

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE MINAS  
GERAIS – *CAMPUS* SÃO JOÃO EVANGELISTA  
BACHARELADO EM ENGENHARIA FLORESTAL

Paulo Sergio Soares Lima

**INFLUÊNCIA DOS MÉTODOS DE DESBROTA NO CRESCIMENTO DO  
EUCALIPTO**

São João Evangelista

2026

PAULO SERGIO SOARES LIMA

**INFLUÊNCIA DOS MÉTODOS DE DESBROTA NO CRESCIMENTO DO  
EUCALIPTO**

Trabalho de conclusão de curso, apresentado ao Curso Bacharelado em Engenharia Florestal do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Minas Gerais – *Campus* São João Evangelista para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Florestal.  
Orientador: Dr. Ivan da Costa Ilhéu Fontan

São João Evangelista

2026

---

L732i    Lima, Paulo Sergio Soares.  
          Influência dos métodos de desbrota no crescimento do eucalipto /  
          Paulo Sergio Soares Lima– 2026.  
          25f.: il.

          Orientador: Dr. Ivan da Costa Ilhéu Fontan.  
          Trabalho de Conclusão de Curso (bacharelado em Engenharia  
          Florestal) – Instituto Federal Minas Gerais. *Campus* São João  
          Evangelista, 2026.

          1. Eucalyptus. 2. Desbrota precoce. 3. Praticas silviculturais. 4.  
          Talhadia. I. Lima, Paulo Sergio Soares. II. Instituto Federal de Minas  
          Gerais *Campus* SJE. IV. Título.

CDD 634.973

---

Catálogo: Esther Soares Cunha - CRB-6/4333

Paulo Sergio Soares Lima

## **INFLUÊNCIA DOS MÉTODOS DE DESBROTA NO CRESCIMENTO DO EUCALIPTO**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Minas Gerais - *Campus* São João Evangelista para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Florestal.

Aprovado em 05 / 02 /2026 pela banca examinadora:



Documento assinado digitalmente  
**IVAN DA COSTA ILHEU FONTAN**  
Data: 05/02/2026 21:22:02-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

Prof. Dr. Ivan da Costa Ilhéu Fontan – IFMG (Orientador)



Documento assinado digitalmente  
**BRUNO OLIVEIRA LAFETA**  
Data: 05/02/2026 21:36:51-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

Prof. Dr. Bruno Oliveira Lafetá- IFMG



Documento assinado digitalmente  
**BRENNER GONCALVES NUNES CARVALHO**  
Data: 07/02/2026 19:19:21-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

Eng. Florestal Brenner Gonçalves Nunes Carvalho – Eldorado Brasil

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço, primeiramente, à minha família, que sempre esteve ao meu lado em todos os momentos dessa caminhada. Em especial, à minha mãe, Eva Aparecida Alves Soares, pelo amor incondicional, pelos ensinamentos e pelo apoio constante; ao meu irmão, Júlio Cesar Soares Lima, pelo incentivo e companheirismo; e à minha companheira, Patrícia Tayane Alves Rodrigues, pela paciência, compreensão, apoio diário e por acreditar em mim mesmo nos momentos mais desafiadores.

Expresso minha profunda gratidão ao meu orientador, Prof. Dr. Ivan da Costa Ilhéu Fontan, pela confiança depositada, pela orientação técnica, pelos ensinamentos compartilhados e pela disponibilidade ao longo de todo o desenvolvimento deste trabalho, contribuindo de forma decisiva para minha formação acadêmica e profissional.

Agradeço ao Prof. Dr. Bruno Oliveira Lafetá, pelas contribuições acadêmicas e pelos ensinamentos transmitidos ao longo da graduação.

Registro meu agradecimento ao Brenner Gonçalves Nunes Carvalho, pela colaboração, apoio técnico e pelos conhecimentos compartilhados.

Agradeço também ao Adair Aparecido da Silva, pelo apoio, incentivo e contribuição ao longo dessa trajetória.

Estendo meus sinceros agradecimentos a todos os professores e a todos os servidores do IFMG, pela dedicação, profissionalismo e compromisso com a formação acadêmica, técnica e humana dos estudantes, sendo fundamentais para a construção do conhecimento e para o desenvolvimento desta etapa tão importante da minha vida.

Por fim, agradeço aos colegas da turma 211, pela convivência, pelas trocas de experiências, pelo apoio mútuo e pelos momentos compartilhados ao longo da graduação e por toda ajuda.

## RESUMO

O manejo da brotação em povoamentos de eucalipto conduzidos em regime de talhadia é determinante para o crescimento e produtividade dos fustes comerciais. Nesse contexto, a condução precoce da brotação destaca-se como uma prática capaz de otimizar o aproveitamento dos recursos de crescimento pelas plantas remanescentes. O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência da condução precoce da brotação em cepas de eucalipto sobre o crescimento do broto dominante (fuste comercial), em comparação com a condução tardia tradicional, após o quarto ano de crescimento, em um povoamento manejado em regime de talhadia no Instituto Federal de Minas Gerais (IFMG), Campus São João Evangelista. O estudo foi conduzido em um povoamento seminal de um híbrido de *Eucalyptus grandis* × *Eucalyptus urophylla*, implantado em sistema silvipastoril, composto por quatro renques de linhas triplas de eucalipto, no espaçamento de 3 × 2 m dentro dos renques e 30 m entre renques. O experimento foi estabelecido em delineamento em blocos casualizados (DBC), com quatro blocos e dois tratamentos: T1 – condução precoce da brotação com cavadeira manual; e T2 – condução tardia da brotação com foice. As avaliações de crescimento foram realizadas aos 58 meses de idade, por meio das variáveis altura total (H), diâmetro à altura do peito (DAP), relação altura/diâmetro (H/DAP), área basal por hectare (BHA), volume médio individual (VMI) e volume por hectare (VHA). Os dados foram submetidos à análise de variância e ao teste de médias (teste F e teste de Tukey, a 5% de significância), com auxílio de planilhas eletrônicas e do software R. Os resultados encontrados evidenciaram que, aos 58 meses de idade, as variáveis altura total (H) e relação altura/diâmetro (H/DAP) foram estatisticamente superiores nas plantas manejadas por meio da desbrota precoce. As análises estatísticas aplicadas às demais variáveis (diâmetro à altura de 1,3 m do solo, área basal por hectare, volume médio individual e volume por hectare) indicaram não haver diferenças significativas entre os tratamentos. Apesar disso, a constância dos ganhos percentuais observados na desbrota precoce em relação à desbrota tardia caracteriza um padrão silvicultural tecnicamente relevante, indicando que a antecipação da remoção dos brotos excedentes exerce efeito positivo sobre o crescimento dos fustes dominantes, com destaque para o incremento de 9,4% na área basal por hectare e de 9,0% no volume por hectare. Esses resultados representam uma contribuição técnica relevante ao demonstrar que a antecipação da remoção dos brotos excedentes estabelece um padrão silvicultural favorável ao crescimento dos fustes dominantes em povoamentos conduzidos por talhadia.

**Palavras-chave:** *Eucalyptus*. Desbrota precoce. Práticas Silviculturais. Talhadia.

## ABSTRACT

Sprouting management in eucalyptus stands under coppice control is crucial for the growth and productivity of commercial trunks. In this context, early sprouting management stands out as a practice capable of optimizing the use of growth resources by the remaining plants. The objective of this work was to evaluate the influence of early sprouting management in eucalyptus stumps on the growth of the dominant shoot (commercial trunk), compared to the traditional late management, after the fourth year of growth, in a stand managed under coppice control at the Federal Institute of Minas Gerais (IFMG), São João Evangelista Campus. The study was conducted in a seedbed of a *Eucalyptus grandis* × *Eucalyptus urophylla* hybrid, established in a silvopastoral system, consisting of four rows of triple eucalyptus trees, spaced 3 × 2 m within the rows and 30 m between rows. The experiment was established in a randomized complete block design (RCBD), with four blocks and two treatments: T1 – early sprouting management with a manual digger; and T2 – late sprouting management with a sickle. Growth assessments were performed at 58 months of age, using the variables total height (H), diameter at breast height (DBH), height/diameter ratio (H/DBH), basal area per hectare (BAH), average individual volume (AIV), and volume per hectare (VHA). The data were subjected to analysis of variance and mean comparison tests (F-test and Tukey's test, at 5% significance), using spreadsheets and the R software. The results showed that, at 58 months of age, the variables total height (H) and height/diameter ratio (H/DBH) were statistically superior in plants managed through early pruning. Statistical analyses applied to the other variables (diameter at 1.3 m from the ground, basal area per hectare, average individual volume, and volume per hectare) indicated no significant differences between treatments. Despite this, the consistency of the percentage gains observed in early pruning compared to late pruning characterizes a technically relevant silvicultural pattern, indicating that the early removal of excess shoots has a positive effect on the growth of dominant stems, highlighting the 9.4% increase in basal area per hectare and the 9.0% increase in volume per hectare. These results represent a relevant technical contribution by demonstrating that anticipating the removal of excess shoots establishes a silvicultural pattern favorable to the growth of dominant stems in stands managed by coppicing.

**Keywords:** *Eucalyptus*. Early pruning. Silvicultural practices. Coppice management.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Representação das renques e espaçamentos na área experimental. ....	13
Figura 2 – Croqui da área experimental .....	14
Figura 3 – Observação visual da densidade da copa de plantas submetidas à desbrota precoce (A) e desbrota tardia (B), aos 18 meses de idade. ....	17

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Resumo das análises de variância das variáveis experimentais.....	16
Tabela 2 – Valores médios e percentual de superioridade das variáveis dendrométricas .....	18

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>10</b>
<b>2. MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>13</b>
<b>3. RESULTADOS E DISCUSSÕES .....</b>	<b>16</b>
<b>4. CONCLUSÕES.....</b>	<b>20</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>21</b>

## 1. INTRODUÇÃO

O manejo florestal sustentável de plantações de *Eucalyptus* constitui elemento estratégico para a consolidação de sistemas produtivos capazes de conciliar eficiência econômica, racionalização de custos e uso responsável dos recursos naturais. No Brasil, a eucaliptocultura ocupa posição de destaque no setor florestal, sendo responsável pelo suprimento de matéria-prima renovável para cadeias industriais como papel e celulose, siderurgia a carvão vegetal, painéis de madeira e geração de energia, além de desempenhar papel relevante na mitigação da pressão sobre florestas nativas (FAO, 2023; IBÁ, 2025).

A elevada produtividade dos plantios brasileiros de eucalipto é resultado da interação entre condições edafoclimáticas favoráveis, avanços no melhoramento genético e adoção de práticas silviculturais intensivas e tecnicamente fundamentadas (GONÇALVES *et al.*, 2013; SANTANA; FONTAN; OLIVEIRA, 2014). Tradicionalmente, a formação desses povoamentos ocorre por meio do sistema de alto fuste, caracterizado pelo plantio de mudas. Contudo, em cenários de busca por maior eficiência econômica e redução de custos silviculturais, o manejo por talhadia tem se consolidado como alternativa viável, sobretudo por permitir a regeneração do povoamento a partir da brotação de cepas após o corte raso, reduzindo despesas com preparo de solo, produção de mudas e implantação do novo ciclo florestal (STAPE, 1997; GUEDES *et al.*, 2011; LIMA; GONÇALVES; GONÇALVES, 2018).

Do ponto de vista econômico, o manejo por talhadia tem demonstrado elevada atratividade, mesmo em situações em que a produtividade volumétrica é inferior à observada em povoamentos conduzidos por alto fuste. Estudos indicam que a redução nos custos silviculturais pode atingir valores superiores a 40%, compensando eventuais perdas produtivas (SANTANA *et al.*, 2014; FERRAZ FILHO; SCOLFORO; MOLA-YUDEGO, 2014). Análises recentes envolvendo empresas do setor florestal brasileiro apontam reduções médias de até 48% nos custos de produção de madeira em sistemas de talhadia, reforçando a relevância econômica desse regime de manejo (SANTOS *et al.*, 2023).

Diversos fatores influenciam a produtividade em povoamentos conduzidos por talhadia, os quais variam conforme as condições edafoclimáticas, o material genético, o histórico de manejo e as limitações técnicas de cada empreendimento florestal (GONÇALVES *et al.*, 2014; SILVA *et al.*, 2020). Do ponto de vista técnico-silvicultural, destaque deve ser dado à atividade de seleção do broto dominante e eliminação dos demais brotos, denominada comumente de condução da brotação ou simplesmente desbrota.

Após a colheita, as cepas emitem múltiplos brotos originados de gemas epicórmicas e adventícias, que passam a competir por luz, água e nutrientes (REIS; REIS, 1997; LITTLE; GARDNER, 2003). A permanência dessa competição, sem controle adequado, pode comprometer o crescimento, a forma do fuste e a estabilidade mecânica das árvores, resultando em redução da produtividade e da qualidade do produto final (ANDRADE *et al.*, 1997; KLEIN *et al.*, 1997; BENEDITO; FREITAS, 2022).

Tradicionalmente, a condução da brotação (desbrota), é realizada quando os brotos atingem maior desenvolvimento, geralmente em idades superiores a 12 meses após a colheita, utilizando ferramentas manuais (como foice e machado) ou equipamentos semimecanizados (como motosserras e roçadeiras). Todavia, a execução tardia dessa operação permite que a competição intra-cepa atue por período prolongado, podendo retardar intervenções subsequentes, elevar o esforço operacional e comprometer o potencial de crescimento inicial do broto dominante (CARVALHO, 2023; GONÇALVES *et al.*, 2014).

Diante dessas limitações, empresas florestais têm avaliado, nas últimas décadas, uma alternativa denominada condução precoce da brotação (desbrota precoce), que consiste na remoção antecipada dos brotos indesejáveis quando estes ainda apresentam pequeno porte, geralmente entre 3 e 4 meses após a colheita, por meio da retirada dos brotos juntamente com porções da casca das cepas utilizando cavadeira reta do tipo alavanca (ARBEX; SILVA, 2015; SOUZA, 2016; CARVALHO, 2023). Essa abordagem visa reduzir precocemente a competição, facilitar a execução operacional da atividade e potencializar o crescimento do fuste comercial, além de reduzir a emissão de brotações secundárias após a desbrota.

Apesar dos potenciais benefícios operacionais e silviculturais associados à desbrota precoce, ainda são escassos os estudos científicos independentes que avaliem seus efeitos sobre o crescimento e a produtividade do eucalipto em avaliações de médio e longo prazo. Grande parte das informações disponíveis encontra-se restrita a relatórios técnicos e experimentos conduzidos por empresas florestais, o que limita a generalização dos resultados e reforça a necessidade de estudos experimentais independentes (ARBEX; SILVA, 2015; ARAÚJO, 2019; CARVALHO, 2023).

Assim, destaca-se que o ineditismo deste estudo reside na avaliação independente, em condições operacionais reais, dos efeitos da desbrota precoce sobre o crescimento do eucalipto manejado por talhadia. Partiu-se da hipótese de que na comparação com a desbrota convencional tardia, a remoção antecipada das brotações excedentes (desbrota precoce) promove maior crescimento do broto dominante selecionado para constituir o fuste comercial a ser explorado no próximo evento de colheita do povoamento.

Diante desse contexto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a influência dos métodos de condução da brotação (desbrota precoce e desbrota tardia) sobre o crescimento do broto dominante (fuste comercial) em um povoamento de *Eucalyptus urophylla* × *Eucalyptus grandis* manejado em regime de talhadia no Instituto Federal de Minas Gerais, *Campus* São João Evangelista. A avaliação foi realizada aos 58 meses de idade buscando gerar informações técnicas consistentes que contribuam para o aprimoramento do manejo silvicultural da talhadia e subsidiem decisões mais eficientes do ponto de vista produtivo e econômico.

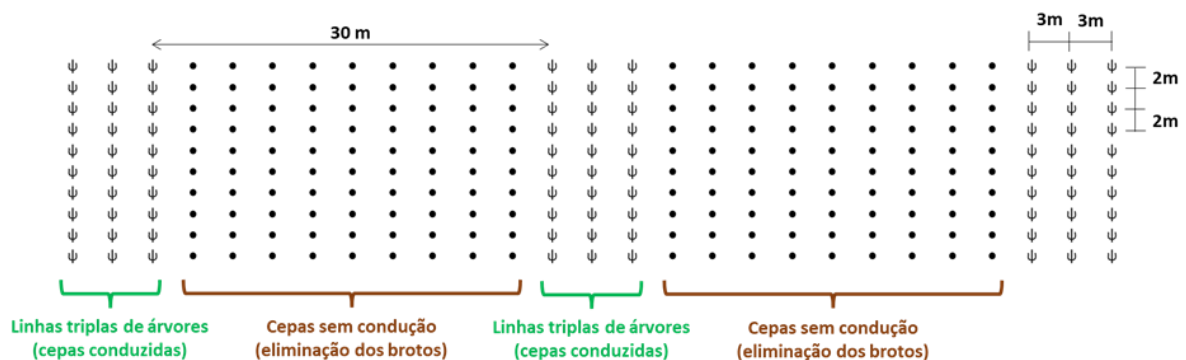
## 2. MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho refere-se à avaliação do quarto ano consecutivo em uma área de condução de brotação de eucalipto localizada no Instituto Federal de Minas Gerais, *Campus* São João Evangelista – MG (IFMG-SJE, coordenadas WGS84: 18°33'23" Sul, 42°45'40" Oeste; Altitude: 780 m). O clima é do tipo Cwa (temperado chuvoso-mesotérmico) pela classificação do sistema internacional de Köppen, com verão chuvoso e inverno seco. As médias anuais de temperatura e precipitação em São João Evangelista são de 21.2 °C e 1.000 mm, respectivamente (CLIMATE.DATA.ORG, 2026). Com o solo da área experimental é predominantemente um Latossolo Vermelho (SANTOS *et al.*, 2018).

A área de estudo apresenta cerca de 1,8 hectares e refere-se à condução das brotações de um plantio seminal de um híbrido “urograndis” (*Eucalyptus urophylla* x *E. grandis*) originalmente estabelecido no espaçamento de 3 m entre linhas e 2 m entre plantas, cuja colheita ocorreu no mês de janeiro de 2021 de maneira semi-mecanizada (motosserra), quando o povoamento apresentava idade aproximada de 16 anos

Após a colheita a área passou a ser manejada sob o regime de talhadia em um sistema de integração pecuária-floresta (silvipastoril), onde foram mantidos 4 (quatro) conjuntos de árvores em fileiras triplas (denominadas “renques”). Dentro de cada uma das renques os espaçamentos permaneceram os originais de plantio (ou seja, 3 m entre as linhas e 2 m entre as plantas), enquanto a distância entre as renques foi de 30 m (Figura 1). Este arranjo proporcionou uma densidade de 417 árvores por hectare na área experimental.

Figura 1 – Representação das renques e espaçamentos na área experimental

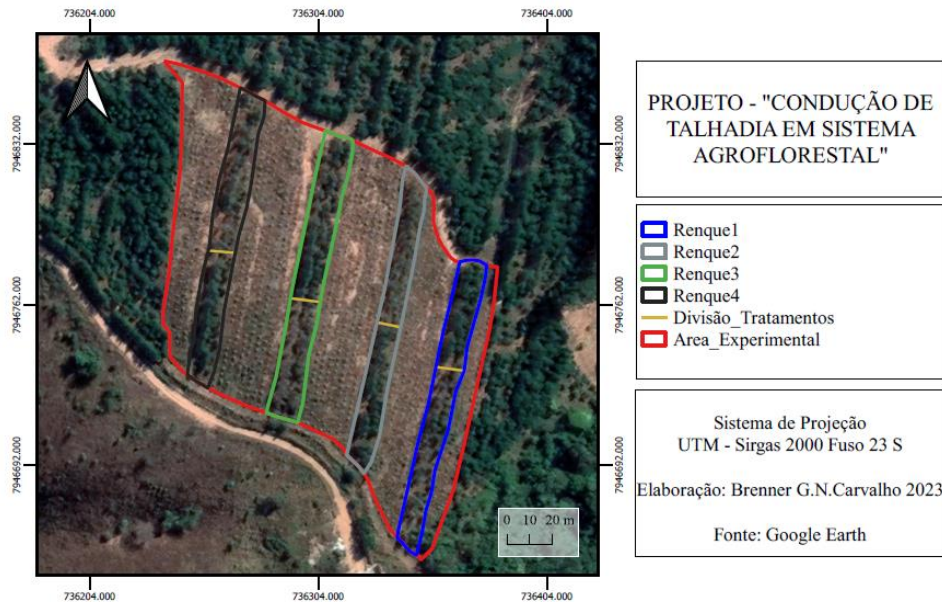


Fonte: Carvalho, 2023.

O experimento foi estabelecido em um delineamento em blocos casualizados (DBC) com 4 blocos (repetições) e 2 tratamentos (Figura 2), que consistiram nos métodos de

realização da atividade de desbrota (condução da brotação), sendo eles: T1 – Desbrota precoce com cavadeira reta tipo alavanca (proposta de melhoria no processo de formação do novo povoamento) e T2 - Desbrota tardia com foice e machado (método tradicional).

Figura 2 – Croqui da área experimental



Fonte: Carvalho, 2023.

A condução precoce (T1) foi realizada em julho de 2021, ocasião em que os brotos possuíam 6 meses de desenvolvimento após a colheita. O broto mais vigoroso foi selecionado para constituir o fuste comercial a ser analisado no presente estudo, e explorado no próximo evento de colheita (segunda rotação). Os demais brotos (indesejáveis) foram retirados juntamente com uma porção da casca dos tocos com o auxílio de uma cavadeira manual.

Já a condução tardia (T2) foi realizada no mês de março de 2022 (14 meses após a colheita) e representou a operação tradicionalmente realizada por produtores e empresas florestais, onde o broto dominante é mantido na cepa (fuste comercial) e os demais (brotos indesejáveis) são cortados em sua base com auxílio de foice e machado.

O monitoramento e a avaliação do crescimento das plantas nesta área experimental foram realizados por Carvalho (2023) até a idade de 33 meses, que verificou não haver diferença estatística significativa entre as duas modalidades de desbrota, até aquele momento. Todavia, considerando a pouca idade das plantas Carvalho recomendou a continuidade das avaliações, de modo a permitir uma análise mais assertiva sobre os métodos de desbrota.

Neste contexto o presente trabalho apresenta os resultados das avaliações de crescimento realizadas dois anos após as observações de Carvalho (2023), ou seja, a

comparação dos tratamentos de desbrota aos 58 meses após a colheita da rotação anterior. Para possibilitar esta nova comparação em novembro de 2025 foram realizadas medições de diâmetro do tronco a 1,3 m de altura a partir do solo (DAP, cm) e altura total (H, m) das plantas vivas existentes nas unidades experimentais, compostas por parcelas de 1080 m<sup>2</sup> contendo 3 linhas de plantio e 15 covas por linha, totalizando 45 covas por tratamento em cada bloco.

A partir dos dados de diâmetro (DAP) foi calculada a área seccional por indivíduo e a área basal por parcela (somatório das áreas seccionais), permitindo a estimativa da área basal por hectare (BHA, m<sup>2</sup>/ha) para cada tratamento e repetição. Para auxiliar na interpretação dos efeitos dos tratamentos sobre o formato das plantas foi calculada também a relação entre a altura total das plantas e o seu respectivo diâmetro a 1,3 m do solo (H/DAP).

As estimativas de volume médio individual com casca (VMI, m<sup>3</sup>/árvore) foram obtidas pelo ajuste do modelo logaritmo de Spurr  $Ln(V) = \beta_0 + \beta_1 Ln(DAP^2 H) + \varepsilon$ . Posteriormente foi calculado o volume da parcela e extrapolado por hectare (VHA, m<sup>3</sup>/ha) para comparações entre os métodos de desbrota. Para o ajuste do modelo foram utilizados dados obtidos por meio de cubagem rigorosa de duas árvores por classe de DAP (considerando uma amplitude de classe de 5 cm) e utilização da Fórmula de Smailan.

Os dados foram submetidos à análise de variância e teste de médias (teste F e Tukey a 5% de significância), com auxílio do software R (R CORE TEAM, 2018).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

As análises de variância realizadas aos 58 meses após a colheita indicaram que as variáveis altura total (H) e relação altura / diâmetro (H/DAP) foram estatisticamente superiores nas plantas manejadas por meio da desbrota precoce. As demais variáveis não foram influenciadas significativamente (5% de significância) pelos métodos de desbrota (Tabela 1).

Tabela 1 – Resumo das análises de variância das variáveis experimentais

F.V.	GL	QM					
		DAP	H	H/DAP	BHA	VMI	VHA
Tratamentos	1	0,6936	6,9889*	0,0131*	0,5099	0,0005	59,5675
Bloco	3	0,4312	0,7912*	0,0071*	0,0732	0,0004	18,6996
Resíduo (a)	3	0,1080	0,0131	0,0006	0,1256	0,0001	14,8055
CV (%)		2,2716	0,5300	1,5973	6,3115	5,4386	6,0562

\* Significativo 5%; CV (%) = coeficiente de variação experimental; DAP = diâmetro a 1,3 m do solo (cm); H = altura total (m); H/DAP = razão entre altura total e diâmetro a 1,3 m; BHA = área basal por hectare (m<sup>2</sup>/ha); VMI = volume médio individual (m<sup>3</sup>/árvore); e VHA = volume por hectare (m<sup>3</sup>/ha).  
Fonte: elaborado pelo autor, 2026.

Os resultados obtidos aos 58 meses diferiram daqueles encontrados por Carvalho (2023), que relatou que a altura total e a relação altura/diâmetro das plantas submetidas à desbrota tardia foram estatisticamente superiores às da desbrota precoce nas primeiras avaliações realizadas na área experimental (16, 18, 20 e 22 meses após a colheita).

Essa dinâmica ocorre porque, nos estágios iniciais do crescimento, a desbrota tardia mantém um maior número de brotações por cepa, elevando significativamente a competição intraespecífica. Esse ambiente altamente competitivo estimula o crescimento em altura como uma estratégia de escape por luz, o que resulta em menor incremento diamétrico e eleva a relação altura/diâmetro, caracterizando o estiolamento dos brotos.

Com a competição prolongada o crescimento das plantas sob desbrota tardia estabiliza mais cedo. Por outro lado, a desbrota precoce, ao proporcionar um ambiente com menor nível de competição por recursos desde o início, permite que as plantas mantenham seu vigor produtivo por mais tempo, ultrapassando o tratamento tardio em idades mais avançadas

Trabalhos científicos têm evidenciado que a competição por recursos de crescimento em plantios florestais mais adensados levam à formação de plantas com maiores alturas e

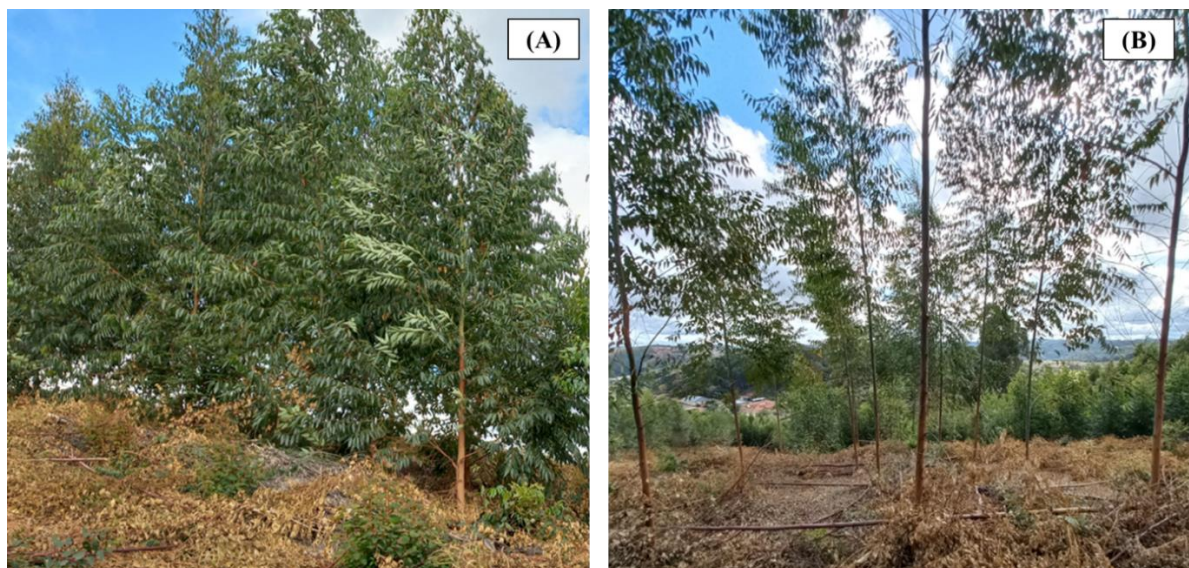
menores diâmetros (HSING; PAULA; PAULA, 2016; TORRES *et al.*, 2016; ISHIBASHI; MARTINEZ; HIGA, 2017; VERA *et al.*, 2022).

Assim os resultados evidenciaram uma grande resposta de crescimento em altura das plantas submetidas à desbrota precoce, cuja média aos 58 meses (22,57 m) ultrapassou significativamente àquela observada nas plantas desbrotadas tardiamente (20,70 m).

No início do experimento (16 a 22 meses) as plantas da desbrota precoce apresentaram padrão de crescimento compatível com o observado em árvores que crescem de forma livre e possivelmente puderam investir mais precocemente na formação da copa do broto selecionado para ser o fuste comercial, o que hipoteticamente pode ter conferido melhor condição para o crescimento observado posteriormente, e confirmado aos 58 meses.

Apesar de não ter sido mensurada, a densidade da copa das plantas do tratamento precoce era visivelmente superior à copa das plantas do tratamento tardio aos 18 meses (Figura 3), condição que pode contribuir com a hipótese levantada anteriormente.

Figura 3 – Observação visual da densidade da copa de plantas submetidas à desbrota precoce (A) e desbrota tardia (B), aos 18 meses de idade



Fonte: Fontan, 2020.

Estudos demonstram que, em povoamentos florestais jovens, a estrutura da copa e o índice de área foliar exercem grande influência sobre as taxas de crescimento, uma vez que copas maiores e densas interceptam mais radiação e incrementam o acúmulo de biomassa (OMARI *et al.*, 2016; HE *et al.*, 2023).

Em plantios de eucalipto o índice de área foliar, que representa a área foliar por unidade de área do terreno, é comumente utilizado como indicador do potencial de

crescimento e da produtividade florestal, pois está associado à capacidade das plantas interceptarem radiação, realizarem fotossíntese e consequentemente assimilarem maior biomassa (ALMEIDA *et al.*, 2015; MTHEMBU; LOTTERING; KOTZE, 2024).

Estas observações reforçam a hipótese de que as plantas submetidas à desbrota precoce, que desenvolveram copa mais densa nas fases iniciais de crescimento, apresentaram maior capacidade de interceptação de radiação e assimilação de matéria seca, o que pode explicar o maior incremento em altura ao longo do tempo na área experimental.

As análises estatísticas aplicadas às demais variáveis (diâmetro a 1,3 m do solo, área basal por hectare, volume médio individual e volume por hectare) indicaram não haver diferenças significativas entre os tratamentos, conforme observado na Tabela 1.

Entretanto, ainda que as diferenças observadas não tenham sido estatisticamente detectáveis (ao nível de 5% de probabilidade), a comparação descritiva entre os métodos de desbrota evidenciou um comportamento sistematicamente favorável ao tratamento precoce, para todas as variáveis estudadas, conforme valores médios apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 – Valores médios e percentual de superioridade das variáveis dendrométricas

Variável	Desbrota Precoce	Desbrota Tardia	Superioridade da Desbrota Precoce (%)
DAP (cm)	14,76	14,17	4,2
Altura total (m)	22,57	20,7	9,0
Relação H/DAP	1,57	1,49	5,4
Área basal por hectare (m <sup>2</sup> /ha)	5,87	5,36	9,4
Volume médio individual (m <sup>3</sup> /árv.)	0,2006	0,1846	8,7
Volume por hectare (m <sup>3</sup> /ha)	66,26	60,81	9,0

Fonte: elaborado pelo autor, 2026.

A constância dos ganhos percentuais quando são comparadas as médias das variáveis da desbrota precoce em relação à desbrota tardia (Tabela 2) caracteriza um padrão silvicultural tecnicamente relevante, indicando que a antecipação da remoção dos brotos excedentes exerceu influência positiva sobre o crescimento dos fustes dominantes após a desbrota. A redução antecipada da competição dos brotos intra-cepa tem sido relatada na literatura como um fator de favorecimento do crescimento dos brotos selecionados por direcionar precocemente para estes os nutrientes e fotoassimilados (ANDRADE *et al.*, 1997; KLEIN *et al.*, 1997; REIS; REIS, 1997; SILVA, 2013; SILVA *et al.*, 2020).

Destacam-se os ganhos percentuais da desbrota precoce em relação à desbrota tardia observados para as variáveis área basal por hectare (9,4%) e volume por hectare (9,0%), que evidenciam o maior potencial produtivo desta prática silvicultural de antecipação da retirada dos brotos excedentes no manejo de povoamentos de eucalipto por talhadia.

Ao analisar dados de prognose para um clone de eucalipto “urograndis” submetido a dois manejos de desbrota no município de Rio Verde/GO, Souza (2016) observou um incremento da ordem de 4% na área basal por hectare e no volume por hectare, em plantas submetidas à desbrota precoce, quando comparadas às plantas sob desbrota convencional tardia, aos 17 meses após o corte raso do povoamento na rotação anterior à talhadia.

No estudo realizado por Silva *et al* (2020) em um povoamento de clone híbrido de *Eucalyptus urophylla* no município de Lassance/MG os resultados corroboram a hipótese de que a antecipação da retirada dos brotos excedentes nas áreas manejadas em regime de talhadia proporcionam melhores condições para o desenvolvimento do fuste comercial selecionado. Estes autores relataram que a seleção precoce do fuste comercial (broto com 1 m de altura) permitiu o melhor aproveitamento dos recursos de crescimento, evidenciado pelo maior acúmulo de nutrientes e maior produtividade do broto selecionado, em avaliação realizada aos 60 meses de idade do povoamento.

No presente estudo, embora estatisticamente não significativa, a diferença do volume médio por hectare observada entre os tratamentos pode assumir grande relevância prática quando analisada sob a perspectiva econômica, uma vez que a superioridade de 9% da desbrota precoce pode representar um ganho volumétrico expressivo em grandes escalas operacionais de manejo florestal por talhadia.

Além disto, a retirada dos brotos indesejáveis precocemente tem o potencial de conferir mais agilidade e rapidez à atividade de desbrota, o que levaria a ganhos de rendimento e redução de custos operacionais (ARBEX; SILVA, 2015; CARVALHO, 2023). Esta redução pode ser ainda maximizada se considerarmos que o uso de cavadeira reta/alavanca na retirada dos brotos indesejáveis na desbrota promove o deslocamento da porção da casca onde estão aderidos, reduzindo assim a emissão de brotos ladrões e a consequente necessidade de removê-los posteriormente em atividades adicionais de campo (CARVALHO, 2023).

#### 4. CONCLUSÕES

Os resultados encontrados evidenciam que aos 58 meses de idade, as variáveis altura total (H) e relação altura / diâmetro (H/DAP) são estatisticamente superiores nas plantas manejadas por meio da desbrota precoce.

As análises estatísticas aplicadas às demais variáveis (diâmetro a 1,3 m do solo, área basal por hectare, volume médio individual e volume por hectare) indicam não haver diferenças significativas entre os tratamentos.

Apesar disto, a constância dos ganhos percentuais quando são comparadas as médias dessas variáveis na desbrota precoce em relação à desbrota tardia caracteriza um padrão silvicultural tecnicamente relevante, indicando que a antecipação da remoção dos brotos excedentes exerce efeito positivo sobre o crescimento dos fustes dominantes, com destaque para o incremento de 9,4% na área basal por hectare e de 9,0% no volume médio por hectare.

Assim, os resultados obtidos reforçam que a condução precoce da brotação pode contribuir para a melhoria da produtividade do manejo por talhadia, podendo esses efeitos ser potencializados pela integração do método de desbrota com outras práticas silviculturais, especialmente aquelas relacionadas ao manejo nutricional e à conservação do solo e da água nos sítios de produção florestal.

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, A. Q.; RIBEIRO, A.; DELGADO, R. C.; *et al.* Índice de área foliar de Eucalyptus estimado por índices de vegetação utilizando imagens TM-Landsat 5. **Floresta e Ambiente**, v. 22, n. 3, p. 368–376, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/2179-8087.103414>. Acesso em: 27 fev. 2026.
- ANDRADE, H. B. *et al.* Aumento da produtividade da segunda rotação de eucalipto em função do método de desbrota. **Série Técnica IPEF**, Piracicaba, v. 11, n. 30, p. 105-116, 1997. Disponível em: <https://www.ipef.br/publicacoes/stecnica/nr30/cap10.pdf>. Acesso em: 27 fev. 2026.
- ARAÚJO, F. R. G. **Efeito da idade de realização da desbrota sobre o rendimento operacional do manejo florestal por talhadia em florestas de eucalipto na região leste de Minas Gerais**. 2019. 24 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia) – Instituto Federal de Minas Gerais, São João Evangelista, 2019. Disponível em: <https://repositorio.ifmg.edu.br/>. Acesso em: 26 fev. 2026.
- ARBEX, M. A.; SILVA, C. R. Manejo da brotação de eucalipto para produção de madeira. *In*: REUNIÃO TÉCNICO-CIENTÍFICA DO PROGRAMA COOPERATIVO SOBRE SILVICULTURA E MANEJO, 48., 2015, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Série Técnica IPEF, v. 21, n. 42, p. 14-19, 2015. Disponível em: <https://www.ipef.br/publicacoes/stecnica/nr42/st42.pdf>. Acesso em: 27 fev. 2026.
- BENEDITO, D. C. D.; FREITAS, L. C. de. Influência do diâmetro e altura das cepas no crescimento e vigor de brotações de eucalipto. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 52, p. e70048, 2022. Disponível em: <https://revistas.ufg.br/pat/article/view/70048>. Acesso em: 2 dez. 2025.
- CARVALHO, B. G. N. **Efeito da condução precoce sobre o crescimento inicial de brotações de eucalipto**. 2023. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Florestal) – Instituto Federal de Minas Gerais, São João Evangelista, 2023. Disponível em: <https://repositorio.ifmg.edu.br/>. Acesso em: 26 fev. 2026.
- FAO. State of the World's Forests 2022. **Rome**: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2023. Disponível em: <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/5aac5078-625d-4b94-b964-bea40493016c/content>. Acesso em: 27 fev. 2026.
- FERRAZ FILHO, A. C.; SCOLFORO, J. R. S.; MOLA-YUDEGO, B. The coppice-with-standards silvicultural system as applied to Eucalyptus plantations - a review. **Journal of Forestry Research**. 25(2): 237–248. 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11676-014-0455-0>. Acesso em: 27 fev. 2026.
- GONÇALVES, J. L. M. *et al.* Integrating genetic and silvicultural strategies to minimize abiotic and biotic constraints in Brazilian eucalypt plantations. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v.301, p.6-27, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2012.12.030>. Acesso em: 27 fev. 2026.

GONÇALVES, J. L. M. *et al.* Produtividade de plantações de eucalipto manejadas nos sistemas de alto fuste e talhadia, em função de fatores edafoclimáticos. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v.42, n.103, p.411-419, set. 2014. Disponível em: <https://www.ipef.br/publicacoes/scientia/nr103/cap11.pdf>. Acesso em: 02 Mar. 2026.

HE, L.; ZHANG, X.; WANG, X. *et al.* Tree Crown Affects Biomass Allocation and Its Response to Site Conditions and the Density of *Platycladus orientalis* Linnaeus Plantation. **Forests**, 14(12), 2433, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/f14122433>. Acesso em: 27 fev. 2026.

IBÁ – INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES. **Relatório Anual 2025**. Brasília: IBÁ, 2025. Disponível em: <https://iba.org/>. Acesso em: 25 jan. 2026.

KLEIN, J. E. M. *et al.* Fatores operacionais que afetam a regeneração do *Eucalyptus* manejado por talhadia. **Série Técnica IPEF**, Piracicaba, v. 11, n. 30, p. 95-104, 1997. Disponível em: <https://www.ipef.br/publicacoes/stipef/st30.asp>. Acesso em: 26 fev. 2026.

LIMA, A. S. F.; GONÇALVES, J. L. M.; GONÇALVES, A. N. Efeito da omissão de nutrientes em brotações de eucalipto. **Nucleus**, Ituverava, v.15, n.1, p. 147-160, 2018. Disponível em: <http://www.nucleus.feituverava.com.br/index.php/nucleus/issue/view/73/showToc>. Acesso em: 25 jan. 2026.

LITTLE, K. M.; GARDNER, R. A. W. Coppicing ability of 20 *Eucalyptus* species grown at two high-altitude sites in South Africa. **Canadian Journal of Forest Research**, v.33, p. 181-189, 2003. Disponível em: <https://cdnsiencepub.com/doi/10.1139/x02-170>. Acesso em: 02 Mar. 2026.

MTHEMBU, N.; LOTTERING, R.; KOTZE, H. Estimating leaf area index of *Eucalyptus dunnii* over the dry and wet seasons using vegetation indices and image texture derived from WorldView-3 imagery. **International Journal of Remote Sensing**, 45(12), 3871–3896, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/01431161.2024.2357838>. Acesso em: 27 fev. 2026.

OMARI, K.; MACLEAM, D. A.; LAVIGNE, M. B. *et al.* Effect of local stand structure on leaf area, growth, and growth efficiency following thinning of white spruce, **Forest Ecology and Management**, v.368, p. 55-62, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2016.03.005>. Acesso em: 27 fev. 2026.

R CORE TEAM. **R: A language and environment for statistical computing**. Vienna: R Foundation for Statistical Computing, 2018. Disponível em: <https://www.r-project.org/>. Acesso em: 02 Jan. 2026.

REIS, G. G.; REIS, M. G. F. **Fisiologia da brotação de eucalipto com ênfase nas suas relações hídricas**. Série Técnica IPEF, Piracicaba, v. 11, n. 30, p. 9-22, 1997. Disponível em: <https://www.ipef.br/publicacoes/stecnica/nr30/cap1.pdf>. Acesso em: 02 Jan. 2026.

SANTANA, R. C.; FONTAN, I. C. I.; OLIVEIRA, S. L. Implantação, manutenção e produtividade dos povoamentos. In: VALE, A. B. *et al.* (Org.). **Eucaliptocultura no Brasil: Silvicultura, Manejo e Ambiência**. Viçosa, MG: SIF, 2014. 551p. Disponível em:

<https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/42063/1/LIVRO%20EUCALIPTO%20REVISADO%202024.pdf>. Acesso em: 02 Jan. 2026.

SANTANA, A. L. *et al.* Custos e viabilidade econômica da talhadia em florestas de eucalipto. **Revista Brasileira de Silvicultura**, v. 25, n. 3, p. 45-53, 2014.

SANTOS, H. G. *et al.* **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5. ed., rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2018. 356 p. ISBN 978-85-7035-800-4. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1176834/sistema-brasileiro-de-classificacao-de-solos>. Acesso em: 02 Jan. 2026.

SANTOS, L. P. *et al.* Benchmarking sobre recomendações silviculturais de talhadia em Eucalyptus no Brasil. **Série Técnica IPEF**, Piracicaba, v. 26, n. 48, p. 9-15, 2023. Disponível em: <https://www.ipef.br/publicacoes/stecnica/nr48/ipef-sertec-48-076.pdf>. Acesso em: 02 Jan. 2026.

SILVA, N. F. **Produtividade, demanda e eficiência nutricional de clones de eucalipto em regime de alto fuste e talhadia**. 2013. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2013. Disponível em: <https://locus.ufv.br/bitstreams/9f76ad19-8fae-4ed4-92f1-478f5ee67c43/download>. Acesso em: 02 Jan. 2026.

SILVA, N. F. *et al.* Yield and Nutrient Demand and Efficiency of Eucalyptus under Coppicing Regime. **Forests**, 11, 852, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/f11080852>. Acesso em: 27 fev. 2026.

SOUZA, J. P. **Produção e viabilidade nas primeiras intervenções de dois métodos de condução de desbrota em talhadia de eucalipto**. 2016. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Federal de Goiás, Jataí, 2016. Disponível em: <https://www.escavador.com/sobre/8479734/juliano-pereira-de-sousa>. Acesso em: 27 fev. 2026.

STAPE, J. L. Planejamento global e normatização de procedimentos operacionais na talhadia simples em Eucalyptus. **Série Técnica IPEF**, Piracicaba, v. 11, n. 30, p. 51-62, 1997. Disponível em: <https://www.ipef.br/publicacoes/stecnica/nr30/cap5.pdf>. Acesso em: 27 fev. 2026.