CARACTERIZAÇÃO ANATÔMICA DA MADEIRA DE CLONES DE *Eucalyptus* PARA APLICAÇÃO DE AGENTES PRESERVANTES

WESLAINE GALVÃO RODRIGUES[1]; JOABEL RAABE[1]; GABRIELE GOMES[1]; RAILTON MORAIS OLIVEIRA[1]; VIRNA SANTOS DA SILVA[1]; ARGEL COSTA SOUZA[1]

AFILIAÇÃO

[1]Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão – Centro de Ciências Agrárias – Av. Agrária, 100, Bairro Colina Park, 65900-001, Imperatriz – MA.

RESUMO

A estrutura anatômica da madeira é um fator crucial na determinação da recomendação para o seu uso comercial. A preservação do lenho, através de agentes preservantes, necessita de uma permeabilidade adequada para a retenção e penetração dos líquidos. A permeabilidade da madeira é influenciada diretamente pelas estruturas celulares que compõem o lenho, principalmente os elementos vasculares e as fibras. Baseado nisso, o objetivo do presente trabalho foi avaliar a estrutura anatômica de dois clones de *Eucalyptus* para a aplicação de agentes preservantes. Foram selecionadas 6 árvores de dois diferentes clones de *Eucalyptus*. O tronco de cada árvore foi seccionado em 3 posições longitudinais (0, 50 e 100% da altura comercial) para a determinação das dimensões das fibras (comprimento, largura, diâmetro do lúmen e espessura da parede) e dos vasos (diâmetro e frequência). De cada disco foram retiradas cunhas opostas para divisão em três posições transversais (0, 50 e 100% do comprimento do raio) para mensuração das medidas analisadas. Para cada porção radial da cunha foram retirados cortes histológicos e fragmentos de madeira para o processo de microtomia e maceração, respectivamente. Os dois clones de *Eucalyptus* diferiram estatisticamente entre si para as variáveis comprimento e largura das fibras, espessura da parede e diâmetro dos vasos. O Clone 1 obteve maiores médias para largura das fibras e espessura da parede, enquanto o Clone 2 mostrou dimensões maiores para comprimento das fibras e diâmetro dos vasos. Houve diferenças significativas nas posições transversais apenas para a variável comprimento da fibra e diâmetro de vaso. Não houve interação entre os fatores clones e posições transversais. Por apresentar maiores dimensões de vasos, o Clone 2 é o mais indicado para à aplicação de agentes preservantes.

PALAVRAS-CHAVE: Anatomia da madeira; Preservação da madeira; Qualidade da madeira**.**

INTRODUÇÃO

A anatomia da madeira é a ciência responsável por estudar a diversidade de células que compõem o lenho, sua organização, funções que realizam e as peculiaridades que podem

apresentar (Burger e Ritcher, 1991). A importância do estudo do lenho consiste em ser uma ferramenta essencial para a investigação anatômica, pois é a única forma de conhecer verdadeiramente a madeira e destiná-la ao seu emprego correto (Botosso, 2011).

Os caracteres anatômicos da madeira são fundamentais para determinar suas propriedades em relação a penetração e retenção de preservativos. A porosidade e as diferentes morfológicas das fibras são as características mais importantes para a penetrabilidade de agentes preservantes nas angiospermas (Castro e Guimarães, 2018).

O tamanho, a quantidade e a distribuição dos vasos no lenho afetam a sua permeabilidade, uma vez que quanto maior for a porosidade da madeira maior será o volume de agentes preservantes introduzidos. As fibras não afetam a penetração do tratamento preservativo inicialmente, mas se tornam influentes com a permanência dos líquidos que passam a se acumular nos vasos (Castro e Guimarães, 2018).

Segundo Lima e colaboradores (2021) é essencial que a madeira de *Eucalyptus* utilizado para serraria, postes e mourões de cerca recebam tratamentos preservativos devido a sua alta suscetibilidade a agentes degradadores. De acordo com os mesmos autores, é fundamental um estudo aprofundado da estrutura anatômica, uma vez que essas propriedades afetam o tratamento com agentes preservantes, a qualidade e a aplicação da madeira.

Estudos e caracterização morfológica dos elementos anatômicas das madeiras destinadas a usinas de tratamento preservativo da madeira são de fundamental importância do ponto de vista técnico, econômico e ambiental. Baseado nisso, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a anatomia da madeira de clones de eucalipto para a aplicação de agentes preservantes.

METODOLOGIA

A pesquisa foi conduzida com dois clones de *Eucalyptus* provenientes de um plantio comercial no município de Açailândia-MA, disponibilizados pela empresa Ceima Florestal, com ambos apresentando a idade de 4 anos e dispostos em espaçamento 3 x 2 m. O município está localizado nas coordenadas geográficas 04º56’48” S e 47º30’17” W. O clima da região de acordo com Köppen e Geiger, é classificado como Aw, caracterizado como clima tropical com estação seca no inverno e a temperatura e precipitação média anual são, respectivamente, de 25,9 ºC e 1.536 mm (Climate-Data.Org, sd).

O desenvolvimento do projeto foi realizado na Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão localizada no município de Imperatriz – MA (coordenadas geográficas 5º31''32' S e 47º26''35' W). Foram utilizados os equipamentos e infraestrutura dos laboratórios do Centro de Ciências Agrárias (CCA), especialmente do Laboratório de Anatomia e Tecnologia da Madeira e Laboratório de Microbiologia.

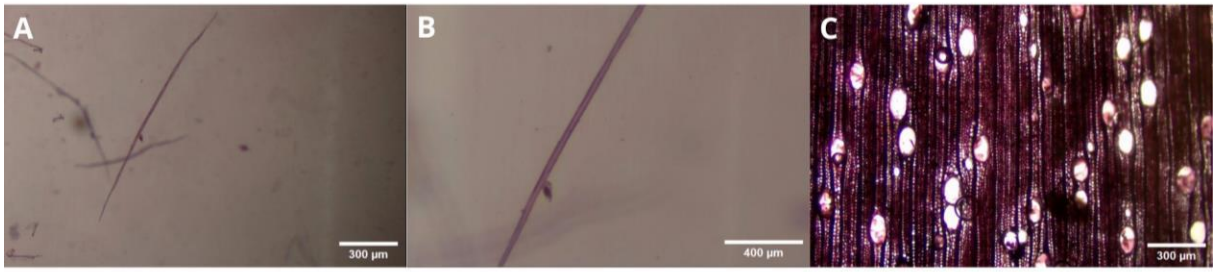
O Clone 1 é o clone comercial 144 e o Clone 2 é um clone produzido pela própria empresa utilizando como material genético a espécie *Eucalpytus camaldulensis*. Para cada clone foram selecionadas 3 árvores aleatórias, totalizando 6 árvores. Cada árvore, após abatida, foi seccionada para a retirada de 3 amostras de discos com a espessura de 5 cm nas posições de 0, 50 e 100% correspondentes a base, meio e topo da altura comercial, respectivamente. De cada disco, retirou-se cunhas opostas que foram segmentadas em três porções transversais no sentido da medula para a casca (0, 50 e 100% do comprimento do raio).

Amostras de cada posição transversal (0, 50 e 100% do raio) dentro de cada disco e dentro de cada árvore foram retiradas e compuseram uma amostra composta para cada árvore para avaliação das dimensões morfológicas das fibras. Isso foi realizado para facilitar a análise laboratorial e estatística. O diâmetro e a frequência dos vasos foram analisados apenas nos discos da base.

Das cunhas opostas, obtidas dos discos oriundos das três posições longitudinais do tronco no sentido base – topo, foram demarcados e retirados corpos de prova em três posições transversais (0, 50 e 100% do comprimento do raio) na direção da medula para à casca. Isso foi realizado com a finalidade de retirar lâminas delgadas da seção transversal de cada porção e para a retirada de pequenos fragmentos para a preparação de material macerado conforme estabelecido no método descrito por Franklin (1945).

A partir dos cortes histológicos (adquiridos com auxílio do micrótomo) e do material macerado (basicamente fibras) foram confeccionadas lâminas temporárias. A partir destas lâminas, imagens foram capturadas em um microscópio óptico com câmera acoplada nas ampliações de 4 e 10x para as fibras e na ampliação de 4x para os vasos (Figura 1).

Figura 1: Imagens das fibras capturadas em 4X (A) e 10X (B) para mensuração e dos vasos na seção transversal (C).



Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Posteriormente, essas imagens foram submetidas a análise no programa ImageJ, onde foi realizado a mensuração das características morfológicas das fibras (comprimento, largura, diâmetro do lúmen e espessura da parede) e dos vasos (diâmetro e frequência). Cada característica foi mensurada atendendo às recomendações contidas nas normas da IAWA (1989).

O experimento foi realizado por delineamento inteiramente casualizado em arranjo fatorial de 2 x 3, sendo o primeiro fator constituído por dois clones de *Eucalyptus* e o segundo fator pelas posições transversais ao longo da cunha, com três repetições por tratamento. Foi aplicada análise de variância (ANOVA) e teste de Tukey para os fatores clone e posição transversal a 5% de probabilidade a partir da utilização do programa estatístico GENES (Cruz, 2013).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da análise de variância mostraram que não houve interação entre os fatores (clones x posições transversais), o que indica que um fator não exerce influência/efeito dentro do outro fator para as variáveis de comprimento da fibra (CF), largura da fibra (LF), diâmetro do lúmen (DL), espessura da parede (EP), diâmetro do vaso (DV) e frequência de vasos (FV).

Foram observadas diferenças significativas nas fontes de variação posição e clone para CF (mm) com os quadrados médios (QM) de 0,0235 e 0,0275, respectivamente e DV (µm) com os QM de 680,3843 e 1898,5533. Dessa forma, verifica-se que para essas variáveis houveram diferenças de médias entre os dois clones e entre as posições ao longo da seção transversal.

As variáveis LF (µm) e EP (µm) mostraram variações estatisticamente significativas entre os clones, mas foram não significativas para a fonte de variação posição. As demais variáveis, DL e FV, não diferiram estatisticamente para ambas as fontes de variação.

A Tabela 1 apresenta as médias das variáveis avaliadas na presente pesquisa para os clones e as posições transversais.

Tabela 1: Médias de variáveis de comprimento das fibras (CF), largura das fibras (LF), diâmetro do lúmen (DL), espessura da parede (EP) e diâmetro de vasos (DV).

Variáveis	CF (mm)	LF (µm)	DL (µm)	EP (µm)	DV (µm)	FV (nº.mm-2)
Clone						
1	1,00 b	19,75 a	10,15 a	4,80 a	113,56 b	11,11 a
2	1,08 a	17,48 b	9,69 a	3,89 b	134,10 a	11,44 a
Posição Transversal						
0%	0,98 b	18,64 a	10,01 a	4,31 a	112,50 b	12,17 a
50%	1,01 b	18,56 a	9,72 a	4,42 a	125,35 ab	11 a
100%	1,12 a	18,65 a	10,04 a	4,31 a	133,64 a	10,67 a

Fonte: Elaborado pelos autores (2023). Médias seguidas de letras iguais na mesma coluna, dentro do mesmo fator (clone e posição transversal) não diferenciam estatisticamente entre si.

O Clone 2 obteve maiores valores para o comprimento das fibras e diâmetro dos vasos. O Clone 2 apresentou resultados mais elevados na largura da fibra e espessura da parede. Em relação ao diâmetro do lúmen e a frequência dos vasos, os dois clones não diferiram estatisticamente. Para as variáveis comprimento de fibra e diâmetro dos vasos, observou-se que as suas dimensões foram maiores na posição de 100% em relação ao comprimento do raio, ou seja, na porção mais próxima à casca da árvore. Adicionalmente, foi observado que a frequência dos vasos foi maior na posição de 0%, ou seja, há mais número de vasos por mm² na região próxima a medula.

A estrutura anatômica da madeira apresenta diferenças entre os gêneros e espécies de árvores, entre árvores pertencentes a mesma espécie e entre diferentes posições ao longo do tronco tanto no sentido longitudinal quanto no sentido transversal (Evangelista et al., 2010). Essas diferenças foram observadas para a maioria das variáveis estudadas na presente pesquisa.

No estudo realizado por Sette Jr et al. (2012), com árvores de *Eucalyptus grandis* em

idades de 2, 3 e 6 anos, nas condições edafoclimáticas de Itatinga-SP, foi constatado diferenças significativas nas dimensões das fibras e vasos nas 3 idades estudadas. As médias para as variáveis analisadas de comprimento e largura da fibra, diâmetro do lúmen e espessura da parede foram maiores nas árvores com 6 anos, apresentando os valores de 0,91 mm, 16,64 µm, 9,65 µm e 3,49 µm, respectivamente. Porém, no presente estudo foram encontrados valores maiores para as variáveis nos dois clones estudados com a idade de 4 anos (Tabela 1).

Apesar dessas observações, os resultados encontrados nesse estudo estão alinhados com as faixas estabelecidas para espécies de *Eucalyptus* de acordo com a literatura, com variações de 750 a 1.400 µm de comprimento; 12 a 20 µm de largura de fibra, 2,5 a 6 µm de espessura da parede; e 2 a 12 µm de diâmetro do lúmen (Silva et al., 2007).

Lima et al. (2019), ao estudarem as dimensões das fibras no clone GG 100 (*E. urograndis*) com a idade de 7 anos, nas condições de clima e solo de Nerópolis-GO, encontraram médias menores em relação as mesmas variáveis do presente estudo (0,90 mm CF; 16,24 µm LF; 7,51 µm DL; e 4,44 µm EP), com exceção da espessura da parede (EP) do Clone 2 neste trabalho, que apresentou resultado inferior, com 3,89 µm (Tabela 1).

Os autores Costa et al. (2017), ao pesquisarem sobre as propriedades do cerne e alburno de dois clones de *E. camaldulensis* aos 7,5 anos de idade, encontraram resultados similares ao deste trabalho para as variáveis de LF (18,81 µm para Clone 1, 17,33 µm para Clone 2), EP (4,93 µm para Clone 1, 4,75 µm para Clone 2) e DL (8,94 µm para Clone 1, 7,83 µm para Clone 2). Apesar dos valores similares, os clones analisados no presente estudo apresentaram medidas maiores para as mesmas características com uma menor idade (4 anos).

Foram observadas mudanças de aumento crescente no sentido medula-casca para a variável comprimento das fibras, com 0,98 µm, 1,01 µm e 1,12 µm (0, 50 e 100%, respectivamente). Dessa forma, fibras de maiores dimensões foram encontradas na posição transversal de 100%, mais próximo à casca, corroborando com os estudos de Tomazello Filho (1985), que ao analisar o comprimento, largura, diâmetro do lúmen e espessura da parede das fibras observou aumento das dimensões no sentido medula-casca para as espécies do gênero *Eucalyptus*. Contudo, o mesmo só é válido para a variável CF, uma vez que as demais variáveis não apresentaram diferenças significativas na direção radial do tronco. Resultados semelhantes foram encontrados no trabalho de Lima et al. (2019).

Concomitantemente, Tomazello Filho (1985) e Lima et al. (2019) verificaram que há aumento no diâmetro dos vasos no sentido transversal, o mesmo foi constatado no presente

trabalho (112,50 µm (0%), 125,35 µm (50%) e 133,64 µm (100%)). Em árvores do gênero *Eucalyptus* é observado um aumento no diâmetro dos vasos no sentido radial, com vasos maiores encontrados na região mais próxima à casca (Tomazello Filho, 1985).

Em valores absolutos, a variação de diâmetro do vaso (DV) entre os dois clones é de apenas 20,54 µm. Porém, estatisticamente, os dois clones apresentaram diferenças significativas e, essa diferença na indústria, mostra-se relevante em larga escala de produção, uma vez que, quanto maior as dimensões dos vasos, maior é a permeabilidade da madeira, sendo mais adequada para a penetração e retenção de agentes preservantes (BURGER; RITCHER, 1991). Dessa forma, neste estudo, o Clone 2 é o mais recomendado para a aplicação de agentes preservantes em relação ao Clone 1.

CONCLUSÕES

Foi possível concluir que os clones diferiram estatisticamente entre si para as variáveis de comprimento da fibra (CF), largura da fibra (LF), espessura da parede (EP) e diâmetro do vaso (DV). O Clone 1 apresentou maiores médias para LF e EP e o Clone 2 obteve maiores dimensões de CF e DV. Entre as posições radiais houve diferença apenas no CF e DV, sendo encontradas fibras e vasos maiores na região mais próxima à casca. Por apresentar maiores dimensões de vasos, o Clone 2 é o mais indicado para a aplicação de agentes preservantes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Burger, L. M.; Richter, H. G. Anatomia da madeira. São Paulo: Nobel, 1991.
Botosso, P. C. Identificação macroscópica da madeira: guia prática e noções básicas para o seu reconhecimento. Colombo: Embrapa Florestas (Série Documentos), 2011.
Castro, V. G. de; Guimarães, P. P. (Org.). Deterioração e preservação da madeira. Mossoró: EdUFERSA, 2018.
Climate-Data.Org. Clima: Açailândia, 2022. Disponível em: https://pt.climate-data.org/america-do-sul/brasil/maranhao/acailandia-29550/#google_vignette. Acesso em: 30 Ago. 2023.
Costa, A. C. S. et al. Propriedades da madeira de cerne e alburno de *Eucalyptus camaldulensis*. Ciência da Madeira (Brazilian Journal od Wood Science), 2017.
Evangelista, W. V.; Silva, J. C.; Valle, M. L. A.; Xavier, B. A. Caracterização anatômica quantitativa da madeira de clones de Eucalyptus camaldulensis Dehnh. e Eucalyptus urophylla S.T. Blake. Scientia Florestalis, Piracicaba, v.38, n.86, p.273-284, 2010.
Franklin, G. L. Preparation of thin sections of synthetic resins and wood-resin composites, and a new macerating method for wood. Nature, London, v. 155, n. 3924, p. 51, 1945.
Cruz, C. D. GENES: A software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. Acta Scientiarum. v.35, n.3, p.271-276, 2013.

Iawa. IAWA list of microscopic features for hardwood identification. IAWA Bulletin, v. 10, n. 3, p. 219-332, 1989.
Lima, P. A. F. *et al*. Qualidade da madeira de eucalipto para aplicação como mourão tratado. Revista de Ciências Agrárias, Lisboa, v. 42, n. 2, p. 509-519, 2019.
Lima, P. A. F.; Siqueira, B. L.; Setee Júnior, C. R. Qualidade da madeira de eucalipto antes e após o tratamento para uso como mourões de cerca. *In*: VANGELISTA, W. V. Madeiras nativas e plantadas do Brasil: qualidade, pesquisas e atualidades. Guarujá: Científica Digital, p. 319-339, 2021.
Sette Júnior, C. R.; Rosada, I.; Tomazello Filho, M.; Yamaji, F. M.; Laclau, J. P. Efeito da idade e posição de amostragem na densidade e características anatômicas da madeira de Eucalyptus grandis. Revista Árvore, Viçosa, v.36, n.6, p.1183-1190, 2012.
Silva, J. C.et al. Influência da idade e da posição radial nas dimensões das fibras e dos vasos da madeira de *Eucalyptusgrandis* Hill ex. Maiden. Revista Árvore, v.31, n.6, p.1081-1090, 2007.
Tomazello Filho, M. Variação radial da densidade básica e da estrutura anatômica da madeira do *Eucalyptussaligna* e *E. grandis*. Revista IPEF, n.29, p.37-45, 1985.