

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CAMPUS DE CURITIBANOS
DEPARTAMENTO DE AGRICULTURA, BIODIVERSIDADE E FLORESTAS
CURSO DE ENGENHARIA FLORESTAL

Natalia Gemo Gallafassi

Crescimento de *Pinus taeda* L. submetido a diferentes tipos e intensidades de desbaste

Curitibanos, SC

2021

Natalia Gemo Gallafassi

Crescimento de *Pinus taeda* L. submetido a diferentes tipos e intensidades de desbaste

Trabalho de Conclusão do Curso de Graduação em Engenharia Florestal do Centro de Ciências Rurais da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Florestal.

Orientador: Prof. Mário Dobner Jr. Dr.

Curitibanos, SC

2021

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Gallafassi, Natalia Gemo
Crescimento de Pinus taeda L. submetido a diferentes
tipos e intensidades de desbaste / Natalia Gemo Gallafassi
; orientador, Mário Dobner Jr., 2021.
43 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) -
Universidade Federal de Santa Catarina, Campus
Curitibanos, Graduação em Engenharia Florestal,
Curitibanos, 2021.

Inclui referências.

1. Engenharia Florestal. 2. Desbaste. 3. Pinus spp. 4.
Crescimento. I. Dobner Jr., Mário . II. Universidade
Federal de Santa Catarina. Graduação em Engenharia
Florestal. III. Título.

Natalia Gemo Gallafassi

Crescimento de *Pinus taeda* L. submetido a diferentes tipos e intensidades de desbaste

Este Trabalho Conclusão de Curso foi julgado adequado para obtenção do Título de “Bacharel em Engenharia Florestal” e aprovado em sua forma final pelo Curso de Engenharia Florestal

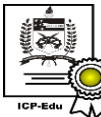
Curitiba, 03 de Setembro de 2021.



Documento assinado digitalmente
Mario Dobner Junior
Data: 16/09/2021 15:30:34-0300
CPF: 034.250.659-55
Verifique as assinaturas em <https://v.ufsc.br>

Prof. Mário Dobner Jr., Dr.
Coordenador do Curso

Banca Examinadora:



Documento assinado digitalmente
Mario Dobner Junior
Data: 16/09/2021 15:30:53-0300
CPF: 034.250.659-55
Verifique as assinaturas em <https://v.ufsc.br>

Prof. Mário Dobner Jr., Dr.
Orientador
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Marcos Felipe Nicoletti, Dr.

Avaliador
Universidade do Estado de Santa Catarina



Documento assinado digitalmente
Marcelo Bonazza
Data: 16/09/2021 16:17:20-0300
CPF: 047.641.899-25
Verifique as assinaturas em <https://v.ufsc.br>

Prof. Marcelo Bonazza, Dr.
Avaliador
Universidade Federal de Santa Catarina

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pelo dom da vida e por muitas vezes me transmitir fé e coragem para alcançar meus objetivos.

À minha família, por me apoiar e incentivar durante estes anos de graduação.

Ao meu orientador, por todo conhecimento, apoio, e disponibilidade durante a execução deste trabalho.

Ao meu namorado, por estar comigo em todos os momentos, me dando força e acreditando em mim.

Aos meus amigos, pela parceria, ajuda, e por fazerem dessa trajetória a mais leve possível.

A todos os professores que durante a jornada acadêmica compartilharam seus conhecimentos.

RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo avaliar a resposta em crescimento após 5 anos da realização de diferentes tipos e intensidades de desbaste em um plantio de *Pinus taeda*. Aos 7 anos a floresta recebeu quatro diferentes tipos/intensidades de desbaste: desbaste seletivo por baixo (25% de redução em relação ao número de árvores) + sistemático na 5ª linha (20%), desbaste seletivo pelo alto (25%) + sistemático na 5ª linha (20%), desbaste seletivo pelo alto (35%) + sistemático na 10ª linha (10%) e desbaste somente pelo alto (60%). A partir de então, a floresta foi inventariada todos os anos, até os 12 anos de idade, cinco anos após a intervenção. Foram analisadas variáveis dendrométricas como, o número de árvores por hectare (N), diâmetro quadrático médio (d_g), diâmetro dominante (d_{100}), área basal (G), volume médio individual acima de 8 cm (v_{mi}), volume comercial acima de 8 cm (V) e receita em reais por hectare. Cinco anos após a instalação do experimento, não foi possível detectar diferenças significativas para nenhuma das variáveis dendrométricas avaliadas. O tratamento utilizando o método seletivo por baixo, apresentou resultados, até o momento, por vezes superior ao método seletivo pelo alto, principalmente para variáveis como, área basal (G) e volume comercial acima de 8 cm (V), indicando que até o momento não existem vantagens em utilizar o método seletivo pelo alto. Entretanto, considerando o crescimento acumulado ao longo dos 5 anos, observou-se diferença significativa para a variável de diâmetro dominante (d_{100}), além disso, as variáveis diâmetro quadrático médio (d_g) e área basal (G) apresentaram p-valores limítrofes, indicando que diferenças podem ser observadas com o aumento da idade.

Palavras-chave: *Pinus taeda*. Crescimento. Desbaste seletivo. Desbaste sistemático.

ABSTRACT

This study aimed to evaluate the growth response after 5 years of performing different types and intensities of thinning in a *Pinus taeda* plantation. At 7 years of age, the forest was submitted to four different types/intensities of thinning: low thinning (25% reduction in relation to the number of trees) + systematic thinning in the 5th row (20%), high thinning (25%) + systematic thinning in the 5th line (20%), high thinning (35%) + systematic thinning in the 10th line (10%) and high thinning only (60%). Since then, the forest was inventoried year after year, until 12 years of age, five years after the intervention. Dendrometric variables were analyzed, such as the number of trees per hectare (N), mean squared diameter (d_g), dominant diameter (d_{100}), basal area (G), mean individual volume above 8 cm (vmi), commercial volume above 8 cm (V) and revenue in Reais per hectare. Five years after the thinnings were conducted, there were no differences for the dendrometric variables evaluated. The low thinning method, until this moment, delivered often better results in relation to the high thinning method, especially for variables such as basal area (G) and commercial volume above 8 cm (V), indicating that so far there are no advantages in using the high thinning method. However, considering the accumulated growth over the 5 years, there was a significant difference for the dominant diameter variable (d_{100}), in addition, the mean square diameter (d_g) and basal area (G) variables had borderline p-values, indicating that differences may be observed in the coming years.

Keywords: *Pinus taeda*. Growth. Selective thinning. Systematic thinning.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	8
1.1	OBJETIVOS	9
1.1.1	Objetivo Geral.....	9
1.1.2	Objetivos Específicos	9
2	REFERENCIAL TEÓRICO	10
2.1	GÊNERO <i>Pinus</i>	10
2.2	SETOR FLORESTAL BRASILEIRO	10
2.3	DESBASTES	11
2.3.1	Desbaste pelo alto.....	12
2.3.2	Desbaste seletivo por baixo	13
2.3.3	Desbaste sistemático	14
2.4	INVENTÁRIO FLORESTAL	14
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	25
4.1	CARACTERIZAÇÃO DENDROMÉTRICA ANO APÓS ANO.....	25
4.2	CRESCIMENTO ACUMULADO (7-12 anos).....	31
4.3	DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA	35
4.4	RECOMENDAÇÃO DE MANEJO.....	38
5	CONCLUSÃO.....	40
	REFERÊNCIAS	41

1 INTRODUÇÃO

O setor florestal brasileiro de árvores plantadas ocupa uma posição de destaque mundial, por meio da alta produtividade de suas florestas, da tecnologia aplicada, além de implantar as melhores práticas de manejo florestal, de forma conjunta com a responsabilidade social e sustentabilidade (IBÁ, 2019). Segundo o relatório de Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura - PEVS (2019), a área de florestas plantadas no Brasil foi de 10 milhões de hectares em 3.500 municípios, nos quais a receita total atingiu 20 bilhões de reais, sendo destes, 15 bilhões de reais em razão da silvicultura. As regiões Sul e Sudeste do Brasil são responsáveis por cerca de 64% de toda a produção florestal do país, sendo o gênero *Pinus* mais cultivado na Região Sul, enquanto a Região Sudeste apresenta maior ocorrência de povoamentos do gênero *Eucalyptus*, em conjunto, as regiões concentram cerca de 7,6 milhões de hectares plantados de *Eucalyptus* e 2 milhões de hectares de *Pinus* (IBGE, 2019).

No Sul do país, o estado do Paraná é o detentor da maior área cultivada de *Pinus*, equivalente a 42%, seguido por Santa Catarina, com 34%, e Rio Grande do Sul com 12% (IBÁ, 2019). Em 2018, o estado do Paraná contava com cerca de 654 mil hectares de florestas plantadas do gênero *Pinus*, estas que estão localizadas em sua maior parte na região Centro-Sul, que concentra cerca de 94% da área plantada, distribuídas entre 25 municípios (EISFELD *et al.*, 2018).

Objetivando maior eficiência em seus processos, as indústrias madeireiras verticalizaram suas produções, e com isso grande parte da madeira ficou destinada a produção de papel, celulose e chapas, causando uma defasagem no estoque para o uso sólido. Diante da maior demanda de produção, o desbaste dos povoamentos entra como uma estratégia utilizada para um crescimento melhor e mais homogêneo da floresta (BATALHA; BUAINAIN, 2007). No Brasil, a maioria dos desbastes realizados se dão pelo método denominado ‘desbaste seletivo por baixo’, o qual apresenta fragilidades comparado ao potencial obtido na aplicação de outras metodologias, como o ‘desbaste seletivo pelo alto’, e por essa razão é de grande importância a recomendação de um desbaste que se adeque as necessidades da floresta e do futuro uso da madeira (DOBNER Jr.; HUSS, 2015).

Diante disso, o presente estudo teve como objetivo avaliar qual método e intensidade de desbaste pode resultar em maior crescimento, partindo do pressuposto de que o método de desbaste seletivo pelo alto proporciona melhores resultados em relação ao crescimento

individual e para a valorização de florestas plantadas de *Pinus taeda* cultivadas no Planalto Sul do Brasil.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

Avaliar a resposta em crescimento após 5 anos da realização de diferentes tipos e intensidades de desbaste, em um plantio de *Pinus taeda* com 12 anos de idade.

1.1.2 Objetivos Específicos

Quantificar as características dendrométricas e a valorização das florestas anualmente, durante os 5 anos após a realização dos desbastes.

Analisar a diferença entre o momento imediatamente após a realização dos desbastes e o último inventário, 5 anos após as intervenções e, desta forma, avaliar o efeito acumulado dos diferentes tratamentos.

Prescrever ações para a continuidade do experimento para os diferentes tratamentos.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 GÊNERO *Pinus*

Nativo do sul dos Estados Unidos, o gênero *Pinus* possui uma ampla área de ocorrência devido a sua boa adaptação a condições variadas de solo, de solos ricos em nutrição a solos pobres e com drenagem moderada. Possui bom crescimento, sendo utilizado amplamente para sustentar a diversa variedade de produtos oriundos do setor de base florestal (TRIANOSKI, 2012). Segundo Costa (2011), em seu ambiente nativo a espécie possui copa densa e casca gretada, podendo atingir até 45 m de altura e 150 cm de diâmetro.

Conforme citado por França (2015), os diversos usos possíveis da madeira do gênero fazem com que o mesmo seja amplamente difundido em vários lugares do mundo para plantio comercial, sendo destinado para a fabricação de laminados e compensados, serrados, móveis, madeira beneficiada, papel e celulose, além de possibilitar a geração de energia e vapor, a partir dos resíduos da madeira.

Desde sua implantação em território brasileiro, foi observada uma grande eficiência de produção do gênero, enquanto o incremento médio anual (IMA) em países onde a cultura é nativa, como os EUA, é de 14 m³ ha⁻¹ ano, no Brasil em 2018, segundo a Indústria Brasileira de Árvores a média foi de 31,3 m³ ha⁻¹ ano, reconhecendo o potencial brasileiro em razão de sua alta produtividade em menor espaço de tempo (IBÁ, 2020).

2.2 SETOR FLORESTAL BRASILEIRO

De acordo com o Relatório Anual da Indústria Brasileira de Árvores – IBÁ (2020) o setor representa cerca de 1,2% do produto interno bruto (PIB) nacional, com receita bruta total de R\$ 97,4 bilhões. Em todo o território nacional a área florestal cultivada soma cerca de 9 milhões de hectares, sendo destes, 5,9 milhões de hectares destinados a Áreas de Preservação Permanente (APP's), Reserva Legal (RL) e Reservas Particulares do Patrimônio Natural (RPPN), já a área restante é ocupada em sua grande maioria pelos gêneros mais comercializados no país, *Pinus* e *Eucalyptus*.

O setor está em amplo crescimento, estando previstos cerca de R\$ 36 bilhões em investimentos na construção de novas fábricas e expansão de negócios para os próximos anos.

O crescimento e reconhecimento mundial do setor brasileiro de árvores plantadas deve-se ao cuidado ambiental, que é mantido desde o campo até o produto final, cumprindo com os princípios da sustentabilidade. O setor florestal contribuiu na balança comercial significativamente nos últimos 10 anos, contabilizando um saldo de 10,3 bilhões de dólares. Participando com cerca de 50% das exportações, China e Estados Unidos, são os principais destinos de exportação de produtos do setor florestal, sendo os principais produtos exportados celulose e papel, que juntos somam cerca de 9,5 bilhões de dólares (IBÁ, 2019).

2.3 DESBASTES

Segundo Dobner Jr. e Huss (2015) desbaste é a operação que reduz artificialmente o número de árvores em um povoamento. A realização desse procedimento é feita após o fechamento do dossel do povoamento, e tem como objetivo fornecer luz, espaço e nutrientes para que a floresta volte a ter um bom desenvolvimento, pois o aumento do espaço aéreo entre as copas, permite uma maior entrada de luz, aumentando a produção fotossintética por área plantada (RIBEIRO; SITO, 2012).

Para a caracterização de quais árvores retirar, deve-se seguir alguns parâmetros como: posição sociológica da árvore, estado sanitário, característica de copa e de fuste, entre outros. De acordo com Ribeiro e Siteo (2012) a classificação sociológica para as árvores segue as seguintes classes:

- a) Árvores dominantes: bem desenvolvidas, com copas que atingem os níveis mais elevados, recebendo assim luz direta de cima e parte da lateral, serão futuras árvores potenciais.
- b) Árvores codominantes: copas médias em relação ao nível geral, recebem luz somente de cima e suportam competição lateral.
- c) Árvores subdominantes: copas menores e que ocupam espaço entre as dominantes e as codominantes, recebem luz apenas na extremidade superior da sua copa.
- d) Árvores dominadas: aquelas que se encontram sob as subdominantes, não recebendo luz direta.
- e) Árvores mortas: não é de interesse classificar o tronco ou a copa conforme a sua conformação.

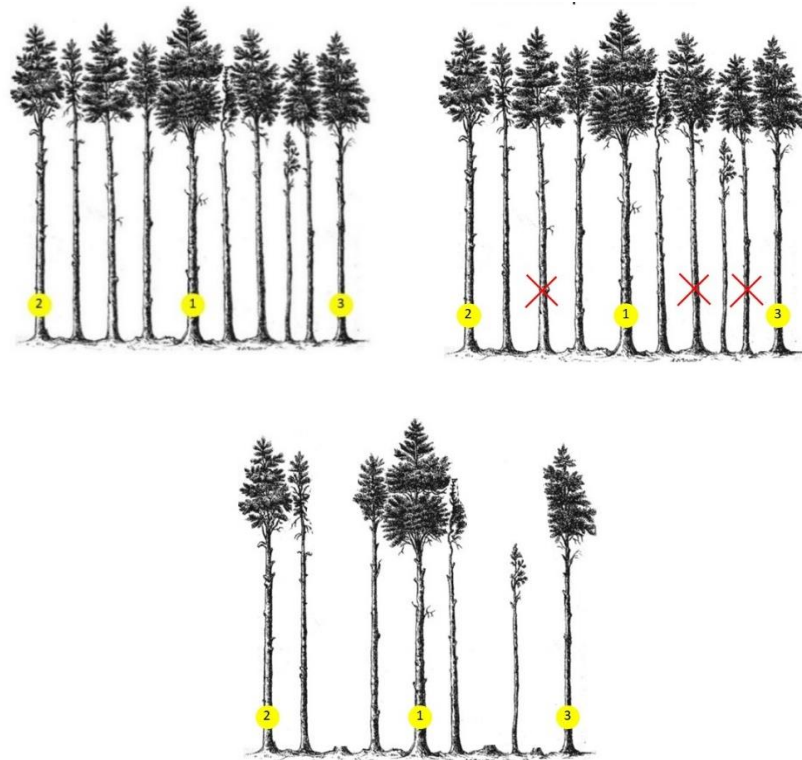
Os desbastes podem trazer alguns efeitos no povoamento, tanto fisiológicos quanto ecológicos, tais como, a diminuição na mortalidade de árvores, favorecendo o crescimento de copa, raízes e folhas. Desbastes muito intensivos também aumentam a temperatura média dentro da floresta e a quantidade de água no solo, fazendo com que haja maior atividade de

microrganismos decompondo a matéria orgânica, provocando aumento na vegetação daninha (RIBEIRO; SITO, 2012).

2.3.1 Desbaste pelo alto

Para realização do desbaste pelo alto primeiramente define-se quais as árvores potenciais do povoamento, e conforme citado por Dobner Jr. e Huss (2015) a escolha deve-se dar através de três critérios de avaliação, dominância, distribuição homogênea na floresta e boa qualidade. Os indivíduos dominantes no povoamento são aqueles que possuem copas bem desenvolvidas, as árvores também podem apresentar pequenas tortuosidades, que podem ser toleradas desde que não comprometam a qualidade da utilização futura da madeira. Na sequência devem ser identificadas as árvores concorrentes, que também são árvores bem desenvolvidas, mas que precisam ser removidas para resultar uma abertura significativa no dossel do povoamento e possibilitar o desenvolvimento das dominantes, conforme observado na figura 1.

Figura 1 – Seleção de árvores dominantes para posterior desbaste pelo alto.



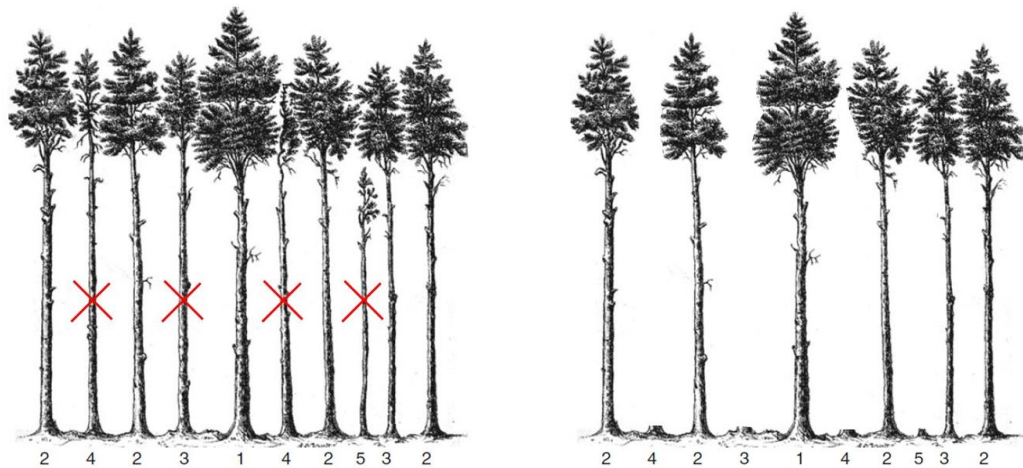
Onde: X = Árvores a serem retiradas; 1,2,3 = Árvores dominantes
Fonte: Dobner Jr.; Huss (2015).

As árvores dominantes ficam mais expostas a luz, aumentando a área fotossintética e consequentemente o desenvolvimento das mesmas, porém, durante o período de rotação o desbaste seletivo pelo alto não deve ser uma estratégia permanente de desbaste, já que essa opção reduz o incremento do povoamento.

2.3.2 Desbaste seletivo por baixo

No Brasil, a maioria dos desbastes realizados em povoamentos são pela técnica de desbaste seletivo por baixo juntamente com o desbaste sistemático, responsável por facilitar a entrada de máquinas no povoamento. Nesse método, retiram-se os indivíduos de qualidade inferior aos demais, em relação ao seu crescimento, ocorrência de tortuosidade e bifurcações, dentre outras características indesejáveis (Figura 2). As intensidades de desbaste podem variar de 20 a 40%, de acordo com o desbaste sistemático e com as diversas intervenções que serão realizadas na floresta até se completar o ciclo produtivo (DOBNER Jr.; HUSS, 2015).

Figura 2 – Seleção de árvores não potenciais, com intensidade de 40%.



Onde: X = Árvores não potenciais para remoção.

Fonte: Dobner Jr.; Huss (2015).

Segundo Marsaro (2016) o método é mais oneroso em comparação a desbastes sistemáticos, exigindo treinamento, e uma maior demanda de mão-de-obra, porém oferece resultados melhores favorecendo árvores potenciais e eliminando aquelas que não oferecem potencial produtivo.

2.3.3 Desbaste sistemático

O desbaste sistemático consiste basicamente na retirada de uma linha, normalmente a cada 4, 5, 7 ou 9 linhas, dependendo de qual a intensidade de desbaste que deseja adotar. A intensidade e a linha de remoção não possuem relação com o manejo da floresta, apenas com os equipamentos e o método que será utilizado na colheita florestal (DOBNER Jr.; HUSS, 2015). Entretanto, de acordo com Sixel (2008) o desbaste sistemático é recomendado para povoamentos com um grau de uniformidade alto, se realizado em povoamentos pouco uniformes, existe a possibilidade de deixarmos de lado indivíduos potenciais.

2.4 INVENTÁRIO FLORESTAL

O inventário florestal é uma ferramenta essencial para tomada de decisões no manejo florestal, auxiliando na preparação de planos e diretrizes. Segundo Cunha (2004), através do inventário florestal é possível: determinar o potencial produtivo de um povoamento; definir fatores bióticos e abióticos que implicam na floresta; determinar custos de produção; e, principalmente, definir estratégias para um manejo autossuficiente.

Através de um inventário florestal obtém-se informações quantitativas e qualitativas do povoamento, tais informações podem ser observadas por meio de amostragens no povoamento, realizadas por diversos métodos, que devem ser adequados ao povoamento no qual será implantado, visto que a utilização de métodos inadequados implicará em custos maiores de inventário, e poderá impactar na precisão e quantidade de trabalho realizada (CESARO *et al.*, 1994). Para a realização de um inventário, é preciso que ocorra a coleta de dados através de métodos de amostragem, que podem ser classificados em métodos de área fixa ou de área variável, e sua escolha dependerá das características de cada população que será amostrada (PÉLLICO NETTO; BRENA, 1997).

Segundo Cesaro *et al.* (1994, apud STERBA, 1986), o método de amostragem de área fixa é um dos mais antigos, onde a parcela será fixa e todas as árvores da parcela serão mensuradas, sendo assim, a probabilidade de seleção das árvores é proporcional a área. Segundo Péllico Neto e Brena (1997) o método apresenta muitas vantagens, podendo-se citar: a obtenção de área basal, volume, altura de árvores dominantes, distribuição diamétrica através de medições, e estabelecimento prático e simples quando realizado em parcelas permanentes, além

disso, existe uma alta correlação entre duas ou mais variáveis, quando opta-se por utilizar unidades permanentes.

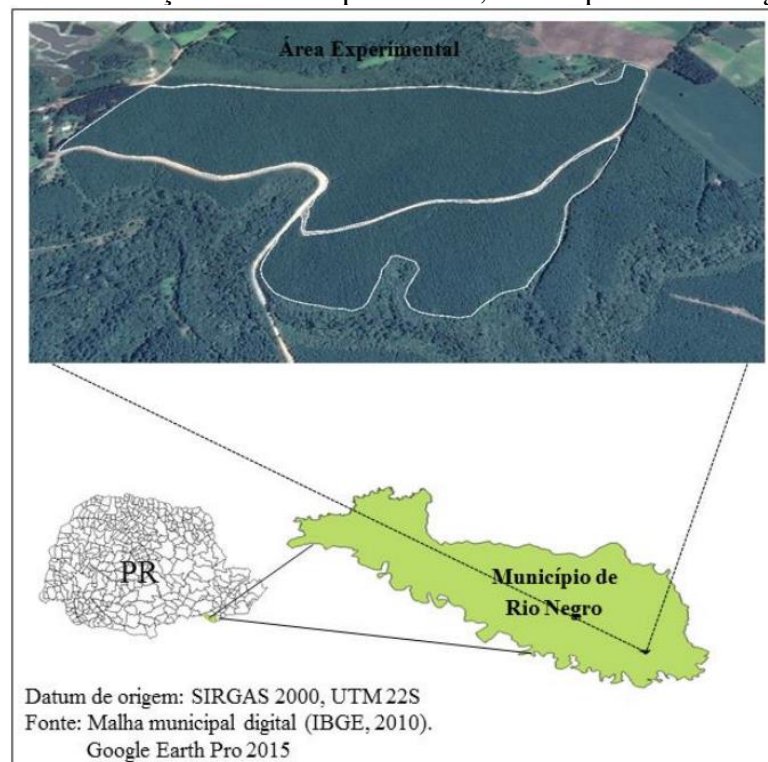
3 METODOLOGIA

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA

O experimento foi realizado no município de Rio Negro, Paraná, na fazenda Santa Vera, localizada na comunidade de Legado das Mortes (Figura 3).

A área está localizada nas coordenadas geográficas 26°11'06" Sul e 49°33'11" Oeste, com altitude aproximada de 870 m. A região faz parte da área de ocorrência da Floresta Ombrófila Mista Montana, possuindo clima temperado, com precipitação média de 1.400 mm anuais, e solo caracterizado como Argiloso Siltoso Avermelhado (IBGE, 1992).

Figura 3 – Localização da área experimental, município de Rio Negro – PR.



Fonte: Marsaro (2016)

3.2 CARACTERIZAÇÃO DO POVOAMENTO

O trabalho foi realizado com base nos dados de um povoamento de *P. taeda* com área de 27,5 ha, implantado no ano de 2009, com espaçamento de 3,0 x 2,5 m, equivalente a 1.333 árvores por hectare. No ano de 2016 o povoamento passou por operação de desbaste, onde foram realizados diferentes tipos/intensidades de desbaste. As intensidades variaram conforme a porcentagem de árvores retiradas em relação as árvores existentes no povoamento. Os tratamentos aplicados a floresta de *P. taeda*, na época com 7 anos de idade, são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 – Descrição dos tratamentos utilizados na realização do desbaste.

Tratamento	Descrição
5_baixo	Desbaste sistemático na 5ª linha (20%) + Seletivo por baixo (25%)
5_alto	Desbaste sistemático na 5ª linha (20%) + Seletivo pelo alto (25%)
10_alto	Desbaste sistemático na 10ª linha (10%) + Seletivo pelo alto (35%)
Somente_alto	Desbaste seletivo somente pelo alto (60%)

Fonte: A autora (2021).

A área experimental foi instalada no ano de 2016, utilizando o delineamento experimental de blocos ao acaso (DBC), dividiu-se a área em três blocos que receberam quatro tratamentos cada. Os tratamentos ‘5_baixo’, ‘5_alto’ e ‘Somente_alto’ incluíram 25 linhas de plantio cada. Em contrapartida, para o tratamento ‘10_alto’ em função de ter sido realizado o desbaste na 10ª linha, foram necessárias 30 linhas, obtendo um intervalo equivalente de 3 linhas de desbaste sistemático.

3.3 COLETA DE DADOS

Foram coletadas medidas de diâmetro das árvores do povoamento, com auxílio de fita diamétrica, medida na posição da altura do peito, padronizada em 1,30 m. Para mensuração da altura utilizou-se o aparelho hipsômetro Vertex® que, baseado nos princípios da trigonometria realiza medições na unidade de metros com precisão comprovada em ambientes com vegetação densa (SANQUETTA *et al.*, 2014). Os dados foram coletados pela empresa durante os anos de 2016 a 2021 e disponibilizados para a realização do estudo.

3.4 ANÁLISE DE DADOS

Os dados foram processados em planilha eletrônica Microsoft Office Excel, com auxílio do suplemento Florexel, para obtenção das variáveis: diâmetro quadrático médio (dg), diâmetro dominante (d_{100}), área basal (G) volume médio individual acima de 8 centímetros (vmi), volume comercial acima de 8 centímetros (V), receita por hectare, além de realizar ajuste e seleção de equações hipsométricas e volumétricas de forma automática.

Para realização da análise estatística, aplicou-se o delineamento em blocos casualizados (DBC), utilizando o software R com aplicação RStudio, executou-se também o teste de normalidade de resíduos (Shapiro-Wilk) ao nível de 5% de significância, seguindo a ANOVA simples. Nos tratamentos, quando detectada diferença significativa empregou-se o teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade de erro. O software RStudio foi utilizado para construir a distribuição diamétrica, ajustando as funções de densidade probabilística (FDP), Normal e Weibull 2 parâmetros.

3.4.1 Fator de proporcionalidade

Segundo Péllico Netto e Brena (1997) o fator de proporcionalidade (F) permite a extrapolação para um hectare, possibilitando estimar o número de árvores, a área basal e o volume por hectare, e pode ser expresso pela Equação 1:

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

Onde: F = fator de proporcionalidade; 1 = área de 1 hectare; a = área da unidade amostral.

3.4.2 Número de árvores por hectare

Para estimativa do número de árvores por hectare (N), multiplicou-se o fator de proporcionalidade pelo número de árvores presentes na área amostral, seguindo a Equação 2 (SANQUETTA *et al.*, 2014).

$$N = m \cdot F \quad (2)$$

Onde: N = número de árvores por hectare; m = número de árvores presentes na unidade amostral; F = fator de proporcionalidade.

3.4.3 Área transversal

Entende-se por área transversal (g) aquela referente a área da seção transversal do fuste, perpendicular ao eixo da árvore, no ponto onde ocorre a medição do diâmetro, (Equação 3).

$$g = \frac{\pi \cdot (DAP)^2}{40000} \quad (3)$$

Onde: g = área transversal (m²); dap = diâmetro à altura do peito (cm); π = Pi (3,14).

3.4.4 Área basal por hectare

A área basal (G) é a soma das áreas transversais de árvores individuais na altura do DAP, é estimada em m² por unidade de área (Equação 4).

$$G = \sum_{i=1}^n g \cdot F \quad (4)$$

Onde: G = área basal; n = número de árvores; g: área transversal; F = fator de proporcionalidade.

3.4.5 Estimativa de altura

As funções hipsométricas foram ajustadas automaticamente pelo software Florexel, a partir dos dados pareados (diâmetro/altura). A Tabela 3 apresenta os modelos ajustados para o povoamento aos 12 anos de idade, além das estatísticas de qualidade do ajuste: erro padrão da estimativa (S_{yx}) e coeficiente de determinação (R^2).

Tabela 3 – Funções hipsométricas ajustadas e suas respectivas estatísticas aos 12 anos de idade.

Tratamento	Modelo	R²	S_{yx}(%)
'5_baixo'	$h = \exp (1,93641733588437 + 0,29807991059494 * \ln(d))$	0,36	5,7
'5_alto'	$h = \exp (3,27278477187324 + -9,89645394294577 * (1/d))$	0,41	5,8
'10_alto'	$h = \exp (3,19747214053036 + -8,33526208880941 * (1/d))$	0,27	7,4
'Somente_alto'	$h = \exp (1,68574528597697 + 0,372142077301218 * \ln(d))$	0,70	4,9
'5_baixo'	$h = \exp (3,21896413203582 + -9,37198111124704 * (1/d))$	0,51	5,4
'5_alto'	$h = \exp (1,74648151726725 + 0,335338560867187 * \ln(d))$	0,53	6,1
'10_alto'	$h = \exp (2,30591362941769 + 0,175742343093121 * \ln(d))$	0,17	4,6
'Somente_alto'	$h = \exp (3,23296933418853 + -9,39068313951226 * (1/d))$	0,69	5,5
'5_baixo'	$h = \exp (3,25200494985618 + -11,5787749412108 * (1/d))$	0,61	4,3
'5_alto'	$h = \exp (3,20306057596936 + -9,60398911925638 * (1/d))$	0,66	6,6
'10_alto'	$h = \exp (3,02622590970187 + -4,26216031370294 * (1/d))$	0,21	4,7
'Somente_alto'	$h = \exp (3,15846131510381 + -8,57877992420206 * (1/d))$	0,68	4,4

Legenda: h = altura total (m); d= diâmetro a altura do peito (1,30 m); e coeficientes estimados.

3.4.6 Função de afilamento

Para obtenção do afilamento das árvores de *P. taeda* e posterior análise econômica, fez-se o uso dos coeficientes para o polinômio de 5º grau utilizados por Marsaro (2016), autor que fez a primeira avaliação após desbaste no povoamento. Esse modelo se adequa na estimativa do diâmetro, em qualquer altura do fuste. A Tabela 4 apresenta os coeficientes ajustados, além das estatísticas de qualidade do ajuste: erro padrão da estimativa (S_{yx}) e coeficiente de determinação (R^2).

Tabela 4 - Parâmetros matemáticos do polinômio de 5º de Schöpfer e suas respectivas análises descritivas.

Parâmetro	Polinômio de 5º	R²	S_{yx} (%)
β0	1,0603	0,97	7,4
β1	-2,1790		
β2	7,2258		
β3	15,7334		
β4	14,4249		
β5	-4,7466		

Fonte: Marsaro (2016).

3.4.7 Distribuição diamétrica

Para a estimativa da distribuição diamétrica do povoamento foram ajustadas no software RStudio duas funções de densidade probabilística (FDP): Normal (Equação 5) e de Weibull 2 parâmetros (Equação 6). Para a análise de qualidade dos ajustes foi utilizado o Critério de Informação de Akaike (AIC) (Equação 7), o teste permite uma comparação entre modelos não alinhados, penalizando aqueles com maior número de parâmetros. Determina-se que, quanto menor for o valor de AIC, melhor o modelo se ajusta aos dados (WOLFINGER, 1993 *apud* SANTOS *et al.*, 2019).

$$f(x) = \left(\frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \right) e^{-\frac{1}{2} \left(\frac{x-\mu}{\sigma} \right)^2} \quad (5)$$

Onde: $f(x)$ = função de densidade da variável x ; x = diâmetro do centro de classe; μ = média aritmética; σ = desvio padrão; π = é a constante pi (3,14).

$$f(x) = \frac{c}{b} \left(\frac{x}{b} \right)^{c-1} e^{-\left(\frac{x}{b} \right)^c} \quad (6)$$

Onde: $f(x)$ = função de densidade da variável x ; x = diâmetro do centro de classe; b = parâmetro de escala; c = parâmetro de forma.

$$AIC = -2\ln(mv) + 2p \quad (7)$$

Onde: mv = máxima verossimilhança e n = número de parâmetros do modelo.

3.5 ESTATÍSTICAS DO INVENTÁRIO FLORESTAL

3.5.1 Variância

Segundo Sanquetta *et al.*, (2014), a variância é a medida que expressa a variação de uma característica entre indivíduos de uma população em relação a média, e pode ser obtida pela Equação 8.

$$s^2 x = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1} \quad (8)$$

Onde: \bar{x} = média; x_i = variável de interesse; n = número de unidades amostradas.

3.5.2 Variância da média

A variável, variância da média determina a precisão da média que é estimada, representando a variação teórica das médias de todas as amostras que poderiam ser coletadas na população (SANQUETTA *et al.*, 2014) (Equação 9).

$$s_{\bar{x}}^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n(n-1)} \quad (9)$$

Onde: \bar{x} = média; x_i = variável de interesse; n = número de unidades amostradas.

3.5.3 Erro Padrão

O erro padrão da média é calculado através da variância da média e expressa a precisão do inventário, de forma semelhante a variância da média. É uma variação entre o valor estimado e o paramétrico, onde é expresso pela diferença real entre as médias das possíveis amostras (SANQUETTA *et al.*, 2014) (Equação 10).

$$s_{\bar{x}} = \sqrt{s_{\bar{x}}^2} \quad (10)$$

Onde: $S_{\bar{x}}^2$ = variância da média.

3.5.4 Erro de Amostragem

O erro de amostragem é relacionado a medição incompleta da população. Pode ser absoluto (Equação 11), na diferença de unidade da variável sob análise, ou relativo (Equação 12) onde expressa a diferença em percentuais (SANQUETTA *et al.*, 2014).

$$Ea = \pm t \cdot S\bar{x} \quad (11)$$

$$Er = \pm \frac{t \cdot S\bar{x}}{\bar{x}} \cdot 100 \quad (12)$$

Onde: t = valor tabelado, em função dos graus de liberdade, da distribuição de Student; S_x = erro padrão; \bar{x} = média.

3.5.5 Intensidade amostral

A intensidade amostral é a razão entre o tamanho da amostra e o tamanho da população. Expressa pela equação 13:

$$f = \frac{n}{N} \quad (13)$$

Onde: f = intensidade de amostragem; n = número de unidades da amostra; N = número total de unidades da população.

3.5.6 Coeficiente de variação

O coeficiente de variação fornece a variação dos dados obtidos em relação a média, quanto menor for seu valor, mais homogêneos serão os dados (Equação 14).

$$CV = \frac{S}{\bar{x}} \cdot 100 \quad (14)$$

Onde: CV = coeficiente de variação; S = desvio padrão; \bar{x} = média dos dados.

3.5.7 Limite inferior e superior

Determinado como intervalo de confiança, essa variável descreve os limites onde se espera encontrar o verdadeiro valor do parâmetro da população, a uma determinada probabilidade (CUNHA, 2004) (Equação 15).

$$IC = \bar{x} \pm S_{\bar{x}} \cdot t \quad (15)$$

Onde: IC = intervalo de confiança; \bar{x} = média; t = valor de “t” tabelado; $S_{\bar{x}}$ = erro padrão.

3.5.8 Receita do estoque

Para o cálculo do valor do estoque, ou seja, a receita da floresta em pé, multiplicou-se o volume total comercial de madeira por hectare, pelo valor em reais de cada sortimento utilizado, os sortimentos escolhidos estão de acordo com os utilizados no mercado florestal da região, sendo eles: ‘8-17 cm’, ‘18-22 cm’, ‘23-34 cm’ e ‘>35 cm’, com valores de R\$ 110,00; R\$ 120,00; R\$ 170,00 e R\$ 235,00 por tonelada, respectivamente.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 CARACTERIZAÇÃO DENDROMÉTRICA ANO APÓS ANO

Na Tabela 5 são apresentados os resultados para as características dendrométricas nos quatro tratamentos aplicados no ano de 2016, aos 7 anos de idade, antes da realização dos desbastes no povoamento.

Tabela 5 – Características dendrométricas aos 7 anos de idade (2016) antes da realização dos desbastes: Erro de amostragem relativo para o volume (Erro); número de árvores por hectare (N); diâmetro quadrático médio (d_g); área basal (G); volume médio individual comercial acima de 8 centímetros (vmi); volume comercial acima de 8 centímetros (V); receita; média; variância; coeficiente de variação em porcentagem (CV%), teste de Shapiro-wilk de normalidade dos resíduos e valores de probabilidade da análise de variância (p -valor).

Tratamento	Erro (%)	N (árv ha ⁻¹)	d_g (cm)	G (m ² ha ⁻¹)	vmi (m ³)	V (m ³ ha ⁻¹)	Receita (R\$ ha ⁻¹)
5_baixo	8,5	1267	18,3	34,5	0,086	112,9	11.585
5_alto	14,9	1253	18,5	34,7	0,086	110,6	11.343
10_alto	8,5	1302	18,5	35,8	0,089	118,9	11.212
.Somente_alto	12,1	1262	18,6	35,0	0,089	114,8	11.797
Média		1.271	18,5	35,0	0,085	111,7	12.351
Variância		1.763	0,2	1,3	0,000	91,1	11.763
CV(%)		1,8	2,0	2,8	4,7	5,4	5,5
Shapiro wilk		0,74	0,28	0,34	0,45	0,34	0,3
p-valor		0,15 ^{ns}	0,41 ^{ns}	0,46 ^{ns}	0,47 ^{ns}	0,37 ^{ns}	0,36 ^{ns}

Legenda: ^{ns} Não significativo ($p > 0,05$).

Observa-se que, através da análise de variância, a caracterização dendrométrica antes da realização do desbaste não teve valor significativo para nenhuma das variáveis dendrométricas. Quando aplicou-se o teste de normalidade de resíduos de Shapiro-Wilk, foi possível notar que os dados seguem o padrão de uma distribuição normal, com valores acima do nível de significância de 5%.

Após a realização dos desbastes, no mesmo ano, o povoamento foi inventariado novamente, com objetivo de obter a caracterização dendrométrica no momento após a intervenção na floresta (Tabela 6).

Tabela 6 – Características dendrométricas aos 7 anos de idade (2016) após a aplicação dos tratamentos: Erro de amostragem relativo para o volume (Erro); número de árvores por hectare (N); diâmetro quadrático médio (d_g); diâmetro dominante (d_{100}) área basal (G); volume médio individual comercial acima de 8 centímetros (vmi); volume comercial acima de 8 centímetros (V); receita; média; variância; coeficiente de variação em porcentagem (CV%), teste de Shapiro-wilk de normalidade dos resíduos e valores de probabilidade da análise de variância (p -valor).

Tratamento	Erro (%)	N (árv ha ⁻¹)	d_g (cm)	d_{100} (cm)	G (m ² ha ⁻¹)	vmi (m ³)	V (m ³ ha ⁻¹)	Receita (R\$ ha ⁻¹)
5_baixo	15,1	736	19,1 _a	22,8	21,3 _a	0,099	72,9	7.500
5_alto	20,8	794	18,3 _b	23,2	21,2 _a	0,082	66,0	6.762
10_alto	12,7	698	18,5 _{ab}	23,0	18,9 _b	0,090	63,1	6.480
Somente_alto	15,1	703	18,5 _{ab}	23,2	19,2 _b	0,087	61,9	6.358
Média		733	18,6	23,1	20,2	0,086	64,2	7.099
Variância		2265	0,3	0,6	1,8	0,000	53,8	6.785
CV(%)		48,4	1,5	1,7	3,2	7,4	7,2	7,3
Shapiro wilk		0,84	0,68	0,58	0,42	0,98	0,89	0,91
p-valor		0,45 ^{ns}	0,04	0,57 ^{ns}	0,01	0,82 ^{ns}	0,93 ^{ns}	0,09 ^{ns}

Legenda: ^{ns} Não significativo ($p > 0,05$).

Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si.

A receita bruta obtida nos desbastes foi em média, R\$ 4.300,00, R\$ 4.800,00, R\$ 6.200,00 e R\$ 5.800,00 por hectare para os tratamentos ‘5_baixo’, ‘5_alto’, ‘10_alto’ e ‘Somente_alto’, respectivamente, sendo assim, a receita bruta do povoamento passa a ser R\$ 11.800,00, R\$ 11.562,00 ; R\$ 12.680,00 e R\$ 12.158,00 por hectare respectivamente. Observa-se que após a realização do desbaste, no diâmetro quadrático médio (d_g) e área basal (G), consta-se diferenças significativas ao nível de 5% de significância.

De acordo com o teste de médias, para o diâmetro quadrático (d_g) observa-se que o tratamento ‘5_baixo’ é estatisticamente superior aos tratamentos ‘10_alto’, ‘Somente_alto’ e principalmente ao tratamento ‘5_alto’. Já para a variável área basal (G) percebe-se que os tratamentos ‘5_baixo’ e ‘5_alto’ se diferem positivamente aos tratamentos ‘10_alto’ e ‘Somente_alto’.

É válido destacar que os tratamentos ‘5_alto’, ‘10_alto’ e ‘Somente_alto’ nesse primeiro momento pós desbaste, apresentaram valores inferiores ao tratamento seletivo por baixo, principalmente em relação ao volume médio individual comercial, volume total comercial, e receita do povoamento, fato que pode ser atribuído a estas metodologias possuírem maior intensidade, removendo árvores de maior dimensão.

Após um ano da instalação do experimento, as características dendrométricas foram quantificadas novamente, através do inventário da floresta, como apresentado na Tabela 7.

Tabela 7 – Características dendrométricas aos 8 anos de idade (2017) 1 anos após a aplicação dos tratamentos: Erro de amostragem relativo para o volume (Erro); número de árvores por hectare (N); diâmetro quadrático médio (d_g); diâmetro dominante (d_{100}) área basal (G); volume médio individual comercial acima de 8 centímetros (vmi); volume comercial acima de 8 centímetros (V); receita; média; variância; coeficiente de variação em porcentagem (CV%), teste de Shapiro-wilk de normalidade dos resíduos e valores de probabilidade da análise de variância (p -valor).

Tratamentos	Erro (%)	N (árv ha ⁻¹)	d_g (cm)	d_{100} (cm)	G (m ² ha ⁻¹)	vmi (m ³)	V (m ³ ha ⁻¹)	Receita (R\$ ha ⁻¹)
5_baixo	13,0	729	21,3	25,3	26,0	0,142	103,0	10.824
5_alto	20,3	779	20,4	25,2	25,7	0,126	99,1	10.392
10_alto	12,0	698	21,0	25,7	24,2	0,138	96,1	10.160
Somente_alto	13,0	686	21,1	25,9	24,1	0,141	97,4	10.320
Média		723	20,9	25,5	25,0	0,130	94,2	10.658
Variância		2367	0,3	0,5	1,4	0,000	51,7	729.443
CV(%)		4,9	2,1	2,1	3,2	7,1	5,9	6,1
Shapiro wilk		0,83	0,37	0,46	0,32	0,87	0,88	0,76
p-valor		0,07 ^{ns}	0,15 ^{ns}	0,38 ^{ns}	0,05 ^{ns}	0,23 ^{ns}	0,55 ^{ns}	0,63 ^{ns}

Legenda: ^{ns} Não significativo ($p > 0,05$).

Aos 8 anos de idade, pode-se observar um considerável aumento no volume comercial (V), em todos os tratamentos, com destaque para os tratamentos envolvendo desbaste seletivo pelo alto, o tratamento ‘Somente_alto’ foi o de maior destaque no incremento, produziu cerca de 35,5 m³ ha⁻¹ a mais do que o ano anterior. Consequentemente, esses valores interferem na receita, gerando um crescimento em R\$ ha⁻¹ do povoamento.

Wolff II (2012) encontrou valores para área basal aos 8 anos de idade em torno de 25 m² ha⁻¹ para um povoamento de *P. taeda*, bem próximo ao encontrado no presente estudo. Foi observado que dentre os tratamentos não houve diferenças significativas ao nível de 5% de significância, apenas a variável de área basal apresentou valores limítrofes, próximo a obter significância para a variável.

Aos 9 anos de idade, dois anos após a intervenção (Tabela 8) o povoamento continuou apresentando um bom crescimento individual e em volume total da floresta, percebe-se ainda, uma diferença de crescimento nos tratamentos envolvendo o desbaste pelo alto, levando em conta que no momento do desbaste retira-se árvores dominantes, algumas vezes de diâmetros

consideráveis, gerando assim um decréscimo no volume total da floresta, a expectativa é que ao longo dos anos essa diferença consiga ser alcançada e até superada.

Tabela 8 – Características dendrométricas aos 9 anos de idade (2018) 2 anos após a aplicação dos tratamentos: Erro de amostragem relativo para o volume (Erro); número de árvores por hectare (N); diâmetro quadrático médio (d_g); diâmetro dominante (d_{100}) área basal (G); volume médio individual comercial acima de 8 centímetros (vmi); volume comercial acima de 8 centímetros (V); receita; média; variância; coeficiente de variação em porcentagem (CV%), teste de Shapiro-wilk de normalidade dos resíduos e valores de probabilidade da análise de variância (p -valor).

Tratamento	Erro (%)	N (árv ha ⁻¹)	d_g (cm)	d_{100} (cm)	G (m ² ha ⁻¹)	vmi (m ³)	V (m ³ ha ⁻¹)	Receita (R\$ ha ⁻¹)
5_baixo	11,9	727,0	23,1	27,7	30,3	0,196	141,7	15.516
5_alto	17,7	777,0	22,2	27,7	30,4	0,175	137,0	14.850
10_alto	10,7	698,0	23,1	28,6	29,4	0,197	137,4	15.225
Somente_alto	10,1	685,0	23,1	28,7	28,9	0,196	134,9	14.998
Média		722,0	22,8	28,2	29,7	0,181	130,4	15.360
Variância		2328,0	0,4	0,8	1,0	0,000	55,9	912.421
CV(%)		5,0	2,4	2,3	2,5	6,4	4,9	4,9
Shapiro wilk		0,95	0,10	0,10	0,30	0,78	0,36	0,71
p-valor		0,07 ^{ns}	0,18 ^{ns}	0,18 ^{ns}	0,12 ^{ns}	0,13 ^{ns}	0,69 ^{ns}	0,62 ^{ns}

Legenda: ^{ns} Não significativo ($p > 0,05$).

Para o volume total comercial, Wolff II (2012) encontrou aos 9 anos volume de aproximadamente 146 m³ ha⁻¹ sendo superior ao descrito no estudo, a pouca diferença pode ser atribuída a qualidade do sítio onde o povoamento está localizado. Não houve diferenças significativas entre as características dendrométricas, ao nível de significância de 5%.

Aos 10 anos de idade e três anos após a realização dos desbastes, verifica-se que não houve diferenças significativas ao nível de 5% de significância entre as variáveis (Tabela 9). É importante destacar a evolução de crescimento em volume, principalmente dos tratamentos que envolvem o desbaste seletivo pelo alto, estes, vem alcançando aos poucos o volume encontrado no tratamento envolvendo o desbaste seletivo por baixo, e que no momento do desbaste não sofreu grande intensidade na retirada das árvores do povoamento. Para a área basal, com 10 anos de idade Oliveira (2011) encontrou valores em torno de 36 m² ha⁻¹ em povoamento de *P. taeda*, valor semelhante aos encontrados nesse estudo (Tabela 9). Esta variação de valores pode ser atribuída a diferença e intensidade nos tipos de desbastes realizados na floresta.

Tabela 9 – Características dendrométricas aos 10 anos de idade (2019) 3 anos após a aplicação dos tratamentos: Erro de amostragem relativo para o volume (Erro); número de árvores por hectare (N); diâmetro quadrático médio (d_g); diâmetro dominante (d_{100}) área basal (G); volume médio individual comercial acima de 8 centímetros (vmi); volume comercial acima de 8 centímetros (V); receita; média; variância; Coeficiente de variação em porcentagem (CV%), teste de Shapiro-wilk de normalidade dos resíduos e valores de probabilidade da análise de variância (p -valor).

Tratamento	Erro (%)	N (árv ha ⁻¹)	d_g (cm)	d_{100} (cm)	G (m ² ha ⁻¹)	vmi (m ³)	V (m ³ ha ⁻¹)	Receita (R\$ ha ⁻¹)
5_baixo	11,9	726	24,8	30,0	35,0	0,246	177,8	21.841
5_alto	15,2	771	23,9	29,9	35,0	0,220	171,7	20.833
10_alto	8,7	689	25,0	30,9	33,8	0,245	168,0	21.127
Somente_alto	10,6	682	25,1	31,2	33,8	0,253	173,6	21.770
Média		717	24,7	30,5	34,3	0,241	172,8	21,393
Variância		2370	0,5	1,0	0,9	0,000	113,5	28.814
CV(%)		4,9	2,5	2,4	2,2	6,6	4,8	5,4
Shapiro-wilk		0,76	0,57	0,22	0,57	0,45	0,38	0,15
p-valor		0,71 ^{ns}	0,17 ^{ns}	0,16 ^{ns}	0,15 ^{ns}	0,16 ^{ns}	0,57 ^{ns}	0,66 ^{ns}

Legenda: ^{ns} Não significativo ($p > 0,05$).

Analisando os valores do coeficiente de variação, nota-se que o experimento vem sendo bem conduzido, não foram observados valores acima de 10%, indicando uma baixa variação dos dados e conseqüentemente uma alta precisão no experimento (GOMES, 1990; MOHALLEM *et al*, 2008)

Aos 11 anos de idade, quatro anos após as intervenções de desbaste (Tabela 10), observa-se que, não houve diferenças significativas entre as variáveis ao nível de 5% de significância, os tratamentos envolvendo o desbaste seletivo pelo alto ('10_alto' e 'Somente_alto') ultrapassam o volume médio individual do tratamento composto pelo desbaste seletivo por baixo. Além disso, em relação ao volume comercial total, também observa-se a mesma tendência.

Para o diâmetro dominante (d_{100}), valores semelhantes em torno de 33,4 cm foram encontrados por Elesbão e Schneider (2011) em povoamento de *P. taeda* aos 11 anos de idade com a realização de um desbaste, de acordo com os autores, a execução de um primeiro desbaste foi de extrema importância para obtenção de maiores diâmetros, e que um segundo desbaste agregará ainda mais volume na floresta. O coeficiente de variação mostra-se ainda, de forma esperada, com valores abaixo de 10% demonstrando um bom andamento na condução do experimento.

Tabela 10 – Características dendrométricas aos 11 anos de idade (2020) 4 anos após a aplicação dos tratamentos: Erro de amostragem relativo para o volume (Erro); número de árvores por hectare (N); diâmetro quadrático médio (d_g); diâmetro dominante (d_{100}) área basal (G); volume médio individual comercial acima de 8 centímetros (vmi); volume comercial acima de 8 centímetros (V); receita; média; variância; Coeficiente de variação em porcentagem (CV%), teste de Shapiro-wilk de normalidade dos resíduos e valores de probabilidade da análise de variância (p -valor).

Tratamento	Erro (%)	N árv ha ⁻¹	d_g (cm)	d_{100} (cm)	G (m ² ha ⁻¹)	vmi (m ³)	V (m ³ ha ⁻¹)	Receita (R\$ ha ⁻¹)
5_baixo	12,1	724	25,6	31,1	37,2	0,272	196,1	24.610
5_alto	14,8	773	24,7	31,0	37,3	0,241	188,4	23.600
10_alto	11,5	689	25,8	32,0	35,9	0,279	192,0	24.760
Somente_alto	11,3	677	26,0	32,6	36,0	0,288	195,5	25.420
Média		715	25,5	31,7	36,6	0,270	193,0	24.595
Variância		2.43	0,6	1,1	0,9	0,010	100,0	261.8602
CV%		4,9	2,4	2,2	2,1	7,1	4,2	5,0
Shapiro-Wilk		0,85	0,46	0,35	0,33	0,26	0,30	0,32
p-valor		0,06 ^{ns}	0,13 ^{ns}	0,09 ^{ns}	0,14 ^{ns}	0,10 ^{ns}	0,65 ^{ns}	0,42 ^{ns}

Legenda: ^{ns} Não significativo ($p > 0,05$).

De acordo com o teste de normalidade de resíduos de Shapiro-Wilk, aos 11 anos de idade bem como, todos os anos anteriores de avaliação do experimento, os dados seguem distribuição normal com valores acima do nível de significância de 5%, aceitando a hipótese nula do teste de normalidade.

Em 2021, cinco anos após a implantação do experimento, e último ano de medições para elaborar o presente trabalho, não obteve-se valor significativos que diferem as variáveis dendrométricas (Tabela 11). Nota-se que os tratamentos envolvendo o desbaste seletivo pelo alto tornaram-se superiores ao desenvolvido com desbaste seletivo por baixo, em todas as variáveis dendrométricas, apenas com exceção da área basal, porém com valores muito próximos, sendo assim, tanto em volume individual e total comercial, essa categoria obtém os maiores valores, impactando em maiores valores do estoque em R\$ ha⁻¹.

David *et al.*, (2017) encontraram volumes individuais semelhantes aos citados nesse trabalho para um povoamento de *P. taeda* com 12 anos de idade e desbastado aos 8 anos, foram encontrados aproximadamente 0,345 m³ ha⁻¹ variando de acordo com a intensidade definida no momento do desbaste.

Tabela 11 – Características dendrométricas aos 12 anos de idade (2021) 5 anos após a aplicação dos tratamentos: Erro de amostragem relativo para o volume (Erro); número de árvores por hectare (N); diâmetro quadrático médio (d_g); diâmetro dominante (d_{100}) área basal (G); volume médio individual comercial acima de 8 centímetros (vmi); volume comercial acima de 8 centímetros (V); receita; média; variância; Coeficiente de variação em porcentagem (CV%), teste de Shapiro-wilk de normalidade dos resíduos e valores de probabilidade da análise de variância (p -valor).

Tratamento	Erro (%)	N (árv ha ⁻¹)	d_g (cm)	d_{100} (cm)	G (m ² ha ⁻¹)	vmi (m ³)	V (m ³ ha ⁻¹)	Receita (R\$ ha ⁻¹)
5_baixo	12,6	721	26,7	32,6	40,1	0,318	229,3	29.900
5_alto	14,2	752	25,8	32,6	39,7	0,298	226,1	29.100
10_alto	8,4	686	27,1	33,8	39,7	0,334	228,6	30.500
Somente_alto	12,8	668	27,3	34,1	39,2	0,343	230	30.900
Média		707	26,7	33,3	39,8	0,323	228,5	30.089
Variância		2248	0,76	1,16	1,28	0,001	144,7	38.439
CV%		5,73	2,8	2,4	2,4	6,3	3,9	4,5
Shapiro-Wilk		0,97	0,77	0,31	0,28	0,17	0,79	0,96
p-valor		0,15 ^{ns}	0,17 ^{ns}	0,13 ^{ns}	0,47 ^{ns}	0,13 ^{ns}	0,95 ^{ns}	0,46 ^{ns}

Legenda: ^{ns} Não significativo ($p > 0,05$).

Aos 12 anos de idade, percebe-se que o povoamento atingiu uma área basal de aproximadamente 40 m² ha⁻¹, segundo Glufke *et al.*, (1997), os melhores rendimentos econômicos para o gênero Pinus são obtidos quando a área basal da floresta mantém-se em torno de 40 m² ha⁻¹, desta forma, nos próximos anos a floresta poderá apresentar área basal acima do que a literatura indica ser um número para o melhor rendimento da floresta, sendo necessário considerar uma nova operação de desbaste.

4.2 CRESCIMENTO ACUMULADO (7-12 ANOS)

Visando um melhor entendimento da reação da floresta após a instalação dos tratamentos de desbaste, a Tabela 12 apresenta o crescimento acumulado ao longo dos 5 anos após a intervenção.

Pode-se constatar que houve diferença significativa apenas para o diâmetro dominante (d_{100}), de acordo com o teste de média os tratamentos ‘5_baixo’, ‘10_alto’ e ‘Somente_alto’ diferiram significativamente do tratamento ‘5_alto’ que apresentou os menores valores. Percebe-se que p -valores possuem valores limítrofes para as variáveis diâmetro quadrático médio (d_g) e área basal (G). Para as variáveis volume médio individual comercial (vmi), volume

total comercial (V) e receita, não foram encontradas diferenças significativas ao nível de 5% de significância.

Tabela 12 - Crescimento acumulado entre 2016 a 2021, representando a resposta das árvores aos tratamentos aplicados ao longo dos 5 anos após a instalação do experimento: diâmetro quadrático médio (d_g); diâmetro dominante (d_{100}) área basal (G); volume médio individual comercial acima de 8 centímetros (vmi); volume comercial acima de 8 centímetros (V); receita; média; variância; Coeficiente de variação em porcentagem (CV%), teste de Shapiro-wilk de normalidade dos resíduos e valores de probabilidade da análise de variância (p -valor).

Tratamento	d_g (cm)	d_{100} (cm)	G ($m^2 ha^{-1}$)	vmi (m^3)	V ($m^3 ha^{-1}$)	Receita (R\$ ha^{-1})
5_baixo	7,6	9,9 _{ab}	19,3	0,222	158,1	22.000
5_alto	7,5	9,3 _b	18,5	0,218	161,9	22.000
10_alto	8,7	10,7 _a	20,8	0,247	168,0	23.800
Somente_alto	8,8	10,9 _a	20,0	0,257	169,0	24.200
Média	8,1	10,2	19,6	0,240	164,2	23.000
Variância	0,5	0,5	1,0	0,000	26,7	13.600
CV%	6,5	4,7	4,0	7,0	3,4	4,4
Shapiro-Wilk	0,9	0,17	0,94	0,58	0,71	0,99
p-valor	0,05 ^{ns}	0,02	0,05 ^{ns}	0,07 ^{ns}	0,15 ^{ns}	0,08 ^{ns}

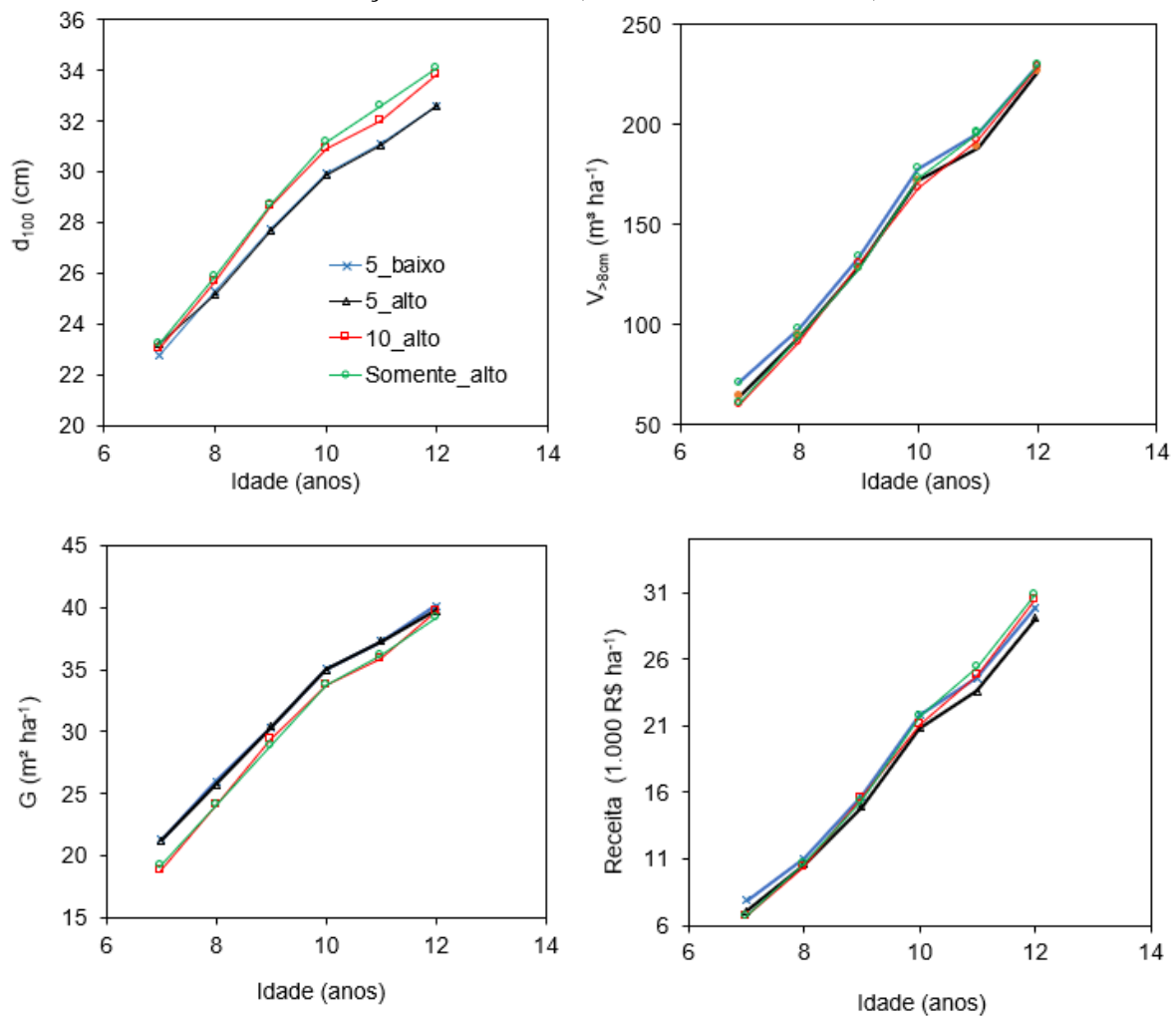
Legenda: ^{ns} Não significativo ($p > 0,05$).

Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si.

Ao longo dos 5 anos, o desenvolvimento das características dendrométricas é demonstrado na Figura 4. Observa-se que, para o diâmetro dominante formaram-se dois grupos distintos, o primeiro com os tratamentos ‘5_alto’ e ‘5_baixo’, ambos apresentaram um desenvolvimento semelhante e inferior aos tratamentos ‘Somente_alto’ e ‘10_alto’ que constituem o segundo grupo com desenvolvimento similar e melhor desempenho. A diferença entre esses dois grupos formados, é o maior distanciamento da linha de desbaste sistemático, sendo assim o desbaste seletivo possui maior ênfase em relação ao desbaste sistemático.

Os valores de área basal apresentaram-se menores logo após a intervenção de desbaste, principalmente nos tratamentos ‘Somente_alto’ e ‘10_alto’. No entanto, valores semelhantes para todos os tratamentos foram observados aos 12 anos de idade para essa variável, os valores menores de área basal logo após a realização dos desbastes nesses dois tipos, é justamente por estes apresentarem uma retirada de maiores árvores, por conta da metodologia de desbaste.

Figura 4 – Comportamento das características dendrométricas ao longo de 5 anos após a realização de desbaste (7 aos 12 anos de idade).

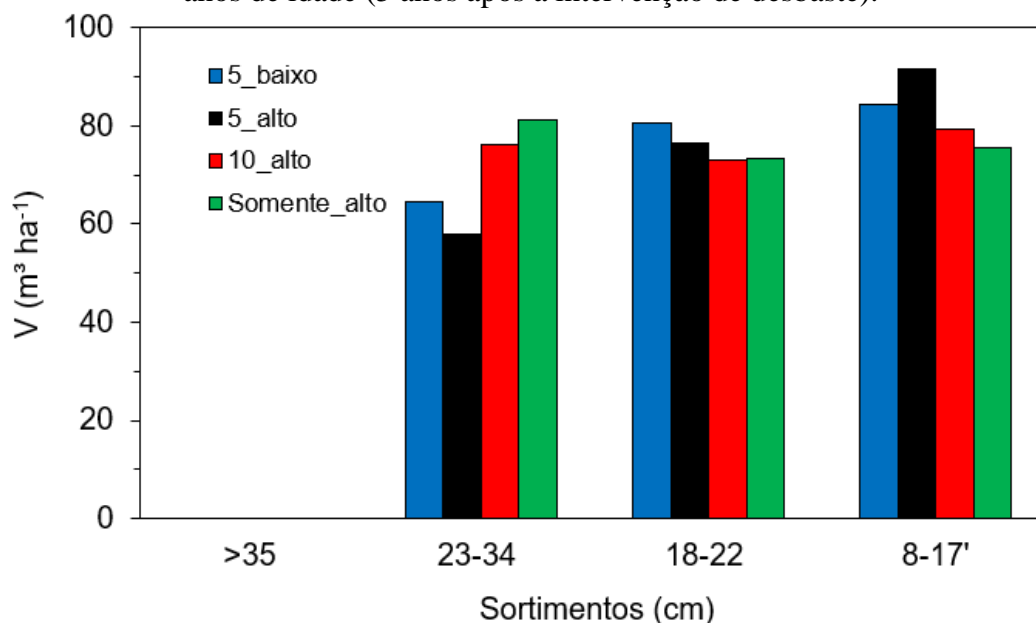


Legenda: diâmetro dominante (d_{100}); área basal (G); volume comercial ($V_{>8cm}$) e receita.

Fonte: Adaptado de Dobner (2021).

O volume comercial do tratamento ‘Somente_alto’ foi menor logo após a intervenção de desbaste, principalmente pela retirada de árvores de maiores diâmetros, como mencionado no texto anteriormente, porém essa diferença já foi superada aos 11 anos de idade, mantendo-se com o maior valor para o volume comercial ($m^3 ha^{-1}$), o mesmo ocorre para a receita ($R\$ ha^{-1}$). Quantificou-se o estoque volumétrico da floresta em $m^3 ha^{-1}$ de acordo com os sortimentos utilizados no mercado de toras da região, aos 12 anos de idade, apresentado na Figura 5.

Figura 5 – Volumes encontrados por classe de sortimento nos diferentes tratamentos, aos 12 anos de idade (5 anos após a intervenção de desbaste).



Legenda: '>35', '23-34', '18-22' e '8-17' são sortimentos de toras utilizados na região; $V \text{ (m}^3 \text{ ha}^{-1}\text{)}$ = volume de madeira.

Fonte: A autora (2021).

Destaca-se que, o estoque volumétrico aos 12 anos de idade, principalmente para o sortimento '23-34' obteve um crescimento de destaque, a diferença entre os sortimentos foi de $\sim 23 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ sendo crescente ao passar dos anos. Para o mesmo sortimento, o tipo de desbaste que produz em maior quantidade é o desbaste 100% seletivo pelo alto (Somente_alto), seguido por desbaste sistemático na 10ª linha + seletivo pelo alto (10_alto), desbaste sistemático na 5ª linha + seletivo por baixo (5_baixo), e desbaste sistemático na 5ª linha + seletivo pelo alto (5_alto).

Em relação aos sortimentos '8-17 cm' o tipo de desbaste que mais produz este sortimento é o desbaste sistemático na 5ª linha + seletivo pelo alto (5_alto), seguido por desbaste sistemático na 5ª linha + seletivo por baixo (5_baixo), desbaste sistemático na 10ª linha + seletivo pelo alto (10_alto) e por último, o desbaste 100% seletivo pelo alto (Somente_alto). Para o sortimento '18-22 cm' o cenário começa a mudar, o tipo de desbaste que mais produz madeira para esse sortimento é o desbaste sistemático na 5ª linha + seletivo por baixo (5_baixo), seguido por desbaste sistemático na 5ª linha + seletivo pelo alto (5_alto), desbaste 100% seletivo pelo alto (Somente_alto) e por fim, o desbaste sistemático na 10ª linha + seletivo pelo alto (10_alto).

É observado que nenhum tratamento possui o sortimento '>35'. Segundo Kohler *et al.*, (2015) sortimentos destinados à laminação com diâmetro de topo acima de 35 centímetros, são encontrados em florestas acima dos 13 anos, sendo assim, considerando que a floresta está com 12 anos, nas medições do próximo ano, espera-se que sejam encontrados diâmetros de topo acima dos 35 centímetros.

David *et al.*, (2017) estudando a produção de sortimentos de um povoamento de *P. taeda* com 12 anos de idade, encontrou os seguintes volumes, 58, 158,7 e 147,9 m³ ha⁻¹ para os sortimentos '23-34', '18-22' e '8-17' respectivamente, valores um pouco diferentes do que os obtidos no estudo, porém, podem ser explicados principalmente pela diferença na quantidade de árvores ha⁻¹ do povoamento, onde no estudo dos autores tem-se 1.600 árvores ha⁻¹, pela diferença nos desbastes realizados e também na intensidade dos mesmos.

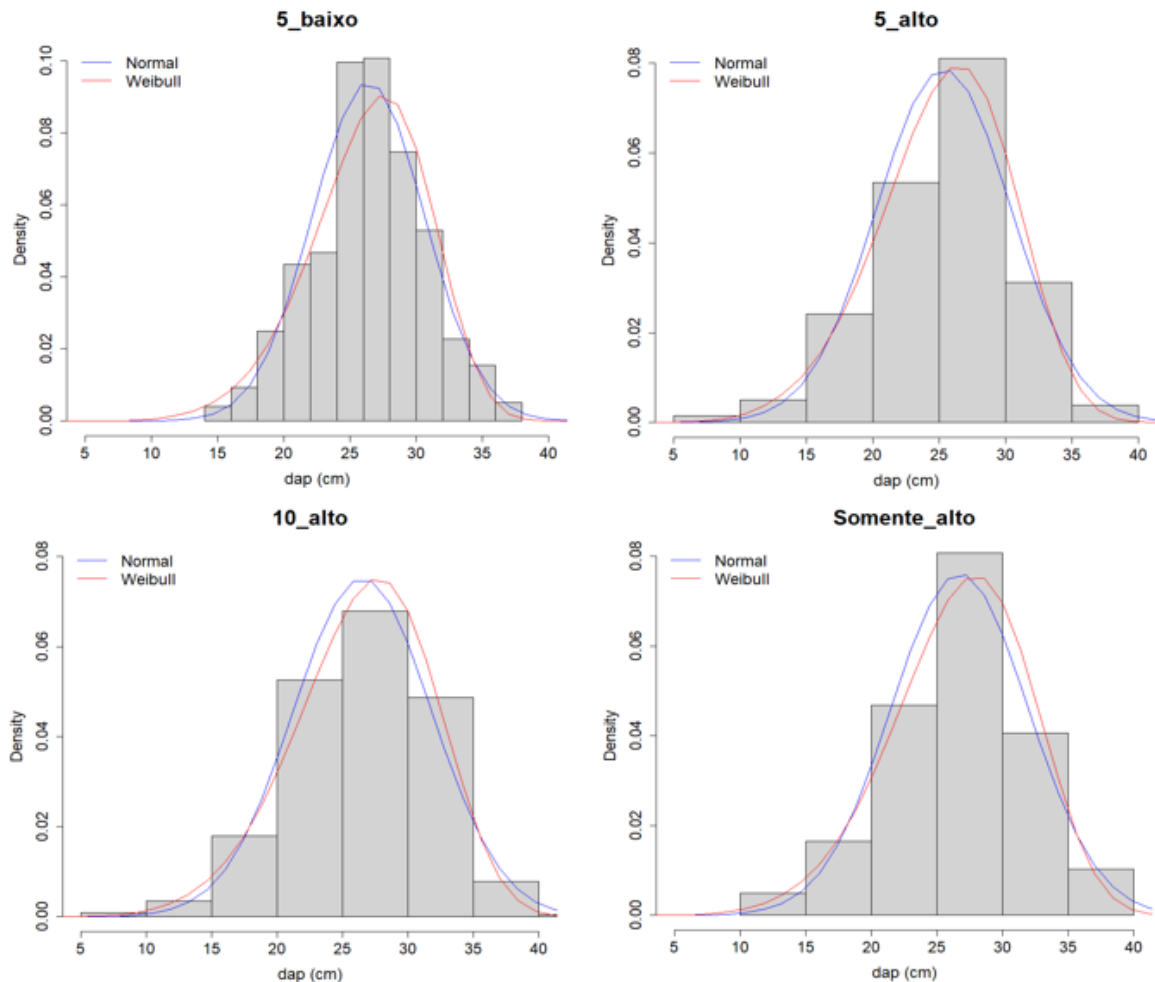
Na mesma linha, Kohler *et al.*, (2015) estudando a evolução dos sortimentos ao longo dos anos em um povoamento de *P. taeda* com idades entre 10 e 12 anos, destacam, que cerca de 29, 39 e 28 % dos volumes produzidos nessas idades, são referentes aos sortimentos '8-17', '18-22' e '23-34', respectivamente. Comparando aos volumes totais encontrados no presente estudo, de forma geral, o povoamento segue as porcentagens para os sortimentos descritos por Kohler *et al.*, (2015), apresentando algumas diferenças, mas que são explicadas pelas características de manejo do povoamento.

4.3 DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA

A Figura 6 ilustra a distribuição diamétrica observada e estimada pelas funções Normal e Weibull para os tratamentos '5_baixo', '5_alto', '10_alto' e 'Somente_alto'.

Após 5 anos (2021) da realização dos diferentes tipos de desbaste, observa-se um maior número de árvores concentrado na classe de diâmetro '25-30', seguido por '20-25' e '30-35', a classe de '35-40' apresenta alguns indivíduos já aos 12 anos de idade, gerando potencial para evolução destes diâmetros nos próximos anos.

Figura 6 – Distribuição diamétrica observada e estimada pelas funções, Normal e Weibull para os tratamentos realizados no povoamento de *P. taeda* aos 12 anos de idade, 5 anos após a intervenção na floresta.



Fonte: A autora (2021).

Téo *et al.*, (2011) encontraram para povoamentos de *P. taeda* aos 12 anos de idade, sem realização de desbastes, uma distribuição com maior número de indivíduos entre as classes 20 a 25 centímetros, reforçando que, a realização de desbastes principalmente aqueles realizados pelo método seletivo pelo alto, contribuem para a obtenção de indivíduos de maiores diâmetros no povoamento. Observa-se, que dentre os quatro diferentes tipos de desbaste, o desbaste 100% seletivo pelo alto ‘Somente_alto’ é o tratamento que mais produz árvores com maiores diâmetros no povoamento (35 a 40 centímetros) seguido pelo tratamento ‘5_alto’ o qual produz um maior número principalmente de árvores com diâmetro de 30 a 35 centímetros.

Os modelos ajustados das funções de densidade probabilística e seus parâmetros de qualidade de ajuste estão descritos na Tabela 13.

Tabela 13 – Funções probabilísticas ajustadas e Critério de informação de Akaike para cada um dos tratamentos.

Tratamento	Função	AIC
5_baixo	Normal	2964.636
	Weibull	2976.242
5_alto	Normal	3132.491
	Weibull	3117.128
10_alto	Normal	3217.225
	Weibull	3202.010
Somente_alto	Normal	2758.743
	Weibull	2752.284

Fonte: A autora (2021).

De acordo com o critério de informação de Akaike (Tabela 13), afirma-se que a melhor função é a que possui menor valor que AIC. Observa-se que para todos os tratamentos a melhor função de densidade probabilística é a de Weibull, com exceção do tratamento seletivo por baixo ‘5_baixo’, que apresentou menores valores para a função normal. Destaca-se também, que o tratamento ‘Somente_alto’ para a função de Weibull foi o que possuiu o menor valor de AIC entre os tratamentos.

Segundo Carelli Neto (2008) existe um consenso sobre a superioridade da função Weibull em relação as demais funções, principalmente quando é aplicada para florestas equiâneas, a função possui simplicidade no uso e facilidade de correlacionar seus parâmetros de forma significativa, por essa razão vem sendo utilizada por diversos estudos de crescimento e produção florestal. Quando analisada a diferença entre as funções, percebe-se a importância de se ajustar uma equação que explique a distribuição diamétrica de um povoamento, principalmente para a quantificação de sortimentos das árvores. Além disso, é de extrema importância selecionar o modelo mais preciso para cada caso, um passo de grande importância para tomadas de decisões no setor florestal (SANTOS, 2019).

4.4 RECOMENDAÇÃO DE MANEJO

Recomenda-se a continuidade do experimento, identificando para cada tratamento o momento correto para realização de intervenções na floresta. Na última medição aos 12 anos de idade, após um primeiro desbaste aos 7 anos, a floresta apresenta valores de área basal próximos aos $40 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$, valor considerado ideal para a realização de uma nova intervenção de desbaste na floresta.

Atualmente o povoamento encontra-se com $700 \text{ árvores ha}^{-1}$ em média, de acordo com estudos realizados por Acerbi Jr. (1998), onde, com a mesma densidade inicial de árvores por hectare e realizando um primeiro desbaste com remanescente de $800 \text{ árvores ha}^{-1}$ realizou-se um segundo desbaste aos 14 anos de idade, momento em que a floresta atingiu valores de área basal superiores a $40 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$, com remanescente de $400 \text{ árvores ha}^{-1}$, para que posteriormente fosse realizado um terceiro desbaste na floresta, buscando a obtenção de toras de maiores diâmetros e de maior valor no mercado.

Scolforo *et al.*, (2001) estudando o manejo *P. taeda* no estado do Paraná, para obtenção de multiprodutos, encontrou como melhor opção de manejo para povoamento de com $1.333 \text{ árvores ha}^{-1}$, desbaste pré-comercial aos 4 anos de idade, segundo desbaste aos 12 anos, mantendo $400 \text{ árvores ha}^{-1}$ e terceiro desbaste aos 14 anos de idade, visando posterior corte aos 21 anos de idade.

Segundo Santos (2015) empresas florestais como, Remasa Reflorestadora S.A do estado do Paraná, realizam manejo com primeiro desbaste aos 10 anos, com remanescente de $800 \text{ árvores ha}^{-1}$ e segundo desbaste aos 14 anos com remanescente de $400 \text{ árvores ha}^{-1}$, a empresa Florestal Gateados Ltda, referência em toras de grandes diâmetros e livres de nós, trabalha com manejo ainda mais rigoroso, com desbastes aos 7, 11, 14, 19 e 21 anos de idade.

Para a operação de desbaste que é sugerida, recomenda-se que sejam deixadas no povoamento um remanescente de $400 \text{ árvores ha}^{-1}$. Desta forma, considerando que os tratamentos ‘5_baixo’, ‘5_alto’, ‘10_alto’ e ‘Somente_alto’ possuem 720, 750, 690 e 670 árvores ha^{-1} , será necessário retirar de forma seletiva do povoamento $320 \text{ árvores ha}^{-1}$ do tratamento ‘5_baixo’, $350 \text{ árvores ha}^{-1}$ do tratamento ‘5_alto’.

Para os tratamentos ‘10_alto’ e ‘Somente_alto’ que no momento da primeira intervenção não receberam o desbaste sistemático, com a retirada de linhas para a entrada de máquinas de grande porte no povoamento, recomenda-se que seja realizado um desbaste

sistemático na 5ª linha com intensidade de 20% removendo cerca de 138 árvores ha⁻¹ para o tratamento '10_alto' e 134 árvores ha⁻¹ para o tratamento 'Somente_alto', restando remover de forma seletiva 152 e 136 árvores ha⁻¹ para os tratamentos '10_alto' e 'Somente_alto' respectivamente.

5 CONCLUSÃO

Aos 12 anos de idade, 5 anos após a instalação do experimento, não foi possível detectar diferenças significativas para nenhuma das variáveis dendrométricas avaliadas.

Quando considerado o crescimento acumulado durante 5 anos após a intervenção na floresta, verifica-se uma resposta significativa em diâmetro das árvores dominantes (d_{100}) submetidas ao desbaste pelo alto '10_alto' e 'Somente_alto', principalmente.

Ainda considerando o crescimento acumulado, percebe-se que para variáveis como o diâmetro quadrático médio (d_g) e área basal (G) p-valores limítrofes são encontrados, indicando assim, que é importante continuar o monitoramento do experimento em idades mais avançadas.

Para a continuidade do experimento recomenda-se a realização de um segundo desbaste na floresta, de maneira seletiva para os tratamentos '5_baixo' e '5_alto' removendo cerca de 44% e 47 % das árvores, respectivamente.

Para os tratamentos '10_alto' e 'Somente_alto' deve-se realizar um desbaste sistemático na 5ª linha com a retirada de 20% das árvores, para possibilitar a entrada de máquinas no povoamento, já, que no primeiro desbaste não havia sido realizado, juntamente com a remoção seletiva de aproximadamente 20% das árvores para cada tratamento.

REFERÊNCIAS

- ACERBI JR. F, W. **Definição de regimes de desbastes e poda economicamente ótimos para *Pinus taeda***. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1998.
- BATALHA, O. M.; BUAINAIN, M. A. 2007. **Cadeia produtiva da madeira**. Brasília: Ministério da agricultura, pecuária e abastecimento. Disponível em: <http://repiica.iica.int/docs/B0589p/B0589p.pdf>. Acesso em: 15 jun. 2021.
- CARELLI NETO, C. **Dinâmica da distribuição diamétrica de povoamentos de *Pinus taeda* L. em diferentes idades e espaçamentos**. 2008. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2008.
- CESARO, A. de.; ENGEL, A. O.; GUIMARÃES, A. C.; SCHNEIDER, R. P. **Comparação dos métodos de amostragem de área fixa, relascopia, e de seis árvores, quanto a eficiência, no inventário florestal de um povoamento de *Pinus* sp.** Ciência florestal: Santa Maria, v. 4, n. 1, p. 98-108, 1994.
- COSTA, L. M. **Inventário florestal 2011 e análise de trabalhos no campo da empresa Todesflor em Cachoeira do Sul, Rio Grande do Sul**. 2011. Relatório de Estágio (Curso de Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Pampa, São Gabriel, 2011.
- CUNHA, U. S. **Dendrometria e Inventário Florestal**. Série técnica adaptada para curso técnico em manejo florestal. Manaus, 2004.
- DAVID, H. C; PÉLLICO-NETTO, S.; ARCE, J. E.; CORTE, A. P.; MARINHESKI, A.; ARAÚJO, E. J, G. Efeito da qualidade do sítio e do desbaste na produção de *Pinus*. **Floresta e Ambiente**, Curitiba, v. 24, n. 1, p. 1-11, 2017.
- DOBNER JR., M.; HUSS, J. **Desbaste pelo alto, uma alternativa rentável para povoamentos de *Pinus taeda* no Sul do Brasil**. Pomerode: Imprensa Mayer, 2015.
- DOBNER JR, M. **Avaliação de diferentes tipos de desbaste (Relatório 2021)**. No prelo. Curitiba, p.13, 2021.
- EISFELD, R. L; NASCIMENTO, F. A. F; HENTZ, A. M. K; CORTE, A. P. D; SANQUETTA, C. R. Mapeamento das áreas plantadas de *Pinus* spp. no estado do Paraná. **Advances in Forestry Science**, Cuiabá, v. 5, n. 3, p. 403-409, set. 2018.
- ELESBÃO, L. E. G; SCHNEIDER, P. R. Produção de *Pinus taeda* L. em povoamento desbastado na região dos Campos de Cima da Serra, Rio Grande do Sul. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 21, n. 1, p. 119-124, 2011.
- FRANÇA, M. C. **Produção de painéis aglomerados de fibras oversize de uma indústria de MDF**. 2015. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages, 2015.

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

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Manual técnico da vegetação brasileira**. 2ª ed. Rio de Janeiro, 1992.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produção da extração vegetal e silvicultura 2019**. Rio de Janeiro, 2019.

KOHLER, S. V.; KOHLER, H. S.; FIGUEIREDO, A.F.; ARCE, J. E.; MACHADO, S. A. Evolução do sortimento em povoamentos de *Pinus taeda* nos estados do Paraná e Santa Catarina. **Floresta**: Curitiba, v. 45, n. 3, p. 545-554, 2015.

INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES. **Relatório 2019**. Disponível em: <https://iba.org/datafiles/publicacoes/relatorios/iba-relatorioanual2019.pdf>. Acesso em: 15 jun. 2021.

INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES. **Relatório 2020**. Disponível em: <https://iba.org/datafiles/publicacoes/relatorios/relatorio-iba-2020.pdf>. Acesso em: 18 jul. 2021.

MARSARO, J. A. **Variáveis dendrométricas de povoamentos de *Pinus taeda* submetidos a diferentes tipos de desbaste**. 2016. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Catarina, Curitiba, 2016.

MOHALLEM, D. F.; TAVARES, M.; SILVA, P. L.; GUIMARÃES, E. C.; FREITAS, R.F. Avaliação do coeficiente de variação como medida da precisão em experimentos com frangos de corte. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.60, n.2, p.449-453, 2008.

OLIVEIRA, E. B. **Softwares para manejo e análise econômica de plantações florestais**. Colombo: Embrapa Florestas, 2011.

PÉLLICO NETO, S.; BRENA, D. A. **Inventário florestal**. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 1997.

RIBEIRO, N.; SITO, A. A.; GUEDES, B. S.; STAISS, C. **Manual de Silvicultura Tropical**. Maputo: Universidade Eduardo Mondlane, 2012.

SANQUETTA, R. S.; CORTE, A. P. D.; RODRIGUES, A. L.; WATZLAWICK, L. F. **Inventários florestais: planejamento e execução**. 3.ed. Curitiba: Multi-Grafic, 2014.

SANTOS, M. A.; MADI, J. P. S.; DRESCHER, R.; MÔRA, R.; BIAZATTI, S. C. Modelagem da distribuição diamétrica para Eucalipto seminal na região Centro Oeste de Mato Grosso. **Scientia forestalis**: Cuiabá, v.6, n.2, p. 639-643, 2019.

SANTOS, R. M. M. **Planejamento e otimização de plantios de *Pinus taeda* L. na região oeste do estado de Santa Catarina, Brasil.** Dissertação (Pós-graduação em Ciências Florestais) – Universidade Estadual do Centro-Oeste, Irati, 2015.

SIXEL, R. M. M. **Silvicultura e Manejo.** Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais, 2008. Disponível em: <http://www.ipef.br/silvicultura/manejo.asp>. Acesso em: 5 jun. 2021.

SCOLFORO, J, R, S; ACERBI JR, F, W; OLIVEIRA, A. D; MAESTRINI, R. Simulação e avaliação econômica de regimes de desbastes e desrama para obter madeira de *Pinus taeda* livre de nós. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 11, n. 1, 2001.

TÉO, S. J.; ROCHA, S.P.; BORTONCELOO, A.C.; PAZ, R.A.; COSTA, R.H. Dinâmica da distribuição diamétrica de povoamentos de *Pinus taeda* na região de Caçador, SC. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v.31, n. 67, p. 183-192, 2011.

TRIANOSKI, R. **Avaliação da qualidade da madeira de espécies de pinus tropicais por meio de métodos convencionais e não destrutivos.** 2012. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2012.

WOLFF II, N. I. **Modelagem do crescimento e da produção de *Pinus taeda* L.** 2012. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Estadual do Centro-Oeste, Irati, 2012.