêneros *Eucalyptus* e *Pinus*, além da produção de celulose, serão cada vez mais utilizadas no mercado de produtos madeireiros mais sofisticados como a produção de lâminas ou madeira serrada.

Nesse contexto, novas formas de manejo, com o objetivo de produzir madeira de alta qualidade, devem ser desenvolvidas, devendo também ser consideradas as exigências quanto à sustentabilidade e meio ambiente, fatores importantes nos processos de certificação, cada vez mais indispensáveis para competir no mercado mundial.

A silvicultura, orientada em sistemas ecológicos, baseados em fatores biológicos, exige uma nova forma da modelagem na Engenharia Florestal, com a utilização de modelos de crescimento para árvores individuais que oferecem a vantagem de serem aplicados na produção de madeira de alta qualidade ou em florestas heterogêneas mistas (Pretzsch, 1995).

Levando em consideração que a fonte de energia de uma árvore provém da luz do sol, que é transformada pelo processo da fotossíntese em energia química, e que é a copa o órgão da árvore responsável por esse processo, pode-se inferir que as variáveis como superfície de copa, diâmetro da copa e comprimento da copa estão diretamente relacionados com o crescimento e a produção de matéria seca da árvore.

Este trabalho foi realizado com o objetivo de estimar quais dos parâmetros de copa podem servir para avaliar o espaço vital necessário para obter um crescimento em diâmetro desejado num povoamento de *Pinus elliottii* e comparar o método dos quatro raios de ângulos fixos com o de oito raios de ângulos variáveis em relação à precisão na estimativa da área de copa.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A região de ocorrência natural do *Pinus elliottii* localiza-se no Estado da Flórida, no sudeste dos Estados Unidos onde é conhecido como “slash-pine”, ou “american-pitch-pine”, entre 28° e 33° de latitude Norte e em altitudes que variam entre 0 e 150 m, sendo geralmente plantados em países tropicais em altitudes que vão de 500 a 2500 m (Webb et al., 1980).

Existem duas variedades, *Pinus elliottii* var. *elliottii* e *Pinus elliottii* var. *densa*, sendo que a segunda ocorre somente numa pequena área no extremo sul da Flórida e tem pouca importância no mercado (Lamprecht, 1990). Na região de ocorrência natural, o *Pinus elliottii* var. *elliottii* alcança alturas de 20 a 30 m, podendo alcançar até 40 m em sítios favoráveis, com diâmetros entre 60 e 90 cm. A forma do fuste normalmente é reta, a copa tem forma oval, e as raízes alcançam profundidades de até 5 m.

Em condições naturais, *Pinus elliottii* encontra-se em sítios ácidos e arenosos, em baixadas em solos hidromórficos (Harlow et al., 1968). A temperatura média anual, em sua área de origem, é de 15 a 24 °C, com o mês mais frio de 4 a 12 °C e o mais quente de 23 a 32 °C. A precipitação média anual varia entre 650 e 2500 mm com, no máximo, 2 a 4 meses de seca (Lamprecht, 1990).

A madeira de *Pinus elliottii* pertence ao grupo das “madeiras moles”, contém muita resina e é de densidade superior ($r_{12} = 0,50$ a $0,56$) às outras espécies de *Pinus*. Sua madeira é mais durável e pode ser tratada com facilidade, demonstrando uma boa trabalhabilidade e é utilizada na construção de caixas e na construção naval. Tratada, também é utilizada para mastros e postes.

No Brasil, a utilização como matéria-prima na indústria de celulose é de grande importância, uma vez que a madeira de fibra longa apresenta ótimas propriedades para a produção de papel de alta resistência à ruptura (Sachsse, 1991).

Os trabalhos de Durlo (1996) e Durlo & Denardi (1998), visando ao manejo das espécies *Cabralea glaberrima*, *Cedrela fissilis* e *Cordia trichotoma* em florestas nativas secundárias, mediante o estudo do espaço vital da árvore individual, confirmaram a importância elementar das variáveis da copa para a modelagem do crescimento em diâmetro para as espécies estudadas, o que justifica a realização de estudos que avaliem tais parâmetros, descrevendo a dimensão da copa e suas implicações para o manejo florestal.

A superfície da copa é de grande importância, especialmente como indicador do potencial de crescimento para coníferas segundo estudos realizados por Dong & Kramer (1985).

O diâmetro da copa, na maioria dos casos, é estimado por medições de raios da copa e quanto mais raios são medidos, mais perto se chega à verdadeira largura da copa. No entanto, também deve ser considerado o trabalho adicional necessário ao se medir um número maior de raios. Em

trabalhos como os de Röhle (1986) e Spiecker (1983) são descritos os problemas relativos a esse tipo de levantamento de dados, concluindo que se deve buscar um equilíbrio entre os gastos de tempo e, conseqüentemente, de dinheiro, e a precisão da medição que deve ser predefinida.

Segundo esses autores, deve-se também considerar se o método dos ângulos fixos ou dos ângulos variáveis, na medição dos diâmetro da copa, vai ser aplicado, pois trabalhar com ângulos fixos é mais fácil e, conseqüentemente, mais rápidas serão as medições, embora menos precisas. O método utilizado no presente trabalho foi o da medição de quatro raios seguindo as direções norte, leste, sul e oeste.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Características das áreas onde foram coletados os dados

Os dados foram coletados em povoamentos de *Pinus elliotti*, distribuídos sobre idades que variaram de 18 a 21 anos em quatro municípios, localizados na Serra do Sudeste e litoral do estado do Rio Grande do Sul.

No município de Encruzilhada do Sul, o povoamento amostrado estava com 20 anos de idade e foi implantado em um espaçamento inicial de 2 x 2,5 m (2000 árvores/ha), tendo sofrido apenas um desbaste no 15º ano.

Nos municípios de Piratini e Palmares do Sul, os povoamentos estavam com 18 anos de idade e foram implantados em um espaçamento de 2 x 2 m (2500 árvores/ha) e de 1 x 1,6 m (6250 árvores/ha) com desbastes realizados no oitavo e décimo segundo anos, respectivamente.

No município de Mostardas, o povoamento tinha 21 anos, espaçamento inicial de 1,6 x 2,5 m (2500 árvores/ha) e tinha sofrido um desbaste no 14º ano.

A Serra do Sudeste, onde se encontram os municípios de Encruzilhada do Sul e Piratini, está localizada sobre a Unidade de Relevo Planalto Sul-Rio-Grandense, caracterizada por apresentar uma estrutura geológica formada por rochas pré-cambianas, apresentando relevo intensamente dissecado e áreas com relevo fracamente dissecado (IBGE, 1990).

Nessa região, os solos onde estavam localizados os povoamentos foram caracterizados por BRASIL (1973) como pertencentes às Unidades de Mapeamento Ibaré e Pinheiro Machado. A Unidade de Mapeamento Ibaré

caracteriza-se por apresentar solos litólicos eutróficos com mais de 15 cm de espessura, bem drenados, com textura média e desenvolvidos com base em xisto. A Unidade de Mapeamento Pinheiro Machado é constituída predominantemente por solos litólicos distróficos, bem drenados, de coloração escura, apresentando textura média, com percentagens elevadas das frações mais grosseiras (areia grossa e cascalho), sendo derivado de granito.

Segundo IBGE, 1990, o clima, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Cfa (mesotérmico subtropical com verões quentes e sem estação seca), a temperatura média do mês mais quente é de 24 °C, do mês mais frio 13 °C, sendo que a ocorrência média de geadas é de 10 vezes por ano.

Na região do Litoral, onde se encontram os municípios de Mostardas e Palmares do Sul, as ações marinha e eólica são mais evidentes, com a presença de dunas, terraços marinhos, planícies arenosas e cordões de restinga (IBGE, 1990).

O solo dessa região foi classificado por BRASIL (1973) como pertencente à Unidade de Mapeamento Curumim, formado por areias quartzosas hidromórficas distróficas, profundo, mal a imperfeitamente drenado, derivado de sedimentos arenosos costeiros. É considerado fortemente ácido, com soma e saturação de bases baixa e com teores altos de alumínio trocável.

O clima segundo (IBGE, 1990), também é do tipo Cfa, com temperatura média do mês mais quente de 24°C, temperatura média do mês mais frio de 15°C, sendo a ocorrência média de geadas de uma vez por ano.

3.2. Processo de amostragem, obtenção dos dados e análise estatística

As árvores dominantes, selecionadas para a realização deste estudo, nos municípios de Encruzilhada do Sul e Piratini, foram coletadas seguindo um gradiente de declividade: árvores de platô (solos eluviais); árvores de encosta superior e intermediária (solos coluviais) e árvores de baixada (solos aluviais). No litoral, as árvores foram coletadas seguindo um critério de produtividade, em áreas classificadas como de boa, média e baixa produtividade com diferentes exposições.

As unidades amostrais temporárias foram feitas com o auxílio do relascópio de Bitterlich de banda estreita, e as árvores dominantes foram

definidas segundo o conceito de Pollanschütz, descrito por Finger (1992), como a altura média de Lorey das maiores árvores, correspondentes a 12 m² de área basal por hectare, tomados com base nas maiores árvores.

Em cada unidade amostral, foram medidas o DAP (diâmetro a altura do peito), altura total, altura de inserção da copa e projeção das copas das três árvores mais grossas, sendo que foram medidos quatro raios de copa no sentido Norte, Sul, Leste e Oeste, totalizando 42 unidades amostrais e 154 árvores medidas.

As relações entre o diâmetro da copa/comprimento de copa e DAP e, a área de projeção da copa/superfície de copa e área basal foram obtidas por meio de regressão mediante o procedimento stepwise com a utilização do software SPSS (Statistical Package for Social Sciences).

A superfície da copa foi calculada mediante a equação de Dong & Kramer (1985) que é expressa por:

$$\text{superfície de copa} = \frac{r\pi}{6h^2} \left[(4h^2 + r^2)^{\frac{3}{2}} - r^3 \right]$$

em que: h = comprimento da copa
 r = raio da copa

Para avaliar a precisão e a representatividade do método de ângulo fixo, foi realizado um estudo adicional com dez árvores de *Pinus elliottii*, selecionadas ao acaso, em que foi medida a projeção da copa por meio de oito raios com ângulos variáveis, representando este um meio de alta eficiência e precisão para estimar o verdadeiro diâmetro da copa (Nutto, 1999, Huber & Röhle, 1985).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Análise estatística e definições das equações de crescimento

Os modelos utilizados com os seus respectivos coeficientes e parâmetros estatísticos para analisar o diâmetro de copa e o comprimento da copa em razão do dap, e a superfície e área da copa em razão da área basal, são apresentados na Tabela 01.

TABELA1 Modelos e parâmetros estatísticos utilizados para estudar o crescimento em diâmetro e área basal em razão dos parâmetros de copa.

Modelo	R ²	CV	F	Prob > F
DC = 1,503 + 0,003455 x dap ²	0,48	22,43	147,587	0,001
CC = 2,528 + 0,221 × dap	0,38	14,79	95,66	0,001
SC = -5,514 + 13457,035 × g	0,57	29,51	203,97	0,001
AC = -7,390 + 363,756 × g	0,47	46,02	141,77	0,001

Sendo: DC = diâmetro da copa (cm); DAP = diâmetro à altura do peito (cm); CC = comprimento da copa (m); SC = superfície da copa (m²); g = área basal (m²); AC = área da copa (m²); R² = coeficiente de determinação ajustado; CV = coeficiente de variação; F = valor de F calculado.

Analisando-se a Tabela 01, pode-se observar que todos os modelos, apesar de altamente significativos, apresentaram um baixo coeficiente de determinação e alto coeficiente de variação. A superfície da copa (SC) é a variável que melhor descreve a relação copa em razão da área basal. Esse modelo apresenta maior coeficiente de determinação (0,57) e menor coeficiente de variação (29,51).

O diâmetro de copa (DC) foi o que melhor apresentou relação com o DAP, apresentando um coeficiente de determinação de 0,48 e um coeficiente de variação de 22,43. O modelo com menor coeficiente de variação foi o do comprimento da copa (CC) em razão do DAP e o de maior coeficiente de determinação foi a da superfície da copa em razão da área basal.

As prováveis causas da grande variação dos dados podem estar relacionadas ao fato de ter-se trabalhado com amostras provenientes de diferentes sítios e localidades geográficas, além de serem originárias de povoamentos com diferentes idades e com diferentes intensidade de desbaste, bem como as prováveis subestimativas que ocorrem, quando se utilizam apenas quatro raios com ângulos fixos.

Como nenhum dos modelos selecionados apresentou tendenciosidade (Figuras 1 a 4), o comprimento da copa, em razão do DAP, mostrou-se o melhor parâmetro de copa para estimar o espaço vital necessário para se obter um determinado diâmetro desejado. Os inventários florestais exigem um método que apresente eficiência e rapidez, pois os levantamentos

possuem um custo elevado e necessitam de um método que apresente variáveis de fácil determinação e com boa eficiência na estimação dos resultados. Outros trabalhos de pesquisa poderiam ser feitos, tomando como base tal modelo e a utilização de seis a oito raios com ângulos de observação variáveis.

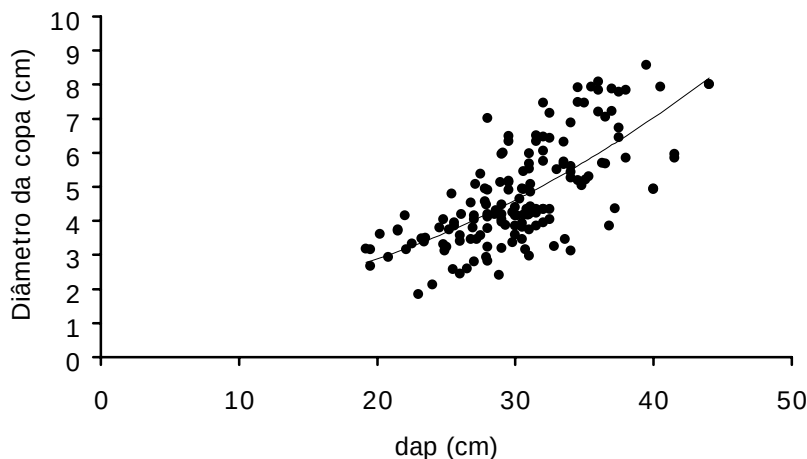


FIGURA1 Desenvolvimento do diâmetro da copa em razão do DAP.

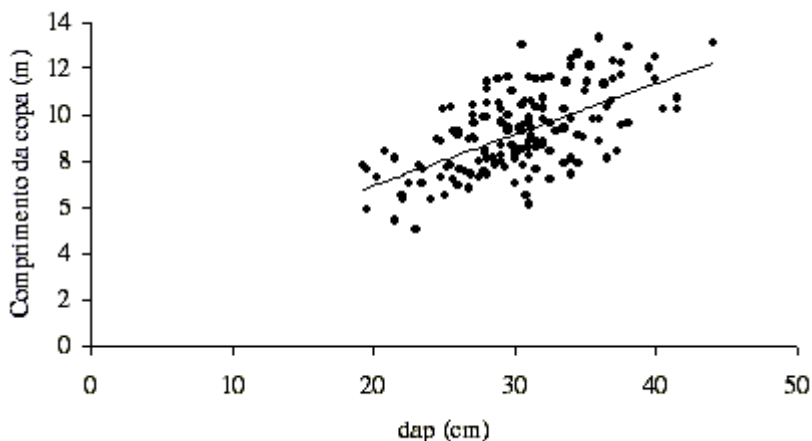


FIGURA 2 Desenvolvimento do comprimento da copa em razão do DAP.

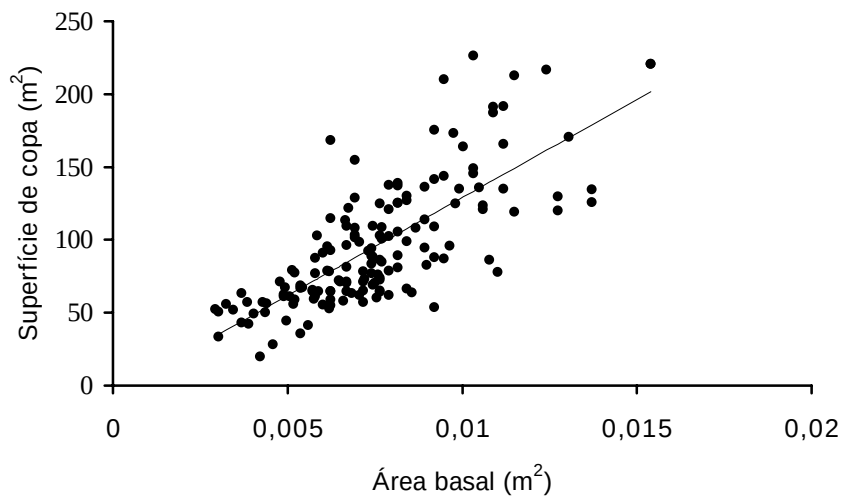
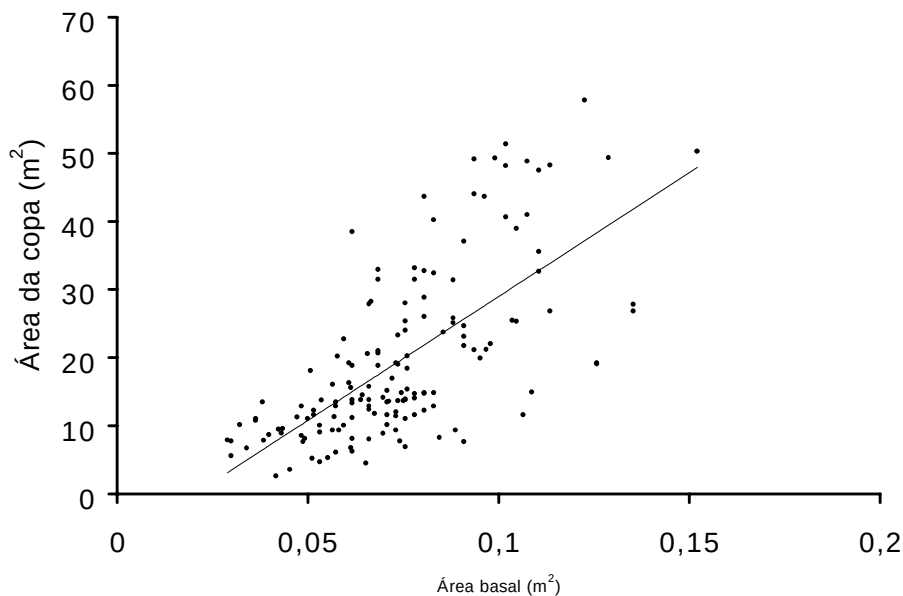


FIGURA 3 Desenvolvimento da superfície de copa em razão da área basal individual



4.2 Avaliação crítica do método de levantamento do diâmetro da copa

Para se estudar a precisão em relação à estimativa da área de copa, estas foram medidas com oito raios de ângulos variáveis e comparados com o método de quatro raios com ângulos fixos. Os dois métodos são comparados na Figura 05 e Tabela 02.

Pela análise da Figura 05, observa-se um dos grandes problemas que ocorrem ao se optar pelo método de ângulos fixos: a excentricidade da copa. As árvores 5 e 7 mostram a dificuldade na aplicação do método de ângulos fixos, nos casos em que a copa é muito excêntrica em relação à posição do tronco, na altura de 1,30m. Outro problema é a subestimativa da largura da copa se os raios não forem adaptados à forma real da copa.

A Tabela 02 mostra que, com quatro raios medidos, em média, somente 77% do diâmetro real da copa é obtido. Isso quer dizer que a produtividade da copa, por unidade de área ocupada, é superestimada e o diâmetro da copa estimado para atingir um certo crescimento em diâmetro é menor, aumentando o número de árvores por hectare, distorcendo todos os parâmetros calculados como o volume e a área basal. Como mostra a Figura 6, ao fazer o ajuste do diâmetro da copa calculado pelo método dos quatro raios com ângulos fixos e o método dos oito raios com ângulos variáveis, além de subestimar o diâmetro da copa, o método de quatro raios tem um coeficiente de determinação menor que o método de oito raios o que demonstra um maior erro na estimativa desse parâmetro.

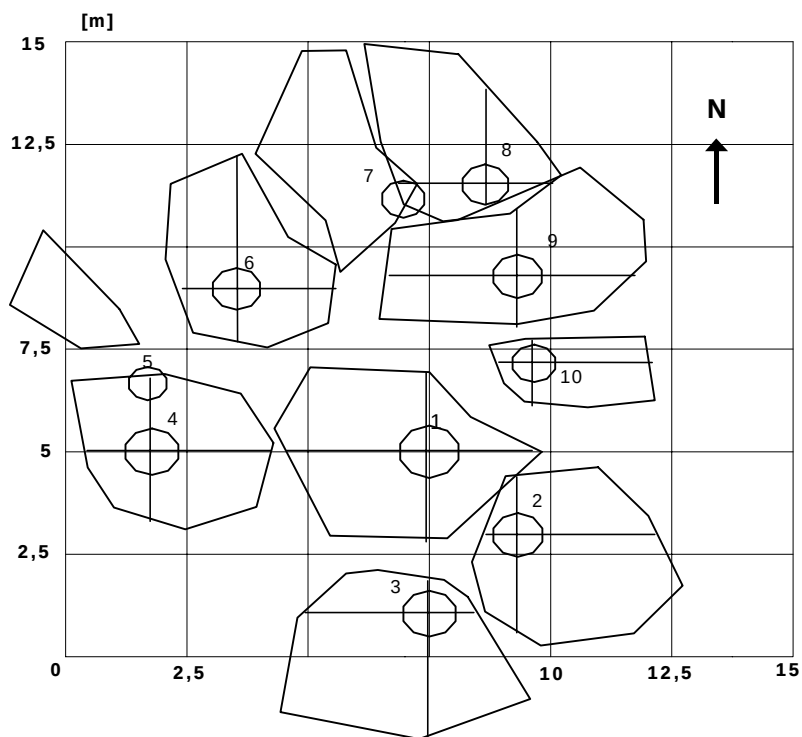


FIGURA 5 Plano de distribuição e projeção das copas de 10 árvores de *Pinus elliottii*.

TABELA 2 Comparação do diâmetro da copa calculado pelos diferentes métodos.

Nº da árvore	Diâmetro da copa 1(4 raios, ângulo fixo)	Diâmetro da copa 2(8 raios, ângulo variável)	Diferença (Diâm. de Copa 2 = 100%)
1	3,7	4,46	83
2	3,0	4,18	72
3	3,0	4,35	69
4	3,0	3,89	77
5	-	2,18	-
6	3,4	3,75	91
7	-	3,39	-
8	2,5	3,77	66
9	3,3	4,30	72
10	2,1	2,49	84
média	3,0	3,7	77

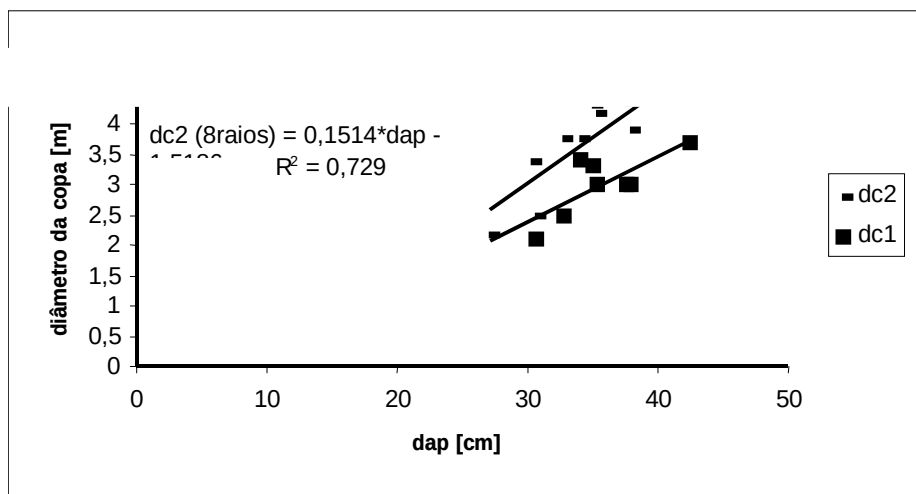


FIGURA 6 Comparação da relação DAP e diâmetro da copa dos dois métodos aplicados (dc2 = oito raios com ângulos variáveis, dc1 = quatro raios com ângulos fixos).

5 CONCLUSÕES

- a) Os parâmetros diâmetro da copa, comprimento da copa, área da copa e superfície de copa, quando estimados em razão do DAP, apresentaram baixo coeficiente de determinação e alto coeficiente de variação, sendo que a superfície de copa apresentou maior coeficiente de determinação e o comprimento da copa apresentou um menor coeficiente de determinação;
- b) O parâmetro comprimento da copa, por apresentar menor coeficiente de variação, mostrou-se o parâmetro mais indicado para determinar o espaço vital necessário para se obter um diâmetro desejado;
- c) O método dos oito raios com ângulos variáveis mostrou superioridade na estimativa do diâmetro da copa, sendo que o método dos quatro raios com ângulos fixos subestimou o diâmetro da copa em 77%;
- d) A grande variação encontrada na análise dos dados indica que é necessária a estratificação da amostragem por sítio, idade do povoamento e regime silvicultural.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. Ministério da Agricultura. **Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado do Rio Grande do Sul**. Recife, 1973. 431p.

DONG, P.H.; KRAMER, H. Beziehungen zwischen Zuwachs und Kronenparametern in immissionsgeschädigten Nadelholzbeständen. **Dt. Verb. Forstl. Forsch. Anst.**, Kälberbronn, n.15, p.1-15, 25, 1985.

DURLO, M.A. **Zuwachsuntersuchungen und Einzelbaumwachstumsmodelle für *Cabralea glaberrima*, *Cedrela fissilis* und *Cordia trichotoma* in sekundären Laubmischwäldern Südbrasilien**. Wien: Universität für Bodenkultur, 1996. 175p. Tese apresentada à Universidade de Bodenkultur, Viena, Áustria.

DURLO, M.A.; DENARDI, L. Morfometria de *Cabralea canjerana* em mata secundária nativa do Rio Grande do Sul. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.8, n.1, p.44-55, 1998.

EVANS, J. The sustainability of wood production in plantation forestry. **Unasylva**, Rome, v.49, n.192, p.47-52, 1998.

FAO (Roma, Itália). Forest Resource Assessment 1990. Tropical forest plantation resources. Rome, 1995. 81p. (FAO. Forestry Technical Papers, 128).

FAO (Roma, Itália). **Global fibre supply study**. Rome, 1998. 61p.

FINGER, C.A.G. **Fundamentos de biometria florestal**. Santa Maria: UFSM, 1992. 269p.

HARLOW, W.M.; HARRER, E.S. **Textbook of dendrology**. 6.ed. New York. 1979.

HUBER, W.; RÖHLE, H. Untersuchungen zur Methode der Ablotung von Kronenradien und der Berechnung von Kronengrundflächen. **Forstarchiv**, n.56, 1985. p.238-243.

IBGE (Rio de Janeiro, RJ). **Geografia do Brasil**, Região Sul. Rio de Janeiro, 1990. v.2, 300 p.

KEIPI, K. Financing forest plantations in Latin America. **Unasylva**, Rome, v.48, n.188, p.55-60, 1997.

LAMPRECHT, H. **Silvicultura nos trópicos**. Eschborn: GTZ, 1990. 343p.

NUTTO, L. **Neue Perspektiven in der Begründung und Pflege von jungen Eichenbeständen**: Ergebnisse einer Untersuchung zur Kronenentwicklung, Astreinigung und Dickenwachstum junger Stiel- und Traubeneichen in Europa (*Quercus robur* L. und *Quercus petraea* (Matt.) Liebl.). [Freiburg: s.n.], 1999. 190p. (Schriftenreihe Freiburger Forstliche Forschung, 5).

NUTTO, L. Manejo do crescimento em diâmetro de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze. baseado na árvore individual. **Ciência Florestal**. no prelo.

NUTTO, L; SPIECKER, H. Production of valuable wood: a software aided decision tool for managing oak stands in Europe. In: IUFRO UNIT 1.06.00 INTERNATIONAL CONFERENCE 'OAK 2000; Improvement of Wood Quality and Genetic Diversity of Oaks, Zagreb, Croatia. **Proceedings...**Zagreb: Glasnik-za-Sumske-Pokuse, 2000. p.37-49.

RÖHLE, H. Vergleichende Untersuchungen zur Ermittlung der Genauigkeit bei der Ablotung der Kronenradien. **Forstarchiv**, n.57, p.67-71, 1986.

SACHSSE, H. **Exotische Nutzhölzer**. Paul Parey: Hamburg, 1991. 250p.

SPIECKER, H. Durchforstungsansätze bei der Eiche unter besonderer Berücksichtigung des Dickenwachstums. **Allgemeine Forst- und Jagdzeitung**, 154, p.21-37, 1983.

SPIECKER, H. Zur Steuerung des Dickenwachstums und der Astreinigung von Trauben- und Stieleichen. Stuttgart: Landes forstverwaltung Baden-Württemberg, 1991. (Schriftenreihe der Landesforstverwaltung B.-W., 72).

PRETZSCH, H. Perspektiven einer modellorientierten Waldwachstumsforschung. **Forstwissenschaftliches Centralblatt**, n.114, p.188-209, 1995.

WEBB, D.B.; WOOD, P.J.; SMITH, J. A guide to species selection for tropical and sub-tropical plantations. **Oxford: Commonwealth Forestry Institute, 1980. (Tropical Forestry Papers, 15).**