

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

DANIEL DE SOUZA RIBEIRO

ANATOMIA DA MADEIRA DE EUCALIPTO MANEJADA EM SISTEMA
DE TALHADIA E ALTO FUSTE

JERÔNIMO MONTEIRO
ESPÍRITO SANTO

2023

DANIEL DE SOUZA RIBEIRO

ANATOMIA DA MADEIRA DE EUCALIPTO MANEJADA EM SISTEMA
DE TALHADIA E ALTO FUSTE

Monografia apresentada ao Departamento de Engenharia Florestal do Centro de Ciências Agrárias e Engenharias da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Florestal.

Orientador: Dr. Jordão Cabral Moulin

JERÔNIMO MONTEIRO

ESPÍRITO SANTO

2023

DANIEL DE SOUZA RIBEIRO

ANATOMIA DA MADEIRA DE EUCALIPTO MANEJADA EM SISTEMA
DE TALHADIA

Monografia apresentada ao Departamento de Engenharia Florestal da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro Florestal

Aprovada em 12 de Julho de 2023

COMISSÃO EXAMINADORA



Prof. Dr. Jordão Cabral Moulin
Universidade Federal do Espírito Santo
Orientador



Ma. Vaniele Bento dos Santos
Universidade Federal do Espírito Santo



Eng. Nauan Ribeiro Marques Cirilo
Universidade Federal do Espírito Santo

Aos meus pais, Italo Ribeiro (*in memoriam*)
e Luzilene Souto. Devo tudo a vocês.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus, pela minha vida, por me dar forças para ultrapassar todos os obstáculos e atingir meus objetivos.

Aos meus pais, Italo Ribeiro (*in memoriam*) e Luzilene Souto, por serem minha base, minha inspiração e por não medirem esforços para que a realização desse sonho fosse possível. Pai, exemplo de integridade, caráter e honestidade, você sempre será minha maior referência na vida. Mãe, exemplo de força, amor e carinho, obrigado por se dedicar tanto para cuidar de nós.

Aos meus irmãos, Thulio e Gabriel, por todo apoio e por sempre poder contar com vocês.

À minha namorada, Júlia Acizio, obrigado por estar sempre ao meu lado todos esses anos, me apoiando durante toda essa etapa de graduação, sou grato por cada momento, pois sem você seria tudo mais difícil.

Aos meus avós, Joselina Souto e Luís Pereira (*in memoriam*) por toda sabedoria, amor e carinho.

Aos demais familiares e amigos, sou grato a todos vocês que de certa forma contribuíram para essa realização.

Ao professor Jordão Moulin, pela orientação, paciência e confiança, desde o desenvolvimento da minha primeira iniciação científica até a realização deste trabalho. Obrigado pelas oportunidades e conhecimentos transmitidos durante a graduação.

Aos meus colegas de laboratório que colaboraram para o desenvolvimento deste trabalho.

A Universidade Federal do Espírito Santo, em especial o Departamento de Engenharia Florestal e da Madeira, pela oportunidade, local e equipamentos que tornaram possível a realização deste trabalho.

RESUMO

A talhadia é uma técnica de regeneração florestal realizada através da condução das brotações emitidas nos tocos/cepas após o corte raso, dando início a um novo ciclo florestal. Essa capacidade de rebrota é uma resposta fisiológica da planta a danos ou morte da parte aérea causadas por pragas, incêndios ou corte. A maior parte das espécies do gênero *Eucalyptus* apresentam a capacidade de emitir brotações. A madeira proveniente de talhadia pode ser utilizada para os mesmos fins que a obtida de plantações convencionais, porém, as variações dos elementos anatômicos do lenho podem afetar a qualidade e uso final da madeira. Nesse sentido, o objetivo deste estudo foi analisar as variabilidades dos vasos e fibras da madeira de talhadia em comparação com alto fuste da espécie *E. saligna* e dos híbridos *E. grandis* x *E. urophylla* e *E. grandis* x *E. camaldulensis*. Os clones foram manejados em crescimento simultâneo, por alto fuste ou conduzidas por talhadia onde houve a condução de um ou dois fustes. Foram retirados discos do DAP (diâmetro na altura do peito), para preparação de corpos-de-prova da região adjacente ao câmbio para análises de vasos e fibras. As dimensões dos elementos de vasos aumentaram quando proveniente da madeira de talhadia, contudo a frequência de vaso não foi alterada. O comprimento da fibra pode aumentar na madeira de talhadia, a depender da espécie. A espessura da parede celular da fibra também aumentou na talhadia para os três clones, no entanto, a largura e diâmetro da fibra não apresentaram padrão de variação entre os tratamentos.

Palavras-chave: Vasos; Fibras; Segunda rotação.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	vii
LISTA DE FIGURAS	viii
1. INTRODUÇÃO	1
1.1 O problema e sua importância	2
1.2 Objetivos	2
1.2.1 Objetivo Geral	2
1.2.2 Objetivo Específico.....	2
2. REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1 Sistema Silvicultural de Talhadia	3
2.2 Impacto da talhadia nas propriedades anatômicas da madeira	5
3. METODOLOGIA.....	6
3.1 Materiais	6
3.2 Análise das fibras.....	7
3.3 Análise dos vasos	8
3.4 Análises Estatísticas	8
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	9
4.1 Análise dos vasos	9
4.2 Análise das fibras.....	10
5. CONCLUSÕES	13
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	14

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Variação das dimensões e frequência dos vasos.....	9
Tabela 2 – Variação das dimensões das fibras em relação aos tratamentos de talhadia para os três clones.....	11

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Ilustração das árvores em sistemas de alto fuste, talhadia com 1 e 2 fustes.....	7
---	---

1. INTRODUÇÃO

No Brasil, a técnica de condução das brotações de cepas/tocos para regeneração de plantações de eucalipto foi muito utilizada na década de 70 até o início dos anos 80 (FERRARI et al., 2004). Essa técnica de regeneração do povoamento florestal é denominada como talhadia. A maior parte das espécies do gênero *Eucalyptus* apresentam a capacidade de emitir brotações devido à presença das gemas adventícias no tronco (GONÇALVES et al., 2014).

A produtividade obtida na segunda rotação era muito variável quando comparada com a primeira rotação. Devido às inúmeras variedades e procedências de *Eucalyptus* utilizadas, associado a falta de conhecimento sobre influência dos fatores ambientais e os diferentes níveis tecnológicos adotados de implantação e colheita (STAPE et al. 2010).

A partir dos anos 90, a evolução tecnológica na silvicultura do eucalipto proporcionou o surgimento de material genético de melhor qualidade e com maior produtividade. Com isso, a talhadia passou a ser menos utilizada, e o replantio após o corte raso mais adotado, havendo a necessidade de substituir os materiais genéticos de menor qualidade (FERRARI et al., 2004; GONÇALVES et al., 2014).

Em decorrência da crise em 2008, o manejo por talhadia voltou a ser utilizado como alternativa para minimizar os custos relacionados ao preparo da área, pois a partir do primeiro plantio pode-se obter mais de uma colheita (FARIA et al., 2002; GONÇALVES et al., 2014), e a demanda por fertilizantes e o controle de plantas daninhas são menores. (SBARDELLA, 2021). A regeneração de povoamentos florestais por meio da talhadia pode ser de 27% a 40% mais barata em comparação com a regeneração por meio do alto fuste (PEREIRA FILHO et al., 2020; SBARDELLA, 2021).

O eucalipto geralmente é manejado em ciclos curtos de cultivo, entre 6 a 8 anos para produção de carvão vegetal e celulose (GONÇALVES et al., 2014). A condução das brotações pode ser feita em até três rotações sucessivas (VALLE, 2009; GUIMARÃES et al., 2020), e a madeira proveniente pode ser utilizada para os mesmos fins que a obtida de plantações convencionais (SHARMA et al., 2005).

Sabe-se que as condições de crescimento, como a talhadia, influenciam nas propriedades da madeira, e estas são influenciadas pela sua estrutura anatômica

(OLIVEIRA et al., 2012). Com o aumento da importância da talhadia, ter conhecimento sobre as variações dos elementos anatômicos é fundamental para entender o comportamento das árvores e sua implicação na indústria.

1.1 O problema e sua importância

As variações das dimensões e quantidade dos elementos anatômicos do lenho podem afetar a qualidade e uso final da madeira (ROCHA et al., 2004). Podendo ser a composição anatômica um dos parâmetros de qualidade da madeira e definir o uso potencial da madeira. Os vasos estão relacionados ao fluxo interno de fluidos da madeira, que interferem em processos como a impregnação, secagem e colagem da madeira no setor industrial. As dimensões das fibras são características de interesse tanto para uso estrutural quanto para indústria de papel e celulose (SOUSA, 2004).

São poucos os estudos em relação as características anatômicas da madeira conduzida por talhadia quando comparado com a madeira de alto fuste. Dessa forma, justifica-se a necessidade de novos estudos para que comprovem a viabilidade da talhadia como técnica de regeneração florestal para produção madeireira para diversos fins.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo Geral

Analisar a variabilidade anatômica da madeira maneja por alto fuste e talhadia de clones de eucalipto.

1.2.2 Objetivo Específico

- Avaliação da morfologia das fibras e dos vasos de clones da espécie *Eucalyptus saligna*, e dos híbridos *Eucalyptus grandis x Eucalyptus urophylla* e *Eucalyptus grandis x Eucalyptus camaldulensis* sob manejo de talhadia.
- Comparação das características anatômicas da madeira de eucalipto de alto fuste e talhadia conduzidos com um e dois fustes.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Sistema Silvicultural de Talhadia

A talhadia é um sistema de regeneração florestal realizada através da condução das brotações dos tocos/cepas que dão início a um novo ciclo florestal. É aplicada em espécies em que após o corte raso possuem a capacidade de emitir brotações através do desenvolvimento das gemas dormentes presentes nos troncos e raízes (VALLE, 2009). Essa capacidade de rebrota é uma resposta fisiológica da planta a danos ou morte da parte aérea causadas por pragas, incêndios ou corte, na qual ocorre a interrupção do fluxo de auxinas que são produzidas principalmente no ápice da planta e inibem o desenvolvimento das gemas basais (MEYER, 2015). Algumas espécies ainda apresentam uma estrutura denominada lignotúberes com a capacidade de reserva de nutrientes que favorece a emissão dos brotos (FERRARI et al., 2004).

A maioria das espécies do gênero *Eucalyptus* apresentam essa capacidade de regeneração. Podendo ser realizada em até três rotações sucessivas, com ciclos cultivo em torno de 7 anos, com a reforma após 21 anos (VALLE, 2009; GONÇALVES et al., 2014). Isto justifica a talhadia ser muito utilizada em plantações comerciais de eucalipto no Brasil, pois a partir de um único plantio é possível realizar mais de uma colheita e reduz os custos do processo de reforma (FARIA et al., 2002; GUIMARÃES et al., 2020).

A perpetuação dos povoamentos florestais de eucalipto pode ser feita basicamente de suas formas, por alto fuste e talhadia. No sistema de alto fuste após o corte raso da floresta é realizado a reforma da área, onde é feito a implantação de novas mudas, geralmente com um novo material genético. No processo de reforma são necessários tratamentos culturais, como, preparo do solo, plantio de mudas, irrigação, adubação, controle de pragas, doenças e da matocompetição (ALVES et al., 2018). Já no sistema de talhadia não é necessário realizar preparo do solo e demanda por fertilizantes e o controle de plantas daninhas são menores. Além dos aspectos econômicos, a talhadia também apresenta vantagens ambientais (SBARDELLA, 2021).

A talhadia apresenta maior taxa de crescimento inicial quando comparado com alto fuste, com a mesma idade, devido a presença de um sistema radicular já desenvolvido que facilita a absorção de água e nutrientes. Como resultado pode ter a antecipação da produtividade máxima. (CACAU et al., 2008; VALLE, 2009). Já no regime de alto fuste, as mudas em seu crescimento inicial investem tanto na formação do sistema radicular como na formação da parte área (SBARDELLA, 2021).

Considerando que a árvore de talhadia são cultivadas no mesmo sistema radicular das árvores de primeiro ciclo, e possuem a mesma constituição genética, as madeiras serão semelhantes se a disponibilidade dos fatores de crescimento forem as mesmas (PEREIRA FILHO et al., 2020). Entretanto, já foram observados em povoamentos de eucalipto em regime de talhadia a diminuição do volume de madeira da primeira para segunda rotação (FARIA et al., 2002; PEREIRA FILHO et al., 2020).

A diminuição da produtividade pode estar relacionada a fatores genéticos, ambientais e operacionais (SBARDELLA, 2021). O potencial genético do clone, capacidade de rebrota, sobrevivência da brotação, a época do ano que é realizado o corte, altura do corte, diâmetro dos tocos, danos as cepas e ao solo durante as operações de colheita, número de rotações, época da desbrota, combate a formiga e a matocompetição, são fatores podem reduzir o número de brotações das cepas, bem como a qualidade dos brotos (FERRARI et al., 2004; PEREIRA FILHO et al., 2020).

A época do ano em que é realizada a colheita das árvores influencia na capacidade das cepas em emitir brotações. A exposição a temperaturas ambientais extremas aumenta a taxa de mortalidade dos brotos. Em razão disso, a colheita deve ser programada para evitar períodos secos e geadas forte (FERRARI et al. 2004). O tráfego de máquinas dentro dos talhões podem acarretar em danos mecânicos às cepas, reduzindo o potencial de brotação e, conseqüentemente, em perdas significativas de área destinada a condução da talhadia. (FERRARI et al. 2004).

Em alguns casos, mais de um broto pode ser mantido por cepa, para diminuir falhas na produtividade e recompor a população original (SILVA, et al. 2020). Porém, quando mais de um fuste é conduzido podem apresentar diâmetros reduzidos em comparação a árvore de apenas um fuste (VALLE, 2009).

2.2 Impacto da talhadia nas propriedades anatômicas da madeira

A madeira é um material heterogêneo formado por um conjunto de células com propriedades específicas que apresenta variações entre diferentes espécies, entre árvores da mesma espécie e, até mesmo, em diferentes partes da mesma árvore (VALLE, 2009). Os fatores de crescimento também influenciam nas propriedades da madeira, e estas são influenciadas pela sua estrutura anatômica (OLIVEIRA et al., 2012). As variações dos elementos anatômicos podem interferir na qualidade da madeira, ter conhecimento sobre a sua composição auxilia a definir de forma mais segura e adequada a sua utilização (SOUSA, 2004; OLIVEIRA et al., 2012).

Muitos autores têm analisado as propriedades anatômicas da madeira de espécies do gênero *Eucalyptus* com diferentes objetivos (OLIVEIRA et al., 2012). Porém, são poucos os estudos a respeito da anatomia da madeira conduzida por talhadia. Normalmente, o volume de madeira produzido pela talhadia é mais importante e pouca atenção é dada às propriedades da madeira produzida (ZOBEL; BUIJTENEN, 1989). A ausência de conhecimento científico da talhadia está provavelmente relacionada à indisponibilidade de dados para a pesquisa e a necessidade de um grande período para avaliação (LAFETÁ, 2019).

Segundo Zobel e Van Buijtenen (1989), a quantidade de madeira de reação é geralmente maior em talhadia e a distribuição dos galhos é mais irregular. Isso ocorre principalmente em plantações de eucalipto que são conduzidos dois ou três fustes por toco. Os fustes se distanciam e apresentam a maioria dos galhos apenas de um lado. Zobel e Van Buijtenen (1989), também relataram estudos com *Eucalyptus camaldulensis* no qual concluíram que as propriedades da madeira de talhadia eram diferentes das árvores originais por apresentarem menor densidade e maior comprimento de fibras.

Sharma (2005) comparou as propriedades anatômicas, físicas e mecânicas da madeira de *Eucalyptus tereticornis*, com 10 a 12 anos, de alto fuste e talhadia para avaliar sua qualidade para usos diversos. Foram analisadas no sentido da medula para a casca a densidade básica, comprimento da fibra, largura da fibra, diâmetro do lúmen da fibra, espessura da parede, diâmetro do vaso e comprimento do elemento de vaso. O estudo concluiu que não houve diferença significativa nas propriedades anatômicas e mecânicas da madeira de alto fuste e de talhadia, sugerindo que suas madeiras podem ser utilizadas para os mesmos fins.

Valle (2009) avaliou as propriedades da madeira de dois híbridos naturais de *Eucalyptus urophylla*, com 5 anos, envolvendo duas rotações e três posições ao longo do sentido longitudinal da árvore. Onde foram mensurados o comprimento, largura, diâmetro do lume e espessura da parede das fibras e também a medição do diâmetro e frequência de vasos. Concluiu-se que as madeiras apresentaram características muito semelhantes em função das propriedades anatômicas, porém, foram encontradas algumas variações.

3. METODOLOGIA

3.1 Materiais

Foram utilizados clones da espécie de *Eucalyptus saligna*, e dos híbridos *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla* e *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus camaldulensis* com 3 anos, provenientes da área experimental do Programa Cooperativo EUCFLUX, parceria entre o Instituto de Pesquisa e Estudos Florestais – IPEF e empresas do setor florestal. Os clones de *Eucalyptus saligna* e o *E. grandis* x *E. camaldulensis* são provenientes do estado da Bahia, e o *E. grandis* x *E. urophylla* do estado de Minas Gerais.

Os clones foram manejados em crescimento simultâneo, por alto fuste ou conduzidas por talhadia. No regime de talhadia houve a condução de apenas um fuste (Talhadia (A)) ou dois fustes (Talhadia (B)) por cepa (Figura 1.). Para cada clone foram utilizadas 3 árvores de alto fuste, 3 de talhadia com um fuste e 3 de talhadia com dois fustes, totalizando 27 árvores, as quais foram retirados discos do DAP (diâmetro na altura do peito), para preparação de corpos-de-prova.

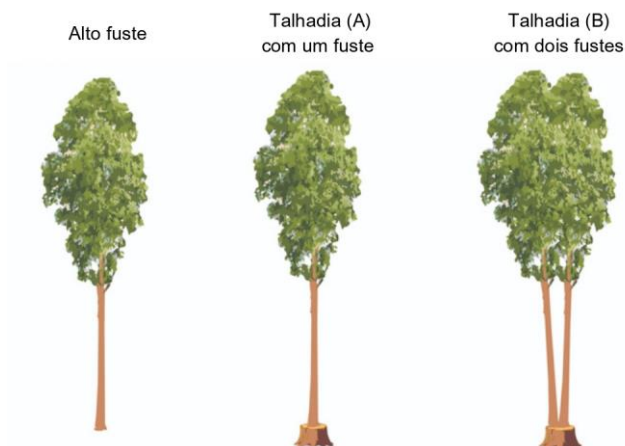


Figura 1 – Ilustração das árvores em sistemas de alto fuste, talhadia com 1 e 2 fustes.

Fonte: Adaptado de Pires (2022).

3.2 Análise das fibras

A partir dos discos foram preparados corpos-de-prova com dimensões de $2 \times 2 \times 3$ mm (R \times T \times L) adjacente ao câmbio. De cada corpo-de-prova foram retirados pequenos fragmentos (palitos) no plano tangencial, próximo a casca. Para a separação das fibras da madeira, foi realizado o processo de maceração, no qual, os palitos foram colocados em fracos de 25 mL com solução de ácido acético e peróxido de hidrogênio na proporção de 1:1. Em seguida, a solução foi levada para estufa em temperatura de 60°C durante o período de 48 horas, conforme a metodologia de Nicholls e Dadswell, descrito por Ramalho (1987). Após o tempo de maceração, a solução foi filtrada e o material macerado foi lavado em água corrente e por fim em água destilada. Para posterior visualização em microscópio, utilizou-se o corante safranina, na concentração de 1% para coloração das fibras, e o material final foi armazenado e devidamente etiquetado.

Foram preparadas lâminas histológicas temporárias, onde foi aplicada uma gota de glicerina e colocada uma pequena amostra do material com o auxílio de uma pinça alça, de forma a evitar sobreposição das fibras, e cobertas por uma lamínula. Foi utilizado um microscópio ótico da marca Zeiss e modelo Axio Scope.A1, acoplado com uma câmera para microscópio do modelo AxioCam MRc5, onde possibilita a visualização diretamente no monitor e a mensuração das fibras através do *software*

AxionVision. Em cada amostra foram mensuradas 50 fibras, o qual foi determinando o comprimento, largura e diâmetro do lume (International Association of Wood Anatomists, 1989). A espessura da parede celular da fibra foi obtida através da Equação 1:

$$EP = \frac{LF - DL}{2} \quad (1)$$

Em que: EP: espessura da parede (μm); DL: diâmetro do lume (μm); LF: largura da fibra (μm).

3.3 Análise dos vasos

A partir dos discos foram preparados corpos-de-prova com dimensões de 10 x 5 x 20 mm (R x T x L) adjacente ao câmbio. Para o amolecimento, os corpos-de-prova foram colocados em água à ebulição durante um período de aproximadamente 2 horas. Em seguida, foram levados para o micrótomo de deslize, modelo Leica SM 2000R, para retirada de cortes no plano transversal de 20 μm de espessura, utilizados para montagem das lâminas histológicas temporárias, com uso de glicerina e água, e uma lamínula sobre a lâmina.

Para a obtenção de imagens dos vasos, utilizou-se um microscópio ótico da marca Zeiss e modelo Axio Scope.A acoplado com uma câmera para microscópio do modelo AxioCam MRc5. No *software* AxioVision SE64 Rel. 4.9.1. foram feitas 20 fotomicrografias para cada lâmina. As medições do diâmetro, área e frequência dos vasos foram feitas através do software ImageJ.

3.4 Análises Estatísticas

Para verificar a diferença anatômica entre os lenhos do alto fuste e talhadia com um e dois fustes, foi adotado o delineamento inteiramente casualizado (ANOVA), quando significativo ($p < 0,05$), as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Análise dos vasos

Os resultados das dimensões e frequência dos vasos dos eucaliptos proveniente de alto fuste e talhadia com um e dois fustes podem ser visualizados na Tabela 1.

As análises demonstraram que as frequências em todos os clones e tratamentos não variaram estatisticamente entre si ($p < 0,05$), ou seja, a talhadia não afetou a quantidade de vasos formados na madeira.

Nos três clones o diâmetro e área de vaso foi superior na talhadia (A) conduzida com um fuste, sendo que para o *E. saligna* os dois tratamentos de talhadia apresentaram maiores dimensões. Porém, no *E. grandis x E. urophylla* as dimensões dos vasos diminuíram na talhadia (B) em comparação com o alto fuste. Portanto, a talhadia pode influenciar no aumento das dimensões dos vasos quando conduzida por um fuste e na diminuição quando conduzida por dois fustes.

Tabela 1 – Variação das dimensões e frequência dos vasos

Tratamento	Diâmetro médio (μm)	Área (μm^2)	Frequência (n°/mm)
<i>E. grandis x E. urophylla</i>			
Alto Fuste	89.45 b	7282 b	12.12 a
Talhadia (A)	101.60 a	9606 a	12.53 a
Talhadia (B)	74.58 c	5483 c	12.28 a
<i>E. saligna</i>			
Alto Fuste	111.00 b	10624 b	11.64 a
Talhadia (A)	121.82 a	12499 a	11.33 a
Talhadia (B)	125.73 a	13257 a	11.23 a
<i>E. grandis x E. camaldulensis</i>			
Alto Fuste	73.64 b	4595 b	16.90 a
Talhadia (A)	80.67 a	5661 a	17.25 a
Talhadia (B)	73.00 b	4673 b	16.35 a

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si a 5% de significância pelo teste Tukey. Fonte: O autor.

Os vasos realizam a função de condução de líquidos no lenho e variam quanto à frequência, diâmetro, forma e arranjo, principalmente por causa da condição de crescimento, como exemplo a talhadia, assim podendo interferir na impregnação, secagem, colagem e outros procedimentos de beneficiamento e utilização da madeira (SOUSA, 2004).

A frequência e diâmetro dos vasos afeta a permeabilidade e densidade da madeira, visto que quanto maior as dimensões e o número de vasos, maior área de espaços vazios na madeira (MOREIRA, 1999; SOUSA, 2004). O aumento das dimensões dos vasos na talhadia pode ter afetado tais parâmetros de qualidade da madeira.

Vários estudos afirmam que a talhadia apresenta uma maior taxa de crescimento inicial em comparação com alto fuste, devido à presença do sistema radicular já estabelecido, o que facilita a absorção de água e nutrientes (CACAU, et al. 2008). A presença de raízes mais desenvolvidas pode ter influenciado o aumento das dimensões dos vasos na talhadia (A).

Em situações de menor disponibilidade de água as árvores estrategicamente produzem vasos com menores diâmetros para evitar a cavitação e ter o melhor aproveitamento dos recursos disponíveis (BUENO et al., 2020). Quando a talhadia é conduzida com mais de um fuste a água e os nutrientes absorvidos são distribuídos entre os fustes. Essa distribuição pode ter influenciado na diminuição das dimensões dos vasos na talhadia (B) do híbrido *E. grandis x E. urophylla*.

Resultados semelhantes foram vistos por Valle (2009), estudando dois clones de *Eucalyptus urophylla* com 5 anos, em duas rotações, encontrou aumento no diâmetro de vasos na segunda rotação de um dos clones, porém, o mesmo clone apresentou diminuição da frequência na segunda rotação.

4.2 Análise das fibras

Os resultados das dimensões das fibras dos eucaliptos proveniente de alto fuste e talhadia com um e dois fustes estão apresentadas na Tabela 2.

Em relação ao comprimento de fibra, tanto o *E. grandis x E. urophylla* quanto o *E. saligna* não demonstraram diferenças significativas entre os tratamentos, contudo, o *E. grandis x E. camaldulensis* apresentou maior comprimento de fibras na talhadia (A)

com apenas um fuste. Portanto, a talhadia pode influenciar no comprimento da fibra, mas não ocorre em todas as espécies.

A largura da fibra não apresentou um padrão de variação entre os tratamentos. O *E. grandis* x *E. urophylla* apresentou aumento na largura da fibra na talhadia (B) com dois fustes e o *E. saligna* na talhadia (A) com um fuste, já no *E. grandis* x *E. camaldulensis* a largura da fibra diminui na talhadia (B) e o alto fuste e a talhadia (A) foram estatisticamente iguais.

Quanto ao diâmetro do lume, o *E. grandis* x *E. urophylla* houve aumento apenas na talhadia (B). O *E. saligna* apresentou diferença estatística entre os tratamentos, quando comparado com alto fuste o diâmetro do lume na talhadia (A) aumentou e na talhadia (B) diminui. O *E. grandis* x *E. camaldulensis* também apresentou diferença estatística entre os tratamentos, houve a diminuição no diâmetro do lume para os dois tratamentos de talhadia em comparação com alto fuste.

O alto fuste apresentou menor espessura de parede celular para as três espécies, principalmente quando comparado com a talhadia (B) com dois fustes. O que comprova que a talhadia pode influenciar na espessura da parede celular das fibras.

Tabela 2 – Variação das dimensões das fibras em relação aos tratamentos de talhadia para os três clones.

Tratamento	Comprimento (µm)	Largura (µm)	Diâmetro do lume (µm)	Espessura da parede celular (µm)
<i>E. grandis</i> x <i>E. urophylla</i>				
Alto Fuste	970.69 a	19.26 b	9.18 b	5.04 b
Talhadia (A)	927.88 a	19.23 b	8.78 b	5.22 a
Talhadia (B)	949.20 a	20.28 a	9.76 a	5.26 a
<i>E. saligna</i>				
Alto Fuste	958.88 a	21.57 b	9.95 b	5.81 b
Talhadia (A)	1000.28 a	23.13 a	11.61 a	5.76 b
Talhadia (B)	975.63 a	21.18 b	9.00 c	6.07 a
<i>E. grandis</i> x <i>E. camaldulensis</i>				
Alto Fuste	833.52 b	18.96 a	11.13 a	3.91 c
Talhadia (A)	929.00 a	19.10 a	10.45 b	4.32 b
Talhadia (B)	855.76 b	18.24 b	9.13 c	4.55 a

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si a 5% de significância pelo teste Tukey. Fonte: O autor.

As características anatômicas das fibras é um importante parâmetro para a produção de celulose, painéis reconstituídos e madeira sólida. Pois estão relacionadas com propriedades como a dureza, tratabilidade, densidade, resistência mecânica da madeira (SOUSA, 2004).

O comprimento das fibras é um parâmetro fundamental na produção de painéis reconstituídos e na indústria de papel, pois o entrelaçar das fibras confere maior resistência ao produto (SOUSA, 2004). O aumento do comprimento da fibra na talhadia (B) do *E. grandis* x *E. camaldulensis* pode influenciar em importantes aspectos para utilização da madeira. Esses resultados corroboram com estudos relatados por Zobel e Van Buijtenen (1989), com *Eucalyptus camaldulensis* em que a madeira de talhadia apresentava maior comprimento de fibra e menor densidade quando comparada com a de alto fuste.

A largura da fibra e o diâmetro do lume é um importante parâmetro tecnológico, pois suas dimensões interferem na densidade da madeira, quanto maior os seus valores, menor a densidade da madeira (SOUSA, 2004). O diâmetro do lume demonstrou resultados similares a largura da fibra, as variações encontradas podem influenciar de forma positiva ou negativa na densidade da madeira das espécies. Essa similaridade ocorre porque o diâmetro do lúmen depende da largura e da espessura da parede das fibras, já que o lúmen corresponde ao espaço interno vazio da fibra. (MOREIRA, 1999). Valle (2009) estudando dois clones de *E. urophylla*, com 5 anos, em duas rotações, verificou na segunda rotação o aumento na largura da fibra para os dois clones, e no diâmetro do lume para um dos clones.

A espessura da parede das fibras está muito relacionada a fatores genéticos e ambientais e com a idade da árvore. Vários autores, encontraram relações entre a densidade e a espessura da parede das fibras (MOREIRA, 1999; SOUSA, 2004). Portanto, os resultados encontrados podem influenciar na densidade da madeira de talhadia. Valle (2009), também verificou aumento na espessura da parede celular das fibras na segunda rotação em um dos dois clones estudados.

5. CONCLUSÕES

A partir desse estudo foi possível analisar as variabilidades dos vasos e fibras da madeira de talhadia em comparação com o alto fuste de eucalipto.

A frequência de vaso nos três clones não foi alterada entre os tratamentos, enquanto que houve aumento do diâmetro e área de vasos nas madeiras de talhadia, principalmente quando na rebrota foi praticada a condução de apenas um fuste. O efeito da talhadia nas características das fibras foi possível observar que o comprimento da fibra pode ser alterado, a depender a espécie. A largura da fibra e diâmetro do lume não apresentou padrão de variação entre o alto fuste e talhadia. Já a espessura da parede celular aumentou na talhadia para os dois tratamentos estudados nos três clones.

Variações anatômicas podem ocorrer entre árvores da mesma espécie e, até mesmo, dentro de uma mesma árvore, devido a diferenças no crescimento da madeira de acordo com fatores ambientais e a idade. É importante destacar que o material estudado possui apenas 3 anos, essas variações podem mudar na madeira adulta com a estabilização dos seus elementos anatômicos.

O conhecimento da alteração anatômica da madeira de talhadia é importante para entender o comportamento das árvores na floresta, desde o crescimento até a mortalidade, tal como também, sua implicação tecnológica na indústria, visto que importantes características anatômicas variaram na madeira de talhadia deste estudo.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, E. G.; FIEDLER, N. C.; GONÇALVES, E. O.; BERUDE, L. C. Análise comparativa da colheita florestal em regime de manejo de alto fuste e talhadia. **Nativa**, Sinop, v. 6, n. 3, p. 288-292, mai./jun. 2018.

BUENO, I. G. A.; PICOLI, E. A. T.; ISAIAS, R. M. S.; LOPES-MATTOS, K. L. B.; CRUZ, C. D.; KUKI, K. N.; ZAUZA, E. A. V. Wood anatomy of field grown eucalypt genotypes exhibiting differential dieback and water deficit tolerance. **Current Plant Biology**, [S.l.], p. 1-8, v. 22, jun. 2020.

CACAU, F. V.; REIS, G. G.; REIS, M. G. F.; LEITE, H. G.; ALVES, F. F.; SOUZA, F. C. Decepa de plantas jovens de eucalipto e manejo de brotações, em um sistema agroflorestal. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 43, n. 11, p. 1457-1465, nov. 2008.

FARIA, G. E.; BARROS, N. F.; NOVAIS, R. F.; LIMA, J. C.; TEIXEIRA, J. L. Produção e estado nutricional de povoamentos de *Eucalyptus grandis*, em segunda rotação, em resposta à adubação potássica. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 26, n. 5, p. 577-584, nov. 2002.

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

GONÇALVES, J. L. 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. **Revista Scientia Forestalis (IPEF)**, Piracicaba, v. 42, n. 103, p. 411-419, set. 2014.

GUIMARÃES, V. M.; SOARES, T. S.; CRUZ, E. S. Influência do espaçamento em primeira e segunda rotação de eucalipto manejado sob regime de curta rotação. **Caderno de Ciências Agrárias**, [S. l.], v. 12, p. 1-10, fev. 2020.

INTERNATIONAL ASSOCIATION OF WOOD ANATOMISTS. List of microscope features for hardwood identification. **IAWA Bulletin**, Leiden, v. 10, n. 3, p. 234-332, 1989.

LAFETÁ, B. O. **Avaliações silviculturais em povoamento de eucalipto em alto fuste e talhadia**. 2019. 74 p. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) - Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, 2019.

MEYER, E. A. **Produção de madeira em regime de talhadia na floresta estacional decidual**. 2015. 108 p. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2015.

MOREIRA, W. S. **Relações entre propriedades físico-mecânicas e características anatômicas e químicas da madeira**. 1999. 107 p. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1999.

OLIVEIRA, J. G. L.; OLIVEIRA, J. T. S.; ABAD, J. I. M.; SILVA, A. G.; FIEDLER, N. C.; VIDAURE, G. B. Parâmetros quantitativos da anatomia da madeira de eucalipto que cresceu em diferentes locais. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 36, p. 559-567, abr. 2012.

PEREIRA FILHO, G. M. *et al.* Correlação entre dimensões das árvores de eucalipto em alto fuste e talhadia. **Scientia Forestalis**, Viçosa, v. 48, n. 125, p. 1-8, mar. 2020.

PIRES, T. F. M.; CIRILO, N. R. M.; VIDAURRE, G. B.; MOULIN, J. C. Anatomia da madeira de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus camaldulensis* proveniente do crescimento de talhadia. *In*: SEMANA ACADÊMICA DA ENGENHARIA INDUSTRIAL MADEIREIRA, nº 3, 2022, Jerônimo Monteiro. **Resumos**. Jerônimo Monteiro: Universidade Federal do Espírito Santo, 2022, p. 1-7.

RAMALHO, R. S. **O uso de macerado no estudo anatômico de madeiras**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1987.

ROCHA, F. T.; FLORSHEIM, S. M. B.; DO COUTO, H. T. Z. Variação das dimensões dos elementos anatômicos da madeira de árvores de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden aos sete anos. **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, v. 16, n. 1, p. 43-55, jun. 2004.

SBARDELLA, M. **Capacidade de brotação e crescimento de espécies de *Eucalyptus spp.* em sistema de alto fuste e talhadia**. 2021. 74 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2021.

SHARMA, S. K. *et al.* Wood Quality of Coppiced *Eucalyptus Tereticornis* for Value Addition. **IAWA journal**, Bangalore, v. 26, n. 1, p. 137-147, 2005.

SILVA, N. F.; BARROS, N. F.; NEVES, J. C. L.; SCHULTHAIS, F.; NOVAIS, R. F.; MATTIELLO, E. M. Yield and Nutrient Demand and Efficiency of Eucalyptus under Coppicing Regime. **Forests**, Viçosa, v. 11, n. 8, p. 852, ago. 2020.

SOUSA, L. C. **Caracterização da madeira de tração em *Eucalyptus grandis* e sua influência na produção de polpa celulósica**. 2004. 77 p. Tese (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2004.

STAPE, J. L. *et al.* The Brazil *Eucalyptus* Potential Productivity Project: Influence of water, nutrients and stand uniformity on wood production. **Forest Ecology and Management**, [S.I.], v. 259, n. 9, p. 1684-1694, jan. 2010.

VALLE, M. L. A. **Propriedades da madeira de eucalipto de primeira e segunda rotação, visando a sua utilização como madeira preservada**. 2009. 80 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2009.

ZOBEL, B. J.; VAN BUIJTENEN, J. P. **Wood Variation: Its Causes and Control**. Berlin: Springer-Verlag, 1989.