

Características dendrométricas de um povoamento de *Pinus taeda* L. submetidos a diferentes regimes de manejos

Dendrometric characteristics of a stand of Pinus taeda L. submitted to different management regimes

Girlene da Silva Cruz¹, Marcos Nicoletti², Mário Dobner³, Afonso Figueiredo Filho⁴, Bruno Rafael Silva de Almeida⁵, Bruno de Almeida Lima⁶

RESUMO: O objetivo deste estudo foi avaliar a influência de diferentes intensidades de desbastes nas características dendrométricas de um povoamento de *P. taeda* aos 37 anos de idade, no município de Campo Belo do Sul, Santa Catarina. O plantio foi realizado em 1982, sendo 2.500 árvores ha⁻¹, e o experimento delimitado em 1986, quando a floresta tinha quatro anos de idade. Os tratamentos testados consistiram na seleção de 400 árvores potenciais ha⁻¹ que foram favorecidas pela remoção de suas concorrentes diretas. Ao todo foram realizados sete desbastes, onde foram removidas nenhuma (testemunha), uma, duas, quatro ou todas as árvores concorrentes diretas das árvores potenciais. No inventário foram mensurados a circunferência à altura do peito e altura total (h). Posteriormente, foram calculadas as médias do diâmetro à altura do peito (DAP), altura total (h), diâmetro e altura dominante (d_{dom} , h_{dom}) e volume individual (v) por tratamento, além do número de árvores, área basal e volume por hectare. Todas as variáveis analisadas apresentaram diferença significativas entre os tratamentos, exceto o volume acumulado por hectare, altura média e dominante. O tratamento não desbastado apresentou área basal e volume em pé individual superior aos dos demais tratamentos.

Palavras-chave: Intensidade de desbaste. Manejo florestal. Tratamentos silviculturais.

ABSTRACT: The objective of this study was to evaluate the influence of different thinning intensities on the dendrometrics characteristics of a *P. taeda* stand at 37 years of age, in the County of Campo Belo do Sul, Santa Catarina. Planting was carried out in 1982, with 2,500 trees ha⁻¹, and the experiment was delimited in 1986, when the forest was four years old. The treatments tested consisted of the selection of 400 potential trees ha⁻¹ that were favored by the removal of their direct competitors. Altogether, seven thinning's were carried out, where none (control), one, two, four or all trees that were directly competing with the potential trees were removed. In the inventory, circumference at breast height and total height (h) were measured. Subsequently, the averages of diameter at breast height (DBH), total height (h), diameter and dominant height (d_{dom} , h_{dom}) and individual volume (v) per treatment were calculated, in addition to the number of trees, basal area and volume per hectare. All variables analyzed showed significant differences between treatments, except for the accumulated volume per hectare, average and dominant height. The non-thinned treatment presented basal area and individual standing volume higher than the other treatments.

Keywords: Thinning intensity. Forest management. Silvicultural treatments.

¹ Doutoranda do Programa de Pós-graduação em Engenharia Florestal (PPGEF) da Universidade Federal do Paraná (UFPR), Curitiba (PR), Brasil.

² Professor do Departamento de Engenharia Florestal da Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), Lages (SC), Brasil.

³ Engenheiro Florestal. Professor adjunto na Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), campus de Curitibanos, (SC), Brasil.

⁴ Professor da Universidade Estadual do Centro-Oeste (UNICENTRO), Irati-PR e Professor Sênior do Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais da Universidade Federal do Paraná (UFPR), Curitiba (PR), Brasil.

⁵ Doutorando em Ciências Florestais pela Universidade Estadual do Centro-Oeste (UNICENTRO), Irati (PR), Brasil.

⁶ Doutorando em Engenharia florestal do Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais- Universidade do Centro-Oeste (UNICENTRO), Irati (PR), Brasil.

Autor correspondente: Girlene da Silva Cruz
E-mail: girlene.lenecruz@gmail.com

Recebido em: 08/01/2023
Aceito em: 04/05/2023

INTRODUÇÃO

Pinus taeda é uma das espécies mais cultivada no sul do Brasil, devido a boa adaptabilidade as condições de solo e clima existente na região, com produtividade média de 29,7 m³ ha⁻¹, médias que superam médias internacionais (IBÁ, 2019; IBÁ, 2022). Plantios de *Pinus* ocupam uma área de aproximadamente 1,7 milhões de hectares, e concentram-se principalmente no Paraná, Santa Catarina, Rio Grande do Sul e São Paulo, e nos últimos anos a área plantada com esse gênero vem se mantendo estável, concentrando-se cada vez mais nesses estados, devido principalmente as condições de solo e clima existentes nesta região, que são ideais para a produção florestal desta espécie (Oliveira *et al.*, 2018; Dobner Júnior; Campoe, 2019; Ibá, 2021).

Esses povoamentos constituem uma das principais fontes de matéria prima advindos de florestas plantadas (Kohler; Kohler; Figueiredo Filho, 2013; Oliveira *et al.*, 2018) que são utilizados nos setores de serraria, laminação, celulose e papel (Weber *et al.*, 2013; Bonazza *et al.*, 2021). Por conta dessa demanda é necessário, durante o planejamento florestal, levar em consideração a finalidade da madeira proveniente do plantio e, a partir disto, determinar quais práticas silviculturais serão aplicadas, além de conhecer os fatores que influenciam no crescimento das espécies, como a disponibilidade de luz e nutrientes, as características de solo e clima da região, e densidade do povoamento (Gomes; Maestre; Sanquetta, 1997).

Considerando que uma elevada densidade de árvores acarreta, sobretudo, uma diminuição do crescimento em diâmetro, são aplicados desbastes que visam liberar espaço para que continue ocorrendo o crescimento das árvores remanescentes, além disto, desbastes são aplicados visando aumentar o valor econômico da floresta por meio da obtenção de multiprodutos, como madeira para laminação, serraria, celulose, entre outras (Schneider; Finger; Hoppe, 1999; Souza; Fiorentin, 2015; David *et al.*, 2017).

Regimes de desbastes influenciam na produção da floresta, pois quando aplicados resultam na diminuição da competição por água, luz e nutrientes, favorecendo dessa forma o crescimento das árvores remanescentes (Oliveira *et al.*, 2018). Desbastes mais leves tendem a gerar maior volume total da floresta e regimes mais pesados causam maior crescimento diamétrico e conseqüentemente, maior volume individual (Schneider; Finger, 1993; Scolforo; Machado, 1996; Stadler *et al.*, 2022; Aquino *et al.*, 2021).

Considerando que a intensidade dos desbastes influencia diretamente nas características dendrométricas das árvores remanescentes, o objetivo deste estudo foi analisar o efeito de diferentes intensidades de desbastes nas variáveis dendrométricas de um povoamento de *P. taeda* aos 37 anos de idade no município de Campo Belo do Sul, estado de Santa Catarina.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 ÁREA DE ESTUDO

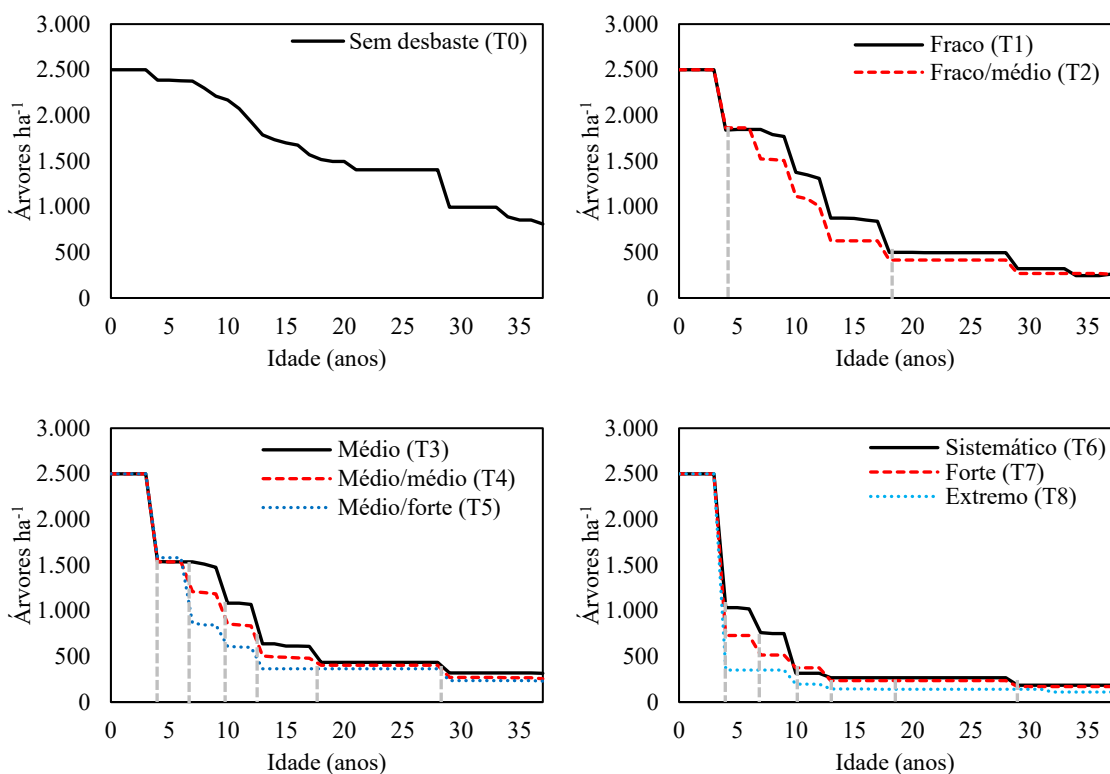
O estudo foi realizado em um plantio de 37 anos, localizado na região serrana de Santa Catarina, município de Campo Belo do Sul, microrregião dos Campos de Lages. Esta região apresenta altitude variando entre 950 a 1.017 m e o clima é classificado como Cfb, de acordo com a classificação de Köppen, com verão ameno e apresenta umidade superior a 60% em pelo menos oito meses por ano (Alvares *et al.*, 2013). A temperatura média anual é de 15,6 °C e a precipitação média anual é de 1.400 mm, bem distribuídos ao longo do ano (Mafra *et al.*, 2008).

A tipologia florestal característica do município é Floresta Ombrófila Mista Montana com predominância das espécies *Araucaria angustifolia*, *Myrcianthes pungens*, *Matayba elaeagnoides* e *Dasyphyllum tomentosum* (Vibrans *et al.*, 2013).

2.2 DESCRIÇÃO DO EXPERIMENTO

O povoamento foi instalado em 1982, com densidade inicial de 2.500 árv.ha⁻¹. O experimento foi delimitado em 1986, quando o povoamento tinha 4 anos de idade, sendo constituído por 18 parcelas de 2.000 m², sendo 1000 m² de área útil. Em cada tratamento foram selecionadas 400 árvores potenciais ha⁻¹ que foram favorecidas pelo desbaste de suas concorrentes diretas. As árvores potenciais eram indivíduos dominantes, com boa qualidade de fuste e copa e distribuição homogênea.

O experimento foi instalado em dois blocos, onde ocorreu a distribuição aleatória das parcelas. No ano de 1986, houve a marcação das 400 árvores potenciais que foram favorecidas pela remoção de 1, 2, 4 ou todas as concorrentes diretas. Ao longo do tempo, foram realizadas outras intervenções para a remoção das árvores concorrentes, porém a principal diferença na intensidade de desbaste ocorreu na primeira intervenção, conforme detalhado na Figura 1.



Em que: linha vertical pontilhada demonstra a idade em que foi realizado a intervenção no povoamento.

Figura 1. Evolução do número de árvores ha⁻¹ para o *P. taeda* submetidos a diferentes intensidades de desbastes.

2.3 COLETA DE DADOS AOS 37 ANOS

Aos 37 anos foram coletadas informações de circunferência à altura do peito (CAP em cm) e altura total (h em m) de todos os indivíduos das 18 parcelas. Posteriormente, foram calculados os diâmetros à altura do peito (dap), diâmetro dominante (dd_{om}) e altura dominante (hd_{om}) por tratamento, e realizado a distribuição diamétrica pelo método empírico, empregando cinco classes. Os diâmetros (dd_{om}) e alturas dominantes (hd_{om}) foram obtidos utilizando as 100 árvores com maiores diâmetros por hectare, respectivamente, o que correspondeu a 20 árvores por tratamento.

Para a estimativa dos parâmetros por hectare, foi utilizado o fator de proporcionalidade (F), calculado pela fórmula 1. Após a determinação do F, multiplicou-se o número de árvores inventariadas em cada tratamento pelo fator de proporcionalidade, para se obter o número de árvores por hectare (árvores ha⁻¹). Foram obtidos a área basal por hectare (G) e volume por hectare para cada tratamento aos 37 anos.

$$F = \frac{1}{a} \quad (\text{Fórmula 1})$$

Em que: F: Fator de Proporcionalidade; 1: área de um hectare; a: área da unidade amostral.

Foi verificado a correlação entre as variáveis dap, h e volume pelo método de correlação linear de Pearson a 5% de significância. Para a análise do experimento foi realizado análise de variância (ANOVA) a 5% de significância. Quando o valor do F da ANOVA foi significativo, utilizou-se o teste de Scott-Knott a 5% de significância para verificar se houve diferenças significativas entre as médias das variáveis analisadas.

2.4 ESTIMATIVA DO VOLUME INDIVIDUAL

Para o cálculo do volume removido nos desbastes, foi necessário estimar as alturas nas idades 4, 7, 10, 13, 18 e 29 anos. As alturas foram estimadas com equações hipsométricas utilizadas para povoamentos com a mesma idade e localizados em áreas próximas ao experimento, que apresentavam características de solo, relevo, índice de sítio, semelhantes entre si.

Foram utilizadas quatro equações de afilamento para a estimativa do volume aos 37 anos e volume removido nos desbastes realizados nos anos de 1986, 1989, 1992, 1995, 2000 e 2011. As equações utilizadas para a estimativa dos volumes são provenientes da integração do polinômio do quinto grau, conforme descrito na Tabela 1.

Tabela 1. Parâmetros dos ajustes e estatísticas de precisão para estimativas volumétricas de *P. taeda*.

Parâmetros	Idade			
	<10 anos	10-20 anos	20-30 anos	>30 anos
b0	1,1313	1,0436	0,9108	0,8684
b1	-1,0277	-1,0887	0,0435	1,1080
b2	1,2034	2,3333	-5,1049	-7,9757
b3	-4,2083	-4,2810	13,5378	18,9491
b4	4,2494	2,1212	-16,8284	-21,2809
b5	-1,2557	-0,0676	7,1701	8,3966
R ² aj	0,96	0,96	0,95	0,97
Syx%	11,38	8,13	7,53	7,27

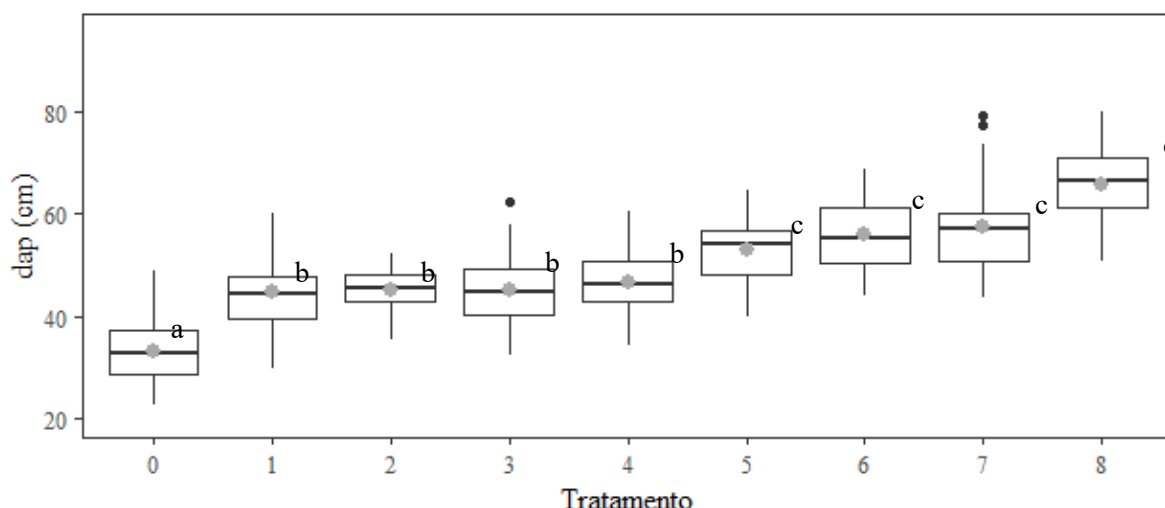
Em que: b_i: parâmetros das equações; R² aj: Coeficiente de Determinação ajustado; Syx%: Erro Padrão de Estimativa em porcentagem.

A integração foi realizada usando a função *integrate* associada a função *mapply*, ambas implementadas no *software* R. Foram gerados gráficos em formato *boxplot* para as variáveis *dap*, *dd_{om}* e volume individual e gráficos de barras para a distribuição diamétrica utilizando o pacote *ggplot2*. Para a análise estatística foram utilizados os pacotes *agricolae* e *scottknott*. Os dados foram analisados no *software* estatístico R® (R Core Team, 2019).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O espaço disponível para o crescimento ao longo dos anos foi fundamental para o crescimento diamétrico, sendo verificado diferenças significativas entre os tratamentos para a variável diâmetro médio (Figura 2), com diferença de aproximadamente 32,4 cm entre T0 (sem desbaste) e T8 (desbaste pesado).

O tratamento fraco (T1), seguido por fraco/médio (T2), médio (T3) e médio/médio (T4) foram semelhantes entre si, e apresentaram menos de 2 cm de diferenças, demonstrando que a remoção de uma ou duas árvores concorrentes para cada potencial na primeira intervenção não afetou significativamente esta variável. Porém, uma intervenção mais forte no início do plantio, como a realizada nos tratamentos médio/forte (T5), sistemático (T6) e forte (T7), gerou valores superiores quando comparados com os demais tratamentos, apresentando resultados inferiores apenas quando comparado ao desbaste pesado (T8).

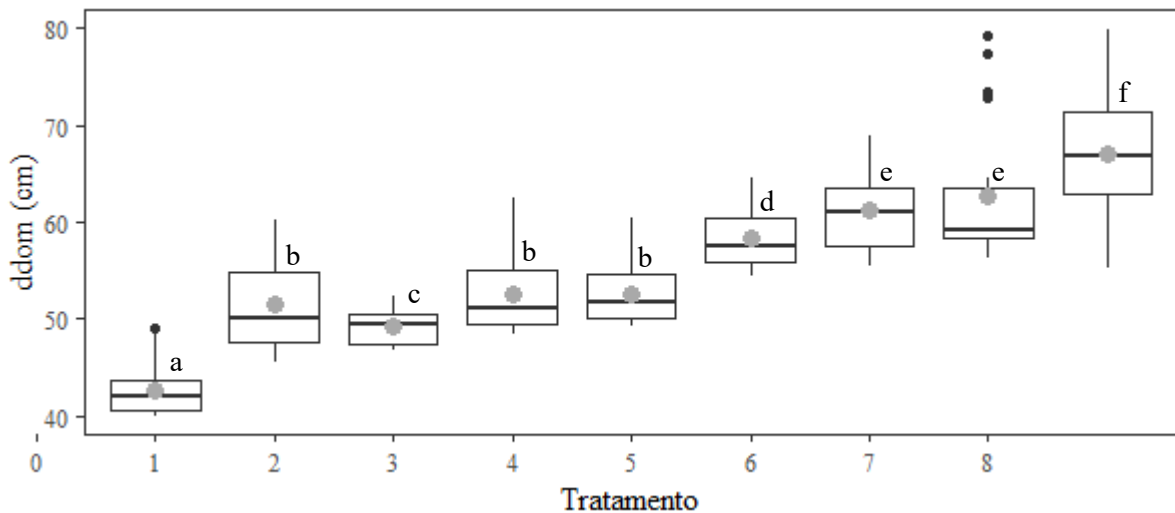


Em que: *dap*: diâmetro à altura do peito, em cm; T0: sem desbaste; T1: desbaste fraco; T2: desbaste fraco/médio; T3: desbaste médio; T4: desbaste médio/médio; T5: desbaste médio/forte; T6: desbaste sistemático; T7: desbaste forte; T8: desbaste pesado. Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si, de acordo com o teste de Scott Knott a 5% de significância. Circulo cinza nos boxplots representa a média de cada tratamento.

Figura 2. Médias e estatísticas dos diâmetros a 1,3 m do solo (DAP) de *P. taeda* aos 37 anos de idade nos tratamentos avaliados no município de Campo Belo do Sul, SC.

Para a variável d_{dom} foi verificada uma tendência semelhante ao observado para o diâmetro médio, em que tratamentos que sofreram desbastes mais fortes apresentaram resultados superiores aos do tratamento sem desbaste e com desbastes mais leves. A não aplicação de desbaste gerou diferenças significativas quando comparados aos demais, sendo verificada uma diferença de 24,3 cm para com o pesado (T8). Já para os tratamentos leves, T1, T2, T3 e T4 não foram observadas diferenças significativas entre si (Figura 3).

Dobner Júnior et al. (2019) ao avaliar um povoamento de *Pinus glabra* na região Sul do Brasil, observaram que a espécie apresentava resultados inferiores aos obtidos neste estudo, com valores variando entre 12 e 25 cm.



Em que: d_{dom} : diâmetro dominante, em cm; T0: sem desbaste; T1: desbaste fraco; T2: desbaste fraco/médio; T3: desbaste médio; T4: desbaste médio/médio; T5: desbaste médio/forte; T6: desbaste sistemático; T7: desbaste forte; T8: desbaste pesado. Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si, de acordo com o teste de Scott Knott a 5% de significância. Círculo cinza nos boxplots representam a média de cada tratamento.

Figura 3. Médias e estatísticas para o diâmetro dominante de *P. taeda* aos 37 anos de idade nos tratamentos avaliados no município de Campo Belo do Sul, SC.

O crescimento em diâmetro foi proporcional à intensidade do desbaste aplicado, sendo possível estabelecer quatro grupos com diâmetros iguais estatisticamente. Com a remoção das árvores concorrentes, as remanescentes foram favorecidas pela diminuição da competição por espaço, nutrientes, água e luz.

Resultado semelhante ao do presente estudo foi obtido por Dobner Jr. (2015) ao avaliar um povoamento de *P. taeda* aos 30 anos no Estado de Santa Catarina, em que o tratamento sem

desbaste apresentou d_{dom} de 47,6 cm, tratamento com desbaste moderado 55,9 cm, desbaste pesado 57,8 cm e desbaste extremo 66,6 cm.

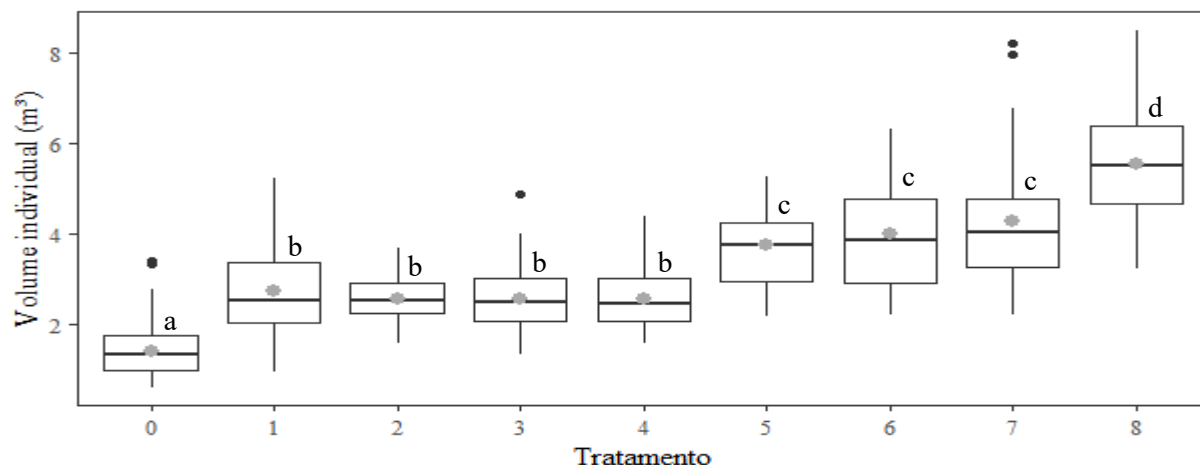
As diferentes intensidades de desbaste não afetaram de forma significativa a variável altura total média e altura dominante. De maneira geral, a densidade do povoamento exerce influência significativa apenas no diâmetro e pouca influência na altura das árvores (Santos *et al.*, 2018; Leite; Cabacinha; Assis, 2021), fato observado neste estudo, como esperado.

A variável h_{dom} apresentou resultados semelhantes entre todos os tratamentos, não sendo afetada pelos desbastes, justificando seu uso como indicadora da capacidade produtiva do local, pois independe da densidade do povoamento ou do peso do desbaste aplicado (Leite; Cabacinha; Assis, 2021).

É notável a influência dos desbastes na variável volume individual, pois o povoamento que não recebeu nenhuma intervenção (T0) apresentou volume médio de 1,4 m³, enquanto que o tratamento mais pesado (T8) apresentou diâmetro médio quatro vezes maior, com volume médio individual de 5,50 m³. Enquanto os tratamentos mais leves (T1, T2, T3 e T4) e médio à forte (T5, T6 e T7) mostraram volumes médios duas e três vezes maiores quando comparados ao não desbastado (T0), respectivamente.

Os nove tratamentos puderam ser classificados em quatro grupos conforme demonstrado na Figura 4. O primeiro grupo é formado pelo povoamento não desbastado, o mesmo apresentou o menor volume médio quando comparados aos demais, diferentemente do observado para o V ha⁻¹, superior aos demais tratamentos, justificado pela presença de um grande número de árvore de pequeno diâmetro. O tratamento fraco (T1), fraco/médio (T2), médio (T3) e médio/médio (T4) compõem o segundo grupo e não apresentam diferenças significativas entre si. Os volumes médios individuais dos povoamentos apresentaram diferença de aproximadamente 0,19 m³.

Intervenções mais fortes influenciaram de forma significativa na variável volume individual, sendo os tratamentos médio/forte (T5), sistemático (T6) e forte (T7) estatisticamente semelhantes. Esses povoamentos apresentaram resultados superiores aos dos demais, e inferior apenas quando comparado ao pesado (T8).



Em que: T0: sem desbaste; T1: desbaste fraco; T2: desbaste fraco/médio; T3: desbaste médio; T4: desbaste médio/médio; T5: desbaste médio/forte; T6: desbaste sistemático; T7: desbaste forte; T8: desbaste pesado. Em que: Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si, de acordo com o teste de Scott Knott a 5% de significância. Círculo cinza nos boxplots representam a média de cada tratamento.

Figura 4. Médias e estatísticas para o volume individual de *P. taeda* aos 37 anos de idade nos tratamentos avaliados no município de Campo Belo do Sul, SC.

Em relação ao número de árvores de cada tratamento, foi observado que aos 37 anos, o tratamento não desbastado tinha 810 árvores ha^{-1} , menos de um terço da densidade inicial, decorrente unicamente da mortalidade natural das árvores. Apesar das diferenças na intensidade de desbastes aplicados na primeira intervenção e do número de intervenções realizadas ao longo dos anos, os tratamentos que sofreram desbastes leves (T1 e T2) e médio (T3, T4 e T5), apresentaram número de árvores ha^{-1} aos 37 anos iguais estatisticamente, sendo que os tratamentos com intervenção média apresentaram 315 árvores ha^{-1} e os tratamentos fraco (T1) e fraco/médio (T2) 260 árvores ha^{-1} (Tabela 2).

A aplicação de desbaste sistemático (T6) possui 190 árvores ha^{-1} enquanto o tratamento que recebeu desbaste forte (T7) 170 árvores ha^{-1} , resultado igual estatisticamente. O tratamento pesado (T8) diferenciou estatisticamente dos demais, com 110 árv ha^{-1} , a baixa densidade foi devido a remoção de todas as árvores concorrentes na primeira intervenção, e sempre que detectado dossel fechado houve intervenções mais leves nesse tratamento.

Tabela 2. Síntese dos resultados para as variáveis analisadas por ha⁻¹ de *P. taeda* aos 37 anos de idade, no município de Campo Belo do Sul, Estado de Santa Catarina

Tratamento	N (árvores ha ⁻¹)	G (m ² ha ⁻¹)	Volume removido (m ³ ha ⁻¹)						V (m ³ ha ⁻¹)	V ac (m ³ ha ⁻¹)
			4	7	10	13	18	29		
Sem desbaste (T0)	810	72,7a	-	-	-	-	-	-	1.160,2 ^a	1.160,2 ^a
Fraco (T1)	260	41,9b	7,2	-	53,1	106,4	151,5	140,6	628,1 ^b	1.086,8 ^a
Fraco/médio (T2)	260	42,0b	8,7	33,2	50,5	104,0	115,6	139,9	700,0 ^b	1.151,8 ^a
Médio (T3)	315	51,6b	15,4	-	59,4	132,6	99,3	123,1	830,1 ^b	1.259,9 ^a
Médio/médio (T4)	255	44,3b	13,1	35,2	51,4	112,7	43,5	120,8	653,4 ^b	1.030,1 ^a
Médio/forte (T5)	230	51,2c	16,8	73,7	34,3	107,1	-	173,9	867,0 ^c	1.272,8 ^a
Sistemático (T6)	190	47,3c	18,4	37,3	98,6	35,8	-	133,3	762,9 ^c	1.086,3 ^a
Forte (T7)	170	45,1c	30,5	37,6	58,5	118,1	-	126,2	750,2 ^c	1.121,1 ^a
Pesado (T8)	110	37,8d	38,0	-	79,1	58	-	69,9	622,2 ^d	867,2 ^a

Em que: N: número de árvores ha⁻¹; G: área basal, em m² ha⁻¹; V: volume em pé, m³ ha⁻¹; V ac: volume acumulado, m³ ha⁻¹. Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si, de acordo com o teste de Scott Knott a 5% de significância.

A aplicação de desbaste mais pesados produziram volumes por unidade de área estatisticamente iguais aos obtidos em povoamentos submetidos a desbastes leves quando se acrescenta os volumes colhidos nos desbastes, além disto, resultam em árvores com maiores dimensões nas idades avançadas e agregando valor à medida que a indústria exige madeiras com bitolas mais largas. Resultados semelhantes ao do presente estudo foram obtidos por David *et al.* (2017) e Sanquetta *et al.* (2004) que ao avaliarem plantios de *P. taeda* verificaram que povoamentos mais adensados apresentaram maior valor de área basal.

Assim como observado para o volume individual, a área basal foi agrupada em quatro grupos. O primeiro grupo foi formado pelo povoamento sem desbaste, com área basal de 72,7 m² ha⁻¹, resultado estatisticamente superior aos obtidos nos demais tratamentos. O segundo grupo foi formado pelos povoamentos que receberam desbaste fraco (T1), fraco/médio (T2), médio (T3) e médio/médio (T4), que não apresentaram diferenças significativas entre si. Enquanto os tratamentos médio/forte, sistemático e forte compõem o terceiro grupo com resultados estatisticamente semelhantes.

No desbaste pesado (T8), a área basal aos 37 anos foi de 37,8 m² ha⁻¹, inferior ao obtido nos demais tratamentos. Porém, é importante ressaltar que existem apenas 110 árvores ha⁻¹ (Tabela 2) neste povoamento e foram capazes de apresentar metade do valor da área basal alcançada pelo não desbastado (T0, 810 árv ha⁻¹), sendo observado a grande capacidade das árvores de *Pinus* em ocupar o espaço, quando liberado de competição.

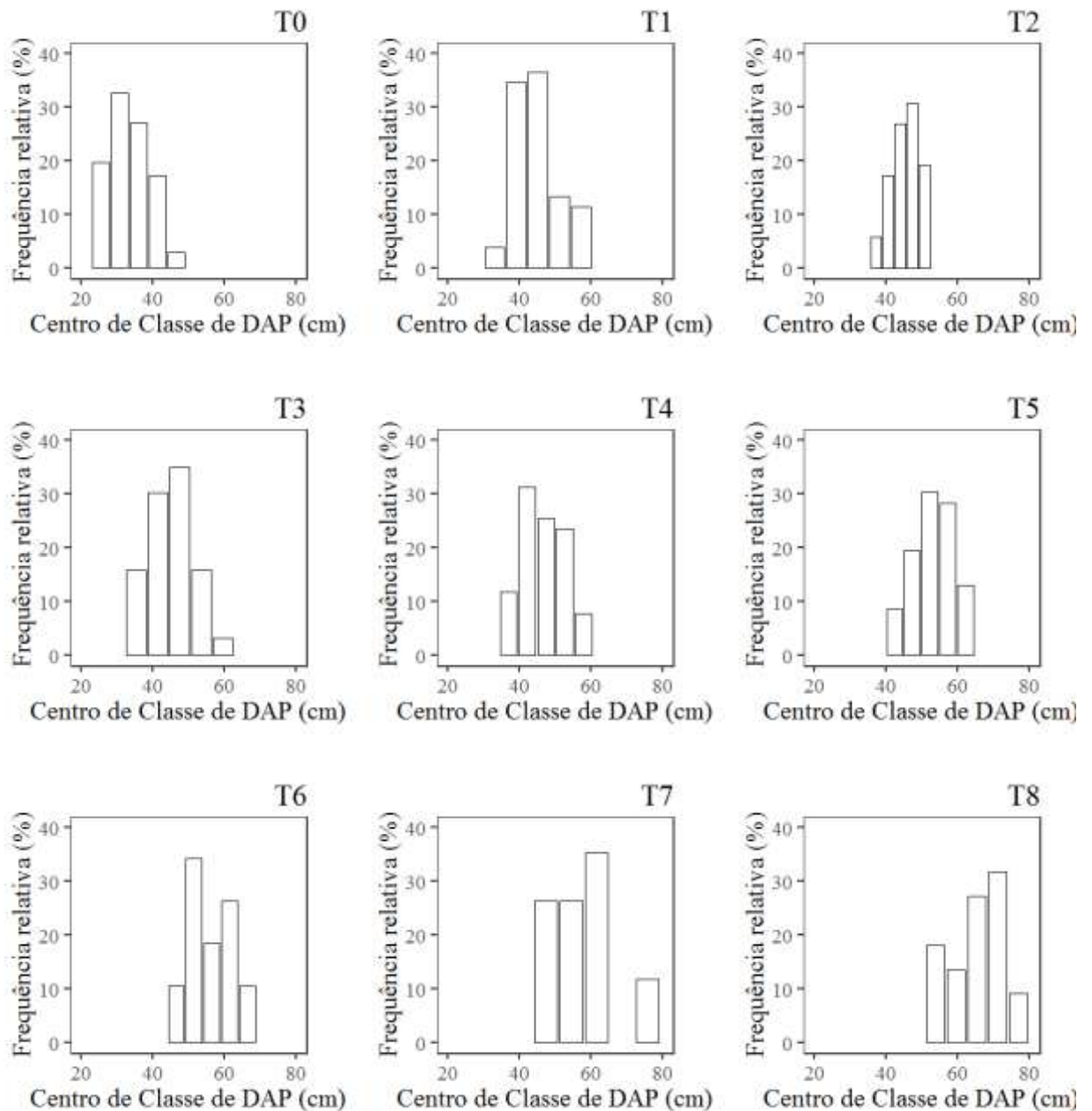
Ao longo do tempo, alguns autores vêm demonstrando que quanto maior a intensidade do desbaste aplicado no povoamento, menor a área basal e o volume em pé obtidos, porém, são encontradas árvores com maiores diâmetros e volumes individuais (Inoue, Figueiredo-Filho, Lima, 2011; Nogueira *et al.*, 2015; Mendonça *et al.*, 2019; Bonazza *et al.*, 2020; Murta Junior *et al.*, 2020).

Diferentemente do volume em pé, não foram observadas diferenças significativas entre os volumes acumulados dos povoamentos submetidos as diferentes intensidades de desbastes, conforme são demonstrados na Tabela 2. O volume acumulado compreendeu o volume em pé aos 37 anos, acrescido do volume retirado nos desbastes nas idades de 4, 7, 10, 13, 18 e 29 anos. Isto acontece por conta da lei de produção final constante, que demonstra que em áreas similares, povoamentos mais espaçados tendem a ter uma produção semelhante ao obtido em povoamentos mais densos no final da rotação, sendo observado apenas diferença no tempo que cada povoamento necessita para obter a plena ocupação do sitio (Magalhães *et al.*, 2007)

O crescimento diamétrico é diretamente proporcional ao peso do desbaste aplicado no povoamento, para verificar esse efeito, foi analisado o agrupamento dos dados em classes diamétricas, o aspecto global da distribuição e a frequência em que está ocorrendo os dados nas classes. A porcentagem de indivíduos por classe de diâmetro está representada na Figura 5. Os tratamentos tenderam a apresentar distribuição normal, apenas o povoamento que recebeu desbaste sistemático apresentou distribuição diamétrica bimodal, apresentando concentração de árvores nos centros de classes de 51,5 e 61,4 cm.

Em cada distribuição diamétrica foi possível visualizar a evolução das classes para cada tratamento. A maior concentração de árvores no tratamento não desbastado ocorre no centro de classe de 32,5 cm, enquanto nos tratamentos fraco, fraco/médio, médio e médio/médio as árvores concentram-se em classes diamétricas variando entre 42,1 a 47,4 cm. Nos tratamentos médio/forte e sistemático as árvores concentraram-se no centro de classe de 52,5 cm. No tratamento forte o maior número de árvores ocorreu na classe de 60,0 cm, enquanto que a aplicação de uma intervenção pesada (T8), favoreceu o crescimento das árvores remanescentes, fazendo com que a ocorrência do maior número de árvores fosse na classe de 72,5 cm.

O povoamento sem desbaste (T0) apresentou as menores classes diamétricas devido à diminuição do crescimento diamétrico ocorrer mais cedo nesses povoamentos, onde ocorre elevada competição por nutrientes, água, luz e espaço (Silva *et al.*, 2016). As intervenções realizadas no povoamento, com a remoção dos indivíduos competidores resultou em uma taxa de maior crescimento para os indivíduos remanescentes (Dobner *et al.*, 2018).



Em que: T0: sem desbaste; T1: desbaste fraco; T2: desbaste fraco/médio; T3: desbaste médio; T4: desbaste médio/médio; T5: desbaste médio/forte; T6: desbaste sistemático; T7: desbaste forte; T8: desbaste pesado.

Figura 5. Distribuição diamétrica para os indivíduos de *P. taeda*, aos 37 anos e idade, nos tratamentos avaliados no município de Campo Belo do Sul, SC.

Resultado similar foi obtido por Leite, Nogueira e Moreira (2006) ao avaliarem o efeito do espaçamento e da idade sobre os povoamentos de *P. taeda*, no planalto serrano de Santa Catarina. Os autores verificaram que a redução do crescimento diamétrico iniciou mais cedo nos menores espaçamentos, além disto, foi observado que em espaçamentos mais amplos, o maior número de indivíduos pertence às maiores classes de diâmetro. No estudo realizado por

Dobner (2015) em um povoamento de *Pinus taeda* aos 30 anos de idade, também foi verificado que as intervenções influenciaram positivamente o crescimento diamétrico. Já para a espécie *Pinus patula* Nicoletti *et al.* (2022) observaram que a espécie foi favorecida pelos desbastes realizados na área de estudo.

Ao avaliar a correlação, foi verificado que os volumes totais por hectare se correlacionam fortemente e significativamente com o dap, ao contrário da correlação da variável h com o dap (0,31). A baixa correlação entre as variáveis h e dap ocorre devido a heterogeneidade na população, uma vez que as intervenções realizadas na população exerceram influência direta na variável dap, sendo observado árvores com diâmetros iguais e alturas contrastantes e vice-versa (Silva *et al.*, 2019; Abreu Neto *et al.*, 2021).

4 CONCLUSÃO

A aplicação de desbastes em diferentes idades do povoamento influenciou de forma significativa as variáveis dendrométricas do povoamento de *Pinus taeda*. Maiores intervenções resultaram em árvores com diâmetros e volumes superiores.

5 AGRADECIMENTOS

À FAPESC e a CAPES pela bolsa de Pós-Graduação ao primeiro autor. Ao grupo de Pesquisa de Gestão e Recursos Florestais da Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC). A empresa Florestal Gateados por ceder os dados e auxiliar nas coletas a campo.

REFERENCIAS

ABREU NETO, R. ABREU, M.C.; SOARES, A.A.V.; MONTE, M.A.; ARAÚJO, E.J.G.; CURTO, R.A.; MIRANDA, N.A. Describing the structure and relationship of height and diameter in an old unmanaged *Eucalyptus* spp. Plantation. *Floresta e Ambiente*, v. 28, n. 3, 2021.

ALVARES, C.A.; STAPE, J.L.; SENTELHAS, P.C.; GONÇALVES, J.L.M.; SPAROVEK, K. Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, Stuttgart, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.

AQUINO, P.S.R.; NAPPO, M.E.; CASTRO, R.V.O.; SOARES, K.L.; LIMA, M.B.O. Effect of spacing on initial growth and production of *Eucalyptus* in a systemic "Fan-Shaped" design. *Floresta*, v. 51, n. 1, p. 099 – 108, 2021.

BONAZZA, M.; DOBNER J.R, M.; NOVACK JR., N.S.; SAMPIETRO, J.A.; ARCE, J.E.; WOJCIECHOWSKI, J. Desempenho operacional e custos de desbaste pré comercial semimecanizado em *Pinus taeda* L. *Scientia Forestalis*, n. 48, n. 125, p. 13, 2020.

BONAZZA, M.; SAMPIETRO, J.A.; VIVIAN, M.A.; SILVESTRE, R.; MODES, K.S. Efeito da idade, sortimento e tempo de estocagem na densidade verde da madeira de *Pinus taeda* L. *Ciência Florestal*, Santa Maria, v. 32, n. 2, p. 735-756, 2022. doi.org/10.5902/1980509848083.

DAVID, H. C.; PÉLLICO NETTO, S.; ARCE, J.E.; CORTE, A.P.D.; MARINHESKI FILHO, A.; ARAÚJO, E.J.G. Efeito da qualidade do sítio e do desbaste na produção de *Pinus*. **Floresta e Ambiente**, v. 24, p. 11, 2017.

DOBNER JUNIOR, M. **Impacto do manejo de povoamentos na produtividade e qualidade da madeira de *Pinus taeda***. 2015, 330f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais). Universidade Federal do Paraná.

DOBNER, M.; NICOLETTI, M. F.; ARCE, J. E. Influence of crown thinning on radial growth pattern of *Pinus taeda* in southern Brazil. *New Forests*, v. 50, p. 1-18, 2018.

DOBNER JÚNIOR, M.; CAMPOE, O.C. Meteorological effects on 30-years-grown *Pinus taeda* under a gradient of crown thinning intensities in southern Brazil. **Forest Ecology and Management**, v. 453, p. 11, 2019.

DOBNER JR.; NICOLETTI, M.F.; NOVACK JR.; N.S.; NUNES, G.C. Growth of *Pinus glabra* in Southern Brazil. *Floresta*, v. 49, n.2, p. 277 – 286, 2019.

GOMES, F.S.; MAESTRE, R.; SANQUETTA, C.R. Avaliação da produção em volume total e sortimentos em povoamentos de *Pinus taeda* L. submetidos a diferentes condições de espaçamento inicial e sítio. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 7, n. 1, p. 101-126, 1997.

INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES - IBÁ. Relatório anual 2019 (Ano base 2018). Brasília: 2019, 80p.

INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES- IBÁ. Relatório anual 2022. Brasília: 2022, 96p.

INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES- IBÁ. Relatório Anual 2021 (Ano base 2020). Brasília, 2021. 93 p.

INOUE, M.T.; FIGUEIREDO FILHO, A.; LIMA, R. Influência do espaço vital de crescimento na altura e diâmetro de *Pinus taeda* L. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 39, n. 91, 9. 377-385, 2011.

KOHLER, S.V.; KOHLER, H.S.; FIGUEIREDO FILHO, A. Modelos de afilamento para *Pinus taeda* por classes de idade. *Floresta e Ambiente*, v. 20, n. 4, p. 470-479, out./dez., 2013.

LEITE, H.G.; NOGUEIRA, G.S.; MOREIRA, A.M. Efeito do espaçamento e da idade sobre variáveis de povoamentos de *Pinus taeda* L. **Revista Árvore**, Viçosa – MG, v. 30, n. 4, p. 603 – 612, 2006.

LEITE, M.V.S.; CABACINHA, C.D.; ASSIS, A.L. Classificação da capacidade produtiva com alturas de árvores dominantes e estimadas por RNA. **Ciência Florestal**, v. 32, n. 3, p. 1552-1574, 2022.

MAFRA, A.L.; GUEDES, S.F.F.; KLAUBERG FILHO, O.; SANTOS, J.C.P.; ALMEIDA, J.A.; ROSA, J.D. Carbono orgânico e atributos químicos do solo em áreas florestais. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 32, n. 2, p. 217-224, 2008.

MENDONÇA, A.R.; LACHINI, E.; VIEIRA, G.C.; REGAZZI, A.J.; SILVA, G.F. Efeito da idade na estimação do volume de *Pinus tropicais*. **Revista Agrarian**, v. 12, n. 44, p. 214 – 222, 2019.

MURTA JUNIOR, L.S.; CASTRO, R.V.O.; NAPPO, M.E.; NOGUEIRA, G.S.; ARAÚJO JUNIOR, C.A.; GASPAR, R.O.; COSTA, L.S.; OLIVEIRA, E.K.B. Características dendrométricas de eucalipto submetido a desbaste. **Scientia Forestalis**, n. 48, n. 127, p. 14, 2020.

NICOLETTI, M.F.; LAMBERT, L.; SOARES, P.R.C.; CRUZ, G.S.; ALMEIDA, B.R.S. Influência do primeiro desbaste no crescimento de quatro espécies do gênero *Pinus*. *Revista Agronegócio e Meio Ambiente*, RAMA, v. 15, n. 1, p. 9 – 17, 2022.

NOGUEIRA, G.S.; MARSHALL, P.L.; LEITE, H.G., CAMPOS, J.C.C. Thinning Intensity and Pruning Impacts on *Eucalyptus* Plantations in Brazil. **International Journal of Forestry Research**, p. 10, 2015.

OLIVEIRA, R.K.; HIGA, A.R.; SILVA, L.D.; SILVA, I.C.; GONÇALVES, M.D.P.M. Emergy-based sustainability assessment of a loblolly pine (*Pinus taeda*) production system in southern Brazil. **Ecological Indicators**, v. 93, p. 481–489, 2018

OLIVEIRA, T.M.; MADI, J.P.S.; CERQUEIRA, C.L.; MILLIKAN, P.H.K.; CARVALHO, M.P.L.C.; CARVALHO, S.P.C. Relações morfométricas para árvores de *Tectona grandis*. **Advances in Forestry Science**, Cuiabá, v. 5, n. 4, p. 461-465, 2018.

R CORE TEAM. **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. 2019. Disponível em: <https://www.R-project.org/>.

SANQUETTA, C.R.; REZENDE, A.V.; GAIAD, D.; SCHAFF, L.B.; ZAMPIER, A.C. Produção de madeira para laminação em povoamentos de *Pinus taeda* submetidos a diferentes densidades e regimes de desbaste: uma abordagem experimental. **Revista Floresta**, v. 28, n. 1, p. 83-89, 2004.

SANTOS, C. J. Regressão não linear quantílica para classificação de sítio em povoamentos de *Eucalyptus* sp. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 46, n. 120, p. 551-561, dez. 2018.

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.

SCHNEIDER, P.R.; FINGER, C.A.G. Determinação de regimes de desbaste para povoamento 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.; HOPPE, J.M. Efeito da intensidade da desrama na produção de *Pinus elliottii* Engelm implantado em solo pobre, no estado do Rio Grande do Sul. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 9, n. 1, p. 35-46, 1999.

SCOLFORO, J.R.S.; MACHADO, S.A. Um sistema de crescimento e produção com simulador de desbaste. **Scientia Forestalis**, n. 50, p. 51-64, 1996.

SILVA, R.S.; VENDRUSCOLO, D.G.S.; ROCHA, J.R.M.; CHAVES, A.G.S.; SOUZA, H.S.; MOTTA, A.S. Desempenho silvicultural de *Tectona grandis* L.f. em diferentes espaçamentos em cárceres, MT. **Floresta e Ambiente**, v. 23, n. 3, p. 397-405, 2016.

SILVA, V.E.; SILVA, P.R.T.; MONTANARI, R.; LISBOA, S.D.; BATELLO, E.R.B.; AGUILAR, J.V.; LISBOA, L.A.M.; ALBERTINI, M.M. Produtividade de *Pinus Caribea* Var. hondurensis e suas relações com atributos químicos dos solos em região de Cerrado brasileiro. **Ciência Florestal**, v. 29, n. 1, p. 292 – 306, 2019.

SOUZA, J.T.; FIORENTIN, L.D. Crescimento de variáveis dendrométricas de *Pinus* spp. na região de Nova Araçá, RS. **Unoesc & ciência – ACET Joaçaba**, Edição especial, p. 23-28, 2015.

STADLER, J.A.; LOPES, E.S.; RODRIGUES, C.K.; OLIVEIRA, F.M.; DINIZ, C.C.C. Harvester productivity and costs in clear cutting *Pinus taeda* stands under different management regimes. **Revista Floresta**, v. 52, n.1, p. 189 – 196, 2022.

VIBRANS, A.C.; SEVEGNANI, L.; GASPER, A.L.; LINGNER, D.V. **Inventário Florístico Florestal de Santa Catarina**. Volume III: Floresta Ombrófila Mista. Blumenau, Edifurb, 2013, 448p.

WEBER, V.P.; FINGER, C.A.G.; FLEIG, F.D.; SOUZA, C.A.M.; MUNARETO, F.F.; SILVA, L.T.M. Diretrizes para desbaste de *Pinus taeda* L. em função da altura dominante. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 23, n. 1, p. 193-201, 2013.