



ÂNGULO MICROFIBRILAR EM ÁRVORES DE *Eucalyptus pilularis* E *Corymbia maculata*

Milene T. SOUZA¹; Selma L. GOULART¹; Bruno C. SOARES; José Tarcísio LIMA¹;
Lidiane C. LIMA¹

1-Departamento de Ciência e Tecnologia da Madeira, Universidade Federal de Lavras

RESUMO

As microfibrilas de celulose constituem os principais elementos estruturais da parede celular, que é composta por camadas que apresentam diferentes orientações das microfibrilas, e o ângulo formado entre a microfibrila de celulose e o eixo longitudinal da fibra é chamado de ângulo microfibrilar. Neste contexto este trabalho teve como objetivo estudar a variação do ângulo microfibrilar médio da parede celular, no sentido radial da madeira de *Eucalyptus pilularis* e *Corymbia maculata*, através da microscopia de luz polarizada. Os maiores ângulos microfibrilares foram encontrados na região próxima da medula de ambas as espécies e, estes decresceram tendendo a menor variação, à medida que a amostragem se aproximou da casca. O coeficiente de variação (CV%) indicou que há maior variação do ângulo microfibrilar no sentido medula-casca na madeira de *C. maculata* do que na madeira de *E. pilularis*.

Palavras-chave: madeira, microfibrila, fibra, microscopia de luz polarizada.

MICROFIBRIL ANGLE IN TREES OF *Eucalyptus pilularis* AND *Corymbia maculata*

ABSTRACT

The cellulose microfibrils are the main structural elements of the cell wall, which is composed of layers having different orientations of the microfibrils and the angle formed between cellulose microfibril and the longitudinal axis of the fiber is called microfibril angle. Therefore, this work aimed to study the variation of microfibril angle average of the cell wall in the radial direction of *Eucalyptus pilularis* and *Corymbia maculata* by polarized light microscopy. The largest microfibril angles found in the region near the pith of both species and decreased tending to lower variation of it, as the sample approached the bark. The coefficient of variation (CV%) indicated that there is greater variation of the microfibril angle in the pith-bark direction in wood *C. maculata* that the wood *E. pilularis*.

Keywords: wood, microfibril, fiber, polarized light microscopy.

1. INTRODUÇÃO

Nas paredes primária e secundária das células das plantas encontram-se unidades fundamentais, as microfibrilas celulósicas, embebidas em uma matriz de polissacarídeos, como pectina, hemiceluloses e lignina (HARRIS, 2006). A parede celular está organizada em parede primaria, parede secundaria e lamela média. Na parede primária a orientação das



microfibrilas é geralmente dispersa. Na parede secundária, nas camadas S1 e S3 as microfibrilas estão orientadas transversalmente, e na S2, camada mais espessa, as microfibrilas encontram-se orientadas axialmente (WARDROP & PRESTON, 1947), podendo apresentar camadas alternadas com diferentes orientações das microfibrilas, o que é conhecido como arranjo helicoidal (REIS & VIAN, 2004).

A inclinação entre a microfibrila de celulose e o eixo longitudinal das fibras, principalmente na camada S2 é importante na definição de várias propriedades da madeira como, sua instabilidade dimensional, rigidez e resistência mecânica (ZOBEL; VAN BUIJTENEN, 1989). De acordo com Wimmer et al. (2002), a orientação da microfibrila da camada S2 também influencia as propriedades mecânicas de fibras individuais. Fibras que apresentam maior ângulo microfibrilar (AMF), exibem um aumento da extensibilidade, que é a resistência que um material apresenta ao ser estirado sem se romper (PAGE et al., 1972).

Em estudos realizados com folhosas, verifica-se que a orientação das microfibrilas varia de 5° a 20° (BOYD, 1985). A variação do AMF também pode ocorrer dentro da árvore, no sentido medula-casca e da base até o topo, ou entre árvores. Donaldson (2008) comenta que entre árvores, mesmo vizinhas, observa-se variação significativa no AMF, sendo as diferenças mais aparentes em madeira juvenil. Ângulos maiores de microfibrilas em madeira jovem conferem baixa dureza ao lenho e oferece à árvore jovem a flexibilidade que ela precisa para resistir a ventos sem se quebrar.

O ângulo ainda pode ser afetado pelo tamanho da célula, como por exemplo, células curtas e largas tendem a apresentar ângulos microfibrilares maiores (TSOUMIS, 1992). Além disso, podem variar dentro de cada anel de crescimento. Cave e Walker (1994) afirmaram que os ângulos microfibrilares decrescem desde a primeira célula de madeira jovem até a última célula de madeira adulta.

Diante do exposto, o presente trabalho teve como objetivo estudar a variação do ângulo microfibrilar médio da parede celular, no sentido radial da madeira adulta de duas árvores de *Eucalyptus pilularis* e duas árvores de *Corymbia maculata*.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Coleta e preparo do material

Para realização deste trabalho foram coletadas duas árvores de 37 anos de *Eucalyptus pilularis* e duas de *Corymbia maculata* na fazenda experimental da Universidade Federal de Lavras, MG. Foi retirado um disco de cinco cm de espessura amostrada a três metros de altura do tronco (Figura 1). Os discos foram levados a plaina desempenadeira e depois lixados com lixas de gramatura de 40, 60, 80, 100, 150, 180. Após demarcação dos 37 anéis de crescimento, foram retirados os corpos-de-prova de aproximadamente 1,5 cm, da medula até a casca (Figura 1).

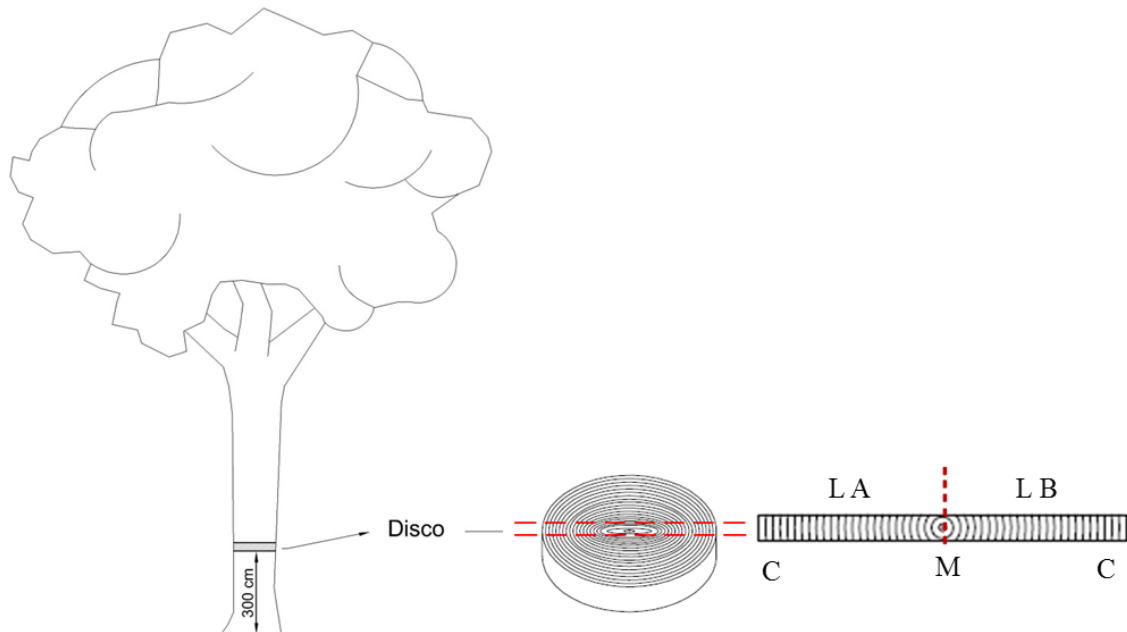
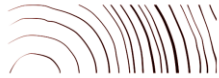


Figura 1. Esquema de retirada dos discos da árvore e retirada dos corpos-de-prova do disco. C = Casca. M = Medula. LA = Lado A. LO = Lado B (LIMA et al., 2014).

2.2 Análises de microscopia de luz polarizada

Depois de retirados os corpos de prova, os mesmos foram saturados em água e posteriormente cortes longitudinais tangenciais a quatro μm de espessura foram obtidos com o auxílio de um micrótomo de deslize e navalha tipo C. As secções foram colocadas em frascos de vidro com uma solução de ácido acético glacial e peróxido de hidrogênio, na proporção de 1:1 (FRANKLIN, 1945, modificado por BERLYN; MIKSCHE, 1976). Os frascos foram tampados e deixados em estufa a 60°C durante 12 horas, para que ocorresse a dissolução da lamela média e a desagregação dos elementos anatômicos, formando um macerado que foi então lavado e armazenado em água destilada. Para a medição do AMF, lâminas temporárias foram preparadas em solução de água destilada e glicerina a 1 %.

O AMF foi determinado através da técnica de microscopia de luz polarizada (Figura 2), em microscópio Olympus BX 51, associado a um sistema de análise de imagem (Image Pro Plus) dotado de uma mesa giratória, com escala de 0° a 360° o que possibilitou a medição de 20 fibras em cada amostra. Técnica adotada de Lima et al. (2004). Para análise dos dados foi realizada estatística descritiva.

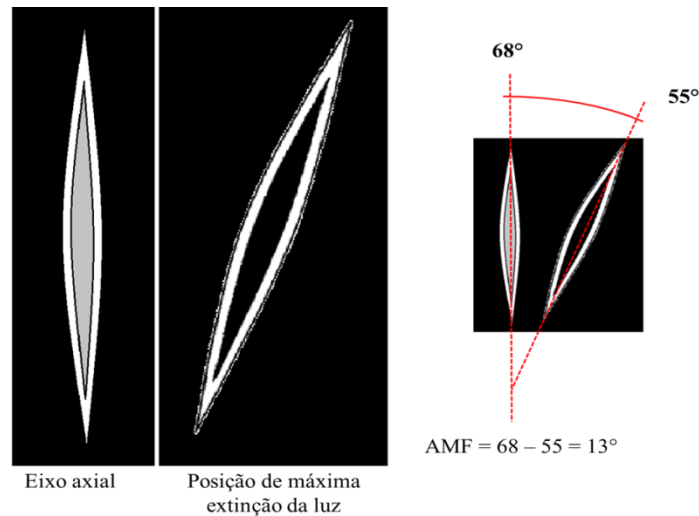


Figura 2. Esquema de determinação do AMF através da técnica de microscopia de luz polarizada, (LIMA, 2015).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir da análise dos dados para ambas as espécies estudadas, pôde-se observar que, na região próxima da medula, os valores dos ângulos foram maiores, decrescendo tendendo a valores constantes à medida que foram se distanciando da medula e se aproximando da casca (FIGURAS 3 e 4). Esse resultado condiz com o encontrado por Sarén et al. (2004), que observaram que os maiores ângulos são encontrados nos primeiros cinco anéis próximo a medula, corroborando com Donaldson (2008), que afirmou a redução do AMF no sentido medula-casca.

Os resultados mostram que os ângulos microfibrilares podem ter relação com a idade da árvore, de modo que sua variação radial pode ser um indicador da presença da fase adulta, uma vez que a variação radial das características anatômicas tende a ser menor no lenho adulto. Segundo Barnett & Bonham (2004), a variação do AMF pode ser observada nos lenhos juvenil e adulto, onde os maiores ângulos são encontrados no lenho juvenil, o que proporciona às árvores jovens maior elasticidade, que é necessária para tolerar flexão mediada pelo vento.



Eucalyptus pilularis

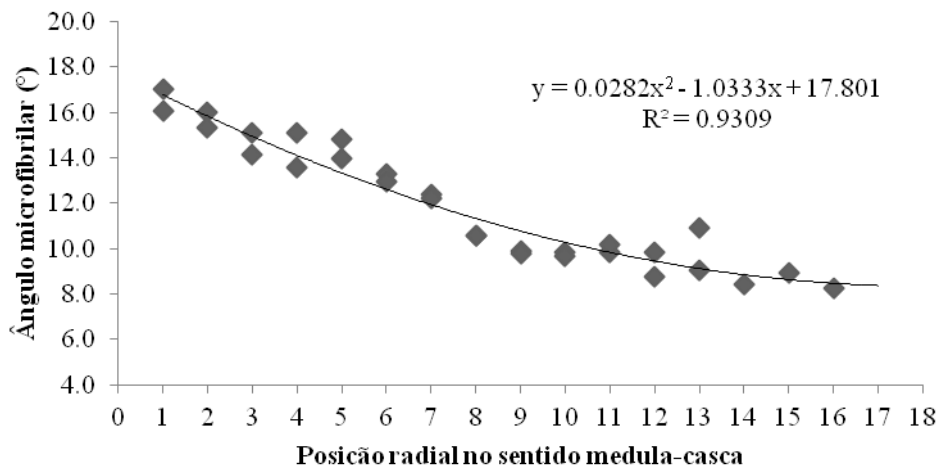


Figura 3. Variação radial do ângulo microfibrilar na madeira de *Eucalyptus pilularis*

Corymbia maculata

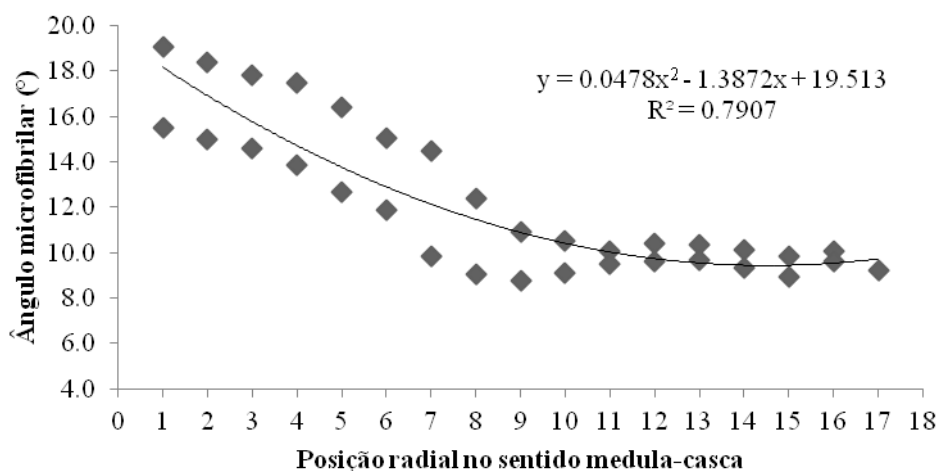


Figura 4. Variação radial do ângulo microfibrilar na madeira de *Corymbia maculata*

Observa-se nas Figuras 3 e 4 que a linha de tendência apresentada pela variação radial do ângulo microfibrilar em função da posição radial apresentou comportamento que se ajusta ao modelo quadrático. Em *Corymbia maculata* fica evidenciada uma queda dos valores de AMF a partir da medula até 50% do raio em maior proporção, enquanto na região de 50% do raio até a casca essa queda ocorre de forma mais suave. Isso também pôde ser verificado em *Eucalyptus pilularis*, no entanto, a queda do ângulo microfibrilar a partir da medula até aproximadamente 50% do raio ocorre de forma mais amena.

Foi feita a análise estatística descritiva dos valores de AMF encontrados nas madeiras de *Eucalyptus pilularis* e *Corymbia maculata*, que pode ser observada na Tabela 1.

Tabela 1. Estatística descritiva para os valores de ângulo microfibrilar encontrados na madeira de *Eucalyptus pilularis* e *Corymbia maculata*

Espécie	Média (μm)	Máximo (μm)	Mínimo (μm)	Variância (μm^2)	CV (%)
<i>E. pilularis</i>	11,96	17,05	8,25	7,23	22,48
<i>C. maculata</i>	12,11	19,05	8,80	10,16	26,31

De acordo com a Tabela 1, o coeficiente de variação (CV%) indica que há maior variação do ângulo microfibrilar no sentido medula-casca na madeira de *C. maculata* do que na madeira de *E. pilularis*. Isso também pode ser visualizado nas Figuras 3 e 4 a partir do comportamento apresentado pela linha de tendência ajustada por modelo quadrático.

A Tabela 1 mostra ainda que as médias do ângulo microfibrilar encontradas para as duas espécies foram muito próximas, no entanto, a amplitude entre o maior ângulo e o menor ângulo, medidos nas amostras retiradas no sentido radial, foi maior na madeira de *C. maculata* do que na madeira de *E. pilularis*.

4. CONCLUSÕES

O valor do ângulo microfibrilar nas fibras da madeira de *Eucalyptus pilularis* e *Corymbia maculata* aumenta no sentido medula-casca.

A variação do AMF é maior na madeira de *C. maculata* do que na madeira de *E. pilularis*.

A variação radial do AMF pode ser um indicador da presença da fase adulta.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARNETT, J. R.; BONHAM, V. A. Cellulose microfibril angle in the cell wall of wood fibres. **Biological Reviews of the Cambridge Philosophical Society**, Cambridge, v. 79, n. 2, p. 461-472, May 2004.

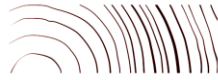
BOYD, J. D. Biophysical control of microfibril orientation in plant cell walls: aquatic and terrestrial plants including trees. Dordrecht: **M. Nijhoff**, 1985. 200 p.

CAVE, I. D.; WALKER, J. C. F. Stiffness of wood in fast-grown plantation softwoods: the influence of microfibril angle. **Forest Products Journal**, Amsterdam, v. 44, n. 5, p. 43-48, 1994.

DONALDSON, L. Microfibril angle: measurement, variation and Relationships – a review. **IAWA Journal**, Vol. 29 (4), 345–386, 2008.

FRANKLIN, G. L. Preparation of thin sections of synthetic resins and wood-resin composites, and a new macerating method for wood. **Nature**, 155 (3924): 51, 1945.

HARRIS, P. J. Primary and secondary plant cell walls: A comparative overview. **NZ J. For. Sci.** 36: 36–53, 2006.



LIMA, J. T.; BREESE, M. C.; CAHALAN, C. M. Variation in microfibril angle in *Eucalyptus* clones. **Holzforschung**, 58: 160-166, 2004.

LIMA, L. C. Variação do ângulo microfibrilar e do conteúdo de lignina na parede celular das fibras da madeira de clones de *Eucalyptus grandis* × *Eucalyptus urophylla*. Lavras, 2015. 42p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Lavras

REIS, D.; VIAN, B. Helicoidal pattern in secondary cell walls and possible role of xylansin their construction. **CR Biol.** 327: 785–790, 2004.

PAGE, D. H.; EL-HOSSEINY, F.; WINKLER, K.; BAIN, R. The mechanical properties of singlewood pulp fibres. Part 1: A new approach. **Pulp Pap. Mag.** Canada 73: 72–77, 1972.

SARÉN, M.P., SERIMA, A. R., ANDERSSON, SARANPA P S., KECKES A. J & FRATZL, P. Effect of growth rate on mean microfibril angle and cross-sectional shape of tracheids of Norway spruce. **Trees** 18: 354–362. 2004.

TSOUMIS, G. Science and technology of wood: structure, properties, utilization. New York: **Chapman & Hall**, 1992. 495 p.

WARDROP, A. B.; PRESTON, R. D. Organisation of the cell walls of tracheids and wood fibres. **Nature**, 160: 911–913, 1947.

WIMMER, R.; DOWNESS, G. M.; EVANS, R. Temporal variation of microfibril angle in *Eucalyptus nitens* grown in different irrigation regimes. **Tree Physiology**, Victoria, v. 22, n. 7, p. 449-457, May 2002.

ZOBEL, B. J.; VAN BUIJTENEN, J. P. Wood variation: its causes and control. Berlin: Springer Verlag, 1989. 363 p.