



UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E ENGENHARIAS
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS FLORESTAIS E DA MADEIRA

GUSTAVO JASKE DA CONCEIÇÃO

QUALIDADE DA MADEIRA EM FUNÇÃO DO NÚMERO DE FUSTES DE
EUCALIPTO CONDUZIDOS EM REGIME DE TALHADIA

JERÔNIMO MONTEIRO
ESPÍRITO SANTO
2023

GUSTAVO JASKE DA CONCEIÇÃO

QUALIDADE DA MADEIRA EM FUNÇÃO DO NÚMERO DE FUSTES DE
EUCALIPTO CONDUZIDOS EM REGIME DE TALHADIA

Monografia apresentada ao Departamento de
Ciências Florestais e da Madeira da Universidade
Federal do Espírito Santo, como requisito parcial
para obtenção do título de Engenheiro Florestal.
Orientador: Graziela Baptista Vidaurre
Conselheiro: Nauan Ribeiro Marques Cirilo

JERÔNIMO MONTEIRO
ESPÍRITO SANTO
2023

GUSTAVO JASKE DA CONCEIÇÃO

QUALIDADE DA MADEIRA EM FUNÇÃO DO NÚMERO DE FUSTES DE
EUCALIPTO CONDUZIDOS EM REGIME DE TALHADIA

Monografia apresentada ao Departamento de Ciências Florestais e da Madeira da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro Florestal.

Aprovado em 06 de julho de 2023.

COMISSÃO EXAMINADORA

 Documento assinado digitalmente
AGUINALDO JOSE DE SOUZA
Data: 18/07/2023 14:35:17-0300
Verifique em <https://validar.it.gov.br>



M. Sc. Aginaldo José de Souza
Pesquisador Suzano S.A
Examinador

Dr. Alexandre de Vicente Ferraz
Instituto de Pesquisa e Estudos Florestais
Examinador



M. Sc. Vaniele Bento dos Santos
Universidade Federal do Espírito Santo
Examinadora



Prof. Dra. Graziela Baptista Vidaurre
Universidade Federal do Espírito Santo
Orientadora

*Aos meus pais, pelo apoio
incondicional.
Afetuosamente, dedico.*

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, Aldecir e Evanilda por todo o amor, carinho, e pelo incentivo até aqui onde cheguei. Ao meu irmão, Otavio e minha afilhada Maitê por tanto amor e por tirarem sempre os melhores sorrisos sinceros.

À toda a minha família, por todo o incentivo. Meus avós, Evaldo e Anilda por serem meus segundos pais e me ensinarem a importância de um coração grande.

Aos meus amigos do coração, Marina e Paulin, por formarem o melhor trio de ouro da história e estarem comigo em todas as situações da vida, vocês são meus orgulhos.

À minha grande amiga do peito e dupla da graduação Daniely, sem você eu não chegaria até aqui, você foi luz na minha vida.

Aos meus grandes amigos, Caroline, Beatriz, João Pedro, Thiago e Terra por toda a jornada juntos, vocês que me acolheram desde o início e fizeram os meus dias melhores. Obrigado por tudo.

Aos meus amigos Gabriel, Matheus, Deusdete, Anna, Karoline e Tati pelos trabalhos em grupo, pelas fofocas, pelos ensinamentos durante a graduação e por terem tornado o dia a dia mais divertido.

À minha professora e orientadora Graziela, pela oportunidade de contribuir com a minha formação profissional, toda orientação foi essencial para meu crescimento.

Ao meu conselheiro e grande amigo Nauan por todo apoio, conversas, ensinamentos e pela paciência que tem comigo, se hoje eu cheguei até aqui foi pela sua dedicação por tanto. À minha grande amiga Vaniele, por todos os conselhos e pelo carinho que sempre teve comigo, obrigado pela oportunidade de trabalhar com uma pessoa tão cheia de luz como você.

Aos amigos do NUQMAD por tantos ensinamentos e experiências, os cafés, conversas, experimentos.

As meninas da minha vida, Giovana, Lili, Mariana, Paola, Tayna, Lorrainy, Estefany, Gaby, Raira, Bruna e Naiane pela amizade de sempre, por acreditarem em mim e por terem passados boas e poucas comigo.

Ao IPEF por contribuir com as pesquisas neste trabalho, em especial ao Alexandre, Antônio e Aleda.

A turma 2019/1 pelo tempo vivido juntos, lembrarei de cada um.

Muito obrigado.

RESUMO

Com o aumento da demanda pela madeira de eucalipto, houve a necessidade de se obter plantios mais econômicos, clones mais produtivos e tecnologia aplicada a silvicultura, como novos materiais genéticos aliados ao manejo florestal. Portanto, surge a necessidade de maior conhecimento relacionado ao manejo das espécies de *Eucalyptus*, assim como as técnicas silviculturais adequadas. Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi avaliar o impacto do número de fustes nas propriedades da madeira de um clone de *Eucalyptus grandis* conduzidos sob manejo de talhadia em terceira rotação de cultivo. As árvores foram provenientes de um talhão experimental da Estação Experimental de Ciências Florestais de Itatinga da Universidade de São Paulo (ESALQ/USP), aos 8 anos de idade, com espaçamentos de plantio de 3,0 x 1,8 m. Foram avaliados 36 fustes de eucalipto, sendo amostradas de 18 árvores que possuíam 1 fuste, 2 fustes e árvores que não foram submetidas a desbrota, sendo retirados 3 fustes dessas cepas que atingiram a altura comercial. As cepas selecionadas foram abatidas e dois discos foram retirados dos fustes de cada posição, 0%, DAP, 50%, e 100% da altura comercial para avaliação das propriedades da madeira, como densidade básica, morfologia das fibras e vasos, porcentagem de cerne e casca.

A madeira de talhadia de um fuste, dois fustes e sem desbrota não apresentaram diferenças estatísticas para densidade básica da madeira e porcentagem de casca. Só houve impacto do manejo nas propriedades anatômicas e porcentagem de cerne da madeira, sendo que as árvores que tiveram maior crescimento, apresentaram maior produção de cerne. A madeira das árvores sem desbrota apresentaram fustes mais variáveis nas propriedades de densidade básica e porcentagem de cerne, influenciado pelo seu desenvolvimento heterógeno, sendo assim as árvores com um fustes apresentaram os melhores resultados quando correlacionado as diferentes condições de crescimento das árvores com mais fustes.

Palavras-chave: Qualidade da madeira; *Eucalyptus grandis*; Condução de brotação.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	viii
LISTA DE FIGURAS	ix
1 INTRODUÇÃO	10
2 OBJETIVOS	12
2.2 Objetivo geral	12
2.2.1 Objetivos específicos	12
3 REVISÃO DE LITERATURA	13
3.1 Impacto da talhadia na qualidade da madeira	13
4 METODOLOGIA.....	16
4.1 Área de estudo e seleção das árvores.....	16
4.2 Densidade básica da madeira.....	18
4.3 Anatomia da madeira	18
4.4 Porcentagem de cerne, alburno e casca.....	19
4.5 Análises estatística	19
5 RESULTADOS	20
5.1 Densidade básica da madeira e variabilidade base-topo.....	20
5.2 Anatomia da madeira	21
5.3 Porcentagem de cerne/alburno e variação base-topo.....	23
5.4 Porcentagem de casca	24
6 DISCUSSÃO	26
7 CONCLUSÃO.....	29
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	30

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Características dendrométricas e classificação das árvores amostradas.	16
--	----

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Esquema metodológico da amostragem para as análises das propriedades da madeira.	17
Figura 2 – Densidade básica da madeira e comparação entre a talhadia de 02 fustes e sem desbrota.....	20
Figura 3 – Variabilidade base-topo da densidade básica da madeira para 01 fuste, 02 fustes e sem desbrota no regime de talhadia.....	21
Figura 4 – Valores médios das dimensões das fibras e vasos da madeira de 01 fuste, 02 fustes e sem desbrota no regime de talhadia.....	22
Figura 5 – Porcentagem de cerne da madeira de 01 fuste, 02 fustes e sem desbrota no regime de talhadia.....	23
Figura 6 – Variação base-topo e área de cerne da madeira de 01 fuste, 02 fustes e sem desbrota no regime de talhadia.	24
Figura 7 – Porcentagem de casca e variabilidade base-topo da madeira de 01 fuste, 02 fustes e sem desbrota no regime de talhadia.....	25

1 INTRODUÇÃO

O constante aumento da demanda pela madeira de eucalipto trouxe a necessidade de se obter plantios mais econômicos, clones mais produtivos e tecnologia aplicada a silvicultura, como novos materiais genéticos aliados ao manejo (CARVALHO, 2010). O manejo por talhadia é uma opção que traz benefícios com menores investimento para a produção, com retorno mais rápido que os demais sistemas, decorrentes aos menores níveis de interferência no ambiente, seguidas por inúmeras rotações de plantio na mesma área (MATTHEWS, 2006; DRAKE et al., 2009).

A talhadia se dá pela condução da brotação de cepas de eucalipto após a colheita, emitindo assim novos brotos que iniciam uma nova rotação florestal (FERRARI et al., 2005; GADELHA, 2015). A produtividade média nos plantios tem evoluído bastante ao longo dos anos, a capacidade de emitir brotações é uma das grandes vantagens das espécies do gênero *Eucalyptus*, além de possibilitar a condução de muitas rotações com as mesmas mudas plantadas (HAKAMADA et al., 2022).

A prática de manejo com talhadia surgiu no Brasil na década de 70, utilizada em plantios de eucaliptos destinados à produção de energia (FERRARI et al., 2005). Com a busca de espécies mais produtivas, e com a introdução em grande escala de novos materiais genéticos de melhor qualidade, o interesse na condução das cepas diminuiu, e o manejo por talhadia foi se limitando. Contudo, após a crise econômica mundial de 2008, a produção de madeira através da condução de brotação do eucalipto voltou a ser utilizada pelas empresas florestais, afim de reduzir custos (GONÇALVES et al., 2014).

O manejo de talhadia pode ser uma alternativa para pequenos e médios produtores, pois os custos de produção de uma rotação de talhadia, são aproximadamente a metade da rotação plantada anterior, com menor tráfego de máquinas, menor uso de mão de obra e de insumos, assim como sendo utilizada para fins energéticos, polpação e madeira sólida (GONÇALVES et al., 2013; GUERRA et al., 2014; HAKAMADA et al., 2015). O número de fustes deixados após a condução da talhadia dependerá dos objetivos do manejo florestal, que determina a produção final, bem como a qualidade e a idade dos próximos ciclos (FERRAZ FILHO; SCOLFORO; MOLA-YUDEGO, 2014). As brotações escolhidas para a condução devem mostrar o seu potencial, com fustes retos e vigorosos, apresentando boa

sanidade e desenvolvimento, e quando há falhas, mais de um broto pode ser deixado em uma ou mais cepas, de modo a recompor a população original (FAO, 1981; FERRARI et al., 2005).

Na literatura, poucos trabalhos relatam as propriedades da madeira com o manejo de talhadia. A semelhança de valores para densidade básica da madeira nas rotações do manejo de talhadia são evidenciados em trabalhos na literatura (BRASIL e VEIGA, 1994; GONÇALVES et al., 2009; VALLE et al., 2013). Para a porcentagem de cerne, a talhadia apresenta valores altos em fustes com classes diâmetricas maiores, quanto estes foram analisados de plantios a partir da segunda rotação (FERRARI et al., 2005; VALLE et al., 2013). A anatomia da madeira em plantio com idade semelhante e nas mesmas condições de crescimento apresentam valores semelhantes para parâmetros de comprimento e largura das fibras (Özden Keles, 2021) assim como em (VALLE et al., 2013).

Conhecer as características que melhor explicam e controlam a qualidade da madeira é importante para o manejo florestal, pois é interessante o conhecimento das propriedades que mais a explicam e até que ponto são influenciadas por fatores genéticos, ambientais e pelos tratamentos silviculturais (GOULART, 2003).

2 OBJETIVOS

2.2 Objetivo geral

Avaliar o impacto da quantidade de fustes nas propriedades da madeira de eucalipto sob manejo de talhadia.

2.2.1 Objetivos específicos

- Comparar a densidade básica, morfologia das fibras e vasos, porcentagem de cerne e casca da madeira de eucalipto dentro do manejo de talhadia.
- Avaliar as propriedades da madeira de árvores com fuste único, árvores com dois fustes e árvores de três fustes, conduzidos em talhadia.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Impacto da talhadia na qualidade da madeira

A talhadia pode ser definida quando as gemas dormentes ou adventícias das cepas e/ou raízes florestais se desenvolvem após o corte de árvores que emitem brotações (STAPE, 1997). Algumas espécies do gênero *Eucalyptus* possuem elevada capacidade de rebrota, as protuberâncias na região do colo da planta que darão origem aos brotos são conhecidas como lignotúberes (REIS; REIS, 1997).

As práticas silviculturais empregadas no manejo da talhadia podem proporcionar alterações na madeira a ponto de influenciar na qualidade do produto final (ZOBEL, 1992).

No Brasil, os plantios comerciais do gênero *Eucalyptus* são realizados, geralmente, três cortes. A maioria das plantas manejadas pelo sistema de talhadia em locais com deficiência hídrica ou nutricional são cultivadas em sistemas florestais que rotacionam entre 6 a 8 anos (GONÇALVES et al., 2014). Este sistema de renovação é adequado para várias espécies do gênero devido a melhor capacidade de emitir brotos de gemas que estão presentes nos troncos (HIGA e STURION, 2000; OLIVEIRA, 2006).

A taxa de crescimento das árvores de segunda rotação apresenta maior desenvolvimento inicial que as árvores de primeira rotação, com a mesma idade, em função do sistema radicular já estabelecido, além do crescimento inicial maior devido as reservas nutricionais já presentes (REIS e KIMMINS, 1986).

O número de brotos por cepa influencia o crescimento em altura, diâmetro, volume e biomassa da parte aérea (OLIVEIRA, 2006). Ao examinar o número de brotos por cepa de *Eucalyptus urophylla* que deveriam ser deixados por conta da desbrota na região do Vale do Rio Doce, Pereira et al. (1980) observou que o volume por hectare aumentou com o número de brotos até quatro brotos por cepa, uma vez que promovem aumento de 33% no volume em comparação com as plantas não desbrotadas.

Em um estudo com brotação de Teca sob regime de talhadia composta avaliadas em quatro idades (9, 10, 11, e 12 anos), Barros et al., (2017) afirmaram que independente do espaçamento utilizado, a redução no número de brotos ao longo dos anos mostra que os efeitos da competição são influenciados pelo aumento da demanda por recursos, e se os recursos forem limitados, a quantidade de brotos nas

cepas serão menores. Tal fato pode influenciar na escolha da quantidade de brotos manejados na desbrota.

Ao estudar algumas das características da madeira em duas rotações de dois híbridos naturais de *Eucalyptus urophylla* S. T. Blake aos 5 anos, Valle et al. (2013) confirmaram que não houve diferença na densidade básica da madeira entre a primeira e a segunda rotação de talhadia. Também sendo evidenciado em Brasil e Veiga (1994), no qual obtiveram resultados com massa específica variando de 450 a 490 kg.m⁻³ em clones de *Eucalyptus urophylla*.

Em contraste, Gonçalves et al. (2009), ao estudarem um híbrido clonal de *Eucalyptus urophylla* e *Eucalyptus grandis* aos 5 anos com 1 broto por planta, constataram que há uma tendência de aumento da densidade básica da madeira em sistemas com talhadia e desbaste prematuro a partir da segunda tora. Para algumas propriedades mecânicas da madeira, o mesmo autor observou que os maiores valores de retratibilidade da madeira, em termos absolutos, estão concentradas no manejo de reforma de maior idade (14 anos), influenciado por sua maior densidade básica. Para os manejos de talhadia e reforma com menor idade (5,8 anos) os valores foram próximos.

A quantidade de brotos conduzidos pelo manejo da talhadia irá interferir diretamente na produção de cerne da madeira de eucalipto. Maiores quantidades de brotos deixados, proporcionarão menores diâmetros. Por isso, a permanência de mais de um broto por cepa estimula a competição entre eles pelos recursos de crescimento e, provavelmente, diferenças de tamanho entre brotos. Isto se a quantidade de recursos do sítio for limitada (FAO, 1981; REIS e REIS, 1997).

Ao estudar outras propriedades da madeira, como a relação de cerne/alburno entre rotações, Valle et al. (2013) verificaram que os clones apresentaram maiores diâmetros das toras e porcentagem de cerne e relação cerne/alburno na madeira da segunda rotação de corte. Os resultados observados corroboram com os apresentados por Ferrari et al., (2005), no qual, seja o povoamento conduzidos para dois ou apenas um broto, existe a possibilidade de se obter troncos mais retos e de maior valor, bem como toras com tamanhos diametrais maiores.

Fatores ambientais e silviculturais podem afetar o crescimento e o desenvolvimento de espécies, alterando as propriedades morfológicas e anatômicas das células. Os estudos anatômicos permitem identificar as espécies e, principalmente, detalhar a estrutura do lenho, além de determinar as relações entre o

lenho e as características gerais da madeira, especificamente, ao nível das resistências mecânicas, resistência, permeabilidade e trabalhabilidade (SILVA, 2002).

Ao estudar as características anatômicas das células lenhosas em caules de talhadia de *Populus nigra* L. (Choupo negro) e *Salix alba* L. (Salgueiro-branco) plantados em idade semelhante e nas mesmas condições de crescimento, Özden Keles (2021) não encontrou diferença significativa nas médias do diâmetro do vaso, comprimento da fibra, largura da fibra, largura do lúmen da fibra e espessura da parede da fibra. A combinação da morfologia e anatomia pode fornecer informações importantes sobre o crescimento e desenvolvimento de várias espécies arbóreas, bem como revelar respostas de talhadia que possuem adaptação às mudanças ambientais locais (GARTNER-ROER et al., 2013; NOVAK et al., 2013).

4 METODOLOGIA

4.1 Área de estudo e seleção das árvores

As amostras de madeiras foram provenientes de um talhão experimental da Estação Experimental de Ciências Florestais de Itatinga da Universidade de São Paulo (ESALQ/USP), na cidade de Itatinga, São Paulo, Brasil. A pesquisa está vinculada ao Programa Cooperativo de Silvicultura e Manejo (PTSM), do Instituto de Pesquisa e Estudos Florestais (IPEF). Em setembro de 2000 o talhão experimental foi instalado, e ao longo dos anos foram realizados ciclos de corte. O corte raso da primeira rotação ocorreu em setembro de 2007, e o corte da segunda rotação em abril de 2014, onde foi efetuado a desbrota e aplicação dos tratamentos para a condução de cepas com 1 fuste, dois fustes e sem desbrota avaliados neste trabalho.

O experimento foi realizado com árvores de um clone de *Eucalyptus grandis*, sob espaçamento de plantio de 3,0 x 1,8 m, delineado em blocos casualizados, com 8 tratamentos (Tratamentos 1 a 6 = 1 fuste; Tratamento 7 = 2 fustes; Tratamento 8 = sem desbrota) e 4 blocos, formados de 12 linhas e de 12 plantas, sendo as avaliações e coletas realizadas nas 64 internas, respeitando bordadura dupla. A área de estudo possui solo Latossolo Vermelho Amarelo de textura média, muito profundo.

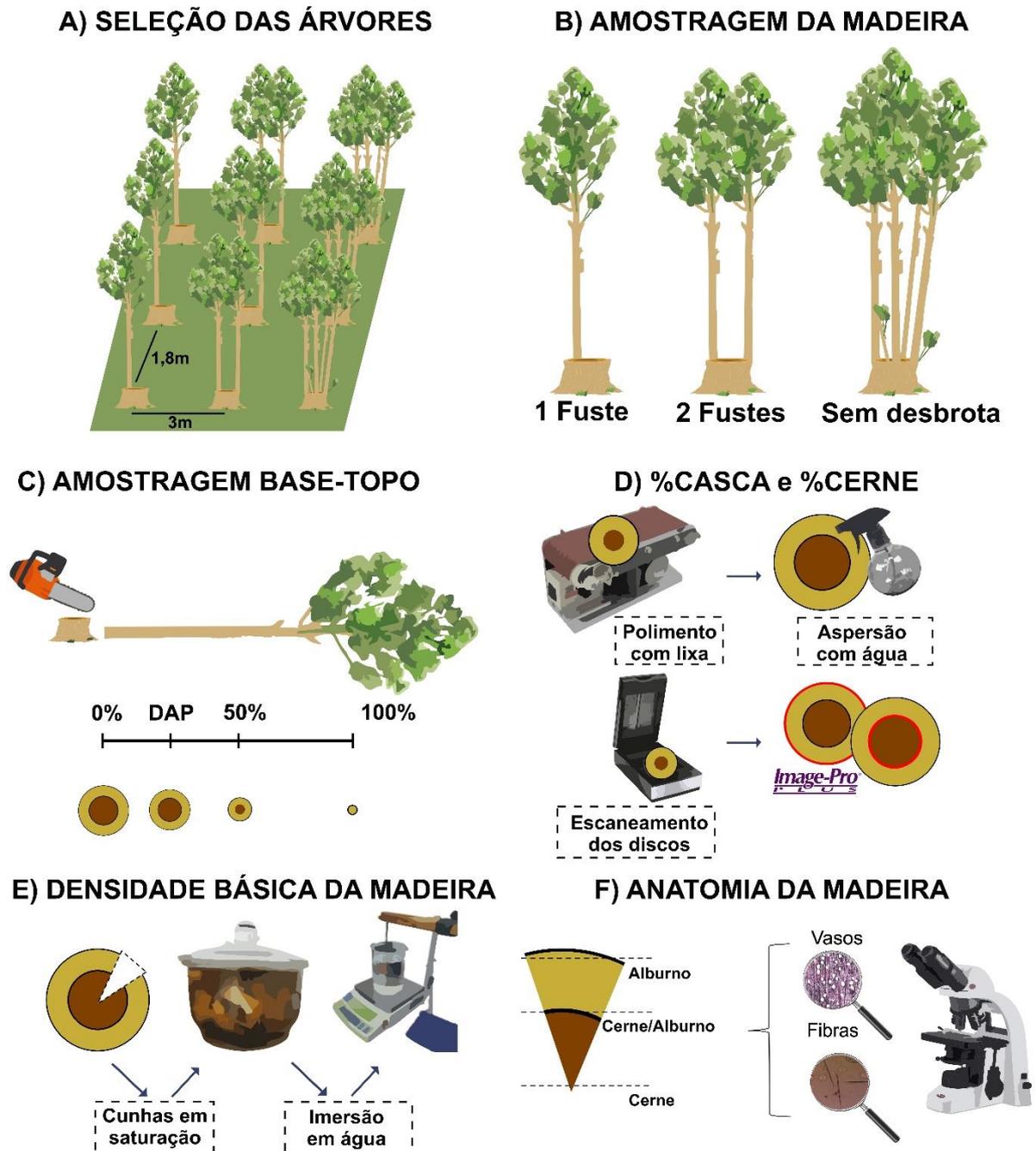
A coleta das árvores em campo foi determinada com base da distribuição diamétrica, que visou a identificação e corte de fustes com diâmetro médio entre 13,31 e 18,29 cm para 01 fuste, entre 10,50 e 15,53 cm para árvores com 02 fustes e, entre 9,32 e 14,17 cm para árvores que não foram submetidas a desbrota, sendo este, retirado 3 fustes. Foram coletadas 6 árvores por tratamento, e para a representação das árvores, os fustes foram classificados pela área total dos discos em maior e menor (Tabela 1).

Tabela 1 – Características dendrométricas médias e classificação das árvores amostradas.

Tratamento	DAP (cm)	Dimensão dos fustes
1 fuste	16,33	Maior
2 fustes	12,10	Maior
	10,76	Menor
Sem desbrota	10,90	Maior
	9,79	Menor 1
	9,56	Menor 2

Foram avaliadas no total 18 árvores e 36 fustes, e cada fuste resultante da condução dos brotos foi considerado como uma árvore. Os fustes selecionados foram cortados, e discos de madeira com 3 cm de espessuras foram retirados de 4 posições, 0%, DAP, 50%, e 100% da altura comercial (Figura 1).

Figura 1 – Esquema metodológico da amostragem para as análises das propriedades da madeira.



Fonte: O autor.

4.2 Densidade básica da madeira

A densidade básica da madeira foi determinada pelo método de imersão em água, de acordo com a norma ABNT NBR 11941 (ABNT, 2003). Uma cunha de 45° foi obtida de todas as quatro posições (base-topo) dos discos, cortadas e encaminhadas para saturação em água no dessecador submetidas ao vácuo, com troca de água três vezes na semana. As amostras ficaram submersas em água 2 meses e 27 dias até a obtenção de massa constante. Por fim, a madeira foi para estufa a $103 \pm 2^\circ\text{C}$ até massa constante. A densidade básica foi determinada pela razão entre a massa seca e o volume saturado.

4.3 Anatomia da madeira

Para a caracterização das fibras e dos vasos foi utilizada uma cunha do DAP de 3 árvores por tratamento. Cortes histológicos em micrótomo na região do cerne, albarno e transição foram retirados e utilizados para mensuração dos vasos. Os corpos-de-prova foram amolecidos em água à ebulição e fixados em micrótomo de deslize para obtenção de cortes de espessura médias de 20 μm do plano transversal. Em seguida, foram montadas em lâminas histológicas temporárias, com uso de glicerina e água. Foram feitas 20 fotomicrografias para cada corpo-de-prova, utilizando um microscópio óptico, com sistema de aquisição de imagens. Os parâmetros mensurados relativos aos vasos foram o diâmetro, área e frequência dos vasos, por meio de fotografias quantificadas pelo *software* ImageJ. Foram realizadas a determinação de 25 medições para cada característica mensurada.

No processo de maceração para a análise de fibras a metodologia de Nicholls e Dadswell (1972) foi utilizada. Foram retirados pequenos “palitos” no plano tangencial, próximo a casca. Os palitos foram dispostos em frascos de 25 mL, em solução de ácido acético e peróxido de hidrogênio (1:1), posteriormente, levados para estufa em temperatura de 60°C, durante 48. Para as medições do comprimento, largura da fibra e diâmetro do lume das fibras utilizou-se um microscópio óptico (International Association of Wood Anatomists - IAWA, 1989), com um sistema de aquisição de imagens, através de uma câmera acoplada, possibilitando a visualização das fibras diretamente no monitor e posterior captura da imagem, com o auxílio do *software* Axio-Vision.

4.4 Porcentagem de cerne, alburno e casca.

A delimitação de cerne e alburno foi realizada de forma visual pela diferença de cor. Para tal, os discos foram polidos em lixadeira de cinta com lixas de grãos 50 para melhorar a visualização da superfície, e posteriormente, aspergiu-se água para realçar a cor. Em seguida, os discos foram escaneados (Scanner Epson Perfection v750 pro/600 dpi), e a delimitação da área total, de cerne e de casca de cada disco foi realizada usando um sistema de análise de imagem (Image Pro-plus 6.2), (ALMEIDA et al., 2022). A porcentagem de cerne foi obtida pela relação percentual entre a área de cerne e a área total do disco. E a porcentagem de casca foi mensurada a partir da espessura de casca em relação à área total do disco.

4.5 Análises estatística

Todas as análises foram processadas no *software* R (R CORE TEAM, 2019). A análise da densidade básica e % de cerne, foi realizada para a comparação dos tratamentos 01 fuste, 02 fustes e sem desbrota a partir da média geral das 6 árvores de cada tratamento, e também entre os fustes em 02 fustes e sem desbrota, a partir da média de cada fuste. Para as propriedades % de casca e anatomia da madeira, as médias comparadas foram as obtidas das seis árvores no regime de talhadia em 01 fuste, 02 fustes e sem desbrota.

Foi realizada a análise de variância (ANOVA) entre os tratamentos para todas as variáveis de caracterização da madeira e, quando pertinente, as médias foram submetidas ao teste de médias de Scott-Knott. Para todos os testes utilizou-se 5% de nível de significância.

5 RESULTADOS

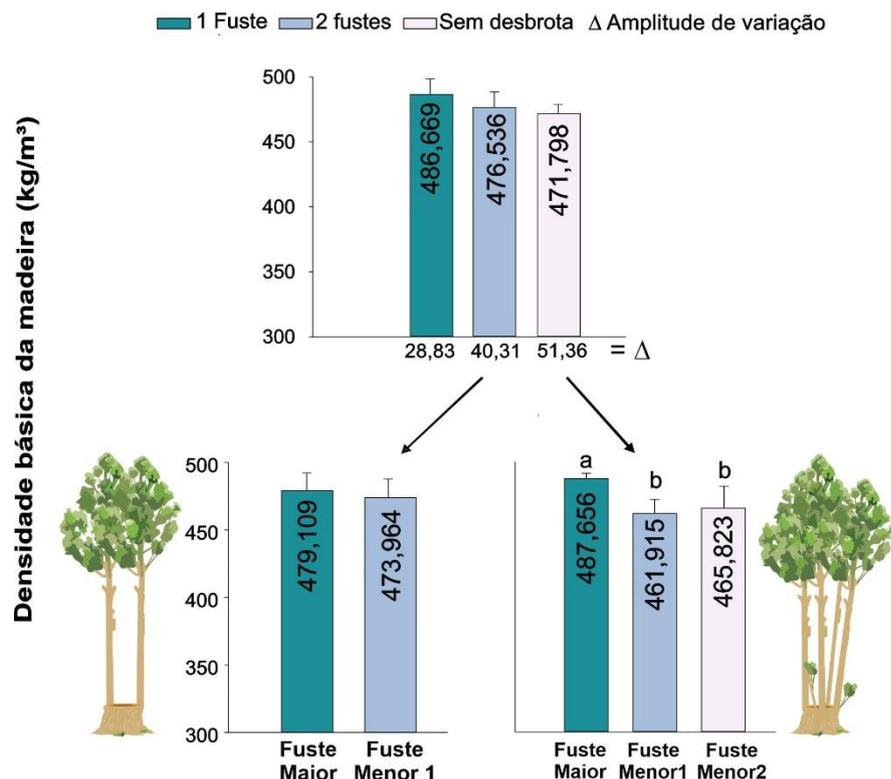
5.1 Densidade básica da madeira e variabilidade base-topo

A densidade básica da madeira de talhadia de 01 fuste, 02 fustes e sem desbrota apresentaram valores estatisticamente semelhantes. Para as médias entre tratamentos, as árvores conduzidas com 01 fuste apresentaram os maiores valores de densidade, com valor médio de $486,6 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$

Apesar da densidade básica da madeira não ter apresentado diferença estatística, as árvores conduzidas sem desbrota apresentaram os maiores valores de amplitude de variação da densidade básica entre árvores avaliadas ($51,26 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$). Enquanto que as árvores conduzidas com 01 fuste e 02 fustes apresentaram menores valores, sendo $28,83$ e $40,31 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$, respectivamente.

Ao analisar os fustes separados da talhadia com 02 fuste e das árvores sem desbrota, apenas os fustes das árvores sem desbrota foram estatisticamente diferentes. Assim, para as árvores conduzidas sem desbrota a maior densidade básica da madeira foi observada no maior fuste e a menor densidade básica da madeira foi observado nos fustes menores (fuste menor 1 e fuste menor 2) (Figura 2).

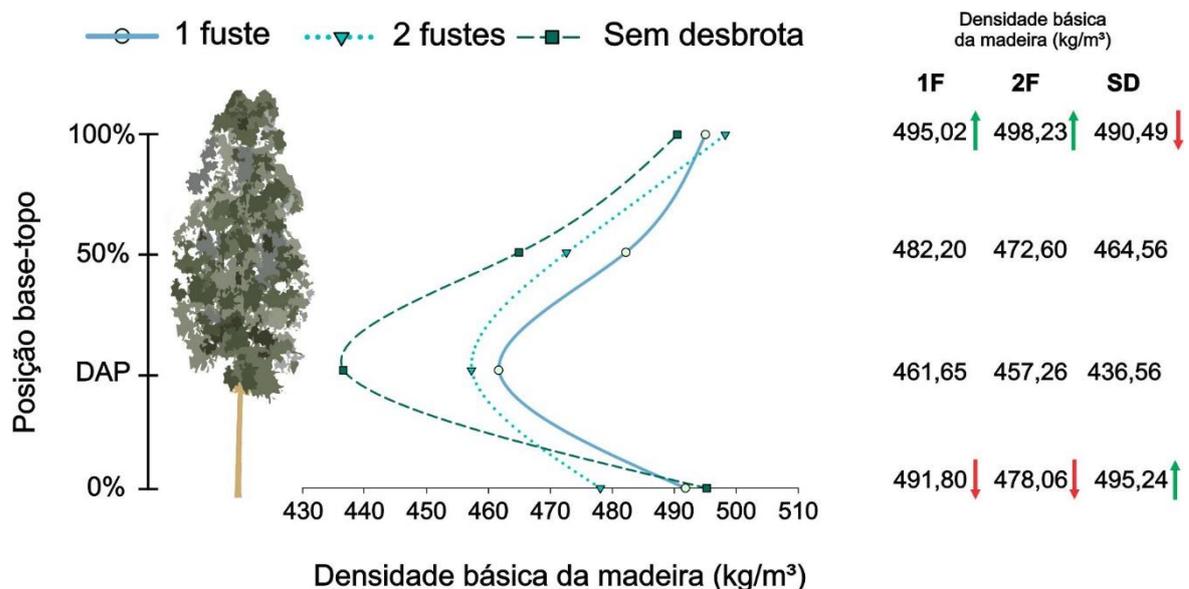
Figura 2 – Densidade básica da madeira e comparação entre a talhadia de 02 fustes e sem desbrota.



Médias seguidas por letra diferem entre si a 5% de significância pelo teste de Scott-Knott. Barras expressam o desvio padrão. A ausência de letra implica que não há diferença estatística entre tratamentos.

A densidade básica da madeira para as árvores com 01 fuste e 02 fustes no sentido base-topo, apresentaram um comportamento de decréscimo da base até a altura do DAP, e, crescimento gradativo até o topo do fuste (100 % da altura comercial). As árvores sem desbrota também apresentaram decréscimo da densidade básica da madeira da base até o DAP com crescimento gradativo até o topo, contudo, o valor deste foi menor do que a base, sendo 495,24 e 490,49 kg/m³, respectivamente (Figura 3).

Figura 3 – Variabilidade base-topo da densidade básica da madeira para 01 fuste, 02 fustes e sem desbrota no regime de talhadia.



1F = 01 fuste, 2F = 02 fustes, SD= Sem desbrota. → Seta verde indica o aumento em (kg/m³) da densidade comparando base e topo. → Seta vermelha indica a redução em (kg/m³) da densidade comparando base e topo.

5.2 Anatomia da madeira

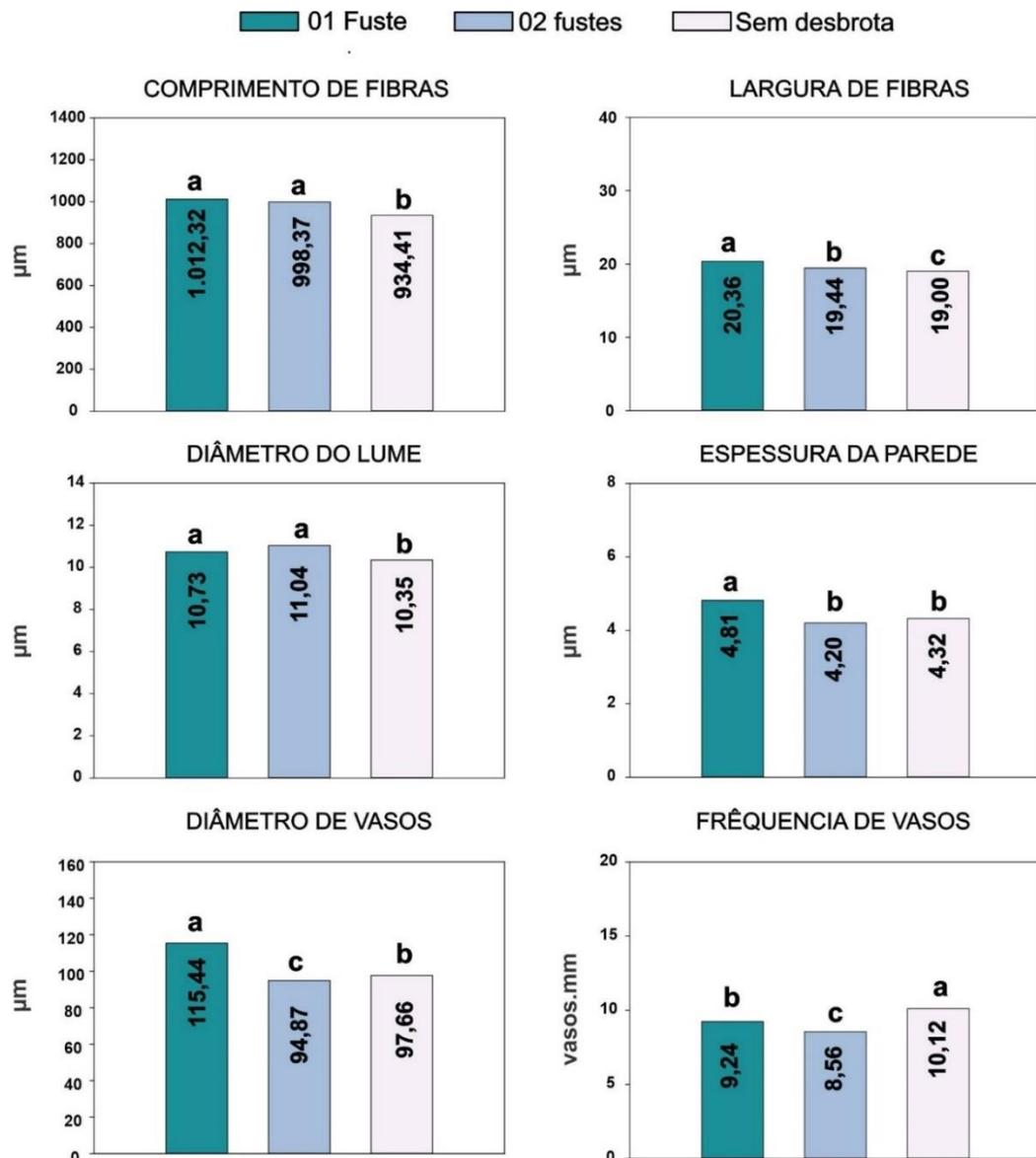
Os maiores valores médios do comprimento de fibras foram encontrados na madeira das árvores com 01 fuste. As árvores sem desbrota apresentaram os menores valores de comprimento, se diferenciando estatisticamente dos demais tratamentos. Em relação aos valores encontrados para a largura das fibras observou diferenças significativas entre os números de fustes, com os maiores valores médios para 01 fuste e os menores para as árvores conduzidas sem desbrota

O diâmetro do lume das fibras para as árvores sem desbrota apresentaram os menores valores médios com diferenças estatísticas entre os demais tratamentos.

Em relação à espessura das fibras, as árvores conduzidas com 01 fuste apresentaram os maiores valores com diferenças estatísticas dos demais tratamentos. Já as árvores com 02 fustes e sem desbrota não apresentaram diferença estatística entre si.

Os valores observados para diâmetro e frequência de vasos foram estatisticamente diferentes para 01 fuste, 02 fustes e sem desbrota. Os maiores valores para diâmetro de vasos foram observados na madeira de 01 fuste, enquanto que as árvores sem desbrota apresentaram os maiores valores para frequência de vasos (Figura 4).

Figura 4 – Valores médios das dimensões das fibras e vasos da madeira de 01 fuste, 02 fustes e sem desbrota no regime de talhadia.

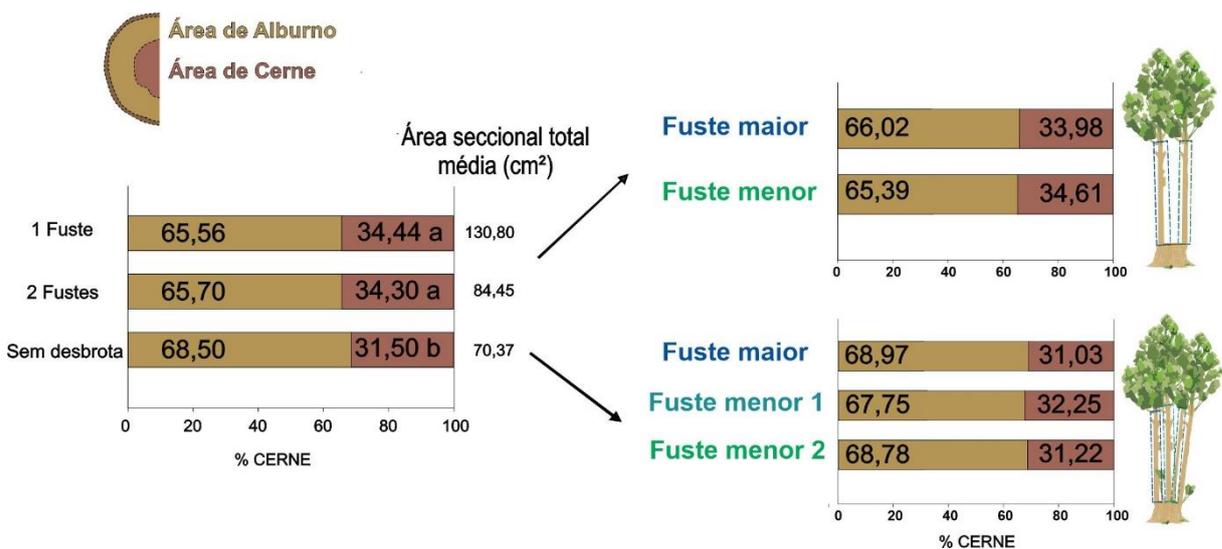


Médias seguidas por letra diferem entre si a 5% de significância pelo teste de Scott-Knott. A ausência de letra implica que não há diferença estatística entre tratamentos.

5.3 Porcentagem de cerne e variação base-topo

As árvores com 01 e 02 fustes apresentaram os maiores valores de % cerne, já as árvores sem desbrota apresentaram os menores valores médios e diferença estatística em relação aos demais tratamentos. A % cerne variou de 31,50 a 34,44% entre os tratamentos. Ao avaliar os valores de % cerne dos diferentes fustes da talhadia com 02 fuste e sem desbrota, não foi encontrado diferença estatística (Figura 5).

Figura 5 – Porcentagem de cerne da madeira de 01 fuste, 02 fustes e sem desbrota no regime de talhadia.



Médias seguidas por letra diferem entre si a 5% de significância pelo teste de Scott-Knott. A ausência de letra implica que não há diferença estatística entre tratamentos.

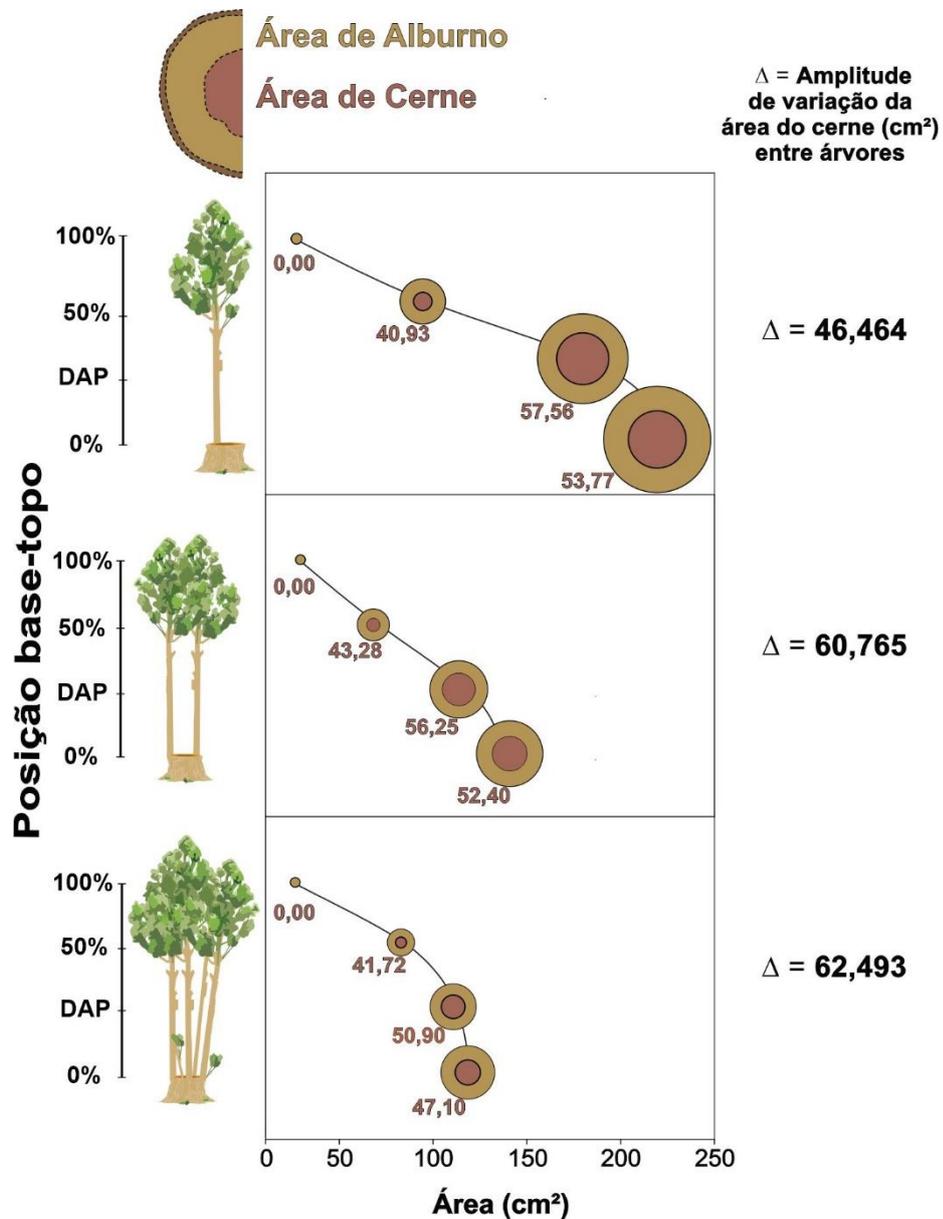
A diferenciação entre as regiões de cerne e alburno pela cor foi possível em todos os fustes e os discos em 100% da altura comercial não apresentaram cerne. As árvores com 01 fuste apresentaram as maiores classes de diâmetro e porcentagens de cerne, acompanhando a variação em relação à área total dos discos.

A variação da % cerne base-topo evidenciou uma maior concentração de cerne no DAP em todos os tratamentos. A % cerne aumentou no DAP e diminuiu gradativamente até 100% da altura comercial. A variação base-topo apresentou

uma tendência evidenciada pelo crescimento dos fustes, onde foi observado que a porcentagem de cerne diminuiu com a altura da árvore.

As árvores conduzidas sem desbrota apresentaram os maiores valores de amplitude de variação da área total do disco entre árvores (62,49 cm²). Enquanto que as árvores conduzidas com 01 fuste e 02 fustes apresentaram menores valores 60,76 e 46,46 cm², respectivamente (Figura 6).

Figura 6 – Variação base-topo e área de cerne da madeira de 01 fuste, 02 fustes e sem desbrota no regime de talhadia.



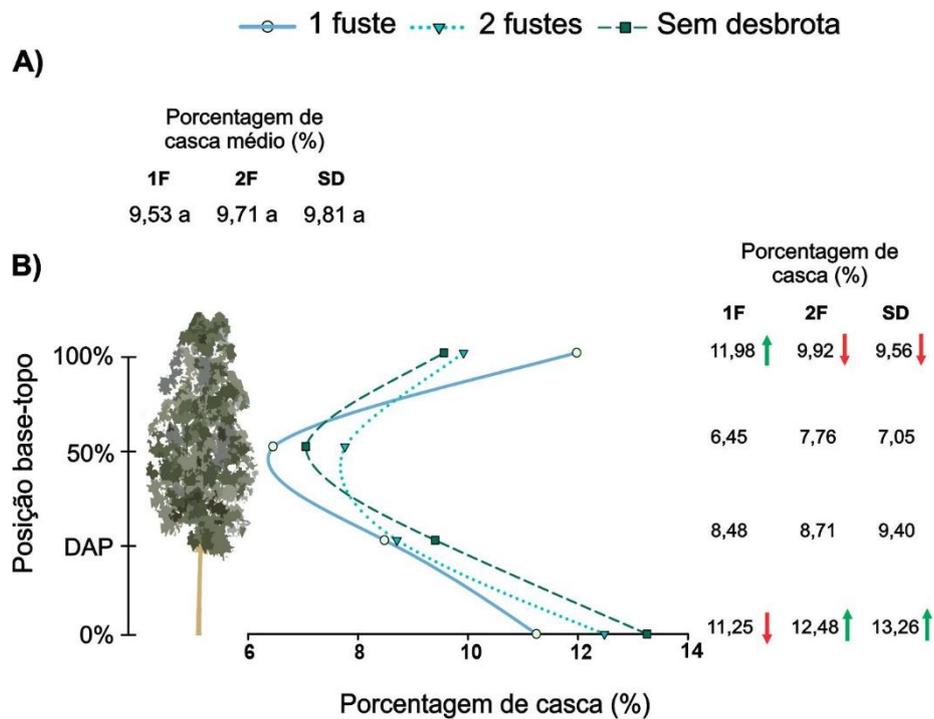
5.4 Porcentagem de casca

A porcentagem de casca da madeira de talhadia de 01 fuste, 02 fustes e sem

desbrota apresentaram valores semelhantes, sem diferenças estatísticas. Sendo que as árvores manejadas sem desbrota apresentaram os maiores valores de percentagem, com valor médio de 9,81%.

A % casca para as árvores com 01 fuste e 02 fustes e sem desbrota no sentido base-topo, apresentaram o mesmo comportamento, de decréscimo da base até 50% de altura, e, crescimento gradativo até o topo do fuste. As árvores com 01 fuste apresentaram valores de % casca maiores no topo em relação a base (Figura 7).

Figura 7 – Percentagem de casca e variabilidade base-topo de 01 fuste, 02 fustes e sem desbrota no regime de talhadia.



1F = 01 fuste, 2F = 02 fustes, SD= Sem desbrota. → Seta verde indica o aumento da % de casca comparando base e topo. → Seta vermelha indica a diminuição da % de casca comparando base e topo.

6 DISCUSSÃO

A densidade básica da madeira é considerada um dos principais indicadores de qualidade, e é uma propriedade que indica quanto material existe por unidade de volume, uma densidade mais alta se traduz em maior quantidade de biomassa em menor volume de madeira (THOMAS et al., 2007; DIAS et al., 2017). A densidade da madeira pode ser modificada à medida que ocorrem mudanças nos fatores genéticos, idade da árvore, nas variáveis climáticas, do solo e tratos silviculturais (ROCHA et al., 2020; SANTOS et al., 2021; VIDAURRE et al., 2020; ALMEIDA et al., 2019; CÂMARA et al., 2020)

A quantidade de fustes não interferiu nos valores de densidade básica da madeira no regime de talhadia, ou seja, densidade básica apresentou comportamento semelhantes para 01 fuste, 02 fustes e sem desbrota no manejo de talhadia de *Eucalyptus grandis* o que pode ser explicada por condições de crescimento semelhantes e fatores genéticos. As árvores manejadas sem desbrota possuem fustes bem mais variáveis para densidade básica da madeira, em relação a madeira da talhadia quando conduzida com 01 fuste e 02 fustes, mesmo não observando diferenças estatísticas entre a quantidade de fustes da talhadia.

As variações da densidade na madeira de eucalipto base-topo apresentam diferentes tendências, que estão relacionadas à espécie, idade, locais de crescimento e manejo (SANTOS et al., 2021; VIDAURRE et al., 2020). Para este trabalho, todos os tratamentos reduziram a densidade básica da madeira no DAP. Para a madeira de *E. grandis* o comportamento comum, independentemente da idade, é o decréscimo da densidade até o DAP, com um aumento gradativo incremento até as proximidades da copa das árvores (MAGALHÃES et al., 2020).

As características anatômicas das fibras e vasos no lenho das árvores do gênero *Eucalyptus* influenciam diretamente os processos fisiológicos de transporte de seiva e as propriedades da madeira, principalmente a densidade. As dimensões das fibras da madeira analisada neste trabalho estão no intervalo esperado para o gênero, e corroboram com os valores relatados por Talgatti et al. (2020), Trevisan et al. (2017) e Melo (2022).

A espessura da parede celular das fibras está ligada a fatores genéticos e ambientais, assim como à idade da árvore e à densidade da madeira. O comprimento e espessura da parede das fibras apresentaram maiores valores para madeira de um

01 fuste, implicando numa maior densidade básica da madeira para essas árvores. O aumento dessas características se dá principalmente em função dos menores espaços vazios na estrutura da madeira (SILVA et al., 2007). Este fato torna compreensiva a influência desse parâmetro anatômico sob a densidade da madeira, visto que nos tratamentos que houve o aumento do comprimento e da espessura de parede, também apresentaram maior densidade.

As características anatômicas dos vasos na madeira de eucalipto influenciam diretamente as propriedades da madeira, afetando sua aplicabilidade industrial, como na produção de polpa celulósica e papel, em que exercem expressiva importância no processo de penetração do licor, na densidade e na qualidade final dos papéis de impressão (CHEN; EVANS, 2004). Um aumento na proporção de vasos, com ou sem decréscimo na espessura da parede celular, reduz a densidade da madeira (OLIVEIRA e SILVA, 2003). Os resultados médios da frequência de vasos para esta pesquisa, resultaram em maiores valores para madeira das árvores sem desbrota, e as mesmas, apresentaram os menores valores para densidade básica.

O aumento do diâmetro de vasos está relacionado com investimento da árvore na eficiência hídrica, pois elementos de vasos de maior diâmetro são mais efetivos na condução de água, por unidade de área (CHAVE et al. 2009). O aumento do diâmetro de vasos influenciou no melhor crescimento das árvores de 01 fuste, e atribuído com os menores valores de frequência de vasos, explica-se a tendência da maior densidade para essas árvores.

A variação no crescimento das árvores dentro dos povoamentos faz com que as árvores maiores obtenham mais recursos e cresçam mais rápido que as árvores menores, levando ao aumento na variação do tamanho das árvores em altura e diâmetro (OTTO et al., 2014). As árvores neste trabalho apresentaram diâmetro diferentes, com menores porcentagem de cerne observados em árvores com classes de diâmetro menores.

A taxa de crescimento das árvores pode apresentar maior desenvolvimento de uma rotação de talhadia para outra, ou seja, maiores diâmetros e porcentagem de cerne. Portanto quando é conduzido apenas um broto por cepa, o fuste apresenta um maior crescimento em diâmetro (VALLE et al., 2013; SIMOES e COTO, 1985). As árvores que tiveram maior desenvolvimento também apresentaram maiores valores de cerne, em contraponto, as árvores com menor desenvolvimento (sem desbrota) apresentaram os menores valores de cerne. A maior amplitude de variação da

porcentagem de cerne para a talhadia sem desbrota está relacionada ao seu desenvolvimento heterogêneo, assim se percebe que árvores manejadas sem desbrota apresentam fustes mais variáveis.

O desenvolvimento do cerne acompanha o avanço da idade da árvore, sua proporção é maior onde o lenho é mais velho, conseqüentemente na base da árvore, característica comum para diversas espécies de eucalipto (BRITO et al., 2019; SANTOS et al., 2021;). Essa não foi a tendência encontrada nesta pesquisa, onde a quantidade de cerne da madeira de eucalipto foi maior no DAP em relação a base, e diminuiu nas outras posições seguindo a altura da árvore.

A proporção de casca em ambos os tratamentos apresentou um padrão, de maior percentual na base das árvores, decréscimo ao longo do tronco e acréscimo no topo. Isso pode ser explicado pela relação da casca com o xilema, onde varia com a altura da árvore. Na base, há maior concentração devido ao acúmulo de casca morta externa, e no topo, pelo menor diâmetro do tronco e necessidade de transportar a seiva orgânica, a proporção de casca é alta em comparação com o xilema dessa região (FOELKEL, 2005).

A porcentagem de casca foi maior nas árvores com menores diâmetros, visto que há correlação inversa entre o crescimento da árvore e a porcentagem de casca. Árvores maiores (em diâmetro e altura) de uma mesma espécie e a uma mesma idade, tendem a ter menor percentual de casca, contribuindo com os resultados desde trabalho (MIRANDA, BERNARDINO e GOUVEIA, 2015; FOELKEL, 2005).

7 CONCLUSÃO

O número de fustes da madeira de eucalipto sob manejo de talhadia, não impactou na densidade básica e porcentagem de casca da madeira.

Por apresentar um aumento no comprimento, espessura da parede das fibras e diâmetro dos vasos, as árvores conduzidas com um fuste apresentaram maior densidade básica da madeira, em contraponto, árvores sem desbrota apresentaram maiores valores para frequência de vasos, portanto, uma menor densidade básica da madeira.

As árvores conduzidas com um fuste, por não terem competição durante o seu desenvolvimento, apresentaram maior crescimento e produção de cerne.

A madeira das árvores sem desbrota apresentaram fustes mais variáveis nas propriedades de densidade básica da madeira e porcentagem de cerne, influenciado pelo seu desenvolvimento heterógeno.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, M. N. F. Heartwood variation of *Eucalyptus urophylla* is influenced by climatic conditions. **Forest Ecology and Management**, v. 458, p. 117743, 2019.
- ALMEIDA, M. N. F.; PICOLI, E. A. T.; MOULIN, J. C.; GUIMARÃES, L. M. S.; ZAUZA, E. A. V.; LOOS, R. A.; HALL, K. B.; GOMES, D. S.; CONCEIÇÃO, G. J.; RODRIGUES, P. D.; VIDAURRE, G. B. Propriedades da madeira como potenciais biomarcadores de tolerância a distúrbios fisiológicos: comparação de genótipos de eucalipto divergentes. **Scientia Forestalis**. v. 50, e 3864, mar. 2022.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 11941: madeira: determinação da densidade básica**. Rio de Janeiro: 6 p. 2003.
- BARROS, K. L. C.; MACEDO, R. L. G.; VENTURIN, N. Capacidade de Brotação de Teca sob Regime de Talhadia Composta. **Floresta e Ambiente**, v. 24, p. 1–7, 2017.
- BRASIL, M. A. M.; VEIGA, R. A. A. Variação da densidade básica da madeira de progênies de *Eucalyptus urophylla* em dois locais. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.4, n.1, p. 167-174, 1994.
- BRITO, A. S. et al. Effect of planting spacing in production and permeability of heartwood and sapwood of eucalyptus wood. **Floresta e Ambiente**, v. 26, p. 1-9, 2019.
- CÂMARA, A. P., VIDAURRE, G. B., OLIVEIRA, J. C. L., PICOLI, E. A. de T., ALMEIDA, M. N. F., ROQUE, R. M. Changes in hydraulic architecture across a water availability gradient for two contrasting commercial *Eucalyptus* clones. **Forest Ecology and Management**, v. 474, p. 118380-118392, out de 2020.
- CARVALHO, S. P. C. **Uma nova metodologia de avaliação do crescimento e da produção de *Eucalyptus* sp clonal para fins energéticos**. 2010. 103 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG. 2010.
- CHAVE, Jerome et al. Towards a worldwide wood economics spectrum. **Ecology letters**, v. 12, n. 4, p. 351-366, 2009.
- CHEN, F.; EVANS, R. A robust approach for vessel identification and quantification in eucalypt pulpwoods. In: APPITA ANNUAL CONFERENCE, 2., 2004, Canberra. Proceedings [...]. **Canberra: Appita**, p. 543-550. 2004.
- DIAS, A. C. C.; MARCHESAN, R.; PIERONI, G.B.; ALMEIDA, V. C.; VIEIRA, R. S.; MORAES, C. B. Qualidade da madeira para produção de lâminas de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Kuntze. **Floresta**, v. 47, n. 3, p. 333 - 341, 2017.
- DRAKE, P. L.; MENDHAM, D. S.; WHITE3, D.A.; OGDEN, G.N. A comparison of growth, photosynthetic capacity and water stress in *Eucalyptus globulus* coppice regrowth and seedlings during early development. **Tree Physiology**, v. 29, n. 5, p. 663–674, maio 2009.
- FAO. El eucalipto en la repoblación forestal.(**Colección FAO: Montes, 11**). 723 p. Roma, 1981.

FERRARI, M. P.; FERREIRA, C. A.; SILVA, H. D. Condução de plantios de *Eucalyptus* em sistema de talhadia. **Colombo: Embrapa Florestas** (Documentos, 104). 28 p. 2005.

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 University**. v. 25, n. 2, p. 237-248, abr. 2014.

FOELKEL, C. Casca da árvore do eucalipto: Aspectos morfológicos, fisiológicos, florestais, ecológicos e industriais, visando a produção de celulose e papel. **Eucalyptus Online Book & Newsletter**, 109 p. 2005

GADELHA, F. H. L.; SILVA, J. A. A.; FERREIRA, R. L. C.; SANTOS, R. C.; & TAVARES, J. A. Produtividade de clones de eucaliptos em diferentes sistemas de manejo para fins energéticos. **Pesquisa Florestal Brasileira**, n 35(83), p. 263-270, 2015.

GÄRTNER-ROER, I.; HEINRICH, I.; GÄRTNER, H. Wood anatomical analysis of *Swiss willow* (*Salix helvetica*) shrubs growing on creeping mountain permafrost. **Dendrochronologia**, v. 31, n. 2, p. 97–104, 1 jan. 2013.

GONÇALVES, F. G.; OLIVEIRA, J.T.S.; LUCIA, R.M.D.; NAPPO, M.E.; SARTÓRIO, R.C. DENSIDADE BÁSICA E VARIAÇÃO DIMENSIONAL DE UM HÍBRIDO CLONAL DE *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis*. **Revista Árvore**, vol. 33, núm. 2, pp. 277-288. abril, 2009.

GONÇALVES, J. L de M; ALVARES, C. A.; BEHLING, M.; ALVES, J. M.; PIZZI, G. T.; ANGELI, A. 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.

GONÇALVES, J. L. M.; ALVARES, C.A.; HIGA, A.R.; SILVA, L. D.; ALFENAS, A.C.; STAHL, J.; FERRAZ, S. F. E. B.; LIMA, W. E. P.; BRANCALION, P.H.S.; HUBNER, A.; BOUILLET, J.P.D.; LACLAU, J.P.; NOUVELLO, N.Y.; EPRON, D. Integrating genetic and silvicultural strategies to minimize abiotic and biotic constraints in Brazilian eucalypt plantations. **Forest Ecology and Management**, v. 301, p. 6–27, 1 ago. 2013.

GOULART, M.; HASELEIN C. R.; HOPPE J.M.; FARIAS J.A.; PAULESKI D.T. Massa específica básica e massa seca de madeira de *Eucalyptus grandis* sob o efeito do espaçamento de plantio e da posição axial no tronco. **Ciência Florestal**, v.13, n. 2, p.167-175, 2003.

GUERRA, S. P. S. *et al.* Heating value of eucalypt wood grown on SRC for energy production. **Fuel**, v. 137, p. 360-363, 2014.

HAKAMADA, R. E., LEMOS, C. C. Z., BATISTUZZO, G. Z. B., SILVA, R. M. L., & ALMEIDA, A. E. A. Uso do inventário florestal para identificação de fatores silviculturais e ambientais que afetam a produtividade de *Eucalyptus* manejado sob talhadia. **Série Técnica IPEF**, v. 21, n. 42, 2015.

HAKAMADA, R. E.; MOREIRA, G. G.; FERNANDES, P. G.; MARTINS, S. D. S. Legacy of harvesting methods on coppice-rotation *Eucalyptus* at experimental and operational scales. **Trees, Forests and People**, v. 9, p. 100293, 1 set. 2022.

HIGA, R. C. V.; STURION, J. A. Efeito do espaçamento na capacidade de brotação de *Eucalyptus viminalis*. **Boletim Pesquisa Florestal**, Colombo, n. 40, p.77 - 83, 2000.

IAWA COMMITTEE. International Association of Wood Anatomists. List of microscope features for hardwood identification. **IAWA Bulletin**, v. 10, n. 3, p. 234-332, 1989.

MATTHEWS, J. D. **Silvicultural systems**. New York: Oxford University Press, 2006., 284p.

MELO, A. B. **Produtividade e qualidade da madeira de espécies de *Corymbia* e *Eucalyptus* em dois sítios do Brasil**. 2022. 41 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais). Universidade Federal do Espírito Santo, Jerônimo Monteiro, 2022.

MIRANDA, D. L. C.; BERNARDINO JUNIOR, F.; GOUVEIA, D. M. Fator de forma e equações de volume para estimativa volumétrica de árvores em plantio de *Eucalyptus urograndis*. **Scientia Plena**, Aracaju, v. 11, n. 03, p. 1-8, 2015.

NOVAK, K. LUÍS, M.; RAVENTOS, J.; CUFAR, K. Climatic signals in tree-ring widths and wood structure of *Pinus halepensis* in contrasted environmental conditions. **Trees - Structure and Function**, v. 27, n. 4, p. 927–936, ago. 2013.

OLIVEIRA, C. H. R. **Decepa de plantas jovens de clones de clones de eucalipto e condução da brotação em um sistema agroflorestal**. 2006. 81 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal de Viçosa (UFV), Viçosa – MG, 2006.

OLIVEIRA, J. T. S.; SILVA, J. C. Variação radial da retratibilidade e densidade básica da madeira de *Eucalyptus saligna* Sm. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 27, n. 3, p. 381- 385, 2003.

OTTO, M. S. G., HUBBARD, R. M., BINKLEY, D., & STAPE, J. L. (2014). Dominant clonal *Eucalyptus grandis* x *urophylla* trees use water more efficiently. **Forest Ecology and Management**, 328(1), 117-121. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foreco.2014.05.032>.

ÖZDEN KELEŞ, S. Variation in morphological and wood cell traits in coppice stems of *Populus nigra* L. And *Salix alba* L. **Journal of Forest Science**, v. 67, n. 8, p. 396–407, 2021.

PEREIRA, A.R.; PAULA NETO, RAMALHO, L.R. **Determinação do número de brotos em brotações de *Eucalyptus* spp**. Viçosa, SIF, 1980, 11p. (Boletim Técnico nº 10).

REIS, G.G.; REIS, M. G. F. Fisiologia da brotação de eucalipto, com ênfase nas suas relações hídricas. **Série Técnica- IPEF**, v. 11, n. 30, p.9-22, 1997

REIS, M.G.F.; KIMMINS, J.P. Importância do sistema radicular no crescimento inicial de brotos de *Eucalyptus* spp. **Revista Árvore**, v.10, p.112-125, 1986.

ROCHA, S. M. G. *et al.* Influence of climatic variations on production, biomass and density of wood in *Eucalyptus* clones of different species. **Forest Ecology and Management**, v. 473, p. 118290, 2020.

SANTOS, L. M. H. *et al.* Variations in heartwood formation and wood density as a function of age and plant spacing in a fast-growing eucalyptus plantation. **Holzforschung**, v. 75, n. 11, p. 979–988, 1 nov. 2021.

SANTOS, L. M. H. *et al.* Variations in heartwood formation and wood density as a function of age and plant spacing in a fast-growing eucalyptus plantation. **Holzforschung**, v. 75, n. 11, p. 979–988, 1 nov. 2021.

SEREGHETTI, G. C.; LANÇAS, K. P.; SARTORI, M. S.; REZENDE, M. A.; SOLER, R. R. Efeito do espaçamento no crescimento e na densidade básica da madeira de *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis* em florestas de ciclo curto. **Energia na Agricultura**, 30: 257-262. 2015.

SILVA, J. C. **Caracterização da madeira de *Eucalyptus grandis* Hill ex. Maiden, de Diferentes idades, visando a sua utilização na indústria moveleira.** 2002, 179 f. (Tese de Doutorado – Universidade Federal do Paraná) Curitiba, PR. 2002.

SILVA, J. C. *et al.* Influência da idade e da posição radial nas dimensões das fibras e dos vasos da madeira de *E. grandis* Hill ex. Maiden. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 31, n. 6, p. 1081-1090, 2007.

SIMÕES, J. W.; COTO, N. A. S. **Efeito do número de brotos e da fertilização mineral sobre o crescimento da brotação de *Eucalyptus saligna* Smith, em segunda rotação.** Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais, Piracicaba, v. 31, p. 23-32, 1985.

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

TALGATTI, M.; SILVEIRA, A.G.; BALDIN, T.; OLIVEIRA, L.H.; SANTINI, E.J.; PASA, D.L. Caracterização anatômica de clones comerciais de *Eucalyptus* para a produção de papel. **BIOFIX Scientific Journal**, v.5 n.1 p.65-70, 2020.

THOMAS D.S; MONTAGU K.D; CONROY J.P. Efeitos da temperatura na anatomia da madeira, densidade da madeira, fotossíntese e partição da biomassa de mudas de *Eucalyptus grandis*. **Fisiologia da árvore** 27: 251–260. 2007.

TREVISAN, R. *et al.* Dimensões das fibras e sua relação com a idade de transição entre lenho juvenil e adulto de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden. **Ciência Florestal**, v.27, n.4, p.1385- 1393, 2017.

VALLE, M. L. A; SILVA, J. C.; LUCIA, R. M. D.; EVANGELISTA, W. V. Retenção e penetração de CCA em madeira de primeira e segunda rotação de *Eucalyptus urophylla* s.t. Blake. **Ciência Florestal**, n. 2, p. 481–490, 2013.

VIDAURRE, G. B.; SILVA, J. G. M.; MOULIN, J. C.; CARNEIRO, A. C. O. **Qualidade da madeira de eucalipto proveniente de plantações no Brasil**. 1. ed. Vitória: EDUFES, 2020. 1-221 p. v. 1. ISBN 978-65-88077-04-7

ZOBEL, B. Silvicultural effects on wood properties. **IPEF International**, n.2, p.31-38, 1992.