

## **INFLUÊNCIA DA IDADE NAS DIMENSÕES DAS FIBRAS DA MADEIRA DE *Eucalyptus cloeziana* F. Muell.**

Júnia Laura Pêgo Ribeiro <sup>1</sup>; Isabella Pimenta de Queiroz <sup>2</sup>; Heloísa Brenda Xavier <sup>3</sup>; Eliene Moraes Afonso <sup>4</sup>; Ricardo Gomes de Oliveira <sup>5</sup>; Caroline Junqueira Sartori <sup>6</sup>

1 Júnia Laura Pêgo Ribeiro; Bolsista (IFMG), Engenharia Florestal, IFMG Campus São João Evangelista, São João Evangelista - MG; [junialaurapego@gmail.com](mailto:junialaurapego@gmail.com)

2 Isabella Pimenta de Queiroz; Engenharia Florestal, IFMG Campus São João Evangelista, São João Evangelista - MG

3 Heloísa Brenda Xavier; Engenharia Florestal, IFMG Campus São João Evangelista, São João Evangelista - MG

4 Eliene Moraes Afonso; Engenharia Florestal, IFMG Campus São João Evangelista, São João Evangelista - MG

5 Ricardo Gomes de Oliveira; Engenheiro Agrônomo, IFMG Campus São João Evangelista, São João Evangelista - MG

6 Caroline Junqueira Sartori; Pesquisador do IFMG, Campus São João Evangelista; [caroline.sartori@ifmg.edu.br](mailto:caroline.sartori@ifmg.edu.br)

### **RESUMO**

No Brasil, a principal matéria prima madeireira, com maior área plantada, corresponde às espécies do gênero *Eucalyptus*, para suprir a demanda na produção de celulose, carvão vegetal, painéis de madeira, entre outros, sendo o Brasil o maior produtor mundial de celulose de fibra curta. A madeira é um material heterogêneo, que corresponde ao xilema secundário, em que, as células são formadas através das divisões celulares do câmbio. A idade cambial resulta em variações nas dimensões e proporções das células, resultando em diferenças na qualidade. Essa heterogeneidade pode ser verificada em função da posição longitudinal, radial (idade), localização, entre outras. Outra característica que pode alterar as características da madeira, e conseqüentemente a sua qualidade, correspondem o lenho de reação, em que nas folhosas são formados os lenhos de tração em resposta por exemplo à declividade do terreno. O presente trabalho tem como objetivo analisar a variação radial (influência da idade) e lenho de tração e oposto nas dimensões das fibras da madeira de *Eucalyptus cloeziana* F. Muell. Para este estudo foram utilizados três indivíduos de *Eucalyptus cloeziana* F. Muell. provenientes de um plantio localizado em terreno declivoso (30°) no Instituto Federal de Minas Gerais – Campus São João Evangelista, com aproximadamente dez anos. Destes, foram retirados discos de aproximadamente 4cm de espessura a 1,30 metros do solo (DAP – diâmetro a altura do peito). Os discos do DAP foram demarcados na posição superior do terreno declivoso (lenho de tração) e inferior à inclinação do tronco (lenho oposto). Nestes dois lenhos foram retiradas quatro subamostras na direção radial, desde a medula até a casca para verificar a influência da idade. De cada material foram produzidos macerados, com solução de Franklin, para obter as fibras individualizadas. As fibras foram coradas com safranina 1% em água (p/v), colocadas em lâmina com glicerina 50% (v/v) e lamínula e foram medidas 30 fibras em cada posição radial e em lenhos oposto e de tração. As dimensões de fibras determinadas foram o comprimento, a largura, diâmetro do lume e espessura da parede. Os dados foram submetidos à análise estatística descritiva por meio de BoxPlot e aos testes de Kruskal-Wallis e de Mann-Whitney com correção de Bonferroni, ambos ao nível de significância de 5% de probabilidade. Não foi verificada diferença estatística significativa entre os lenhos oposto e de tração, somente em função da posição radial (idade) nas variáveis quantitativas das fibras. Verificou-se comprimentos médios das fibras do lenho oposto de 981,44 µm e de 976,92 µm no lenho de tração. Quanto a largura média, verificou-se valores de 18,01 µm no lenho oposto e de 20,01 µm no lenho de tração. Quanto ao diâmetro do lume, verificou-se valores médios de 8,29 µm para o lenho oposto e de 7,25 µm para o lenho de tração. E quanto à espessura das paredes das fibras, verificou-se valores médios de 5,60 µm no lenho oposto e de 5,46 µm no lenho de tração.

Palavras-chave: Câmbio vascular, Variáveis quantitativas das fibras, Variação radial

### **INTRODUÇÃO:**

O Brasil é considerado um país privilegiado para o desenvolvimento das florestas comerciais. Este fato se deve à presença de ótimas características edafoclimáticas. As florestas plantadas têm uma grande importância no fornecimento de matérias-primas à sociedade. Estas florestas atendem a muitas funções, sendo considerada como mais importante a produção de madeira e seus derivados. A madeira é um material excelente devido às suas diversas propriedades que lhe conferem uma ampla gama de aplicações, entre elas, a produção de papel (RODRIGUES, 2010).

A madeira é considerada como um material heterogêneo, tanto no ponto de vista físico, químico, mecânico e anatômico (BROWNING, 1963). Essa heterogeneidade geralmente está relacionada com as variações nos sentidos radial, tangencial e longitudinal que a madeira apresenta, em função principalmente da diferenciação dos tipos de células e tecidos (TRUGILHO et al., 2014).

A qualidade da madeira é um fator muito importante quando se pretende produzir celulose com alto rendimento industrial, alta qualidade e de baixo custo. Para obter polpa de celulose de alta qualidade, o maior desafio da indústria é a seleção de matérias-primas que possuem as propriedades de interesse (JARDIM et al., 2017).

A propriedade anatômica da madeira permite avaliar e diagnosticar o comportamento da madeira, pois sabe-se que as características anatômicas variam de espécie para espécie, entre as espécies e até dentro da mesma árvore. Além disso, o crescimento das árvores em condições desfavoráveis de solo, clima e topografia podem repercutir na anatomia da madeira, o que, por sua vez, afeta sua adequação para a produção de papel, por exemplo (RODRIGUES, 2010).

Dentre os elementos anatômicos que vem sendo analisados o que possui maior relação com as propriedades do papel são as fibras. As dimensões das fibras da madeira interferem de forma direta na densidade da madeira influenciando a massa da polpa na produção de papel (FLORSHEIM et al., 2009).

Conforme demonstrado por Andrade (1987) e citado por Ruy (1998), a dimensão das fibras isoladamente pode não apresentar correlação significativa com a densidade. Mas, ao agrupá-las, resultados satisfatórios podem ser encontrados (ALENCAR, 2002).

Em Minas Gerais, a produção de celulose é caracterizada pela celulose de fibra curta branqueada, representando em média 9% do volume da produção do Brasil. Em 2009, o estado produziu 1,2 milhão de toneladas de celulose de fibra curta, onde 92,5% foi exportado e o restante destinado ao mercado interno.

Neste mesmo ano, Minas Gerais ficou em primeiro lugar com 22,8% de florestas plantadas no país, sendo 1,3 milhão de hectares de eucalipto (VALVERDE et al., 2010). Segundo o IBGE (2007), os principais centros de produções e consumos de madeira em tora de florestas plantadas em solo mineiro são para celulose e papel.

O estado de Minas Gerais (MG) situa-se na Região Sudeste do Brasil, possui um relevo complexo, composto por uma grande variedade de morfologias, com gênese e dimensões distintas (RODRIGUES et al., 2023). Segundo o resultado do mapeamento de Rodrigues et al., 2022 em Minas Gerais predomina o Sistema de Planaltos, seguido pelo Sistema de Depressões Relativas, Sistema de Montanhas e Serras, sendo o Sistema de Planícies, o de menor ocupação territorial. Considera-se o estado com uma topografia acidentada (OLIVEIRA et al., 2018).

Uma área declivosa, com a presença de vento ou algum outro fator adicional faz com que a árvore fique inclinada, levando ao desenvolvimento da madeira de tração, em folhosas chamada de reação (COUTO et al., 2011). A madeira de reação é formada na face superior da inclinação ou nas dobras do caule e ramos (FERREIRA, 2007), reposicionando-se gradativamente por contração longitudinal (COUTO et al., 2011).

Nesta madeira o tecido secundário do xilema é caracterizado anatomicamente de uma forma diferente da madeira de lenho normal.

O gênero *Eucalyptus* é uma espécie amplamente utilizada no setor produtivo florestal brasileiro, plantado em diferentes tipos de terreno, sob influência do vento e de outros fatores externos (MONTEIRO et al., 2010). O uso da madeira de reação na polpação química pode interferir no rendimento do processo, no consumo de produtos químicos de cozimento, na qualidade final da celulose e do papel (VIDAURRE et al., 2013).

Diante do exposto, este trabalho buscou analisar a variação radial (influência da idade) e lenho de reação e oposto nas dimensões das fibras da madeira de *Eucalyptus cloeziana* F. Muell.

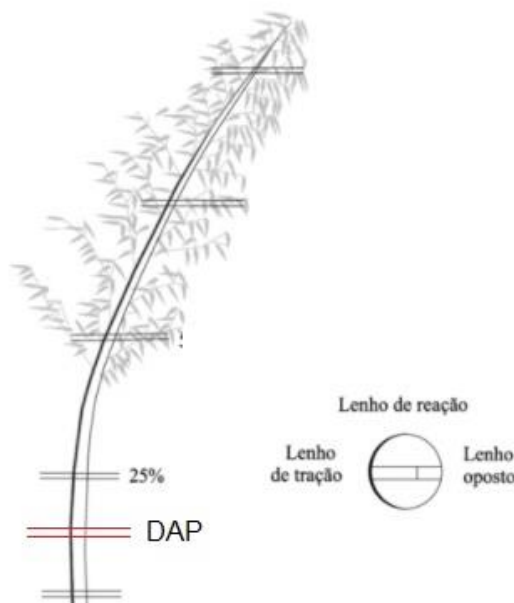
## **METODOLOGIA:**

O estudo foi realizado com madeiras de clones comerciais de *Eucalyptus cloeziana* F. Muell. provenientes de um plantio localizado em terreno com declividade de 34%, no Instituto Federal de Minas Gerais – Campus São João Evangelista. A área de estudo encontra-se na bacia hidrográfica do rio doce (sub bacia do Suaçui Grande), região centro nordeste do estado de Minas Gerais. Segundo Köppen (2010), o clima é do tipo Cwa, temperado chuvosomesotérmico, com inverno seco e verão chuvoso, sendo predominante nesta região o clima do tipo tropical, apresentando uma temperatura máxima média de 27 °C e mínima média de 22 °C por ano, precipitação média anual de 1.180 mm e altitude média de 680m (PINHEIRO et al., 2010). A região possui um relevo forte, ondulado e montanhoso, com grande potencial hídrico, fertilidade média na maioria das áreas exploradas (BRAGA et al., 1999 e BARBOSA et al., 2010).

Foi feita a seleção e desbaste de três indivíduos de *Eucalyptus cloeziana* F. Muell localizados em terreno declivoso, e destes foram retirados discos de aproximadamente 4cm de espessura a 1,30 metros do solo (DAP – diâmetro a altura do peito).

Os discos do DAP foram demarcados na posição superior do terreno declivoso (lenho de tração) e inferior à inclinação do tronco (lenho oposto), conforme

Figura 1. Figura 1 – Retirada das amostras longitudinais nas árvores



Fonte: Adaptada de: BOSCHETTI *et al.*, 2019, p. 461.

Após esta separação, a madeira foi subdividida em quatro partes proporcionais, uma próxima a medula (P1), outra próxima a casca (P4), e as outras duas nas posições intermediárias da madeira (P2 e P3), de modo a fazer uma varredura na direção radial e assim, em diferentes idades cambiais. Para a mensuração das características das fibras na direção radial, foram retiradas lascas longitudinais das madeiras com o auxílio de um estilete, com aproximadamente 1cm para análise das dimensões das fibras.

Para a maceração do lenho as lascas de madeira foram imersas em solução de ácido acético e de peróxido de hidrogênio (1:1 v/v), tampadas e levadas a estufa a 65 °C, por aproximadamente 24 horas. Posteriormente, os materiais foram lavados com água destilada. As fibras foram coradas com safranina 1% em água (p/v), colocadas em lâmina com glicerina 50% (v/v) e lamínula.

Foram montadas, ao todo 144 lâminas e em cada uma foram medidas 30 fibras. As dimensões de fibras determinadas foram o comprimento, a largura e o diâmetro do lume. A espessura da parede foi determinada conforme equação 1.

$$EP = \frac{L - DL}{2} \quad Eq.: 1$$

Em que:

EP: Espessura da parede das fibras,  $\mu\text{m}$ ;

L: Largura das fibras,  $\mu\text{m}$ ;

DL: Diâmetro do lume das fibras,  $\mu\text{m}$ .

Das lâminas foram obtidas imagens, com emprego de microscópio óptico trinocular Biofocus com câmera digital moticom 1000 1.3 Mpixel acoplada e software Motic Plus Images 2.0. Para captura das imagens para a obtenção dos comprimentos das fibras utilizou-se a objetiva de 4x de aumento, já para largura e diâmetro do lume utilizou-se o aumento de 40x.

Os dados foram submetidos à análise estatística descritiva por meio de BoxPlot e aos testes de Kruskal-Wallis e de Mann-Whitney com correção de Bonferroni, ambos ao nível de significância de 5% de probabilidade.

Todas as análises estatísticas foram efetuadas com auxílio do software R (R CORE TEAM, 2023).

## RESULTADOS E DISCUSSÕES:

Na Tabela 1 estão os valores das dimensões das fibras encontrados na madeira de *Eucalyptus cloeziana* nos discos do DAP (diâmetro altura do peito) onde foram demarcados na posição superior do terreno declivoso (lenho de tração) e inferior à inclinação do tronco (lenho oposto) na madeira.

Tabela 1 - Valores médios das características anatômicas das fibras de *E. cloeziana* em lenho de tração e lenho oposto.

	Posição	C		L		DL		EP	
Tração	P4	1027,82	ab	21,45	a	5,32	d	6,49	ab
	P3	1004,44	ab	20,55	a	5,79	cd	6,18	abc
	P2	1042,25	a	20,26	a	7,57	abcd	5,02	abc
	P1	833,18	b	18,14	a	10,3	a	4,13	c
Oposto	P1	832,41	b	18,59	a	9,98	ab	4,16	bc
	P2	982,05	ab	17,98	a	9,15	abc	5,07	abc
	P3	1081,17	a	17,53	a	6,79	abcd	6,2	ab
	P4	1030,13	a	18,29	a	7,22	bcd	6,97	a

Para C: Comprimento da Fibra; L: Largura da Fibra; DL: Diâmetro do Lume; EP: Espessura da Parede;

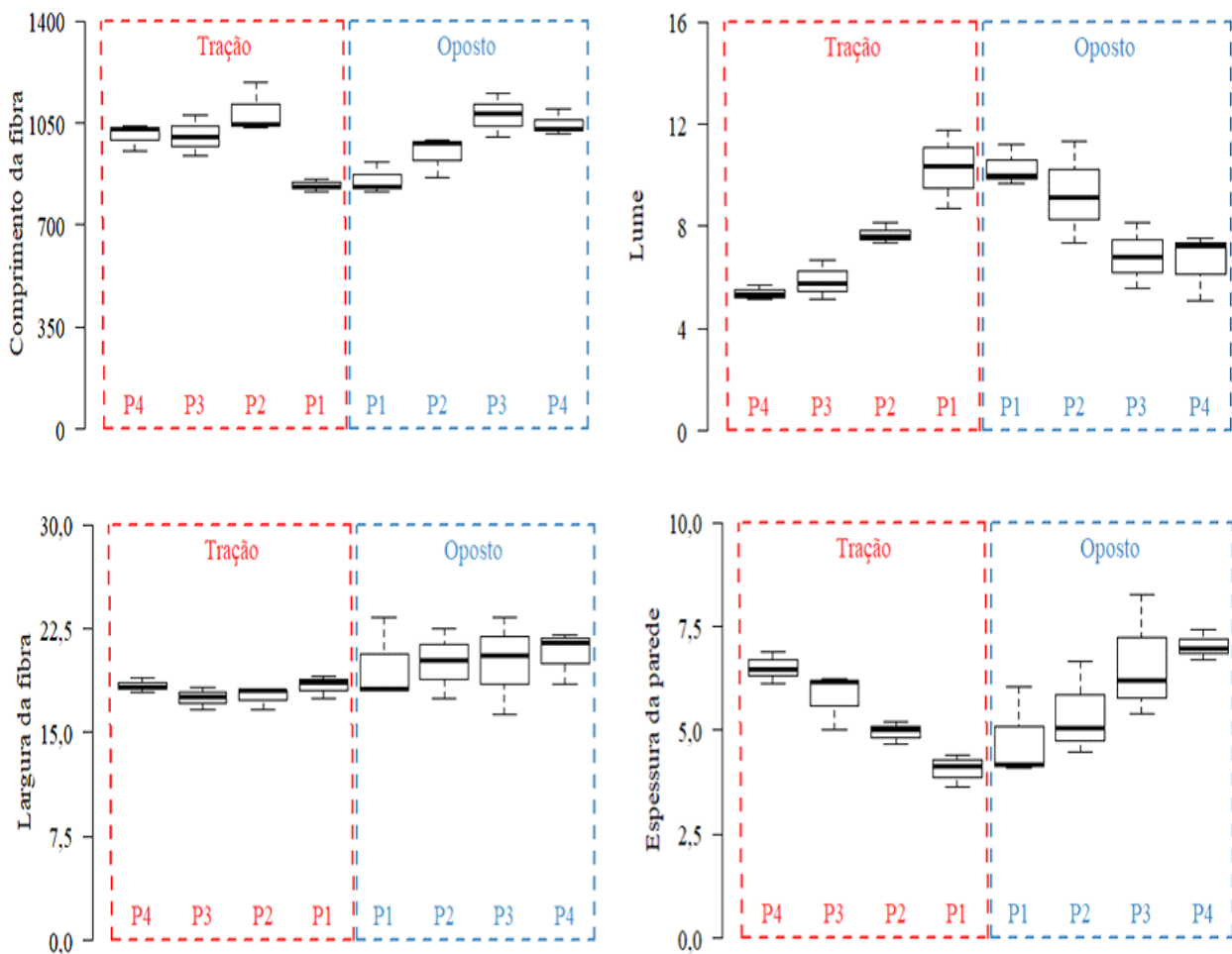
Conforme Tabela 1, os comprimentos médios das fibras da madeira de *Eucalyptus cloeziana*, da região próxima a medula para a região mais próxima à casca foram de 832,41; 982,05, 1081,17 e 1030,13  $\mu\text{m}$  para os lenhos opostos e de 833,18; 1042,25; 1004,44 e 1027,82  $\mu\text{m}$  para os lenhos de tração, respectivamente. O que correspondem valores médios das fibras do lenho oposto de 981,44  $\mu\text{m}$  e de 976,92  $\mu\text{m}$  no lenho de tração. Para os autores Panshin e Zeeuw (1980), o comprimento das fibras aumenta na madeira de tração, sendo este um bom parâmetro para caracterizar e identificar a presença desse tipo de madeira, característica esta que não foi verificada neste estudo, visto que não foi verificada diferença estatística significativa entre os lenhos, somente em função da posição radial, ou seja, da idade amostral, conforme pode ser visualizado na Figura 2.

O autor Tomazello Filho (1986), relata que essa mesma tendência de variação em função da posição radial no comprimento das fibras tem sido apresentada em muitos de seus estudos em diferentes espécies de eucalipto.

O aumento significativo no sentido radial, sem tendência de estabilização, em relação ao comprimento, indica a presença de lenho juvenil. Um indicativo da presença de lenho adulto é a estabilidade no comprimento, e na Figura 2, observa-se um início dessa estabilidade. Levando em consideração que as árvores avaliadas apresentavam aproximadamente 10 anos de idade.

Tomazello Filho (1987) relata que esse aumento do comprimento das fibras, conforme o aumento da idade da árvore é decorrência do acréscimo no comprimento das células que as originam, chamadas de fusiformes iniciais. Em muitas espécies de eucalipto a estabilização ocorre apenas quando as células do câmbio atingem seu comprimento máximo, começando a formação dos lenhos caracterizados como adultos.

Figuras 2 e 3 – Comportamento das dimensões das fibras em lenho oposto e radial, em função da posição radial em madeiras de *Eucalyptus cloeziana*



A largura média das fibras da madeira de *Eucalyptus cloeziana*, da região próxima a medula para a região mais próxima à casca, de acordo com a Tabela 1, foram de 18,59; 17,98; 17,53 e 18,29  $\mu\text{m}$  para os lenhos opostos e de 18,14; 20,26; 20,55 e 21,45  $\mu\text{m}$  para os lenhos de tração, respectivamente. Correspondendo aos valores médios das fibras do lenho oposto de 18,01  $\mu\text{m}$  e de 20,01  $\mu\text{m}$  no lenho de tração.

Entre os lenhos de tração e oposto não houve diferença significativa na largura das fibras. Na Figura 2, observa-se que as larguras médias das fibras de *E. cloeziana* do lenho oposto teve uma diminuição nos valores na região central e sequencialmente um pequeno acréscimo ao se aproximar da casca, já no lenho de tração a largura aumentou no sentido medula-casca.

Quanto a largura das fibras, foi encontrada as médias nas madeiras de *Eucalyptus dunnii* (17  $\mu\text{m}$ ), *E. grandis* (18  $\mu\text{m}$ ) e *E. saligna* (15,7  $\mu\text{m}$ ), conforme Baldin et al., (2017), estas espécies obtiveram ligeiro aumento até a região central e, posteriormente, uma pequena redução dos valores próximo a casca. Em madeiras de *E. acmenioides*, *E. pellita* e *E. globulus* a largura das fibras atingiu valores de 19,5; 18,7 e 17,1, respectivamente, e segundo Tomazello Filho (1987) a largura aumentou no sentido medula- casca.

Os valores médios obtidos do diâmetro do lume na madeira de *Eucalyptus cloeziana*, na variação de lenho oposto foi de 9,98; 9,15; 6,79; 7,22  $\mu\text{m}$  e no lenho de tração de 10,3; 7,57; 5,79 e 5,32  $\mu\text{m}$ . Equivalente a uma média de diâmetro do lume de 8,29  $\mu\text{m}$  para o lenho oposto e de 7,25  $\mu\text{m}$  para o lenho de tração. À vista disso, não houve diferença significativa entre o lenho oposto e de tração, somente em função da idade, ou seja, da localização radial.

No presente estudo as fibras do lenho de tração tiveram menor diâmetro de lume comparado do lenho oposto, semelhante ao resultado obtido por Boschetti et al. (2015), com 11  $\mu\text{m}$  para lenho de tração e 11,4  $\mu\text{m}$  para lenho oposto nas fibras de madeira de *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus urophylla*.

Conforme Figura 2, observa-se que o diâmetro do lume diminui em função da posição radial, isto é, com redução do diâmetro do lume em função do aumento da idade cambial. Os valores encontrados neste trabalho



estão em conformidade com os normalmente encontrados na literatura em espécies de *Eucalyptus*, variando de 6 a 12  $\mu\text{m}$ , segundo Silva (2002).

Alzate (2004) encontrou em fibras de madeira de *Eucalyptus grandis* valores de diâmetro de lume de 9,58  $\mu\text{m}$ , em madeiras de 8 a 10 anos.

Neste estudo, os valores médios obtidos da espessura da parede para o lenho oposto foram de 4,16; 5,07; 6,2 e 6,97  $\mu\text{m}$  e para o lenho de tração 4,13; 5,02; 6,18 e 6,49  $\mu\text{m}$ . O valor médio encontrado da espessura da parede no lenho oposto foi de 5,60  $\mu\text{m}$  e de 5,46  $\mu\text{m}$  no lenho de tração.

Em relação à espessura da parede, de acordo com Manimekalai et al., (2002) estas são classificadas em muito espessa ( $> 5 \mu\text{m}$ ).

Observa-se na Figura 2 que a espessura da parede da madeira de *Eucalyptus cloeziana* tende a aumentar em função da posição radial, ao se aproximar da casca.

A espessura da parede celular está relacionada com o aumento da idade e da densidade básica da madeira, quanto mais espessa, maior será o valor da densidade básica (SOUZA, 2012).

Os estudos realizados por Tomazello Filho (1987) também encontraram um aumento em função radial em *E. globulus*, *E. pellita* e *E. acmenioides*, e Brasil e Ferreira (1972) em *E. grandis*. Sousa (2004) indica que a espessura da parede das fibras é um parâmetro muito importante para a caracterização da madeira de tração, uma vez que a presença da camada gelatinosa leva ao aumento significativo da espessura da parede das fibras. Contrariamente, neste estudo não houve diferença significativa nos valores da espessura de parede encontrados nas fibras do lenho oposto e de tração. As espessuras das paredes das fibras do lenho de tração foram inferiores que as do lenho oposto.

## CONCLUSÕES:

Não foi verificada diferença estatística significativa dos lenhos oposto e de tração nas variáveis quantitativas das fibras. Verificou-se somente influência da posição radial (idade cambial) nestas propriedades.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

ALENCAR, G.S.B. **Estudo da qualidade da madeira para produção de celulose relacionada a precocidade na seleção de um híbrido *Eucalyptus grandis* X *Eucalyptus urophylla***. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.

ALVES, Isabel Cristina Nogueira et al. Caracterização tecnológica da madeira de *Eucalyptus benthamii* para produção de celulose kraft. **Ciência Florestal**, v. 21, p. 167-174, 2011.

ALZATE, S. B. A.; TOMAZELLO FILHO, M.; DE STEFANO PIEDADE, S. M. Variação longitudinal da densidade básica da madeira de clones de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden, *E. saligna* Sm. e *E. grandis* x *urophylla*. **Scientia forestalis** n. 68, p.87-95, ago. 2005

BRAGA, F. de A. et al. Características ambientais determinantes da capacidade produtiva de sítios cultivados com eucalipto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 23, p. 291-298, 1999.

BROWNING, B.L. The chemistry of Wood. New York: John Wiley & Sons, 689p, 1963. COUTO, A. M. et al. Variação diametral das propriedades físicas, anatômicas e ultraestruturais da madeira de reação de *Rapanea ferruginea*. Trabalho de Pesquisa. Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2011.

FERREIRA, SÉRGIO. **Lenho de tração em *Eucalyptus* spp cultivados em diferentes topografias**. 2007. Tese – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2007.

FLORSHEIM, S. M. B. et al. Variação nas dimensões dos elementos anatômicos da madeira de *Eucalyptus dunnii* aos sete anos de idade. **Revista do Instituto Florestal**, v. 21, n. 1, p. 79-91, 2009.

JARDIM, J. M. et al. Avaliação da qualidade e desempenho de clones de eucalipto na produção de celulose. **O papel**, v. 78, n. 11, p. 122-129, 2017.

MANIMEKALAI, V.; PAVICHANDRAN, P.; BALASUBRAMANIAN, A. Fibres of *Sorghum bicolor* (L.) Moench and their potential use in paper and board making. **Phytomorphology**, 2002.

MONTEIRO, Thiago Campos et al., Influência do lenho de tração nas propriedades físicas da madeira de *Eucalyptus* sp. **Revista de Biotecnologia e Biodiversidade**, v. 1, n. 1, pág. 6-11, 2010.

OLIVEIRA, D. M. et al. A influência da topografia da região sul de Minas Gerais nas variáveis atmosféricas simuladas com o RegCM4 (Topography influence of the Southern Region of Minas Gerais State on the atmospheric variables simulated by RegCM4). **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 11, n. 3, p. 758-772, 2018.

PANSHIN, A. J. AND DE ZEEUW, C. (1980), Textbook of wood technology. 4.ed. New York: **Mc-Graw-Hill**, 722p.

PINHEIRO, D. T. C. et al. Monitoramento da fertilidade do solo submetido à erosão hídrica em área cultivada com *Eucalyptus* sp. em São João Evangelista, MG. **Revista Agrogeoambiental**, 2010.

- RODRIGUES, B. P. **Utilização de parâmetros anatômicos da madeira de dois clones de híbridos naturais de Eucalyptus grandis como índices de qualidade para a produção de papel.** Monografia de conclusão de curso (Tecnologia de Produtos Florestais). Universidade Federal do Espírito Santo, Jerônimo Monteiro, 2010.
- RODRIGUES, S. C. et al. Mapeamento Geomorfológico do Estado de Minas Gerais: uma proposta com base na morfologia. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 24, n. 1, 2023.
- RUY, O. F. **Variação da qualidade da madeira em clones de Eucalyptus urophylla S. T. Blake da Ilha de Flores**, Indonésia. Piracicaba, 1998. 81p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.
- SILVA, J. C. **Caracterização da Madeira de Eucalyptus grandis Hill ex Maiden, de diferentes idades, visando a sua utilização na indústria moveleira.** Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2002.
- SOUSA, L. C. Caracterização da madeira de tração em Eucalyptus grandis e sua influência na produção de polpa celulósica. Viçosa – Minas Gerais, 2004.
- SOUZA, F. M. L de. **Estudo comparativo da madeira e polpação de Eucalyptus urophylla e o híbrido E. urophylla x E. grandis em dois modelos silviculturais.** Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 2012.
- TOMAZELLO FILHO, M. Variação radial da densidade básica e da estrutura anatômica da madeira do Eucalyptus gummifera, E. microcorys e E. pilularis. **IPEF**, Piracicaba, v. 30, p. 45- 54, 1985.
- TOMAZELLO FILHO M. Variação da densidade básica e da estrutura anatômica da madeira de Eucalyptus globulus, Eucalyptus pellita e Eucalyptus acmeniodes. **IPEF**, v. 36, p. 35- 42, 1987.
- TRUGILHO, Paulo Fernando et al. Características de crescimento, composição química, física e estimativa de massa seca de madeira em clones e espécies de Eucalyptus jovens. **Ciência Rural**, v. 45, p. 661-666, 2014.
- VALVERDE, A. E. L. Cadeia produtiva da celulose em Minas Gerais. Boletim técnico (**Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais**); 97, 2010.
- VIDAURRE, G.P. et al. Propriedades da Madeira de Reação. **Floresta e Ambiente**, 2013.