

DIRETRIZES PARA DESBASTE DE *Pinus taeda* L. EM FUNÇÃO DA ALTURA DOMINANTE

GUIDELINES FOR THINNING OF *Pinus taeda* L. BECAUSE OF DOMINANT HEIGHT

Veridiana Padoin Weber¹ César Augusto Guimarães Finger²
Frederico Dimas Fleig² Carlos Alberto Martinelli de Souza^{†3} Felipe Fortuna Munareto⁴
Lorenzo Teixeira de Melo da Silva⁵

RESUMO

Para um máximo crescimento e produção florestal de qualidade, são necessários estudos científicos sobre técnicas de manejo que venham resultar em um maior retorno econômico. Uma técnica muito utilizada na produção de florestas é o desbaste, pois aumenta o crescimento individual das árvores remanescentes. O objetivo desse estudo é elaborar um sistema de curvas guias para expressar o número potencial de árvores por hectare que a floresta poderá manter em função da altura dominante, como auxiliar na determinação dos desbastes. Os dados foram cedidos pelas empresas Cambará S.A., Klabin S.A., Reflorestadores Unidos S.A. e Petropar, onde foram coletadas 187 amostras, sendo duas árvores dominantes por unidade, totalizando 374 árvores dominantes. Na seleção da equação foram considerados os parâmetros estatísticos do coeficiente de determinação ajustado (R^2_{aj}), coeficiente de variação (CV), valor de F calculado, valor do Qui-quadrado (χ^2) e a análise dos resíduos. A equação selecionada foi a de número 5, porém, observa-se que as equações 5 e 6 são muito próximas em relação a todos os critérios de seleção utilizados. A análise comparativa das equações de regressão desenvolvidas de forma independente para as três regiões de amostragem apontou haver diferença significativa entre elas. Como não houve interação entre a variável “Local” e a variável h_{dom} , foi calculada uma regressão para o Local 2 e outra para os Locais 1 e 3, pois essas regressões diferiram significativamente apenas quanto ao intercepto, apresentando paralelismo. A análise dos resíduos mostrou que as equações desenvolvidas para cada local não apresentaram tendência de super ou subestimação, portanto, o uso da altura dominante como variável independente é eficiente para descrever as diretrizes para desbaste nos povoamentos de *Pinus taeda* L. estudados.

Palavras-chave: desbaste; árvores dominantes; crescimento e produção.

ABSTRACT

For maximum growth and yield of forest quality, scientific studies are needed on management techniques that will result in a higher economic return. A technique widely used in the production forest is thinning, it increases the individual growth of remaining trees. The aim of this study is to develop a system of curved guides to express the potential number of trees per hectare can maintain the forest as a function of dominant height, as an aid in determining the thinnings. The data were provided by the companies Cambará SA, Klabin SA, Forestry SA and United Petropar, where 187 samples were collected, being two dominant trees for unit, adding up to 374 dominant trees. In the selection equation, it was considered the statistical parameters of

1. Engenheira Florestal, Msc., Professora Assistente do Curso de Engenharia Florestal, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Estrada para Boa Esperança, Km 04, CEP 85660-000, Dois Vizinhos (PR). veridianapadoin@utfpr.edu.br
2. Engenheiro Florestal, Dr., Professor Associado do Departamento de Ciências Florestais, Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, Av. Roraima, 1000, CEP 97105-900, Santa Maria (RS). finger@smail.ufsm.br / fdfleig@smail.ufsm.br
3. †Engenheiro Florestal, Dr., Professor Adjunto do Curso de Engenharia Florestal, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Espírito Santo, Alto Universitário s/n, Caixa Postal 16, Guararema, CEP 29500-000, Alegre (ES). (in memoriam)
4. Engenheiro Florestal, Msc., Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, Av. Roraima, 1000, CEP 97105-900, Santa Maria (RS). fflmipe@gmail.com
5. Engenheiro Florestal, Msc., Consultor Project Management Office, FIBRIA, Alameda Santos, 1357, 10º andar, CEP 01419 908, São Paulo (SP). lorenzo.silva@fibria.com.br

Recebido para publicação em 6/08/2010 e aceito em 1/11/2011

the adjusted coefficient of determination (R^2 adj), coefficient of variation (CV), F value and calculated value of chi-square (χ^2) and analysis of waste. The equation selected was number 5, however, we observe that equations 5 and 6 are very similar for all the selection criteria used. Comparative analysis of regression equations developed independently for the three sampling regions showed significant differences between them. As there was no interaction between the variable "place" and the 'hdom' variable, a regression was calculated for Site 2 and one for Places 1 and 3 because these regressions differed significantly only on the intercept, with parallelism. The residue analysis showed that the equations developed for each site showed no tendency to over-or underestimation, therefore, the use of dominant height as the independent variable is efficient to describe the guidelines for thinning in *Pinus taeda* L. studied.

Keywords: thinning; dominant trees; growth and production.

INTRODUÇÃO

A demanda por matéria-prima de qualidade para o abastecimento da indústria madeireira está, cada vez mais, em ascensão. Sem oferta adequada, essa situação provoca uma valorização expressiva das florestas bem manejadas, as quais podem gerar lucros altos ao final de sua rotação.

Portanto, para um máximo crescimento e produção florestal de qualidade, são necessários estudos científicos sobre técnicas de manejo que venham resultar em um maior retorno econômico. Uma técnica muito utilizada na produção de florestas é o desbaste, pois aumenta o crescimento individual das árvores remanescentes. Porém, sabe-se que há redução do volume de madeira no final da rotação, compensada por um produto diferenciado que justifica a aplicação do desbaste por elevar a produção comercial ocasionada pelo aumento da dimensão das toras (SCHNEIDER e FINGER, 1994). Por isso, é muito importante fazer análises de mercado locais para ver o tipo de demanda, antes de aplicar as técnicas necessárias.

Segundo Scolforo et al. (1997), os objetivos da execução de um desbaste são: aumentar o espaço entre as árvores diminuindo a competição e evitando a ocorrência da mortalidade com consequente retomada no crescimento; atenuar o estresse das árvores, como forma de proteção ao ataque de pragas e doenças; obter uma produção intermediária ao longo da rotação; e, aprimorar o padrão das árvores remanescentes com a retirada daquelas de menor porte e defeituosas. De modo similar, conforme Scheeren (2003), o principal objetivo do desbaste é distribuir o potencial de crescimento do sítio florestal para um menor número de árvores selecionadas pelas suas melhores características e vigor de crescimento, de vitalidade e qualidade do fuste, evitando que os indivíduos com menor vigor utilizem os recursos

disponíveis no sítio florestal.

Para Assmann (1970), a eliminação de árvores defeituosas causa elevação na produção de árvores bem formadas e um melhoramento na qualidade do tronco. O crescimento subsequente contribuiria para uma maior excelência do estoque e madeira mais valiosa, elevando assim a qualidade da produção total.

O desbaste, sobretudo no caso do gênero *Pinus*, é uma das mais importantes opções silviculturais, influenciando o crescimento e a produção por meio do vigor, da qualidade e do tamanho das árvores, associado com a regulação da densidade. A representação do desbaste por meio de modelos matemáticos é uma opção consistente e objetiva para implementação de simulações de desbastes, mediante de sistemas de crescimento e produção, facilitando análises econômicas para definir um regime ótimo de manejo (SCOLFORO e MACHADO, 1996).

Estudos realizados por Sanquetta et al. (1998), em povoamentos de *Pinus taeda*, submetidos a diferentes tipos de desbaste, mostram que um dos métodos mais utilizado para essa espécie é baseado na redução do número de árvores por hectare de forma sistemática, seletiva por baixo, ou a combinação das duas formas.

Em estudo sobre a influência da intensidade do desbaste sobre o crescimento em altura dominante de *Pinus elliottii* E., verificou-se que as diferentes intensidades de desbaste (0, 25, 50 e 75 % da área basal) não influenciaram significativamente no crescimento da altura dominante. Porém, observando o seu comportamento pela variável idade, houve diferentes respostas para o crescimento em altura dominante (SCHNEIDER e FINGER, 1993).

As árvores dominantes são aquelas que possuem copa bem desenvolvida e se encontram no povoamento florestal principal. Essas árvores

possuem, na maioria das vezes, copas de menor comprimento em comparação com as árvores codominantes e dominadas, pois o sombreamento causado pela parte superior da copa sobre a parte inferior faz com que essa seja eliminada, diminuindo a área de projeção de copa. Por isso, geralmente, as árvores dominantes com área de projeção de copa pequena, são aquelas de maior eficiência (STERBA, 2006).

Diante do exposto, o objetivo desse estudo é elaborar um sistema de curvas guias para expressar o número potencial de árvores por hectare que a floresta poderá manter em função da altura dominante, como auxiliar na determinação dos desbastes.

MATERIAL E MÉTODOS

Características dos locais de amostragem

Os municípios e distritos onde estão localizadas as florestas são: Cambará do Sul (RS), São Francisco de Paula (RS), Distrito de Tainhas (RS), Distrito dos Kroeff (RS), Bocaína do Sul (SC), Correia Pinto (SC), Curitibanos (SC), Lages (SC), Otacílio Costa (SC), Ponte Alta do Norte (SC) e Santa Cecília (SC). As empresas que serviram como base da coleta de dados foram: Cambará S. A., Klabin S. A., Reflorestadores Unidos S. A. e Petropar.

Os locais, onde foram coletados os dados, possuem um clima do tipo subtropical Cfb com invernos frios e verão ameno e altitude média de 900 m (CLIMA BRASILEIRO, 2007; NIMER, 1989). Segundo Streck et al. (2002) e Potter et al. (2004) os solos são Cambissolos alumínicos (extremamente ácidos), os quais ocorrem em ambientes onde há alta pluviosidade e as baixas temperaturas favorecem o acúmulo de matéria orgânica, sendo indicados para cultivos anuais e silvicultura. Conforme Ambiente Brasil (2006), a vegetação predominante na região pertence às florestas do tipo Ombrófila Mista (Floresta com Araucária), intercalando-se à vegetação arbórea rala, extensos campos secundários formados por gramíneas.

Instalação da unidade amostral

As 187 unidades amostrais temporárias foram instaladas utilizando o Método de Prodan (“Seis Árvores”) modificado, tendo sido medidas 12 árvores por unidade amostral, sendo o centro da unidade amostral uma das árvores dominantes

da amostra selecionada aleatoriamente. As duas árvores dominantes selecionadas em cada amostra atenderam às seguintes características visuais: forma de fuste normal (cilíndrico e retilíneo), sem bifurcação e copa não danificada. Partindo da árvore central da unidade foram consideradas as 11 árvores mais próximas como pertencentes à unidade amostral, porém, para o presente estudo, foram consideradas somente as duas árvores dominantes por unidade amostral, totalizando 374 árvores dominantes. O raio tomado entre o centro da unidade (centro da árvore dominante) e o centro da 12ª árvore (a mais distante) foi utilizado para determinar a área da unidade amostral.

As unidades foram instaladas em florestas com idade entre 5 e 33 anos, sobre sítio natural bom e ruim. Para fins de controle na amostragem, foram consideradas florestas com altura dominante entre 5 e 40 metros, sendo, prioritariamente, alocadas em florestas que se encontravam em competição. Florestas desbastadas só foram selecionadas para amostragem se transcorrido um período de mais de 2 anos após a realização do desbaste. Em florestas onde já havia ocorrido o desbaste, instalaram-se as unidades amostrais em locais onde as árvores estavam mais próximas, ou seja, com menor espaçamento.

Determinação das variáveis

Para cada árvore dominante da unidade amostral, foram medidas as variáveis: diâmetro a altura do peito (dap) com o auxílio de fita diamétrica, altura total das árvores (h) utilizando-se o hipsômetro Vertex e diâmetro de copa (b), sob oito raios, com o auxílio de fita métrica, hipsômetro de Suunto e bússola. Os oito raios foram tomados utilizando-se ângulos fixos entre eles, sendo que o primeiro foi medido partindo-se do ponto cardinal Norte e os seguintes nas demais direções. O hipsômetro de Suunto contribuiu para o posicionamento correto da fita métrica e do observador na borda da copa, indicando o fim do raio medido e certificando que a visada na borda fosse realizada a 90 graus.

Após a determinação das variáveis em campo, foram calculadas as seguintes variáveis:

a) Diâmetro de copa (b): foi calculado pela média aritmética dos oito raios de copa, em metros:

$$b = 2R_c$$

Em que: b = diâmetro de copa; R_c = raio médio da copa.

b) Área de copa (S_c): as superfícies de copa das árvores dominantes foram calculadas pelo raio de copa:

$$S_c = \pi R_c^2$$

Em que: S_c = área de projeção da copa; R_c = raio médio da copa.

c) Número potencial de árvores por hectare para cada área de projeção de copa (N_p):

$$N_p = \frac{10.000}{S_c}$$

Em que: N_p = número potencial de árvores por hectare; S_c = área de projeção da copa.

d) Área da unidade amostral (S): as superfícies das unidades amostrais foram calculadas pelo raio medido entre a árvore dominante central e a árvore mais distante desta:

$$S = \pi R^2$$

Em que: S = área da unidade amostral; R = raio da unidade amostral.

Modelagem do número potencial de árvores por hectare em função da altura dominante

A modelagem foi realizada pelo procedimento de regressão *forward*. Neste processo, a escolha do modelo estatístico teve início pela variável independente mais correlacionada com a dependente, incluindo nos passos seguintes as variáveis independentes com maiores correlações parciais para, posteriormente, serem testadas pelo teste de F (SCHNEIDER, 1998).

A modelagem teve como forma geral $Y = b_0 + b_1 X_1 + E_i$, sendo a variável dependente o número potencial de árvores por hectare (N_p) calculado a partir da área de projeção da copa das árvores dominantes, e, como variável independente, a altura dominante (h_{dom}). Essas variáveis foram transformadas para a forma logarítmica, quadrática e inversa com o propósito de obter melhores ajustes.

Ajuste e seleção dos modelos

O ajuste das equações de regressão foi feito utilizando-se, primeiramente, todos os pares de dados sem distinção de local. Após os resultados da análise da covariância foram ajustadas equações para novos conjuntos de dados.

A equação selecionada foi aquela que apresentou maior coeficiente de determinação ajustado (R^2_{aj}), menor coeficiente de variação (CV%), maior valor de F calculado, maior valor do Qui-quadrado (χ^2).

Além disso, na seleção do melhor modelo, foi observada a distribuição dos resíduos para

a verificação do ajuste da equação em toda a amplitude dos dados observados. Sendo que, a equação oriunda do modelo que apresentou menor variação nos resíduos foi a selecionada.

Análise de covariância

A análise de covariância foi realizada com uso da variável Dummy associada à variável discreta “Local”. A variável Dummy foi utilizada para verificar a necessidade de estratificação dos dados, sendo representada da seguinte maneira:

* Dummy 1 = Local 1 = Cambará do Sul (RS); dados das empresas Reflorestadores Unidos e Cambará S. A.

* Dummy 2 = Local 2 = Otacílio Costa (SC); dados da empresa Klabin S. A.

* Dummy 3 = Local 3 = São Francisco de Paula (RS); dados da empresa Petropar.

Com o procedimento de regressão, foi verificado, pelo teste F ao nível de 1 % de probabilidade de erro, se o modelo previamente selecionado pode ou não ser ajustado para todos os pares de dados sem distinção de “Local”.

Primeiramente foi observada a significância da estatística F relacionada à interação “ h_{dom} *Local”, para verificar a hipótese de igualdade de inclinação das regressões dos Locais 1 e 2 em relação ao Local 3. Em seguida, foi observada a significância de nível das regressões dos Locais 1 e 2 em relação ao Local 3. Essa análise foi realizada para a variável número potencial de árvores por hectare em função da altura dominante, utilizando o programa SAS (*Statistical Analysis System*) Versão 8.0.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Varição do número potencial de árvores por hectare em função da altura dominante e do local de amostragem

Inicialmente, utilizando todos os dados coletados em relação às árvores dominantes das unidades amostrais, foram avaliados seis modelos de regressão, pelo procedimento *forward*, conforme relacionado na Tabela 1. Todos apresentaram a variável N_p , número potencial de árvores por hectare, baseado na área de copa das árvores dominantes, como variável dependente na forma logarítmica, e h_{dom} , altura dominante, como a variável independente, na forma aritmética, quadrática e logarítmica.

Segundo os parâmetros estatísticos

TABELA 1: Modelos de regressão testados para a seleção de uma equação da variável N_p em função da variável h_{dom} .TABLE 1: Regression models tested for the selection of an equation of the variable N_p in function of h_{dom} variable.

Número	Modelo
1	$\ln(N_p) = b_0 + b_1 h_{dom} + b_2 h_{dom}^2$
2	$\ln(N_p) = b_0 + b_1 h_{dom}$
3	$\ln(N_p) = b_0 + b_1 h_{dom}^2$
4	$\ln(N_p) = b_0 + b_1 \ln(h_{dom}) + b_2 (\ln(h_{dom}))^2$
5	$\ln(N_p) = b_0 + b_1 \ln(h_{dom})$
6	$\ln(N_p) = b_0 + b_1 (\ln(h_{dom}))^2$

Em que: \ln = logaritmo neperiano; N_p = número potencial de árvores por hectare; b_0 = coeficiente linear; b_1 e b_2 = coeficientes angulares; h_{dom} = altura dominante.

analisados na Tabela 2, a equação selecionada foi a de número 5, porém, observa-se que as equações 5 e 6 são muito próximas em relação a todos os critérios de seleção utilizados. Schneider e Finger (1994) ajustaram um modelo de regressão semelhante à equação de número 5 para dados de um experimento de intensidade de desbaste de área basal em povoamento de *Pinus taeda*, porém, acrescido da variável independente “fator de área basal (RG)” ($\ln N = b_0 + b_1 \ln(h_{100}) + b_2 \ln(RG)$), o que proporcionou uma melhor estatística de R^2_{aj} . Vale ressaltar que no estudo citado a variável número de árvores por hectare utilizada foi a real e não a variável número de árvores potencial por hectare, o que também pode ter influenciado nas estatísticas e ajuste das equações.

Na Figura 1 verificou-se que a tendência dos dados estimados foi a mesma dos dados observados, porém, houve uma discrepância do número de árvores observadas na maioria das

classes de altura. Esses valores extremos, superiores à linha de regressão, que ocorrem nessas classes, decorrem da prática da desrama na área amostrada em São Francisco de Paula, onde foram coletados parte dos dados. Conforme diminuía os raios de copa, também diminuía a área de copa, aumentando o número de árvores potenciais por hectare.

O emprego de dados oriundos de árvores desramadas deveu-se à falta de evidências iniciais de possíveis diferenças entre a largura da copa em árvores de mesma altura não desramadas, ou seja, de que as árvores já teriam recuperado a proporcionalidade da copa com o crescimento em altura.

O exame dos resíduos do modelo selecionado, expresso na Figura 2, apresentou grande discrepância em relação aos valores estimados e uma maior subestimação da variável dependente (N_p/ha). Assim, o erro expresso nesse gráfico foi muito grande, variando em torno de -500 a 1000 árvores por hectare, o que impede o uso seguro da equação selecionada e mostra que a variação nos dados pode estar sendo influenciada pela variável “Local”, associada aos fatores como o manejo e o índice de espaçamento relativo ($S^{\circ}\%$).

Análise de covariância

A análise comparativa das equações de regressão desenvolvidas de forma independente para as três regiões de amostragem apontou haver diferença significativa entre elas.

A análise de covariância mostrou que não houve diferença significativa, ao nível de 1 % de probabilidade de erro, para a inclinação entre os modelos ($\ln(h_{dom}) * D1$) e ($\ln(h_{dom}) * D2$) em relação ao ($\ln(h_{dom}) * D3$), conforme a Tabela 3. No teste de hipótese para níveis comuns, verificou-se que há diferença significativa de níveis apenas entre os

TABELA 2: Estatísticas para seleção do modelo para estimar o valor de N_p (número potencial de árvores por hectare) em função da h_{dom} (altura dominante).TABLE 2: Statistics for the selection on the model to estimate the value of N_p (potential number of trees per hectare) according to the h_{dom} (dominant height).

Equação	b_0	b_1	b_2	$R^2_{ajustado}$	CV%	F	χ^2
1	7,8189	-0,0726	0,0007	0,50	5,58	187,62	7,63
2	7,4969	-0,0403		0,49	5,62	361,65	7,78
3	7,0629	-0,0008		0,45	5,83	309,65	8,35
4	8,3529	-0,3045	-0,0904	0,50	5,57	188,61	7,61
5	9,1106	-0,8348		0,50	5,57	376,50	7,63
6	7,9151	-0,1421		0,50	5,56	377,67	7,62

Em que: b_0 , b_1 e b_2 parâmetros das equações; $R^2_{ajustado}$ = coeficiente de determinação ajustado; CV% = coeficiente de variação; F = Valor de F calculado; χ^2 = estatística do Qui-quadrado.

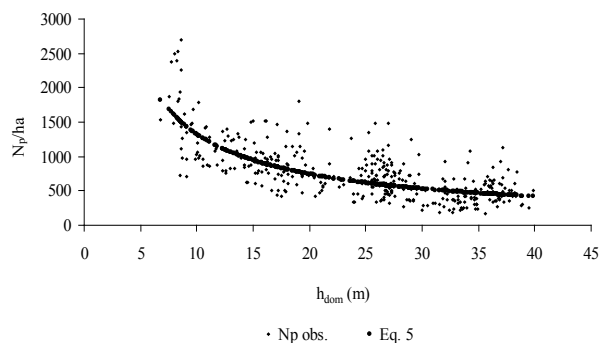


FIGURA 1: Ajustamento da linha de regressão da equação selecionada.

FIGURE 1: Adjustment of the regression line of the equation selected.

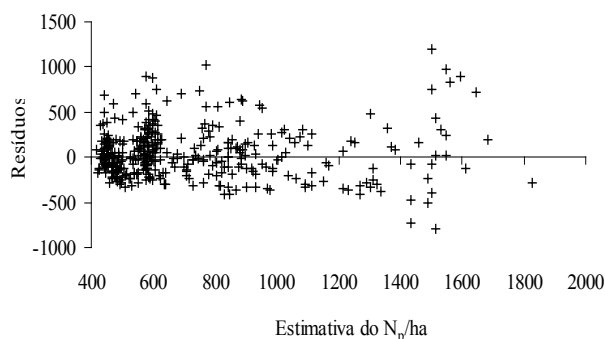


FIGURA 2: Resíduos contra o valor estimado da variável dependente N_p/ha para as árvores dominantes.

FIGURE 2: Residuals against the estimated value of the dependent variable N_p/ha for the dominant trees.

locais 2 e 3 ($Pr > F = 0,0013$), sendo os locais 1 e 3 iguais em nível ($Pr > F = 0,7765$), conforme pode ser visto na Tabela 3.

Como não houve interação entre a variável “Local” e variável h_{dom} , foi calculada uma regressão para o Local 2 e outra para os Locais 1 e 3, pois essas regressões diferiram significativamente apenas quanto ao coeficiente linear sendo paralelas (Tabela 4).

A distribuição dos resíduos para os Locais 1 e 3 está na Figura 3. Para o Local 2, a distribuição dos resíduos se encontra na Figura 4.

A análise dos resíduos mostrou que as equações ajustadas para cada local apresentaram tendência semelhante à equação ajustada para todo o conjunto de dados. Portanto, o uso de equações separadas não reduziu a dispersão dos resíduos de forma significativa, revelando assim uma grande variabilidade nos dois novos conjuntos de dados,

TABELA 3: Teste de hipótese para inclinação e nível entre as regressões de cada local do número potencial de árvores por hectare em função da altura dominante.

TABLE 3: Hypothesis testing for slope and level between the regressions of each place in the potential number of trees per hectare depending on the dominant height.

FV	GL	SQ	QM	Valor de F	Pr > F
Modelo	5	50,9683	10,1937	78,74	<,0001
Erro	368	47,6386	0,1295	.	.
$\ln(h_{dom})$	1	49,6001	49,6001	383,15	<,0001
Local 1 (D1)	1	0,0105	0,0105	0,08	0,7765
Local 2 (D2)	1	1,3526	1,3526	10,45	0,0013
Local 3 (D3)	0	0,0000	.	.	.
$\ln(h_{dom}) * D1$	1	0,0022	0,0022	0,02	0,8966
$\ln(h_{dom}) * D2$	1	0,0030	0,0030	0,02	0,8793
$\ln(h_{dom}) * D3$	0	0,0000	.	.	.
Total	373	98,6069	.	.	.

Em que: FV = Fonte de Variação; GL = Graus de Liberdade; SQ = Soma de Quadrados; QM = Quadrado Médio; Pr > F = Probabilidade de significância para F; Ln = logaritmo neperiano; h_{dom} = altura dominante; D1 = Cambará do Sul; D2 = Otacílio Costa; D3 = São Francisco de Paula.

TABELA 4: Parâmetros estatísticos das equações selecionadas por local para descrever o número potencial de árvores por hectare em função da altura dominante.

TABLE 4: Statistical parameters of the equations selected by the local potential to describe the number of trees per hectare depending on the dominant height.

Local	b_0	b_1	R^2	CV (%)
Cambará do Sul e São Francisco de Paula	9,28643	-0,9182	0,52	4,74
Otacílio Costa	9,48585	-0,94023	0,37	5,95

Em que: b_0 = coeficiente linear; b_1 = coeficiente angular; R^2 = coeficiente de determinação; CV (%) = coeficiente de variação em percentagem.

ou seja, Cambará do Sul e São Francisco de Paula (Locais 1 e 3) e Otacílio Costa (Local 2).

A observação gráfica das curvas de regressão calculadas para Otacílio Costa (Local 2) e para Cambará do Sul e São Francisco de

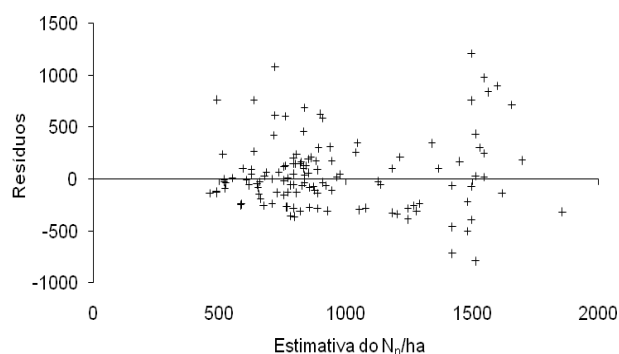


FIGURA 3: Distribuição dos resíduos contra o valor estimado do número potencial de árvores por hectare para as árvores dominantes de Cambará do Sul e São Francisco de Paula.

FIGURE 3: Distribution of waste against the estimated value of the potential number of trees per hectare for the dominant trees of Cambara do Sul and São Francisco de Paula.

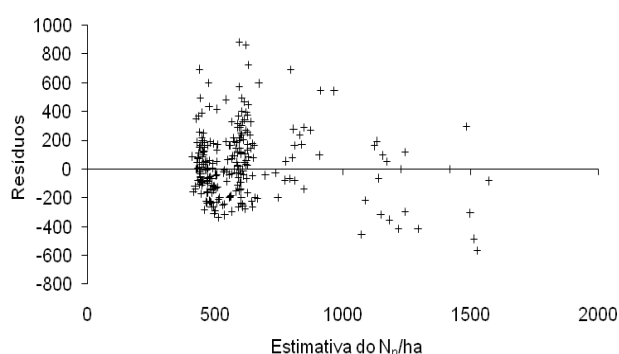


FIGURA 4: Distribuição dos resíduos contra o valor estimado do número potencial de árvores por hectare para as árvores dominantes de Otacílio Costa.

FIGURE 4: Distribution of waste against the estimated value of the potential number of trees per hectare for the dominant trees of Otacílio Costa.

Paula (Locais 1 e 3), representadas na Figura 5, evidenciou a diferença entre essas localidades, as quais apresentaram níveis diferentes na regressão e inclinações iguais estatisticamente, ou seja, as curvas de regressão têm tendência a serem paralelas.

Esse resultado se deve ao fato de que as florestas de *Pinus taeda* L. localizadas nas cidades de Cambará do Sul e São Francisco de Paula receberam um manejo semelhante, mas diferente das florestas de Otacílio Costa. Os desbastes aplicados nas florestas dos municípios de Cambará

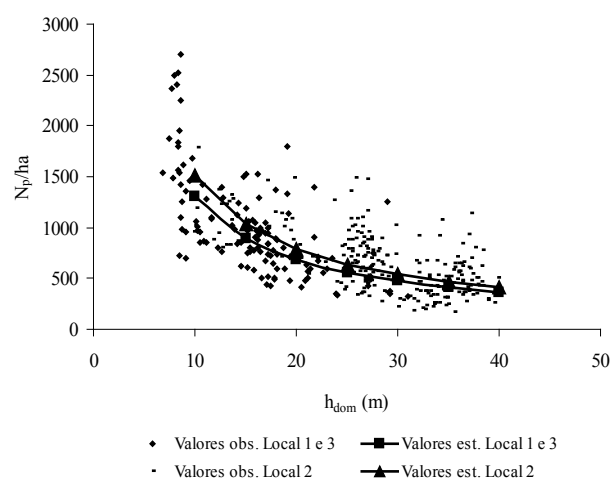


FIGURA 5: Diretrizes para desbaste representadas pelas curvas de regressão ajustadas por classes de altura dominante para cada local.

FIGURE 5: Guidelines for thinning represented by the regression curves fitted by dominant height classes for each site.

e São Francisco foram mais pesados e iniciaram em idades mais jovens comparando com Otacílio Costa, em Santa Catarina. Além disso, nas florestas dos Locais 1 e 3, houve a prática da desrama, com maior intensidade no Local 3, o que não ocorreu nas florestas de Otacílio Costa.

Assim, o número de árvores potenciais por hectare estimado para Cambará do Sul e São Francisco de Paula foi menor do que o número de árvores estimado para Otacílio Costa, pelo motivo de que, nos locais onde o desbaste foi mais pesado, houve um aumento do espaço vital permitindo a expansão lateral da copa e da área de projeção da copa, fazendo com que o povoamento comportasse um menor número de árvores potenciais por hectare. A reação de aumento da área ocupada pela copa leva a uma redução de sua eficiência, conforme os trabalhos apresentados por Assmann (1970). Por isso, o número potencial de árvores por hectare nesse estudo baseou-se nas árvores dominantes, as quais são mais eficientes em relação às árvores pré-dominantes em termos de crescimento, devido às suas características morfológicas.

No ajustamento das curvas de regressão da variável N_p em função da variável h_{dom} , pode ser observado que existe uma diferença no número potencial de árvores estimado, entre os locais, mais acentuada nas classes de menor altura do que naquelas de maior altura dominante, tendendo a

reduzir essa diferença a partir de uma determinada altura, não ocorrendo mais efeito de desbaste.

Por outro lado, observando o número potencial de árvores coletado a campo na Figura 5, nota-se uma grande variação dos dados em uma mesma classe de altura dominante, em qualquer um dos grupos formados pela análise de covariância. Isso é evidente, pois a diferença no diâmetro da copa nos 2 grupos, que resulta diretamente na diferença do número potencial de árvores por hectare, estava associada ao espaçamento disponível no talhão, pois as árvores de Cambará do Sul e São Francisco de Paula sofreram desrama e desbaste em anos anteriores.

Aplicação das curvas guias de desbaste

Na Figura 6 podemos observar o uso prático das curvas guias de desbaste ajustadas para diferentes conjuntos de dados tomando como variável independente a altura dominante das árvores. Assim, para uma altura dominante de 5m, a densidade potencial será de 3000 árvores para o local Otacílio Costa, todas com espaço suficiente para crescer como árvores dominantes. Para se ter um crescimento em altura dominante de 5m até 10m, deve-se desbastar o povoamento em 50 % do número inicial de árvores (Simulação 1); para se ter um crescimento em altura dominante de 10m até 15m o desbaste deve ser de 500 árvores (Simulação 2); e para um crescimento de 15m até 20m, o desbaste deve ser de 250 árvores (Simulação 3) para que todas as remanescentes tenham espaço vital suficiente para crescerem como árvores dominantes. O número de desbastes a ser utilizado vai depender do objetivo de comercialização da madeira, mas o

número final de árvores remanescentes deverá ser em torno de 400 árvores, visto que, a partir dessa densidade, a curva torna-se constante.

Geralmente, podemos observar, pelas três simulações de aplicação de desbaste, que o número de árvores desbastadas diminui com o aumento da altura dominante, o que não difere dos demais métodos de desbaste já conhecidos no manejo de florestas plantadas. Assim, seguindo o método de curvas guias proposto por Abetz (1974), citado por Sterba (2006), o desbaste deve ser baseado nas árvores dominantes, pois são aquelas que apresentam uma melhor qualidade do tronco, não sendo bifurcadas, apresentando galhos menores que as predominantes e sem danos no fuste, sendo utilizadas para a produção de toras para serraria.

CONCLUSÕES

Os resultados obtidos no presente estudo permitem concluir que:

O uso da altura dominante como variável independente é eficiente para descrever as diretrizes para desbaste nos povoamentos de *Pinus taeda* estudados, pois independe do uso da classificação de sítio para a realização do desbaste;

O modelo de regressão exponencial negativo ajusta com boa precisão, e baixo erro, a relação entre o número potencial de árvores por hectare e a altura dominante;

A variação dos valores de frequência potencial por hectare para uma dada altura dominante é reduzida com a estratificação dos dados por local.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMBIENTE BRASIL. **Florestal**. Disponível em: <<http://www.ambientebrasil.com.br>>. Acesso em: 8 nov. 2006.
- ASSMANN, E. **The Principles of Forest Yield Study**. München: BLV, 1961. 490 p.
- CLIMA BRASILEIRO. **Região Sul**. Disponível em: <<http://www.climabrasileiro.hpg.ig.com.br/sul.htm>>. Acesso em: 02/05/2007.
- NIMER, E. **Climatologia do Brasil**. 2. ed., Rio de Janeiro: IBGE, Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais, 1989. 422 p.
- POTTER, R. O. et al. **Solos do Estado de Santa Catarina**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2004. 745 p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 46).
- SANQUETTA, C. R. et. al. Produção de madeira para laminação em povoamentos de *Pinus*

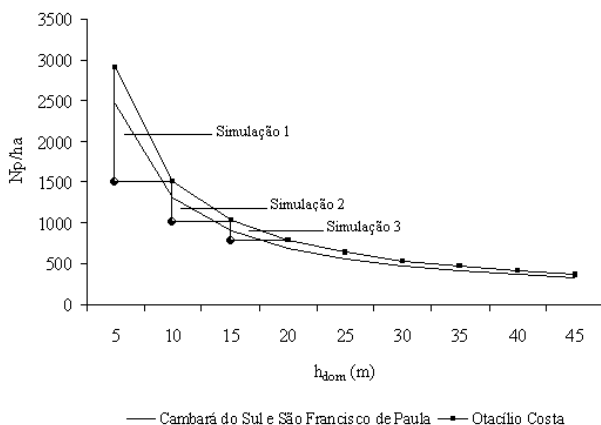


FIGURA 6: Simulação de desbaste para diferentes locais por classe de altura dominante.
 FIGURE 6: Thinning simulation for different places for class of dominant height.

- taeda* submetidos a diferentes densidades e regimes de desbaste: uma abordagem experimental. **Floresta**. Curitiba, v. 28, n. 1-2, p. 83-99. 1998.
- SCHEEREN, L. W. **Estruturação da produção de povoamentos monoclonais de *Eucalyptus saligna* Smith manejados em alto fuste**. 2003. 181 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2003.
- SCHNEIDER, P. R. **Análise de Regressão Aplicada a Engenharia Florestal**. 2. ed. Santa Maria: UFSM. CEPEF, 1998. 236 p.
- SCHNEIDER, P. R.; FINGER, C. A. G. Determinação de regimes de desbaste para povoamentos de *Pinus elliottii* E. do planalto ocidental no estado de Santa Catarina. **Ciência Florestal**. Santa Maria, v. 4, n. 1, p. 43-59. 1994.
- SCHNEIDER, P. R.; FINGER, C. A. G. Influência da intensidade do desbaste sobre o crescimento em altura de *Pinus elliottii* E. **Ciência Florestal**. Santa Maria, v. 3, n. 1, p. 171-184. 1993.
- SCOLFORO, J. R. S.; MACHADO, S. A. Um sistema de crescimento e produção com simulador de desbaste. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n. 50, p. 51-64, dez. 1996.
- SCOLFORO, J. R. S.; MAESTRI, R.; MACHADO, S. A. Um modelo de crescimento e produção como suporte para manejo florestal. In: CURSO DE MANEJO FLORESTAL SUSTENTÁVEL, 1997, Colombo. **Anais...** Colombo: EMBRAPA 1997. p. 1 – 31.
- STERBA, H. **Waldwachstumskunde**: Skriptum zur Lehrveranstaltung 420.020. Wien: Universität für Bodenkultur, Institut für Waldwachstumsforschung, 2006. 129 p.
- STRECK, E. V. et al. **Solos do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: EMATER/RS, UFRGS. 1. ed. 107 p. 2002.