

**UNIVERSIDADE DO ESTADO DE SANTA CATARINA – UDESC**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS AGROVETERINÁRIAS – CAV**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL –**  
**PPGEF**

**MABILLIN DE SOUZA LUZ**

**DIFERENTES INTENSIDADES DE DESBASTE SELETIVO ALTO EM**  
*Eucalyptus dunnii* Maiden **E SEUS EFEITOS NO CRESCIMENTO E PRODUÇÃO**

**LAGES**  
**2025**

**MABILLIN DE SOUZA LUZ**

**DIFERENTES INTENSIDADES DE DESBASTE SELETIVO ALTO EM  
*Eucalyptus dunnii* Maiden E SEUS EFEITOS NO CRESCIMENTO E PRODUÇÃO**

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do título de mestre em Engenharia Florestal pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal do Centro de Ensino em Ciências Agroveterinárias – CAV, da Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC.

Orientador: Prof. Dr. Marcos Felipe Nicoletti

Co-orientador: Dr. Thiago Floriani Stepka.

**LAGES**

**2025**

**MABILLIN DE SOUZA LUZ**

**DIFERENTES INTENSIDADES DE DESBASTE SELETIVO ALTO EM  
*Eucalyptus dunnii* Maiden E SEUS EFEITOS NO CRESCIMENTO E PRODUÇÃO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal do Centro de Ciências Agroveterinárias da Universidade do Estado de Santa Catarina, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Engenharia Florestal.

**BANCA EXAMINADORA**

Presidente:

\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Thiago Floriani Stepka  
Universidade do Estado de Santa Catarina - UDESC

Membro externo:

\_\_\_\_\_  
Dr. Mário Dobner Júnior  
Florestal Gateados/ Campo Belo dos Sul – SC

Membro externo:

\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Vinicius Costa Cysneiros  
Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC

Membro externo (suplente):

\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Philipe Ricardo Casemiro Soares  
Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC

Lages-SC, 11 de julho de 2025.

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente, a Deus pelo dom da vida e todos os anjos que foram colocados em meu caminho e me fizeram ser quem sou.

Pelo universo e toda energia boa mandado por ele em momentos bons e ruins.

Por todas as situações constrangedoras que me fizeram e fazem evoluir e amadurecer a cada dia mais.

Para minha tia, Clariça, que me fez e faz ver o mundo de uma forma diferente e mostrou que realmente se pode ter esperança. Junto a ela, meu tio, José, e meus primos Gabriel, Mariane, Luah e Carol.

Para meu orientador, Nicoletti, que se tornou um grande e sincero amigo, além de um grande conselheiro nas horas vagas. Parte da minha evolução pessoal também foi com você.

Meu pai por sempre dar o máximo que pode e minha mãe por me ensinar e continuar a mostrando, como ser uma mulher guerreira.

Para William, por todo apoio, incentivo e tantas coisas em comum.

Ao Mário Dobner, Thaila Heberle por todas as dicas, conversas e disponibilidade em ajudar sempre.

A todos os professores por me proporcionarem conhecimento para alcançar a formação profissional e com isso a dedicação e amor pela engenharia florestal.

A Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC) por ser o meio pelo qual hoje posso fazer esse agradecimento. Por toda a estrutura e profissionais que a fazem ser uma instituição de qualidade.

À empresa Florestal Gateados S.A., por ser uma incentivadora da pesquisa com a disponibilidade da área de estudo e todo o suporte para a coleta de dados.

## RESUMO

*Eucalyptus dunnii* destaca-se no sul do Brasil pela tolerância à geada e alto potencial produtivo. Com manejo adequado, pode ultrapassar 50 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> ano. Os diferentes tipos de desbaste são uma alternativa viável para produção florestal. Diante disto, o objetivo deste estudo foi avaliar o desenvolvimento dendrométrico de *E. dunnii* conduzido em três intensidade de desbaste alto mais a testemunha e identificar o melhor tratamento para sortimentos específicos. Para isso o trabalho foi dividido em dois capítulos: O primeiro capítulo é a caracterização das principais variáveis dendrométricas em relação aos diferentes tratamentos de manejo e obtenção de volume; O segundo capítulo detalha os volumes obtidos por cada tipo de tratamento com base nos diferentes sortimentos de tora. O estudo foi conduzido no município de Campo Belo do Sul – Santa Catarina, envolvendo três blocos experimentais e avaliando quatro diferentes tratamentos, que variaram quanto à intensidade dos desbastes ao longo do tempo. A primeira intervenção, que definiu os tratamentos, influenciou diretamente na área basal remanescente. Os tratamentos consistiram em: sem desbaste, com zero de remoção (T); desbaste com área basal remanescente de 12 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup> (G12); de 14 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup> (G14); e de 16 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup> (G16). Para todos os tratamentos com desbaste, o objetivo final foi alcançar uma densidade de 250 arv ha<sup>-1</sup>, sendo que alguns tratamentos adotaram desbastes mais intensos nas fases iniciais e mais leves na sequência, enquanto outros seguiram o caminho inverso, com intervenções mais leves no início e mais intensas no final. Os tratamentos estão alocados em parcelas com seis linhas e nove plantas, nessas, realizou-se a partir do 3º ano de idade o inventário florestal contínuo, sendo coletado todos os Diâmetros à 1,3 m acima do solo (dap) com fita diamétrica, e 20% das Alturas totais (h) com hipsômetro Haglof Vertex. Concluiu-se no primeiro capítulo que o desbaste seletivo alto favoreceu o desenvolvimento de *E. dunnii*, ampliando a variabilidade nos diâmetros (d) e volumes (v). Para o estoque volumétrico aos 19 anos, o tratamento sem desbaste destaca-se, com valor médio de 1.132 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>, aproximadamente 14% maior que a média dos demais tratamentos, os quais não diferem estatisticamente entre si. Já no segundo capítulo, mostrou que aos 3 anos, todos os tratamentos apresentaram predominância do sortimento energia. Aos 6 e 11 anos, G12 e G14 se destacaram com maior proporção para processo e serraria, indicando potencial de corte antecipado. Aos 19 anos, G12 e G14 apresentaram os maiores volumes de lâmina (258 e 180 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>) e o tratamento T obteve a maior receita (R\$ 333.137 ha<sup>-1</sup>).

**Palavras-chave:** Volumetria, manejo de árvores e sortimento de tora.

## ABSTRACT

*Eucalyptus dunnii* stands out in southern Brazil for its frost tolerance and high production potential. With proper management, it can exceed 50 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> year. Different types of thinning are a viable alternative for forest production. Therefore, the objective of this study was to evaluate the dendrometric development of *E. dunnii* under three high thinning intensities plus a control and identify the best treatment for specific assortments. To this end, the work was divided into two chapters: The first chapter characterizes the main dendrometric variables in relation to the different management treatments and volume achieved; the second chapter details the volumes achieved by each type of treatment based on the different log assortments. The study was conducted in the municipality of Campo Belo do Sul, Santa Catarina, involving three experimental blocks and evaluating four different treatments, which varied in thinning intensity over time. The first intervention, which defined the treatments, directly influenced the remaining basal area. The treatments consisted of: no thinning, with zero removal (T); thinning with a remaining basal area of 12 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup> (G12); 14 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup> (G14); and 16 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup> (G16). For all thinning treatments, the ultimate goal was to achieve a stocking density of 250 arv ha<sup>-1</sup>. Some treatments adopted more intense thinning in the initial phases and lighter thinning later, while others followed the opposite path, with lighter interventions at the beginning and more intense at the end. The treatments were allocated to plots with six rows and nine plants. In these, a continuous forest inventory was carried out from the third year of age, collecting all diameters at 1.3 m above ground (dbh) with a diametric tape, and 20% of the total heights (h) with a Haglof Vertex hypsometer. The first chapter concluded that highly selective thinning favored the development of *E. dunnii*, increasing variability in diameters (d) and volumes (v). For volumetric stock at 19 years, the treatment without thinning stands out, with an average value of 1,132 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>, approximately 14% higher than the average of the other treatments, which did not differ statistically from each other. The second chapter showed that at 3 years, all treatments showed a predominance of energy assortment. At 6 and 11 years, G12 and G14 stood out with a higher proportion of processing and sawmill, indicating potential for early harvest. At 19 years, G12 and G14 presented the largest veneer volumes (258 and 180 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>), and treatment T obtained the highest revenue (R\$ 333,137 ha<sup>-1</sup>).

**Keywords:** Volumetrics, tree management, and log assortment.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Rede bibliográfica da pesquisa relacionada ao setor florestal brasileiro. ....	16
Figura 2: Rede bibliográfica da pesquisa relacionada ao <i>Eucalyptus</i> . ....	18
Figura 3: Rede bibliográfica da pesquisa relacionada ao <i>Eucalyptus</i> e os países que mais estudam o tema. ....	19
Figura 4: Rede bibliográfica da pesquisa relacionada a <i>Eucalyptus dunnii</i> Maiden. ....	20
Figura 5: Rede bibliográfica da pesquisa relacionada países que estudam <i>Eucalyptus dunnii</i> Maiden. ....	21
Figura 6: Rede bibliográfica da pesquisa relacionada ao manejo florestal de plantios. .	22
Figura 7: Rede bibliográfica da pesquisa relacionada a intensidade de desbaste. ....	24
Figura 8: Rede bibliográfica da pesquisa relacionada a função de afilamento. ....	25
Figura 9: Mapa da localização da área e dos tratamentos realizados no estudo com suas disposições entre os blocos. ....	38
Figura 10: Correlação de Pearson entre diâmetro à altura do peito (d), altura total (h), área transversal ( $g_m^2$ ) e volume individual ( $v_m^3$ ) para <i>E. dunnii</i> . ....	42
Figura 11: Estatística descritiva em boxplot da variável altura total (m) por tratamento em diferentes idades para <i>E. dunnii</i> . ....	45
Figura 12: Estatística descritiva em boxplot da variável d (cm) por tratamento em diferentes idades para <i>E. dunnii</i> . ....	48
Figura 13: Estatística descritiva em boxplot da variável área basal ( $m^2 ha^{-1}$ ) para o <i>E. dunnii</i> em Campo Belo do Sul/SC. ....	50
Figura 14: Estatística descritiva em boxplot da variável volume individual ( $m^3$ ) por tratamento em diferentes idades de <i>E. dunnii</i> . ....	53
Figura 15: Estatística descritiva em boxplot da variável volume por hectare ( $m^3 ha^{-1}$ ) por tratamento em diferentes idades para <i>E. dunnii</i> . ....	56
Figura 16: Volume ( $m^3 ha^{-1}$ ) de <i>E. dunnii</i> ao longo dos anos para cada tratamento. ....	57
Figura 17: Volume por hectare para cada tratamento em todos os anos com seus respectivos valores de volume remanescente, retirado e final. ....	58
Figura 18: % de volume por sortimento para as 3 idades de desbaste, para <i>E. dunnii</i> em Campo Belo do Sul. ....	78
Figura 19: Percentagem de volume por sortimento aos 19 anos para <i>E. dunnii</i> em Campo Belo do Sul. ....	82

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Modelos para ajuste da relação hipsométrica de <i>E. dunnii</i> .....	39
Tabela 2: Identificação das idades de coleta e as idades representativas de <i>E. dunnii</i> ...	40
Tabela 3: Coeficientes estimados e critérios de seleção da melhor equação de relação hipsométrica para <i>E. dunnii</i> em Campo Belo do Sul.....	44
Tabela 4: Incremento médio anual da altura por idade representativa, por tratamento para <i>E. dunnii</i> em Campo Belo do Sul/SC. ....	46
Tabela 5: Valores de área basal (G) antes do desbaste, o remanescente e o valor retirado por idade por tratamento de <i>E. dunnii</i> . ....	51
Tabela 6: Área basal (G) e Nº de árvores retirados de todos os desbastes por tratamento e os encontrados no último ano de medição (19 anos) de <i>E. dunnii</i> . ....	52
Tabela 7: Volume por hectare, por tratamento retirado nos 3 desbastes, o encontrado aos 19 anos e o volume total do ciclo por tratamento de <i>E. dunnii</i> . ....	59
Tabela 8: Coeficientes e estatísticas da melhor equação adotada para este estudo. ....	75
Tabela 9: Classes de sortimento com seus respectivos tamanhos para <i>E. dunnii</i> em Campo Belo do Sul. ....	76
Tabela 10: Volume de madeira ( $m^3 ha^{-1}$ ) por sortimento e por tratamentos aos 19 anos de idade do <i>E. dunnii</i> em Campo Belo do Sul/SC. ....	81
Tabela 11: Incremento Médio Anual (IMA) das variáveis Diâmetro à Altura do Peito, Altura total e Volume, por tratamento do <i>E. dunnii</i> aos 19 anos em Campo Belo do Sul/SC.....	83
Tabela 12: Valores em Reais $ha^{-1}$ , por sortimento e por tratamento do <i>E. dunnii</i> nas três idades de desbaste (3, 6 e 11) e aos 19 anos.....	85
Tabela 13: Estatísticas das equações ajustadas para relação hipsométrica de <i>E. dunnii</i> na região de Campo Belo do Sul/SC. ....	94
Tabela 14: Estatísticas descritivas de cada variável analisada neste trabalho. ....	95
Tabela 15: Volume (V) e área basal (G) por hectare de cada ano que se realizou as coletas de dados a campo de <i>E. dunnii</i> . ....	96
Tabela 16: Número de árvores antes e depois de cada desbaste realizado e suas transformações para hectare. ....	98
Tabela 17: Volume retirado nos desbastes por idade e por tratamento do <i>E. dunnii</i> . ....	99
Tabela 18: ANOVA para o sortimento serraria e lâmina de <i>E. dunnii</i> da região de Campo Belo do Sul. ....	99

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	11
<b>2. OBJETIVOS</b> .....	13
2.1 OBJETIVO GERAL .....	13
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	13
<b>3. HIPÓTESES</b> .....	14
<b>4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	15
4.1 SETOR FLORESTAL BRASILEIRO .....	15
<b>4.2.1 <i>Eucalyptus dunnii</i> Maiden</b> .....	19
4.3 MANEJO FLORESTAL .....	21
<b>4.3.1 Intensidade de desbaste</b> .....	23
4.4 FUNÇÕES DE AFILAMENTO .....	24
<b>5. REFERÊNCIAS</b> .....	26
<b>6. CAPÍTULO I: CARACTERIZAÇÃO DENDROMÉTRICA DE <i>Eucalyptus dunnii</i> Maiden COM DIFERENTES INTENSIDADES DE DESBASTE ALTO</b> 33	
<b>6.1 RESUMO</b> .....	33
<b>6.2 ABSTRACT</b> .....	34
<b>6.3 INTRODUÇÃO</b> .....	35
<b>6.4 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	37
<b>6.4.1 Caracterização da área</b> .....	37
<b>6.4.2 Mensuração Florestal</b> .....	39
<b>6.4.3 Processamento e análise dos dados</b> .....	41
<b>6.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	42
<b>6.5.1 Volume ao longo dos anos e remanescentes</b> .....	56

6.7 CONCLUSÃO.....	60
6.8 REFERÊNCIAS.....	61
<b>7. CAPÍTULO II: DINÂMICA DE SORTIMENTOS EM DIFERENTES TRATAMENTOS DE DESBASTE SELETIVO ALTO EM <i>Eucalyptus dunnii</i> MAIDEN.</b>	<b>69</b>
7.1 RESUMO.....	69
7.2 ABSTRACT.....	70
7.3 INTRODUÇÃO.....	71
7.4 MATERIAL E MÉTODOS .....	73
7.4.1 Caracterização da área de estudo .....	73
7.4.2 Mensuração Florestal .....	74
7.4.3 Processamento e análises.....	75
7.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	76
7.5.1 Incremento Média Anual (IMA) .....	82
7.5.2 Valores em reais por hectare .....	84
7.6 CONCLUSÃO.....	87
7.7 REFERÊNCIAS.....	88
ANEXO 1.....	94

# 1. INTRODUÇÃO

Já é de senso comum o quanto o segmento florestal é importante e contribui com o Produto Interno Bruto (PIB) brasileiro. Em época de pandemia, a qual desestruturou diferentes setores, o setor florestal se manteve e superou o PIB nacional, com uma receita bruta de R\$ 244,6 bilhões e crescimento da cadeia produtiva em 7,5% no ano de 2021 (IBÁ, 2022). Em 2023, segundo IBÁ (2024), o setor florestal, dentre os 34 principais segmentos do país, teve uma evolução e encontra-se em 5º lugar no ranking de participação no PIB nacional.

A área total de árvores plantadas em 2022 era de 9,94 milhões de hectares, das quais, 76% composta pelo cultivo de eucalipto, com 7,6 milhões de hectares, e 19% de *Pinus* spp, com aproximadamente 1,9 milhão de hectares. Dentre os produtos oriundos dos plantios florestais, tem-se: celulose, papel, carvão, painéis e madeira serrada. Quando comparado aos principais países produtores destes produtos, o Brasil encontra-se em 1º lugar na produção de carvão, 2º na produção da celulose, penúltimo para painéis (MDP e MDF) e último com papel e madeira serrada (IBÁ, 2023).

Para cada uma dessas modalidades citadas nas quais o Brasil se destaca, carrega consigo um legado de estudos realizados para identificação dos melhores manejos florestais, que resultem em impactos positivos na produtividade, sustentabilidade e economia (Stape et al., 2023). O gênero *Eucalyptus*, possui diferentes estudos que são utilizados principalmente para fomentar os plantios que alimentam as indústrias de papel, celulose e energia, além de outras, as quais, vem se destacando para uso como madeira roliça na construção civil e até mesmo para serraria (Barreto de Goes; Vale; Paula, 2023). Além disso, o gênero tem em média uma alta produtividade chegando a  $41,1 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$  em 2023 em estados com maior produtividade e sendo superior ao gênero *Pinus* ( $33,3 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ ), espécie mais plantada em Santa Catarina (IBÁ, 2024), onde se encontra o presente estudo. Entretanto, segundo a ACR (2022), para o estado de Santa Catarina, o eucalipto tem em média a produtividade de  $40 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$  e algumas empresas relatam que o pinus nesta região pode chegar a  $42,5 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ .

Uma das espécies do gênero amplamente conhecida, com consumo elevado no estado de Santa Catarina é *Eucalyptus dunnii* Maiden. A espécie pode atingir produtividade superior a  $50 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ , possui alta tolerância a geada, rápido crescimento e alta uniformidade (Paludzyszyn Filho; Santos, 2005). Saber conduzir essa espécie, na região de interesse, pode ser essencial para a perpetuação de plantios.

O manejo, quando bem conduzido, conforme o objetivo do plantio, pode resultar em altos volumes, diferentes sortimentos, antecipação do corte final, entre outros benefícios. O sortimento define-se como o diâmetro da ponta fina e o comprimento da tora até o diâmetro da ponta grossa, seccionado de uma árvore (Campos; Leite, 2017). Logo, sabe-se que as árvores tendem a diminuir seu diâmetro ao longo do tronco devido ao crescimento secundário (Rodrigues, 2021).

Os sortimentos com maior valor agregado, são aqueles com toras de, no mínimo, 25 cm de diâmetro na ponta fina, esses são usados para serraria e laminação. Logo, para obter-se esses produtos é necessário a condução de um bom manejo por meio de poda e desbaste (DB). As mesmas quando realizadas de forma adequada, resultam em toras com maiores diâmetros e livre de nós, no caso de madeiras clear (Fritscher, 2022).

Em relação aos regimes de manejo tem-se os desbastes, que em termos gerais é a retirada de alguns indivíduos disponibilizando espaço, luz, água e nutrientes para os remanescentes (Campos & Leite, 2017). Dentre os tipos de desbaste, tem-se o desbaste por baixo, que consiste na remoção dos indivíduos dominados e/ou defeituosos causando a redução de heterogeneidade do plantio (Soares et al., 2017). Este é o mais utilizado no Brasil. O outro tipo de desbaste comumente realizado na Europa e que aos poucos está sendo introduzido no Brasil é o desbaste alto. Este, é definido como a remoção das árvores com base na classe sociológica, retirando aquelas que competem com as árvores mais promissoras, conhecidas como árvores potenciais ou dominantes (Arce; Dobner Jr., 2024).

Nesse contexto, o presente estudo tem por objetivos avaliar o desenvolvimento dendrométrico de *Eucalyptus dunnii* conduzido em três intensidades de desbaste alto e uma testemunha, sem desbaste, no Planalto sul e identificar o melhor tratamento para determinados sortimentos. Para isso, este trabalho foi dividido em dois capítulos. O primeiro irá caracterizar o plantio de forma geral, com as variáveis dendrométricas e a produção em cada tratamento. O segundo capítulo, tem por objetivo explorar e detalhar essas informações encontradas no primeiro capítulo, resultando em valores por sortimento.

## 2. OBJETIVOS

### 2.1 OBJETIVO GERAL

Analisar a influência do desbaste alto precoce sobre a dinâmica das variáveis dendrométricas e da produção volumétrica de diferentes sortimentos em *Eucalyptus dunnii* Maiden no Planalto Sul Catarinense no Brasil.

### 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analisar respostas de cada variável como, Diâmetro com casca a 1,30 m do solo (dap) e Altura total (h) para as diferentes intensidades de desbastes;
- Caracterizar os desbastes por meio da Área Basal – G ( $\text{m}^2 \text{ha}^{-1}$ ), Volume total por hectare ( $\text{m}^3 \text{ha}^{-1}$ ), Volume por sortimento ( $\text{m}^3$ ) e Volume por sortimento por hectare ( $\text{m}^3 \text{ha}^{-1}$ ).
- Identificar os tratamentos e períodos que favorecem a obtenção de determinados sortimentos.
- Ponderar se o manejo precoce no eucalipto para multiprodutos é válido.

### **3. HIPÓTESES**

A intensidade ótima do desbaste pode permitir uma redução volumétrica no estoque final do ciclo e favorecer determinados sortimentos em ciclos mais curtos.

A redução volumétrica resultante de plantios desbastados pode ser compensada financeiramente, desde que o manejo realizado resulte no aumento significativo na produção de sortimentos de toras mais valiosos.

## 4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 4.1 SETOR FLORESTAL BRASILEIRO

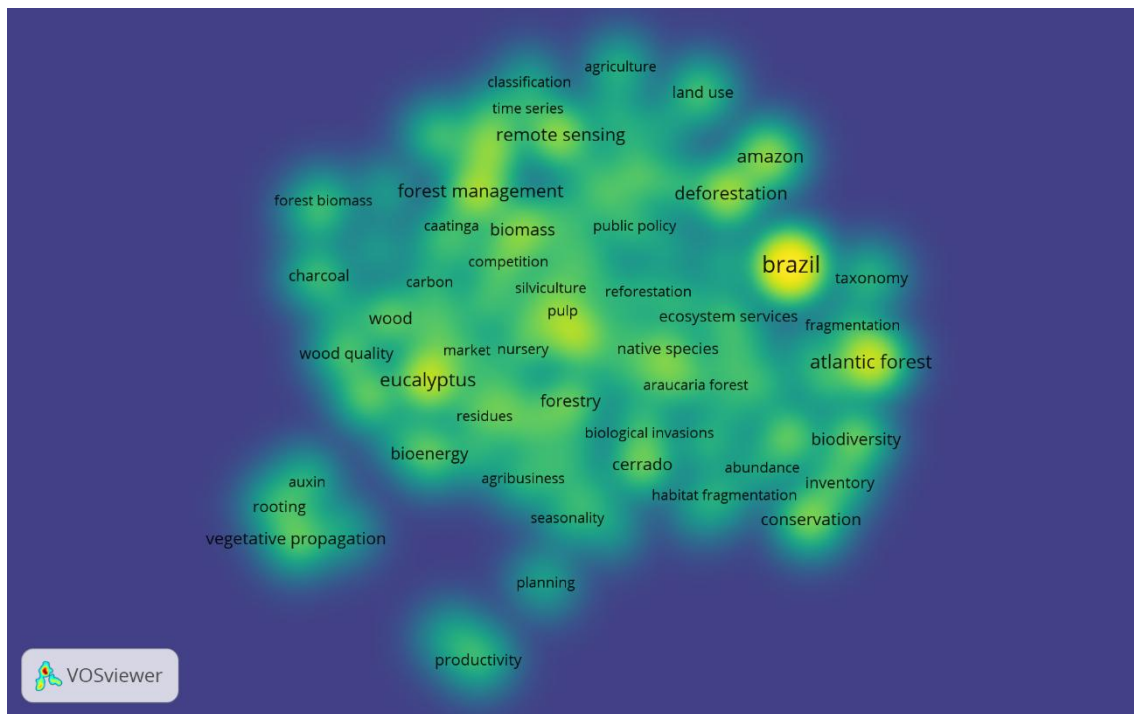
Na década de 1960, o Brasil implementou uma série de incentivos fiscais voltados para o setor florestal como parte de um esforço para promover a conservação ambiental, o manejo de recursos naturais e o desenvolvimento econômico de regiões com potencial florestal. Esses incentivos fiscais foram estabelecidos por meio de legislação específica e políticas governamentais com o objetivo de estimular investimentos privados na silvicultura e na exploração florestal, além de incentivar a recuperação de áreas degradadas e a conservação da biodiversidade (Casarin, 2024).

Hoje, Brasil é reconhecido pelas suas características edafoclimáticas e desenvolvimento tecnológico na silvicultura e manejo florestal, com isso torna-se um grande competidor no mercado interno e externo de produtos florestais, além de ser o 2º país com maior cobertura florestal no mundo, equivalente a 497 milhões de hectares, perdendo apenas para a Rússia, com 815 milhões de hectares (Moreira; De Oliveira, 2017).

Da cobertura florestal total do Brasil, 9,94 milhões são providos de reflorestamento, sendo, 76% de plantios do gênero eucalipto e 19% de pinus, equivalente a 7,6 e 1,9 milhões de hectares, respectivamente (IBÁ, 2024). Também tem-se 230 mil hectares de seringueira, 76 mil hectares de teca e 54 mil hectares de acácia, correspondendo aos 5% restantes (IBÁ, 2024). Dessa forma, pode-se inferir a expressiva quantidade de estudos direcionados ao setor florestal brasileiro. Para demonstrar essa relação, foram realizadas buscas no software VOSviewer, abrangendo não apenas este tema específico, mas para todos os discutidos nesse trabalho, voltado a pesquisas brasileiras, que resultem em uma rede bibliográfica dos estudos mais realizados com cada tema, entre outros tipos de gráficos que o Vosviewer permite realizar.

A Figura 1 mostra as pesquisas mais realizadas no Brasil para o tema Setor Florestal Brasileiro e destaca-se: Brasil, *Eucalyptus spp.*, manejo florestal, sensoriamento remoto e Mata Atlântica. Para esse resultado utilizou-se o acervo da Scopus com no mínimo 3 documentos sobre cada pesquisa.

Figura 1: Rede bibliográfica da pesquisa relacionada ao setor florestal brasileiro.



Fonte: Autora.

De toda área plantada no Brasil, quase 80% são apenas do gênero *Eucalyptus* spp., isso pode justificar o 2º lugar de pesquisas mais realizadas quando se trata de setor florestal brasileiro. Perde apenas para Brasil, que é indicado no próprio tema da pesquisa justificando seu 1º lugar. Em seguida tem-se o manejo florestal, base para qualquer plantio que se deseja otimizar a produção e obter indivíduos adequados para seu posterior uso de forma sustentável. Além dos outros, sensoriamento remoto e Mata Atlântica, com grande importância se tratando em Setor Florestal Brasileiro, mas não é o foco deste trabalho.

#### 4.2 GÊNERO *Eucalyptus*

Original da Austrália e pertencente à família Myrtaceae, o gênero *Eucalyptus* tem controvérsias sobre sua introdução no Brasil, em 1825 a espécie foi utilizada para o paisagismo, barreiras quebra-ventos e obtenção de óleos essenciais (Flores et al., 2016). Com o âmbito de estudos para seu desenvolvimento e comportamento silvicultural visando a comercialização, considera-se sua introdução em 1904 por Navarro de Andrade no estado de São Paulo, com o objetivo de fornecer lenha, postes e principalmente

dormentes para a Companhia Paulista de Estrada de Ferro (FEPASA) (Oliveira; Pinto junior, 2021).

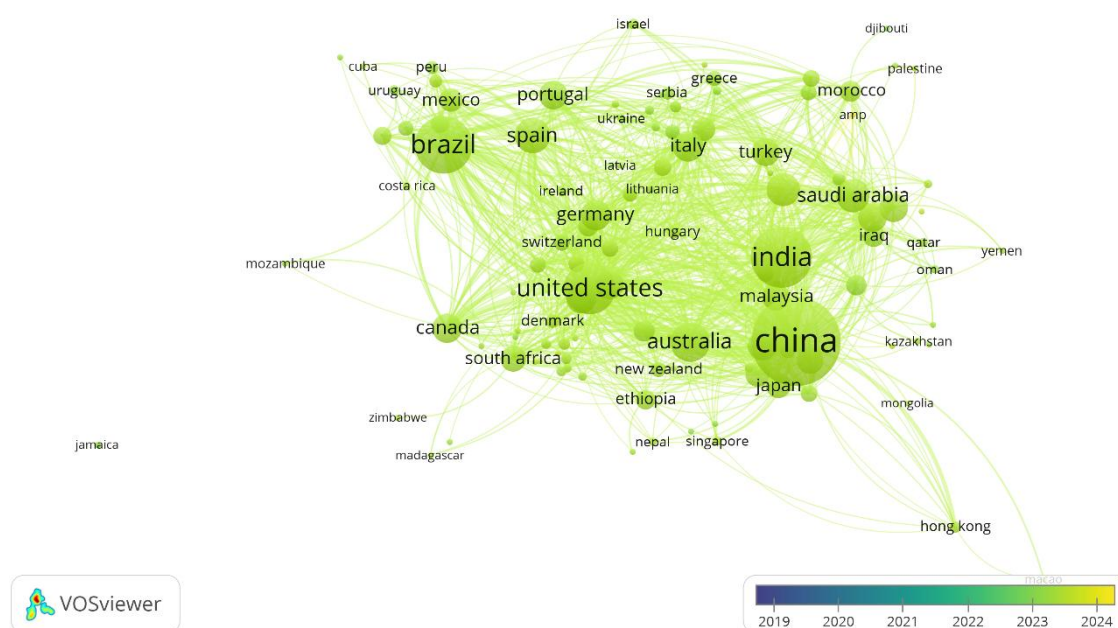
O gênero possui uma vasta diversidade de espécies (em torno de 700). Além disso, apresenta alta produtividade, excelente adaptabilidade aos mais variados climas e regiões e rápido crescimento. Tais características fornecem as condições ideais para a sua expansão e possibilitam múltiplos usos da sua madeira, como construção civil, postes, energia, produção de celulose e papel, óleos essenciais, taninos, móveis e painéis (Mora; Garcia, 2000; Trugilho et al., 2007). As espécies mais usadas no Brasil são: *E. grandis*, *E. saligna*, *E. urophylla*, *E. camaldulensis*, *E. tereticornis*, *E. cloeziana*, *E. dunnii* e *E. paniculata* (Longue Júnior; Colodette, 2013).

O eucalipto possui uma alta demanda para diferentes regiões com diversas finalidades e é encontrado em uma grande extensão do território brasileiro, compondo 76% das áreas de reflorestamento com 7,6 milhões de hectares. Sua distribuição abrange todas as regiões com destaque para Minas Gerais com 29% de seu plantio, Mato Grosso do Sul 15% e São Paulo com 13% (IBÁ, 2023).

Segundo o acervo da Scopus existem mais de 180 mil documentos relacionados ao gênero *Eucalyptus* spp.. Contudo, devido a limitação do software Vosviewer quanto ao número de documentos para criar o mapa de rede bibliográfica, será trabalhado com 20.000. Com a configuração de no mínimo 10 documentos com o tema *Eucalyptus*, resultou em 1218 pesquisas mais realizadas (Figura 2). Dentre elas: Adsorção, óleo essencial, síntese verde e biomassa. Também é possível afirmar que a maioria desses estudos se concentram nos últimos quatro anos.



Figura 3: Rede bibliográfica da pesquisa relacionada ao *Eucalyptus* e os países que mais estudam o tema.



Fonte: Autora.

#### 4.2.1 *Eucalyptus dunnii* Maiden

*Eucalyptus dunnii* Maiden é nativa da Austrália Ocidental e desperta interesse não apenas pela sua singularidade botânica, mas também por sua importância ecológica e potencial econômico. Essa espécie é encontrada principalmente em áreas de clima subtropical da Austrália Ocidental, onde as condições são geralmente quentes e secas no verão e mais frias e úmidas no inverno. A espécie tende a prosperar em solos bem drenados, muitas vezes encontrados em encostas e planaltos. Sua distribuição geográfica é restrita à região sudoeste da Austrália Ocidental, onde ocorre em habitats naturais, como florestas de eucalipto e bosques abertos (Cooper, 1990).

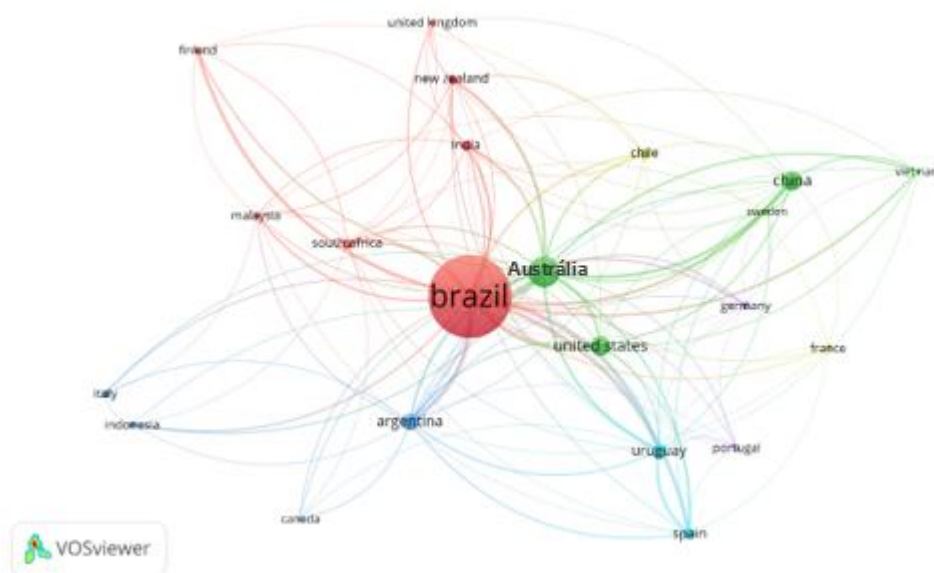
Essa espécie possui uma série de características distintivas que o tornam facilmente reconhecível. Suas folhas são lanceoladas, de cor verde-azulada, com uma aparência cerosa que reflete a luz solar. O tronco é geralmente reto e liso, com uma coloração que varia do cinza-claro ao marrom-avermelhado. As flores de *E. dunnii* são pequenas, brancas e agrupadas em inflorescências globosas, atraindo uma variedade de polinizadores, incluindo insetos e pássaros (Scremin, 2012).



Fonte: Autora.

Os países com maior quantidade de estudos sobre *E. dunnii* Maiden, encontram-se, em primeiro lugar o Brasil, seguido da Austrália (seu país de origem), Estados Unidos, China, Argentina e Uruguai (Figura 5).

Figura 5: Rede bibliográfica da pesquisa relacionada países que estudam *Eucalyptus dunnii* Maiden.



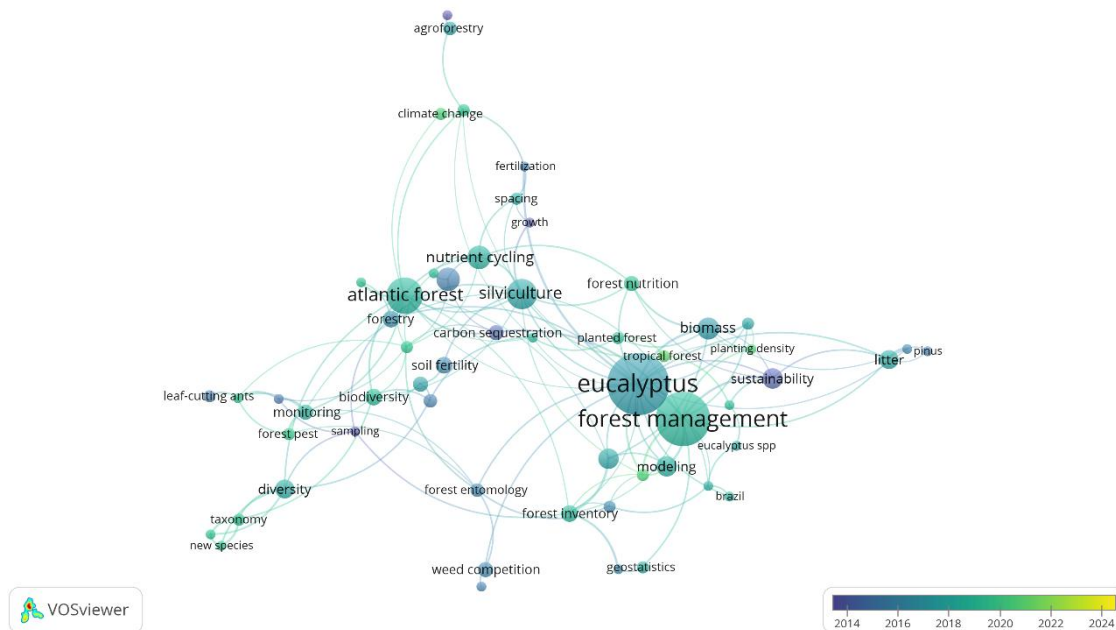
Fonte: Autora, 2024.

### 4.3 MANEJO FLORESTAL

O manejo florestal é a união de diferentes técnicas econômicas e operacionais realizadas desde o plantio, até o momento da colheita com o objetivo de otimizar seu uso perante os 3 eixos da sustentabilidade. Desde a proteção da biodiversidade até a produção responsável de madeira, o manejo florestal é guiado por princípios fundamentais, como sustentabilidade, conservação, participação pública e monitoramento contínuo. Ao integrar esses princípios em práticas como inventário florestal, planejamento operacional, colheita seletiva e reflorestamento, o manejo florestal visa garantir que as florestas continuem a fornecer uma ampla gama de benefícios (Silva, 1996; Araujo, 2006; Angelo, 2014; Silva et al., 2021; Lucena et al., 2023).

Quando analisado no acervo da Scopus, o manejo florestal tem 6692 documentos registrados e com a configuração de no mínimo 5 ocorrências deste tema, esse valor vai para 2371 documentos. Destes destacam-se as pesquisas voltadas a gestão florestal, eucalipto, floresta atlântica e silvicultura (Figura 6).

Figura 6: Rede bibliográfica da pesquisa relacionada ao manejo florestal de plantios.



Fonte: Autora

A gestão florestal é o embasamento necessário para a condução de qualquer plantio, consiste em avaliar o tipo de solo, as condições climáticas, a capacidade produtiva, seleção das espécies, técnicas de colheita, extração e transporte, viabilidade econômica. Engloba a silvicultura o qual o manejo florestal faz parte, contribuindo com a parte de técnicas para a condução ideal de um plantio de forma economicamente eficaz, ambientalmente responsável e socialmente equitativo (Araujo et al., 2015; Bentes et al., 2020)

Para o mercado florestal em todas as espécies existem inúmeros usos da madeira e a necessidade de toras com tamanhos diferentes, de diâmetro (circunferência) e comprimento. Para tal fim e com o uso dos princípios do manejo florestal, pode-se realizar os desbastes dos plantios para alcançar este objetivo. Os desbastes são operações realizadas no plantio já consolidado. Conforme suas técnicas, resultam em diferentes tamanhos de toras que são retiradas durante o ciclo do plantio e até o fim, favorecendo o crescimento horizontal dos indivíduos remanescentes (David et al., 2018).

### 4.3.1 Intensidade de desbaste

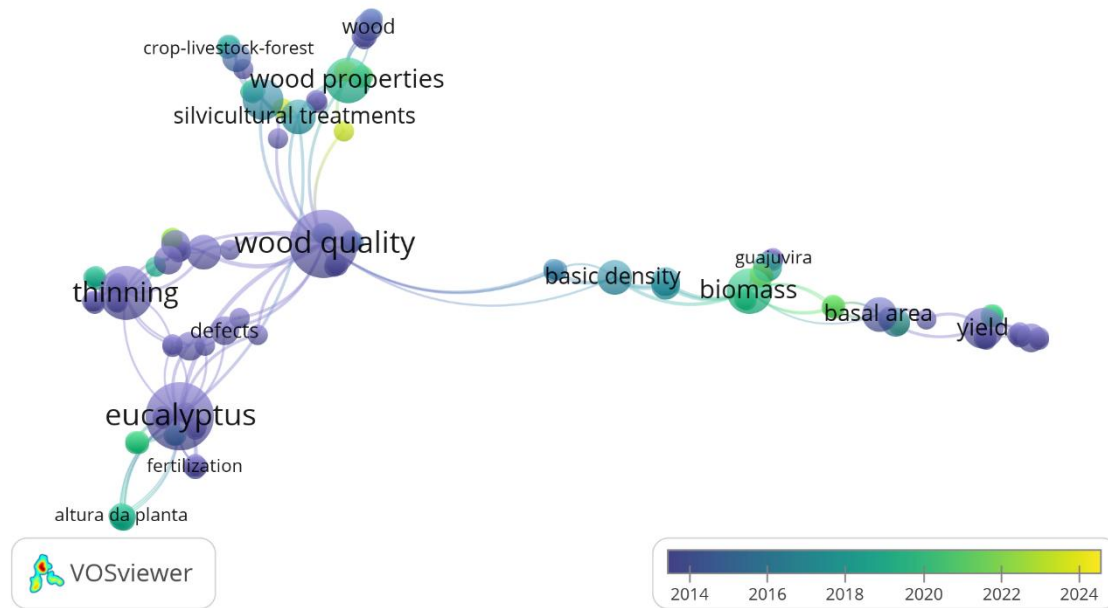
A intensidade de desbaste, bem como sua realização depende de alguns fatores, espécie, objetivo do plantio, densidade inicial, mercado (presente e futuro), mão-de-obra, relevo, rotação. Quando bem analisados e executados resultam em produtos finais adequados ao beneficiamento que otimizam o processo. Para o *Eucalyptus* spp. também é levado em consideração a qualidade da madeira, não só externamente, mas internamente, já que, o gênero é propício a ter grandes tensões de crescimento que causam rachaduras e conforme o desbaste podem aumentar ou diminuir (Lima & Garcia, 2005).

O desbaste pode ser seletivo, seleção individual das árvores a serem retiradas, ou sistemático com critérios operacionais que normalmente retira os indivíduos em linhas. No seletivo ainda existem mais duas classes: por baixo, retirada de árvores dominadas, intermediárias com algum tipo de má formação (torta, bifurcada, quebrada...), mais utilizada no Brasil e desbaste alto que são indivíduos que competem com as árvores dominantes, as codominantes (Arce; Dobner Jr., 2024).

Como já comentado o desbaste tem por objetivo o aumento de diâmetro dos indivíduos, logo, para toras grossas é preciso realizar mais desbaste e/ou de forma mais intensa para favorecer o crescimento do plantio. Existem incontáveis intensidades de desbastes para cada espécie e diferentes regiões, a escolha de um ou outro depende do gestor do plantio, que com o conhecimento necessário irá indicar as melhores idades para as intervenções, suas respectivas intensidades e o melhor método para realizá-las, sendo: com base no número de árvores, área basal e no volume (Campos; Leite, 2017).

Na Scopus foram encontrados 93 documentos relacionados ao tema, as pesquisas mais realizadas são: qualidade da madeira, eucalipto, propriedades da madeira, desbaste e biomassa. Já discutido sobre, sabe-se que as intervenções afetam não só o tamanho das árvores, mas também a qualidade da madeira e como o eucalipto tem facilidade em rachaduras, justifica todas as pesquisas serem interligadas (Figura 7).

Figura 7: Rede bibliográfica da pesquisa relacionada a intensidade de desbaste.



Fonte: Autora.

#### 4.4 FUNÇÕES DE AFILAMENTO

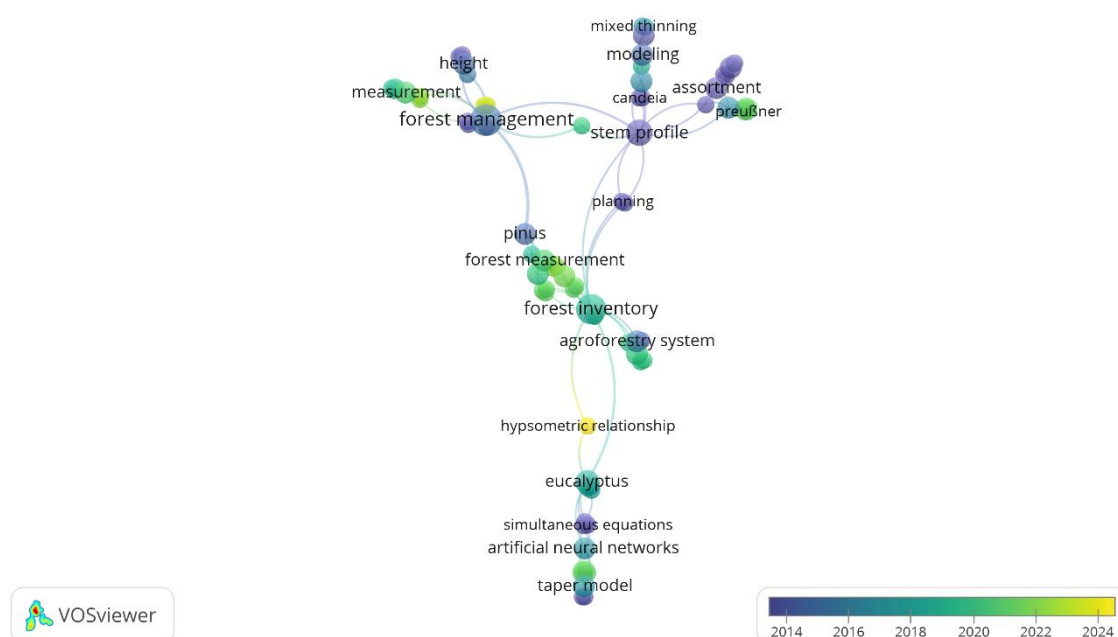
Os indivíduos arbóreos tendem a não ser um cilindro perfeito, possuem um afilamento do diâmetro da base até o final do fuste, implicando em diferentes subporções de cada árvore. A formação dessas subporções são de grande importância para qualquer plantio em diferentes situações, como para indicação dos multiprodutos que podem ser retirados da área, estoque de madeira de cada produto, planejamento, análise econômica, tomadas de decisão para desbaste e/ou corte raso, entre outros (Souza et al., 2008).

Logo, se faz necessário o uso de técnicas que permitam resultar sobre o volume dessas subporções e seus totais com precisão e para isso, existem as funções de afilamento que são técnicas aprimoradas que compõe o Inventário Florestal - IF para obter o volume até um diâmetro mínimo de cada indivíduo e em qualquer porção ao longo do tronco. Além disso, as funções de afilamento propiciam a estimativa do diâmetro em qualquer altura do fuste e da altura comercial para um dado diâmetro, enriquecendo assim, as informações do inventário florestal possibilitando saber a quantidade de multiprodutos que o plantio irá resultar (Mendonça et al., 2007). O tema é bastante difundido na pesquisa, (Oliveira, 1995; Fischer, 2001; Carvalho, 2013; Schikowski et al., 2015;

Cerqueira et al., 2018; Andrade et al., 2021; Da Rosa et al., 2023) são exemplos de estudos voltados a ajustes de funções de afilamento para diferentes espécies e tipos de plantios.

Ao realizar a análise no acervo da Scopus são encontrados 97 documentos pesquisados na língua portuguesa e mais de 10 mil na língua inglesa. Dentre os documentos analisados, Gestão florestal, inventário florestal, eucalipto e perfil do tronco são as pesquisas mais realizadas (Figura 8).

Figura 8: Rede bibliográfica da pesquisa relacionada a função de afilamento.



Fonte: Autora.

É possível analisar que estas pesquisas são todas interligadas, a gestão florestal como já comentado é parte primordial do plantio, abrange todas as áreas e defini a sua realização. Ao mesmo tempo, é impossível falar sobre as funções de afilamento sem falar do inventário florestal, já que, as funções são técnicas aprimoradas que compõe IF para obter uma análise do perfil do tronco e para o eucalipto é uma das pesquisas mais realizadas no Brasil, pois encontra-se com maior porcentagem de plantio.

## 5. REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, A. S. F. de; BENTES, J. L. da S.; CORREA JR, Ary. Síntese de nanopartículas – Revisão de literatura. **Revista Agrária Acadêmica**. v. 4, n. 2, 2021. DOI: 10.32406/v4n2/2021/53-69/agrariacad
- ANDRADE, V. C. L. de; FREITAS, B. C.; TERRA, D. L. C. V. Equações de perfil do tronco avaliados para *Corymbia citriodora* Hill & Johnson. **Agrarian**, [S. l.], v. 14, n. 51, p. 82–94, 2021. DOI: 10.30612/agrarian.v14i51.11950. Disponível em: <https://ojs.ufgd.edu.br/index.php/agrarian/article/view/11950>. Acesso em: 15 mar. 2024.
- ANGELO, H.; SILVA, J. C. da; ALMEIDA, A. N. de; POMPERMAYER, R. de S. Análise estratégica do manejo florestal na amazônia brasileira. **FLORESTA**, Curitiba, PR, v. 44, n. 3, p. 341 - 348, jul. / set. 2014.
- ARAUJO, H. J. B. de. (2006). Inventário florestal a 100% em pequenas áreas sob manejo florestal madeireiro. **Acta Amazonica**, v. 36, n. 4, p. 447– 464. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0044-59672006000400007>
- ARAUJO, I. S. de; OLIVEIRA, I. M. de; ALVES, K. dos S. **Silvicultura: Conceitos, Regeneração da Mata Ciliar, Produção de Mudanças Florestais e Unidade de Conservação Ambiental**. 1ª ed. São Paulo. Saraiva Educação, 2015. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?hl=ptBR&lr=&id=nYyWdWAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT4&dq=silvicultura+florestal&ots=V6pAmyqpD&sig=PRNYuyrXYy6aKufX4Ux9L8n3ees#v=onepage&q=silvicultura%20florestal&f=false>. Acesso em 14 mar. 2024.
- ARCE JULIO EDUARDO; DOBNER JÚNIOR MARIO. **Manejo e Planejamento de florestas plantadas: com ênfase nos gêneros *Pinus* e *Eucalyptus***. Ed. dos autores, Curitiba, PR, 2024.
- ASSOCIAÇÃO CATARINENSE DE EMPRESAS FLORESTAIS - ACR. Anuário estatístico de base florestal para o estado de Santa Catarina 2022 (ano base 2021). ACR, 2022.
- BARRETO DE GOES, M.; VALE, C. M. do; PAULA, G. D. de. A madeira roliça de eucalipto como solução estrutural e construtiva. **RECIMA21 - Revista Científica Multidisciplinar**. v. 4, n. 4, 2023. DOI: 10.47820/recima21.v4i4.3006. Disponível em:

<https://recima21.com.br/index.php/recima21/article/view/3006>. Acesso em: 15 nov. 2023.

BENTES, A. J. M.; MONTEIRO, R. N.; VIEIRA, T. A. Socioeconomia e gestão florestal no Projeto de Assentamento Moju I e II, Pará, Brasil. **Retratos de Assentamentos**. v. 23, n. 1, p. 55-90, 2020. DOI: 10.25059/2527-2594/retratosdeassentamentos/2020.v23i1.367. Disponível em: <https://www.retratosdeassentamentos.com/index.php/retratos/article/view/367>. Acesso em: 14 mar. 2024.

CAMPOS, João Carlos Chegas; LEITE, Helio Garcia. **Mensuração Florestal: perguntas e respostas**. 5. ed. Viçosa: Ufv, 2017. 636 p.

CARNEIRO, José Geraldo de Araujo. Desbastes florestais. **Floresta**, v. 4, n. 3, 1973.

CARVALHO, R.; FURTINI NETO, A. E.; SANTOS, C. D. dos; FERNANDES, L. A.; CURI, N.; RODRIGUES, D. de C. Interações silício-fósforo em solos cultivados com eucalipto em casa de vegetação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v. 36 n.3 p.557–565. 2001. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2001000300022>.

CARVALHO Samuel de Pádua Chaves. **Estimativa volumétrica por modelo misto e tecnologia laser aerotransportado em plantios clonais de *Eucalyptus* sp.** (tese de doutorado). Piracicaba: Departamento de Engenharia Florestal, Universidade de São Paulo; 2013.

CASARIN, LUAN FELIPE SILVA. A Brief Analysis of the Brazilian Institute of Forestry Development (1967-1989): between development and the forest. **Research Society and Development**. v. 12, n. 4, p. e2012440906, 2023. DOI: 10.33448/rsd-v12i4.40906. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/40906>. Acesso em: 24 feb. 2024.

COOPER, MARCOS ANTONIO. **Maximização do Potencial de Enraizamento de Estacas de *Eucalyptus dunnii* Maiden**. 1990. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Paraná.

CRUZ, N. D.; GALLIO, E.; GATTO, D. A. Síntese verde de nanopartículas de óxido de zinco. *Matéria (Rio de Janeiro)*, v. 25 n.1 2020. <https://doi.org/10.1590/s1517-707620200001.0915>

DAVID, H. C.; NETTO, S. P.; ARCE, J. E.; WOYCIKIEVICZ, A.; ARAÚJO, E.; MIRANDA, R. Intensive management for optimizing the production of high-value logs of pine forests in southern brazil. *Ciência Florestal*, v.28 n.3 p.1303–1316. 2018. <https://doi.org/10.5902/1980509833352>.

DA ROSA, G. D.; DRESCHER, R.; ALONSO, D.; FAVALESSA, C. M. C.; LANSSANOVA, L. R.; DA SILVA, S. S. A.; CRUZ, E. A. Funções de afilamento não segmentadas para povoamento de *Tectona grandis* L.f. no município de Glória D'Oeste, Mato Grosso – Brasil. **OBSERVATÓRIO DE LA ECONOMÍA LATINOAMERICANA**. v. 21, n. 9, p. 12028–12042, 2023. DOI: 10.55905/oelv21n9-082. Disponível em:<https://ojs.observatoriolatinoamericano.com/ojs/index.php/olel/article/view/1489>. Acesso em: 15 mar. 2024.

EVANGELISTA, WESCLEY VIANA (Org.). Qualidade da madeira de *Eucalyptus dunnii* visando a produção de polpa celulósica. In: SBARDELLA, Marina; VIVIAN, Magnos Alan; MODES, Karina Soares. **Madeiras nativas e plantadas do brasil**. 1 ed. Guarujá, SP: Científica Digital, v. 2, p. 67 – 80. 2020

FISCHER, F.; SCOLFORO, J. R. S.; ACERBI JÚNIOR, F. W.; MELLO, J. M. de; MAESTRI, R. Exatidão dos modelos polinomiais não-segmentados e das razões entre volumes para representar o perfil do tronco de <i>Pinus taeda</i>. **Ciência Florestal**, v. 11, n.1, p. 167–188, 2001. <https://doi.org/10.5902/19805098503>

FLORES, THIAGO BEVILACQUA et al. ***Eucalyptus* no Brasil: zoneamento climático e guia para identificação**. Piracicaba: IPEF, 2016.

FRITSCHER, JOSÉ LUÍZ. **Manejo no cultivo de *Pinus* spp.** Trabalho de conclusão de curso de Graduação – Curso de Agrônoma, 2022. 26 f. UERGS, Porto Alegre, 2022, Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/249087>. Acesso em: 23 nov. 2023.

GUIMARÃES, T.; OLIVEIRA, Y. R. de; POLASTRELI, D'ávila Leal; BARBOSA, C. F.; SILVA, W. da; PASSOS, R. R.; PROFETI, L. L. P.; PROFETI, D. estudo da

adsorção de CU(ii) utilizando casca de eucalipto como bioissorvente. **Revista Univap**, v. 22, n. 40, p. 177, 2016. DOI: 10.18066/revistaunivap.v22i40.604. Disponível em: <https://revista.univap.br/index.php/revistaunivap/article/view/604>. Acesso em: 13 mar. 2024.

HIGA, R. C. V.; HIGA; A. R.; TREVISAN, R.; SOUZA M. V.R. de. Resistência e resiliência a geadas em *Eucalyptus dunnii* Maiden plantados em Campo do Tenente, PR. **Boletim de Pesquisa Florestal**, v. 40, p. 67-76, 2000.

IBA – INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES. **Relatório IBÁ - 2022**. São Paulo: IBÁ, 2022.

IBA – INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES. **Relatório IBÁ - 2023**. São Paulo: IBÁ, 2023.

INSTITUTO BRASILEIRO DE FLORESTAS. Tipos de desbastes de plantios florestais. Disponível em: <https://www.ibflorestas.org.br/conteudo/tipos-de-desbastes-de-plantios-florestais>. Acesso em: 20 nov. 2024.

JURCIC, E. J.; VILLALBA, P. V.; PATHAUER, P. S.; PALAZZINI, D. A.; OBERSCHELP, G. P. J.; HARRAND, L.; GARCIA, M. N.; AGUIRRE, N. C.; ACUÑA, C. V.; MARTÍNEZ, M. C.; RIVAS, J. G.; CISNEROS, E. F.; LÓPEZ, J. A.; MARCUCCI POLTRI, S. N.; MUNILLA, S.; CAPPÀ, E. P. Single-step genomic prediction of *Eucalyptus dunnii* using different identity-by-descent and identity-by-state relationship matrices. **Heredity**, v. 127, n. 2, p. 176-189, 2021.

LIMA, ISRAEL LUIZ de; GARCIA, JOSÉ NIVALDO. Influência do desbaste em propriedades físicas e mecânicas da madeira de *Eucalyptus grandis* Hill ex-Maiden. **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, v. 17, n. 2, p. 151–160, 2005. DOI: 10.24278/2178-5031.2005172479. Disponível em: <https://rif.emnuvens.com.br/revista/article/view/479>. Acesso em: 20 jul. 2025.

LONGUE JÚNIOR, D.; COLODETTE, J.L. Importância e versatilidade da madeira de eucalipto para a indústria de base florestal. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v. 33, n. 76, p. 429-438, out./dez. 2013.

LUCENA, M. S. de; ZAKIA, M. J. B.; GUERIN, N. Discursos sobre o manejo florestal sustentável no Domínio da Caatinga. **Ambiente & Sociedade**, v. 26, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1809-4422asoc20220042vu202314ao>

MAGALHÃES, M. O. L.; SOBRINHO, N. M. B. do A.; SANTOS, F. S.; MAZUR, N. Potencial de duas espécies de eucalipto na fitoestabilização de solo contaminado com zinco. **Revista Ciência Agronômica**, v. 42, p. 805-812, 2011.

MARREIROS DA SILVA, H. N.; NEPOMUCENO PATRIOTA, S.; FRANCISCO, W.; SANTOS MULHOLLAND, D. potencial do resíduo de extração de óleo do eucalipto na adsorção de cobre (ii). **DESAFIOS - Revista Interdisciplinar da Universidade Federal do Tocantins**, v. 10, n. 2, 2023. DOI: 10.20873/v2n1\_2023\_6. Disponível em: <https://sistemas.uft.edu.br/periodicos/index.php/desafios/article/view/13972>. Acesso em: 13 mar. 2024.

MENDONÇA, A. R. de; SILVA, G. F. da; OLIVEIRA, J. T. da S.; NOGUEIRA, G. S.; ASSIS, A. L. de. Avaliação de funções de afilamento visando a otimização de fustes de *Eucalyptus* sp. para multiprodutos. **Cerne**, Lavras, MG, v. 13, n. 1, p. 71-82, 2007.

MORA, A. L.; GARCIA, C. H. A cultura do eucalipto no Brasil. 1. Ed. São Paulo: **SBS**, 2000. p. 114.

MOREIRA, JOSÉ MAURO MAGALHÃES ÁVILA PAZ; DE OLIVEIRA, EDILSON BATISTA. Importância do setor florestal brasileiro com ênfase nas plantações florestais comerciais. **Plantações florestais: geração de benefícios com baixo impacto ambiental**. Brasília, DF: Embrapa, p. 11-20, 2017.

NAVROSKI, M. C.; ARAÚJO, M. M.; CUNHA, F. da S.; BERGHETTI, Á. L. P.; PEREIRA, M. de O. redução da adubação e melhoria das características do substrato com o uso do hidrogel na produção de mudas de *Eucalyptus dunnii* Maiden. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 26, n. 4, p. 1155-1165, 2016.

PALUDZYSZYN FILHO, E.; SANTOS, P. E. T. Considerações sobre o plantio de *Eucalyptus dunnii*, no estado do Paraná. Colombo-PR: EMBRAPA, 2005. 7p. (Comunicado Técnico, 141 - ISSN 1517-5030).

RODRIGUES, SERENA FERREIRA. **Modelos volumétricos e de sortimento para plantios de *Tectona grandis* L. f. no sudeste do Pará.** Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Florestal) - Universidade de Brasília, Brasília, 2021.

SANTOS, LAURA GOMES RODRIGUES dos. **Produção e caracterização de carvão ativado obtido a partir da casca de eucalipto (*Eucalyptus globulus* Labill).** Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Química) – Universidade Federal do Pampa, Campus Bagé, Bagé, 2023.

SCHIKOWSKI, A. B.; DALLA CORTE, A. P.; SANQUETTA, C. R. Estudo da forma do fuste utilizando redes neurais artificiais e funções de afilamento. **Pesquisa Florestal Brasileira.** v. 35, n. 82, p. 119–127, 2015. DOI: 10.4336/2015.pfb.35.82.867. Disponível em: <https://pfb.cnpf.embrapa.br/pfb/index.php/pfb/article/view/867>. Acesso em: 15 mar. 2024.

SCREMIN, ANDRÉ LUIS TRENTIN. **Estudo energético e fisicoquímico do carvão vegetal de *Eucalyptus dunnii* Maiden.** Dissertação (Mestrado em Biocombustíveis) - Universidade Estadual do Centro-Oeste, Guarapuava, 2012.

SHIMIZU, JARBAS YUKIO. *Pinus na silvicultura brasileira.* Colombo: Embrapa Florestas, 2008.

SILVA, JOSÉ NATALINO MACEDO. *Manejo florestal.* Embrapa – Centro de Pesquisa Agroflorestal da Amazônia Oriental. 2ª ed. Brasília, 1996.

SILVA, A. G.; VILAR, L. O.; VILAR, V. O.; COELHO, F. P.; ACIOLI, N. R. dos S.; RAMOS, R. B. G. A.; MOREIRA, J. G.; DIARES, T. R.; SILVA, D. F. da; CRUZ, M. S. da; MOURA, R. G. de. O manejo florestal sustentável da caatinga. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação.** v. 7, n. 5, p. 872–884, 2021. DOI: 10.51891/rease.v7i5.1299. Disponível em: <https://periodicorease.pro.br/rease/article/view/1299>. Acesso em: 14 mar. 2024.

SOARES, A.A., LEITE, H.G., CRUZ, J.P., FORRESTER, D.I. Development of stand structural heterogeneity and growth dominance in thinned *Eucalyptus* stands in Brazil. **Forest Ecology and Management.** v. 384, p. 339–346. 2017.

SOUZA, C. A. M. de; SILVA, G. F. da; XAVIER, A. C.; MENDONÇA, A. R. de; ALMEIDA, A. Q. de. Avaliação de modelos de afilamento não-segmentados na estimação da altura e volume comercial de *Eucalyptus* sp. **Ciência Florestal**, v.18, n.3, p.387–399. 2008. <https://doi.org/10.5902/19805098450>.

STAPE, JOSÉ LUIZ et al. Rede Experimental G2M2P2: resultados de meia-rotação evidenciam oportunidades de ganhos na produtividade do *Eucalyptus* no Brasil e otimização do seu manejo. **Série Técnica IPEF**, v. 26, n. 48, p. 200-204, 2023.

OLIVEIRA, EDILSON BATISTA de; PINTO JUNIOR, JOSÉ ELIDNEY. **O eucalipto e a Embrapa: quatro décadas de pesquisa e desenvolvimento**. Brasília: Embrapa, 2021. 1160p.

OLIVEIRA, EDILSON BATISTA. **Um sistema computadorizado de prognose do crescimento e produção de *Pinus taeda* L., com critérios quantitativos para a avaliação técnica e econômica de regimes de manejo**. 1995. 134 f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1995.

PALUDZYSZYN FILHO, E.; SANTOS, P. E. T. dos; FERREIRA, C. A. Eucalipto Indicados para Plantio no Estado do Paraná. Colombo: **Embrapa Florestas**, 2006. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPF-2009-09/43189/1/doc129.pdf>. Acesso em: 13 março 2024.

TRUGILHO, P. F. et al., Qualidade da madeira de clones de espécies e híbridos naturais de *Eucalyptus*. **Scientia Forestalis**. Piracicaba. n.73, p.55-62, 2007.

## 6. CAPÍTULO I: CARACTERIZAÇÃO DENDROMÉTRICA DE *Eucalyptus dunnii* Miaden COM DIFERENTES INTENSIDADES DE DESBASTE ALTO

### 6.1 RESUMO

Estratégias de manejo se tornam essenciais para otimizar a produtividade e qualidade da madeira. Entre essas práticas, o desbaste se destaca, permitindo diferentes formas de condução do plantio para atender a oferta de múltiplos usos da madeira. Logo, o objetivo desta pesquisa é caracterizar um povoamento de *E. dunnii*, que foi manejado com desbaste precoce seletivo alto na região do Planalto Sul Catarinense. O estudo foi conduzido no município de Campo Belo do Sul, envolvendo três blocos experimentais e avaliando quatro diferentes tratamentos de manejo, que variam quanto à intensidade dos desbastes ao longo do tempo. Os tratamentos inicialmente consistiram em: sem desbaste, sem remoção (T); desbaste com remanescente de até  $12 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$  de área basal (G12); de até  $14 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$  (G14); e de até  $16 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$  (G16). Para todos os tratamentos com desbaste, o objetivo final foi alcançar uma densidade de  $250 \text{ árv} \text{ ha}^{-1}$ , sendo que alguns adotaram desbastes mais intensos nas fases iniciais e mais leves ao final, enquanto outros seguiram o caminho inverso, com intervenções mais leves no início e mais intensas no final. Os tratamentos se encontram em parcelas com seis linhas e nove plantas, nessas, realizou-se a partir do 3º ano de idade o inventário florestal contínuo da área, sendo coletado todos os Diâmetros à Altura do Peito (d) com fita diamétrica, e 20% das Alturas totais (h) com Vertex. Com base nas 12 coletas realizadas ao longo do tempo, foi possível analisar as variáveis d (cm), h (m), área basal ( $\text{m}^2 \text{ ha}^{-1}$ ), volume individual ( $\text{m}^3$ ), volume total ( $\text{m}^3 \text{ ha}^{-1}$ ), por meio de estatística descritiva, histograma de densidade e teste de médias de Scott-Knott para comparação entre os tratamentos. Verificou-se influência significativa do desbaste seletivo alto nas variáveis d e v. A partir dos 12 anos de idade a altura não tem diferença significativa. Até o desbaste aos 11 anos de idade G14 e G16 possuíam os maiores volumes. Aos 19 anos os estoques volumétricos finais encontrados foram, em ordem decrescente, T com  $1131 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ , G14 com  $1016 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ , G12 com  $991 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$  e G16 com  $984 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ . Conclui-se que o desbaste precoce seletivo alto favoreceu o desenvolvimento de *E. dunnii*, ampliando a variabilidade nos diâmetros (d) e volumes (v), sendo que maiores intensidades promoveram indivíduos com maiores dimensões e, conseqüentemente, de maior valor agregado.

**Palavras-chaves:** Manejo florestal, área basal, Planalto Sul.

## 6.2 ABSTRACT

Management strategies are essential to improve timber productivity and quality. Among these practices, thinning stands out, allowing for different planting practices to meet the multiple uses of timber. Therefore, the objective of this research is to characterize a stand of *E. dunnii*, managed with early selective thinning in the highlands of the Southern Santa Catarina Plateau. The study was conducted in the municipality of Campo Belo do Sul, involving three experimental blocks and evaluating four different management treatments, which vary in thinning intensity over time. The treatments initially consisted of: no thinning, no removal (T); thinning with a remaining basal area of up to 12 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup> (G12); up to 14 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup> (G14); and up to 16 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup> (G16). For the thinning treatments, the ultimate goal was to achieve a density of 250 trees ha<sup>-1</sup>. Some adopted more intense thinning in the initial phases and more levels at the end, while others followed the reverse path, with more levels at the beginning and more intense interventions at the end. The treatments were located in plots with six rows and nine plants. In these, a continuous forest inventory of the area was carried out from the third year of age onwards, collecting all diameters at breast height (d) with a diametric tape, and 20% of the total heights (h) with a Vertex. Based on the 12 collections carried out over time, it was possible to analyze the variables d (cm), h (m), basal area (m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup>), individual volume (m<sup>3</sup>), and total volume (m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>) using descriptive statistics, a density histogram, and the Scott-Knott test of means for comparison between treatments. High selective thinning significantly influenced the variables d and v. From 12 years of age onward, height showed no significant difference. Until thinning at 11 years of age, G14 and G16 had the largest volumes. At 19 years of age, the final volumetric stocks found were, in decreasing order, T with 1131 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>, G14 with 1016 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>, G12 with 991 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>, and G16 with 984 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>. It is concluded that early selective thinning strongly favored the development of *E. dunnii*, increasing the variability in diameters (d) and volumes (v), with higher intensities promoting larger individuals and, consequently, higher added value.

**Keywords:** Forest management, basal area, Southern Plateau.

### 6.3 INTRODUÇÃO

O gênero *Eucalyptus* abrange uma vasta extensão dos plantios brasileiros, compreendendo cerca de 76%, correspondendo a 7,8 milhões de hectares. Este gênero figura como uma das culturas de grande importância econômica, que nos últimos dez anos teve um crescimento de 41% (IBÁ, 2024). Destaca-se, ainda, a peculiaridade do gênero quanto ao seu ciclo de corte mais curto, definido em cinco anos, em contraposição ao *Pinus*, também bastante difundido na região sul do Brasil, cujo ciclo de corte se estende por doze anos ou mais (Evangelista, 2021b).

Apesar de sua predominância nos plantios brasileiros e do extenso conhecimento e tecnologia já alcançados, persistem lacunas a serem preenchidas através de pesquisas e investigações em diversas áreas especialmente aquelas voltadas à madeira proveniente de povoamentos, bem como a sua condução de modo eficaz e sustentável. As variações ocorridas na madeira de reflorestamento ainda são um desafio para muitas indústrias madeireiras e a madeira do eucalipto vem sendo de grande interesse para serrarias com toras de tamanhos variados. Assim, para a sua otimização se faz necessário o conhecimento do melhor manejo que propicie toras adequadas e por meio dos princípios do manejo florestal pode-se obter esse tipo de produto de forma sustentável adequada ao ambiente, sociedade e aos custos (Rocha; Tomaselli, 2024).

Os povoamentos florestais têm influências de diversos fatores que mudam a cada momento e podem ser ou não controlados, como espaçamento, umidade, condições do solo, radiação solar, pluviosidade, temperatura, relevo, tratamentos silviculturais e genética. Além disso, um dos fatores de grande importância e que podem ser controlados é a competição entre as árvores. Partilhar nutrientes, água, luz, espaço podem afetar o bom desenvolvimento de cada indivíduo arbóreo e diminuir a produtividade e qualidade do povoamento florestal (Chaer; Tótola, 2007; Facco et al., 2009; Ribeiro, 2018; Vera et al., 2023; Bettiol et al., 2023; Soares, 2023). Assim, são necessários experimentos a campo que avaliem o manejo adequado e a qualidade de local para a espécie, que propicie bom desenvolvimento e possa proporcionar toras com diferentes usos e de qualidade.

Uma espécie que chama a atenção é *Eucalyptus dunnii* Maiden, que vem se destacando em estudos até mesmo para questões relacionadas a mudanças climáticas, como mostrado por Aguirre et al. (2024), que em um estudo de comparações de genotipagem da espécie, identificaram que *E. dunnii* possui vantagens de crescimento com algumas condições ambientais relacionadas a mudanças climáticas. Além disso, *E. dunnii* pelas suas características de tolerância a geada, uniformidade de tronco,

homogeneidade de talhões e potencial para madeira sólida é considerada uma das espécies indicada do gênero para região sul do Brasil (Wrege et al., 2021).

Iwakiri et al. (2008), mostraram que *E. dunnii* também é considerado uma espécie com grande potencial para a produção de Lâminas, que exigem uma tora mais grossa e limpa para melhor aproveitamento. *E. dunnii* cresce no ano uma média 3 cm de D e 3 m de H e possui uma madeira de resistência média e densidade básica de 500 kg/m<sup>3</sup> (Rocha; Tomaselli, 2002). É uma espécie subtropical e que se desenvolve bem em regiões com precipitação média anual de 1.000 a 1.750 mm e temperaturas médias máximas entre 27°C a 30°C no mês mais quente e 0°C a 3°C para temperaturas médias mínimas no mês mais frio. O solo para uma alta produtividade pode ser úmidos, férteis e principalmente de origem basáltica, mas pode ocorrer em solos sedimentar e bem drenados (Embrapa, 1986).

Os usos de *E. dunnii* estão voltados para geração de energia, celulose, confecção de painéis compensados, construção de estruturas leves, laminação, madeira para serraria e seu óleo pode ser usado de forma medicinal e aromático (Andrade, 2022; Blog Klabin, 2024). A diferença da madeira para cada uso se encontra no tamanho da tora adquirida de cada árvore. Para isso existem técnicas que permite obter os mais variados tamanhos de toras. Dentre todas as técnicas realizadas no manejo florestal, poda e desbastes são as de maior influência para *Eucalyptus dunnii* Maiden. A obtenção dessas informações traria o cenário ideal para potencializar o crescimento e qualidade da espécie (Dobner JR; Huss, 2019).

Uma das intervenções pouco difundidas no Brasil, mas é bem-sucedida em plantios internacionais é o desbaste alto que consiste na retirada de árvores codominantes, aquelas que competem com as melhores do povoamento. No Brasil é realizado o desbaste por baixo baseado na retirada de árvores pouco desenvolvidas como, dominadas, tortas, bifurcadas. A ideia de realizar o desbaste alto traz a possibilidade das árvores dominadas se desenvolverem e não prejudicar as dominantes, já que, estão abaixo das copas. Assim, o plantio mantém o bom crescimento das árvores dominantes e pode ajudar com o crescimento das dominadas para seu ótimo desenvolvimento (Dobner JR; Quadros, 2019).

Com base nesse conhecimento, o presente trabalho objetivou caracterizar um povoamento de *Eucalyptus dunnii* Maiden em Campo Belo do Sul/SC, que foi manejado com desbaste precoce seletivo alto.

## 6.4 MATERIAL E MÉTODOS

### 6.4.1 Caracterização da área

A área de estudo está localizada no município de Campo Belo do Sul, em Santa Catarina, nas coordenadas 27°57'57" S e 50°48'28" O, dentro das áreas da empresa Florestal Gateados (Figura 9). A geologia da área é de rochas da formação Serra Geral e rochas vulcânicas de composição básica e ácida. O relevo para as áreas pertencentes a empresa encontra-se entre 800 e 1.000 metros de altitude, com predominância de relevo ondulado (FLORESTAL GATEADOS, 2025).

A região encontra-se na Bacia Hidrográfica do Rio Uruguai, Sub-Bacia do Rio Pelotas. O clima da região é do tipo Cfb segundo classificação de Köppen, mesotérmico, subtropical úmido com verões frescos, sem estações secas bem definidas e ocorrência de geadas severas. A precipitação anual é de 1.300 a 2.400 mm e temperatura média anual varia de 12 a 19 °C (FLORESTAL GATEADOS, 2025).

A área experimental foi ocupada por agricultura até 2003, depois, sem a realização de calagem, foi realizado a implantação florestal no ano de 2004 no mês de outubro. O plantio foi realizado com espaçamento de 3,0 m por 1,6 m de *E. dunnii*, com posterior adubação de NPK 09:33:12 de 50 gramas por indivíduo. Ademais, duas operações de limpeza foram executadas utilizando moto roçadeira. Todos os indivíduos passaram por várias intervenções de poda, até uma altura máxima de 10 metros.

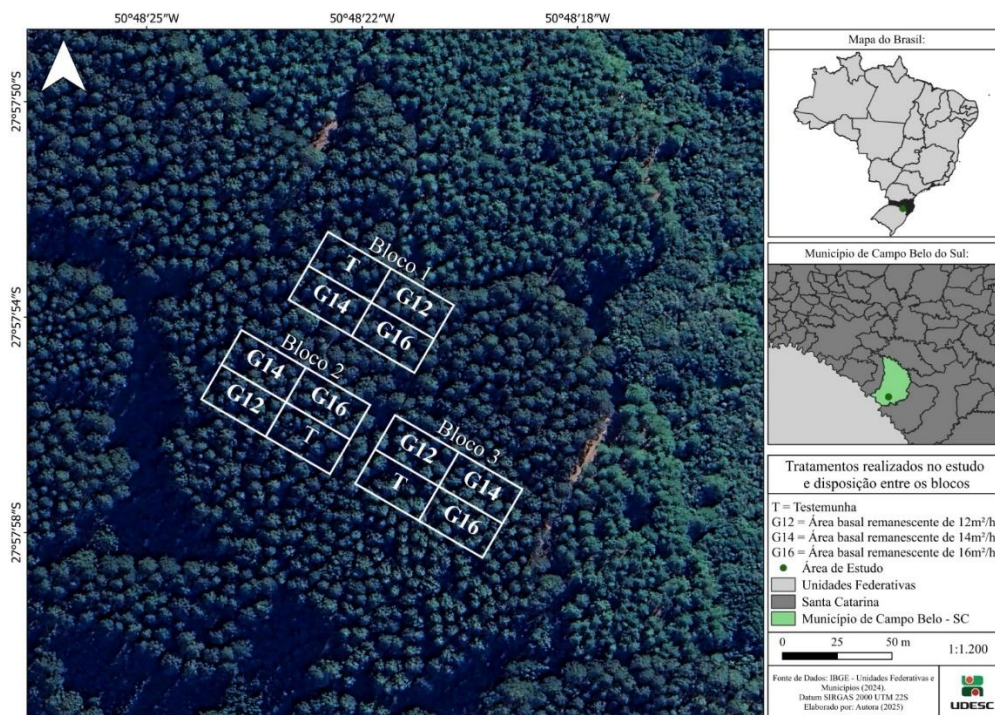
Foram aplicados quatro regimes de manejo no povoamento: Sem desbaste, e três variantes que diferiam na intensidade de desbaste ao longo das intervenções. Esses regimes são detalhados a seguir:

- 1ª intervenção (3 anos de idade) e o que deu origem aos nomes dos tratamentos
  - G12: 12 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup> de área basal remanescente (intensidade de desbaste 42 %)
  - G14: 14 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup> de área basal remanescente (intensidade de desbaste de 23 %)
  - G16: 16 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup> de área basal remanescente (intensidade de desbaste de 21 %)
  - Sem desbaste – T
- 2ª intervenção (6 anos de idade)
  - G12: 15 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup> de área basal remanescente (intensidade de desbaste de 44 %)

- G14: 17 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup> de área basal remanescente (intensidade de desbaste de 40 %)
- G16: 33 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup> de área basal remanescente (intensidade de desbaste de 38 %)
- Sem desbaste – T
- 3ª intervenção (11 anos de idade)
  - G12: 21 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup> de área basal remanescente (intensidade de desbaste de 26 %)
  - G14: 21 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup> de área basal remanescente (intensidade de desbaste de 39 %)
  - G16: 19 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup> de área basal remanescente (intensidade de desbaste de 45 %)
  - Sem desbaste – T

As intervenções tiveram como objetivo final de 250 árvores remanescentes por hectare. Para a organização do experimento, optou-se pelo uso do delineamento estatístico de blocos ao acaso. Cada tratamento contou com três repetições, totalizando assim 12 unidades amostrais por coleta (Figura 9).

Figura 9: Mapa da localização da área e dos tratamentos realizados no estudo com suas disposições entre os blocos.



Fonte: Autora, 2025.

#### 6.4.2 Mensuração Florestal

As 12 unidades amostrais foram implantadas instaladas com área útil de 277,5 m<sup>2</sup> com 6 linhas e 9 covas por linha. Em cada unidade amostral foi adotada uma linha de bordadura com o mesmo manejo do interior da parcela. Por meio do Inventário Florestal Contínuo (IFC) iniciado no 3º ano de idade do plantio foram coletadas as informações quantitativas, Diâmetro a 1,3 m acima do solo (d) de todas as árvores da parcela e a altura total (h) das 18 primeiras, mais as dominantes segundo o princípio de Assmann (Assmann, 1970) que considera como árvores dominantes as 100 árvores mais grossas por hectares. As alturas avaliadas dos 3 aos 17 anos de idade foram resultantes da equação realizada pela empresa (Equação 1).

Equação 1: Equação hipsométrica ajustada pela própria empresa para *E. dunnii* em Campo Belo do Sul - SC.

$$h = 10^{0,610548 + 0,582247 * \log(dap)}$$

Onde: h: Altura total (m);

dap: Diâmetro à Altura do Peito (cm);

Log(D): Logaritmo do Diâmetro à Altura do Peito (cm).

A partir dos 17 anos, foram ajustados outros três modelos de relação hipsométrica para o gênero *Eucalyptus*, sendo Curtis, Henriksen e Stoffels (Tabela 1) (Sousa, et al., 2013; Bonfatti Júnior; Lengowski, 2017).

Tabela 1: Modelos para ajuste da relação hipsométrica de *E. dunnii*

Modelos		
1	Curtis	$\ln(h) = \beta_0 + \beta_1 * (1/dap)$
2	Henriksen	$H = \beta_0 + \beta_1 * \ln(dap)$
3	Stoffels	$\ln(h) = \beta_0 + \beta_1 * \ln(dap)$

Onde:

$\beta_{is}$  = Parâmetros estimados;

dap = Diâmetros (cm) medidos à altura de 1,30 m;

h = Altura total (m);

ln = Logaritmo natural.

Em seguida, testou-se a possibilidade de utilizar um modelo único para estimativa

da altura, incorporando os efeitos dos fatores tratamento e idade, por meio da análise de regressão linear múltipla com a introdução de variáveis dummy. As variáveis categóricas Tratamento e Idade foram transformadas automaticamente em variáveis indicadoras (dummy) pela função “lm()” do software R.

Nesse tipo de regressão, um dos níveis de cada fator categórico é utilizado como grupo de referência e, portanto, não aparece explicitamente na equação. O intercepto estimado pelo modelo representa o valor de  $\log(h)$  quando o diâmetro ( $d$ ) assume um determinado valor, e o indivíduo pertence simultaneamente ao tratamento e à idade de referência. Esses grupos de referência correspondem, por padrão, ao primeiro nível de cada fator, conforme a ordem alfabética ou numérica dos dados. Os demais níveis são representados por variáveis dummy, que indicam desvios em relação ao grupo de referência.

Ao todo foram realizadas 12 coletas de dados em anos distintos e para melhor compreensão, essas coletas em diferentes idades, foram agrupadas a cada 3 anos e utilizados seus valores médios de cada variável em uma idade representativa, conforme tabela a seguir:

Tabela 2: Identificação das idades de coleta e as idades representativas de *E. dunnii*

Idade de coleta (anos)	Idade representativas
3 – 4 – 5	4
6 – 7 – 10	8
11 – 12 – 14	12
17 – 18 – 19	18

Os equipamentos utilizados para a coleta de cada variável foram devidamente calibrados, quando necessário, sendo eles a fita diamétrica para  $d$  e hipsômetro Haglof Vertex para altura total. Com as informações coletadas em campo foram calculadas as variáveis Área Basal ( $G$ ), Volume individual ( $v$ ) e Volume Total ( $V$ ). Os volumes individuais ( $m^3$ ) foram obtidos com a utilização da relação hipsométrica quando necessário, e junto a Equação 2, ajustada pela própria empresa.

Como critério de seleção dos modelos, foram utilizados o coeficiente de determinação ajustado ( $R^2$  ajustado) e o erro padrão da estimativa ( $Sy_x$ ) expressos tanto na unidade de medida da variável, quanto em percentagem. As interpretações desses critérios seguiram as descrições de Nicoletti et al. (2024) que destacaram que, para o

coeficiente de determinação, valores mais altos indicam uma melhor relação entre as variáveis, enquanto, para o erro de estimativa, valores mais próximos de zero refletem maior precisão. Adicionalmente, foi realizada uma análise gráfica por meio da dispersão dos resíduos.

Equação 2: Polinômio de 5º com os coeficientes ajustado pela própria empresa.

$$\frac{d_i}{dap} = 1,183416 - 3,39378 \left(\frac{h_i}{h}\right) + 14,40547 \left(\frac{h_i}{h}\right)^2 - 32,1359 \left(\frac{h_i}{h}\right)^3 + 31,11721 \left(\frac{h_i}{h}\right)^4 - 11,1297 \left(\frac{h_i}{h}\right)^5$$

Onde:

$\beta_{is}$  = parâmetros estimados;

$d_i$  = diâmetros (cm) medidos às alturas  $h_i$  ao longo do fuste;

$dap$  = diâmetro a 1,3 m de altura (cm);

$h$  = altura total (m);

$h_i$  = altura nas quais foram medidos os diâmetros  $d_i$

Os ajustes realizados pela empresa para o polinômio de 5º resultou em um R<sup>2</sup> ajustado de 0,9834 e um erro padrão de 6,51%.

#### 6.4.3 Processamento e análise dos dados

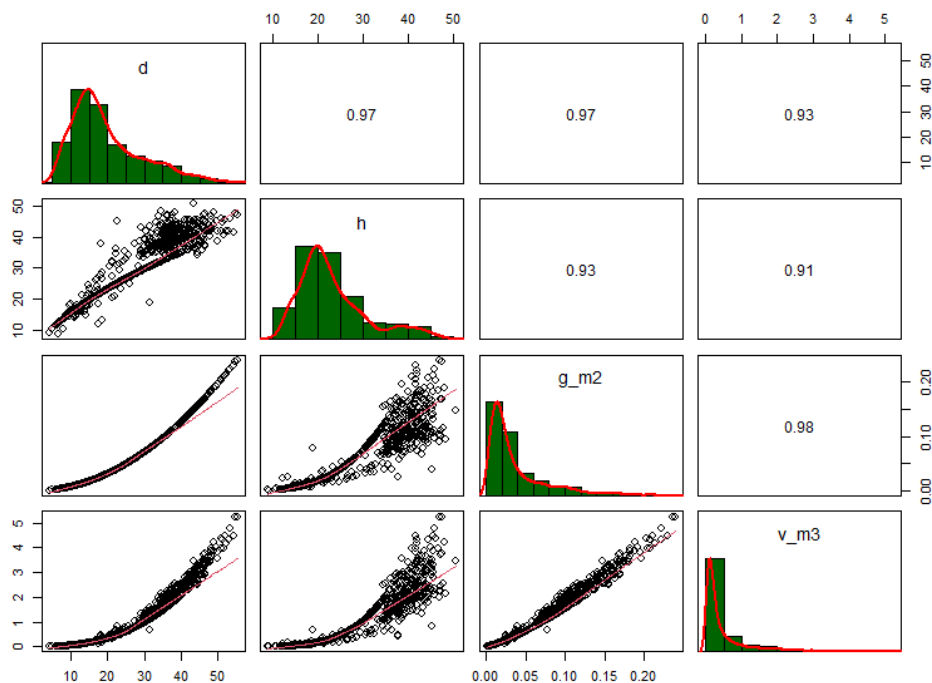
Foram calculadas as estatísticas descritivas para sumarização e descrição do conjunto de dados, sendo observado os valores de média, variância, desvio padrão, Coeficiente de variação para cada variável. Para analisar a distribuição dos dados, foi realizado o histograma de densidade das variáveis coletadas a campo (d e h) e analisadas as correlações entre as variáveis Diâmetro à altura do peito, altura total, área transversal e volume individual. Também para cada variável e suas transformações para hectare, quando pertinentes, foi realizado o teste de médias Scott-Knott para comparação entre os tratamentos. Além de análises gráficas para observar o comportamento ao longo dos anos para as variáveis área basal e volume por hectare. O valor de significância adotado foi de 5% ( $\alpha=0,05$ ). Todas as análises foram desenvolvidas no software R (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2022).

## 6.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 10 pode-se observar a correlação de Pearson entre as variáveis sem considerar os tratamentos, para constatar o tipo de relação entre as variáveis foco deste estudo. Com este banco de dados tem-se uma alta correlação entre todas variáveis, ou seja, existe uma intensa relação entre  $d$ , altura total, área transversal e volume individual. Além disso, é possível observar a distribuição dos dados e as classes mais representadas.

Pode-se confirmar que tem-se uma boa correlação entre  $d$  e  $h$  com 0,97 indicando alta relação entre as duas variáveis. Para  $d$  e área transversal ficou atrás apenas da relação volume individual e área transversal, sendo 0,97 e 0,98, respectivamente. A menor correlação foi encontrada para altura total e volume individual com 0,91, seguidos de  $h$  e área transversal e  $d$  e volume individual com 0,93. Valores semelhantes foram encontrados por Do Couto, (1993) em um estudo com *E. saligna* em áreas planas e acidentadas de SP. Watzlawick; Benin, (2020), também encontraram valores semelhantes com um estudo sobre a produção do *E. benthamii* em diferentes espaçamentos.

Figura 10: Correlação de Pearson entre diâmetro à altura do peito ( $d$ ), altura total ( $h$ ), área transversal ( $g\_m^2$ ) e volume individual ( $v\_m^3$ ) para *E. dunnii*.



$d$ : Diâmetro à Altura de 1,30 m (cm),  $h$ : Altura total (m),  $g\_m^2$ : Área transversal ( $m^2$ )  $v\_m^3$ : Volume individual ( $m^3$ ).

Para todas as variáveis observa-se também que, as maiores frequências dos indivíduos encontram-se nas primeiras classes. Sendo, para o d entre as classes 10 cm e 30 cm que, correspondem a 86,9 % dos indivíduos do banco de dados, para a h as classes entre 10 m e 30 m representam 87,9 %, para g entre os valores 0,0003 a 0,05 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup> representa 79,3 % e v entre 0,0009 à 1 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> representa 87,7 %.

Considerando os fatores Tratamento e Idade nos modelos testados, o modelo 1 de Curtis foi o que apresentou melhor desempenho, com o maior coeficiente de determinação ajustado ( $R^2 = 0,8323$ ) e o menor erro padrão da estimativa ( $Syx = 9,7\%$ ) e resultando na Equação 3. A inclusão de variáveis dummy proporcionou um ajuste superior em comparação as equações ajustadas sem essas variáveis.

Equação 3: Equação resultante do modelo 1 (Curtis) utilizando a variável dummy (tratamento e idade) para o *E. dunnii*.

$$\ln(H) = 3,996167 - 13,658181 \left( \frac{1}{dap} \right) - 0,0071 * G14 + 0,0037 * G16 - 0,0081 * T + 0,0372 * I_{17} + 0,0594 * I_{18} + 0,0713 * I_{19}$$

Onde:

$\ln(h)$ : Logaritmo natural da altura total da árvore;

1/dap: Inverso do diâmetro;

G14, G16 e T: Variáveis indicadoras para os tratamentos, sendo o grupo de referência (intercepto) o primeiro tratamento na ordem alfabética o G12;

I<sub>17</sub>, I<sub>18</sub>, I<sub>19</sub>: Variáveis indicadoras para as idades, sendo idade de referência (intercepto) a 16;

A Tabela 3 apresenta os coeficientes e estatísticas de ajuste da equação selecionada como a melhor para representar a relação hipsométrica. As estatísticas completas de todos os modelos avaliados encontram-se no Anexo 1 na Tabela 13.

Tabela 3: Coeficientes estimados e critérios de seleção da melhor equação de relação hipsométrica para *E. dunnii* em Campo Belo do Sul.

<b>Coefficiente</b>	<b>Estimador</b>	<b>Sd (m)</b>	<b>p-valor</b>
$\beta_0$	3,996167	0,021493	$2.10^{-16}$ *
I(1/d)	-13,658181	0,395173	$2.10^{-16}$ *
G14	-0,007152	0,020530	0,7278
G16	0,003671	0,020607	0,8587
T	-0,008139	0,021270	0,7022
17	0,037160	0,020407	0,0695
18	0,059396	0,018473	0,0014 *
19	0,071280	0,018054	$9,5.10^{-5}$ *

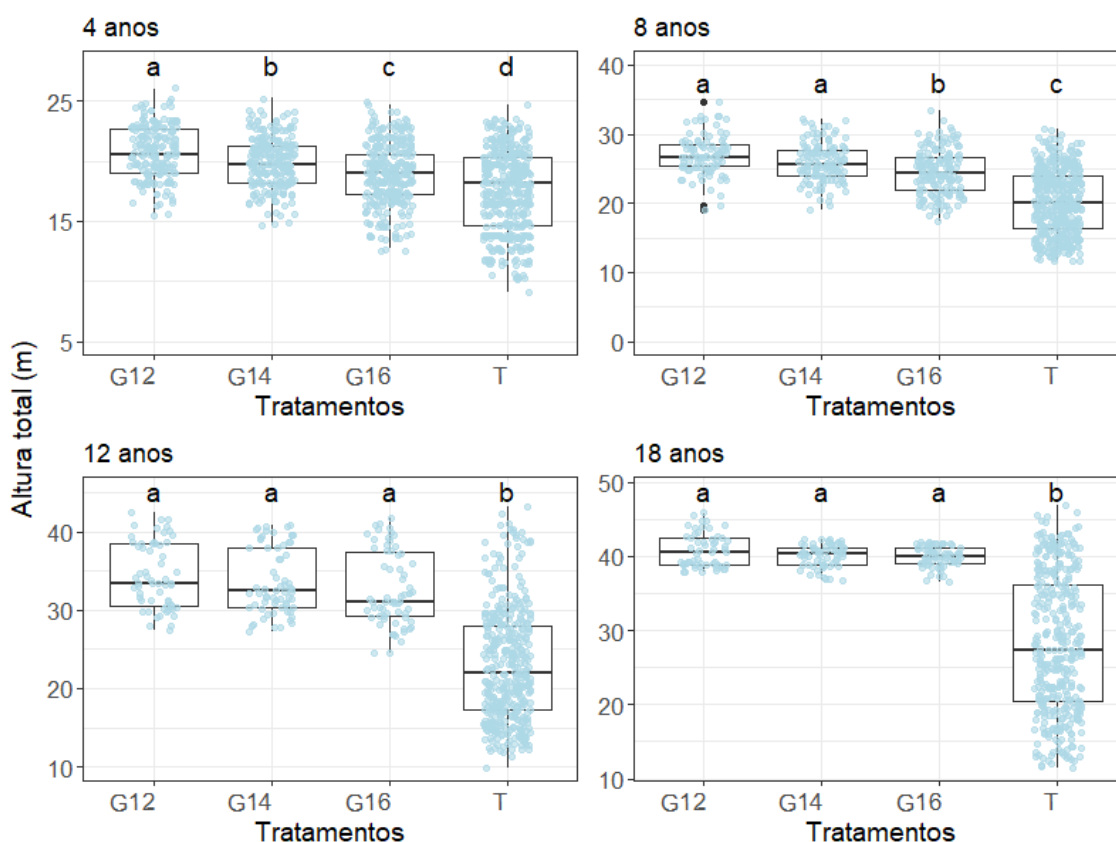
Sd (m): Desvio padrão dos coeficientes estimados. p-valor: \* Significância a 95 % de probabilidade.

A relação diâmetro e altura não é muito forte como, quando comparado com a relação d e volume individual, sendo difícil obter valores de  $R^2$  ajustado maiores que 0,80 como mencionado por Nicoletti et al., (2020). O  $R^2$  ajustado deste estudo foi de 0,8443. Diferentes trabalhos com eucalipto mostram que os valores de coeficiente de determinação podem variar bastante para a relação hipsométrica, sendo por exemplo, de 0,18 para modelo de Henriksen num ajuste para eucalipto com talhadia, a 0,55 com modelo de Curtis e Stoffels 0,56 (Souza, et al., 2017).

Com as alturas previstas para todas as árvores em que essa variável não foi mensurada, foi analisada as estatísticas descritivas para a variável altura total. Na Figura 11, é observado que a partir dos 8 anos de idade, semelhança entre os tratamentos pelo teste de médias, chegando aos 18 anos apenas com a diferença do sem desbaste. Os valores de mediana encontrados aos 18 anos para os tratamentos com desbaste são aproximadamente 40,8 m, enquanto para o T é de 29,1 m, o que representa uma diferença de 40,2 % a menos no sem desbaste em relação aos tratamentos com desbaste.

Além disso e como uma observação geral com todas as variáveis estudadas, a altura total foi a que menos teve variação, essa informação também pode ser observada em Anexo, na Tabela 14 . A variável altura total teve CV's baixos para todos os anos, entre os tratamentos com desbaste, variou de 4,7 % até 13,5% e para o sem desbaste foi de 19 % até 29,7 %. O T teve grandes variações para todas as variáveis, o que é esperado como mostra de Carneiro, (1973) quando não se realiza o manejo de um plantio, como resultado, tem-se grande heterogeneidade.

Figura 11: Estatística descritiva em boxplot da variável altura total (m) por tratamento em diferentes idades para *E. dunnii*.



G12: Tratamento com área basal remanescente de 12 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup>; G14: Tratamento com área basal remanescente de 14 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup>; G16: Tratamento com área basal remanescente de 16 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup>, T: Sem desbaste. Médias com letras comuns não são diferentes estatisticamente pelo teste Scott-Knott a 95 % de probabilidade.

Ademais, a altura total em T aos 4 anos com mediana de 18,2 m já tinha atingido 63 % do total de seu crescimento de 29,1 m aos 18 anos. Santos (2019) em um estudo no RS sobre a interação genótipo e ambiente, analisando as características de crescimento e qualidade da madeira de *E. dunnii* aos 3 anos de idade, encontrou valores próximos para esta variável na mesma idade com 14,5 m. Rodrigues et al., 2013, trouxe valores de 18,3 m aos 4,5 anos de idade para o híbrido *E. urograndis*. Em um estudo do crescimento e sobrevivência de diferentes eucaliptos em Canoinhas/SC realizado por Bonfatti Júnior; Lengowski, (2017), trouxe valores de 19,5 m e 20,55 m aos 4 e 5 anos para *E. dunnii*.

Entre os tratamentos que foram realizados os desbastes, é possível afirmar que a partir dos 8 anos não existe diferença significativa nas alturas causado pelas diferentes intensidades de desbaste. No trabalho da Silva Barros (2019) que teve como objetivo avaliar os efeitos do espaçamento e do desbaste nas características de um híbrido *E.*

*urograndis*, traz informações semelhantes e ainda conclui sobre a capacidade limitada dos indivíduos para o aproveitamento dos recursos disponíveis, indicando que nem sempre desbastes mais pesados resultarão em maior crescimento dos indivíduos remanescentes.

Além disso, trabalhos como o de Alves (2016) que avaliou a influência do desbaste e da fertilização pós-desbaste no crescimento de um clone de eucalipto e o de Dobner Jr. et al., (2017) que estudaram o crescimento e desempenho econômico de plantios de *E. dunnii* em diferentes sítios no Planalto Sul do Brasil. Mostram que a resposta ao desbaste ocorre de forma mais significativa quando o povoamento se encontra em sítios de melhor qualidade, sendo assim, a variável altura não é influenciável pelo desbaste e sim pelo sítio que se encontra.

Observou-se também o menor incremento para a altura no tratamento sem desbaste com média de 1,4 m ano<sup>-1</sup>. Para os tratamentos com desbaste este valor foi maior com 2,2 m para G16 e G14 e 2,3 m para o G12. Apesar de a espécie continuar seu crescimento até num estágio avançado, onde atinge o máximo incremento médio e muda da fase de maturidade para senescência, ele passa a ser bem menor quando comparado a sua fase juvenil (Dobner Jr & Huss, 2019). Isso pode ser visto na Tabela 4 que mostra um decréscimo no incremento da altura ao longo dos anos.

Tabela 4: Incremento médio anual da altura por idade representativa, por tratamento para *E. dunnii* em Campo Belo do Sul/SC.

Tratamentos	Idades (anos)			
	4	8	12	18
G12	5,1	3,3	2,8	2,3
G14	4,9	3,2	2,7	2,2
G16	4,8	3,0	2,6	2,2
T	4,6	2,5	1,8	1,4

G12: Tratamento com área basal remanescente de 12 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup>; G14: Tratamento com área basal remanescente de 14 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup>; G16: Tratamento com área basal remanescente de 16 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup>, T: Sem desbaste.

Para a variável d o cenário é bem diferente e mostra que o desbaste influencia completamente o desenvolvimento desta variável. Na Figura 12, pode-se observar que para todas as idades tem-se diferença nas medianas. Para a idade de 4 anos é observado a diferença significativa para cada tratamento, com a mediana variando 1 cm para cada um, pela ordem do gráfico, começando com o tratamento G12 com a maior mediana de 16 cm e terminando no sem desbaste (T) com 13 cm.

Valores semelhantes (13,7 cm) foram encontrados por Santos,] (2019) que também analisou *E. dunnii* aos 3 anos de idade com o objetivo de avaliar presença de interação genótipo x ambiente no Rio Grande do Sul. Para outra espécie, mas ainda no mesmo gênero, *E. urograndis*, foram encontrados aos 4,5 anos de idade valores entre 12,4 cm e 15 cm de D médio (Rodrigues et al., 2013). Um estudo de Bonfatti Júnior e Lengowski (2017) com diferentes espécies de eucalipto em Canoinhas/SC mostrou que, para *E. dunnii*, aos 4 e 5 anos de idade, o diâmetro variou entre 16,7 cm e 18,1 cm, valores próximos aos deste trabalho. Já Zanon et al. (1996), ao estudar a mesma espécie no RS, observaram que, entre 7 e 8 anos, o diâmetro atingiu até 25 cm, resultado semelhante ao encontrado neste estudo.

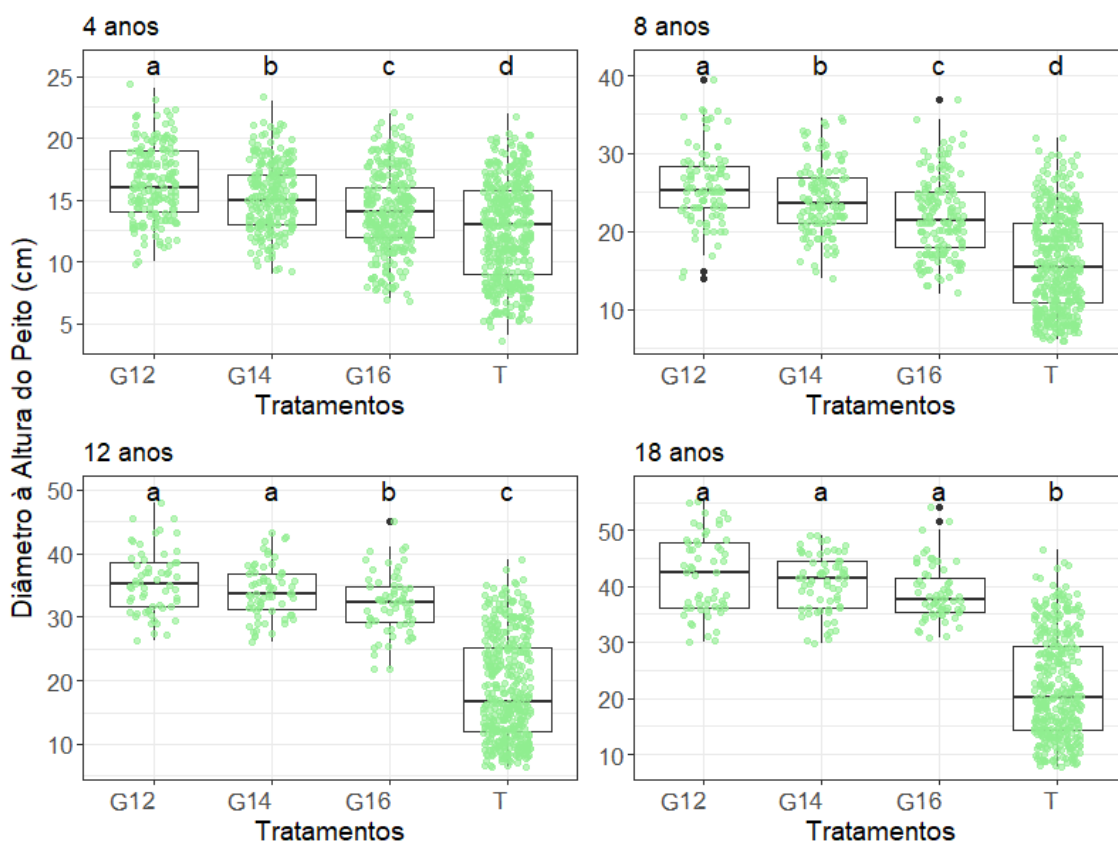
Além disso, na Figura 12 é possível observar que neste período aos 4 anos, é de grande importância já realizar uma intervenção com desbaste. A testemunha com nenhum desbaste encontra-se com valores sempre mais abaixo comparado aos outros tratamentos, além de que, aos 4 anos de idade já tinha alcançado 64,3 % do d medido aos 18 anos, bem diferente do G16 por exemplo, que apesar de retirado poucas árvores comparado aos outros tratamentos, aos 4 anos de idade chegou a ter apenas 37,2 % do total de seu crescimento. Os maiores d's foram encontrados aos 18 de idade para os tratamentos G12 e G14 com 42,5 e 41,4 cm, respectivamente e os menores de 37,6 cm para G16 e 20,2 cm para T.

Para todos os tratamentos foram observadas heterogeneidade baixas e que são aceitáveis para os plantios comerciais. Entretanto, este valor para sem desbaste variou de 31,5 % já aos 4 anos de idade, até 41,5 % nas idades mais avançadas. Essas informações mostram mais uma vez o quanto é importante a realização do desbaste para uma boa condução do plantio. Castro et al. (2011) com o estudo sobre *Eucalyptus* spp. também conclui que o manejo é benéfico ao desenvolvimento dos indivíduos para multiprodutos e ainda com a análise econômica, a alternativa do estudo com redução da área basal de 35%, é a mais viável economicamente.

Aos 12 anos de idade, os tratamentos G12 e G14 possuem valores semelhantes com desvio padrão sem diferença estatística de 5 cm e 4,2 cm, respectivamente. Suas medianas foram 35,2 cm e 33,7 cm o que resultou na primeira não diferença significativa dos tratamentos e criando três grupos pelo teste de médias sendo, os dois tratamentos já citados, o G16 com mediana de 32,3 cm e T 16,8 cm. A partir deste período os tratamentos com desbaste tornam-se um grupo com valores bem maiores, diferenciando apenas para T. Esse resultado indica que a importância do primeiro desbaste, e deste ser realizado em

idades precoces. Resultados semelhantes foram encontrados por Murta et al., (2020) com o estudo das características dendrométricas de eucalipto em Brasília. Eles observaram que após o desbaste as maiores taxas de crescimento para diâmetro e área basal foram encontradas no primeiro ano.

Figura 12: Estatística descritiva em boxplot da variável d (cm) por tratamento em diferentes idades para *E. dunnii*.



G12: Tratamento com área basal remanescente de  $12 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$ ; G14: Tratamento com área basal remanescente de  $14 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$ ; G16: Tratamento com área basal remanescente de  $16 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$ ; T: Sem desbaste. Médias com letras comuns não são diferentes estatisticamente pelo teste Scott-Knott a 95 % de probabilidade.

Com base nos resultados do d, pode-se considerar as três intervenções positivas em relação a obter toras com diâmetros maiores, nas idades de 12 e 18 anos ao confrontar a variável diâmetro, o G14 destaca-se com mediana de 33,7 cm e 41,4 cm nas idades correspondentes, além de 12,3 % e 12,7 % apenas de coeficiente de variação. O G12 encontra-se com valores semelhantes, mas sua amplitude é maior com um desvio de 5 cm aos 12 anos e 7 cm aos 18 anos e além disso, o G14 consegue obter toras de maiores dimensões e ter maior número de indivíduos, já que, existem maior número de

remanescentes.

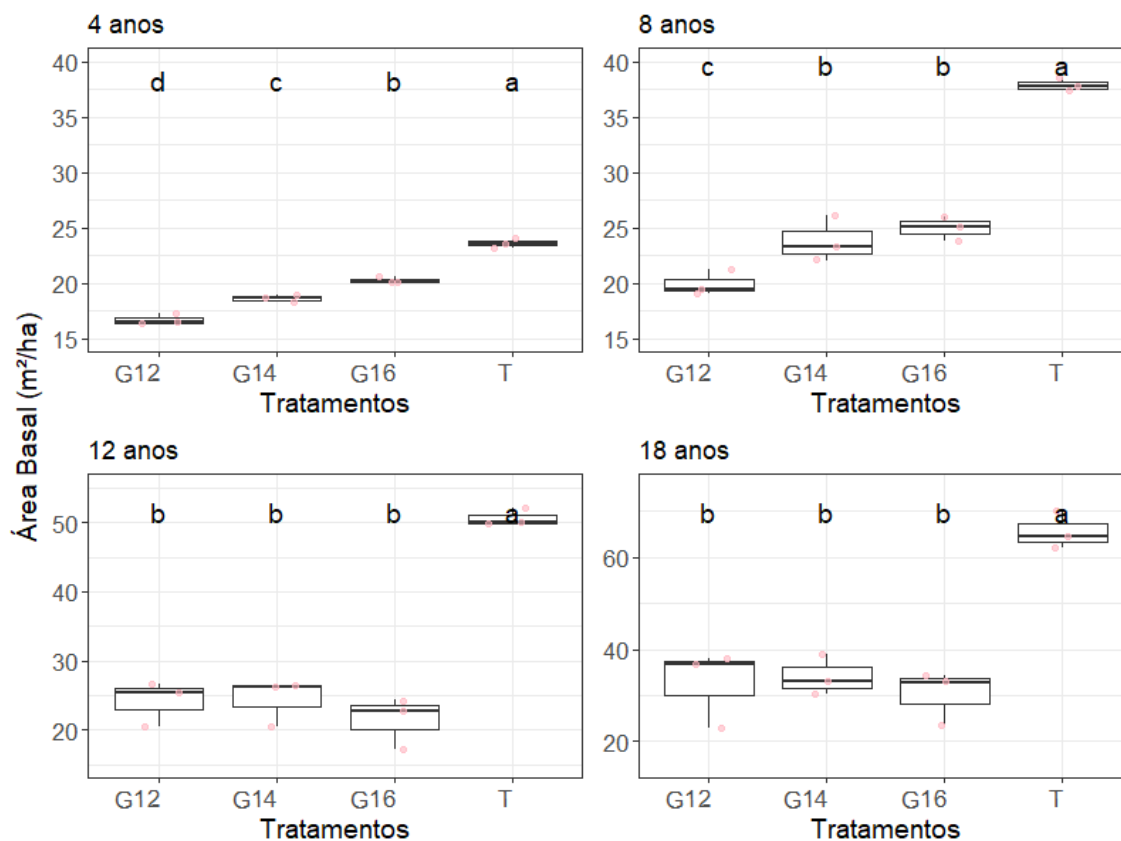
A próxima variável a ser estudada é a área basal (G), que é o somatório de todas as áreas transversais por hectare (Figura 13), para essa, a partir dos 12 anos de idade tem-se apenas dois grupos, os tratamentos com desbaste (G12 – mediana: 25,2 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup>, G14 – mediana: 26,3 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup>, G16 – mediana: 22,8 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup>, e sem desbaste (T – 50 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup>). T possui uma maior quantidade de árvores como mostra a área basal aos 12 anos, mas esses indivíduos são de menor tamanho, refletindo em toras de menor valor agregado. Neste contexto, confrontando com os diâmetros e como mostrado por Nogueira, 2003, fica claro que uma grande área basal não reflete em indivíduos mais grossos e sim uma maior área ocupada por eles. Logo, ao se tratar de manejo adequado para o povoamento, é necessário estar claro o objetivo que se pretende com o plantio, para obter o volume de estoque necessário para o tamanho do diâmetro de tora ideal.

Aos 18 anos, a área basal do T obteve uma mediana de 64,6 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup>, praticamente o dobro do tratamento G16 com 32,9 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup>. Porém, T aparece com indivíduos de diâmetro médio igual a 20,2 cm, enquanto o G16 com 37,6 cm, atribuindo maior valor agregado as toras provenientes deste tratamento. Além disso, para o tratamento sem desbaste tem-se uma taxa de mortalidade de 20 % considerando a partir dos três anos de idade do primeiro inventário florestal. Benin (2014) também registrou esses fatos, mostrando que com o tempo e sem nenhuma intervenção as árvores criam um ambiente com alta competitividade e pelo estresse causado, muitas começam a morrer, diminuindo assim o número de árvores além dos indivíduos serem mais finos. Lima (2018) que avaliou o efeito do espaçamento na dinâmica da distribuição diamétrica de um híbrido de eucalipto, em formato de leque, também resultou em informações sobre maior mortalidade com espaçamento mais adensados e maiores indivíduos em espaçamento menos adensados.

Trevisan, et al. (2009), também traz a importância de estabelecer um manejo adequado para o eucalipto, conforme seu objetivo. Em seu trabalho, estudou o efeito da intensidade de desbaste na qualidade da madeira serrada de *E. grandis* aos 14 anos de idade no RS e como resultado trouxe que a realização do desbaste contribuiu para reduzir o índice de rachadura em tábuas. Logo, é de suma importância quando se trata dos diferentes beneficiamentos da madeira, como para, móveis de alta qualidade, instrumentos musicais, carpintaria de precisão, que necessitam de materiais livres de rachaduras e nós. Assim, a tomada de decisão sobre realizar ou não o desbaste, o tipo, a época e intensidade, devem estar em completa sintonia com o objetivo que se pretende

chegar com o plantio.

Figura 13: Estatística descritiva em boxplot da variável área basal ( $\text{m}^2 \text{ha}^{-1}$ ) para o *E. dunnii* em Campo Belo do Sul/SC.



G12: Tratamento com área basal remanescente de  $12 \text{ m}^2 \text{ha}^{-1}$ ; G14: Tratamento com área basal remanescente de  $14 \text{ m}^2 \text{ha}^{-1}$ ; G16: Tratamento com área basal remanescente de  $16 \text{ m}^2 \text{ha}^{-1}$ , T: Sem desbaste. Médias com letras comuns não são diferentes estatisticamente pelo teste Scott-Knott a 95 % de probabilidade.

O desbaste seletivo alto favoreceu o crescimento individual das árvores, esse resultado corrobora com Ribeiro et al. (2002) e Dobner Júnior & Huss (2015). A quantidade de árvores removidas no desbaste para o G12 resultou em uma maior variação da área basal. Aos 18 anos, essa variação foi 95% superior à do G14, 33% maior que a do G16 e 313% acima da observada em T. Na Tabela 5, pode-se acompanhar o desbaste que foi realizado diante os tratamentos em cada uma das intervenções.

Tabela 5: Valores de área basal (G) antes do desbaste, o remanescente e o valor retirado por idade por tratamento de *E. dunnii*.

Tratamento	Idades (anos)	G (m <sup>2</sup> ha <sup>-1</sup> ) antes	G (m <sup>2</sup> ha <sup>-1</sup> ) remanescente	G (m <sup>2</sup> ha <sup>-1</sup> ) retirado	G (%) Retirado
G12	3	20,5	12,2	8,3	41,8
G14		18,2	14,0	4,2	23,2
G16		20,0	15,8	4,2	20,9
T		19,9	19,9	0	0,0
G12	6	26,8	14,9	11,9	44,4
G14		29,0	17,5	11,5	39,7
G16		30,8	19	11,8	38,4
T		32,8	32,6	0,2	0,5
G12	11	28,7	21,2	7,5	26,0
G14		34,7	21,1	13,6	39,2
G16		35,5	19,3	16,2	45,5
T		47,1	47,1	0	0

G12: Área basal remanescente de 12 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup>, G14: Área basal remanescente de 14 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup>, G16: Área basal remanescente de 16 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup>. T: Sem desbaste.

Alves (2016) trabalhou com clone de eucalipto e realizou apenas um desbaste aos 6 anos de idade com os pesos de 20%, 35% e 50% de remoção da área basal. Ainda, testou a resposta do eucalipto em relação a fertilização pós-desbaste. Ele concluiu que a realização do manejo é mais importante que a fertilização, o desbaste resultou em valores significativos nas variáveis área basal, volume total e diâmetro médio. Os valores encontrados por ele aos 15 anos foram, exceto para T, próximos aos encontrados neste trabalho com tendência a valores mais baixos, sendo 29,3 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup> no T, 26,6 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup> no 20 %, 22,17 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup> para 35 % e no tratamento 50% igual a 17,75 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup>. A título de comparação o 20% equivalem ao G16 neste estudo com 21,4 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup>, o 35% ao G14 com 24,4 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup> e o 50% ao G12 com 24,2 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup> e o sem desbaste, no presente estudo encontrou-se 50 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup>.

O estudo de Fortkamp et al. (2024) realizado em Lages/SC com *Pinus taeda* e manejo semelhante a este estudo, resultaram em 55,4 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup> aos 26 anos de idade. Comparando ao G12 com maior remoção de área basal nos desbastes, aos 18 anos de idade tem mediana de 36,8 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup>, indicando que *E. dunnii* acumula, em média, 2,04 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>, o que é 95 % da eficiência anual do *P. taeda*, neste caso que acumula 2,13 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>.

Na Tabela 6 é possível analisar em termos de área basal e número de árvores, o total do que foi retirado em todos os desbastes por tratamento, mais o que foi encontrado

na última coleta de dados (19 anos). Pode-se observar que em relação ao que foi retirado na área basal, os tratamentos G12 e G14 foram praticamente idênticos e variando pouco do G16. Aos 19 anos os tratamentos G12 e G14 continuam semelhantes de área basal, mas com uma diferença de 24 árvores, o que indica o tamanho dos indivíduos, sendo, G12 menos indivíduos com maior diâmetro. Nesse ponto vale ressaltar a importância do objetivo do plantio, sendo aqui, um fator importante para análise da tomada de decisão e a escolha de qual manejo é mais adequado considerando o diâmetro da ponta fina das toras que se pretende obter ao final do ciclo. Esses dados corroboram com Floriano, 2018.

Também pode-se observar que nenhum dos tratamentos recuperou a ocupação por hectare de forma a se igualar com o sem desbaste ( $68,4 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$ ). Porém obtiveram valores bem próximos indicando um bom aproveitamento do espaço produtivo ao longo do tempo sendo, em ordem decrescente G16 com  $64,3 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$ , G14 com  $64,2 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$  e G12 com  $62,2 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$ . Na Tabela 16 em anexo é possível observar o número de árvores antes e depois do desbaste de cada intervenção.

Tabela 6: Área basal (G) e N° de árvores retirados de todos os desbastes por tratamento e os encontrados no último ano de medição (19 anos) de *E. dunnii*.

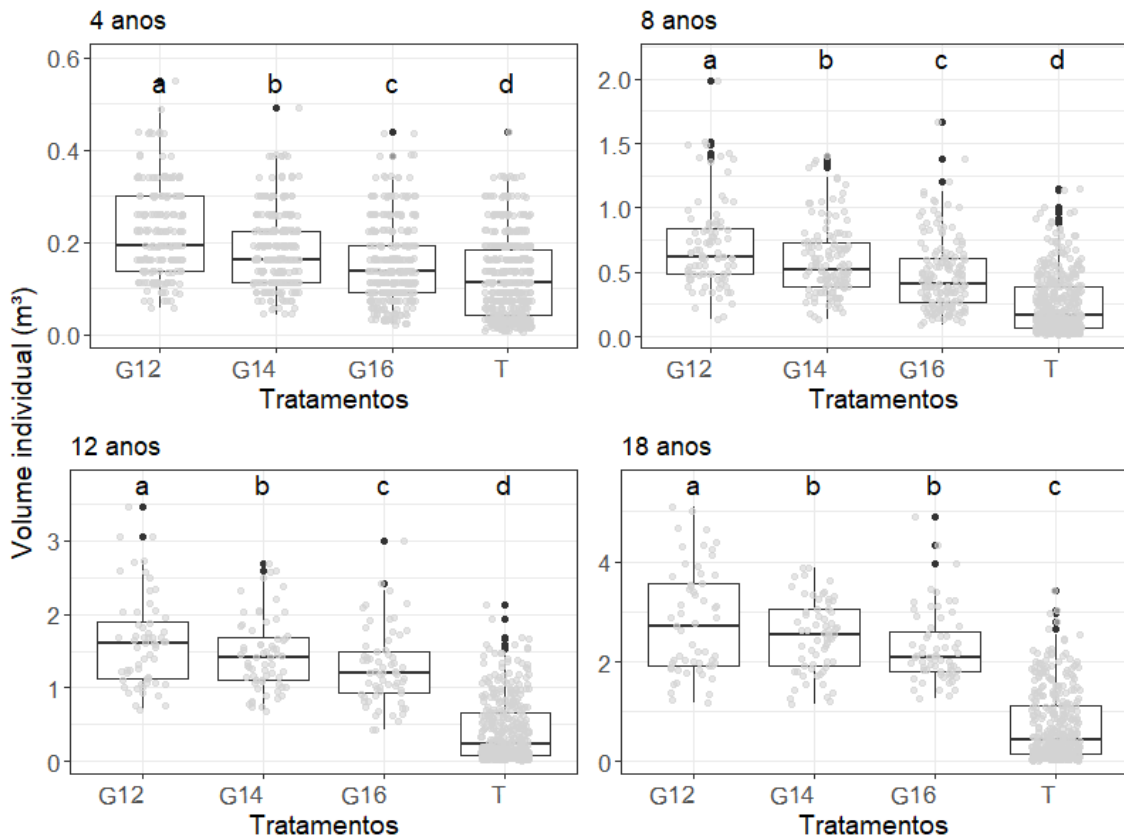
Tratamento	G ( $\text{m}^2 \text{ ha}^{-1}$ ) Retirado	N° árvores retiradas (arv. $\text{ha}^{-1}$ )	G ( $\text{m}^2 \text{ ha}^{-1}$ ) aos 19 anos*	N° árvores aos 19 anos (arv. $\text{ha}^{-1}$ )
G12	27,7	1550	34,5 (62,2)	216
G14	29,4	1297	34,8 (64,2)	252
G16	32,1	1514	32,2 (64,3)	252
T	0,2	36	68,4	1441

G12: Tratamento com área basal remanescente de  $12 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$ ; G14: Tratamento com área basal remanescente de  $14 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$ ; G16: Tratamento com área basal remanescente de  $16 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$ , T: Sem desbaste. Na coluna com \*: somatório da área basal considerando os desbastes e área basal aos 19 anos.

Outra variável estudada foi o volume individual ( $\text{m}^3$ ), que, aos 18 anos de idade possui três padrões distintos sendo, o G12 com medianas de  $2,71 \text{ m}^3$  diferente e superior ao G14 com mediana de  $2,53 \text{ m}^3$  e G16 com  $2,09 \text{ m}^3$ , que diferem do T com  $0,4339 \text{ m}^3$  (Figura 14). Nesta mesma idade, árvores com até  $5 \text{ m}^3$  foram observadas no tratamento G12 e as menores em torno de  $0,0249 \text{ m}^3$  para T. No trabalho de Santos, (2019) com estudo de clones e meios-irmãos de *E. dunnii* aos 3 anos de idade, obteve volumes de  $0,13 \text{ m}^3$  e  $0,10 \text{ m}^3$ , respectivamente. Neste trabalho foram encontrados valores superiores para os tratamentos G12 com  $0,1925 \text{ m}^3$ , G14 com  $0,1626 \text{ m}^3$  e para o G16 com  $0,1366$

m<sup>3</sup> e o sem desbaste, que mais se assemelha ao seu estudo, com 0,1128.

Figura 14: Estatística descritiva em boxplot da variável volume individual (m<sup>3</sup>) por tratamento em diferentes idades de *E. dunnii*.



G12: Tratamento com área basal remanescente de 12 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup>; G14: Tratamento com área basal remanescente de 14 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup>; G16: Tratamento com área basal remanescente de 16 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup>, T: Sem desbaste. Médias com letras comuns não são diferentes estatisticamente pelo teste Scott-Knott a 95 % de probabilidade.

Para Batista (2015), que avaliou o crescimento e o desempenho econômico para *E. dunnii* em diferentes sítios no município de Campo Belo do Sul/SC, com três classes de sítio e com idade índice de 10 anos, obteve-se médias mais altas na classe 1 com 1,2 m<sup>3</sup> aos 10 anos e 2 m<sup>3</sup> aos 20 anos e valores mais baixos para classe 3 com 0,5 m<sup>3</sup> aos 10 anos e 1 m<sup>3</sup> aos 20 anos. A mediana de volume por árvore aos 10 anos de idade, encontrada neste estudo (0,5316 m<sup>3</sup>), é bastante próxima o que reforça a similaridade entre as condições de crescimento observadas nas duas áreas. Essa proximidade sugere que o sítio avaliado neste trabalho possui características edafoclimáticas e de produtividade semelhantes às encontradas na classe 3 de Batista (2015), a qual representa as condições menos favoráveis ao crescimento do *E. dunnii*. Isso é particularmente

relevante ao considerar o objetivo deste estudo, que é avaliar o efeito de diferentes intensidades de desbaste alto no desenvolvimento de variáveis dendrométricas ao longo do tempo. Partindo de um sítio menos produtivo, os efeitos das intervenções silviculturais sobre o crescimento e a produção podem se manifestar de forma distinta quando comparados a sítios mais férteis. Assim, os resultados obtidos neste estudo podem contribuir significativamente para o manejo de povoamentos estabelecidos em áreas de menor potencial produtivo.

Donovan (2022) encontrou volume individual de  $0,17 \text{ m}^3$  aos 7 anos de idade em um trabalho que estudou compreender as relações entre características dendrométricas e desempenho da primeira operação de desbaste para *E. dunnii*. em Curitiba/SC. Outro estudo com o mesmo manejo, aos 7 anos com híbrido de *urograndis* em diferentes espaçamentos, trouxe valores de  $0,326 \text{ m}^3$ ,  $0,361 \text{ m}^3$  e  $0,370 \text{ m}^3$ . Neste estudo aos 8 anos de idade tem-se maiores valores com  $0,7081 \text{ m}^3$  para o G12,  $0,5940 \text{ m}^3$  para o G14,  $0,4802 \text{ m}^3$  para o G16 e  $0,2543$  para T.

Dessa forma, pode-se observar o quanto a forma como é manejado o plantio pode favorecer a produção e pelo fato de que com maior densidade do plantio tem-se de forma rápida o contato entre as copas e criando uma competição maior pela luz prejudicando o potencial de crescimento do indivíduo (Siri et al., 2024). O desbaste alto realizado em idades precoces é uma solução rápida e prática como mostrado neste estudo. Além disso, ao se determinar o objetivo do plantio é necessário analisar também a relação financeira e concluir dentre esses dois, qual seria o mais viável em condição de maquinário, mão-de-obra para as intervenções necessárias em cada manejo (Dobner et al. 2012).

Para o estudo da variável volume por hectare, tem-se a Figura 15. Aos 4 anos de idade neste estudo foram encontrados valores próximos para os tratamentos G14 e G16 de  $178 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$  e  $185 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ , respectivamente. Sendo os dois superiores ao G12 com  $167,7 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ . Esses dados corroboram com os de Lima, (2018) que encontrou aos 4 anos de idade para um híbrido *E. urograndis* com  $186,11 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ , num estudo sobre a dinâmica da distribuição diamétrica e prognose do crescimento em diferentes espaçamentos. Ainda, Lima (2023) encontrou valores superiores ( $230,9 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$  até  $258,2 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ ) aos 5 anos de idade quando estudou métodos de inventário para estimar volume comercial no Pará, em plantio de híbrido de *E. brassiana* e *E. grandis* no espaçamento de  $3 \text{ m} \times 2,5 \text{ m}$ .

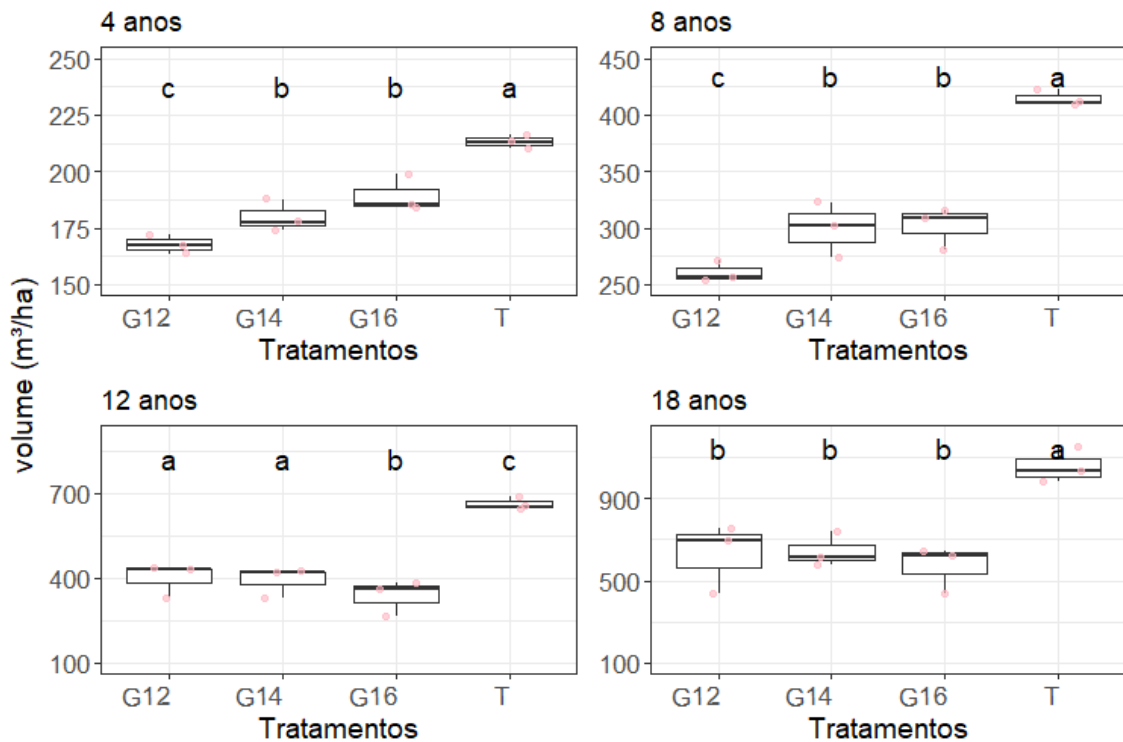
Em um estudo na mesma área de estudo, Dobner JR. et al., (2012) encontrou as mesmas diferenças estatística e os mesmos valores para a idade de 6 anos sendo, G12 com  $300,5 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ , G14 com  $316,8 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ ,  $327,4 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$  para o G16 e  $341,6 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ , para

T. Aos 8 anos de idade essa semelhança persistiu apenas entre os tratamentos G14 com  $302,6 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$  e G16 com  $309,2 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ , superando o valor de  $257,2 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$  para o G12, e abaixo do T com  $411,2 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ . Os valores são próximos aos encontrados para um estudo com *E. bethamii* na mesma idade variando de  $238,9 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$  até  $392,08 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$  (Watzlawick & Benin 2020).

Os valores encontrados para o tratamento sem desbaste aos 12 e 18 anos de idade, já eram esperados que fossem altos pela quantidade maior de indivíduos. O T obteve medianas de  $645,6 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$  aos 12 anos e  $1033,4 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$  aos 18 anos. Comparado a diferentes estudos, esses valores são considerados altos, porém possíveis, como mostrado no trabalho de Siri, et al., (2024) que estudaram o efeito do espaçamento e material genético no crescimento de *E. grandis* e *E. camaldulensis* para produção de madeira sólida e celulose no Uruguai aos 16 anos, trouxeram valores altos também. Eles dividiram o povoamento estudado em 3 grupos, o desbaste foi realizado aos 8 anos de idade e com intensidades conforme o objetivo de produção de cada grupo. Os maiores resultados encontrados foram provenientes de material seminal com  $1014 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$  para plantio sem desbaste com densidade de  $2000 \text{ arv. ha}^{-1}$ , um pouco mais de  $750 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$  para densidade de  $1111 \text{ arv. ha}^{-1}$  sem desbaste e  $1600 \text{ arv. ha}^{-1}$  com redução para  $1033 \text{ arv. ha}^{-1}$ .

Nos 18 anos de idade, encontra-se diferença significativa apenas entre tratamento com desbaste e sem desbaste (T), os tratamentos com desbaste possuem menor variação entre os G14 e G16 com 13 % e 20 %, suas medianas são de  $624,5 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$  e  $636,2 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ , respectivamente. Para o G12 o coeficiente de variação chega aos 27,2 % e tem uma mediana maior de  $709,5 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ . Logo, como comentado anteriormente e confirmado pelos resultados, o *E. dunnii* possui um grande potencial produtivo, inclusive para a produção de multiprodutos.

Figura 15: Estatística descritiva em boxplot da variável volume por hectare ( $\text{m}^3 \text{ha}^{-1}$ ) por tratamento em diferentes idades para *E. dunnii*.



G12: Tratamento com área basal remanescente de  $12 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$ ; G14: Tratamento com área basal remanescente de  $14 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$ ; G16: Tratamento com área basal remanescente de  $16 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$ , T: Sem desbaste. Médias com letras comuns não são diferentes estatisticamente pelo teste Scott-Knott a 95 % de probabilidade.

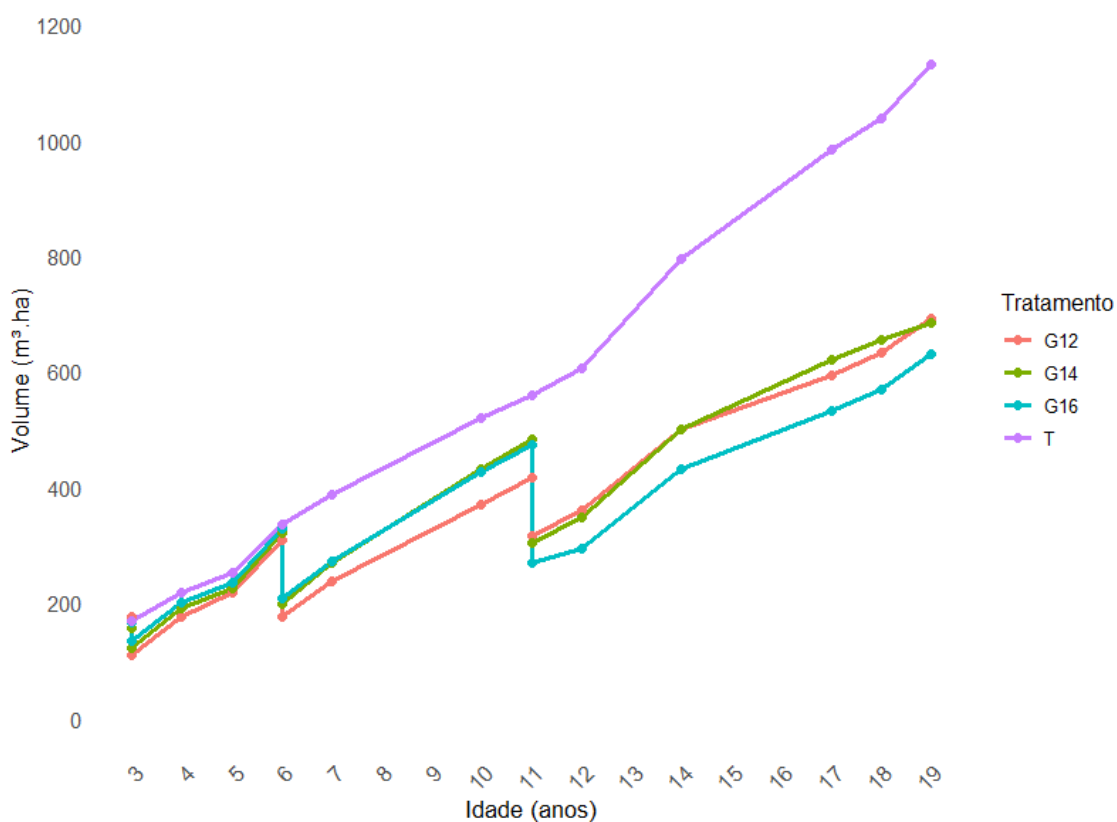
### 6.5.1 Volume ao longo dos anos e remanescentes

O objetivo neste item é visualizar o volume por hectare ao longo dos anos e o melhor tratamento até o final do ciclo em termos de produção volumétrica. Para isso, na Figura 16 tem-se as informações de volume por hectare em uma evolução em todos os anos de avaliação. Aqui, pode-se observar que aos 19 anos, o tratamento sem desbaste se destaca significativamente em termos de estoque volumétrico, atingindo  $1130,7 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ . Em comparação, o tratamento G14, que teve o menor número de árvores retiradas, apresenta um volume que corresponde a apenas 60,4 % do valor observado no tratamento sem desbaste.

Além disso, é possível verificar os momentos exatos dos desbastes para cada tratamento, quando as linhas têm um decréscimo repentino, aos 3, 6 e 11 anos de idade. Percebe-se que aos 11 anos esse valor foi bem maior comparado aos outros anos e o G16

teve o maior volume removido nessa idade de  $204 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ , enquanto os outros foram  $178,8 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$  para o G14 e  $101,7 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$  para o G12. Esses resultados refletem as diferentes estratégias de desbaste adotadas: enquanto o tratamento G16 seguiu a proposta de intervenções mais leves na fase inicial e mais intensos na fase final, os demais tratamentos adotaram o caminho inverso, com desbaste mais intensos no início e mais leve na fase final do ciclo.

Figura 16: Volume ( $\text{m}^3 \text{ ha}^{-1}$ ) de *E. dunnii* ao longo dos anos para cada tratamento.

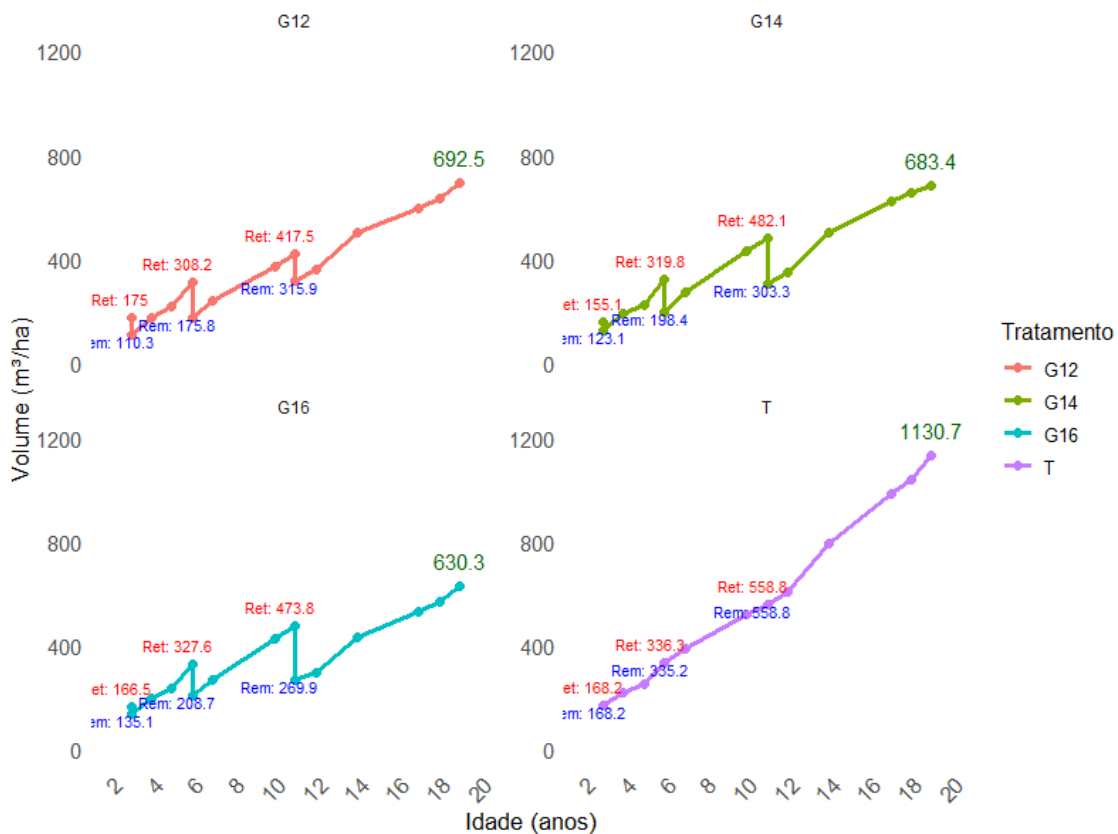


G12: Tratamento com área basal remanescente de  $12 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$ ; G14: Tratamento com área basal remanescente de  $14 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$ ; G16: Tratamento com área basal remanescente de  $16 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$ ; T: Sem desbaste

Vale ressaltar uma questão importante, até antes do terceiro desbaste G14 ( $482,1 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ ) e G16 ( $473,8 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ ) tinham valores muito semelhantes, superando o G12 ( $417,5 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ ). A partir do manejo realizado aos 11 anos, G16 começa a ter valores abaixo dos tratamentos G12 e G14 que se igualam até a última coleta de dados (19 anos). Nesta última idade os valores encontrados são de  $692,5 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$  para o G12,  $683,4 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$  para o G14 e  $630,3 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$  para o G16. Para melhor visualizar foi criado a Figura 17, que

mostra por tratamento os volumes para cada ano, além de trazer a soma dos volumes retirados nos três desbastes (Ret), os volumes Remanescente (Rem). Logo, observa-se que o G16 não consegue recuperar o crescimento perdido nas idades iniciais com o tipo de intervenção adotada, ficando com menor estoque volumétrico que os outros tratamentos com desbaste.

Figura 17: Volume por hectare para cada tratamento em todos os anos com seus respectivos valores de volume remanescente, retirado e final.



G12: Tratamento com área basal remanescente de 12 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup>; G14: Tratamento com área basal remanescente de 14 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup>; G16: Tratamento com área basal remanescente de 16 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup>, T: Sem desbaste

Além disso, observa-se que apesar do G12 ter sido o tratamento com maior volume na idade de 19 anos depois do T, o G14 o supera aos 17 e 18 anos, sendo 4,73 % e 3,77% maior, respectivamente. Com essas informações junto aos pressupostos do objetivo do plantio com o produto final, tempo de ocupação da terra, entre outros, traz auxílio as tomadas de decisão de qual manejo realizar. As médias dos valores de volume por hectare a cada ano desse trabalho podem ser observados em anexo na Tabela 15. Vitale; Miranda (2010), falam sobre a importância dessas informações na tomada de

decisão, quando comparam a viabilidade econômica de plantios de *Pinus taeda* e *Eucalyptus dunnii* na região centro-sul do Paraná

Neste contexto, ao considerar os tratamentos com base no estoque volumétrico final, a Tabela 7 apresenta os totais produzidos por hectare. O tratamento T, por manter o maior número de indivíduos até os 19 anos — conforme discutido anteriormente — apresentou o maior volume total, com 1.130,7 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>, diferindo estatisticamente dos demais. No entanto, esse maior volume está relacionado a árvores com menores diâmetros e maior variabilidade, o que pode limitar seu aproveitamento em produtos de maior valor agregado.

Já os tratamentos G12, G14 e G16, planejados para atingir a densidade final de aproximadamente 250 árvores por hectare, apresentaram volumes de 991,3 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>, 1.015,6 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> e 984,5 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>, respectivamente, sem diferença estatística significativa entre si. Ainda que esses volumes sejam ligeiramente inferiores ao do tratamento T, as árvores remanescentes apresentaram maiores diâmetros médios e maior uniformidade, características desejáveis para determinados sortimentos, como serraria e laminação.

Portanto, embora o T tenha obtido o maior volume bruto, isso não implica necessariamente em maior rendimento econômico ou melhor desempenho silvicultural. Assim, a realização de uma avaliação econômica torna-se essencial para indicar o manejo mais vantajoso de *E. dunnii* no Planalto sul, especialmente quando o objetivo é a produção de multiprodutos com maior valor de mercado.

Tabela 7: Volume por hectare, por tratamento retirado nos 3 desbastes, o encontrado aos 19 anos e o volume total do ciclo por tratamento de *E. dunnii*.

Tratamento	V (m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup> ) Retirado	V (m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup> ) aos 19 anos	V (m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup> ) Total
G12	298,8	692,5	991,3 a
G14	332,2	683,4	1015,6 a
G16	354,2	630,3	984,5 a
T	1	1130,7	1131,7 b

G12: Tratamento com área basal remanescente de 12 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup>; G14: Tratamento com área basal remanescente de 14 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup>; G16: Tratamento com área basal remanescente de 16 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup>, T: Sem desbaste; Médias com letras comuns não são diferentes estatisticamente pelo teste Scott-Knott a 95 % de probabilidade.

## 6.7 CONCLUSÃO

A realização do desbaste precoce seletivo alto tem influência significativa nas variáveis  $v$  e  $G$ , já para a altura não é influenciável;

O volume individual médio aumentou significativamente com a aplicação do desbaste alto, especialmente no tratamento G12, evidenciando que o manejo adequado reduz a competição entre as árvores e potencializa o crescimento individual;

Aos 18 anos, a área basal foi significativamente maior no tratamento sem desbaste ( $64,6 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$ ), mas com diâmetro médio menor (20,2 cm), enquanto os desbastes, como o G16 com  $32,9 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$  e 37,6 cm de diâmetro, favoreceram árvores mais grossas. Isso reforça que o desbaste, apesar de reduzir a área basal, aumenta o diâmetro das toras;

Em termos de estoque volumétrico final, o tratamento sem desbaste destaca-se, com valor médio de  $1131 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ , sendo aproximadamente 14% maior que a média dos demais tratamentos, os quais não diferem estatisticamente entre si;

*E. dunnii* demonstrou que tem grande capacidade para ser usado em ciclos longos, resultando em diferentes diâmetros. Uma análise econômica dos resultados obtidos neste trabalho identificariam o manejo adequado para variados diâmetros.

## 6.8 REFERÊNCIAS

AGUIRRE N. C., et al., Comparison of ddRADseq and EUChip60K SNP genotyping systems for population genetics and genomic selection in *Eucalyptus dunnii* (Maiden). 2024. doi: 10.3389/fgene.2024.1361418. Acesso em: 17 set. 2024.

Alvares, Clayton Alcarde; Stape, José Luiz; Sentelhas, Paulo Cesar; Gonçalves, Leonardo de Moraes; Sparovek, Gerd. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 11-728, 2013.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507>

ALVES, Petrônio Henrique. **Decisões silviculturais para produção de árvores de eucalipto de grande porte**. 2016. Dissertação. Mestrado do programa de Pós-Graduação em Ciência Florestal da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri. 2016.

ANDRADE, R. S. de. Micropropagação e desenvolvimento de mudas clonais de *Eucalyptus dunnii* e *Eucalyptus benthamii* usando diodos de emissão de luz (LEDs). Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal). Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages, 2022. Disponível em: [https://www.udesc.br/arquivos/cav/id\\_cpmenu/3428/Disserta\\_\\_o\\_Ramon\\_1685017461925\\_3428.pdf](https://www.udesc.br/arquivos/cav/id_cpmenu/3428/Disserta__o_Ramon_1685017461925_3428.pdf). Acesso em 20 set. 2024.

ASSMANN, E. **The principles of forest Yield study**. Oxford: Pergamon Press, 1970. 506p.

BATISTA, Kamila Mesquita. **Análise crescimento e do desempenho econômico-financeiro de povoamentos de *Eucalyptus dunnii* em diferentes sítios no planalto catarinense**. 2015. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal de Santa Catarina. 2015.

BENIN, Cristiane Carla. **Efeito do espaçamento na produção, variáveis dendrométricas e propriedades da madeira de *Eucalyptus benthamii***. 2014. Dissertação de mestrado. Universidade Estadual do Centro Oeste, Irati. 2014.

BETTIOL, Wagner; SILVA, Carlos Alberto; CERRI, Carlos Eduardo Pellegrino; MARTIN NETO, Ladislau; ANDRADE, Cristiano Alberto de (ed.). Entendendo a

matéria orgânica do solo em ambientes tropical e subtropical. In: GUERRINI, Iraê Amaral; JAMESE, Jason; NALESSO, Pedro Henrique Proença; ANDRADE, Cristiano Alberto de; HARRISON, Robert Boyd. **A matéria orgânica do solo no cultivo de espécies florestais**. Brasília, DF: Embrapa, 2023. cap. 24.

Blog Klabin. Eucalipto: a base para a celulose de fibra curta e seus benefícios. 2024. <<https://blog.klabin.com.br/-/eucalipto>>. Acesso em 20 set. 2024.

BONFATTI JÚNIOR, E. A.; LENGOWSKI, E. C. Crescimento e sobrevivência de quatro espécies de *Eucalyptus* spp. em canoinhas – sc. **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, v. 29, n. 1, p. 121–127, 2017. DOI: 10.24278/2178-5031.201729107. Disponível em: <https://rif.emnuvens.com.br/revista/article/view/73>. Acesso em: 16 nov. 2024.

CAMPOS, João Carlos Chegas; LEITE, Helio Garcia. **Mensuração Florestal: perguntas e respostas**. 5. ed. Viçosa: Ufv, 2017. 636 p.

CASTRO, R. V. O; LEITE, H. G; NOGUEIRA, G. S; SOARES, C. P. B; ARAÚJO JÚNIOR, C. A; CASTRO, A. F. N. M; SANTOS, F. L. SOUZA, C. C. Economic evaluations of a thinned *Eucalyptus* stand to be used for multiple wood products. **Scientia Forestalis**, v. 39, n. 91, p. 351-357, 2011.

CHAER, Guilherme Montadon; TÓTOLA, Marcos Rogério. Impacto do manejo de resíduos orgânicos durante a reforma de plantios de eucalipto sobre indicadores de qualidade do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.31, p.1381-1396, 2007.

DE ARAÚJO CARNEIRO, José Geraldo. Desbastes florestais. **Floresta**, v. 4, n. 3, 1973.

DA SILVA, S. B. **Forma do fuste e qualidade da madeira de eucalipto em diferentes espaçamentos e níveis de desbaste**. 2019. Dissertação. Universidade Federal do Espírito Santo. Jerônimo Monteiro, ES. 2019.

DOBNER JR, M.; Higa, A. R.; Urbano, E. Determinação da idade e intensidade ótimas para realização do primeiro desbaste em um povoamento de *Eucalyptus dunnii*. **FLORESTA**, Curitiba, PR, v. 42, n. 3, p. 485 - 494, jul./set. 2012.

DOBNER JR, Mário; HUSS, Juergen. Crown thinning on *Eucalyptus dunnii* stands for saw-and veneer logs in southern Brazil. **New forests**, v. 50, n. 3, p. 361-375, 2019.

DOBNER JÚNIOR, M.; Huss, Jürgen. Desbaste pelo alto: uma alternativa rentável para povoamento de *Pinus taeda* no Sul do Brasil. Pomerode/SC. 2015.

DOBNER JÚNIOR, M.; **Impacto do manejo de povoamentos na produtividade e qualidade da madeira de *Pinus taeda***. 2014. Tese. (Doutorado em Engenharia Florestal) Universidade Federal do Paraná. 2014.

DOBNER JR., Mário et al. Crescimento e desempenho econômico de *Eucalyptus dunnii* em diferentes sítios no planalto sul do Brasil. **FLORESTA**.v. 47, n. 4, p. 397-406, dez. 2017. Disponível em: <<https://revistas.ufpr.br/floresta/article/view/45745>>. Acesso em: 24 set. 2024. doi:<http://dx.doi.org/10.5380/rev.v47i4.45745>.

DOBNER JR, Mário; QUADROS, Dagoberto Stein de. desempenho econômico de povoamentos de *pinus taeda* no sul do Brasil submetidos a diferentes intensidades de desbaste por copas. **Revista Árvore**, v. 43, 2019.

DO Couto, Hilton Thadeu Zarate; BASTOS, Nelson Luiz Magalhães; DE LACERDA, Jeanicolau Simone. A amostragem por pontos na estimativa de área basal em povoamentos de *Eucalyptus*. **IPEF**, v. 46, p. 86–95, 1993.

DONOVAN, D. L. **Influência das variáveis dendrométricas no desempenho do corte em desbaste semimecanizado em *Eucalyptus dunnii***. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal de Santa Catarina. Curitiba/SC. 2022.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Florestas (Curitiba, PR). Zoneamento ecológico para plantios florestais no estado do Paraná. Brasília, 1986, 89p. (EMBRAPA-CNPQ. Documentos, 17).

EVANGELISTA, Wesley Viana (Org.). Madeiras nativas e plantadas do Brasil: qualidade, pesquisas e atualidades. In: MININI, D.; BRAGA, B. de A.; MARIA, D. de M. B.; GMACH, F.; ALBUÊS, T. A. S.; JESUS, W. S. de; MONTEIRO, Thiago Campos. **QUALIDADE E PROCESSAMENTO DA MADEIRA SERRADA NO BRASIL: ESTADO DA ARTE**. 1 ed. Guarujá, SP: Científica Digital, 2021, v. 6, n. 1, p. 1711-1728.

FACCO, A. G.; RIBEIRO, A.; SEDIYAMA, G. C.; LEITE, F. P.; BARROS, N. F. de. Saldo de radiação em plantios de eucalipto em áreas de relevo ondulado. **Revista Árvore**, v.33, p.471-480, 2009.

FAVALESSA, Cyro Matheus Cometti. **Estruturação da produção de *Tectona grandis* Linn f. em Mato Grosso**. Tese. 2018. Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria/RS. 2018.

FLORIANO, Eduardo Pagel. Manejo florestal: para sustentabilidade e excelência. Rio Largo: Edição do Autor, 2018.

FLORESTAL GATEADOS. Campo Belo do Sul, 2020.

FORTKAMP, G.; STEPKA, T. F.; NICOLETTI, M. F.; WOLFF, L. de O.; MIRANDA, D. L. C. de; LISBOA, G. dos S. Models for estimating the diameter at breast height as a function of the diameter of the stump *Pinus taeda* L. **Tree Dimensional**. v. 13, p. 1-8, 2024.

IBA – INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES. **Relatório IBÁ - 2024**. São Paulo: IBÁ, 2024.

IWAKIRI, S.; MATOS, J. L. M.; TORQUATO, L. P.; BRONOSKI, M.; NISHIDATE, M. M. Manufacture of laminated veneer lumber-LVL from *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden and *Eucalyptus dunnii* Maiden woods. **Floresta e Ambiente**, v. 15, p. 1-7, 2023.

LIMA, Mirella Basileu de Oliveira. **Dinâmica da distribuição diamétrica e prognose do crescimento de eucalipto em diferentes espaçamentos para multiprodutos**. 2018. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais). Universidade de Brasília, Brasília, 2018.

LIMA, J. M. **Comparação entre métodos de amostragem de área fixa e prodan na estimativa de volume comercial em povoamento de *Eucalyptus* sp**. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal Rural Da Amazônia, Paragominas, 2023.

NICOLETTI, Marcos Felipe; LAMBERT, Luciano; SOARES, Philipe Ricardo Caserimo; CRUZ, Girlene da Silva; ALMEIDA, Bruno Rafael Silva; STEPKA, Thiago Floriani. Hypsometric and volumetric equations and taper functions for *Pinus*

spp. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, v. 19, n. 4, p. 474–482, 2020. DOI: 10.5965/223811711942020474. Disponível em: <https://www.revistas.udesc.br/index.php/agroveterinaria/article/view/14058>. Acesso em: 4 nov. 2024.

NICOLETTI, M. F.; PINHEIRO, I. de S.; SILVA, V. V.; STEPKA, F. T.; VAZ, D. R.; DOBNER JÚNIOR, M.; Modelagem da estrutura diamétrica da Floresta Ombrófila Mista e *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze. **Revista Agronegócio e Meio Ambiente**. v. 17, n. 4, 2024. Disponível em: <https://periodicos.unicesumar.edu.br/index.php/rama/article/view/12201/7917>.

Nogueira, G. S. **Modelagem do crescimento e da produção de povoamento de *Eucalyptus* sp. e de *Tectona grandis* submetidos a desbaste**. Tese. Universidade Federal de Viçosa, agosto, 2003.

MURTA JÚNIOR, L. S. M.; CASTRO, R. V. O.; NAPPO, M. E.; NOGUEIRA, G. S.; ARAÚJO JÚNIOR, C. A.; GASPAR, R. O.; COSTA, L. S.; OLIVEIRA, E. K. B. Características dendrométricas de eucalipto submetido a desbaste. **Scientia Forestalis**. v. 48, p. 1-14. Disponível em: <https://www.ipef.br/publicacoes/scientia/nr127/2318-1222-scifor-48-127-e2948.pdf>.

R DEVELOPMENT CORE TEAM (2022). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. [www.R-project.org](http://www.R-project.org). Acesso em 26 de Agosto de 2022.

RIBEIRO, N.; SITO, A. A.; GUEDES, B. S.; STAISS, C. **Manual de Silvicultura tropical**. Universidade Eduardo Mondlane, Faculdade de Agronomia e Engenharia Florestal. Maputo. P. 130, 2002.

RIBEIRO, Maria Dolores dos Santos Barzotto. **Densidade básica da madeira de plantios florestais de *Eucalyptus* spp.: associações com variáveis do sítio e do plantio e estimativas com redes neurais artificiais**. Tese (Doutorado em Agronomia). Botucatu: UNESP. 112p. 2018.

ROCHA, Márcio Pereira da; TOMASELLI, Ivan. Efeito de modelo de corte nas dimensões de madeira serrada de *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus dunnii*. **Floresta e Ambiente**, v. 8, p. 94-103, 2024.

- ROCHA, M. P.; TOMASELLI, I. Efeito do modelo de desdobro na qualidade da madeira serrada de *Eucalyptus dunnii*. **Cerne**, Lavras, v. 8, n. 2, p. 70-83, 2002.
- REINER, D. A.; SILVEIRA, E. R.; SZABO, M. S. Uso do eucalipto em diferentes espaçamentos como alternativa de renda e suprimento da pequena propriedade na região sudoeste do paraná. **Synergismus Scientifica**. v. 6, n. 1, p.100-107, 2011.
- RESQUIN F.; NAVARRO-CERRILLO R. M.; CARRASCO-LETELIER L.; CASNATI C. R.; Influence of contrasting stocking densities on the dynamics of above-ground biomass and wood density of *Eucalyptus benthamii*, *Eucalyptus dunnii*, and *Eucalyptus grandis* for bioenergy in Uruguay. **Forest Ecology and Management**. v.438, p.63-74. 2019.
- RODRIGUES F. J.; SILVA, J. F.; NERIS, K. P.; RODRIGUES L. F. L.; COSTA S. M.; SARDINHA L. E.; RODRIGUES, J.; CENTENO, A. J.; MARQUES L. F. Desenvolvimento de *Eucalyptus urograndis* no município de corumbá-go. **Ensaio e Ciência: Ciências Biológicas, Agrárias e da Saúde**. Universidade Anhanguera Campo Grande, Brasil. v. 17, n 2, pp. 9-27. 2013.
- RUFINO, R. F.; MIGUEL, E.; SANTOS, G.; SANTOS, T. E.; SOUZA, F. Ajuste de modelos hipsométricos para um povoamento de eucaliptos conduzido sobre o sistema de rebrota. **ENCICLOPEDIA BIOSFERA**. v. 6, n. 10, 2010. Disponível em: <https://www.conhecer.org.br/ojs/index.php/biosfera/article/view/4620>. Acesso em: 5 jan. 2025.
- SANTOS, Osmarino Pires dos. **Produtividade, qualidade da madeira e intera o genótipo x ambiente de *Eucalyptus dunnii* Maiden no Sul do Brasil**. Disserta o de Mestrado. Universidade Federal de Pelotas. 2019.
- SCH EPFER, W. Automatisierung des massen, Sorten und Wertberechnung stenender Waldbestande Schriftenreihe Bad. [S.1]: Wurt-Forstl., 1966. n.p.
- SIRI, P.; BRUNO, C.; BALZARINI, M.; BENITEZ, V.; HIRIGOYEN, A.; INGARAMO, L.; POSSE, J. P.; FEDRIGO, J. K.; GONZALEZ BARRIOS, P.; Effect of spacing and genetic material on *Eucalyptus* growth for solid-wood and cellulose production in Uruguay. **Floresta Ambiente**. Rio de Janeiro, 2024; v.31, n.3. <https://doi.org/10.1590/2179-8087-FLORAM-2023-0050>.

SOARES, Kálita Luis. **Variáveis dendrométricas sob efeito de espaçamentos e materiais genéticos na modelagem volumétrica e produção de madeira de eucalipto**. 2023. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

SOUZA, A. S. de; SANTOS, J. X. dos; SOUZA, D. V. Modelagem da relação hipsométrica para um povoamento híbrido de eucalipto na Amazônia brasileira. **Biofix scientific journal**, v. 2, n. 1, p. 44-53, 2017.

SOUSA, G. T. O.; AZEVEDO, G. B. de; BARRETO, P. A. B.; CONCEIÇÃO JÚNIOR, V. Relações hipsométricas para *Eucalyptus urophylla* conduzidos sob regime de alto fuste e talhadia no Sudoeste da Bahia. **Scientia Plena**. v. 9, n. 4, 2013. Disponível em: <https://scientiaplenu.org.br/sp/article/view/771>. Acesso em: 27 nov. 2024.

TREVISAN, R.; HASELEIN, C. R.; SANTINI, É. J.; SCHNEIDER, P. R.; de MENEZES, L. F. Efeito da intensidade de desbaste na qualidade da madeira serrada de *Eucalyptus grandis*. **Floresta**, v. 39, n. 40, p. 825-831. 2009. Disponível em: <https://pdfs.semanticscholar.org/ebeb/6a6d0820dc9c68d5f04ff5932045c233dac6.pdf>

VERA, D. E.; LAURA, V. A.; COUTO, A. M. Desempenho silvicultural de *Eucalyptus urograndis* em diferentes densidades de plantio. **Scientia Plena**, v. 19, n. 10, 2023. DOI: 10.14808/sci.plena.2023.100201. Disponível em: <https://www.scientiaplenu.org.br/sp/article/view/7238>. Acesso em: 16 mar. 2024.

VITALE, Vinicius; MIRANDA, G. de M. Análise comparativa da viabilidade econômica de plantios de *Pinus taeda* e *Eucalyptus dunnii* na região centro-sul do Paraná. **Revista Floresta**, v. 40, n. 3, p. 469-476, 2010.

WATZLAWICK, L. F.; BENIN, C. C. Variáveis dendrométricas e produção de *Eucalyptus benthamii* em diferentes espaçamentos. **Colloq Agrar**. v.16, n.6. 2020. DOI. org/ 10. 5747/ ca.

WREGE, M. S.; GARRASTAZU, M. C.; SOARES, M. T. S.; FRITZSONS E. Regiões mais favoráveis ao crescimento e produção de madeira de eucalipto na região Sul do Brasil. In: OLIVEIRA, E. B. de; & PINTO JÚNIOR, J. E. (Orgs.). **O eucalipto e a Embrapa: quatro décadas de pesquisa e desenvolvimento**. Brasília: Embrapa. 2021. 325-356.

ZANON, M. L. B.; FINGER, C. A. G.; SCHNEIDER, P. R.; KLEIN, J. E. M.;  
COELHO, M. C. B. Funções para descrever a relação altura diâmetro de *Eucalyptus*  
*dunnii* Maiden. **Ciência Rural**. v.26, n.1, 1996.

## 7. CAPÍTULO II: DINÂMICA DE SORTIMENTOS EM DIFERENTES TRATAMENTOS DE DESBASTE SELETIVO ALTO EM *Eucalyptus dunnii* MAIDEN.

### 7.1 RESUMO

O sortimento é crucial para maximizar o valor dos produtos florestais, com usos variados, como papel, celulose, móveis e energia. Técnicas como desbaste influenciam a qualidade e diversidade dos produtos, sendo o desbaste alto uma prática promissora. O objetivo foi entender se o manejo precoce no *E. dunnii* para obtenção de multiprodutos foi benéfico para aumentar a produção volumétrica e econômica no Planalto Sul Catarinense do Brasil. O estudo foi conduzido no município de Campo Belo do Sul, envolvendo três blocos experimentais e avaliando quatro diferentes tratamentos de manejo, que variam quanto à intensidade dos desbastes ao longo do tempo. Os tratamentos inicialmente consistiram em: sem desbaste, com zero de remoção (T); desbaste com remanescente de até 12 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup> de área basal (G12); de até 14 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup> (G14); e de até 16 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup> (G16). Para todos os tratamentos com desbaste, o objetivo final foi alcançar uma densidade de 250 arv ha<sup>-1</sup>, sendo que alguns regimes adotaram desbastes mais intensos nas fases iniciais e mais leves ao final, enquanto outros seguiram o caminho inverso, com intervenções mais leves no início e mais intensas no final. Os tratamentos se encontram em parcelas com 277,5 m<sup>2</sup>, nessas, realizou-se a partir do 3º ano de idade o inventário florestal contínuo da área, sendo coletado todos os Diâmetros à Altura do Peito (dap) com fita diamétrica, e 20% das Alturas totais (h) com Vertex. Com base nas 12 coletas realizadas ao longo dos anos, foi possível analisar: volume total por sortimento por hectare (m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>), obtido pelo software Florexel e por meio de análises gráficas e teste de médias Scott-Knott pode-se comparar e identificar os diferentes sortimentos provenientes de cada tratamento. Aos 3 anos, todos os tratamentos apresentaram predominância do sortimento energia (83%). Aos 6 e 11 anos, G12 e G14 se destacaram com maior proporção para processo (60%), indicando potencial de corte antecipado. Aos 19 anos, G12 e G14 apresentaram os maiores volumes de lâmina (258 e 180 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>), enquanto G16 e T ficaram com 117 e 32 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>, respectivamente. O tratamento T também obteve a maior receita (R\$ 333.137 ha<sup>-1</sup>). Diante das evidências o desbaste precoce para o *E. dunnii* é uma alternativa viável para obter multiprodutos de maior valor agregado.

**Palavras-chave:** Multiprodutos florestais, retorno econômico, manejo florestal.

## 7.2 ABSTRACT

Assortment is crucial to maximizing the value of forest products, which have a variety of uses, such as paper, pulp, furniture, and energy. Techniques such as thinning influence product quality and diversity, with high thinning being a promising practice. The objective was to understand whether early management of *E. dunnii* to obtain multiproducts was beneficial for increasing volumetric and economic production in the Southern Santa Catarina Plateau of Brazil. The study was conducted in the municipality of Campo Belo do Sul, involving three experimental blocks and evaluating four different management treatments, which varied in thinning intensity over time. The treatments initially consisted of: no thinning, with zero removal (T); thinning with a remaining basal area of up to 12 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup> (G12); up to 14 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup> (G14); and up to 16 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup> (G16). For the thinning treatments, the ultimate goal was to achieve a density of 250 trees ha<sup>-1</sup>. Some regimes adopted more intense thinning in the initial phases and lighter thinning at the end, while others followed the reverse path, with lighter interventions at the beginning and more intense at the end. The treatments were located in plots of 277.5 m<sup>2</sup>. In these, a continuous forest inventory of the area was conducted from the third year onward, collecting all diameters at breast height (dbh) with a diametric tape and 20% of the total heights (h) with a Vertex. Based on the 12 collections carried out over the years, it was possible to analyze: total volume per assortment per hectare (m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>), obtained using Florexel software and through graphical analysis and Scott-Knott mean tests, the different assortments from each treatment could be compared and identified. At 3 years, all treatments showed a predominance of energy assortment (83%). At 6 and 11 years, G12 and G14 stood out with a higher proportion for process (60%), reducing the potential for early harvesting. At 19 years, G12 and G14 obtained the largest slat volumes (258 and 180 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>), while G16 and T obtained 117 and 32 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>, respectively. Treatment T also obtained the highest revenue (R\$ 333,137 ha<sup>-1</sup>). Given the evidence, early thinning for *E. dunnii* is a viable alternative for obtaining higher-value multiproducts.

**Keywords:** Forest multiproducts, economic return, forest management.

### 7.3 INTRODUÇÃO

O planejamento de um plantio é regido por diretrizes de extrema importância que iram conduzir todas as etapas para chegar ao objetivo final. Plantios para multiprodutos são planejados de forma a se obter toras de diferentes tamanhos, com isso são necessárias medidas de manejo que conduzam o plantio de forma otimizada a se adquirir os mais diversos sortimentos. O sortimento é as dimensões de cada tora, considerando o diâmetro das extremidades mais seu comprimento (Soares et al. 2023). Seus tamanhos são variados para cada espécie, idade, objetivo e principalmente, conforme às especificações do mercado e às necessidades da indústria (Sponholz, et al., 2013).

O sortimento está atrelado ao aproveitamento do potencial da floresta, eficiência no processo de colheita e transporte, sustentabilidade, redução de desperdício e valorização do produto, que permite segmentar as toras de acordo com as especificações dos diferentes segmentos industriais (laminação, serraria, papel, celulose, movelaria, energia, mourões de cerca) e assim, maximizando o valor de cada peça colhida (Mendonça et al, 2008). Segundo o relatório do IBÁ, (2024) a produção de madeira brasileira esta destinada a diferentes produtos resultantes de diversos sortimentos como, a 24,3 milhões de toneladas para celulose, 10,8 milhões para papel, 8,1 milhões de m<sup>3</sup> para produção de painéis de madeira, 10,4 milhões de m<sup>3</sup> para produção de pisos laminados, 9,6 milhões de m<sup>3</sup> para madeira serrada, 6,7 milhões de toneladas para produção de carvão vegetal e por fim e tem ganhado seu lugar no mercado, a produção de pellets com 0,7 milhões de tonelada. Assim, observa-se a importância do conhecimento dos possíveis sortimentos para casa espécie.

Para obtenção dessas toras com diferentes valores agregados existem diferentes metodologias, como: espaçamento inicial do plantio, poda, intervenções por meio de desbaste. Esta última em específico, existem várias formas de ser realizada, no Brasil a mais utilizada é o desbaste por baixo. Porém, existem estudos que mostram a eficácia que o desbaste alto pode ter. Este, inicialmente propicia o desenvolvimento dos indivíduos com mais características de serem dominantes e da oportunidade dos indivíduos dominados se desenvolverem sem prejudicar os outros, dando uma maior estrutura vertical ao plantio (Kerr & Haufe 2011; Bianchi et al., 2022). O desbaste alto aos poucos está sendo introduzido no Brasil e se faz necessário estudos em diferentes espécies.

Diante disso, a maior parte dos plantios florestais brasileiros são do gênero *Eucalyptus*, sendo válido a proposta de estudos aprofundados para o máximo

aproveitamento dos plantios em diferentes regiões com diferentes manejos. Porém, o uso do eucalipto como multiprodutos vem tendo maior importância nos últimos anos, como por exemplo, mostrado no trabalho de Castanho Filho (2003) e França (2008) realizados em São Paulo. Além desses, Mendonça, et al., (2014) que estudou a modelagem de produção de sortimento em povoamentos de eucalipto em Minas Gerais, comenta sobre alteração do foco das empresas em trabalhar não só com um produto final, mas sim, em obter diversos produtos ao longo do ciclo de plantio.

Com o potencial do gênero *Eucalyptus* para multiprodutos, além de apresentar as características requeridas comercialmente, como: dureza, alta densidade, peso, resistência, textura fina, alta taxa de crescimento, plasticidade, forma retilínea do fuste e desrama natural, seus plantios também são reconhecidos por sua flexibilidade em produzir madeira em diferentes condições edafoclimáticas (Silva, et al., 2016). O *E. dunnii* por meio do melhoramento genético teve um aumento na produtividade em até 50 m<sup>3</sup>. ha<sup>-1</sup>.ano. em sítios com alta capacidade e com reduções de custo da produção em pé, em torno de 33% (Oliveira; Pinto Júnior, 2021). Logo, *E. dunnii* pode ser considerada sim uma espécie de alto potencial para multiprodutos na região sul.

Neste contexto, no capítulo anterior mostrou a capacidade de produção de cada tratamento de forma geral. Então, o objetivo do presente capítulo é detalhar e entender como se comporta o volume dos possíveis sortimentos, quais sortimentos se pode obter em diferentes anos e diferentes intensidades de desbaste e se o manejo precoce no *E. dunnii* é viável para obtenção de multiprodutos.

## 7.4 MATERIAL E MÉTODOS

### 7.4.1 Caracterização da área de estudo

Neste capítulo, foram utilizados os mesmos dados e mesma área de estudo descrito no capítulo anterior, pertencente à empresa Florestal Gateados, localizada no município de Campo Belo do Sul, em Santa Catarina. A área corresponde a um plantio de *E. dunnii* com espaçamento de 3,0 m por 1,6 m, no qual todos os indivíduos foram podados até 10 metros de altura. Foram aplicados quatro regimes de manejo no povoamento: Um sem desbaste, e três com diferentes intensidades ao longo das intervenções. Esses regimes são descritos a seguir:

- 1ª intervenção (3 anos de idade) e o que deu origem aos nomes dos tratamentos
  - G12: 12 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup> de área basal remanescente (intensidade de desbaste de 42 %)
  - G14: 14 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup> de área basal remanescente (intensidade de desbaste de 23 %)
  - G16: 16 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup> de área basal remanescente (intensidade de desbaste de 21 %)
  - Sem desbaste – T
- 2ª intervenção (6 anos de idade)
  - G12: 15 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup> de área basal remanescente (intensidade de desbaste de 44 %)
  - G14: 17 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup> de área basal remanescente (intensidade de desbaste de 40 %)
  - G16: 33 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup> de área basal remanescente (intensidade de desbaste de 38 %)
  - Sem desbaste – T
- 3ª intervenção (11 anos de idade)
  - G12: 21 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup> de área basal remanescente (intensidade de desbaste de 26 %)
  - G14: 21 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup> de área basal remanescente (intensidade de desbaste de 39 %)
  - G16: 19 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup> de área basal remanescente (intensidade de desbaste de 45 %)
  - Sem desbaste – T

A primeira intervenção foi o que denominou o nome dos tratamentos, sendo intitulados com os valores dos remanescentes que ficou no povoamento. As intervenções ocorreram a cada 3 anos aproximadamente com o objetivo final de remanescente de 250 árvore por hectare. Para a organização do experimento, optou-se pelo uso do delineamento estatístico de blocos ao acaso. Cada tratamento contou com três repetições, totalizando assim 12 unidades amostrais por coleta.

#### 7.4.2 Mensuração Florestal

Mantendo a área experimental e conjunto de dados descritos no capítulo anterior, as 12 unidades amostrais, cada uma com 277,5 m<sup>3</sup>, foram avaliadas por meio do Inventário Florestal Contínuo (IFC), iniciado aos 3 anos de idade do plantio. As variáveis mensuradas incluíram o diâmetro à Altura do Peito (d) de todas as árvores e a altura total das 18 primeiras, além das dominantes conforme o critério de Assmann (Rufino et al., 2010). As alturas utilizadas de 3 a 17 anos de idade foram estimadas com base na Equação 4, desenvolvida pela empresa. Para as idades de 17 a 19 anos, utilizou-se a Equação 5, descrita no Capítulo 1, que incorpora os fatores Tratamento e Idade no modelo de Curtis, com R<sup>2</sup> ajustado de 0,8323 e erro padrão da estimativa (Syx) de 9,7%. Logo, com as variáveis d e h, foi possível obter sua derivada, o volume por sortimento de cada árvore.

Equação 4: Equação ajustada pela própria empresa para *E. dunnii* em Campo Belo do Sul.

$$h = 10^{0,610548 + 0,582247 * \log(d)}$$

Onde: h: Altura total (m);

d: Diâmetro à Altura do Peito (cm);

Log: Logaritmo do Diâmetro à Altura do Peito (cm).

Equação 5: Equação resultante do modelo Curtis utilizando a variável dummy (tratamento e idade) para o *E. dunnii*.

$$\ln(h) = 3,996167 - 13,658181 \left(\frac{1}{d}\right) - 0,0071 * G_{14} + 0,0037 * G_{16} - 0,0081 * T \\ + 0,0372 * I_{17} + 0,0594 * I_{18} + 0,0713 * I_{19}$$

Onde:

$\ln(h)$ : Logaritmo natural da altura total da árvore;

$1/d$ : Inverso do diâmetro;

G14, G16 e T: Variáveis indicadoras para os tratamentos, sendo o grupo de referência (intercepto) o primeiro tratamento na ordem alfabética o G12;

I17, I18, I19: Variáveis indicadoras para as idades, sendo idade de referência (intercepto) a 16;

### 7.4.3 Processamento e análises

Para a obtenção dos volumes por sortimento, utilizou-se a equação da empresa. A seguir, na Tabela 8, são mostrados os coeficientes e as estatísticas da equação adotada para este estudo.

Tabela 8: Coeficientes e estatísticas da melhor equação adotada para este estudo.

$\beta_0$	$\beta_1$	$\beta_2$	$\beta_3$	$\beta_4$	$\beta_5$	$R^2_{aj}$	Syx
1,183416	- 3,39378	14,40547	-32,1359	31,11721	- 11,1297	0,9834	6,5%

Com base nesses coeficientes e no banco de dados contendo informações de D e H, foi possível utilizar o módulo de florestas plantadas do software Florexel®, integrado a uma planilha do Excel. Esse módulo fornece os volumes totais e os volumes por sortimento, tanto para o número total de árvores quanto para as estimativas por hectare. Neste estudo, foram adotados os sortimentos e os valores em reais já utilizados pela empresa para a espécie em questão, conforme apresentado na Tabela 9.

Foram realizadas análises gráficas que permitiram identificar a representatividade percentual de cada sortimento, bem como os valores monetários correspondentes. O foco do estudo foi nas idades de desbaste (3, 6 e 11 anos) e o final do ciclo (19 anos). Para a comparação entre os tratamentos ao longo das diferentes idades, empregou-se o teste de médias de Scott-Knott, utilizando delineamento fatorial no software R (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2022).

Tabela 9: Classes de sortimento com seus respectivos tamanhos para *E. dunnii* em Campo Belo do Sul.

Classes	Mínimo diâmetro da ponta fina (cm)	Mínimo de comprimento (m)	R\$ m <sup>-3</sup>
>40	40	2,4	560
25-39,9	25	2,4	379
15-24,9	15	2,4	294
6-14,9	6	2,4	54
0-6	0	0	22

## 7.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O conjunto da Figura 18 – A, B e C, demonstra a inserção progressiva das classes de sortimentos de maiores diâmetros ao longo dos anos, considerando os valores antes do desbaste (Antes) e pós desbaste (depois). Aos 11 anos, todos os sortimentos estão presentes pela primeira vez, ao menos no tratamento G12.

No 3º ano de idade, a Figura 18-A evidencia a predominância dos sortimentos com menores diâmetros, como resíduo, energia e processo. Observa-se uma clara semelhança entre todos os tratamentos, sendo o G12 o único que apresenta uma diferença — 49,9% a mais que os demais tratamentos no sortimento processo, indicando valores ligeiramente superiores mesmo antes do primeiro desbaste. Nessa idade antes do desbaste, a classe com maior porcentagem de volume foi a de energia, com os seguintes valores: 146 m<sup>3</sup> para o G12, seguida, em ordem decrescente, por T (140 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>), G16 (139 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>) e G14 (131 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>) e depois do desbaste, continua sendo a com maior porcentagem. De Oliveira Junior, et al., (2025) estudou a viabilidade econômica de multiprodutos de um povoamento de eucalipto aos 4 anos em Goiás sem realizar desbaste precoce, chegou a valores bem abaixo dos encontrados neste estudo para energia, em torno de 38,5 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>, quanto aqui, encontrou-se o mais baixo com 136,2 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> para o tratamento G14, seguidos dos G16 com 142,5 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>, T com 145 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> e G12 com 150,6 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>.

Dentre os tratamentos com desbaste, o G16 apresentou a maior quantidade de resíduo, mesmo após o primeiro desbaste — passando de 20 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> para 13 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>, igualando-se ao tratamento sem desbaste. Ainda assim, esse valor permaneceu superior em comparação aos resíduos dos tratamentos G14 (10m<sup>3</sup>) e G12 (8m<sup>3</sup>), respectivamente.

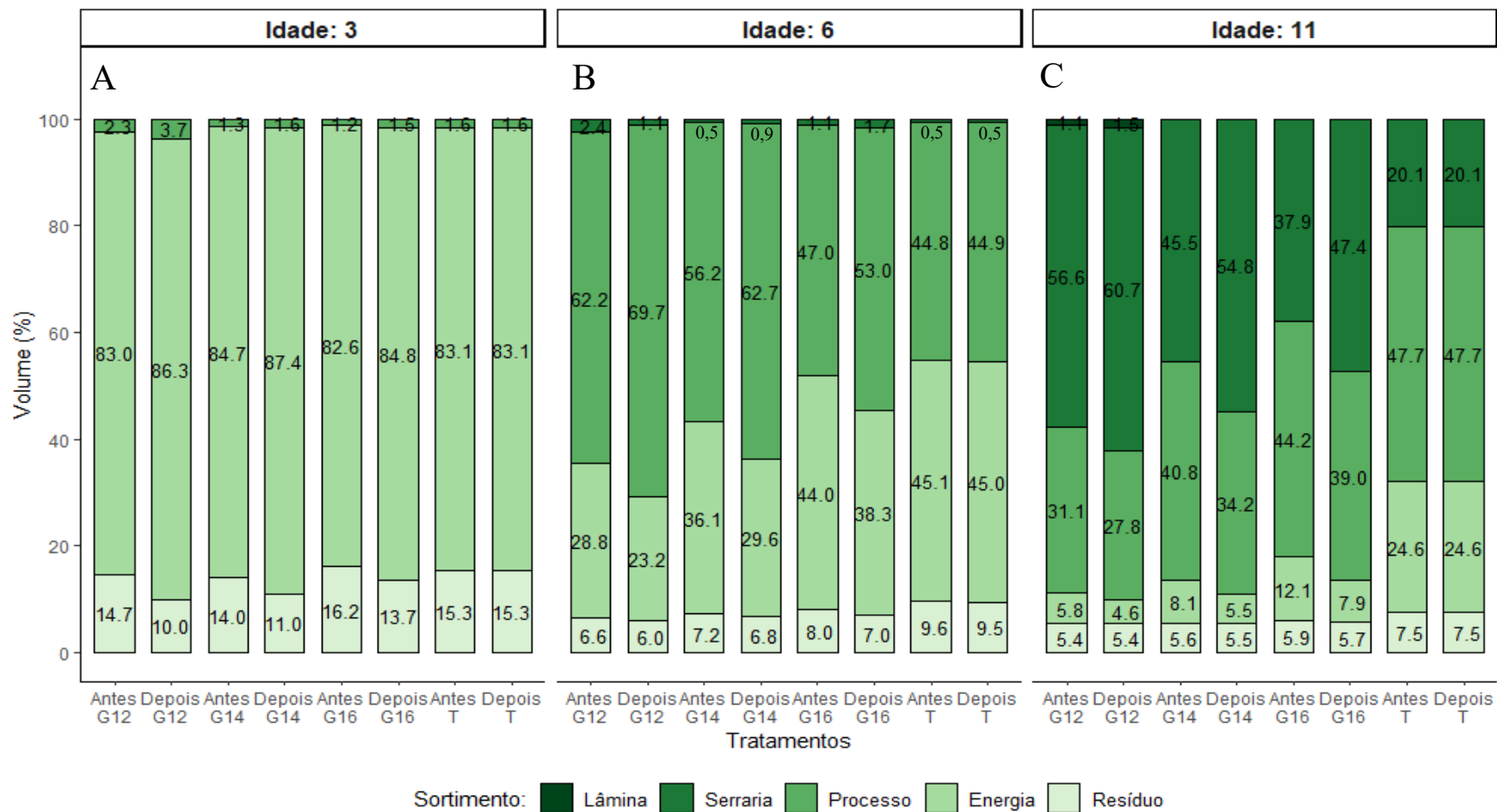
Aos 6 anos de idade (Figura 18-B), o sortimento serraria passa a ser identificado em todos os tratamentos. O tratamento G12 se destaca com média de 57% a mais dentre todos os tratamentos com desbaste. Esse resultado está diretamente relacionado à maior intensidade de desbaste realizada aos 3 anos, o que reduziu a competição e favoreceu o crescimento das árvores remanescentes. Estudos como o de Wagle et al. (2022) e Trevisan et al. (2007) corroboram esse efeito, destacando que o desbaste precoce promove maior diâmetro de fustes e aumenta a proporção de madeira para usos de maior valor agregado. Em seguida, o tratamento G16 apresenta o segundo maior volume, com  $4 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ . Já os tratamentos G14 e T apresentam valores semelhantes, ambos com  $2 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ .

A diferença observada entre G16 e G14 sugere que o maior volume de madeira para serraria no G16 está relacionado ao número superior de árvores remanescentes após o primeiro desbaste, realizado aos 3 anos de idade. Como os volumes retirados nesse desbaste foram semelhantes entre os tratamentos, a vantagem do G16 se deve à maior densidade de árvores mantidas na área, o que resultou em maior acúmulo de volume até os 6 anos. Isso destaca a importância da estrutura do povoamento remanescente na dinâmica de crescimento e na produção de sortimentos de maior valor agregado.

Nesse contexto, o trabalho de Wagle et al. (2022), que teve como objetivo avaliar a influência do tipo de desbaste, da intensidade e da época de aplicação sobre os principais atributos do povoamento de *Picea abies*, destaca a relevância da realização do desbaste — preferencialmente de forma precoce. Independentemente de ser um desbaste de baixa ou alta intensidade, essa prática resulta na produção de toras mais grossas, que podem ser destinadas à serraria e à laminação. Tal conclusão reforça os achados do presente estudo, no qual o tratamento G12 — com desbaste mais intenso e precoce — proporcionou maior proporção de madeira de maior valor agregado.

Comparando-se com a literatura, os resultados obtidos neste estudo demonstram superioridade em termos de volume por sortimento. Rocha (2021), ao avaliar a produção e a viabilidade econômica de plantios do híbrido *E. urophylla* × *E. grandis* em diferentes espaçamentos sem desbaste aos 5 anos no estado do Espírito Santo, observou, volumes totais inferiores aos registrados aqui. Enquanto Rocha considerou  $160 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$  como o volume total de um tratamento, neste estudo esse valor corresponde ao volume destinado a apenas um sortimento, evidenciando o elevado desempenho produtivo obtido. Além disso, Rocha ressaltou a importância da produção de multiprodutos como estratégia financeira, demonstrando que a produção exclusiva de celulose pode resultar em prejuízos.

Figura 18: % de volume por sortimento para as 3 idades de desbaste, para *E. dunnii* em Campo Belo do Sul.



Antes: Antes do desbaste; Depois: Remanescente depois do desbaste; G12: Tratamento com área basal remanescente de 12 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup>; G14: Tratamento com área basal remanescente de 14 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup>; G16: Tratamento com área basal remanescente de 16 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup>, T: Sem desbaste.

Corroborando essa visão, Bianchini (2008) também evidenciou, em um cenário voltado ao pequeno produtor, que a adoção de multiprodutos é mais rentável. O autor indicou que o melhor manejo, naquele caso, seria o desbaste aos 4,5 anos, com ciclo final de corte aos 10 anos, priorizando a produção de moirões, lenha e madeira para serraria. De forma semelhante, Fillus et al. (2024) reforçam que a diversificação de produtos florestais reduz o risco para o proprietário e torna o empreendimento menos vulnerável às flutuações do mercado. Nesse sentido, todos os tratamentos analisados neste estudo se mostram vantajosos nesse quesito, pois garantem a produção de multiprodutos com bom desempenho volumétrico.

Na Figura 18- C, mostra que aos 11 anos de idade, dentre todos os tratamentos avaliados, apenas o G12 apresentou volume de madeira classificado como adequado para lâmina, com 1,1%. Embora em proporção reduzida de  $5 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ , esse resultado destaca a eficácia do manejo mais intensivo adotado nesse tratamento ao longo do tempo — com menor área basal remanescente e maiores percentuais de remoção nas intervenções anteriores — no favorecimento do crescimento de árvores com qualidade superiores. Diferentes estudos trazem esse tipo de relação, Huang, et al., (2012); Moulin, et al., (2020); Elias Vera, et al., (2022). Nos demais tratamentos, a produção de lâmina não foi registrada, evidenciando a eficácia do desbaste mais intenso e precoce em favorecer produtos nobres. Além disso, o G12 também apresentou o maior volume destinado à serraria ( $236 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ ) confirmando o potencial de regimes de manejo mais intensivos. Comparando-se com Bianchini (2010), que observou volumes inferiores para serraria em *E. grandis* com desbaste tardio, reforça-se que a intensidade e a época de desbaste são determinantes para resultados superiores.

Aos 11 anos, o tratamento T apresentou um aumento expressivo no volume de madeira destinada ao sortimento processo ( $272 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ ), quase que dobrando em relação à idade anterior ( $156 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ ). Também houve incremento no volume destinado à serraria, que passou a representar  $112 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ , embora a predominância ainda seja de madeira de menor valor agregado. Esses resultados sugerem que a ausência de desbaste favoreceu o acúmulo de indivíduos mal conformados ou suprimidos, comprometendo a qualidade final da madeira. Além disso, nota-se que o tratamento T, sem desbaste, apresentou o maior volume de madeira para energia ( $141 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ ). Entre os tratamentos com desbaste, os maiores volumes destinados a esse sortimento foram registrados em G16 ( $65 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ ) e G14 ( $46 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ ). Esses valores refletem o efeito das diferentes intensidades de desbaste sobre a alocação da produção de madeira, demonstrando que, mesmo com intervenção,

parte do volume ainda é direcionada a sortimentos de menor valor agregado. Por isso, é fundamental que o impacto dessas intervenções seja avaliado com base nos objetivos específicos do plantio. Barbosa et al. (2025) traz essa importância do conhecimento prévio dos sortimentos a serem utilizados, em um estudo com *Eucalyptus* aos 7 anos de idade, no qual avaliaram o efeito da canalização dos gases de combustão sobre a madeira seca no interior do forno, variando o tempo e a temperatura aplicados.

Em uma visão geral, quanto ao aproveitamento nas diferentes idades dos desbastes (3, 6 e 11 anos), observou-se que o maior aproveitamento por sortimento ocorreu da seguinte forma: aos 3 anos, predominância do sortimento energia em todos os tratamentos (média de 139 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>); aos 6 anos, predominância do sortimento processo nos tratamentos G12 (198 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>) e G14 (186 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>), e de energia e processo nos tratamentos G16 (142 e 158 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>, respectivamente) e T (150 e 156 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>, respectivamente); já aos 11 anos, houve destaque para o sortimento serraria nos tratamentos G12 (236 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>) e G14 (221 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>), e para o sortimento processo nos tratamentos T (272 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>) e G16 (216 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>). As classes de menor valor agregado indicam a possibilidade de antecipação do corte final para 6 ou 11 anos nos tratamentos com desbaste. Aos 6 anos, observou-se uma distribuição equilibrada entre os sortimentos energia e processo; aos 11 anos, predominou o volume direcionado aos sortimentos processo e serraria, o que pode representar uma alternativa produtiva intermediária.

Aos 19 anos na Tabela 10, a distribuição dos volumes mostra que os tratamentos com desbaste priorizam sortimentos de maior valor agregado: serraria e laminação. O G12 se destacou com o maior volume de lâmina (258 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>) seguido por G14 (180 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>) e G16 (117 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>). O tratamento T, embora tenha apresentado o maior volume total (1.131 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>), concentrou sua produção em madeira de menor valor, quando comparado ao G12, como processo e energia, e teve baixo desempenho no sortimento lâmina (32 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>). Esse resultado confirma que a ausência de manejo pode maximizar volume bruto, mas não necessariamente em produtos de alto valor.

Para fins de comparação, Marangon et al. (2017), ao avaliarem a produção e a distribuição diamétrica de *E. grandis* em diferentes idades e espaçamentos, observaram, aos 13 anos, volumes expressivos por sortimento: 5,1 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> para DAP > 30 cm; 244,4 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> para 23–33 cm; 201,6 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> para 16–23 cm; 75,1 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> para 8–16 cm; e 10,4 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> para resíduos (DAP < 8 cm). Já para um estudo (Takenaka et al., 2020) conduzido na Etiópia com *E. globulus*, aos 30 anos de idade, em condições de alta altitude, avaliou

a estrutura da floresta e o volume do tronco, registrando um volume médio de fuste igual a 269,7 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>.

Tabela 10: Volume de madeira (m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>) por sortimento e por tratamentos aos 19 anos de idade do *E. dunnii* em Campo Belo do Sul/SC.

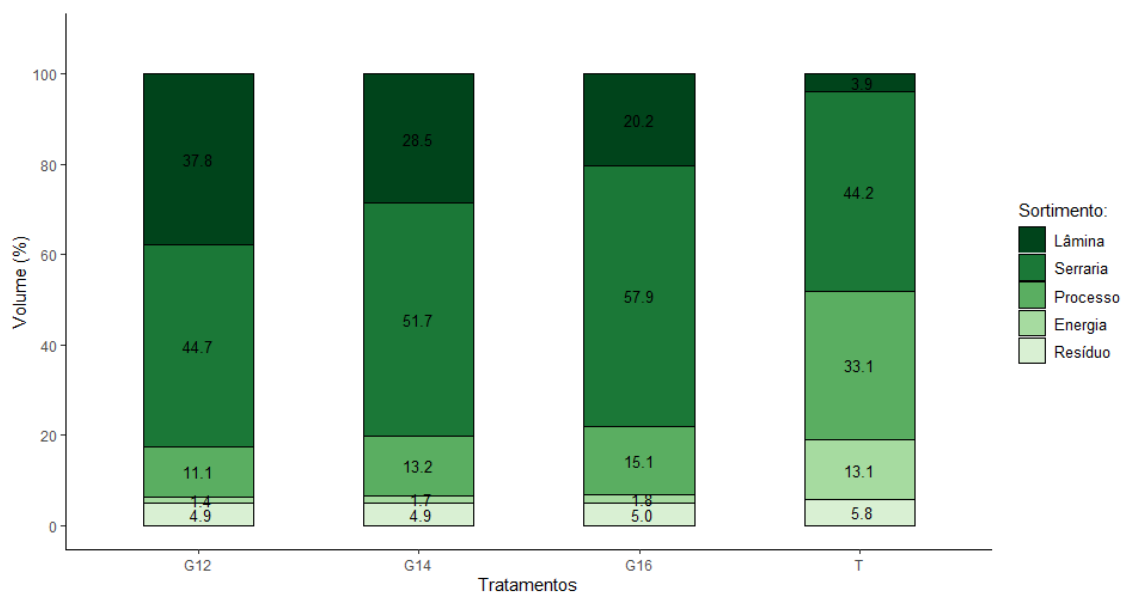
Estrato	Lâmina	Serraria	Processo	Energia	Resíduo	TOTAL
T_	32	522	368	161	14	1.131
G16	117	384	88	21	2	630
G14	180	377	82	24	2	683
G12	258	319	75	20	2	693

G12: Tratamento com área basal remanescente de 12 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>; G14: Tratamento com área basal remanescente de 14 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup>; G16: Tratamento com área basal remanescente de 16 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup>, T: Sem desbaste.

No tratamento T (sem desbaste), aos 19 anos, foram observados os maiores volumes nos sortimentos de resíduo, energia, processo e serraria. No entanto, é fundamental considerar o objetivo do plantio ao interpretar esses resultados. Embora os volumes totais sejam elevados, deve-se ponderar sobre a qualidade da madeira, já que as árvores do tratamento T cresceram sob intenso estresse competitivo por luz, água e nutrientes ao longo do ciclo. Esse fator pode comprometer características importantes para o beneficiamento, como densidade, presença de rachaduras e uniformidade estrutural. Em seguida, os tratamentos com desbaste apresentaram maior volume nos sortimentos de serraria e processo, com destaque para o G16 no sortimento serraria (384 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>) e para o G14 (377 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>) na produção de madeira para laminação. O tratamento G12, por sua vez, apresentou desempenho mais baixo (319 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>).

Na Figura 19 esses valores são apresentados em termos percentuais dentro de cada tratamento. Observa-se que G14 e G16 mantiveram as maiores e mais semelhantes proporções de madeira destinada à serraria, confirmando o potencial desses tratamentos quando o objetivo é a produção voltada a esse sortimento. Já o G12 apresentou percentual equivalente ao tratamento sem desbaste (T) em serraria (44%), mas com diferença marcante nos demais sortimentos, destacando-se na produção de lâmina (38%), contra apenas 4% em T. Além disso, o sortimento processo apresentou proporções semelhantes entre os tratamentos com desbaste, enquanto no tratamento sem desbaste atingiu 33%.

Figura 19: Percentagem de volume por sortimento aos 19 anos para *E. dunnii* em Campo Belo do Sul.



G12: Tratamento com área basal remanescente de 12 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>; G14: Tratamento com área basal remanescente de 14 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup>; G16: Tratamento com área basal remanescente de 16 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup>, T: Sem desbaste.

De forma geral, pode-se afirmar que os tratamentos com desbaste são mais eficazes para a obtenção de produtos de maior valor agregado. A intensidade e a época precoce de condução do desbaste influenciam diretamente a quantidade e época de se obter esses produtos. Embora o tratamento T (sem desbaste) tenha apresentado um volume expressivo para o sortimento serraria, o volume destinado à laminação — que representa um produto de alto valor — foi significativamente inferior, cerca de 77,5% menor. Os resultados do teste de médias confirmam que não há diferenças significativas entre os tratamentos quando analisados isoladamente. No entanto, há diferenças significativas para os fatores idade, bloco e a interação entre tratamento e idade, conforme indicado na Tabela 18 em anexo. Isso demonstra que o efeito do tratamento depende da idade, principalmente nos sortimentos de maior valor agregado, como serraria e laminação.

### 7.5.1 Incremento Média Anual (IMA)

Os resultados observados (Tabela 11) para *E. dunnii* aos 19 anos evidenciam diferenças marcantes entre o tratamento sem desbaste (T) e aqueles submetidos a

desbastes precoces com diferentes áreas basais remanescentes (G12, G14 e G16). O tratamento T apresentou incremento médio anual em volume de  $59,5 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ , valor superior ao registrado nos tratamentos desbastados, que variaram de  $33,2$  a  $36,4 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ . Em contrapartida, os tratamentos submetidos ao desbaste precoce alcançaram maiores incrementos médios anuais em diâmetro e altura, chegando a  $2,3 \text{ cm ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$  e  $2,2 \text{ m ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ , respectivamente, contrastando com os  $1,2 \text{ cm ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$  e  $1,5 \text{ m ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$  observados no tratamento sem desbaste. Esse padrão confirma o comportamento clássico já descrito em diferentes estudos: povoamentos mantidos sem intervenção concentram a produtividade em volume por hectare, mas produzem árvores de menor porte individual, enquanto os desbastes precoces reduzem o volume agregado, porém favorecem maior crescimento em diâmetro e altura das árvores remanescentes (Stape et al., 2006; Forrester et al., 2010).

Tabela 11: Incremento Médio Anual (IMA) das variáveis Diâmetro à Altura do Peito, Altura total e Volume, por tratamento do *E. dunnii* aos 19 anos em Campo Belo do Sul/SC.

Estrato	DAP	Altura	Volume
T	1,2	1,5	59,5
G16	2,1	2,2	33,2
G14	2,2	2,2	36,0
G12	2,3	2,2	36,4

G12: Tratamento com área basal remanescente de  $12 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$ ; G14: Tratamento com área basal remanescente de  $14 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$ ; G16: Tratamento com área basal remanescente de  $16 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$ , T: Sem desbaste. DAP: Diâmetro à Altura do Peito (cm), Altura (m), Volume ( $\text{m}^3 \text{ ha}^{-1}$ )

Na literatura, essa contraposição entre produtividade e crescimento individual está bem documentada. Trabalhos com diferentes espécies de *Eucalyptus* demonstram que o não desbaste é mais indicado quando o objetivo é maximizar a produção de celulose e biomassa, já que o critério principal de rentabilidade é o volume total por unidade de área (Gonçalves et al., 2013). Por outro lado, quando a meta inclui a produção de toras de maior valor - como serraria, postes ou laminação -, a adoção de desbastes e podas precoces se torna uma estratégia válida. Isso porque essas práticas estimulam o incremento diamétrico, antecipam a obtenção de dimensões comerciais e reduzem a incidência de nós e defeitos na madeira, especialmente quando associadas a podas bem planejadas (Medhurst et al., 2001; Downes et al., 2014).

Do ponto de vista econômico, a viabilidade do manejo precoce depende fortemente do mix de produtos e da estrutura de mercado. Estudos mostram que, em cenários de preços dominados pela celulose, o desbaste precoce pode reduzir o valor presente líquido (VPL) e o Valor da Terra (VET), em razão da perda de volume por hectare (Rubilar et al., 2018). Contudo, quando o mercado remunera de forma diferenciada toras de maior diâmetro e melhor qualidade, a combinação de desbaste e poda aumenta significativamente a rentabilidade, mesmo com menor produtividade volumétrica (Forrester & Smith, 2012). Além disso, a diversificação de produtos reduz riscos associados à oscilação de preços, conferindo maior resiliência econômica ao empreendimento florestal (Evans & Turnbull, 2004).

Nesse sentido, os dados deste estudo corroboram a interpretação de que o manejo precoce em *E. dunnii* é uma estratégia tecnicamente fundamentada quando o objetivo é a produção de multiprodutos. Embora o tratamento sem desbaste maximize o incremento médio anual em volume, a adoção de desbastes precoces favorece incrementos individuais superiores em diâmetro e altura, aumentando as possibilidades de obtenção de produtos de maior valor agregado. Portanto, a validade dessa prática está diretamente relacionada ao destino final da madeira. Para fins exclusivos de produção de celulose e biomassa, a manutenção de altas densidades sem desbaste tende a ser mais vantajosa; entretanto, quando a estratégia de manejo busca diversificação e agregação de valor por meio de multiprodutos, o manejo precoce se configura como alternativa promissora.

### **7.5.2 Valores em reais por hectare**

A seguir na tabela Tabela 12 é possível observar os valores em reais resultante dos volumes de madeira retirados nos desbastes aos 3, 6 e 11 anos e ao final do estudo aos 19 anos.

No primeiro desbaste (3 anos), a produção foi limitada e direcionada quase exclusivamente para energia, resultando em receitas pouco expressivas. O tratamento G16 gerou R\$ 1.435,53, enquanto G14 atingiu R\$ 1.470,15. O tratamento G12 apresentou o maior retorno nesse estágio (R\$ 3.028,09), reflexo do maior número de indivíduos e, conseqüentemente, maior volume de biomassa.

Tabela 12: Valores em Reais ha<sup>-1</sup>, por sortimento e por tratamento do *E. dunnii* nas três idades de desbaste (3, 6 e 11) e aos 19 anos.

Estrato	Lâmina	Serraria	Processo	Energia	Resíduo	Total
T_3	0	0	0	0	0	0
G16_3	0	0	0	1.296	139	1.436
G14_3	0	0	0	1.332	138	1.470
G12_3	0	0	0	2.789	239	3.028
T_6	0	0	0	44	4	48
G16_6	0	0	13.103	3.477	132	16.712
G14_6	0	0	16.758	3.001	106	19.865
G12_6	0	2.070	20.848	2.584	86	25.587
T_11	0	0	0	0	0	0
G16_11	0	18.883	31.069	2.107	68	52.126
G14_11	0	18.984	28.686	1.286	39	48.995
G12_11	0	17.245	11.819	634	24	29.723
T_19	18.109	197.805	108.196	8.715	312	333.137
G16_19	65.799	145.416	25.866	1.155	45	238.281
G14_19	100.757	142.960	23.983	1.280	40	269.020
G12_19	144.741	120.793	21.915	1.053	42	288.544

No segundo desbaste (6 anos), os valores apresentaram incremento significativo devido à introdução do sortimento "processo" (indústria de celulose e painéis). O tratamento G12 atingiu R\$ 25.587,06, superando G14 (R\$ 19.865,39) e G16 (R\$ 16.711,98). Esse aumento está diretamente associado ao maior volume de indivíduos aptos a esse destino, conforme já indicado. O T, com apenas R\$ 48,40, mostrou que em plantios não desbastados iniciais a receita é praticamente insignificante.

O terceiro desbaste (11 anos) apresentou maior diversificação dos sortimentos, incluindo serraria, o que aumentou substancialmente a receita. O tratamento G16 gerou R\$ 52.126,45, dos quais R\$ 31.068,64 correspondem a madeira para processo e R\$ 18.883,35 para serraria. O G14 resultou em R\$ 48.995,39, com distribuição equilibrada entre serraria (R\$ 18.417,10) e processo (R\$ 26.453,21). O G12, apesar de inferior (R\$ 29.722,98), ainda manteve destaque relativo à biomassa para energia.

Na idade final (19 anos) concentrou a maior parte da produção econômica, refletindo a maturidade dos povoamentos e a entrada de sortimentos de maior valor agregado, como serraria e lâminas. O tratamento sem desbaste (T) apresentou a maior receita (R\$ 333.137,19), com predominância de madeira para serraria (R\$ 197.805,20) e processo (R\$ 108.195,75), além da contribuição de lâminas (R\$ 18.108,87). Entre os tratamentos desbastados, destacou-se o G12, com R\$ 288.543,78, impulsionado

principalmente pelo sortimento lâminas (R\$ 144.740,97), seguido por G14 (R\$ 269.019,65) e G16 (R\$ 238.280,93).

Estudos recentes reforçam a viabilidade técnica e econômica de rotações mais longas com desbastes programados. Resquin et al. (2024), ao estudarem *E. grandis* no Uruguai até os 20,8 anos de idade, mostraram que desbastes realizados aos 1,5 e 7,3 anos contribuíram para aumentos no volume comercial e produtividade por hectare, sem comprometer as propriedades físicas e mecânicas da madeira. Ainda que o estudo não tenha trazido dados monetários diretos, os autores destacam o potencial dos desbastes em ciclos longos como estratégia eficiente para diferentes objetivos de produção.

Complementando essa visão, Gendvilas et al. (2021), ao avaliarem *E. nitens* na Tasmânia, observaram que desbastes por baixo favoreceram a formação de fustes de maior valor agregado. Apesar de uma leve redução na densidade básica e rigidez da madeira, os ganhos em volume foram suficientes para aumentar a receita potencial. Moulin et al. (2020) também destacam que desbaste alto, ao reduzir a competição entre os indivíduos remanescentes, tendem a favorecer o desenvolvimento das árvores dominantes, o que pode preservar características desejáveis da madeira, como densidade e rigidez — aspectos fundamentais para o beneficiamento industrial.

Em síntese, embora ainda haja escassez de estudos nacionais com dados econômicos completos para rotações de 19 a 20 anos, as evidências reunidas sugerem que os regimes com desbaste, mesmo com menor retorno imediato, tendem a proporcionar maior diversificação nos produtos de maior valor agregado. O desempenho observado no G12 comprova essa lógica: maior intensidade de desbaste associada a um corte final bem planejado pode resultar em produtos de maior valor agregado, desde que haja foco claro nos objetivos de manejo e nas características desejadas da madeira. O tratamento sem desbaste resultou no melhor valor financeiro, sendo, 40% maior que os tratamentos com desbaste, concluindo ser uma opção para multiprodutos com concentração em toras de menor valor agregado.

## 7.6 CONCLUSÃO

Os desbastes aos 3, 6 e 11 anos demonstraram receitas progressivamente mais relevantes. Enquanto no terceiro ano os valores foram modestos, variando entre R\$ 1.435,53 e R\$ 3.028,09 com predominância no sortimento energia, aos 6 anos observaram-se ganhos expressivos, como R\$ 25.587,06 no tratamento G12 com maior valor para processo.

Na idade de 11 anos, a diversificação em sortimentos de maior valor agregado tornou-se evidente, com destaque para o G16, que atingiu R\$ 52.126,45, e o G14, com R\$ 48.995,39, reforçando o papel do manejo precoce na antecipação de receitas.

No corte final, aos 19 anos, os valores totais se elevaram significativamente, alcançando R\$ 333.137,19 no tratamento sem desbaste e chegando a R\$ 288.543,78 no G12. Isso confirma que o desbaste não compromete a produtividade final, mantendo elevada rentabilidade.

Assim, o manejo precoce no eucalipto para multiprodutos mostra-se válido, pois gera fluxo de caixa contínuo, diversifica produtos e preserva a competitividade econômica no ciclo completo.

Todos os tratamentos analisados neste estudo se mostram vantajosos nesse quesito, sendo, sem desbaste com maior captação de produtos diversificado para menor valor agregado e com desbaste, para produtos de maior valor agregado. Diante desses resultados, recomenda-se a realização de uma análise econômica mais aprofundada.

## 7.7 REFERÊNCIAS

BARRETTE, J., ACHIM, A. & AUTY, D. Impact of Intensive Forest Management Practices on Wood Quality from Conifers: Literature Review and Reflection on Future Challenges. **Current Forestry Reports**. v. 9, p. 101–130. 2023.  
<https://doi.org/10.1007/s40725-023-00181-6>

BIANCHI, S.; HUUSKONEN, S.; HYNYNEN, J.; SIIPILEHTO, J.; NIEMISTÖ, P. Tree-level differences in Norway spruce and Scots pine growth after extreme thinning treatments. **Scandinavian Journal of Forest Research**. v. 37, n. 2, p. 109-118. 2022.  
Disponível em:  
<https://www.tandfonline.com/doi/epdf/10.1080/02827581.2022.2045348?needAccess=true>

BIANQUINI, Luana Almeida. **Análise de custo e receita de povoamento de *Eucalyptus grandis* hill ex maiden submetidos a dois regimes de manejo: estudo de caso em propriedade rural na zona da mata mineira**. Monografia. 40 f.  
Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Instituto de Florestas Departamento de Silvicultura. Seropédica/RJ. 2008.

BIANQUINI, Luana Almeida. **Avaliação técnica e econômica de *Eucalyptus grandis* HILL ex. MAIDEN para multiprodutos em pequena propriedade na Zona da Mata Mineira**. 2010. 60p Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais). Instituto de Florestas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2010.

CASTANHO FILHO, E. P. Bases para um Programa Estadual de Florestas. **Florestar Estatístico**, São Paulo, SP, v. 6, n. 14, p. 12-18, jan. 2003.

COELHO, M. C. B.; DE SOUSA, M. V. R.; RODRIGUES, W. M.; DE MENEZES, M. P.; DE MENDONÇA, L. F. T.; BARILLI, J.; LOPES, V. C.; GIONGO, M. MODELOS DE AFILAMENTO E SORTIMENTO DE MADEIRA EM POVOAMENTO FLORESTAL DE CORYMBIA CITRIODORA. **Revista Contemporânea**, [S. l.], v. 3, n. 9, p. 14968–14996, 2023. DOI: 10.56083/RCV3N9-

081. Disponível em:<https://ojs.revistacontemporanea.com/ojs/index.php/home/article/view/1709>. Acesso em: 7 jun. 2025.

DE OLIVEIRA JUNIOR, H. A.; SOARES, T. S.; CRUZ, E. S. Análise econômica de multiprodutos de um povoamento de eucalipto em curta rotação. **Revista Tecnia**, [S. l.], v. 9, n. 2, p. 13, 2025. DOI: 10.56762/tecnica.v9i2.701. Disponível em: <https://periodicos.ifg.edu.br/tecnica/article/view/701>. Acesso em: 9 jun. 2025.

DOWNES, G.; WASHUSEN, R.; WIRTH, A.; EVANS, R. Wood quality of plantation-grown eucalypts in Australia. **Forestry**, v. 87, n. 1, p. 23-54, 2014.

ELIAS VERA, D. et al. Crescimento e forma do eucalipto em função da densidade de plantio. **Ciência Florestal (01039954)**, [s. l.], v. 32, n. 1, p. 504–522, 2022. DOI 10.5902/1980509848402. Disponível em: <https://research.ebsco.com/linkprocessor/plink?id=7ed76366-3884-324b-9ddb-254a7a56ae8c>. Acesso em: 11 jun. 2025.

EVANS, J.; TURNBULL, J. W. **Plantation forestry in the tropics**. 3. ed. Oxford: Oxford University Press, 2004.

FIGUEIREDO FILHO, A.; MACHADO, S. A.; MIRANDA, R. O. V.; RETSLAFF, F. A. S. **Compêndio de equações de volume e afilamento de espécies florestais plantadas e nativas para as regiões geográficas do Brasil**. Curitiba: editado pelos autores. 2014. 306p.

FILLUS, Luis Gustavo et al. Yield and economic feasibility of *Eucalyptus dunnii* stands under different management regimes. **Advances in Forestry Science**, v. 11, n. 2, p. 2191-2199, 2024.

FRANÇA, F. S. Índice Paulista de Potencialidade de Reflorestamento: IPPR. **Florestar Estatístico**, São Paulo, SP, v.11, n. 20, p. 18-27, jun. 2008.

FORRESTER, D. I.; MEDHURST, J. L.; WOOD, M. J.; BEADLE, C. L. Growth and physiological responses to silviculture for producing solid-wood products from *Eucalyptus* plantations: An Australian perspective. **Forest Ecology and Management**, v. 259, n. 9, p. 1819-1835, 2010.

FORRESTER, D. I.; SMITH, R. G. Faster growth of *Eucalyptus grandis* and *Eucalyptus dunnii* in mixed-species stands than monocultures. **Forest Ecology and Management**, v. 286, p. 81-86, 2012.

GENDVILAS, V., DOWNES, G. M., NEYLAND, M., HUNT, M., HARRISON, P. A., JACOBS, A., WILLIAMS, D., & O'REILLY-WAPSTRA, J. Thinning Influences Wood Properties of Plantation-Grown *Eucalyptus nitens* at Three Sites in Tasmania. **Forests**, v. 12, n. 10, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/f12101304>.

GONÇALVES, J. L. M.; ALVARES, C. A.; HIGA, A. R.; SILVA, L. D.; ALFENAS, A. C.; STAHL, J.; FERRAZ, S. F. B.; LIMA, W. P.; BRANCALION, P. H. S.; HUBNER, A.; BOUILLET, V. D.; LACLAU, J. P.; NOUVELLON, Y.; EPRON, D. Integrating genetic and silvicultural strategies to minimize abiotic and biotic constraints in Brazilian eucalypt plantations. **Forest Ecology and Management**, v. 301, p. 6-27, 2013.

HRADETZKY, Joachim. **Analyse und interpretation statistischer abtränger keiten**. Baden: Württemberg Mitteilungen der FVA. p.76. 1976.

HUANG, S., et al. Caracterização do larício Changbai por meio de revestimento. Parte 1: Efeito da densidade do povoamento. **BioResources**. v. 7, n. 2. 2444-2460. 2012. Disponível em: [https://bioresources.cnr.ncsu.edu/wp-content/uploads/2016/06/BioRes\\_07\\_2\\_2444\\_Huang\\_WLDLS\\_Charct\\_Larch\\_Veneering\\_Pt1\\_Stand\\_Density\\_2542.pdf](https://bioresources.cnr.ncsu.edu/wp-content/uploads/2016/06/BioRes_07_2_2444_Huang_WLDLS_Charct_Larch_Veneering_Pt1_Stand_Density_2542.pdf). Acesso em: 11 de junho de 2025.

IBA – INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES. **Relatório IBÁ - 2024**. São Paulo: IBÁ, 2024.

KERR, G.; HAUFE, J. **Thinning practice: a silvicultural guidance**. United Kingdom: Forestry Commission, p. 54, 2011. Disponível em: [https://cdn.forestresearch.gov.uk/2011/01/silviculture\\_thinning\\_guide\\_v1\\_jan2011.pdf](https://cdn.forestresearch.gov.uk/2011/01/silviculture_thinning_guide_v1_jan2011.pdf)

MARANGON, G. P.; COSTA, E. A.; ZIMMERMANN, A. P. L.; SCHNEIDER, P. R.; SILVA, E. A. Dinâmica da distribuição diamétrica e produção de eucalipto em diferentes idades e espaçamentos. **Ciências Agrárias**. v. 60, n. 1, p. 33. 2017.

MEDHURST, J. L.; BEADLE, C. L.; NEILSEN, W. A.; BORRALHO, N. M. G. Early-age and later-age thinning affects growth, dominance, and intraspecific competition in *Eucalyptus nitens* plantations. **Canadian Journal of Forest Research**, v. 31, p. 187-197, 2001.

MENDONÇA, A. R. D., CALEGARIO, N., SILVA, G. F. D., SOUZA, A. L. D., TRUGILHO, P. F., CARVALHO, S. P. C., & POSSATO, E. L. Modelagem da produção de sortimentos em povoamentos de eucalipto. **Cerne**, v. 20, p. 587-594, 2014.

MENDONÇA, A. R. de; SILVA, G. F. da; ARCE, J. E.; MAESTRI, R. Avaliação de um sistema para otimização do sortimento de *Eucalyptus* sp. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 18, n. 2, p. 241-249, abr./jun. 2008. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/cienciaflorestal/article/view/461>.

MOULIN, J. C.; SILVA, S.R.; NUTTO, L.; VIDAURRE, G. B. **Influência do espaçamento de plantio nas propriedades da madeira de eucalipto**. In: Vidaurre GB, Silva JGM, Moulin JC, Carneiro ACO, organizators. Qualidade da madeira de eucalipto proveniente de plantações no Brasil. Vitória: EDUFES, 221p.2020.

MÜLLER, I.; FINGER, C. A. G.; SCHNEIDER, P. R. Forma de tronco e sortimentos de madeira de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden., na região sudeste do estado do Rio Grande do Sul. **Ciência Florestal**, [S. l.], v. 15, n. 3, p. 293–305, 2005. DOI: 10.5902/198050981867. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/cienciaflorestal/article/view/1867>. Acesso em: 14 jun. 2025.

OLIVEIRA, Edilson Batista de; PINTO JUNIOR, José Elidney. **O eucalipto e a Embrapa: quatro décadas de pesquisa e desenvolvimento**. Brasília: Embrapa. p. 1160. 2021.

RESQUIN, F.; BAEZ, K.; de FREITAS, S.; PASSARELLA, D.; Coelho-Duarte, A.P.; RACHID-CASNATI, C. Impact of Thinning on the Yield and Quality of *Eucalyptus grandis* Wood at Harvest Time in Uruguay. **Forests**. v.15. 2024.

ROCHA, Q. S. **Manejo de eucalipto submetido a diferentes espaçamentos e pesos de desbastes visando multiprodutos**. 88 f. Dissertação (Mestrado em Ciências

Florestais) - Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Agrárias e Engenharias. Jerônimo Monteiro/ES. 2021.

RUBILAR, R. A.; PEREZ, V.; BORDEU, S.; SAN MARTÍN, J.; SILVA, C.; ESPINOZA, S. *Eucalyptus* growth and productivity in Chile. **Bosque**, v. 39, n. 1, p. 5-15, 2018.

RUFINO, R. F.; MIGUEL, E.; SANTOS, G.; SANTOS, T. E.; SOUZA, F. Ajuste de modelos hipsométricos para um povoamento de eucaliptos conduzido sobre o sistema de rebrota. **ENCICLOPEDIA BIOSFERA**. v. 6, n. 10, 2010. Disponível em: <https://www.conhecer.org.br/ojs/index.php/biosfera/article/view/4620>. Acesso em: 5 jan. 2025.

SANTOS, M. de C. **Modelagem de afilamento do fuste de eucalipto por classe de diâmetro**. Monografia. 29 f. Instituto de Florestas da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Seropédica, RJ. 2017.

SCHÖEPFER, W. Automatisierung des massen, Sorten und Wertberechnung stenender Waldbestände Schriftenreihe Bad. [S.1]: Wurt-Forstl., 1966. n.p.

SILVA, R. F.; MONTES, D. P.; SILVA, G. F.; BINOTI, M. L. da S. Conversão otimizada de um povoamento de eucalipto em multiprodutos da madeira. **Revista Tecnologia & Cultura**. Rio de Janeiro n. 27, p. 33-41. 2016.

SOARES, Thelma Shirlen. **Avaliação e otimização do uso de multiprodutos em povoamentos de eucalipto. 2023**. 84 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2023. Disponível em: <https://poscienciaflorestal.ufv.br/wp-content/uploads/2023/05/THELMA-SHIRLEN-SOARES.pdf>.

SOARES, T. S., CARVALHO, R. M. M. A., & VALE, A. B. D. Avaliação econômica de um povoamento de *Eucalyptus grandis* destinado a multiprodutos. **Revista Árvore**, n. 27, p. 689-694. 2003.

SPONHOLZ, Isaac Kiszka; DE OLIVEIRA FILHO, Paulo Costa; DE OLIVEIRA, Edilson Batista. Espacialização da produção florestal por sortimento de madeira. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v. 33, n. 76, p. 369-378, out./dez. 2013.

STAPE, J. L.; BINKLEY, D.; RYAN, M. G. Production and carbon allocation in a clonal *Eucalyptus* plantation with water and nutrient manipulations. **Forest Ecology and Management**, v. 236, p. 208-217, 2006.

TAKENAKA, K.; ABEBE, B.; TABUCHI, R. Estimation of the Stem Volume of 30-year-old *Eucalyptus globulus* in the Northern Ethiopian Highlands. **Japan Agricultural Research Quarterly: JARQ**, v. 54, n. 2, p. 185-191, 2020.

TREVISAN, R.; HASELEIN, C. R.; SANTINI, E. J.; SCHNEIDER, P. R.; MENEZES, L. F. de. Efeito da intensidade de desbaste nas características dendrométricas e tecnológicas da madeira de *Eucalyptus grandis*. **Ciência Florestal**, [S. l.], v. 17, n. 4, p. 377–387, 2007. DOI: 10.5902/198050981969. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/cienciaflorestal/article/view/1969>. Acesso em: 9 jun. 2025.

VITALE, Vinicius; MIRANDA, G. de M. Análise comparativa da viabilidade econômica de plantios de *Pinus taeda* e *Eucalyptus dunnii* na região centro-sul do Paraná. **Revista Floresta**, v. 40, n. 3, p. 469-476, 2010.

WAGLE, Bishnu Hari et al. Long-term influence of commercial thinning on stand structure and yield with/without pre-commercial thinning of spruce-fir in northern Maine, USA. **Forest Ecology and Management**, v. 522, p. 120453, 2022.

## ANEXO 1

Tabela 13: Estatísticas das equações ajustadas para relação hipsométrica de *E. dunnii* na região de Campo Belo do Sul/SC.

M1-Curtis $\ln(h)=B_0+B_1*(1/d)$					M2-Henriksen $h=B_0+B_1*\ln(d)$					M3-Stoffels $\ln(h)=B_0+B_1*\ln(d)$				
-	Estimador	Erro padrão	Estatística	Valor-p	-	Estimador	Erro padrão	Estatística	Valor-p	-	Estimador	Erro padrão	Estatística	Valor-p
(Intercept)	3,996	0,021	185,928	0,000*	(Intercept)	-33,498	2,310	-14,502	0,000*	(Intercept)	0,983	0,081	12,174	0,000*
I(1/d)	-13,658	0,395	-34,563	0,000*	I(log(d))	19,590	0,619	31,639	0,000*	log(d)	0,725	0,022	33,470	0,000*
G14	-0,007	0,021	-0,348	0,728	G14	-0,068	0,602	-0,112	0,911	G14	0,005	0,021	0,248	0,805
G16	0,004	0,021	0,178	0,859	G16	0,607	0,605	1,002	0,317	G16	0,033	0,021	1,553	0,121
T	-0,008	0,021	-0,383	0,702	T	1,756	0,662	2,653	0,0083*	T	0,074	0,023	3,180	0,0016*
Idade17	0,037	0,020	1,821	0,0695*	Idade17	1,213	0,600	2,020	0,0441*	Idade17	0,017	0,021	0,830	0,407
Idade18	0,059	0,018	3,215	0,0014*	Idade18	1,932	0,543	3,558	0,0004*	Idade18	0,042	0,019	2,210	0,0278*
Idade19	0,071	0,018	3,948	0,0001*	Idade19	2,409	0,531	4,536	0,000*	Idade19	0,050	0,019	2,714	0,0070*
R <sup>2</sup> ajus				0,8443					0,8236					0,78
SyX (%)				9,7					10					11,1

Tabela 14: Estatísticas descritivas de cada variável analisada neste trabalho.

Tratamento	D				h				g				v				Idade (anos)
	média	Mediana	desv	CV	média	Mediana	desv	CV	média	Mediana	desv	CV	média	Mediana	desv	CV	
G12	16,5	16,0	2,9	17,6	20,8	20,5	2,1	10,3	0,0221	0,0201	0,0076	34,5	0,2216	0,1925	0,0980	44,2	4
G14	15,4	15,0	2,7	17,6	20,0	19,7	2,1	10,3	0,0192	0,0177	0,0066	34,5	0,1856	0,1626	0,0821	44,2	4
G16	14,1	14,0	3,2	22,9	18,9	19,0	2,6	13,5	0,0164	0,0154	0,0073	44,4	0,1527	0,1366	0,0865	56,6	4
T	12,4	13,0	3,9	31,5	17,5	18,2	3,3	19,0	0,0133	0,0133	0,0078	58,2	0,1205	0,1128	0,0868	72,0	4
G12	25,8	25,2	4,8	18,4	27,0	26,7	2,9	10,8	0,0541	0,0499	0,0200	37,0	0,7081	0,6220	0,3422	48,3	8
G14	24,1	23,6	4,4	18,3	25,9	25,7	2,8	10,7	0,0472	0,0436	0,0172	36,4	0,5940	0,5220	0,2798	47,1	8
G16	21,9	21,4	5,0	22,7	24,5	24,3	3,2	13,3	0,0397	0,0360	0,0179	45,1	0,4802	0,4082	0,2802	58,3	8
T	16,1	15,3	6,2	38,6	20,2	20,0	4,7	23,1	0,0233	0,0184	0,0168	72,2	0,2543	0,1718	0,2294	90,2	8
G12	35,5	35,2	5,0	14,0	33,8	33,4	3,6	10,6	0,1008	0,0971	0,0285	28,3	1,6324	1,6093	0,6223	38,1	12
G14	34,0	33,7	4,2	12,3	33,0	32,5	3,4	10,4	0,0923	0,0890	0,0226	24,5	1,4552	1,4161	0,4972	34,2	12
G16	32,1	32,3	4,7	14,5	32,1	31,1	4,0	12,3	0,0824	0,0819	0,0239	29,0	1,2728	1,2012	0,5095	40,0	12
T	18,7	16,8	8,0	43,0	22,6	22,2	6,7	29,7	0,0324	0,0221	0,0259	79,9	0,4185	0,2339	0,4223	100,9	12
G12	42,1	42,5	7,0	16,6	41,3	41,3	2,4	5,9	0,1428	0,1419	0,0468	32,8	2,8025	2,7124	1,0672	38,1	18
G14	40,5	41,4	5,1	12,7	40,6	40,8	2,0	4,9	0,1310	0,1346	0,0321	24,5	2,5119	2,5337	0,7193	28,6	18
G16	38,8	37,6	4,9	12,8	40,4	40,3	1,9	4,7	0,1199	0,1110	0,0319	26,7	2,2893	2,0951	0,7296	31,9	18
T	22,0	20,2	9,1	41,5	28,5	29,1	8,3	29,2	0,0447	0,0320	0,0350	78,3	0,7172	0,4339	0,6914	96,4	18

G12: Área basal remanescente de 12 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup>, G14: Área basal remanescente de 14 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup>, G16: Área basal remanescente de 16 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup>, T: Sem desbaste, d: Diâmetro à Altura

do Peito, h: Altura, g: área transversal (m<sup>2</sup>), v: Volume individual (m<sup>3</sup>), desv: Desvio padrão, CV: Coeficiente De variação.

Tabela 15: Volume (V) e área basal (G) por hectare de cada ano que se realizou as coletas de dados a campo de *E. dunnii*.

Tratamento	Desbaste	Idade (anos)	G (m <sup>2</sup> /ha)	V (m <sup>2</sup> /ha)
G12	A	3	20,5	175,0
G14	A	3	18,2	155,1
G16	A	3	20,0	166,5
T	A	3	19,9	168,2
G12	D	3	12,2	110,3
G14	D	3	14,0	123,1
G16	D	3	15,8	135,1
T	D	3	19,9	168,2
G12	N	4	17,4	175,7
G14	N	4	19,6	190,5
G16	N	4	21,2	199,5
T	N	4	24,1	219,0
G12	N	5	20,5	217,1
G14	N	5	22,3	225,9
G16	N	5	23,9	234,1
T	N	5	26,8	252,6
G12	A	6	26,8	308,2
G14	A	6	29,0	319,8
G16	A	6	30,8	327,6
T	A	6	32,8	336,3
G12	D	6	14,9	175,8
G14	D	6	17,5	198,4
G16	D	6	19,0	208,7
T	D	6	32,6	335,2
G12	N	7	18,8	237,2
G14	N	7	22,2	269,9
G16	N	7	23,1	270,8
T	N	7	36,3	387,7
G12	N	10	26,1	369,4
G14	N	10	31,8	430,8
G16	N	10	32,7	426,2
T	N	10	44,9	520,5
G12	A	11	28,7	417,5
G14	A	11	34,7	482,1
G16	A	11	35,5	473,8
T	A	11	47,1	558,8
G12	D	11	21,2	315,9
G14	D	11	21,1	303,3
G16	D	11	19,3	269,9
T	D	11	47,1	558,8

G12	N	12	23,4	359,2
G14	N	12	23,5	349,0
G16	N	12	20,3	293,3
T	N	12	49,7	605,8
G12	N	14	28,0	501,4
G14	N	14	28,6	501,4
G16	N	14	24,8	430,7
T	N	14	55,2	796,0
G12	N	17	31,1	594,5
G14	N	17	33,3	621,6
G16	N	17	28,7	532,3
T	N	17	63,3	984,8
G12	N	18	32,2	631,8
G14	N	18	34,2	656,2
G16	N	18	29,8	569,8
T	N	18	64,8	1037,4
G12	N	19	34,5	692,5
G14	N	19	34,8	683,4
G16	N	19	32,2	630,3
T	N	19	68,4	1130,7

G12: Tratamento com área basal remanescente de 12 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup>; G14: Tratamento com área basal remanescente de 14 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup>; G16: Tratamento com área basal remanescente de 16 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup>, T: Sem desbaste.  
A: antes do desbaste, D: depois do desbaste, N: Não teve desbaste.

Tabela 16: Número de árvores antes e depois de cada desbaste realizado e suas transformações para hectare.

Tratamento	Idade	Narv_antes (n)	Narv_depois (n)	Nº arv retiradas (n)	Narv_antes (arv/ha)	Narv_depois (arv/ha)	Nº arv retiradas (arv/ha)
G12	3	50	21	29	1802	757	1045
G14		43	27	16	1550	973	577
G16		52	35	17	1874	1261	613
T		50	50	0	1802	1802	0
G12	6	21	10	11	757	360	396
G14		27	14	13	973	505	468
G16		34	18	16	1225	649	577
T		46	45	1	1658	1622	36
G12	11	10	7	3	360	252	108
G14		14	7	7	505	252	252
G16		17	8	9	613	288	324
T		45	45	0	1622	1622	0

Tabela 17: Volume retirado nos desbastes por idade e por tratamento do *E. dunnii*.

Estrato	Idade	Lâmina	Serraria	Processo	Energia	Resíduo
G12	3	0	0	0	51,96	15,14
G14	3	0	0	0	24,65	8,55
G16	3	0	0	0	23,78	8,76
T	3	0	0	0	0,00	0,00
G12	6	0	5,73	73,76	51,29	10,54
G14	6	0	0,00	58,95	60,45	10,16
G16	6	0	0,00	46,12	68,62	12,16
T	6	0	0,00	0,00	0,64	0,48
G12	11	0	47,2	44,9	10,4	6,1
G14	11	0	57,0	98,9	24,2	10,8
G16	11	0	54,9	110,9	38,5	13,4
T	11	0	0,0	0,0	0,0	0,0

Tabela 18: ANOVA para o sortimento serraria e lâmina de *E. dunnii* da região de Campo Belo do Sul.

Sortimento	ANOVA	Pr > Fc
Serraria	Bloco	0,02833 *
	Tratamento	0,57359
	Idade	0 *
	Trat*Idade	0,00001 *
	Resíduo	-
Lâmina	Bloco	0,2572 *
	Tratamento	0,0558
	Idade	0 *
	Trat*Idade	0,0366*
	Resíduo	-

Trat\*Idade: Interação tratamento e idade; Pr>Fc: Valor de p (p-value): probabilidade de o efeito ser ao acaso; \*: Diferença significativa à 5%.