

**EFEITOS ECONÔMICOS DE DIFERENTES PROGRAMAS DE DESBASTE EM
POVOAMENTOS DE *Pinus elliottii***

ECONOMIC EFFECTS OF DIFFERENT THINNING PROGRAMS of *Pinus elliottii*

Peter Spathelf¹ Irene Seling²

RESUMO

Foi estudado o efeito de diferentes programas de desbaste (desbaste leve, médio e pesado) em povoamentos de *Pinus elliottii* sobre a rentabilidade calculada por meio da taxa interna de retorno. Os povoamentos amostrados foram plantados no ano 1976 em espaçamento de 2 X 2 m. A determinação da intensidade de desbaste foi feita mediante o índice de densidade de Reinecke (SDI). O volume desbastado foi avaliado conforme os sortimentos de *Pinus elliottii* segundo a tabela de produção de SCHNEIDER & OESTEN (1991) e os custos/preços do ano 1998 fornecidos pela AGEFLOR, Porto Alegre. A maior taxa interna de retorno obteve-se em desbaste leve com 15 anos de rotação e uma densidade inicial de 2.500 árvores por hectare. A menor taxa interna de retorno também ocorreu com desbaste leve, mas em 45 anos e com uma densidade no plantio de 1.500 árvores. No geral, a taxa interna de retorno diminuiu com o aumento do período de rotação. Uma análise de sensibilidade mostrou que o preço obtido pela madeira é a variável mais sensível por influenciar a rentabilidade.

Palavras-chave: Intensidade de desbaste, taxa interna de retorno, *Pinus elliottii*.

ABSTRACT

The effect of different thinning programs (light thinning, medium and heavy thinning) on the internal rate of return was studied in stands of *Pinus elliottii*. The sampled stands were planted in 1976 with an initial spacing of 2 x 2 m. Thinning intensity was expressed by the stand density index of Reinecke (SDI). Thinned volume was determined using the assortment tables of SCHNEIDER & OESTEN (1991) and costs/prices of the year 1998 of the Association of Forest Enterprises of Rio Grande do Sul (AGEFLOR). The highest internal rate of return was obtained with a light thinning with a rotation length of 15 years and an initial density of 2500 trees. The lowest internal rate of return resulted from a light thinning, but in 45 years and with an initial density of 1500 trees. In general, the internal rate of return diminished with increasing rotation

1. Engenheiro Florestal, Dr., Professor Visitante (Programa de Intercâmbio CAPES/DAAD) do Departamento de Ciências Florestais, Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, CEP 97105-900, Santa Maria (RS).
2. Engenheira Florestal, Dr.^a, Professora Visitante do Departamento de Ciências Florestais, Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, CEP 97105-900, Santa Maria (RS).

length. A sensitivity analysis showed that timber price was the most sensitive variable to influence profitability.

Key words: Thinning intensity, internal rate of return, *Pinus elliottii*.

INTRODUÇÃO

O início dos grandes reflorestamentos, com os gêneros *Pinus* e *Eucalyptus*, no Brasil, datam dos anos 60. Os incentivos fiscais, o aumento da demanda de madeira juntamente com a diminuição dos recursos florestais provocou um aumento da produção florestal. Apesar disso, hoje, as áreas florestais plantadas abrangem somente 7 milhões de hectares (florestas nativas no Brasil: 566 milhões hectares; BROWN *et al.*, 1997).

A produção de um povoamento depende da espécie, da idade, do sítio e da densidade do povoamento no final da rotação. Nesse conjunto de fatores, a densidade do povoamento merece destaque por ser uma grandeza importante para a condução do crescimento diamétrico. A regulação da densidade de um povoamento pode ser realizada de maneira natural (autodesbaste ou "self thinning") ou por intervenções humanas (desbastes) (ASSMANN, 1970; SPIECKER, 1983).

Por meio de desbastes, busca-se, em geral, uma aceleração do crescimento do diâmetro das árvores remanescentes no povoamento. O objetivo não é só o aumento do crescimento em diâmetro, mas também uma concentração desse crescimento em um menor número de árvores (ASSMANN, 1970).

A espécie florestal analisada, *Pinus elliottii*, é amplamente utilizada no Brasil, sendo conhecida por pinheiro americano. Trata-se de uma espécie subtropical com área de distribuição natural no sudeste dos EUA. Sua madeira clara é utilizada na indústria mobiliária, indústria de celulose e papel, e na construção civil.

No Brasil, povoamentos de *Pinus elliottii* são plantados com uma densidade de 1.500 até 2.500 de árvores por hectare. Frequentemente, a madeira produzida é de má qualidade e de pequena dimensão por causa da falta de manejo e, por isso, a relação benefício/custo é muito desfavorável. A maioria das empresas florestais trabalha com dois até quatro desbastes. No Rio Grande do Sul, em geral, a rotação acontece entre vinte a 25 anos, quando é efetuado o corte final, em forma de corte raso (SCHNEIDER *et al.*, 1991).

Desbastes fortes podem provocar perdas no crescimento em volume (ALTHERR, 1971; GLUFKE *et al.*, 1996). Porém, eles possibilitam um aumento na produção de sortimentos valiosos (ASSMANN, 1970; REINSTORF, 1970; SCHNEIDER, *et al.* 1991). O equilíbrio entre as perdas esperadas no crescimento em volume e os lucros gerados pelos sortimentos é a base para a determinação do peso e da intensidade de desbaste (ASSMANN, 1970).

Nesse contexto, ASSMANN (1970) introduziu o conceito da área basal crítica, abaixo da qual podem ser esperadas perdas no crescimento em volume. Além disso, ABETZ (1975) definiu curvas-guias, orientadas no número de árvores, para conduzir povoamentos puros equiâneos.

Assim, pode-se considerar que desbastes levam à concentração do crescimento nas árvores de alto vigor e valor num povoamento. No entanto, com desbastes pesados, perdas no crescimento volumétrico são mais prováveis, mas, dentro de certos limites, essas perdas podem ser compensadas mediante a melhoria da estrutura nos sortimentos. Com desbastes muito pesados, também podem ser esperadas perdas no incremento em valor.

Em vista disso, o objetivo do presente trabalho é avaliar os efeitos econômicos de diferentes programas de desbastes em povoamentos de *Pinus elliottii*, tomando por base a taxa interna de retorno.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Regulação da densidade do povoamento por meio do desbaste; crescimento em volume e diâmetro

A produção quantitativa e qualitativa de um povoamento é influenciada tanto pelo sítio como pelo tratamento silvicultural (especialmente o desbaste). Desbastes aumentam o espaço vital das árvores, permitindo a expansão da copa e raiz. Por outro lado, o crescimento do tronco é estreitamente relacionado ao desenvolvimento da copa (SPIECKER, 1983). A escolha de intensidades e intervalos apropriados de desbaste leva a diâmetros maiores e a melhoria da qualidade de madeira sem-perdas significativas de volume (ASSMANN, 1970). Em geral, o primeiro e segundo desbastes determinam a quantidade e qualidade da madeira que pode ser esperada no corte final (ALVES, 1982).

Nesse sentido, com desbastes pode-se dirigir a capacidade do sítio aos indivíduos com alto valor de um povoamento e evitar falsa alocação dessa capacidade aos indivíduos não-desejados ou àqueles com um valor baixo (SCHULTZ, 1969).

Os desbastes, freqüentemente, são regulados pela área basal. Sobre a área basal em povoamentos desbastados e não-desbastados ASSMANN (1970) definiu os seguintes conceitos: área basal máxima que ocorre em povoamentos não-desbastados; área basal ótima que leva ao crescimento máximo em volume; e, finalmente, a área basal crítica que permite 95% do crescimento máximo em volume.

FLOTZ *et al.* (1967) expuseram, em um trabalho sobre *Pinus sp.*, que o rebaixamento da área basal máxima para 35 ou 40% não influenciou a taxa de crescimento em volume do povoamento; porém, o rebaixamento da área basal máxima por mais de 40% levou a uma diminuição nítida do crescimento volumétrico.

GLUFKE (1996) descobriu um índice crítico de densidade (relação entre a área basal medida e área basal máxima) de 0,87 para *Pinus elliottii*. Mostrou que desbastes com redução da área basal de 25%, 50% e 75% em relação à área basal da amostra não desbastada, provocaram uma redução em volume de 9%, 20% e 54% respectivamente.

O efeito dos desbastes sobre o crescimento em diâmetro é diretamente proporcional à

intensidade (ASSMANN, 1970). Em um estudo com *Eucalyptus grandis* no Transvaal, África do Sul, foram observadas em um povoamento fortemente desbastado perdas no crescimento volumétrico de 15% em relação a povoamentos não-desbastados. Por outro lado, houve a duplicação do crescimento em diâmetro (FAO, 1981).

No passado, além da área basal, foram empregados vários outros métodos para a regulação da densidade de um povoamento. Entre outros, foram desenvolvidas as curvas-guias do número de árvores (veja ABETZ, 1975) e os chamados diagramas de controle de densidade de povoamentos (stand density management diagrams conforme DREW & FLEWELLING; 1979, DEAN & BALDWIN, 1993; NEWTON & WEETMAN, 1994).

Um diagrama de controle de densidade de povoamento mostra, em um sistema de coordenadas duplo-logarítmico, a mudança entre a dimensão média das árvores e o número de árvores por unidade de área em relação ao tempo. Depois do plantio ou da regeneração de um povoamento, as árvores crescem enquanto houver disponibilidade de recursos no sítio. A competição das árvores compromete o crescimento. A dimensão média do tronco aumenta com a diminuição do número de árvores. Nessa fase, a linha da dimensão média das árvores, em relação ao número de árvores, aproxima-se a uma reta com inclinação negativa. REINECKE (1933), estudando várias espécies florestais, encontrou uma inclinação média dessa reta de cerca de menos um ponto seis.

Um pressuposto importante, para o emprego do diagrama de controle de densidade de povoamento, é a transferibilidade da relação diâmetro-densidade a outros sítios. DREW & FLEWELLING (1979) demonstraram, para *Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco, a possibilidade do emprego de diagramas de controle de densidade de povoamentos. DEAN & BALDWIN (1993) desenvolveram um diagrama de controle de densidade de povoamento para *Pinus taeda* com um leque de curvas de altura e um leque de curvas SDI (Stand Density Index). As distâncias entre as linhas de SDI podem ser usadas como base para a condução da densidade do povoamento e, portanto, para o desbaste.

Rentabilidade e taxa de juros

Sob a perspectiva de gestão empresarial da produção florestal, dois conceitos de taxa de juros são distinguidos: a taxa de juros subjetiva (arbitrária, exigida) e a taxa de juros objetiva (interna, efetiva, real). A taxa de juros subjetiva tem a função de administração para a formação da empresa. Ela pode, dentro de certos limites, ser escolhida livremente em dependência da capacidade do sítio, do potencial de crescimento da espécie e da situação geográfica-climática do local.

A taxa interna de retorno (sinônimo de rentabilidade) depende dos resultados reais do tratamento do povoamento. Em contraposição à taxa de juros subjetiva (subjetivamente determinada), a taxa interna de retorno é determinada com base em acontecimentos reais. A taxa de juros subjetiva, exigida pelo proprietário da floresta para seu capital (povoamentos e terra), e a taxa interna de retorno, efetivamente realizada, podem ser iguais, porém, na maioria das vezes, são diferentes.

Programas de desbaste com receitas e despesas diferentes, tanto em quantidade como no tempo de execução, representam investimentos na área da produção biológica. Para responder a

pergunta de qual é o "melhor" investimento, necessita-se de um critério que permita elaborar um ranking de alternativas. Isso pode ser obtido pelo método de valor líquido presente (soma dos rendimentos líquidos descontados) e o método de taxa interna de retorno.

Para o cálculo do valor líquido presente é necessária uma taxa de juros subjetiva. Em primeiro lugar, a fixação do valor da taxa depende do investimento ser próprio, ou financiado por terceiros. No primeiro caso, a taxa de juros subjetiva deve ser, pelo menos, tão grande quanto a taxa interna de retorno. Se o investimento for financiado por terceiros, é necessário usar, pelo menos, a taxa de juros para os créditos. O método de taxa interna de retorno evita a dificuldade da escolha de "certa" taxa de juros. Esse método considera a taxa interna de retorno como uma grandeza desconhecida. Quanto maior for a taxa de juros de um investimento planejado, tanto "melhor" é esse investimento.

Para o cálculo da taxa interna de retorno de um determinado tratamento florestal, todas as receitas e despesas, começando com o plantio do povoamento até o fim da rotação, são consideradas. As receitas abrangem a do corte final sem as despesas com o corte na idade da rotação, bem como as receitas dos desbastes nas diferentes idades do povoamento, também sem as despesas com esses cortes. Nas despesas, devem ser considerados os custos do plantio, os custos da administração, bem como a renda do capital solo. No presente trabalho, os três programas descritos, abaixo, servem para o cálculo dos rendimentos e gastos.

O método do valor líquido presente e o método da taxa interna de retorno estão relacionados: A interna é aquela taxa que faz o valor líquido presente de um investimento igual a zero (CLUTTER *et al.*, 1983).

CLUTTER *et al.* (1983) salientam a importância da inclusão da inflação na avaliação dos projetos de investimento, em razão da característica de investimentos de longo tempo. Nesse sentido, SAGL (1995) aponta que, em investimentos a longo prazo, a constância do valor do dinheiro não pode ser pressuposta, ou seja, a inflação deve ser descontada da taxa de juros.

A integração da inflação, sobretudo, tem importância no emprego do método do valor líquido presente, porque esse método considera o valor líquido presente como uma grandeza desconhecida e trabalha com uma taxa de juros subjetiva como base do cálculo. A taxa de juros subjetiva ("pure" interest rate) e a taxa de inflação prevista (expected inflation rate) dão como resultado a taxa de juros nominal (nominal rate).

No método da taxa interna de retorno, como descrita acima, a taxa de juros é considerada como uma grandeza desconhecida, e a inclusão da taxa de inflação no cálculo da taxa de juros não é necessária. Assim, os administradores podem diminuir a taxa de juros subjetiva (nominal) por meio da taxa de inflação prevista no tempo considerado, conforme a seguinte equação:

$$(1+i) = (1+k) / (1+g) \quad (1)$$

Sendo:

i = taxa interna de retorno;

g = taxa de inflação prevista;

k = taxa de juros nominal.

MATERIAL E MÉTODOS

Base de dados

A área de estudo localiza-se na fazenda Rio das Pedras, no município de Ponte Alta do Norte, em Santa Catarina, entre 800 e 1.200 m de altitude. Os sítios experimentais são dominados por solos do tipo latosol (solos húmicos, ácidos, profundamente decompostos), bem como por solos litólicos (solos rasos, pouco decompostos).

O clima é mesotérmico, subtropical úmido, tipo Cfb, conforme a classificação climática de Köppen (MORENO, 1961). Isso significa ausência de secas e geadas singulares no inverno (normalmente mais de quinze dias por ano). As precipitações médias anuais são de 1.740 mm, distribuídas em 108 dias. A temperatura média anual é 16,8° C. A região pertence ao Planalto Central Catarinense, com uma topografia suave até intensamente ondulada. A mata nativa pertence à formação da Floresta Ombrófila Mista, com araucária no estrato superior e várias espécies florestais folhosas no estrato inferior, tanto decíduas como perenifólias.

O experimento foi instalado pelo PRODEPEF, em 1976, num espaçamento de 2 X 2 m. Os tratamentos foram realizados segundo o delineamento de blocos casualizados, com duas repetições, em parcelas de oitocentos m². Os tratamentos foram caracterizados da seguinte maneira: T0 (testemunha, densidade completa), T1 (desbaste leve por baixo, retirando o equivalente a 25% da área basal de T0), T2 (desbaste moderado, retirando o equivalente a 50% da área basal de T0) e, T3 (desbaste forte, retirando o equivalente a 75% da área basal de T0).

A medição do diâmetro e das alturas foi realizada anualmente. A área basal foi calculada pela fórmula da área do círculo. Em cada parcela, foram medidas as alturas das oito árvores dominantes e das quinze árvores codominantes.

Programa de desbaste

A intensidade e a seqüência dos desbastes, em um diagrama de controle de densidade de povoamento, podem ser determinadas, quando são fixados o diâmetro final, o limite superior e inferior de densidade. O limite superior e inferior da densidade dos programas de desbaste são determinados por linhas de SDI. A relação entre o número de árvores e o diâmetro da árvore com área basal média, descrita por REINECKE (1933), foi empregada para expressar a densidade, conforme mostra a equação 2.

$$SDI = N * (25/d_g)^b \quad (2)$$

Sendo:

SDI = stand density index;

N = número de árvores;

d_g = diâmetro da árvore de área basal média, cm;

b = coeficiente.

A seqüência e a intensidade dos desbastes singulares são derivadas pelo movimento para

cima, passo a passo, dentro da faixa escolhida das linhas SDI até o diâmetro final, respectivamente no final da rotação (DREW & FLEWELLING, 1979; NEWTON & WEETMAN, 1994).

Os segmentos inclinados e verticais representam a fase de desbaste e após a fase de desbaste. Os verticais significam que, na fase após o desbaste, não é assumida uma mortalidade dependente da densidade. Os segmentos inclinados, caracterizados pela fase de desbaste, em geral, passam paralelamente às linhas de leque das curvas de altura. Mas, para considerar a mudança na distribuição dos diâmetros depois do desbaste por baixo, os diâmetros médios são aumentados por um fator. Isso é realizado com o valor médio da mudança de diâmetro médio, imediatamente, após o emprego dos primeiros programas de desbaste (GLUFKE, 1996).

Os três programas de desbaste, com duas diferentes densidades iniciais, são a base para a análise econômica. A variante Db 1 (desbaste leve) movimentada-se dentro da faixa de SDI entre 100 e 65%, a variante Db 2 (desbaste médio) entre 65 e 40% e a variante Db 3 (desbaste pesado) entre 40 e 20% da linha externa de SDI. As áreas basais médias mantidas, correspondentes aos programas de desbaste, encontram-se na Tabela 1:

TABELA 1: Áreas basais médias mantidas (m.G.h.) dos programas de desbaste.

Programas de desbaste	Variante 2500 árvores/ha G (m ² /ha)	Variante 1500 árvores/ha G (m ² /ha)
Db 1	49,1	38,1
Db 2	39,4	36,2
Db 3	27,8	27,1

Em que: Db1 = desbaste leve; Db2 = desbaste médio; Db3 = desbaste pesado.

A área basal média mantida, dentro de um período de observação, foi definida por ASSMANN (1970):

$$m.G.h. = \frac{\frac{g_1 + G_1}{2} * m_1 + \frac{g_2 + G_2}{2} * m_2 \dots + \frac{g_n + G_n}{2} * m_n}{m_1 + m_2 \dots + m_n} \quad (3)$$

Sendo:

m.G.h. = área basal média mantida, m²;

g = área basal no início do período de incremento, m²;

G = área basal no final do período de incremento, m²;

m = número de anos de um período de incremento.

Os volumes dos desbastes são calculados com base na redução do número de árvores, do diâmetro médio atingido no tempo de cada desbaste e do corte final, da altura média da árvore de área basal média, bem como dos fatores de forma para *Pinus elliottii*, conforme SCHNEIDER & OESTEN (1991). As alturas dominantes foram calculadas com a equação de regressão dos dados do trabalho elaborado por GLUFKE (1996), conforme apresentado na Tabela 2:

TABELA 2: Função de regressão para estimar a altura média (hg) das árvores de área basal média (dg).

Variante	Função	R ²	Sxy
Db 1	$\ln hg = 5,054761 - 42,030788 * 1/dg$	0,98	0,043
Db 2	$\ln hg = 4,497307 - 34,952792 * 1/dg$	0,97	0,050
Db 3	$\ln hg = 3,996162 - 28,402008 * 1/dg$	0,98	0,050

Em que: Db1 = desbaste leve; Db2 = desbaste médio; Db3 = desbaste pesado.

Neste contexto, a seguinte equação foi empregada:

$$h_0 = A * e^{b_0 + b_1 \ln t + b_2 \ln^2 t} \quad (4)$$

Sendo:

h_0 = altura dominante, m;

A = assíntota;

t = idade, em anos.

Para a presente análise, foi assumido um índice de sítio trinta, correspondendo à altura de trinta metros na idade de trinta anos. A Tabela 3 mostra a diminuição do número das árvores nos diferentes programas de desbaste.

TABELA 3: Diminuição do número das árvores nos diferentes programas de desbaste.

Densidade inicial	Db 1 (N/ha)	Db 2 (N/ha)	Db 3 (N/ha)
1500	1500	1500	1500
	-	790	602
	-	-	242
2500	2500	2500	2500
	1597	1317	593
	-	694	238

Em que: Db1 = desbaste leve; Db2 = desbaste médio; Db3 = desbaste pesado.

Análise econômica – sortimentos, preços e custos

A Tabela 4 mostra os sortimentos e preços como base da avaliação econômica. Os sortimentos foram obtidos das tabelas de sortimentos de árvores singulares para *Pinus elliottii* (SCHNEIDER & OESTEN, 1991).

TABELA 4: Sortimentos e preços utilizados.

Classificação	Sortimentos	Preço em R\$/st. c/c
Madeira não-aproveitável (pontas)	perdas (toco) + madeira (até 7cm diâmetro c/c)	-
Madeira fina	C1a e C1b (entre 7 e 20 cm diâmetro c/c)	7,00
Madeira grossa	C2a-C4+ (entre 20 e 40 cm diâmetro c/c)	15,00

Os sortimentos considerados apresentaram comprimento de 1 m na classe C1a e de 4 m nas

demais classes (C1b-C4+). Os sortimentos utilizados, na análise econômica, foram arredondados para cima ou para baixo em intervalos de 5%.

Os preços são válidos para madeira em pé e provêm de dados fornecidos pelo SINDIMADEIRA, em 1999. Os custos originados da marcação de árvores, marketing, etc., embora a venda da madeira seja em pé, foram incluídos nos custos de administração. Na conversão do volume por estere foi considerado o fator 1,48 ($1 \text{ m}^3 = 1,48 \text{ st.}$; FLEIG *et al.*, 1993). Os custos de plantio foram considerados de R\$ 600,00 (para 1.500 árvores/ha) e de R\$ 800,00 (para 2.500 árvores/ha).

Os custos de manutenção, no segundo ano, após o plantio, foram considerados como R\$50,00/ha. A desrama na altura de 1 m custou R\$ 50,00/ha. Os custos das desramas de 3 e 6 m foram adaptados ao número das árvores no povoamento final. Para cem árvores desramadas foram avaliados R\$ 8,00 para a desrama até 3 m e R\$ 11,00 para a desrama até 6 m. Os custos de administração foram considerados de R\$ 85,00/ha/ano. Para o valor de terra, foi considerada a média para o Estado do Rio Grande do Sul de R\$ 500,00/ha.

Determinação da taxa interna de retorno

A taxa interna de retorno foi determinada pela equação básica florestal. Se receitas e despesas forem iguais, existirá um equilíbrio econômico, expressa pela seguinte equação:

$$C_r + D_a * 1,0i^{r-a} + D_b * 1,0i^{r-b} + \dots = p * 1,0i^r + (V_T + C_A) * (1,0i^r - 1) \quad (5)$$

Sendo:

C_r = rendimento líquido do corte final na idade r ;

D_a, D_b = rendimentos líquidos dos desbastes nas idades a, b , etc...;

p = custos do plantio;

C_A = custos da administração;

V_T = valor do terreno;

i = taxa interna de retorno;

r = rotação.

A equação básica florestal foi deduzida da equação de FAUSTMANN, em que todos os dados são constantes, exceto a taxa interna de retorno; essa taxa pode ser calculada por processo iterativo, sendo minuciosamente descrito em SPEIDEL (1984).

SAGL (1995) salienta o problema da integração dos custos de administração na avaliação florestal, afirmando não haver lógica que povoamentos tenham mais ou menos 'valor', quanto mais racional ou custosa esteja organizada a empresa. Em virtude disso, propõe excluir os custos de administração na avaliação para atingir maior transparência e, assim, excluir outro fator de incerteza, pois a taxa de juros é considerada no cálculo do capital administrativo ($C_A = a / 0,0i$). Apesar desse argumento evidente, neste trabalho, os custos de administração foram incluídos no cálculo da taxa interna de retorno por causas convencionais e para permitir uma melhor comparação com outros trabalhos.

Na derivação da taxa de juros, rotações de 15, 20, 25 e 30 anos foram avaliadas. Em vários

casos, essas rotações encontram-se nos segmentos verticais das linhas de desbaste na respectiva faixa de SDI (Figura 1). De forma completa, foram calculadas as taxas de juros para outras rotações, em que a densidade do povoamento bate contra o limite superior de densidade da variante do respectivo desbaste (34, 38 e 45 anos).

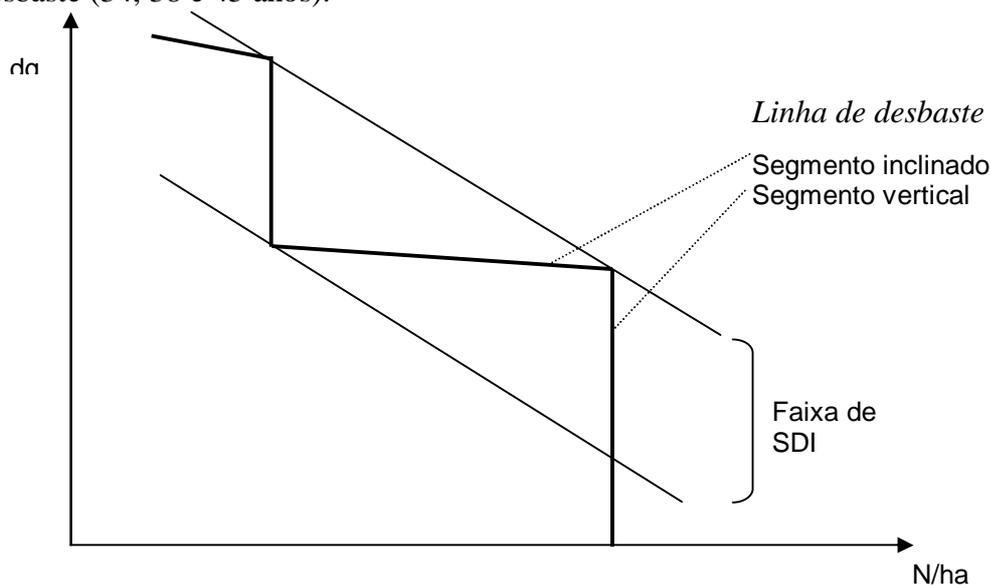


FIGURA 1: Esquema do programa do desbaste com a faixa de SDI (dg = diâmetro da árvore de área basal média, cm; N/ha = número de árvores por hectare).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na presente análise, como coeficiente para a relação limite do número de árvores por hectare sobre o diâmetro médio, foi calculado um valor de -1,33. Nas Tabelas 5, 6, 7, 8, 9 e 10, do anexo, é apresentada a base dos cálculos para a determinação da taxa interna de retorno.

Por causa da variação das rotações, dentro dos programas estudados, resultou um total de 30 diferentes subprogramas. As seguintes taxas internas de retorno foram calculadas para os diferentes subprogramas (Tabela 11).

TABELA 11: Taxa interna de retorno dos diferentes programas de distintas rotações¹.

Variante	Rotação em anos						
	15	20	25	30	34	38	45
1500-Db 1	10,41711	8,731677	8,274443	7,437363			5,258691
1500-Db 2	9,860561	10,55356	9,436675	7,94526		6,498481	
1500-Db 3	9,772118	9,565185	8,929955	8,246304			6,606208
2500-Db 1	12,13601	10,34935	9,615771	8,692655	7,912116		
2500-Db 2	10,5775	10,9442	9,888973	8,66977			6,730914
2500-Db 3	10,44848	10,07332	9,414856	8,723376			7,037886

Em que: ¹ = A maior e menor taxa de juros são representadas com sombreamento; Db1 = desbaste leve; Db2 = desbaste médio; Db3 = desbaste pesado.

Nas Figuras 2, 3 e 4, são representadas as taxas internas de retorno dos três programas de desbaste em relação à rotação e para cada densidade inicial. As taxas foram ajustas por polinômios de 2º grau. Nos gráficos, são indicados também, os coeficientes de determinação (R^2).

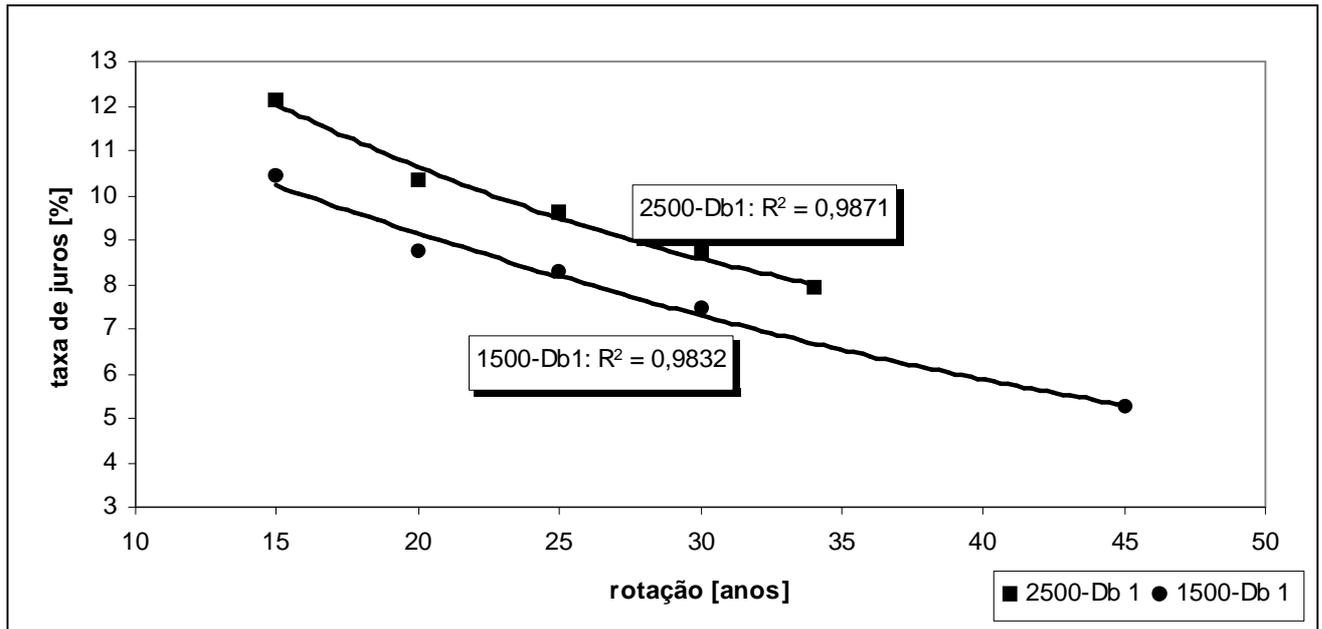


FIGURA 2: Taxas internas de retorno no programa Db1 (desbaste leve).

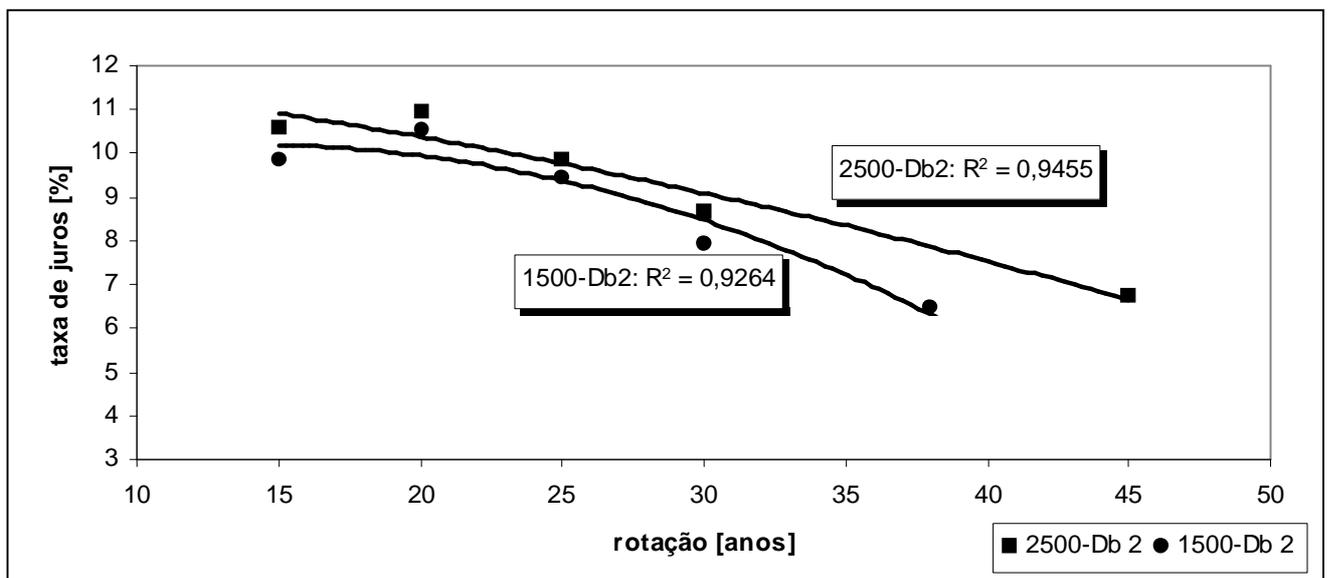


FIGURA 3: Taxas internas de retorno no programa Db2 (desbaste médio).

A Figura 2 mostra que as taxas internas de retorno da variante Db1 (desbaste leve) movimentam-se entre 12,1% e 5,3%. A variante com a densidade inicial de 2.500 árvores/ha atinge

uma taxa interna de retorno maior do que aquela variante com uma densidade inicial de 1.500 árvores/ha. Nos dois programas, a taxa interna de retorno desce com o aumento da rotação, ou seja, quanto menor a rotação tanto mais favorável é o resultado monetário (como menor tempo de rotação foi escolhido quinze anos). Em ambos os casos, os altos coeficientes de determinação de 0,987 (variante 2500-Db1) e 0,983 (variante 1500-Db1) permitem assumir uma estreita relação entre a rotação e a taxa de juros.

Na Figura 3, o desenvolvimento da taxa interna de retorno, dentro da variante Db2 (desbaste médio), também está separado segundo a densidade inicial de 2.500 e 1.500 árvores/ha. Nesses casos, foi atingido um nível de taxa entre 10,9% e 6,5%. Com uma densidade inicial de 2.500 árvores/ha, também obteve-se uma taxa interna de retorno maior do que com uma densidade de 1.500 árvores/ha, para qualquer rotação. Porém, com rotações de 20 e 25 anos, essa diferença é muito pequena. Em contraposição à variante Db1 (desbaste leve) ocorreu o máximo da taxa interna de retorno aos 15 anos; na variante Db 2 (desbaste médio), o máximo ocorreu mais tarde.

Em ambos os casos, ou seja, a uma densidade inicial de 2.500 árvores/ha, bem como de 1.500 árvores/ha, esse máximo se encontra aos 20 anos. Os coeficientes de determinação de 0,946 (2500-Db 2) e 0,926 (1500-Db 2) também indicam uma alta associação entre rotação e taxa de juros. Até uma rotação de 30 anos, são poucas as diferenças entre os programas estudados. A uma rotação de 38 anos (1500-Db 2) e 45 anos (2500-Db 2), respectivamente, os programas atingiram quase a mesma taxa interna de retorno.

O resultado dos cálculos da taxa interna de retorno para a variante Db 3 (desbaste pesado) é apresentado na Figura 4. A faixa da taxa (distância entre a mais alta e a mais baixa taxa de juros) encontra-se entre 10,4 e 6,6%. Em todos os tempos de rotação, como nos programas Db 1 e Db 2, as taxas mais altas foram obtidas a uma densidade inicial de 2.500 árvores/ha. Tanto na variante

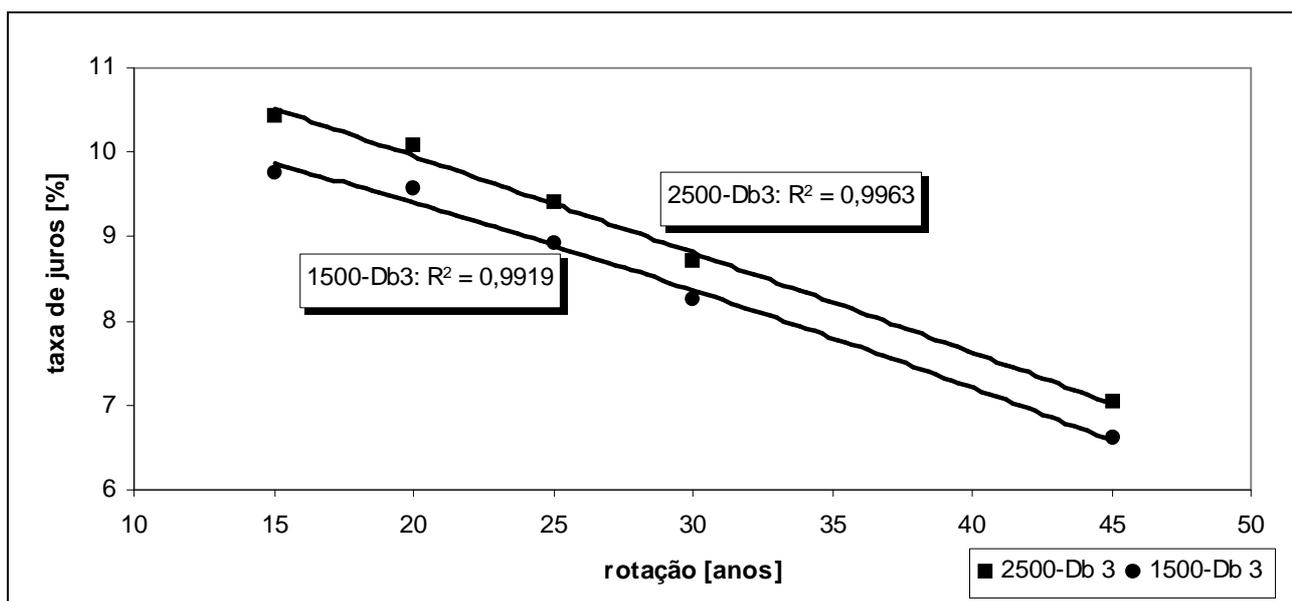


FIGURA 4: Taxas internas de retorno no programa Db3 (desbaste pesado).

de desbaste leve como na variante de desbaste pesado, os máximos da taxa de juros são encontrados com uma rotação de quinze anos, em ambas as densidades iniciais.

Da mesma forma, constata-se que os coeficientes de determinação dos polinômios de 2º grau, na variante Db 3, são tão altos quanto na variante Db 1. Na variante 2500-Db 3 observa-se um coeficiente de determinação de 0,996 e na variante 1500-Db 3 de 0,992, ou seja, em ambos os casos pode ser aceita uma alta associação entre a taxa interna de retorno e a rotação.

Considerando todos os programas em conjunto, a maior taxa de juros de 12,1% foi alcançada na variante 2500-Db 1, ou seja, em um desbaste leve, partindo de 2.500 árvores por hectare, com uma rotação de quinze anos. A menor taxa (5,3%) também resulta de um desbaste leve, mas com uma densidade inicial de 1.500 árvores por hectare e com uma rotação de 45 anos.

Além disso, revelou-se que a faixa da taxa de juros torna-se mais estreita com o aumento da intensidade do desbaste (Db 1: 6,9%; Db 2: 4,4%; Db 3: 3,8%). Isso indica que, com desbaste mais intenso, a rotação tem efeito substancialmente menor sobre a taxa de juros do que com desbaste leve. Além disso, todos os programas de desbaste mostram alta associação entre as variáveis taxa interna de retorno e rotação (os respectivos coeficientes de determinação variaram entre 0,9264 [1500-Db 2] e 0,9963 [2500-Db 3]).

Análise de sensibilidade

Para avaliar os efeitos dos diferentes fatores, que têm influência na taxa interna de retorno, foi feita uma análise de sensibilidade, sendo tomados os fatores preços da madeira, custos de administração e o valor da terra de forma variável. Para cada fator, foram supostas duas alterações. Na análise de sensibilidade, foram usados os valores limites, pois, na maioria das vezes, eles se encontram entre esses valores limites (com respeito o exemplo com *Pinus elliottii* no Rio Grande do Sul). Em razão disso, os valores normais são valores médios. Em cada cálculo só um fator foi alterado, ou seja, os valores dos outros fatores ficaram constantes. A Tabela 12 mostra estas alterações.

TABELA 12: Valores alterados na análise de sensibilidade.

Valores	Preço de madeira	Custos de administração	Valor de terra
Valores normais	Madeira fina: R\$ 7,00 Madeira grossa: R\$ 15,00	R\$ 85,00	R\$ 500,00
Valores alterados I (diminuídos em comparação com os valores normais)	Madeira fina: R\$ 4,00 (-42,9%) Madeira grossa: R\$ 10,00 (-33,3%)	R\$ 60,00 (-29,4%)	R\$ 300,00 (-40%)
Valores alterados II (aumentados em comparação com os valores normais)	Madeira fina: R\$ 10,00 (+42,9%) Madeira grossa: R\$ 20,00 (+33,3%)	R\$ 110,00 (+29,4%)	R\$ 800,00 (+60%)

Os resultados da análise de sensibilidade mostram que a variante 2500-Db 1 (rotação de 15

anos) tem a maior taxa interna de retorno e a variante 1500-Db 1 (rotação de 45 anos) a menor taxa interna de retorno. Para comparação com as taxas internas de retorno, obtidas com os valores normais, foram calculadas as taxas internas máximas e mínimas (Tabela 13). Nessa Tabela, são apresentadas também, para comparação, as diferenças percentuais entre as taxas internas calculadas com os valores normais e com os valores alterados.

TABELA 13: Taxa interna máxima e mínima na análise de sensibilidade¹.

Valores	Taxa interna máxima (2500-Db 1; 15 anos rotação) (%)	Taxa interna mínima (1500-Db 1; 45 anos rotação) (%)
Valores normais	12,1	5,3
Valores alterados I (diminuídos em comparação com os valores normais)		
Preço de madeira alterado	7,8 (-35,5%)	4,1 (-22,6%)
Custos de administração alterados	13 (+7,4%)	5,7 (+7,5%)
Valor de terra alterado	13 (+7,4%)	5,5 (+3,8%)
Valores alterados II (aumentados em comparação com os valores normais)		
Preço de madeira alterado	15,2 (+25,6%)	6,1 (+15,1%)
Custos de administração alterados	11,4 (-5,8%)	4,8 (-9,4%)
Valor de terra alterado	11,2 (-7,4%)	5 (-5,7%)

Em que: ¹ = Os valores com o maior e menor aumento em comparação com os valores normais são respresentados com sombreamento; Db1 = desbaste leve.

Com a alteração dos preços de madeira, era esperado que, na média, houvesse maior influência no resultado. Nesse caso, as maiores alterações nas taxas foram atingidas (sempre com dois dígitos). A alteração dos custos de administração e do valor da terra não influencia tão fortemente a taxa interna quanto a alteração dos preços de madeira. A alteração dos custos de administração promove a segunda maior influência, enquanto que o aumento ou a diminuição do valor da terra promove pouca influência na taxa interna de retorno.

CONCLUSÕES

A variante com a máxima e mínima taxa interna de retorno

A maior taxa interna de retorno foi atingida na variante 2500-Db 1, isto é, com uma densidade inicial de 2.500 árvores, com um desbaste leve e com 15 anos de rotação. Isso significa que áreas basais médias mantidas mais altas levam a uma taxa interna de retorno maior. A menor taxa interna de retorno resultou na variante 1500-Db1, ou seja, também com um desbaste leve, mas com uma densidade inicial de 1.500 árvores, e com 45 anos de rotação. Em geral, um aumento da rotação levou a uma diminuição da taxa interna de retorno. Só em um caso (desbaste médio), o aumento da rotação de 15 para 20 anos levou a um aumento da taxa interna de retorno (tanto com uma densidade inicial de 1.500 árvores como para 2.500 árvores). A partir de 25 anos de rotação, a taxa interna baixou.

É necessário destacar que, neste estudo, não foi considerada a qualidade da madeira

produzida mediante os diferentes programas de tratamento, mas somente os diferentes volumes de madeira nos três programas de desbaste. É imaginável que diferentes áreas basais influenciam a qualidade de madeira no sentido, p. ex., da presença de nós no fuste, como um critério de qualidade, é menor com um maior grau de estoqueamento. Por isso, poderia ser alcançado um preço mais alto para a madeira nessa situação.

Análise de sensibilidade

A análise de sensibilidade mostrou que seria mais importante para a prática silvicultural, para o proprietário da floresta ou para a tomada de decisão, aumentar os preços da madeira (p. ex., pelo melhor marketing ou pelo melhoramento da qualidade da madeira) do que tentar diminuir os custos de administração. Também, o preço de compra da terra, no início da produção florestal, não é tão importante quanto ao preço de madeira. Evidentemente, é possível aumentar o preço de madeira por meio da redução dos custos de exploração.

O sistema econômico dos objetivos – caráter normativo das decisões

Neste trabalho, foi examinado só o objetivo monetário "maximização da taxa interna de retorno", ou seja, maximização da rentabilidade do capital na área de objetivos reais. Outros objetivos monetários como a contribuição para despesas fixas ou objetivos de segurança, como formação de reservas ou liquidez, não foram examinados. Além disso, objetivos formais como compatibilidade ambiental e social também não foram discutidos.

Acima da consideração dos efeitos ecológicos e sociais (além dos efeitos econômicos), deve-se considerar: ainda que todos os efeitos das diferentes rotações sejam conhecidos, o proprietário da floresta tem que tomar uma decisão normativa, porque atribuir uma certa importância a objetivos reais (objetivos monetários e objetivos de segurança) e objetivos formais (objetivos ecológicos e sociais) é um ato normativo. Assim, uma hierarquia de objetivos servirá de base a uma decisão. A hierarquia desses objetivos não pode ser deduzida cientificamente. Tratam-se de normas fixadas pelos tomadores de decisão (OESTEN, 1984).

Os limites da transferibilidade

A transferibilidade dos resultados deste trabalho a situações semelhantes deve ser avaliada. No presente estudo, um espectro estreito de sítios serviu de base ao estudo (SI 30) o que dificulta a extrapolação a outros sítios. Também, a extrapolação dos resultados a outras espécies florestais deve ser averiguada com cautela.

Por outro lado, não existe uma classificação única de madeiras legalmente fixada. A classificação é sempre adaptada às necessidades do comprador e à indústria de beneficiamento respectivamente. Por isso, não se pode partir de uma classificação padronizada, e, naturalmente, os preços da madeira sempre dependem fortemente da situação do mercado (oferta e demanda).

Necessidade de outra pesquisa

Os limites para extrapolação desses resultados, para outros sítios e sortimentos, reforçam a necessidade de realizar novas pesquisas e simulações sobre preços, custos e espécies florestais, principalmente para florestas com dinâmica de crescimento diferente.

AGRADECIMENTOS

Ao Engenheiro Jorge Cassina do SINDIMADEIRA (Sindicato da Indústria de Serrarias, Carpintarias, Tanoarias, Madeiras Compensadas e Laminadas do Estado do Rio Grande do Sul), pela concessão dos dados econômicos praticados na Região Nordeste do Rio Grande do Sul.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABETZ, P. Eine Entscheidungshilfe für die Durchforstung von Fichtenbeständen. **Allg. Forstzeitschrift**, n. 30, p. 666-667. 1975.
- ALTHERR, E. Wege zur Buchenstarkholzproduktion. **Festschr. z. 15. Hauptversammlung des Bad.-Württemb. Forstvereins u. 100-Jahr-Feier der Bad.-Württemb. Forstl. Versuchsanstalt**. 1971, p. 123-127.
- ALVES, M.A.A. **Técnica de produção florestal: fundamentos, tipificação e métodos**. Lisboa: Instituto Nacional de Investigação Científica, 1982. 331 p.
- ASSMANN, E. **Principles of forest yield study**. New York: Pergamon Press, 1970. 506 p.
- BROWN, A.G.; NAMBIAR, E.K.S.; COSSALTER, C. Plantations for the tropics – their role, extent and nature. In: NAMBIAR, E.K.S.; BROWN, A.G. **Management of soil, nutrients and water in tropical plantations forests**. Canberra: ACIA, 1997. 571 p. (Monografia).
- CLUTTER, J.L.; FORTSON, J.C.; PIENAAR, L.V. *et al.* **Timber management: a quantitative approach**. New York: John Wiley & Sons, 1983. 333 p.
- DEAN, T.J.; BALDWIN JR., V.C. **Using a density-management diagram to develop thinning schedules for Loblolly pine plantations**. Southwest Forest Experiment Station, 1993. 7p. (Research Paper SO 275).
- DREW, J.T.; FLEWELLING, J.W. Stand density management: an alternative approach and its application to Douglas-fir plantations. **Forest Science**, v. 25, n. 3, p. 518-532, 1979.
- FAO. **Forest volume estimation and yield prediction**. 1981. 194p. v.2: Yield prediction. (Forestry Paper 22/2).
- FLEIG, F.D.; SCHNEIDER, P.R.; BRUM, E.T. Análise econômica dos sistemas de produção com acácia-negra (*Acacia mearnsii* De Wild.) no Rio Grande do Sul. **Ciência Florestal**, v. 3, n. 1,

p.203-240, 1993.

- FLOTZ, B.W.; JOHNSTON, W.F. **Cross basal area growth of northern White cedar is independent of stand density over a wide range.** 1967. (U.S. Forest Service Research. Note NC-61).
- GLUFKE, C. **Crescimento de *Pinus elliottii* E. em povoamento desbastado.** Santa Maria: UFSM, 1996. 73p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade de Santa Maria, 1996.
- MORENO, J.A. **Clima do Rio Grande do Sul.** Porto Alegre: Secretaria da Agricultura, RS. 1961. 41 p.
- NEWTON, P.F.; WEETMAN, G.F. Stand density management diagram for managed black spruce stands. **The Forestry Chronicle**, v. 70, n. 1, p. 65-74, 1994.
- OESTEN, G. Zur Operationalität der Ziele im Forstbetrieb. **Forst und Holz**, p. 361-364, 1984.
- REINECKE, L.H. Perfecting a stand density index for even-aged forests. **J.Agrig.Res.**, v. 46, n. 7, p. 627-637, 1933.
- REINSTORF, L.O. **The influence of stand density on growth of *Pinus elliottii*.** Stellenbosh: Forestry University of Stellenbosh, 1970. Dissertação (Mestrado) – University of Stellenbosh, 1970. 62 p.
- SAGL, W. **Bewertung in Forstbetrieben.** Berlin, Oxford, 1995. 306 p.
- SCHNEIDER, P.R. **Betriebswirtschaftliche und ertragskundliche Grundlagen der Forsteinrichtung in Südbrasilien am Beispiel von *Pinus elliottii*.** Freiburg: Tese (Doutorado) – Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, 1984.
- SCHNEIDER, P.R.; FINGER, C.A.G.; COZER, E. Efeito da intensidade de desbaste sobre o crescimento e produção de povoamentos de *Pinus elliottii* E. In: SIMPÓSIO DE MANEJO DE FLORESTAS PLANTADAS, 1991, Santa Maria. **Anais...** Esteio: UFSM, 1991. p. 150-167.
- SCHNEIDER, P.R.; OESTEN, G. **Tabelas auxiliares para o manejo florestal de *Pinus elliottii* Engelm. e de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze., para o Planalto médio.** Santa Maria: CEPEF/FATEC, 1991. 117 p.
- SCHULTZ, J. P. **Curso de Silvicultura I.** Merida: Universidade de Los Andes, Centro de Estudios de Posgrado, 1969. 29 p.
- SPEIDEL, G. **Forstliche Betriebswirtschaftslehre.** Hamburg, Berlin: Paul Parey, 1984. 226 p.
- SPIECKER, H. Durchforstungsansätze bei Eiche unter besonderer Berücksichtigung des Dickenwachstums. **Allg.Forst- u. J.-Ztg.**, v. 154, n. 2, p. 21-36, 1983.

ANEXOS

TABELA 5: Densidade inicial de 2.500 árvores – variante Db 1 (desbaste leve).

Idade (anos)	Operação	N rem.	N desb.	V desb. (m ³)	dg (cm)	Sortimentos	Quantidade de sortimentos	Custos (R\$)	Receita líquida (R\$)
1	Plantio	2500						800	-800
2	Manutenção							50	-50
3	Desrama até 1 m							50	-50
5	Desrama até 3 m							128	-128
10	Desbaste (incl. 1597 desrama até 6 m)	903		147,3	17,4	Madeira fina	139,94	176	1273,03
						Pontas	7,36		0
						Madeira grossa	0		0
									tot.: 1273,03
15	Corte final	0	1597	564,3	20,2	Madeira fina	338,58		3506,00
						Pontas	0		0
						Madeira grossa	225,72		5008,58
									tot.: 8514,59
20	Corte final	0	1597	800	21,9	Madeira fina	520		5384,62
						Pontas	0		0
						Madeira grossa	280		6213,02
									tot.: 11597,64
25	Corte final	0	1597	998,8	23,1	Madeira fina	449,46		4654,17
						Pontas	0		0
						Madeira grossa	549,34		12189,5
									tot.: 16843,67
30	Corte final	0	1597	1157	23,9	Madeira fina	347,1		3594,23
						Pontas	0		0
						Madeira grossa	809,9		17971,15
									tot.: 21565,38
34	Corte final	0	1597	1308,7	24,3	Madeira fina	392,61		4065,49
						Pontas	0		0
						Madeira grossa	916,09		20327,44
									tot.: 24392,93

TABELA 6: Densidade inicial de 2.500 árvores – variantes Db 2 (desbaste médio).

Idade (anos)	Operação	N rem.	N desb.	V desb. (m ³)	dg (cm)	Sortimentos	Quantidade de sortimentos	Custos (R\$)	Receita Líquida (R\$)
1	Plantio	2500						800	-800
2	Manutenção							50	-50
3	Desrama até 3 m							50	-50
5	Desbaste (incl.1317 desrama até 6 m)	1183	35,7	12,8		Madeira fina Pontas Madeira grossa	33,92 1,78 0	77	274,19 0 0 tot.: 274,19
12	Desbaste	694	623	153,8	20,7	Madeira fina Pontas Madeira grossa	84,59 7,69 61,52		875,93 0 1365,09 tot.: 2241,02
15	Corte final	0	694	316,4	22,9	Madeira fina Pontas Madeira grossa	189,84 0 126,56		1965,8 0 2808,28 tot.: 4774,08
20	Corte final	0	694	477,7	25,7	Madeira fina Pontas Madeira grossa	95,54 0 382,16		989,32 0 8479,88 tot.: 9469,2
25	Corte final	0	694	611,6	27,7	Madeira fina Pontas Madeira grossa	61,16 0 550,44		633,31 0 12213,91 tot.: 12847,22
30	Corte final	0	694	731,2	29	Madeira fina Pontas Madeira grossa	109,68 0 621,52		1135,74 0 13791,12 tot.: 14926,86
45	Corte final	0	694	1187,6	33,5	Madeira fina Pontas Madeira grossa	118,76 0 1068,84		1229,76 0 23716,86 tot.: 24946,62

TABELA 7: Densidade inicial 2.500 árvores – variantes Db 3 (desbaste pesado).

Idade (anos)	Operação	N rem.	N desb.	V desb (m ³)	dg (cm)	Sortimentos	Quantidade de sortimentos	Custos (R\$)	Receita líquida (R\$)
1	Plantio	2500						800	-800
2	Manutenção							50	-50
3	Desrama até 3 m							50	-50
5	Desbaste (incl. 593 desrama até 6 m)	1907	64,8	12,8		Madeira fina Pontas Madeira grossa	61,56 3,24 0	26,4	611,06 0 0 tot.: 611,06
13	Desbaste	238	355	150	25,4	Madeira fina Pontas Madeira grossa	37,5 0 112,5		388,31 0 2496,30 tot.: 2884,61
15	Corte final	0	238	159,1	27,8	Madeira fina Pontas Madeira grossa	23,87 0 135,23		247,12 0 3000,77 tot.: 3247,89
20	Corte final	0	238	265,8	33	Madeira fina Pontas Madeira grossa	26,58 0 239,22		275,23 0 5308,13 tot.: 5583,36
25	Corte final	0	238	373	37,2	Madeira fina Pontas Madeira grossa	18,65 0 354,35		193,12 0 7862,79 tot.: 8055,91
30	Corte final	0	238	477	40,4	Madeira fina Pontas Madeira grossa	0 0 477		0 0 10584,32 tot.: 10584,32
45	Corte final	0	238	851,8	50,4	Madeira fina Pontas Madeira grossa	0 0 851,8		0 0 18900,89 tot.: 18900,89

TABELA 8: Densidade inicial 1.500 árvores – variantes Db 1 (desbaste leve).

Idade (anos)	Operação	N rem.	N desb.	V desb. (m ³)	dg (cm)	Sortimentos	Quantidade de sortimentos	Custos (R\$)	Receita Líquida (R\$)
1	Plantio	1500						600	-600
2	Manutenção							50	-50
3	Desrama até 1 m							50	-50
5	Desrama até 3 m							120	-120
8	Desrama até 6 m							165	-165
15	Corte final	0	1500	540,4	20,2	Madeira fina	324,24		3357,51
						Pontas	0		0
						Madeira grossa	216,16		4796,45
									tot.: 8153,96
20	Corte final	0	1500	751,4	21,9	Madeira fina	488,41		5057,5
						Pontas	0		0
						Madeira grossa	262,99		5835,58
									tot.: 10893,08
25	Corte final	0	1500	938,1	23,1	Madeira fina	422,15		4371,32
						Pontas	0		0
						Madeira grossa	515,95		11448,7
									tot.: 15820,02
30	Corte final	0	1500	1067,3	23,9	Madeira fina	320,19		3315,58
						Pontas	0		0
						Madeira grossa	747,11		16577,9
									tot.: 19893,46
45	Corte final	0	1500	1415,7	25,5	Madeira fina	283,14		2931,9
						Pontas	0		0
						Madeira grossa	1132,56		25131
									tot.: 28062,9

TABELA 9: Densidade inicial 1.500 árvores – variantes Db 2 (desbaste médio).

Idade (anos)	Operação	N rem.	N desb.	V desb. (m ³)	dg (cm)	Sortimentos	Quantidade de sortimentos	Custos (R\$)	Receita líquida (R\$)
1	Plantio	1500						600	-600
2	Manutenção							50	-50
3	Desrama até 1 m							50	-50
5	Desrama até 3 m							64	-64
10	Desbaste (incl. 790 desrama até 6 m)	710	119,1	18,8	Madeira fina	113,15	88	1083,62	
					Pontas	5,95		0	
					Madeira grossa	0		0	
									tot.: 1083,62
15	Corte final	0	790	360,1	22,9	Madeira fina	216,06	2237,31	
						Pontas	0	0	
						Madeira grossa	144,04	3196,15	
									tot.: 5433,46
20	Corte final	0	790	543,8	25,7	Madeira fina	108,76	1126,21	
						Pontas	0	0	
						Madeira grossa	435,04	9653,25	
									tot.: 10779,46
25	Corte final	0	790	696,2	27,7	Madeira fina	69,62	720,92	
						Pontas	0	0	
						Madeira grossa	626,58	13903,4	
									tot.: 14624,32
30	Corte final	0	790	816,6	29	Madeira fina	163,32	1691,18	
						Pontas	0	0	
						Madeira grossa	653,28	14495,86	
									tot.: 16187,04
38	Corte final	0	790	963,4	30,4	Madeira fina	144,51	1496,4	
						Pontas	0	0	
						Madeira grossa	818,89	18170,64	
									tot.: 19667,04

TABELA 10: Densidade inicial 1.500 árvores – variantes Db 3 (desbaste pesado).

Idade (anos)	Operação	N rem.	N desb.	V desb. (m ³)	dg (cm)	Sortimentos	Quantidade de sortimentos	Custos (R\$)	Receita Líquida (R\$)
1	Plantio	1500						600	-600
2	Manutenção							50	-50
3	Desrama até 3 m							50	-50
4	Desbaste (incl.602 desrama até 6 m)	898	24,7	12,6	Madeira fina	23,47	26,4	216,58	
					Pontas	1,23		0	
					Madeira grossa			tot.: 216,58	
13	Desbaste	242	360	137,4	25,1	Madeira fina	41,22	426,83	
					Pontas	0		0	
					Madeira grossa	96,18		2134,17	
								tot.: 2561	
15	Corte final	0	242	158,6	27,8	Madeira fina	23,79	246,35	
					Pontas	0		0	
					Madeira grossa	134,81		2991,35	
								tot.: 3237,7	
20	Corte final	0	242	270,3	33	Madeira fina	27,03	279,9	
					Pontas	0		0	
					Madeira grossa	243,27		5398	
								tot.: 5677,9	
25	Corte final	0	242	379,3	37,2	Madeira fina	18,97	196,38	
					Pontas	0		0	
					Madeira grossa	360,33		7995,56	
								tot.: 8191,94	
30	Corte final	0	242	485	40,4	Madeira fina	0	0	
					Pontas	0		0	
					Madeira grossa	485		10761,83	
								tot.: 10761,83	
45	Corte final	0	242	873,1	49,8	Madeira fina	0	0	
					Pontas	0		0	
					Madeira grossa	873,1		19373,52	
								tot.: 19373,52	