



BRUNA TEIXEIRA DA SILVA

**INFLUÊNCIA DOS TRATOS SILVICULTURAIS EM
FLORESTAS DE PRODUÇÃO.**

LAVRAS - MG

2023

BRUNA TEIXEIRA DA SILVA

**INFLUÊNCIA DOS TRATOS SILVICULTURAIS EM FLORESTAS DE
PRODUÇÃO.**

Monografia apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Engenharia Florestal, para a obtenção do título de Bacharel.

Profa. Dra. Ana Carolina Maioli Campos Barbosa Orientadora

LAVRAS-MG

2023

BRUNA TEIXEIRA DA SILVA

INFLUÊNCIA DOS TRATOS SILVICULTURAIS EM FLORESTAS DE PRODUÇÃO.

INFLUENCE OF SILVICULTURAL TREATMENTS IN PRODUCTION FORESTS.

Monografia apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Engenharia Florestal, para a obtenção do título de Bacharel.

APROVADA em 14 de julho de 2023

Profa. Dra. Ana Carolina Maioli Campos Barbosa Orientadora

LAVRAS-MG

2023

Dedico este trabalho às pessoas que acreditaram em mim e me encorajaram a perseguir meus sonhos. Suas palavras de encorajamento foram um combustível para minha determinação.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, gostaria de expressar minha profunda gratidão à Universidade Federal de Lavras por proporcionar uma educação de qualidade e por todo o suporte oferecido ao longo desta jornada acadêmica. Sou imensamente grata pela oportunidade de estudar em uma instituição renomada, que investe na formação de profissionais competentes e comprometidos.

Quero expressar minha mais profunda gratidão à Saint-Gobain PAM Bioenergia pela generosa contribuição dos dados, bem como pelo apoio e suporte durante a elaboração deste trabalho. Além disso, sou imensamente grata pela valiosa experiência compartilhada comigo ao longo desse processo. Gostaria de agradecer ao Ian Libeck pela ideia, incentivo constante e apoio inestimável. Também gostaria de estender meus agradecimentos ao Thiago pela sua disponibilidade e apoio. Não posso deixar de mencionar o pessoal do campo, em especial o Waguinho e o Geraldo, pela inestimável ajuda na coleta dos dados. Por fim, sou grata aos amigos que conquistei ao longo desse trabalho e que levarei comigo para sempre.

Agradeço à minha orientadora Ana Carolina pelo dedicado auxílio e apoio prestados para a realização deste projeto.

Agradeço ao professor Samuel José, pelo auxílio no processamento dos dados e pelo apoio a que me ofereceu.

Gostaria de estender meus agradecimentos à minha família, que tem sido meu pilar de suporte e apoio incondicional. Sem o amor, incentivo e compreensão de vocês, essa conquista não seria possível. Agradeço por estarem ao meu lado em todos os momentos, me encorajando a seguir em frente e celebrando cada etapa desta jornada acadêmica.

Agradeço à minha irmã Karina pelo apoio e amor incondicional que dedicou a mim durante todo esse processo. Sua presença constante e seu apoio inabalável foram fundamentais para que eu enfrentasse os desafios e alcançasse meus objetivos acadêmicos.

Agradeço também ao meu querido namorado Leonardo, cujo apoio e incentivo foram fundamentais para minha trajetória acadêmica. Você nunca duvidou de mim, me incentivou a superar desafios e me apoiou com dedicação e carinho. Sou grata por ter você ao meu lado e por compartilhar essa conquista juntos.

Não posso deixar de expressar minha gratidão aos amigos que conheci ao longo dessa jornada. Cada um deixou uma marca em minha vida e contribuiu para o meu crescimento

pessoal e profissional. Agradeço por todas as oportunidades que surgiram, pelas trocas de conhecimento e pelo apoio mútuo.

Por fim, sou grata por todas as oportunidades que me foram apresentadas ao longo da graduação, que contribuíram para minha formação como profissional. Cada desafio, projeto e experiência me ajudaram a me transformar na pessoa e profissional que estou me tornando.

A todos que de alguma forma fizeram parte dessa caminhada, meu mais sincero agradecimento. Vocês foram essenciais para meu crescimento e sucesso acadêmico.

"O verdadeiro aprendizado vem da experiência." - Albert Einstein

RESUMO

Este trabalho tem como objetivo avaliar o desenvolvimento das espécies florestais em diferentes tratos silviculturais e sua influência no volume final de madeira, contribuindo para a compreensão e aprimoramento das práticas silviculturais na empresa Saint-Gobain PAM Bioenergia. Durante o estágio realizado na empresa, foram realizadas atividades no campo da silvicultura, incluindo a organização de um banco de dados das fazendas e a participação em uma pesquisa sobre tratamentos silviculturais. Os resultados obtidos nessa pesquisa forneceram embasamento para a implementação de estratégias adequadas que visam maximizar a produção e a rentabilidade do setor florestal. O investimento em tecnologias e pesquisas para o setor florestal é fundamental para aprimorar as práticas silviculturais e promover um uso sustentável dos recursos naturais.

Palavras-chave: espécies florestais, tratos silviculturais, desenvolvimento, sistema de talhadia e volume de madeira.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 DESCRIÇÃO DO LOCAL DO ESTÁGIO	12
2.1 Saint-Gobain	12
2.2 Saint-Gobain PAM Bioenergia	12
2.3 Atividades e pesquisa realizadas durante o estágio	13
3 OBJETIVOS	15
3.1 Objetivo Geral	15
3.2 Objetivos Específicos	15
4 REFERENCIAL TEÓRICO	16
4.2 Cultivo do eucalipto	17
4.3 Inventário Florestal	17
4.3 Intervenções silviculturais	19
4.3.1 Talhadia.....	20
4.3.2 Desbrota	20
4.3.3 Matocompetição	21
4.3.4 Nutrição.....	21
5 MATERIAL E MÉTODOS	22
5.1 Local do Experimento	22
5.2 Instalação dos tratamentos	23
5.4 Medição e obtenção dos dados	24
5.4.1 Inventário florestal	24
5.4.2 Cubagem rigorosa	25
5.5 Ajuste dos modelos e análise dos dados	26
5.5.1 Ajuste de modelo hipsométrico	26
5.6 Análises estatísticas para comparação entre os tratamentos	27
6 RESULTADOS E DISCUSSÃO	28
6.1 Dados do inventário	28
6.2 Comparação entre os tratamentos	32
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS	36

1 INTRODUÇÃO

A silvicultura desempenha um papel fundamental no setor florestal, contribuindo para a produção sustentável de recursos naturais e o desenvolvimento econômico. Nesse contexto, o estágio realizado na empresa multinacional Saint-Gobain proporcionou uma oportunidade única de vivenciar e contribuir para as práticas silviculturais empregadas na produção de carvão vegetal.

A Saint-Gobain, fundada em 1665 na França e presente no Brasil desde 1937, é reconhecida como uma das principais empresas do ramo de materiais de construção, mobilidade, saúde e outras aplicações. Com suas 56 fábricas, 3 mineradoras, 49 centros de distribuição e 79 lojas em todo o país, a empresa desempenha um papel relevante no mercado brasileiro.

Dentre as diversas marcas pertencentes à Saint-Gobain, destaca-se a Saint-Gobain PAM Bioenergia, uma unidade da empresa voltada para a silvicultura de eucaliptos e produção de carvão vegetal. A empresa possui uma extensa área de florestas plantadas e realiza todos os processos necessários, desde o plantio até o transporte do carvão, para abastecer sua usina em Barra Mansa.

Durante o estágio realizado na empresa, foram desenvolvidas atividades no campo da silvicultura, com foco no aprimoramento das práticas florestais. Além disso, foram realizadas atividades relacionadas ao inventário florestal, coletando dados sobre características e quantidades de recursos florestais presentes em determinadas áreas. Essas informações foram essenciais para o planejamento e gestão florestal, permitindo a tomada de decisões embasadas em dados precisos.

Outra contribuição relevante foi a participação em uma pesquisa que avaliou diferentes tratamentos silviculturais, com o objetivo de verificar sua eficiência e influência no volume final de madeira produzido. Os resultados obtidos nessa pesquisa forneceram embasamento para

a implementação de estratégias adequadas que visam maximizar a produção e a rentabilidade do setor florestal.

Diante dessas experiências, torna-se evidente a importância do investimento em tecnologias e pesquisas para o setor florestal, visando aprimorar as práticas silviculturais e promover um uso sustentável dos recursos naturais. O presente trabalho tem como objetivo avaliar o desenvolvimento das espécies florestais em diferentes tratamentos silviculturais e sua influência no volume final de madeira, contribuindo para a compreensão e aprimoramento das práticas silviculturais na empresa.

2 DESCRIÇÃO DO LOCAL DO ESTÁGIO

2.1 Saint-Gobain

A Saint-Gobain é uma companhia multinacional de origem francesa, fundada no ano de 1665 com o intuito de manufaturar vidros planos. Por volta de 1937 a empresa abriu sua filial no Brasil e, atualmente, conta com 56 fábricas, 3 mineradoras, 49 centros de distribuição e 79 lojas em nosso país.

A empresa é voltada para os ramos de mercados de construção, mobilidade, saúde e outras aplicações, projetando, fabricando e distribuindo materiais e soluções. Marcas como Brasilit, Carborundum, Isover, Norton, PAM, Placo, Sekurit, Quartzolit e Telhanorte fazem parte da Saint-Gobain.

2.2 Saint-Gobain PAM Bioenergia

A Saint-Gobain PAM Bioenergia é uma divisão da renomada empresa Saint-Gobain PAM, especializada na produção e comercialização de soluções para o setor de bioenergia. Seu principal foco é a fabricação de tubos e conexões em ferro fundido dúctil, projetados especificamente para aplicações em sistemas de transporte de água, gás e esgoto no segmento de bioenergia.

Com uma extensão de aproximadamente 11.000 hectares de florestas plantadas, a empresa realiza todos os processos necessários, desde o plantio ou indução até o transporte do carvão até a usina de Barra Mansa. A PAM Bioenergia desempenha um papel fundamental ao fornecer carvão vegetal para a usina, sendo responsável pelo processo de transformação da madeira de eucalipto em carvão.

O processo de carbonização é realizado, no qual a madeira é submetida a altas temperaturas em um ambiente com baixo teor de oxigênio. Esse procedimento termal resulta na decomposição da madeira e na formação de carvão vegetal, conforme mencionado por PEREIRA et al. (2016). Durante esse processo, gases e líquidos voláteis são liberados, deixando um resíduo sólido rico em carbono. O carvão vegetal produzido é amplamente utilizado como

fonte de energia em diversas indústrias, incluindo siderúrgicas, cerâmicas, alimentícias, entre outras.

A Saint-Gobain PAM Bioenergia está comprometida em contribuir para o desenvolvimento sustentável do setor de bioenergia, fornecendo produtos de alta qualidade e soluções tecnológicas aos seus clientes. Ao promover o uso responsável dos recursos naturais e a redução das emissões de carbono, a empresa desempenha um papel importante na transição para uma matriz energética mais limpa e renovável.

2.3 Atividades e pesquisa realizadas durante o estágio

Durante o período de estágio, foram desenvolvidas uma série de atividades no campo da Silvicultura, que tiveram um impacto significativo no desenvolvimento e aprimoramento das práticas florestais. Ao longo do trabalho, destaco o desenvolvimento e organização de um banco de dados abrangendo as fazendas da empresa, na coleta de dados em campo para o Inventário Florestal, na elaboração de microplanejamentos visando a otimização do processo de colheita e na participação em uma pesquisa que avaliou diferentes tratamentos silviculturais.

Outra contribuição importante foi o apoio no aprimoramento das ferramentas digitais utilizadas pela empresa. Foi identificadas oportunidades de melhoria e sugestões ajustes para otimizar o uso dessas ferramentas no contexto silvicultural. Além disso, foi possível participar da análise do ambiente para a implementação de um Sistema de Gestão Florestal, com o objetivo de automatizar e integrar os processos de monitoramento e controle das atividades florestais.

No campo do Inventário Florestal, foi possível participar ativamente na coleta de dados, realizando levantamentos em campo e registrando informações sobre características e quantidades de recursos florestais presentes em determinadas áreas. Esses dados desempenharam um papel essencial no planejamento e na gestão florestal, possibilitando a tomada de decisões embasadas em informações precisas e atualizadas.

Além das atividades mencionadas, houve a participação em uma pesquisa que envolveu a avaliação de quatro tratamentos silviculturais em uma das propriedades. O principal objetivo dessa pesquisa foi verificar a eficiência de cada tratamento e analisar sua influência no volume final de madeira produzido. Para realizar essa análise, foram conduzidas amostragens de

inventário na área, com duas parcelas designadas para cada tratamento. Nessas amostras, foram medidos o Diâmetro à Altura do Peito (DAP) e a altura das árvores, com o intuito de avaliar o desenvolvimento e a produtividade de cada tratamento. Após a coleta dos dados, foram realizados todos os processamentos necessários para a avaliação dos parâmetros desejados. Isso incluiu análises estatísticas e cálculos específicos para determinar o impacto de cada tratamento no volume final de madeira produzido. Essa pesquisa teve como objetivo fornecer informações valiosas para a empresa, auxiliando na tomada de decisões relacionadas às práticas silviculturais adotadas. Com base nos resultados obtidos, foi possível identificar quais tratamentos apresentaram melhores resultados em termos de produtividade e volume de madeira, permitindo otimizar suas operações e melhorar sua eficiência no setor de bioenergia.

Em resumo, as atividades realizadas durante a permanência na empresa contribuíram de forma significativa para o desenvolvimento e aprimoramento das práticas silviculturais, resultando em redução de custos, tomada de decisões embasadas, melhorias na gestão florestal e maior eficiência nas atividades. Esses resultados refletem a importância do investimento em tecnologias e pesquisas para o setor florestal, proporcionando um aprendizado valioso sobre o processo de gestão florestal e seu impacto no desenvolvimento sustentável.

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo Geral

Avaliar o desenvolvimento de florestas plantadas de eucalipto sob diferentes tratamentos silviculturais e a influência deles para o volume final de madeira.

3.2 Objetivos Específicos

- I- Realizar o inventário florestal de quatro tratamentos com diferentes práticas silviculturais;
- II- Estimar volume dos 4 tratamentos através do inventário.
- III- Comparar o volume total de madeira estimada para cada tratamento; e,
- IV- Avaliar o desempenho dos tratamentos para análise da empresa.

4 REFERENCIAL TEÓRICO

4.1 Florestas de Produção

Florestas plantadas são áreas florestais compostas principalmente por árvores, sejam elas nativas ou exóticas, que são estabelecidas por meio de plantio ou semeadura. Essas florestas são cultivadas com o objetivo principal de gerar benefícios econômicos e serem utilizadas para fins comerciais (FAO, 2015).

O Brasil desfruta de significativas vantagens comparativas na atividade florestal devido à vasta cobertura florestal em seu território e às excelentes condições edafoclimáticas favoráveis à silvicultura. Esses fatores, combinados ao avanço tecnológico no plantio de florestas, convertem essas vantagens naturais em uma competitividade real (Juvenal e Mattos, 2022). Conforme os dados mais recentes do IBGE, referentes a 2022, o Brasil possuía uma extensão de aproximadamente 9,5 milhões de hectares de florestas plantadas. Esses números evidenciam a relevância e a predominância do eucalipto como espécie plantada no país.

O setor de floresta plantada desempenha um papel fundamental na conservação de áreas de florestas nativas por meio de suas práticas sustentáveis de uso do solo e pela utilização exclusiva de madeira plantada e manejada para fins específicos de produção. Uma das principais razões para essa preservação é o fato de que as florestas plantadas reduzem a pressão sobre as florestas nativas, fornecendo às indústrias os recursos necessários para seus processos produtivos (MAPA, 2018). Ao utilizar a madeira proveniente de florestas plantadas, evita-se a exploração excessiva e o desmatamento ilegal de áreas naturais. Além disso, o setor de floresta plantada é caracterizado por práticas de manejo sustentável do solo e de conservação da biodiversidade. Essas práticas incluem a adoção de técnicas de reflorestamento, a restauração de áreas degradadas e a proteção de habitats naturais (Oliveira, Y. M. M. de; Oliveira, E. B. de, 2017). Dessa forma, contribui-se para a manutenção da biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos que as florestas nativas oferecem.

4.2 Cultivo do eucalipto

Dos milhões de hectares de florestas plantadas no Brasil, aproximadamente 7,3 milhões de hectares são dedicados ao cultivo de eucalipto (IBGE,2022). Essa extensa área demonstra a relevância e predominância do eucalipto como uma espécie amplamente utilizada no setor de florestas plantadas no país.

Segundo estudos de Campinhos Jr. e Ikemori (1987), Ferreira (1992), Rezende et al. (1994), Silva (2001) e Xavier (2003), a adoção da silvicultura clonal de *Eucalyptus*, por meio da seleção e propagação vegetativa de genótipos selecionados, tem viabilizado o estabelecimento de florestas clonais. Isso resulta em uma maior uniformidade da matéria-prima florestal, uma melhor adaptação dos clones aos diversos ambientes de plantio, um aumento na produção de madeira por unidade de área, a otimização das atividades operacionais e a redução da idade de corte. Através do melhoramento genético foi possível alcançar ganhos substanciais de produtividade em plantações de eucalipto (HIGASHI et al., 2000). A evolução da produtividade média no plantio de eucalipto ao longo das décadas também é notável, como relatado pelo IBA (2022). Enquanto em 1970 a média era de 10 m³/ha/ano, atualmente, em 2021, alcançou-se a marca de 38,9 m³/ha/ano. Isso demonstra o avanço contínuo na eficiência do cultivo de eucalipto e a capacidade de atender às demandas crescentes por produtos florestais no país.

4.3 Inventário Florestal

O inventário florestal é uma ferramenta essencial para a gestão sustentável de recursos naturais, conforme enfatizado por Smith et al. (2018). Consiste na coleta sistemática de dados sobre a composição florística, estrutura, biomassa e regeneração natural das florestas. Essas informações são de suma importância para o planejamento adequado do uso dos recursos florestais e a implementação de práticas de manejo responsáveis (Gasparoto, E. A. G., 2017).

Uma das principais técnicas utilizadas no inventário florestal é a medição de variáveis das espécies florestais, qualitativas e quantitativas, em uma área específica. Por meio da coleta

de informações como o diâmetro à altura do peito (DAP) e altura das árvores é possível estimar o volume e o desenvolvimento do povoamento estudado (Vieira, M. A., & Souza, F. M. L., 2021). O DAP é obtido a uma altura ergonômica aproximada de 1,30 metros do solo, também conhecida como “altura do peito”.

Os equipamentos mais usados para determinação do DAP é a suta. Porém, a fita métrica é usualmente empregada por engenheiros florestais para determinar a circunferência à altura do peito (CAP) e posterior cálculo do DAP para compor a base de dados de inventário. Por ser a variável mais simples e de rápida obtenção, usualmente essa variável é obtida para todos os indivíduos (árvores) da amostragem do inventário. Utiliza-se, portanto, o DAP como variável independente nos modelos hipsométricos que são utilizados para estimar a altura das árvores (s.l e s.n).

O clinômetro eletrônico Haglöf (HEC) é um instrumento profissional e portátil utilizado para medir alturas e ângulos. Com o HEC, é possível obter medidas precisas de altura a partir da distância ou posição selecionada pelo usuário. Para medir a altura da árvore, o operador do instrumento posiciona-se a uma distância conhecida da base da árvore. O instrumento é apontado para o topo da árvore e registra a distância medida pelo telêmetro a laser. Em seguida, mede-se o ângulo entre a linha de visão ao topo da árvore e a linha horizontal, utilizando uma mira ou mira integrada ao instrumento. Essa informação angular é registrada pelo aparelho. Usando a trigonometria, o instrumento realiza cálculos com base na distância medida, no ângulo registrado e na altura do operador em relação ao solo. Assim, é possível obter uma estimativa precisa da altura da árvore.

Dentre os métodos de inventário, o mais usual para florestas plantadas de eucalipto é o método de amostragem. Essa abordagem consiste em coletar dados de uma parte representativa da população em estudo, o que permite obter estimativas dos parâmetros de interesse (Queiroz, W. T., 2012). Embora exista um pequeno erro de amostragem associado, esse método tem se mostrado eficiente e viável na prática (Kohler, S. V., 2017). Ao selecionar uma amostra representativa, é possível generalizar os resultados obtidos para a população como um todo, tornando o processo mais eficiente em termos de tempo e recursos.

Por meio da aplicação de técnicas de medição e uso de métodos de amostragem, o inventário florestal possibilita obter informações essenciais sobre a composição, estrutura e desenvolvimento das florestas. Esses dados são fundamentais para embasar decisões

de manejo florestal, contribuindo para o uso sustentável dos recursos florestais e a conservação dos ecossistemas (Cunha, U. S., 2004).

A cubagem rigorosa permite a obtenção de informações precisas sobre a altura e o diâmetro em diferentes alturas das árvores (Ferreira, M. Z., 2004), possibilitando a geração de dados de afilamento e o desenvolvimento de uma equação para estimar o volume. Para garantir uma representação adequada da distribuição diamétrica da floresta, é necessário selecionar árvores para cubagem rigorosa que abranjam todas as classes de DAP (Campos, J. C. C. e Leite, H. G., 2013).

4.3 Intervenções silviculturais

As práticas silviculturais são fundamentais para promover o adequado desenvolvimento das árvores e garantir o máximo rendimento de madeira. Dentre as principais práticas silviculturais, destacam-se a adubação, o controle de pragas, o controle de plantas daninhas, a desrama e o desbaste das árvores. Essas ações são essenciais para assegurar o sucesso do plantio e o crescimento saudável das árvores. (SANTAROSA; F. P. JUNIOR; C. G. R. GOULART, 2014)

Para promover o crescimento inicial das plantas em campos, é necessário adotar um conjunto de medidas silviculturais. Isso inclui considerar a época adequada de plantio, como na primavera ou início do verão, dependendo da espécie em questão. Além disso, é necessário realizar o preparo do solo adequado, garantindo condições favoráveis para o desenvolvimento das plantas. A adubação, utilizando fertilização mineral em doses apropriadas, também desempenha um papel importante nesse processo. Além disso, é essencial realizar tratamentos culturais direcionados para favorecer o crescimento inicial das plantas nos campos. Essas medidas combinadas contribuem para um estabelecimento saudável e promissor das plantas no início do seu ciclo de crescimento. (WILCKEN et al., [s.d.]

4.3.1 Talhadia

As espécies de *Eucalyptus* demonstram uma notável capacidade de regeneração das cepas após o corte das árvores, o que viabiliza a realização de múltiplas rotações no povoamento. Essa característica é de grande importância econômica e ambiental, pois permite o aproveitamento contínuo da área, maximizando a produção de madeira ao longo do tempo. Dessa forma, o manejo adequado dessas espécies possibilita a utilização sustentável dos recursos florestais, contribuindo para a produção de formações florestais de alto rendimento (LUZ et al., 2018). Conforme destacado por Köhl e Pancel (1993), o sistema de talhadia é caracterizado pela capacidade das gemas dormentes ou adventícias presentes nos tocos após a colheita de se desenvolverem e emitirem brotações, iniciando assim um novo ciclo florestal.

Segundo Stape (1997), o desenvolvimento das cepas é influenciado por três fatores principais: genéticos, operacionais e ambientais. Esses fatores determinam três fases distintas de brotação: emissão, estabelecimento e crescimento. Durante cada uma dessas fases, uma série de fatores desempenha um papel significativo no desenvolvimento dos brotos. Esses fatores interagem entre si e com o ambiente, determinando o desenvolvimento e o sucesso das cepas ao longo das diferentes fases de brotação. (“IPEF - Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais”, [s.d.]).F

4.3.2 Desbrota

A desbrota é uma prática fundamental no manejo do eucalipto, que consiste na remoção seletiva dos brotos laterais ou ramos das árvores. Essa técnica tem como objetivo controlar o crescimento vegetativo, favorecer o desenvolvimento da parte aérea e melhorar a qualidade da madeira produzida (A. FERREIRA; D. DA SILVA, 2008). A desbrota precoce é recomendada entre 1,3 a 2,0 metros de altura, pois permite manter uma maior área foliar, resultando em maior capacidade fotossintética e, conseqüentemente, maior produtividade ao final do ciclo.

A desbrota representa uma oportunidade para aprimorar a qualidade do plantio florestal. Por meio dessa prática, é possível alcançar um aumento na média de diâmetros e alturas dos brotos, além de promover uma maior uniformidade no povoamento (KLEIN et al., [sd]).

4.3.3 Matocompetição

A matocompetição, resultante do crescimento de plantas daninhas, exerce uma influência direta sobre as espécies arbóreas. Essa interferência competitiva leva à redução de recursos essenciais, como água e nutrientes, além de interferir na interceptação da luz e provocar efeitos alelopáticos. Esses efeitos alelopáticos envolvem a produção e liberação de compostos químicos por plantas vivas ou em decomposição, os quais interferem no crescimento das plantas próximas (Toledo, 2002). O controle de plantas invasoras desempenha um papel significativo no desenvolvimento das plantas, especialmente durante a fase inicial, ao reduzir a competição por água, luz e nutrientes minerais. É importante realizar o controle dessas plantas invasoras ao longo de todo o ciclo da cultura, uma vez que elas competem intensamente com a cultura por recursos essenciais. No entanto, é na fase inicial que essa competição se torna mais acentuada, uma vez que a cultura ainda não está completamente estabelecida (SOUSA; SILVA; COSTA, 2010).

4.3.4 Nutrição

A adubação é uma prática silvicultural simples e eficaz que envolve a aplicação de fertilizantes minerais e/ou orgânicos contendo nutrientes essenciais para o crescimento e produção ideais das plantas. Muitas vezes, o solo não possui quantidades suficientes desses nutrientes, e a adubação permite corrigir a fertilidade do solo, possibilitando que as plantas absorvam os nutrientes necessários para seu ciclo de vida. A fertilidade do solo pode ser definida como a capacidade do solo de fornecer nutrientes às plantas (Quintela, A., Fernandes C., Fabres, S., 2019)

Na maioria das situações, as espécies de eucalipto demonstram ganhos significativos de produtividade em resposta à adubação. Esses ganhos são influenciados pela qualidade do local de plantio, pelo material genético utilizado, pelas necessidades nutricionais da planta e pela adubação recomendada. As respostas positivas à adubação podem ser observadas por meio do aumento na produção e/ou na capacidade produtiva do local ao longo de rotações sucessivas. (A. FERREIRA; D. DA SILVA, 2008)

5 MATERIAL E MÉTODOS

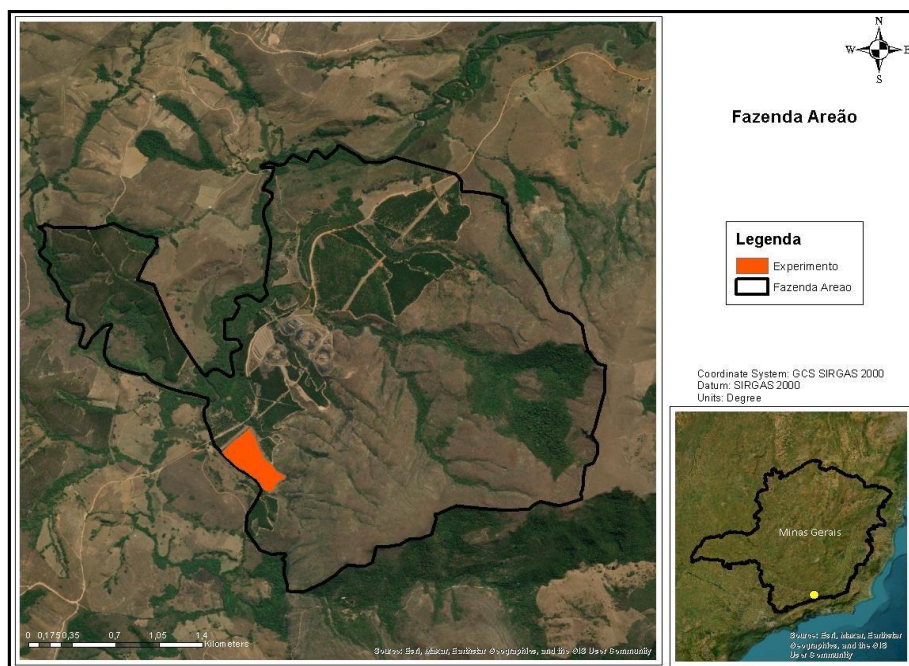
5.1 Local do Experimento

A Saint-Gobain PAM Bioenergia está localizada na cidade de Bom Jardim de Minas, um município situado no estado de Minas Gerais, Brasil. Bom Jardim de Minas está localizado na região sudeste do país, fazendo parte da microrregião de São João del Rei e da mesorregião do Campo das Vertentes.

O município está inserido em uma região de relevo montanhoso, com várias elevações e serras em seu território (Fig. 1). O clima predominante em Bom Jardim de Minas é o tropical de altitude, caracterizado por invernos frios e secos e verões amenos e chuvosos. A vegetação é típica da Mata Atlântica, com áreas de vegetação nativa preservada.

A sede da empresa, assim como o experimento mencionado, está localizada na Fazenda Areão, que está situada no interior de Bom Jardim de Minas (Fig. 1). A fazenda faz parte do contexto geográfico do município e contribui para as atividades da Saint-Gobain PAM Bioenergia nessa região.

Figura 1 - Detalhamento da área da Fazenda Areão e localização do município Bom Jardim de Minas – MG.



Fonte: Do Autor (2023).

5.2 Instalação dos tratamentos

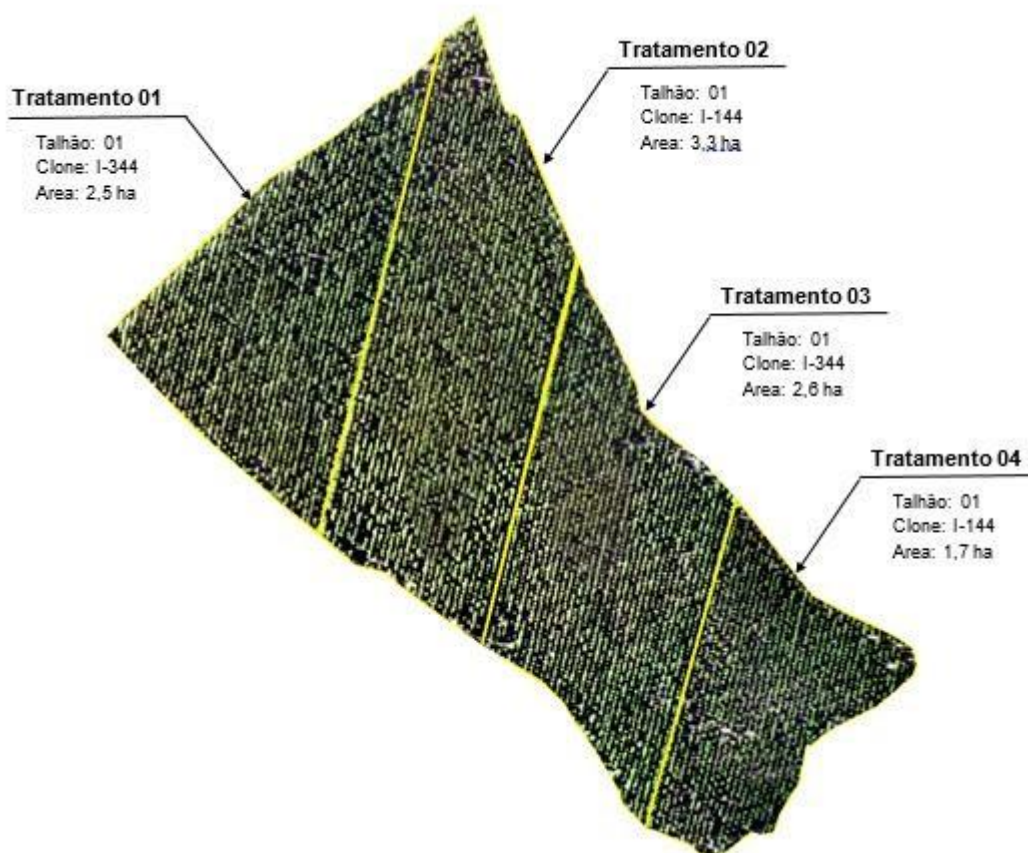
No ano de 2018, a brotação foi estimulada para a terceira rotação. Nesse contexto, foram implantados quatro tratamentos distintos, em uma área de aproximadamente 10 hectares, cada um submetido a um manejo silvicultural específico (conforme descrito na Tabela 1 e Figura 2). O tratamento número 4 foi designado como controle e consistiu apenas na operação de desbrota.

Tabela 1 - Descrição dos tratamentos silviculturais do plantio experimental na Fazenda do Areão, em Bom Jardim de Minas, MG. Sendo, T – tratamentos; N – número de brotos;

T	N	Desbrota	Controle do Mato	Correção do solo		1ª Adubação		2ª Adubação	
				Produto	Dose kg/ha	Produto	Dose kg/ha	Produto	Dose kg/ha
T1	1	Precoce	Sempre Limpo	Oxyfertil-S	500	NPK 10-15-20	400	KCl + B (00-00-54)	228
T2	2	Após 1 ano	Ausente	Ausente		NPK 20-00-20 + 1 % B	228	KCl + B (00-00-54)	228
T3	1	Precoce	Sempre Limpo	Oxyfertil-S	500	NPK 10-15-20	200	KCl + B (00-00-54)	228
T4	2	Após 1 ano	Ausente	Ausente		Ausente		Ausente	

Fonte: Do Autor (2023)

Figura 2 - Mapa contendo a delimitação e área, em hectares, de cada tratamento.



Fonte: Do Autor (2023)

5.4 Medição e obtenção dos dados

5.4.1 Inventário florestal

No experimento realizado, foi adotado o método de amostragem para coleta de dados. Para isso, foram estabelecidas oito parcelas permanentes circulares com um raio de 10 metros, sendo destinadas duas parcelas para cada tratamento.

Foram realizadas duas coletas de amostras, uma em fevereiro e outra em outubro de 2021, as quais foram utilizadas para análises subsequentes. Na primeira coleta, o plantio possuía uma idade de 2 anos e 3 meses, enquanto na segunda coleta, a idade era de 2 anos e 11 meses.

Essas amostragens em momentos distintos permitiram acompanhar o desenvolvimento das plantas ao longo do tempo e obter informações relevantes para as análises realizadas. Nas parcelas em questão, foram registrados os valores de CAP (Circunferência à Altura do Peito) de todos os indivíduos presentes, assim como a altura de duas linhas de árvores e das dominantes.

Para a medição dos CAPs, utilizou-se uma fita métrica. A partir dos dados de CAP foram calculados os DAPs de cada indivíduo, variável utilizada nos modelos de estimativa de altura e volume. Para a determinação da altura das árvores, foi utilizado o clinômetro eletrônico Haglöf (HEC) que estima a altura das árvores de forma indireta, ou seja, por triangulação a partir de medidas precisas de altura a partir da distância ou posição selecionada pelo usuário.

5.4.2 Cubagem rigorosa

Além da realização do inventário florestal, foi conduzida a cubagem de nove árvores em cada tratamento. As árvores foram derrubadas e foram realizadas medições do DAP, da altura total e foram obtidos os diâmetros em diferentes alturas: 0,7m, 1,0m, 1,3m e a cada metro adicional até alcançar o diâmetro aproveitável da árvore.

Os volumes reais foram calculados a partir dos dados de cubagem utilizando a equação de Smalian (Loetsch et al., 1973).

$$V = \frac{(g1+g2)}{2} * L \quad \text{Equação 01}$$

Onde, V= volume da secção pelo método Smalian; G1= área basal da base; G2= Área basal do topo; L= comprimento da secção.

5.5 Ajuste dos modelos e análise dos dados

5.5.1 Ajuste de modelo hipsométrico

A estimativa da altura das árvores (HT) foi realizada utilizando a equação de Schumacher e Hall simplificada (Equação 02), que é amplamente empregada na área de inventário florestal e modelagem de crescimento de árvores (Cardoso, R. M., 2008).

$$Ln(H) = \beta_0 + \beta_1 * \left(\frac{1}{DAP}\right) \quad \text{Equação 02}$$

Onde, H = altura total, DAP = diâmetro à altura do peito, β_0 e β_1 são parâmetros obtidos pelo ajuste do modelo em cada parcela.

Para obter os parâmetros β_0 e β_1 , foi adotada uma análise de regressão linear dos valores reais medidos em campo. A regressão linear é uma técnica estatística utilizada para estimar os coeficientes de um modelo matemático que relaciona uma variável dependente (no caso, H) a uma ou mais variáveis independentes (no caso, DAP). Por meio desse procedimento, procurese encontrar os valores ótimos de β_0 e β_1 que minimizam a diferença entre os valores observados de H e os valores estimados pelo modelo. Através da análise de regressão linear, foi possível determinar os coeficientes β_0 e β_1 que melhor se ajustam aos dados amostrais, permitindo a estimativa da altura das árvores em toda a parcela. Após o ajuste e verificação, o modelo é usado para determinação da altura para as árvores que só possuem a medição de DAP.

5.5.1 Ajuste de modelo de volume

Para estimar o volume dos inventários, a análise dos dados foi realizada utilizando os softwares Excel e R. Um script no R (R Core Team, 2021) foi executado utilizando a equação de Schumacher e Hall e estimar os valores dos parâmetros do modelo (Equação 02, Schumacher, F. X., & Hall, F. S., 1933). Essa abordagem utilizando dados reais da cubagem rigorosa foi adotada para obter estimativas mais precisas do volume nos inventários.

$$V = \beta_0 + DAP^{\beta_1} + HT^{\beta_2} \quad \text{Equação 02}$$

Onde, V = volume total, DAP = diâmetro à altura do peito, HT = altura total, β_0 , β_1 e B2 parâmetros obtidos com o ajuste do modelo.

Figura 3 – Script R para ajuste do modelo Schumacher e Hall de estimação de volume.

```
# LIMPAR MEMÓRIA
rm(list=ls(all=T))
# IMPORTAR DADOS

dados<-read.table("Cubagem1.txt", h=T, dec= ",")

# AJUSTE DE MODELO SCHUMACHER
Schumacher<-lm(log(V)~log(DAP)+log(HT),dados)

# ANÁLISE DE VARIÂNCIA
anova(Schumacher)

# ESTIMATIVAS DOS COEFICIENTES
summary(Schumacher)
```

Fonte: Do Autor (2023).

O desempenho dos modelos foram avaliados utilizando gráficos de resíduos absolutos, análise crucial para a validação dos modelos e para a identificação de eventuais problemas de ajuste ou violações das suposições do mesmo. Os resíduos correspondem à diferença absoluta entre os valores observados de volume e os valores estimados pelo modelo utilizado e permitem uma análise visual da confiabilidade do modelo ajustado. Bons ajustes resultam em resíduos distribuídos ao redor de zero, sem a presença de tendências ou padrões discerníveis.

Após a obtenção dos parâmetros relevantes, a equação de volume de Schumacher e Hall (Equação 02) foi empregada para calcular os valores de volume correspondentes a cada parcela nos inventários realizados. Essa abordagem permitiu a avaliação do desenvolvimento das árvores em cada tratamento investigado. Ao aplicar a equação de Schumacher e Hall, foi possível obter estimativas precisas do volume das árvores, possibilitando assim a análise comparativa entre os tratamentos e a avaliação do impacto das variáveis estudadas no desenvolvimento do volume das árvores.

5.6 Análises estatísticas para comparação entre os tratamentos

Os dados de dois inventários foram analisados utilizando técnicas de estatística descritiva e teste de média para comparação entre os tratamentos. Foram consideradas as variáveis de volume total, diâmetro à altura do peito (DAP) e altura estimada. O teste de média foi aplicado para comparar os tratamentos, identificando diferenças significativas entre eles em relação às variáveis avaliadas (SILVA, 2010). Essas análises estatísticas fornecem uma base

sólida para compreender as diferenças entre os tratamentos e auxiliam na interpretação dos resultados obtidos nos inventários florestais. Ao considerar o volume total, DAP e altura estimada, é possível obter análises sobre o crescimento e desenvolvimento das árvores nos diferentes tratamentos. Para cada uma das variáveis, os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e, em seguida, foi realizado o teste de Tukey para comparar as médias dos tratamentos entre si.

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1 Dados do inventário

Tabela 2: Resumo dos dados reais obtidos em campo, da cubagem. DAP = diâmetro à altura do peito médio e H = altura total média, N = número amostral.

Tratamento	DAP	HT	V	N
T01	11,1	17,3	0,00486	9
T02	10,3	15,6	0,00419	9
T03	10,1	14,1	0,00401	9
T04	10,8	13,4	0,00463	9

Fonte: Do Autor (2023)

Analisando os dados reais obtidos através da cubagem e apresentados na Tabela 2, observamos as médias dos resultados. Cada tratamento envolveu a cubagem de nove árvores para coleta de dados e obtenção dos parâmetros. Com base nos dados médios obtidos da cubagem, percebe-se que o Tratamento 1 apresentou melhor resultado.

Tabela 3: Ajuste dos modelos de altura pela equação de Schumacher e Hall simplificada (Equação 02), β_0 e β_1 = parâmetros ajustados, e ϵ = erro estatístico.

Tratamento	Data Inventário	β_0	β_1	ϵ
T01	02/2021	3,068295	-4,70891	0,04448
	10/2021	3,162601	-3,96697	0,04079
T02	02/2021	2,822119	-3,22284	0,09442
	10/2021	3,178747	-4,53579	0,05256
T03	02/2021	2,75157	-3,65317	0,04844
	10/2021	3,095733	-4,56145	0,103965
T04	02/2021	2,683915	-2,73555	0,163038
	10/2021	2,91382	-3,05183	0,067163

Fonte: Do Autor (2023)

Utilizando o modelo de regressão, foram obtidos os parâmetros para estimar a altura. Para cada tratamento, foram utilizados um β_0 e um β_1 específicos, não havendo variação dos parâmetros entre as parcelas. Essa abordagem foi adotada devido ao fato de que cada tratamento abrange uma área pequena com variação limitada, o que não requer parâmetros distintos para cada parcela.

Tabela 4: Ajuste dos modelos de volume pela equação de Schumacher e Hall (Equação 03), β_0 , β_1 e β_2 = parâmetros ajustados, e ϵ = erro estatístico.

Tratamento	β_0	β_1	β_2	ϵ
T01	-9,5152	2,0654	0,7106	0,0236
T02	-9,2450	0,3861	2,3892	0,073
T03	-9,3120	2,1605	0,5507	0,03233
T04	-9,5421	0,7295	2,0548	0,0219

Fonte: Do Autor (2023)

Para ajustar o modelo utilizado, foram gerados três parâmetros para cada tratamento, permitindo o cálculo do volume específico para cada um deles.

Tabela 5: Resumo dos dados reais e estimados para o inventário. DAP = diâmetro à altura do peito médio, H = altura total estimada média e VR = volume estimado médio, N = número amostral da variável à esquerda.

Tratamento	Idade	Parcela	DAP	HT	V	N
T01	2a 3m	1	10,2	13,5	0,0590	36
T01	2a 3m	2	11,0	13,8	0,0708	32
T01	2a 11m	1	11,9	16,9	0,0946	36
T01	2a 11m	2	12,0	16,7	0,0975	32
T02	2a 3m	1	7,9	11,5	0,0751	58
T02	2a 3m	2	7,0	10,4	0,0579	65
T02	2a 11m	1	10,8	15,3	0,1685	58
T02	2a 11m	2	8,4	13,7	0,1204	65
T03	2a 3m	1	8,7	10,1	0,0366	33
T03	2a 3m	2	8,8	10,3	0,0378	32
T03	2a 11m	1	10,7	14,3	0,0674	33
T03	2a 11m	2	10,5	14,1	0,0655	32
T04	2a 3m	1	8,1	10,1	0,0385	30
T04	2a 3m	2	7,7	10,4	0,0415	40
T04	2a 11m	1	9,2	13,4	0,0764	30
T04	2a 11m	2	9,2	12,8	0,0692	40

Fonte: Do Autor (2023)

Os dados médios do inventário foram obtidos através do cálculo dos parâmetros de altura e volume. Para os dados de média de DAP, foi observado um coeficiente de variação de 36,62%, indicando a variabilidade relativa dos dados em relação à média. Isso significa que os valores de DAP apresentam uma certa dispersão em torno da média.

Para os dados de altura (HT), o coeficiente de variação foi de 11,05%, confirmando que também há variabilidade relativa dos dados em relação à média. Isso indica que as alturas das árvores no inventário também apresentam alguma dispersão em relação à média.

Já para o volume, o coeficiente de variação foi de 51,05%. Esse valor mais elevado indica uma maior variabilidade relativa dos dados de volume em relação à média. Isso significa que os volumes das árvores no inventário têm uma dispersão mais ampla em torno da média.

Esses coeficientes de variação nos fornecem informações sobre a variabilidade dos dados e são úteis para avaliar o grau de dispersão em relação à média.

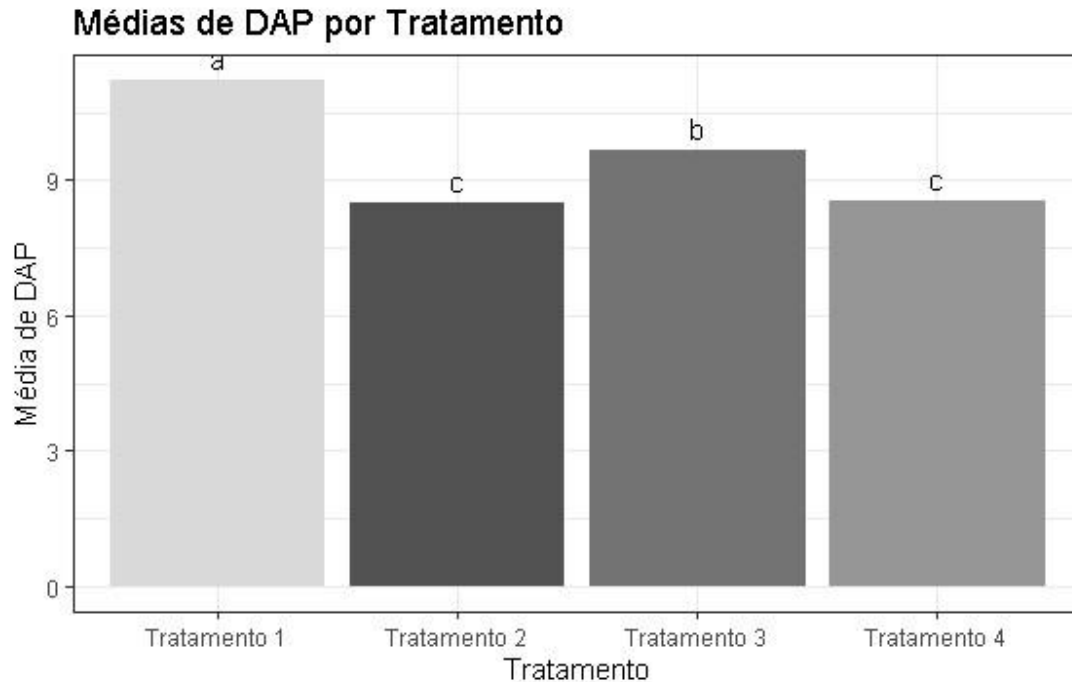
Tabela 6: Dados de volume em m³/ha para cada tratamento. V=Volume estimado em m³/ha.

Tratamento	Idade	V
T01	2a 3m	69,94
	2a 11m	106,21
T02	2a 3m	129,25
	2a 11m	260,06
T03	2a 3m	38,53
	2a 11m	67,75
T04	2a 3m	44,82
	2a 11m	82,89

Fonte: Do Autor (2023)

6.2 Comparação entre os tratamentos

Figura 4 – Gráfico mostrando a comparação entre os tratamentos para os valores de DAP.



Fonte: Do Autor (2023).

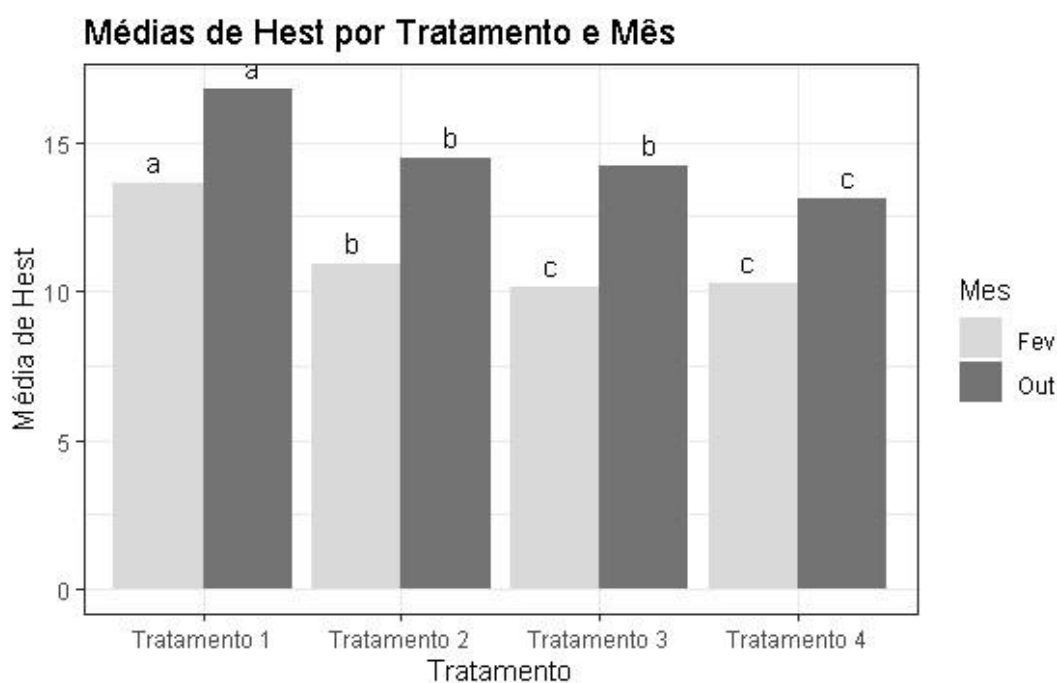
A Figura 4 representa os resultados do teste de médias. Não houve interação entre o fator mês pois não foi verificada variância significativa entre eles, ou seja, a alteração entre os meses foi baixa, não havendo necessidade de fazer a comparação de acordo com esse fator.

Através da Figura 4 fica evidente que o tratamento 1 demonstra maior eficiência, pois apresenta valores superiores para esses parâmetros. Esse resultado pode ser atribuído às práticas de manejo adotadas e ao fato de que cada broto do tratamento 1 possui uma única cepa, o que exerce influência no crescimento dessas medidas.

De acordo com Silva, N. F. (2013), em seu estudo sobre produtividade, demanda e eficiência nutricional de clones de eucalipto em regime de alto fuste e talhadia, foi constatado que árvores no sistema de talhadia utilizam mais eficientemente os nutrientes na produção de tronco. A autora também destacou a desbrota precoce como um fator que permite o melhor aproveitamento dos recursos de crescimento, resultando em maior produtividade. Além disso, observou-se que um maior número de brotos por cepa reduz o crescimento diamétrico individual das hastas (Silva, N. F., 2013).

De acordo com Barros et al. (1990), é evidente que a resposta do eucalipto à calagem afeta mais o crescimento em diâmetro do que em altura. Essa constatação é notável ao comparar os valores médios de DAP nos Tratamentos 1 e 3, os quais receberam a mesma dose de calagem. É perceptível que o Tratamento 1 respondeu de forma mais favorável à aplicação da calagem em comparação ao Tratamento 3, que apresentou um resultado inferior e próximo aos demais tratamentos.

Figura 5 – Gráfico mostrando a comparação entre os tratamentos para os valores de Hest.

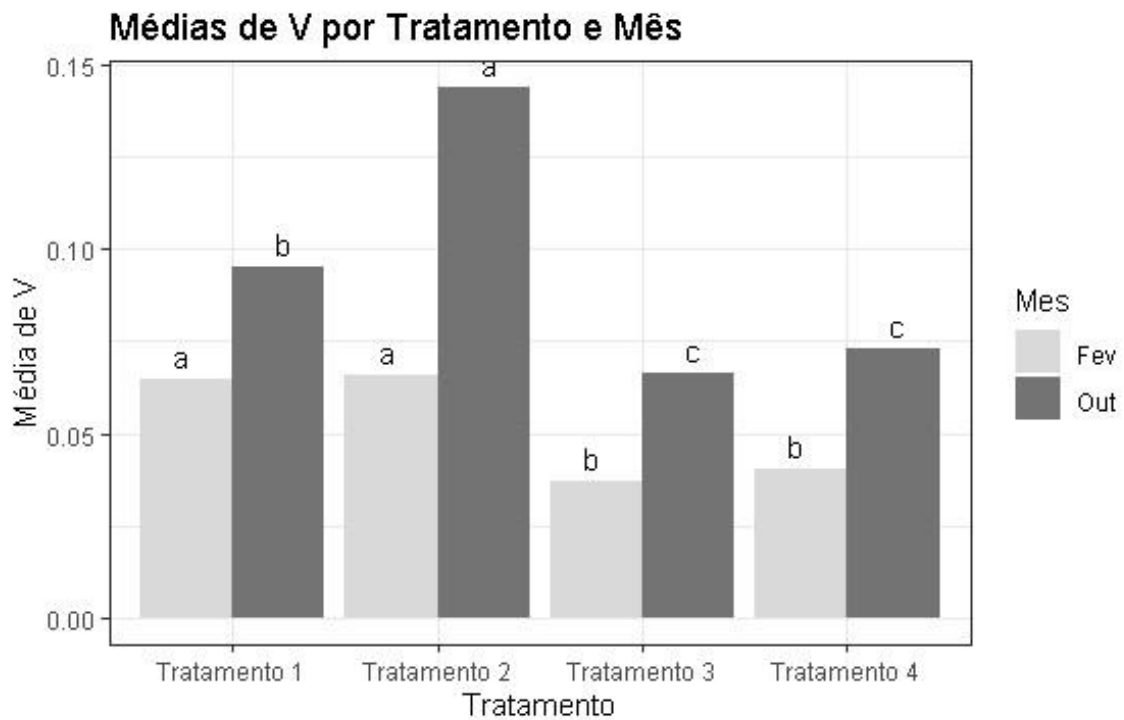


Fonte: Do Autor (2023).

Conforme destacado por Rosa (2018), há uma relação direta entre as diferentes doses de calagem, fosfatagem e NPK, e o crescimento das espécies de Eucalyptus. Essa conexão implica em diversos comportamentos no crescimento, variando de acordo com as doses dos fertilizantes aplicados. Normalmente, um aumento nas doses dos fertilizantes resulta em um maior crescimento das variáveis dendrométricas das plantas.

No que diz respeito à variável altura, podemos observar que o tratamento com a maior dose de 1ª adubação obteve uma resposta eficiente em comparação aos demais tratamentos. Enquanto isso, os tratamentos 2 e 3, que possuem doses semelhantes, apresentaram resultados comparáveis entre si.

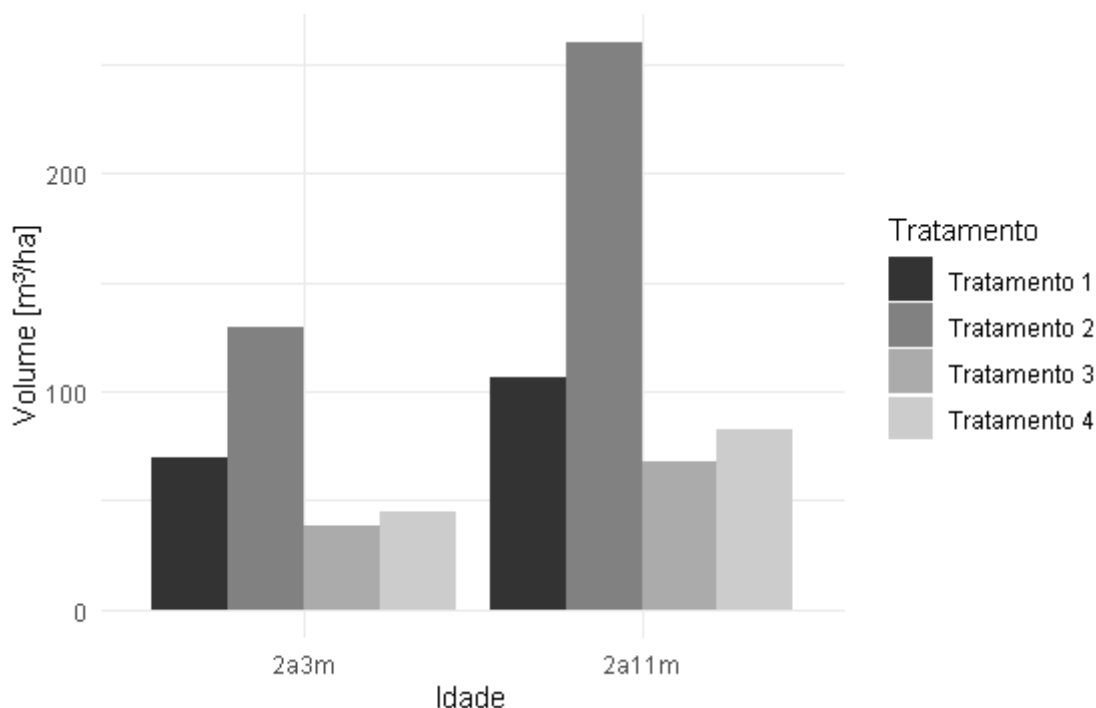
Figura 6 – Gráfico mostrando a comparação entre os tratamentos para os valores de Volume.



Fonte: Do Autor (2023).

As letras "a, b e c" representam diferentes níveis ou categorias das variáveis analisadas. Essas letras são atribuídas com base no teste de Tukey, que compara as médias entre os grupos e identifica diferenças significativas. No contexto do teste de Tukey com uma probabilidade de 95%, quando uma letra "a" é atribuída a um grupo, significa que esse grupo possui uma média significativamente maior ou melhor em relação aos outros grupos. Por outro lado, quando uma letra "c" é atribuída a um grupo, indica que esse grupo possui uma média significativamente menor ou pior em relação aos outros grupos. A letra "b" pode ser utilizada para grupos com médias intermediárias, que não são estatisticamente diferentes dos grupos "a" ou "c". Portanto, a atribuição das letras "a, b e c" permite identificar e classificar as diferenças relativas entre as variáveis analisadas com base nos resultados do teste de Tukey.

Figura 7 – Gráfico mostrando a comparação entre os tratamentos para os valores de Volume em m³/ha.



Fonte: Do Autor (2023).

Através da análise da Figura 7, é possível constatar que o Tratamento 2 exibe um volume superior em comparação com os outros tratamentos, o que indica sua maior eficiência na produção de volume. Essa conclusão é fundamentada na observação das barras do gráfico, onde o Tratamento 2 apresenta as maiores alturas em relação aos demais tratamentos, sugerindo um maior volume de produção.

A diferença nos volumes entre os tratamentos pode ser explicada pelo fato de que o Tratamento 2 adota duas brotações por cepa. Em relação às outras variáveis, como DAP (diâmetro à altura do peito) e H (altura), não foram observadas diferenças significativas em comparação aos tratamentos 1 e 3, que receberam tratamentos de calagem. Isso sugere que a calagem influenciou mais no aumento do DAP. Por outro lado, em relação à altura, o Tratamento 1 apresentou melhores resultados devido à utilização de uma dosagem mais elevada de adubação.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao analisar as variáveis de altura e DAP, é evidente que o tratamento 1 demonstra maior eficiência, apresentando valores superiores para ambos os parâmetros. Esse resultado pode ser atribuído às práticas de manejo adotadas, bem como ao fato de que cada broto do tratamento 1 possui uma única cepa, o que exerce influência no crescimento dessas medidas. Além disso, a aplicação de calagem também contribui para o crescimento desses parâmetros, reforçando a resposta positiva do tratamento 1 em relação aos demais.

De acordo com Silva, N. F. (2013), em seu estudo sobre produtividade, demanda e eficiência nutricional de clones de eucalipto em regime de alto fuste e talhadia, foi constatado que árvores no sistema de talhadia utilizam mais eficientemente os nutrientes na produção de tronco. A autora também destacou a desbrota precoce como um fator que permite o melhor aproveitamento dos recursos de crescimento, resultando em maior produtividade. Além disso, observou-se que um maior número de brotos por cepa reduz o crescimento diamétrico individual das hastes (Silva, N. F., 2013).

Ainda nesse contexto, Barros et al. (1990) afirmam que a resposta do eucalipto à calagem afeta mais o crescimento em diâmetro do que em altura, o que pode ser percebido ao analisar os valores médios de DAP para os Tratamentos 1 e 3 que possuem valores maiores para esse parâmetro, mesmo tendo recebido a mesma dose de calagem.

Entretanto, ao analisar o volume, fica evidente que o Tratamento 2 se tornou mais produtivo. Observamos que o volume foi significativamente mais elevado para o tratamento 2 em comparação aos demais. Além disso, notamos que, em relação à altura, o Tratamento 2 apresentou resultados semelhantes ao tratamento 3, e no quesito DAP, obteve resultados menores, assim como o tratamento 4. No entanto, a diferença entre os tratamentos não foi tão discrepante, exceto em relação ao volume, onde o Tratamento 2 se destacou positivamente.

Com base nisso, fica evidente que o Tratamento 2 apresenta melhores resultados. Embora os tratamentos não apresentem diferenças muito significativas em relação ao DAP (diâmetro à altura do peito) e à altura (H), percebemos que eles se destacam em comparação ao Tratamento 4, que, apesar de possuir dois brotos, não obteve valores relevantes de volume e demais parâmetros.

Podemos concluir que o Tratamento 2 não envolve o trato de calagem e utiliza doses menores de adubação, o que pode resultar em menor investimento se comparado, por exemplo, ao Tratamento 1, enquanto ainda obtém um maior valor de volume produzido.

O objetivo deste estudo foi analisar a viabilidade técnica para orientar a empresa na seleção do tratamento com melhor desempenho, com base na avaliação dos dados. É importante ressaltar que, dentro do escopo deste estudo, a viabilidade econômica não foi considerada. No entanto, cabe à empresa realizar a avaliação dos aspectos econômicos para uma análise mais abrangente.

REFERÊNCIAS

SOARES, Carlos Pedro Boechat; NETO, Francisco de Paula; SOUZA, Agostinho Lopes de. **Dendrometria e Inventário Florestal**. 2ª. Ed. Viçosa: Editora UFV, 2011. 272 p.

LOETSCH, F.; ZOHRER, F.; HALLER, K. E. **Forest inventory**. BLV Verlagsgesellschaft München Bern Wien, 1973. v. 2, 469 p.

MONT, R.; CARDOSO, Z. **UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO DEPA RA Comparação entre o modelo volumétrico de Schumacher & Hall e f**. [s.l: s.n.]. Disponível em:

<<http://www.if.ufrj.br/inst/monografia/2007II/Rodrigo%20Montezano%20Cardoso.pdf>>.

Acesso em: 08 jul. 2023.

R Core Team (2021). **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL: < <https://www.R-project.org/>>

SCHUMACHER, F.X. A new growth curve and its application to timber studies. **Journal of Forestry**, v.37, p.819-820, 1939.

SCHUMACHER, F. X.; HALL, F. S. Logarithmic expression of timber-tree volume. **Journal of Agricultural Research**, v.47, n.9, 719-734p. 1933

GASPAROTO, Esthevan Augusto Goes. **O panorama do inventário de florestas plantadas no Brasil**. 2017. Disponível em: <https://www.acervodigital.ufpr.br/handle/1884/54035>. Acesso em: 02 de julho de 2023.

NATHÁLIA FARIA DA SILVA PRODUTIVIDADE, DEMANDA E EFICIÊNCIA NUTRICIONAL DE CLONES DE EUCALIPTO EM REGIME DE ALTO FUSTE E TALHADIA VIÇOSA MINAS GERAIS -BRASIL 2013. [s.l: s.n.]. Disponível em: <<https://www.locus.ufv.br/bitstream/123456789/5506/1/texto%20completo.pdf>>. Acesso em: 09 jul. 2023.

VIEIRA, A. et al. **IMPORTÂNCIA DO INVENTARIO FLORESTAL NO LEVANTAMENTO DO POVOAMENTO**. [s.l: s.n.]. Disponível em: <http://fait.revista.inf.br/imagens_arquivos/arquivos_destaque/lxU2cBislzssUlr_2021-8-3015-50-1.pdf>. Acesso em: 05 jul. 2023.

Amostragem em Inventário Florestal Waldenei Travassos de Queiroz BELÉM 2012. [s.l: s.n.]. Disponível em:

<https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/417/o/amostragem_inventario_florestal_Waldeney_UFRA_2012.pdf>.

SANTAROSA, E.; F. P. JUNIOR, J.; C. G. R. GOULART, I. Disponível em:

<<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/121607/1/Apostila-Serie-TTEucalipto.pdf>>.

ROSA, D. **CALAGEM E ADUBAÇÃO NO CRESCIMENTO DE *Eucalyptus benthamii* Maiden et. Cambage E *Eucalyptus dunnii* Maiden** . Disponível em: <https://www.udesc.br/arquivos/cav/id_cpmenu/1485/Disserta_o_Diego_Pereira_da_Rosa_15682082221526_1485.pdf>. Acesso em: 19 jul. 2023.

SINTIA, V.; KOHLER. **UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ.** [s.l: s.n.]. Disponível em: <<https://acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/47443/R%20-%20T%20%20SINTIA%20VALERIO%20KOHLER.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>.

Quintela, A., Fernandes C., Fabres, S. (2019) **Atividades para uma gestão silvícola em talhadia bem-sucedida** RAIZ - Instituto de Investigação da Floresta e Papel. Disponível em: www.e-globulus.pt.

SOARES, Carlos Pedro Boechat; NETO, Francisco de Paula; SOUZA, Agostinho Lopes de. **Dendrometria e Inventário Florestal.** 2ª. Ed. Viçosa: Editora UFV, 2011. 272 p.

Juvenal, Thais Linhares; Mattos, René Luiz Grion. **O setor florestal no Brasil e a importância do reflorestamento.** BNDS, 2022.

FAO. **Global forest resources assessment FRA 2015: how are the world's forests changing Rome,** 2015. 46 p. Disponível em: <http://www.fao.org/3/a-i4793e.pdf> — Acesso: 07 julho 2023.

Plantações florestais: geração de benefícios com baixo impacto ambiental. - Portal Embrapa. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/en/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1076130/plantacoes-florestais-geracao-de-beneficios-com-baixo-impactoambiental>>. Acesso em: 07 jul. 2023.

BRASIL. **Município de Bom Jardim de Minas. Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos. Bom Jardim de Minas, MG, junho de 2016.** Disponível em: http://18.229.168.129:8080/publicacoesArquivos/arq_pubMidia_Processo_210-2014_P2.pdf. Acesso em: 10/05/2023.

Husch, B., Beers, T.W., & Kershaw Jr., J.A. (2003). **Forest mensuration.** Wiley.

Barros, T. D. (2021, 8 de dezembro). **Silvicultura. Embrapa - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária.** Recuperado de <https://www.embrapa.br/en/agencia-de-informacaotecnologica/tematicas/agroenergia/florestal/silvicultura>

Acesso em: 13/04/2023.

Embrapa. **Transferência de Tecnologia Florestal: Cultivo de eucalipto em propriedades rurais: diversificação da produção e renda.** Recuperado de: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/121607/1/Apostila-Serie-TTEucalipto.pdf>

EC II-D | Haglöf Sweden AB. Disponível em: <<https://haglofsweden.com/project/ec-ii-d/>>.

Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento -MAPA. [s.l: s.n.]. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/documents/10180/0/Plano+Nacional+de+Desenvolvimento+de+Florestas+Plantadas/90e38846-d556-da1d-0213-dda16a75088e>>.

Relatório Anual. 2022. Disponível em: <<https://iba.org/datafiles/publicacoes/relatorios/relatorio-anual-iba2022-compactado.pdf>>

HIGASHI, E. N.; SILVEIRA, R. L. V. A.; GONÇALVES, A. N. **Propagação vegetativa de Eucalyptus: princípios básicos e a sua evolução no Brasil.** Piracicaba: IPEF, 2000. 11 p. (Circular Técnica, 192).

CAMPINHOS Jr., E.; IKEMORI, J. K. **Clonagem de Eucalyptus spp. na Aracruz Florestal S/A. Problemática da produção de mudas em essências florestais.** IPEF, v. 4, n. 13, p. 6-11, 1987. (Série Técnica).

FERREIRA, M. **Melhoramento e a silvicultura intensiva clonal.** IPEF, v. 45, p. 22-30, 1992.

REZENDE, G. D. S. P.; BERTOLUCCI, L. G.; RAMALHO, M. A. P. **Eficiência da seleção precoce na recomendação de clones de eucaliptos avaliados no norte do Espírito Santo e sul da Bahia**. *Cerne*, v. 1, n. 1, p. 45-50, 1994.

XAVIER, A. **Silvicultura clonal em Eucalyptus**. *Revista Madeira*, 2003. p. 46-53. (Edição Especial).

Técnicas e instrumentos de medição de árvores. [s.l: s.n.]. Disponível em:
<<https://www.conhecer.org.br/download/inventario/Modulo%20I%20%20Dendrometria.pdf>>.

LUZ, D. S. et al. Influência da altura e diâmetro das cepas na rebrota de *Eucalyptus* spp. **Revista do Instituto Florestal**, v. 30, n. 1, p. 47–51, 2018.

CAMPOS, J. C. C.; LEITE, H. G. **Mensuração florestal: perguntas e respostas**. 4.ed., Viçosa: Editora UFV, 2013. 605p.

MATTHEWS, J. D. *Silvicultural systems*. Oxford: Clarendon Press, 1994. 283p.

A. FERREIRA, C.; D. DA SILVA, H. **Formação de Povoamentos Florestais**. Disponível em:
<<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/302664/1/formacaodepovoamentoflorestais.pdf>>. Acesso em: 9 jul. 2023.

IPEF - Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais. Disponível em:
<https://www.ipef.br/publicacoes/acervohistorico/informacoestecnicas/sistema_de_manejo_florestal.aspx>. Acesso em: 08 jul. 2023.

SIXEL, R. M. M., **Sistema de Manejo Florestal**. Disponível em:
<https://www.ipef.br/publicacoes/acervohistorico/informacoestecnicas/sistema_de_manejo_florestal.aspx>. Acesso em: 8 jul. 2023.

BARROS, N. F.; NOVAIS, R. F.; NEVES, J. C. L. **Fertilização e correção do solo para o plantio de eucalipto**. In: BARROS, N. F. & NOVAIS, R. F., eds. *Relação solo eucalipto*. Viçosa, Editora Folha de Viçosa, 1990. p.127-186.

TOLEDO, R. E. B. **Faixas e períodos de controle de plantas daninhas e seus reflexos no crescimento de eucalipto**. 2002. 130 f. Tese (Doutorado em Agronomia)-Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP, 2002.

SOUSA, G. C. DE; SILVA, J. V. DA; COSTA, C. C. DA. Efeito dos tratamentos silviculturais na produtividade e na qualidade da madeira em plantações de *Eucalyptus* spp. **Revista Agrogeoambiental**, v. 2, n. 2, 1 set. 2010.

IPEF - Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais. Disponível em: <https://www.ipef.br/publicacoes/acervohistorico/informacoestecnicas/sistema_de_manejo_florestal.aspx>

KÖHL, M.; PANCEL, L. Tropical forestry handbook. 1993.

STAPE, J. L. Planejamento global e normatização de procedimentos operacionais da talhadia simples em *Eucalyptus*. **Série Técnica IPEF**, v. 11, n. 30, p. 51-62, mai., 1997.

KLEIN, J. et al. [s.l: s.n.]. Disponível em: <<https://www.ipef.br/publicacoes/stecnica/nr30/cap9.pdf>>. Acesso em: 08 jul. 2023

SILVA, R. [s.l: s.n.]. Disponível em: <<https://dspace.bc.uepb.edu.br/jspui/bitstream/123456789/4318/1/PDF%20%20Russilano%20Costa%20Silva.pdf>>.

PEREIRA, B. L. C. et al. EFEITO DA CARBONIZAÇÃO DA MADEIRA NA ESTRUTURA ANATÔMICA E DENSIDADE DO CARVÃO VEGETAL DE *Eucalyptus*. **Ciência Florestal**, v. 26, n. 2, p. 545, 20 jun. 2016.