

## **Caracterização anatômica de *Eucalyptus* e *Corymbia* em diferentes idades**

Pedro Fernandes Pacheco<sup>1</sup>; Sherellyn Daphnee Alves Moretti<sup>1</sup>; Amanda Ladeira Carvalho<sup>1</sup>; Leila Aparecida Lopes<sup>1</sup>; Ana Marcia Macedo Ladeira Carvalho<sup>1</sup>; Angélica de Cássia Oliveira Carneiro<sup>1</sup>;

<sup>1</sup> Laboratório de Painéis e Energia da Madeira (LAPEM), Departamento de Engenharia Florestal (DEF), Universidade Federal de Viçosa (UFV), Viçosa/MG, Brasil – [lapem@ufv.br](mailto:lapem@ufv.br)

**Resumo:** O objetivo deste trabalho foi realizar a caracterização anatômica de clones de *Eucalyptus* e *Corymbia* em diferentes idades de corte, relacionando com as regiões do cerne e alburno, assim como as fibras e os poros. Utilizou-se 45 árvores, sendo três árvores para cada idade, 5, 6 e 7 anos. De cada árvore retiramos uma secção na altura do DAP (diâmetro à altura do peito) do tronco. O que se observou com a realização deste trabalho é um aumento na relação cerne/alburno com o avanço da idade de corte, assim como um destaque para os valores de comprimento e espessura da parede das fibras e uma diminuição da frequência de poros com o aumento da idade para os genótipos de *Corymbia*

**Palavras-chave:** Morfologia, Fibras, Relação cerne/alburno.

## **Anatomical characterization of *Eucalyptus* and *Corymbia* at different ages**

**Abstract:** The aim of this study was to conduct anatomical characterization of *Eucalyptus* and *Corymbia* clones at different cutting ages, relating them to heartwood and sapwood regions, as well as fibers and pores. Forty-five trees were used, with three trees for each age group: 5, 6, and 7 years. From each tree, one section was taken at DBH (diameter at breast height) of the trunk. What was observed in this study is an increase in the sapwood-heartwood proportion with the advancement of cutting age, as well as significant values for fiber length and thickness of the fiber wall, and a decrease in pore frequency with increasing age for *Corymbia* genotypes.

**Keywords:** Morphology, Fibers, Sapwood-heartwood proportion.

### **1. INTRODUÇÃO**

Segundo dados do IBÁ (2023), a área de árvores plantadas no Brasil no ano de 2022 totaliza 9,94 milhões de hectares, sendo 75% deste valor representado pelo cultivo de eucalipto, devido a sua grande capacidade de adaptação, rápido desenvolvimento e versatilidade. Além das já conhecidas funções produtivas de uma floresta, os plantios florestais também contribuem para importantes papéis sociais, econômicos e ambientais.

Materiais genéticos como o de *Eucalyptus* já vem sendo empregado no setor a décadas, mas novos matérias genéticos como é o caso do gênero *Corymbia*, que apresenta híbridos interessantes para o setor florestal, com bom crescimento e

tolerância, vem ganhando força no mercado. Este gênero ainda relativamente novo, não apresenta muitas pesquisas quanto as caracterizações anatômicas.

Estudos qualitativos de fibras, frequentemente consideram comprimento, largura, diâmetro do lúmen e espessura da parede. O estudo e avaliação das características anatômicas da madeira são de extrema importância, pois, além de desempenharem um papel fundamental em processos fisiológicos e estruturais, também influenciam nas propriedades tecnológicas da madeira, sendo um indicador importante na otimização de processos que levam em consideração a qualidade da madeira (Trevisan *et al.*, 2017; Talgatti *et al.*, 2020).

Analisar e caracterizar anatomicamente, como as fibras e os poros, nos ajuda a compreender muito sobre uma árvore e seus potenciais. Por isso que diante do cenário apresentado, o objetivo do trabalho foi realizar uma caracterização das fibras de clones de *Eucalyptus* e *Corymbia* em três diferentes idades de corte, relacionando-os com as porções do alburno e cerne.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1 Seleção do material**

Neste trabalho foram utilizados cinco genótipos, quatro pertencentes ao gênero *Eucalyptus* além de um híbrido de *Corymbia citridora* x *C. torelliana*, estes nas idades de corte de 5, 6 e 7 anos. Foram utilizadas 45 árvores, sendo três árvores por idade, oriundas da região de Itamarandiba, Minas Gerais (Latitude 17° 44' 45" S; longitude 42° 45' 11" W e altitude 1.000m) e pertencentes a empresa Aperam.

De cada árvore selecionada foi retirado um disco na altura do DAP (diâmetro à altura do peito) do tronco. Tais matérias foram enviados para análises anatômicas.

### **2.2 Propriedades anatômicas da Madeira**

#### **2.2.1 Relação cerne / alburno (C/A)**

A identificação de cada segmento na área de transição entre o cerne e alburno foi realizada com o auxílio de uma lupa dez vezes, enquanto observava-se mudanças na coloração e a presença de poros bloqueados por substâncias resinosas no cerne. De uma extremidade à outra de cada seção, duas linhas foram desenhadas formando

um ângulo de 90°, intersectando o centro da medula. Foram realizadas medidas do diâmetro total e do diâmetro do cerne usando uma régua com precisão de 0,1 cm, conforme descrito no método de Evangelista (2007). A relação entre o diâmetro do núcleo e o diâmetro total foi calculada utilizando a seguinte fórmula:

**Equação 1:** Cálculo da relação C/A

$$C/A = \frac{Dc^2}{D^2 - Dc^2}$$

Dc: Diâmetro do cerne (cm); e D: Diâmetro do disco sem casca (cm).

Para cada tipo genético, a média da relação C/A foi calculada utilizando a média ponderada dessa relação, com base nos segmentos coletados em diferentes partes do tronco da árvore. Como fator de ponderação também foi utilizado o volume das toras entre duas secções consecutivas.

### **2.2.1 Análise morfológica de fibras e poros**

Pequenos fragmentos no sentido radial foram retirados das regiões do cerne e alburno em cada uma das alturas de corte. Para individualizar as fibras, seguindo o método de Dadswell (1972), as amostras foram submetidas a uma solução de peróxido de hidrogênio e ácido acético glacial. Lâminas temporárias foram montadas e mensurado o comprimento (mm), largura (µm) e o diâmetro (µm) de 30 fibras por árvore, conforme IAWA (1989), utilizando o software AxioVision 4.3.

A espessura da parede foi determinada pela diferença entre largura e diâmetro do lúmen dividido por dois. A fração parede (FP) foi estimada conforme Foelkel *et al.* (1975), conforme equação 2:

**Equação 2:** Cálculo da fração parede

$$FP = \frac{2 * Ep}{Lf} * 100$$

FP: Fração parede (%); Ep: Espessura de parede (µm); e Lf: Largura da fibra (µm).

Para diâmetro e frequência de poros, amostras da região periférica do cerne na altura de DAP foram utilizadas. O método de microtomia foi utilizado para obter o corte anatômico, retirando material com 16 µm de espessura, nos planos transversal, longitudinal, tangencial e longitudinal radial para cada amostra. O material foi desidratado em uma série alcoólica, coloridos em solução de Safranina e fixados com Entellan. Mediu-se 30 poros e a frequência foi mensurada em 5 micrografias utilizando o software AxioVision 4.3.

## 2.3 Análise estatística

O delineamento foi um fatorial 5x3, sendo o primeiro fator formado pelos 5 genótipos, e o segundo fator com as 3 idades, sendo o experimento composto por três repetições, totalizando 45 árvores.

Para testar a normalidade e homogeneidade de variância, submetidos ao teste Shapiro-Wilk e Levene. Para verificar a interação entre os fatores, submetidos a análise de variância (ANOVA), e estabelecido significância os fatores foram desdobrados em diferentes níveis, e caso contrário analisados separadamente.

O teste de Tukey em nível de 5% de significância foi utilizado para testes de média. Todos as análises foram feitas no software livre R (R CORE TEAM, 2023).

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve interação significativa entre idade e clone para todos os parâmetros anatômicos da madeira, conforme tabelas 1 e 2.

**Tabela 1:** Valores médios dos parâmetros anatômicos da fibra da madeira dos clones em função da idade de corte das árvores

Clones	Idade (anos)		
	5	6	7
<b>COMPRIMENTO DA FIBRA (mm)</b>			
<i>C. citriodora</i> x <i>C. torelliana</i>	0,99 aA	0,99 abA	0,99 abA
<i>E. urophylla</i>	0,99 aA	1,02 aA	0,97 bA
<i>E. grandis</i> x <i>E. urophylla</i>	0,90 bB	0,95 bB	1,05 aA
<i>E. urophylla</i> x <i>E. camaldulensis</i> x <i>E. grandis</i>	0,97 aB	1,03 aA	1,01 abAB
<i>E. urophylla</i> x <i>E. pellita</i>	1,01 aA	1 abA	0,98 bA
<b>LARGURA DA FIBRA (µm)</b>			
<i>C. citriodora</i> x <i>C. torelliana</i>	17,33 dB	18,46 bA	18,32 bA
<i>E. urophylla</i>	21,21 abA	19,42 abAB	18,96 abB
<i>E. grandis</i> x <i>E. urophylla</i>	20,81 aA	18,93 abB	19,07 abB
<i>E. urophylla</i> x <i>E. camaldulensis</i> x <i>E. grandis</i>	18,58 cB	19,83 aA	19,45 aA
<i>E. urophylla</i> x <i>E. pellita</i>	19,54 bcA	19,18 abA	18,91 abA
<b>DIÂMETRO DO LÚMEN (µm)</b>			
<i>C. citriodora</i> x <i>C. torelliana</i>	8,05 cB	8,75 bAB	9,05 aA
<i>E. urophylla</i>	11,11 aA	9,74 aB	9,84 aB
<i>E. grandis</i> x <i>E. urophylla</i>	11,26 aA	9,86 aB	9,01 aC
<i>E. urophylla</i> x <i>E. camaldulensis</i> x <i>E. grandis</i>	8,94 cA	9,68 abA	9,49 aA
<i>E. urophylla</i> x <i>E. pellita</i>	10,05 bA	9,48 abA	9,51 aA
<b>ESPESSURA DA PAREDE (µm)</b>			
<i>C. citriodora</i> x <i>C. torelliana</i>	4,64 abA	4,72 bcA	4,64 cdA
<i>E. urophylla</i>	4,42 bB	4,85 abA	4,4 dB
<i>E. grandis</i> x <i>E. urophylla</i>	4,78 aB	4,54 cC	5,01 aA
<i>E. urophylla</i> x <i>E. camaldulensis</i> x <i>E. grandis</i>	4,82 aA	5,03 aA	4,94 abA
<i>E. urophylla</i> x <i>E. pellita</i>	4,75 aA	4,86 abA	4,7 bcA

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si, a 5% de significância, pelo teste de Tukey; Letras minúsculas representam diferença significativa entre clones; Letras maiúsculas representam diferença significativa entre idades.

**Tabela 2:** Valores médios dos parâmetros anatômicos dos vasos da madeira dos clones em função da idade de corte das árvores

Clones	Idade (anos)		
	5	6	7
FREQUÊNCIA (nº poros mm <sup>-2</sup> )			
<i>C. citriodora</i> x <i>C. torelliana</i>	11,24 aA	9,97 aAB	9,16 bB
<i>E. urophylla</i>	10,3 aA	10,65 aA	9,8 bA
<i>E. grandis</i> x <i>E. urophylla</i>	11,48 aA	10,61 aAB	9,88 bB
<i>E. urophylla</i> x <i>E. camaldulensis</i> x <i>E. grandis</i>	10,78 aA	11,43 aA	11,67 aA
<i>E. urophylla</i> x <i>E. pellita</i>	10,39 aA	10,56 aA	10,23 abA
Clones	DIÂMETRO DOS VASOS (µm)		
<i>C. citriodora</i> x <i>C. torelliana</i>	109,85 cB	114,33 aB	121,99 aA
<i>E. urophylla</i>	117,88 bA	119,24 aA	118,27 aA
<i>E. grandis</i> x <i>E. urophylla</i>	113,25 bcA	113,78 aA	116,53 aA
<i>E. urophylla</i> x <i>E. camaldulensis</i> x <i>E. grandis</i>	125,82 aA	114,12 aB	116,26 aB
<i>E. urophylla</i> x <i>E. pellita</i>	116,88 bA	114,97 aA	120,02 aA

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si, a 5% de significância, pelo teste de Tukey; Letras minúsculas representam diferença significativa entre clones; Letras maiúsculas representam diferença significativa entre idades.

O comprimento das fibras não apresentou padrão com o aumento da idade de corte, não havendo diferença significativa para a idade em *Corymbia* e *Eucalyptus*. Para Marini *et al.* (2022) as fibras do tipo curta possuem comprimento entre 0,5 e 2 mm, e no presente trabalho, o mesmo variou entre 0,90mm e 1,03mm.

A largura das fibras apresentou tendência ao aumento aos seis anos para *Corymbia citriodora* x *C. torelliana* e *Eucalyptus urophylla* x *E. camaldulensis* x *E. grandis*, podendo ser ocasionado pelas condições de plantio permitindo o desenvolvimento (Benites *et al.*, 2018). Para os demais genótipos, a largura das fibras reduziu conforme aumento da idade.

Quanto ao diâmetro do lúmen observou-se uma diminuição com o aumento da idade de corte, sendo o híbrido de *Corymbia* um dos menores valores nas idades em questão. Conforme Braz *et al.* (2014), a relação entre o diâmetro do lúmen, a largura das fibras e a espessura da parede é tal que quanto maior esses valores, haverá mais espaços vazios na madeira.

Quanto a espessura da parede, o *Corymbia* obteve o segundo menor valor nas três idades, sendo o maior valor encontrado pra o híbrido *E. urophylla* x *E. camaldulensis* x *E. grandis*.

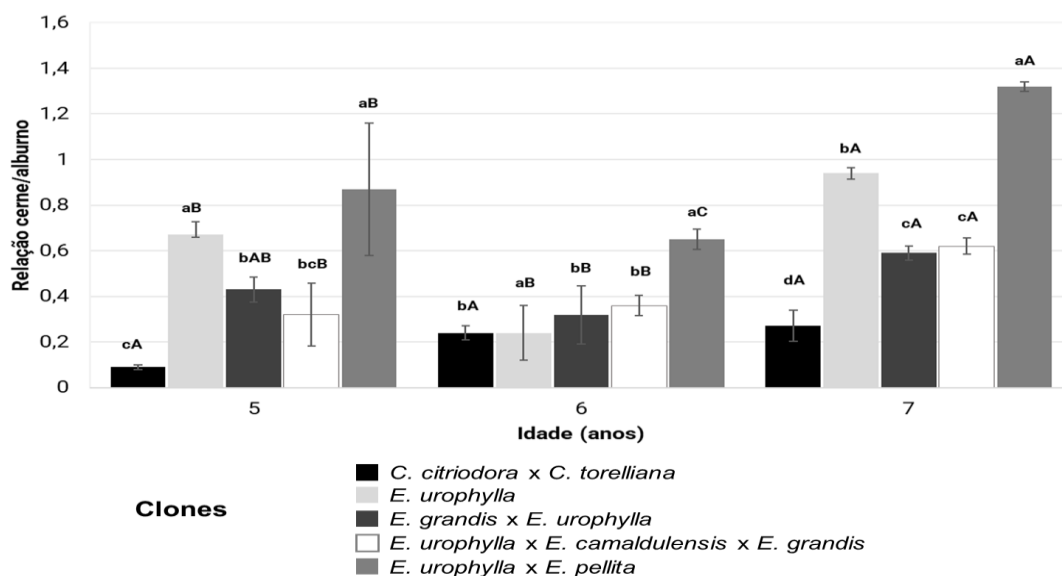


Para a frequência de poros houve diferença significativa para idade entre os clones *Corymbia citriodora* x *C. torelliana* e *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla*, não obtendo diferença significativa entre os clones aos cinco e seis anos. Uma redução com o aumento da idade foi constatada para *Corymbia citriodora* x *C. torelliana*, *Eucalyptus urophylla* e *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla*, possivelmente influenciada pela formação do lenho tardio.

Houve uma diferença significativa no diâmetro dos vasos entre as idades, especificamente nos clones *Corymbia citriodora* x *C. torelliana* e *Eucalyptus urophylla* x *E. camaldulensis* x *E. grandis*. Notavelmente, na idade de sete anos, o clone *Corymbia* demonstrou o maior valor nesse aspecto.

Na Figura 1 estão os valores médios da relação C/A da madeira em relação aos diferentes tratamentos. A análise de variância indicou que houve um efeito significativo da interação entre a idade das árvores e os diferentes clones.

**Figura 1:** Relação cerne/alburno de diferentes clones de *Eucalyptus* e *Corymbia* em função da idade de corte das árvores



Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si, a 5% de significância, pelo teste de Tukey; Letras minúsculas representam diferença significativa entre clones; Letras maiúsculas representam diferença significativa entre idades.

Para o clone de *Corymbia*, não foi observada uma diferença significativa entre as idades em relação C/A. Os valores mais altos foram registrados para *Eucalyptus urophylla* e *Eucalyptus urophylla* x *E. pellita*, enquanto os valores mais baixos foram para *Corymbia citriodora* x *C. torelliana* em todas as três idades.

A proporção de cerne para alburno aumentou à medida que as árvores envelheceram. Esse fenômeno é resultado do processo de cernificação, no qual o cerne se forma quando o tecido de condução deixa de ser ativo, tornando-se uma região inativa. Durante seu desenvolvimento, o cerne perde nutrientes de reserva e é infiltrado por várias substâncias que modificam suas características de odor e cor. Nesse processo, as tiloses são formadas, obstruindo os vasos e impedindo a passagem de água, tornando o mesmo uma região impermeável, conforme trabalho apresentado por Rezende *et al.* (2020).

#### 4. CONCLUSÃO

Pode concluir-se com a realização deste trabalho que:

- A idade de corte influencia diretamente a relação cerne/alburno, apresentando um aumento com o avanço da idade;
- O clone de *Corymbia* entre os maiores valores de comprimento e espessura da parede da fibra, e menores valores de largura e diâmetro do lúmen das fibras.
- Observou-se uma diminuição na frequência de poros à medida que as árvores envelheciam nos clones *Corymbia citriodora* x *C. torelliana*, *Eucalyptus urophylla* e *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla*.
- Com exceção ao genótipo *Eucalyptus urophylla* e *E. urophylla* x *E. camaldulensis* x *E. grandis*, os maiores valores de diâmetro dos vasos são encontrados na idade de corte de 7 anos.

#### 5. AGRADECIMENTOS

Departamento de Engenharia Florestal (DEF) da UFV, ao Laboratório de Painéis e Energia da Madeira (LAPEM), Laboratório de Celulose e Papel (LCP), Laboratório de Propriedades da Madeira (LPM), Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), a empresa Aperam, Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), Fundação Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), Sociedade de Investigações Florestais (SIF), Fundação Arthur Bernardes (FUNARBE) e a Empresa Brasileira de Pesquisa e Inovação Industrial (EMBRAPPII).

## 6. REFERÊNCIAS

- BENITES, P. K. R. M.; LOPES, A. S.; GOUVÊA, A. D. F. G. *et al.* Caracterização tecnológica da madeira de híbridos de eucalipto irrigados e fertirrigados. **Ciência Florestal**, v. 28, n. 4, p. 1716–1728, 2018.
- BRAZ, R. L.; OLIVEIRA, J. T. S.; ROSADO, A. M. *et al.* Caracterização Anatômica, Física e Química da Madeira de Clones de *Eucalyptus* Cultivados em Áreas Sujeitas à Ação de Ventos. **Revista Ciência da Madeira**, v. 5, n. 2, p. 127–137, 2014.
- DADSWELL, H. E. **The Anatomy of Eucalypt Woods**. Melbourne, p. 1–28, 1972.
- EVANGELISTA, W. V. **Caracterização da madeira de clones de *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh. e *Eucalyptus urophylla* S.T. Blake, oriunda de consórcio agrossilvipastoril**. 2007. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa - MG, 2007.
- FOELKEL, C.E.B., BARRICHELO, L.E.G., MILANEZ, A.F. Estudo comparativo das madeiras de *E. saligna*, *E. paniculata*, *E. citriodora*, *E. maculatae* *E. tereticornis* para produção de celulose sulfato. **IPEF**, Piracicaba, n.10, p.17-37, 1975.
- INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES. **Relatório IBÁ 2023**. São Paulo 2023. p. 45-48.
- INTERNATIONAL ASSOCIATION OF WOOD ANATOMY – IAWA. List of microscopic features for hardwood identification, with an appendix on non-anatomical information. **IAWA Bulletin**, Leiden, v.10, n.3, p. 219-332. 1989.
- MARINI, L. J.; CAVALHEIRO, R. S.; ARAUJO, V. A. De. *et al.* Estimativa da resistência à tração nas madeiras de dez espécies de eucalipto em função de parâmetros anatômicos e da densidade aparente. **Matéria** (Rio de Janeiro), v. 27, n. 4, 2022.
- RESENDE, R. T.; CARNEIRO, A. D. C. O.; FERREIRA, R. A. D. *et al.* Air-drying of eucalypts logs: Genetic variations along time and stem profile. **Industrial Crops and Products**, v. 124, p. 316–324, 2018
- TALGATTI, M.; SILVEIRA, A. G.; BALDIN, T. *et al.* Caracterização anatômica de clones comerciais de *Eucalyptus* para a produção de papel. **BIOFIX Scientific Journal**, v.5, n.1, p. 65-70, 2020
- TREVISAN, R.; ROSA, M.; HASELEIN, C. 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.