

MORFOMETRIA DE *Cabralea canjerana*, EM MATA SECUNDARIA NATIVA DO RIO GRANDE DO SUL

MORPHOMETRY FOR *Cabralea canjerana* IN NATIVE SECONDARY FOREST IN RIO GRANDE DO SUL

Miguel Antão Durlo¹ Luciano Denardi²

RESUMO

Neste trabalho são apresentados os dados morfométricos, a relação hipsométrica entre diâmetro e altura e equações de fator de forma, de fator de forma comercial e de altura formal, para *Cabralea canjerana*, em mata secundária nativa do RS. Para a relação hipsométrica, foram testadas os modelos de Keylwerth, Petterson e Pollanschütz, para três diferentes estágios de desenvolvimento da mata, e o modelo de Näslund para todas as árvores em conjunto, utilizando-se o procedimento “stepwise”. Com o mesmo procedimento, utilizou-se o modelo de Pollanschütz para o fator de forma e o fator de forma comercial, e o modelo de Kennel para a altura formal. Os resultados demonstraram que o fator de forma da canjerana é dependente apenas de sua altura, e que o fator de forma comercial é uma função de sua altura comercial e seu DAP. Dos nove coeficientes da equação de Kennel, apenas quatro foram significativos ao nível de 95% de probabilidade. O modelo de Näslund mostrou-se o mais apropriado para descrever a relação hipsométrica da espécie estudada.

Palavras chave: Canjerana, *Cabralea canjerana*, biometria florestal, floresta nativa.

ABSTRACT

Morphometric data, hypsometric relationship between diameter and height, and equations of shape factor, commercial shape factor and formal height for *Cabralea canjerana*, in native secondary forest in RS are shown in this paper. Keylwerth's, Petterson's and Pollanschütz's models were tested for hypsometric relationship in three different stages of the forest development. Näslund's model was tested for all trees by using the stepwise regression procedure. Following the

1. Eng. Florestal, Dr., Prof. Adjunto do Departamento de Ciências Florestais/CCR/UFSM. 97105-900. Santa Maria. RS.

2. Acadêmico do Curso de Graduação em Engenharia Florestal/CCR/UFSM. 97105-900. Santa Maria. RS.

same procedure, Pollanschütz's model was used for the shape factor and commercial shape factor, and Kennl's model was used for the formal height. The sums showed that *Cabralea canjerana* shape factor depends only on its height and commercial shape factor is a function of its height and BHD. Four out of nine of Kennel's equation coefficients were significant to 95% level of probability. Näslund's model was the most appropriate to describe the hypsometric relationship of the studied species.

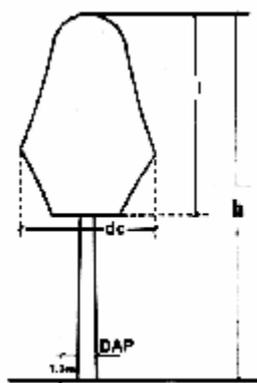
Key words: Canjerana, *Cabralea canjerana*, forest biometrics, native forest.

INTRODUÇÃO

A morfometria de uma árvore e as variáveis daí derivadas são usadas para transmitir uma idéia das relações interdimensionais, reconstituir o espaço ocupado por cada árvore, julgar o grau de concorrência de um povoamento e permitem, ainda, inferências sobre a estabilidade, a vitalidade e a produtividade de cada indivíduo. Atualmente, as formas e dimensões das árvores e sua modificação com o tempo adquirem nova importância, dada a possibilidade de fazer-se modelos matemático/estatísticos de concorrência e de crescimento a partir destes dados (HASENAUER, 1994; HASENAUER *et al.*, 1995; PRETZSCH, 1995).

Muitos autores conduziram diversos estudos da forma das árvores. Dentre eles pode-se citar BURGER (1939), a quem se devem as primeiras caracterizações e modelos de copa, MAYER (1958), ASSMANN (1961), MITSCHERLICH (1978), STAMPFER (1995) e HASENAUER (1997). Hoje, no meio florestal acadêmico, o DAP, a área basal, a altura (total, comercial, dominante), a área de projeção de copa e o volume de copa são conceitos bem conhecidos. Menos conhecidos, entretanto, são o manto de copa, o índice de abrangência, o formal de copa, o grau de esbeltez, o índice de saliência e o índice de espaço vital (ASSMANN, 1961; STERBA, 1991).

Tais variáveis são definidas a seguir, usando-se o modelo de árvore (Figura 1) desenvolvido por BURGER (1939).



l = Comprimento de copa (m)

dc = Diâmetro da copa (m)

h = Altura total da árvore (m)

DAP = Diâmetro a altura do peito (m)

$(l / h) * 100$ = Proporção de copa (%)

h / DAP = Grau de esbeltez

dc / DAP = Índice de Saliência

dc / h = Índice de abrangência

dc / l = Formal de copa

FIGURA 1: Modelo de uma árvore e suas características dimensionais.

O diâmetro de copa é uma variável básica para a dedução de outras características das árvores e corresponde à distância entre as linhas de projeção dos pontos mais externos da copa. Se um povoamento florestal for manejado pela condução de cada árvore individual (manejo por árvores individuais) (REININGER, 1987), precisa-se conhecer o número de árvores que ficarão até o final da rotação (árvores-F) (ABETZ e OHNEMUS, 1994). O estoque de árvores-F, por sua vez, pressupõe o conhecimento do espaço vital objetivo (ABETZ e OHNEMUS, 1994) de cada árvore, ou seja, o espaço que uma árvore ocupará ao atingir sua maturidade. O diâmetro da copa de árvores pré-dominantes ou solitárias com DAP igual ao diâmetro-objetivo é, pois, a variável que permite deduzir o espaço a ser reservado para cada árvore-F e, com isto, revela o número de indivíduos a serem selecionados e conduzidos até o final da rotação.

Como área de projeção da copa entende-se a superfície coberta pela projeção vertical da copa de uma árvore. Normalmente esta área é calculada a partir da medição de um determinado número de raios de projeção da copa (quatro a oito raios). A área de projeção de copa permite que se conheça o espaço ocupado por uma árvore e, quando se dispõe de dados do incremento, que se calcule a produção e a produtividade da mesma (MITSCHERLICH, 1978).

O volume de copa, calculado pelo sólido de rotação que melhor modela a copa de cada espécie, assim como o manto de copa, calculado como a área superficial deste mesmo sólido, podem, igualmente, ser em usados para calcular a produção e a produtividade. São, entretanto, de difícil obtenção e não produzem respostas sensivelmente melhores que a simples projeção de copa.

A proporção de copa ou porcentagem de copa corresponde à relação entre o comprimento da copa e altura total da árvore. Apesar das dificuldades de determinação do ponto de inserção da copa (MITSCHERLICH, 1978), esta variável (juntamente com características qualitativas da copa), é um indicador da vitalidade das árvores. Quanto maior a porcentagem de copa, tanto mais vital e produtiva é a árvore. Por outro lado, a proporção de copa atual de uma árvore dá indicativos do grau de concorrência por ela sofrido no passado, podendo ser usada nos modelos de concorrência (HASENAUER, 1994; MONSERUD & STERBA, 1994; DURLO, 1996).

Grau de esbeltez, também conhecido como relação h/DAP , é uma variável que caracteriza a estabilidade das árvores. Quanto mais alto o grau de esbeltez, tanto mais instável é a árvore. Em nossas latitudes esta variável perde um pouco em importância, mas pode indicar instabilidade contra o vento, ou mesmo servir como indicativo de desbastes em atraso, especialmente em povoamentos puros e equiâneos.

A relação entre o diâmetro de copa e o DAP, foi denominada índice de saliência. Este índice expressa quantas vezes o diâmetro de copa é maior que o DAP. Quando se prevê o manejo de um povoamento não pela sua idade, mas pelo diâmetro atingido por seus componentes, o número máximo de árvores por unidade de área, à medida em que as árvores forem crescendo, pode ser calculado pelo índice de saliência, se existir uma correlação significativa entre este e o DAP. STAMPFER (1995) usou a correlação entre o índice de saliência e o DAP de árvores solitárias de diversas espécies florestais européias para deduzir o número máximo de indivíduos que caberia em um hectare, sem que houvesse concorrência. Este índice pode, portanto, ser usado como indicador de desbaste. Em povoamentos mistos e inequiâneos, esta variável pode também ser usada para determinar, à qualquer tempo, o espaço a ser liberado ao redor de uma árvore selecionada, para que

esta cresça sem concorrência. A relação entre o diâmetro de copa e o DAP, elevada ao quadrado, corresponde ao índice de espaço vital. Quanto menor for este índice em média num povoamento, tanto maior será sua área basal e, provavelmente, também seu volume por hectare.

O índice de abrangência se calcula pela relação entre o diâmetro de copa e a altura total da árvore. Se existir uma correlação entre o índice de abrangência e a altura das árvores, este índice pode ser também usado como indicador de desbaste ao longo da vida do povoamento.

Formal de copa, denominou-se a relação entre o diâmetro de copa e a altura da mesma. Considerando uma mesma espécie e sítio, quanto menor o formal de copa, melhor é a produtividade da árvore. Isto se deve unicamente à relação entre o manto de copa e a área de projeção de copa. Se duas árvores da mesma espécie tiverem o mesmo diâmetro de copa, produzirá mais por unidade de projeção de copa aquela que tiver um menor formal, ou seja, aquela que tiver copa mais esbelta, pois terá maior manto de copa, para uma mesma área de projeção. O formal de copa serve como critério para a marcação de desbastes.

O objetivo deste trabalho a apresentação dos dados morfométricos, da relação hipsométrica entre diâmetro e altura, das funções de fator de forma, de fator de forma comercial e de altura formal, para *Cabralea canjerana*, em mata secundária nativa do RS.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho desenvolveu-se na Floresta Estacional Decidual do RS, no município de São João do Polêsine, localidade denominada Vale Vêneto, distante 45 Km da cidade de Santa Maria - RS. Nesta região foram segregados, subjetivamente, quatro estágios de desenvolvimento da vegetação florestal, a saber:

I - capoeirinha	(8-15 anos)
II - capoeira	(20-25 anos)
III - capoeirão	(40-50 anos)
IV - floresta	não explorada por corte raso

Para cada estágio foram estudadas quatro povoamentos (repetições), nos quais se estabeleceram parcelas circulares permanentes, para estudos da composição florística e do incremento das espécies ocorrentes. Ao longo da linha para a instalação das parcelas permanentes, foram também localizadas e identificadas 165 canjeranas, cobrindo uma ampla faixa diamétrica. De cada uma destas árvores mediu-se o DAP, a altura total, a altura até a inserção da copa e oito raios de copa, iniciando-se pelo raio posicionado no sentido norte, seguindo no sentido horário, para permitir a remedição no futuro.

Para o cálculo da relação hipsométrica, diâmetro/altura, foram testadas, para cada estágio de desenvolvimento, as funções de Keylwerth (STERBA, 1991), Petterson e Pollanschütz (ECKMÜLLNER, 1985). Posteriormente também foi utilizada a função de Näslund (PRODAN, 1965), para todas as árvores, sem segregá-las em estágios de desenvolvimento.

Foram também calculados o fator de forma (f) e o fator de forma comercial (fc). Como (f) entendeu-se volume real da árvore dividido pelo volume do cilindro de referência (com área transversal igual à área basal da árvore no nível do DAP e com altura equivalente à altura total da árvore). O volume da árvore, por sua vez, foi determinado a partir de medidas de diâmetro a diferentes alturas (0,3m; 1,3m e a seguir a cada 2,0m) nas árvores em pé, pelo uso do telerelascópio (BITTERLICH, 1984). Até a inserção da copa, o volume foi determinado segundo Smalian e, deste ponto até o ápice, calculado como cone. O fator de forma comercial (fc) corresponde à mesma relação anterior, porém o volume do cilindro de referência com altura somente até a inserção da copa e o volume real da árvore também calculado só até este ponto.

Para o cálculo do fator de forma (f) e do fator de forma comercial (fc), testou-se a função de POLLANSCHÜTZ (1974), utilizando-se o método stepwise.

$$f = b_0 + b_1 * \ln^2(DAP) + b_2 * \frac{1}{h} + b_3 * \frac{1}{DAP} + b_4 * \frac{1}{DAP^2} + b_5 * \frac{1}{(DAP * h)} + b_6 * \frac{1}{(DAP^2 * h)}$$

onde:

h = Altura total para f ou hc = Altura comercial para fc (dm)

DAP = Diâmetro a 1,3m do solo (dm)

b₀...b₆ = Coeficientes

Altura formal foi determinada somente para a altura comercial, utilizando-se a função de KENNEL (1973), cuja forma geral é:

$$\ln(fh) = b_0 + b_1 * \ln(DAP) + b_2 * \ln^2(DAP) + b_3 * \ln(hc) + b_4 * \ln^2(hc) + b_5 * \ln(DAP) * \ln(hc) + b_6 * \ln^2(DAP) * \ln(hc) + b_7 * \ln(DAP) * \ln^2(hc) + b_8 * \ln^2(DAP) * \ln^2(hc)$$

onde:

hf = Altura formal (m)

DAP = Diâmetro a 1,3 m do solo (cm)

hc = Altura comercial (m)

b₁ .. b₈ = Coeficientes

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Fator de forma, fator de forma comercial e altura formal

A Tabela 1 proporciona uma visão geral dos dados das 165 árvores tomadas para estudo. Os valores inferiores a 5,0 cm de diâmetro que aparecem na Tabela 1 não foram incluídos nos cálculos.

Mais importante que o valor médio é a observação da amplitude de variação dos dados (mínimo, máximo). Esta amplitude permitirá que se averigüe a existência de diversas relações morfométricas, através da análise de regressão: o resultados serão publicados em trabalhos posteriores.

TABELA 1: Valores médios, máximos e mínimos das características gerais das canjeranas estudadas (no parêntese: número de observações).

Variável	Canjerana (165)		
	Média	Mínimo	Máximo
Diâmetro (DAP) (cm)	20,70	2,80	51,30
Altura total (h) (m)	12,80	2,80	23,50
Altura comercial [hc] (m)	6,30	1,50	13,00
Grau de esbeltez (h/DAP)	70,60	29,80	173,00
Fator de forma (f)	0,55	0,40	0,94
Fator de forma comercial (fc)	0,84	0,67	1,07

Nos povoamentos estudados não foram encontradas árvores muito grandes: a maior canjerana apresentou pouco acima de 50 cm de diâmetro e uma altura total de 23,5 m. A altura comercial também apresenta uma grande amplitude de variação, com valores que oscilam na faixa de 1,5 a 13,0 m, o que é natural já que foram medidas árvores em diferentes estágios sucessionais. O valor mínimo do grau de esbeltez ficou abaixo de 30, enquanto que o máximo encontrado foi de 173. Esta grande variação induz a pergunta sobre a existência de correlação entre esta variável e as dimensões das árvores.

Observando-se o fator de forma, vê-se que existem canjeranas bastante cilíndricas (fator de forma 0,94), ao lado de outras com grande conicidade (fator de forma 0,4). O fator de forma comercial tem menor amplitude de variação, possuindo o valor médio em 0,84 e os extremos 0,76 e 1,07. Fatores de forma superiores à unidade devem-se ao eventual engrossamento do tronco pouco abaixo da inserção dos galhos, posição que foi definida como altura comercial.

No cálculo de função para o fator de forma, dos sete coeficientes da equação de POLLANSCHÜTZ (1974), apenas o da altura entrou como significativo, ao nível de 95 % de probabilidade. O fator de forma da canjerana nas condições do estudo pode ser calculado por:

$$f = 0,4155 + \frac{15,9009}{h}$$
 com um erro padrão de estimativa 0,050 e com coeficiente de determinação foi de 0,55.

Usando a mesma equação de Pollanschütz, selecionando as variáveis pelo procedimento stepwise, a função do fator de forma comercial da canjerana resultou em:

$$fc = 0,700155 + \frac{8,435625}{hc} + 0,020481 \cdot \ln^2(DAP) - \frac{0,028808}{DAP}$$

O coeficiente de determinação foi 0,48 e erro padrão 0,059.

A Figura 2 revela o comportamento do fator de forma em função da altura das canjeranas. Árvores pequenas tem alto fator de forma (acima de 0,7) que diminui rapidamente, tendendo a

estabilização, com valores abaixo de 0,5 , à medida que a altura aumenta.

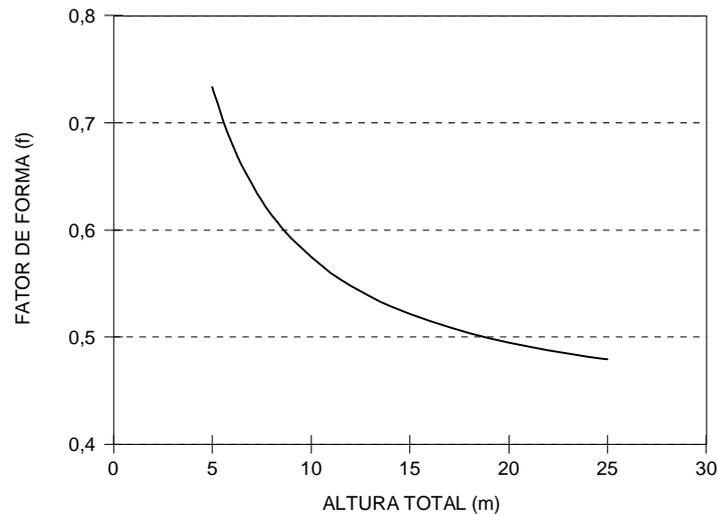


FIGURA 2: Comportamento do fator de forma da canjerana em função da altura.

Até a altura comercial, as canjeranas são bastante cilíndricas com fatores de forma comerciais acima de 0,7, (Figura 3). O fator de forma comercial é crescente com o aumento do DAP, porém decrescente com a altura comercial das canjeranas, como pode ser visto na Figura 3.

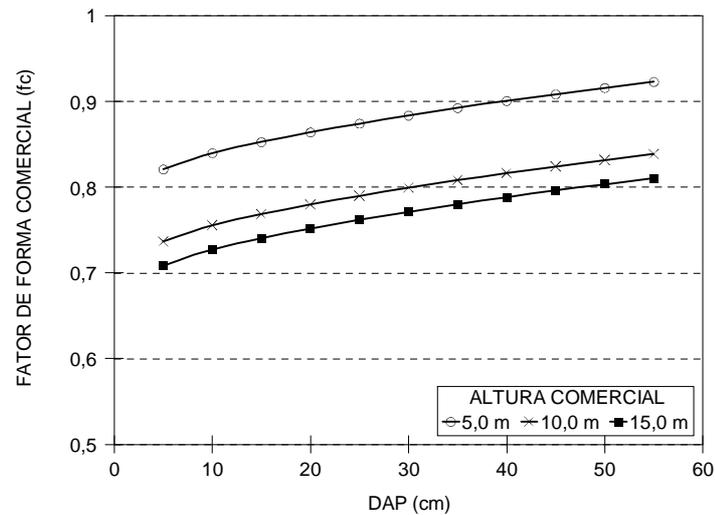


FIGURA 3: Gráfico da função do fator de forma comercial da canjerana para três alturas comerciais.

Dos nove coeficientes da função de KENNEL (1973), apenas quatro foram significativos no nível de 95% de probabilidade, para a descrição da altura formal comercial da canjerana. A altura formal (comercial) das canjeranas estudadas pode ser descrita por:

$\ln(hf) = 0,25161 + 0,6494 \cdot \ln(hc) + 0,0383 \cdot \ln(DAP) \cdot \ln(hc)$ com um coeficiente de determinação de 0,94 e um erro padrão de 0,064. Para três alturas comerciais, pode-se observar o comportamento da altura formal em função do DAP na Figura 4.

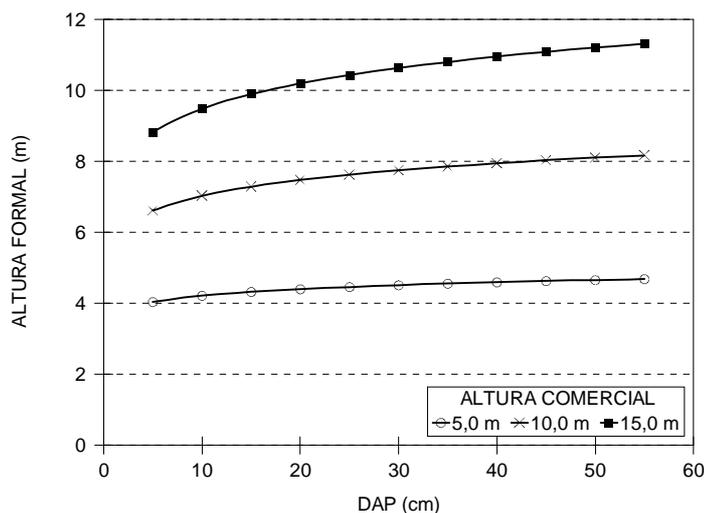


FIGURA 4: Altura formal da canjerana em função do DAP, para três alturas comerciais.

Pela pouca inclinação das curvas, especialmente para árvores mais grossas, observa-se que o DAP tem relativamente pouca influência sobre a altura formal. Esta influência é ainda tanto menor, quanto menor for a altura comercial.

Caracterização da copa

Valores médios, mínimos e máximos da morfometria de copa de canjerana encontram-se na Tabela 2. Os valores do comprimento de copa, calculados como a diferença entre altura total e altura comercial, variam de 0,3 até 18,6m. O diâmetro de copa também se movimenta numa grande faixa de variação. A grande variação verificada também nas demais características da copa (Tabela 2), possibilitarão avaliar sua modificação em função da altura e/ou do diâmetro das árvores (material em estudo).

A proporção de copa é muito variável em canjerana. Em média seu valor fica ao redor de 50%, mas também encontram-se indivíduos com apenas 10% de copa e outros com mais de 80%. Certamente esta amplitude pode ser atribuída aos diferentes graus de concorrência a que estão submetidas as árvores, mas também pode estar ligada às dimensões dos indivíduos. A questão agora é saber se, num mesmo estrato sociológico, ou seja num mesmo nível de concorrência, esta variável se modifica em função das dimensões das árvores. Também é importante conhecer o grau de influência desta variável sobre o crescimento. Em outras palavras, qual a porcentagem de copa mínima, necessária para que a canjerana produza normalmente. As respostas a estas questões estão sendo buscadas pelos autores, em experimento específico.

TABELA 2: Valores médios máximos e mínimos da morfometria de copa de canjerana (entre parêntese: numero de árvores observadas).

Variável	Canjerana (165)		
	Média	Mínimo	Máximo
Comprimento de copa [l] (m)	6,50	0,30	15,70
Diâmetro de copa [dc] (m)	4,30	1,00	10,40
Altura da inserção da copa (m)	6,30	1,50	13,00
Proporção de copa [l/h] (%)	49,20	10,70	83,30
Índice de saliência [dc/DAP]	21,70	12,80	35,70
Índice de abrangência [dc/h]	0,33	0,17	0,69
Formal de copa [dc/l]	0,74	0,29	3,33

A canjerana tem uma copa ao redor de 20 vezes o seu DAP, conforme nos revela o seu índice de saliência. A amplitude de variação deste valor não é tão grande. O menor valor não chega à metade da média e o maior não chega ao seu dobro. O índice de saliência pode ser usado como indicador do espaço necessário para cada árvore, ao ser atingido determinando diâmetro. Tomando-se o valor médio do índice de saliência (21,7) e aceitando-se que este é invariável com a mudança nas dimensões das árvores, para produzir canjeranas com 50 cm de DAP, ter-se-ia um diâmetro de copa de 10,85m (50cm x 21,7) e, supondo-se copas redondas, caberiam, aproximadamente, 110 árvores por hectare, sem que houvesse nenhuma concorrência entre elas.

Se um povoamento for manejado, não pela idade, nem pelo diâmetro-objetivo, mas pela altura das árvores (altura-objetiva), pode-se, então, usar o índice de abrangência, como um indicador da necessidade de intervenções silviculturais. Considerando o valor médio da Tabela 2, e supondo-se igualmente que o índice de abrangência da canjerana não muda com a altura, canjeranas com 20m teriam uma copa com diâmetro de 6,6m (20m x 0,33). Neste caso caberiam aproximadamente 230 canjeranas/ha, sem sofrerem concorrência.

Os valores mínimos e máximos do formal de copa (0,29 a 3,33) demonstram que existem grandes diferenças entre os indivíduos, com respeito a esta variável. Ou seja existem canjeranas com copas esbeltas (formal de copa baixo) e outras com copa achatadas, com diâmetro de copa superior a três vezes o seu comprimento. Para árvores européias afirma-se que esta variável não é influenciada pelo desbaste, possuindo um carácter genético (STERBA, 1991). Por esta razão, este índice pode ser utilizado na seleção das árvores a serem desbastadas: em igualdade de outras características, deve ser retirada a árvore com maior formal de copa.

Relação hipsométrica entre o diâmetro e altura

Os coeficiente e valores estatísticos das curvas hipsométricas testadas para a canjerana nos diferentes estágios de desenvolvimento (EST/n) encontram-se na Tabela 3 (altura e DAP em cm). Ao lado do estágio encontra-se o número de árvores observadas (n). No estágio I, o mais jovem, não foram encontradas canjeranas com DAP superior a 5,0 cm.

Apesar do número relativamente pequeno de observações, em especial nos estágios III e IV, qualquer um dos três modelos apresentados, pode ser usado para estimar a altura das canjeranas, em

função do DAP. (Alto nível de significância de F). A função de Petterson, em qualquer dos três estágios, mostrou-se mais adequada para esta tarefa, como se pode ver pelos melhores coeficientes de determinação.

TABELA 3: Coeficientes (a, b), coeficiente de determinação(r^2) e nível de significância do valor de F (Sig. F) para as funções de Keylwerth, Petterson e Pollanschutz para a estimativa da altura de canjerana.

Pesquisador	Função	EST/n	a	b	r^2	Sig. F
Keylwerth:	$\ln h = a + b * \ln DAP$	II / 92	0,8865	0,5623	0,71	0,000
		III / 40	1,4251	0,3888	0,62	0,000
		IV / 33	1,4964	0,3583	0,45	0,000
Petterson:	$1/\sqrt{(h - 1,3)} = a + b/DAP$	II / 92	0,2125	1,5228	0,85	0,000
		III / 40	0,2325	1,0521	0,64	0,000
		IV / 33	0,2235	1,3083	0,54	0,000
Pollanschutz:	$\ln (h - 1,3) = a + b/DAP$	II / 92	2,7986	-6,9387	0,79	0,000
		III / 40	2,8650	-6,8400	0,62	0,000
		IV / 33	2,9460	-8,8089	0,50	0,000

Observando os coeficientes a e b, pode-se verificar que o esperado paralelismo das curvas e seu deslocamento para a direita e para o alto (PRODAN, 1965) não se verifica claramente. Por esta razão utilizou-se também a função de Näslund citado por PRODAN (1965), para sistema jardinado, desta vez sem segregar os estágios de desenvolvimento.

TABELA 4: Número de observações(N), coeficientes (b_0 e b_1), coeficiente de determinação(r^2), nível de significância (Sig F,) erro padrão (s_e) para a função de Näslund para estimativa da altura de canjerana.

N	Função de Näslund	r^2	b_0	b_1	Sig. F	S_2
165	$h = \frac{DAP^2}{(b_0 + b_1 * DAP)^2} + 1,3$	0,95	1,291545	0,224510	0,000	0,54

O bom ajuste desta função pode ser verificada pelo alto nível de significância de F, pelo erro padrão relativamente pequeno e, principalmente, pelo alto coeficiente de determinação.

CONCLUSÕES

- Existe grande variação no grau de esbeltez, no índice de saliência, no índice de abrangência e no formal de copa das canjeras estudadas.

- O fator de forma e fator de forma comercial podem ser calculados pela função de Pollanschutz, com coeficientes de determinação de 0,55 e 0,48, respectivamente.

- A altura formal comercial pode ser descrita pela função de Kennel, com coeficiente de

determinação de 0,94

- Se forem segredados estágios de desenvolvimento, a função de Petterson, dentre as três equações testadas, é a que melhor descreve a relação entre diâmetro e altura, com coeficientes de determinação de 0,85, 0,64 e 0,54 para os estágios de desenvolvimento II, III e IV, respectivamente. Se os estágios de desenvolvimento não forem considerados, a função de Näslund para sistema jardinado pode ser usada para descrever esta relação, com um coeficiente de determinação de 0,95.

- A existência de grande amplitude da variação nas características de copa das canjeranas, requer a verificação de existência de relações entre estas variáveis e as dimensões das árvores.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABETZ, P.; OHNEMUS, K. Der Z-Baum-Bestockungsgrad (Definition, Herleitung, Anwendung) **Allg. Forst- u. J.-Ztg.** 165. Jg.,10-12: 177-185. 1994
- ASSMANN, E. **Waldetragskunde**. Bayr. Landw. Verlag. München. 1961. 490 p.
- BITTERLICH, W. **The Relascope Idea. Relative Measurements in Forestry**. Commonwealth Agricultural Bureaux. Farnham Royal. 1984. 242 p.
- BURGER, H. Baumkrone und Zuwachs in zwei hiebsreifen Fichtenbeständen. **Mitt. Schweiz. Anst. f. forstl. Vers. Wesen** 21: 147-176. 1939
- DURLO, M. A. **Zuwachsuntersuchungen und Einzelbaumwachstumsmodelle für *Cabralea glaberrima*, *Cedrela fissilis* und *Cordia trichotoma* in sekundären Laubmischwäldern Südbrasilien**. Dissertation. Institut für Waldwachstumsforschung. Universität für Bodenkultur. Wien. 175 p. 1996.
- ECKMÜLLNER, O. **Einheitshöhenkurven und Alters-Höhen-Durchmesser-Funktionen für Fichte und Buche im Lehrforst**. Diplomarbeit. Universität für Bodenkultur, Wien. 66 p. 1985.
- HASENAUER, H. Ein Einzelbaumwachstumssimulator für ungleichaltrige Fichten- Kiefern- und Buchen-Fichtenmischbestände. **Fostliche Schriftenreihe Universität für Bodenkultur**, Wien. Band 8, 152 p. 1994.
- HASENAUER, H. Dimensional relationships of open-grown trees in Austria. **Forest Ecology and Management** 96 (1997): 197-206. 1997.
- HASENAUER, H.; MOSER, M.; ECKMÜLLNER, O. Ein Programm zur Modellierung von Wachstumsreaktionen. **Allgemeine Forstzeitung** 4: 216-218. 1995.
- MAYER, R. Untersuchungen über die Kronengröße und Zuwachsleistung der Traubeneiche auf süddeutschen Standorten. **AFJZ** 129: 105-114. 151-163, 193-201. 1958.
- MITSCHERLICH, G. **Wald, Wachstum und Umwelt**. Eine Einführung in die ökologischen Grundlagen des Waldwachstums. Erster Band: Form und Wachstum von Baum und Bestand. II Auflage. J.D. Sauerländer's Verlag. Frankfurt am Main. 1978. 144 p.

- MONSERUD, R. A.; STERBA, H. **PROGNAUS** ein Einzelbaumsimulator für ungleichaltrige Bestände in Österreich. Abschlussbericht zum Forschungsprojekt: Bestimmung der Parameter des Waldwachstumssimulator **PROGNOSIS** für Österreichische Baumarten, gefördert von Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft (GZ 56.820/09-VA2b/94). 1994.
- POLLANSCHÜTZ, J. Formzahlfunktionen der Hauptbaumarten Österreichs. **Allgemeine Forstzeitung** 85: (12) 341-343. 1974.
- PRETZSCH, H Modellierung der Kronenkonkurrenz von Fichte und Buche in Rein- und Mischbeständen. **All. Forst- und Jagdzeitung**: 163 (11/12), 203-213. 1992.
- PRETZSCH, H Perspektiven einer modellorientierten Waldwachstumsforschung **Forstwissenschaftliches Centralblatt** 114 (1995), 188-209. 1995.
- PRODAN, M. **Holzmeßlehre**. J.D. Sauerländer's Verlag. Frankfurt am Main. 1965. 644 p.
- REININGER, H. **Zielstärken-Nutzung**. Zweite Auflage. Österreichischer Agrarverlag, Wien. 1987. 163 p.
- STAMPFER, E **Solitärdimensionen österreichischer Baumarten**. Diplomarbeit. Universität für Bodenkultur, Wien. 1995. 102 p.
- STERBA, H. **Forstliche Ertragslehre**. Heft 4. Institut für Waldwachstumsforschung. Universität für Bodenkultur. Wien. 1991. 160 p.
- STERBA, H. **Holzmeßlehre**. Berichte aus der Abteilung Holzmeßkunde und Inverturfragen. Heft 3. Universität für Bodenkultur. Wien, 1991. . 169 p.