

DETERMINAÇÃO DO PESO DO DESBASTE PARA FLORESTAS DE *Eucalyptus grandis* HILL ex MAIDEN, COM BASE NO ÍNDICE DE ESPAÇAMENTO RELATIVO

DETERMINATION OF THINNING INTENSITY FOR STANDS OF *Eucalyptus grandis*, HILL EX MAIDEN, ON THE BASIS OF RELATIVE SPACING INDEX

César Augusto Guimarães Finger¹ Paulo Renato Schneider²

RESUMO

O trabalho descreve a produção de um povoamento de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden, submetido a 4 pesos de desbaste (tratamentos) realizados aos 96 meses e repetido aos 124 meses após o plantio e regulados em função da área basal da testemunha não desbastada (100%), e demais tratamentos com a manutenção de 60%, 50% e 40 % da área basal da testemunha. O experimento foi instalado segundo o delineamento de blocos casualizados com 2 repetições, em parcelas de 400m². O índice de espaçamento relativo (S%) calculado para os três tratamentos de desbaste foi ajustado por regressão, o qual apresentou coeficientes angulares semelhantes, gerando retas paralelas. Por outro lado, os coeficientes de intercessão diminuíram com a redução do peso de desbaste. A variação da intercessão foi descrita por regressão, tendo como variável independente a percentagem de área basal mantida após o desbaste. Para a estimativa do Índice de Espaçamento foi definida a equação geral $S\% = -10,95540 + 0,09561 G_{\text{mant}} - 0,001951 G_{\text{mant}}^2 + 1,16672 h_{100}$.

Palavras-chave: Índice de Espaçamento relativo, desbaste, produção, *Eucalyptus grandis*.

ABSTRACT

The present work describes the production of a stand of *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden, which was submitted to 4 levels of thinning realized 96 months and repeated 124 months after planting and regulated as a function of basal area of the non-thinned control (100 %). Treatments with a maintenance of 60 %, 50 % and 40 % of the control basal area were conducted. The experiment was installed with a randomized block design with two replicates of 400 m² plots. Relative spacing index (S%) was calculated using regression analysis, which showed similar slope coefficients for the three treatments, creating parallels. On the other hand intercept coefficient decreased with thinning intensity. Intercept variation was described by regression with basal area after thinning as the independent variable. For determination of relative spacing index the following general equation was defined: $S\% = -10,9554 + 0,09561 G_{\text{mant}} - 0,001951 G_{\text{mant}}^2 + 1,16672 h_{100}$.

Key words: Relative spacing index, thinning, production, *Eucalyptus grandis*.

-
1. Engenheiro Florestal, Dr., Professor Adjunto do Departamento de Ciências Florestais. Centro de Ciências Rurais. Universidade Federal de Santa Maria. CEP: 97105-900. Santa Maria. RS.
 2. Engenheiro Florestal, Dr., Professor Titular do Departamento de Ciências Florestais. Centro de Ciências Rurais. Universidade Federal de Santa Maria. CEP: 97105-900. Santa Maria. RS.

INTRODUÇÃO

O crescimento das árvores em uma floresta depende de fatores intrínsecos a sua estrutura, representado pelo genótipo e, de fatores do ambiente, representados pela luz, temperatura, água, nutrientes, gás carbônico e clorofila.

A disponibilidade destes fatores em quantidades distintas, em diferentes locais, caracterizam os sítios florestais. Estes representam a interação de fatores como: a) climáticos: temperatura, precipitação, vento e insolação; b) solo: através de suas características físicas, químicas e biológicas, c) topográficos: representados pela inclinação do terreno, altitude e exposição; d) competição: os quais representam a influência de outras árvores, vegetação de menor porte e de animais (HUSCH,1982). Tais fatores interagidos formam um ambiente extremamente variável propício ao desenvolvimento de uma espécie, podendo este mesmo local ser inadequado à sobrevivência de outras.

A mudança nas quantidades de alguns destes fatores é possível ser conseguida dentro de certos limites, através de práticas mais ou menos onerosas, como a adubação, desagregação de camadas profundas do solo, drenagem, entre outras.

Por outro lado, após o estabelecimento de uma floresta, é possível também modificar um pouco as condições ambientais através de práticas de manejo como a poda, para a retirada de galhos secos e daqueles que não mais contribuem com o crescimento; como também o desbaste através do qual se aumenta o espaço de crescimento das árvores remanescentes, com melhor qualidade e maiores dimensões, o que, certamente, se traduz no aumento de seu valor comercial e, conseqüentemente, da renda do produtor.

Assim, os tratos silviculturais talvez sejam os investimentos que menos oneram e que trazem o maior retorno na forma de qualidade da produção de madeira e de renda da floresta.

Um destes tratos, o desbaste, tem sido motivo freqüente de pesquisa visando conhecer, para as distintas espécies, e em diferentes sítios, a época e peso mais apropriados para sua aplicação, traduzida pela quantidade de árvores a retirar do povoamento, que permita maximizar os benefícios desta intervenção.

Neste sentido, o presente trabalho buscou determinar o peso de desbaste a ser aplicado em uma floresta de *Eucalyptus grandis*, usando como indicador o Índice de Espaçamento Relativo (S%), definido por Hart e Becking (Hart, 1928; Becking, 1953 apud KRAMER, 1988).

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A densidade de uma floresta representa o grau de aproveitamento do solo pelas árvores, sendo expressa, principalmente, em termos de área basal, volume, número de árvores (SCHNEIDER, 1993), como também pela superfície de copas por unidade de área, por índices que relacionam diferentes variáveis dendrométricas como o "Stand Density Index" (SDI), segundo REINECKE (1933); o Índice de Espaçamento Relativo (S%), definido por Hart e Becking, (Hart,

1928; Becking, 1953 apud KRAMER, 1988), entre outros.

Todos os índices e variáveis dendrométricas usados para quantificar a densidade buscam também expressar o grau de competição entre as árvores e sua capacidade de crescimento.

Para a regulação da densidade e do grau de competição, o desbaste é empregado, pois permite ampliar o espaço vital e, com isso, obter um maior crescimento em diâmetro das árvores remanescentes, permitindo que o terreno seja ocupado por árvores de melhor qualidade e sanidade (SCHULTZ, 1969).

Os desbastes devem ser realizados de acordo com a necessidade, expressa pelo desenvolvimento das árvores do povoamento e objetivo da produção.

A intensidade de desbaste, representada pelo peso de desbaste (percentagem a ser retirada) e ciclo (período entre duas intervenções de desbaste) deve então ser definida segundo caracteres técnicos e econômicos, observados os objetivos da produção em cada secção da floresta (SCHNEIDER, 1993), pois nas secções tem-se a mesma espécie e mesma capacidade de produção (sítio florestal).

De forma geral, pode-se afirmar que o primeiro e o segundo desbaste determinam o tipo, a qualidade e a quantidade de madeira a ser obtida por ocasião da colheita final (ALVES, 1982). Desbastes, de forma geral, trazem a redução da produção total da floresta, porém permitem o maior crescimento das árvores individuais e, com isso, o aumento do valor das mesmas, devido ao melhor aproveitamento industrial, entre outros.

ASSMANN (1970) analisando a reação dos povoamentos a desbastes, observou que as árvores remanescentes aumentavam rapidamente o incremento, devido ao melhor aproveitamento dos fatores ambientais, denominando esta observação como efeito de aceleração de crescimento. Este efeito é dependente da idade de aplicação dos desbastes e do peso dos mesmos, sendo que desbastes realizados na fase juvenil tendem a produzir, temporariamente, maior crescimento.

A análise dos dados de um experimento de desbaste em *Pinus elliottii* E. , conduzido com 3 tratamentos redutores de densidade em relação a testemunha não desbastada, não permitiu observar o efeito descrito por ASSMANN (1968, 1970). Os resultados demonstraram ainda um grau de estoqueamento crítico da ordem de 0,87 para o período de observação de 7,5 anos à 25,5 anos de idade do povoamento, e desbastes de 25 %, 50% e 75% da área basal em relação a testemunha não desbastada levou a uma perda de produção de 9%, 20% e 54%, respectivamente (GLUFKE, 1996; GLUFKE *et al.*, 1997).

FLOTZ *et al.* (1967) relatam sobre um estudo com *Pinus* sp. que: remoções de 35% e 40% do nível máximo de área basal não influenciou a taxa de crescimento em volume do povoamento; mas que remoções superiores a 40% da área basal máxima resultaram num marcante declínio da produção.

Existem vários métodos para regular a densidade do povoamento, em função do produto final desejado. Estes tomam como fator de controle diferentes variáveis como, por exemplo, o Método inglês que é executado retirando 70% do valor máximo do incremento médio anual; o Método de Abetz, o qual considera a relação h/d, executando o desbaste quando esta for superior a

1; o Método Mexicano que considera a taxa de incremento em percentagem na determinação do peso; o Método Stand Density Index (SDI), REINECKE(1933), que considera o número máximo de árvores quando o diâmetro da árvore de área basal média for 25cm; o Método de Hart-Becking, proposto por Hart em 1928, determina o número de árvores em função da relação entre o espaço e a altura dominante; entre outras tentativas de regular o espaço de crescimento (SCHNEIDER, 1993). Este método de baseia-se no conceito de que uma árvore de determinada dimensão deveria ter espaço suficiente para seu diâmetro de copa. Para expressar esta dimensão os autores determinaram um valor relativo "S%", também conhecido como Índice de Espaçamento Relativo, calculado entre o espaçamento médio entre as árvores e a altura dominante do povoamento. A determinação dos parâmetros para o emprego deste método é extremamente simples, permitindo obter rapidamente o número de árvores a ser retirada no desbaste para um determinado índice "S%" desejado para a espécie e determinado por experimentos de desbaste. A utilização da altura dominante na determinação do índice permite torná-lo independente da qualidade do sítio, haja visto que esta grandeza, dentro de certos limites, é independente do sítio e, normalmente, não afetada por desbastes por baixo.

De acordo com Assmann (1960), Schober (1967) apud KRAMER (1987), o Índice de Espaçamento Relativo na determinação da densidade do povoamento tem a desvantagem de, mesmo em povoamentos não desbastados, mudar de valor com o aumento da idade.

Esta observação deve-se ao estreitamento das copas em povoamentos não desbastados, conseqüência da redução de sua profundidade, decorrente da competição excessiva entre árvores estando, mesmo as árvores dominantes, em certo grau, também sujeitas a este efeito. Com isso, duas árvores dominantes com mesma altura, uma crescendo em povoamento desbastado e outra em povoamento não desbastados terão espaços de crescimento diferentes e, certamente, diâmetros diferentes.

FISHWICK(1975) usou o S% em experimentos de desbaste com *Pinus elliottii* determinando que a produção em área basal é máxima quando o S% atinge 21% , o que ocorreu entre as idades de 8 e 9 anos. Quando o S% cai para 16%, a competição é severa, perdendo-se até 25% do incremento potencial. Recomenda o autor que povoamento em idade de primeiro desbaste, este deveria ser executado com um peso que leva-se o S% para 21%.

MATERIAL E MÉTODOS

Caracterização geral da área do experimento

O experimento de desbaste em floresta de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden foi instalado em uma floresta de propriedade da Todeschini S. A, situada na localidade de Cordilheira, Serra do Piquiri, sul do município de Cachoeira do Sul, RS, limitada pelas coordenadas geográficas de 30° e 31° latitude sul e 52° e 53° de longitude oeste.

A altitude da região varia entre 100 e 500 m acima do nível médio do mar, e o clima é do tipo Cfb/g, definido pela temperatura do mês mais quente inferior a 22 °C e a do mês mais frio entre

-3° a 18 °C.

As precipitações ocorrem durante todos os meses do ano, sendo junho o mês mais chuvoso e dezembro o menos chuvoso, com 166 mm e 94 mm, respectivamente. A precipitação média anual é de 1606 mm (MORENO, 1961).

O solo da área experimental faz parte da unidade de mapeamento Pinheiro Machado. Trata-se de solos litólicos, bem drenados, coloração escura, textura média, com percentagens elevadas das frações mais grosseiras (areia grossa e cascalhos), tendo como material de origem o granito (LEMOS, 1973).

A implantação da floresta ocorreu entre julho e agosto de 1981, obedecendo, aproximadamente, ao espaçamento 2,0 x 3,0 metros, com um total de 1666 árvores por hectare, no momento do plantio.

Instalação do experimento e delineamento experimental

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com 4 tratamentos e 2 repetições. As parcelas tiveram dimensões de 20 x 20 metros, perfazendo 400 m² de área útil por parcela. A bordadura intra-blocos foi de 3 linhas de árvores (6m) e das parcelas de 4 árvores (8m). As parcelas foram identificadas por placas metálicas, onde constam informações sobre o experimento, número do bloco, número da parcela e o tratamento aplicado.

Todas as árvores úteis das parcelas foram identificadas com uma plaqueta de alumínio, com o tratamento e o número da árvore na parcela correspondente.

Os tratamentos foram definidos pela área basal mantida em relação à testemunha, sem desbaste e caracterizados por::

T1 = Tratamento 1: Testemunha - sem desbaste;

T2 = Tratamento 2 : manutenção de 60% da área basal da testemunha;

T3 = Tratamento 3 : manutenção de 50% da área basal da testemunha;

T4 = Tratamento 4 : manutenção de 40% da área basal da testemunha.

Para a determinação do S% foram considerados os dados dendrométricos e do número de árvores por hectare resultantes de duas execuções de desbaste realizadas segundo os tratamentos acima descritos. Estes desbastes foram realizados aos 96 meses e repetidos aos 124 meses de idade da floresta permitindo avaliar o efeito da liberação das copas sobre o crescimento das árvores remanescentes. Depois destas duas operações o povoamento florestal permaneceu sem intervenções até o corte final.

Na execução dos desbastes foram considerados os seguintes critérios:

a) No primeiro desbaste, definição das “árvores futuro”, observando sua qualidade geral e distribuição espacial ;

b) Retirada, prioritariamente, das árvores com características qualitativas inferiores, tais como: quebradas, bifurcadas, suprimidas, doentes, etc.

Informações coletadas e análise do experimento

A idade foi determinada em meses, contados da data de plantio do povoamento, a partir das informações cadastrais.

Nas parcelas foram medidos os DAP's (diâmetro a altura do peito), com precisão de décimos de centímetros, de todas as árvores úteis das unidades experimentais. Esta medida foi tomada com fita métrica sob a posição do DAP previamente marcada nas árvores. As alturas de todas as árvores foram medidas, com precisão de décimos de metro com o hipsômetro de Blume-Leiss.

O experimento foi medido e analisado anualmente, fornecendo informações sobre o crescimento e a produção da floresta, para cada um dos tratamentos de intensidade de desbaste testados.

A partir das variáveis dendrométricas levantadas nos tratamentos com diferentes pesos de área basal retirados nos desbastes foi calculado o Índice de Espaçamento Relativo (S%) resultante em cada tratamento, pela expressão:

$$S\% = EM / h_{100} * 100 \quad (1)$$

Onde: S% = índice de espaçamento relativo; EM = espaçamento médio entre árvores em metros; h_{100} = altura dominante de Assmann em metros.

O EM, em metros lineares, foi calculado pela raiz quadrada da razão entre a área do hectare e o número de árvores existentes após o desbaste.

Os valores de S% calculados pela expressão 1 foram, posteriormente, ajustados por equação de regressão para diferentes alturas dominantes e diferentes intensidades de desbaste. Também foi comparada a produção total de cada tratamento de desbaste em relação a testemunha não desbastada.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

As observações da variáveis dendrométricas aos 96, 124 e 189 meses de idade do povoamento florestal permitiram calcular o Índice de Espaçamento Relativo (S%) e a altura dominante (h_{100}), os quais encontram-se na Tabela 1. Os valores de Índice de Espaçamento Relativo apresentados em negrito não foram usados nos cálculos das funções, pois representam o povoamento não desbastado ou após o período de desbaste (189 meses) sendo apresentados somente para efeito de comparação.

O ajuste de um modelo de regressão linear aos dados de S% como função da altura dominante para cada peso de desbaste resultou em equações com alta precisão para descrever a variação deste Índice ($r^2=0,99$ e $Sy\%=0,18$). Na Tabela 2 são apresentados os coeficientes calculados para a equação 2, todos significantes ao nível de 1% de probabilidade de confiança:

TABELA 1: Variáveis dendrométricas observadas e calculadas em um experimento de desbaste em *Eucalyptus grandis*.

Área basal mantida após o desbaste (%)	Idade (meses)	S %	h ₁₀₀ (m)
100	96	11,0	24,2
	124	10,0	27,1
	189	8,0	35,6
60	96	13,8	23,3
	124	15,7	25,0
	189	11,9	35,8
50	96	14,4	22,7
	124	18,1	26,0
	189	13,7	36,0
40	96	14,5	22,1
	124	20,1	27,1
	189	16,2	35,0

$$S\% = b_0 + b_1 h_{100} \quad (2)$$

Onde: S% = Índice de Espaçamento Relativo; h₁₀₀ = altura dominante de Assmann em metros; b₀, b₁ = coeficientes.

TABELA 2: Coeficientes da equação para estimar o Índice de Espaçamento Relativo (S%) - como função da altura dominante.

Área basal mantida no desbaste (%)	b ₀	b ₁
40	-10,25200	1,12000
50	-11,05151	1,12121
60	-12,24118	1,11765

Nos dados da Tabela 2, observa-se a pouca variação apresentada pelo coeficiente angular (b₁), os quais geraram retas paralelas entre si, mas com níveis diferentes em resposta aos diferentes pesos de desbaste.

Por outro lado, os coeficientes de intercepto (b₀), variaram de forma decrescente com o aumento da área basal mantida; isto é diminuíram com a redução do peso de desbaste.

O cálculo de uma equação de regressão conjunta, isto é, com os dados dos três tratamentos de desbaste, nas duas idades, gerou uma curva média representada por:

$$S\% = - 12,32916 + 1,16672 h_{100} \quad (3)$$

com r² = 0,86315 e erro padrão da estimativa = 6,39%.

A modelagem da equação para estimativa de b₀ em função do peso do desbaste, expresso

pela percentagem de área basal mantida após o desbaste (G_{mant}), resultou na equação 5, a qual apresentou $r^2 = 0,98734$ e erro padrão da estimativa = 1,42%, sendo expressa por:

$$b_0 = - 10,95540 + 0,09561 G_{\text{mant}} - 0,001951 G_{\text{mant}}^2 \quad (4)$$

Substituindo-se o coeficiente de intercepto da equação 3 pela equação 4 obteve-se uma nova equação para estimar o Índice de Espaçamento Relativo, expressa por:

$$S\% = - 10,95540 + 0,09561 G_{\text{mant}} - 0,001951 G_{\text{mant}}^2 + 1,16672 h_{100} \quad (5)$$

Na Figura 1, observa-se a variação dos Índices de Espaçamento Relativo desejado, para os diferentes pesos, após a execução de desbaste, (valores calculados com a equação 5).

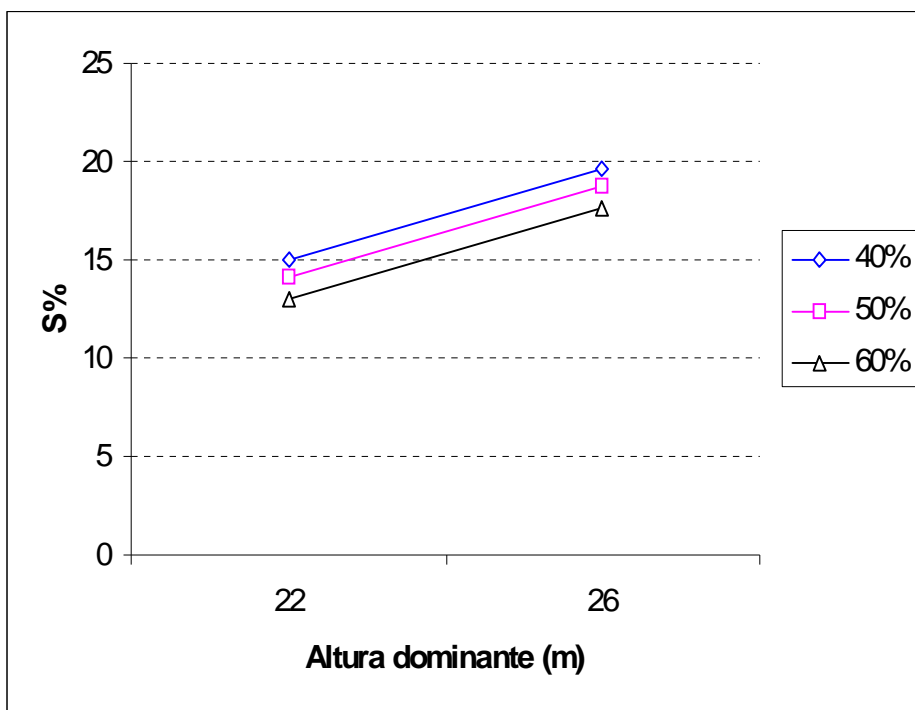


FIGURA 1: Índice de Espaçamento Relativo (S%) em função da altura dominante para três pesos de desbaste para *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden.

Os resultados da Figura 1 mostram o aumento do Índice de Espaçamento Relativo com o crescimento da altura dominante para qualquer quantidade de área basal mantida após o desbaste. Por outro lado, a magnitude deste Índice diminuiu para uma mesma altura dominante com o aumento da área basal mantida após o desbaste.

Resultados desta ordem, também foram publicados nas Tabelas de Produção para povoamentos desbastados de *Eucalyptus grandis* na África do Sul, (Van Laar apud FAO, 1979) onde o S% variou entre 21 e 24,5 % para alturas dominantes entre 9,8 e 13,0 m.

CONCLUSÕES

Os resultados do presente trabalho permitem concluir que:

a) O Índice de Espaçamento Relativo (S%) para os tratamentos desbastados pode ser estimado como função da altura dominante de Assmann, com boa precisão estatística através da equação:

$$S\% = - 10,95540 + 0,09561 G_{\text{mant}} - 0,001951 G_{\text{mant}}^2 + 1,16672 h_{100} ;$$

b) As funções para descrever o Índice de Espaçamento Relativo apresentaram coeficiente de inclinação comum, produzindo retas paralelas, enquanto o intercepto foi calculado por regressão como função do peso de desbaste, possibilitando descrever o Índice de Espaçamento Relativo para diferentes pesos de desbaste e alturas dominante de acordo com o desenvolvimento do povoamento.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

ALVES, M. A. A. **Técnica de produção florestal: fundamentos, tipificação e métodos**. Lisboa: Instituto Nacional de Investigação Científica, 1982. 331p.

ASSMANN, E. **Principles of forest yield study**. New York: Pergamon Press, 1970. 506p

ASSMANN, E. Zur Theorie der Grundflächenhaltung. **Fw. Gbl.** v.78, n. 32, p. 321-330. 1968.

FAO. **Eucalyptus for planting**. Rome: FAO,1979. 677p.

FISHWICK, R. W. Uso do percentual de espaçamento relativo de Hart-Becking para o controle dos desbaste. Brasília: **Prodepef-IBDF**, 1975. 7p.

GLUFKE, C. Crescimento de *Pinus elliottii* Engelm em povoamento desbastado. Santa Maria:UFSM,1996 73p. Dissertação (Mestrado em Eng. Florestal).

GLUFKE, C.; FINGER, C.A.G.; SCHNEIDER,P.R. Crescimento de *Pinus elliottii* Engelm sob diferentes intensidades de desbaste. **Ci. Flor.** v.7, n.1, p.11-25, 1997

HUSCH, B; MILLER, I. C; BEERS, T. W. **Forest mensuration**. New York: J.Wiley, 1982. 402p.

KRAMER, K. **Waldwachstumslehre**. Hamburg: P.Parey, 1988. 374p.

REINECKE, L.H. Perfecting a stand-density-index for even aged forests. **J.Agr. Res.** n.46, v.7, p. 627-638, 1933.

SCHNEIDER, P. R. **Introdução ao manejo florestal**. Santa Maria: UFSM, 1993. 348p.

SCHULTZ, J. P. **Curso de Silvicultura I**. Merida: Universidade de Los Andes, Centro de Estudios de Posgrado, 1969. 29p.