



# III CBCTEM

Congresso Brasileiro de Ciência  
e Tecnologia da Madeira  
Florianópolis - 2017

## VARIAÇÃO DO ÂNGULO MICROFIBRILAR ENTRE INDIVÍDUOS DA ESPÉCIE DE ALEXA GRANDIFLORA DUCKE.

Thaiza Rodrigues<sup>1</sup>

Juliano Rocha<sup>2</sup>

Fernando Wallase Carvalho Andrade<sup>3</sup>

Victor Moutinho<sup>4</sup>

<sup>1</sup> ENGENHARIA FLORESTAL / IBEF / Universidade Federal do Oeste do Pará

<sup>2</sup> ibef / ENGENHARIA FLORESTAL / Universidade Federal do Oeste do Pará

<sup>3</sup> Instituto de Biodiversidade e Florestas / Universidade Federal do Oeste do Pará

<sup>4</sup> Laboratório de Tecnologia da Madeira - LTM / UFOPA (Universidade Federal do Oeste do Pará)



## III CBCTEM

Congresso Brasileiro de Ciência  
e Tecnologia da Madeira  
Florianópolis - 2017

### VARIAÇÃO DO ÂNGULO MICROFIBRILAR ENTRE INDIVÍDUOS DA ESPÉCIE DE *Alexa grandiflora* DUCKE.

#### Resumo

O objetivo deste trabalho foi verificar a variação do ângulo microfibrilar entre diferentes indivíduos da espécie nativa amazônica *Alexa grandiflora* Ducker, associando essas informações as propriedades tecnológicas da madeira. Para isso o material de cinco árvores foi coletado em uma área situada na Floresta Nacional do Tapajós, na porção central da Floresta Amazônica Brasileira, também foi coletado material botânico para a confirmação das espécies, para a análise do ângulo microfibrilar retirou-se 25 blocos de 1 cm x 1 cm de cada árvore. As análises do ângulo microfibrilar foram realizadas na Universidade Federal de Lavras. Assim a obtenção das imagens e mensuração do material macerado foi utilizado um microscópio trinocular acoplado a uma câmera digital modelo T1004772, obtendo-se imagens pelo programa IPWin32 versão 4.5.0.19. Os ângulos foram determinados usando a técnica de microscopia de luz polarizada em microscópio dotado de uma mesa giratória graduada de 0° a 360°. Quanto ao número de medições para cada amostra utilizou-se a fórmula de suficiência amostral empregado por Freese (1967). Para verificar a existência de normalidade utilizou-se o teste generalizado de Shapiro-Wilk. Já para comparação de médias utilizou-se o teste não paramétrico Wallis de Kruskal. Todas as análises foram realizadas utilizando-se o *software* R versão 3.4.0. Como resultado não houve diferença estatística entre as árvores, com os ângulos variando de 8,62° a 10,99°.

**Palavras-chave:** Tecnologia, madeira tropical, floresta amazônica.

**Abstract:** The objective of this work was to verify the variation of the microfibrillary angle between different individuals of the Amazonian native species *Alexa grandiflora* Ducker. Associating this information with the technological properties of wood. For this, the material of five trees the was collected in an area located in the Tapajos National Forest, in the central portion of the Brazilian Amazonian Forest, botanical material was also collected to confirm the species, for the analysis of the microfibrillary angle 25 blocks of 1 cm x 1 cm from each tree. The microfibrillary angle analyzes were performed at the Federal University of Lavras. Thus, obtaining the images and measuring the macerated material was used a trinocular microscope coupled to a digital camera model T1004772, obtaining images by the program IPWin32 version 4.5.0.19. The angles were determined using a microscope-polarized light microscopy technique with a graduated turntable of 0° to 360°. Regarding the number of measurements for each sample, the sample adequacy formula used by Freese (1967) was used. To verify the existence of normality, the generalized Shapiro-Wilk test was used. For comparison of means, Kruskal's non-parametric Wallis test was used. All analyzes were performed using software R version 3.4.0. A statistical difference was observed only between shrub 1 and the others, with the angles varying from 8.62° to 10.99°.

**Keywords:** Technology, Tropical woodod, Amazon rainforest.

REALIZAÇÃO



APOIO



ORGANIZAÇÃO





# III CBCTEM

Congresso Brasileiro de Ciência  
e Tecnologia da Madeira  
Florianópolis - 2017

## 1. INTRODUÇÃO

As microfibrilas constituem as unidades fundamentais da parede celular dos elementos anatômicos das plantas. Nas camadas da parede celular das fibras do lenho de árvores, principalmente na camada S2, as microfibrilas formam ângulos com o eixo das fibras, e essa inclinação é importante na definição de várias propriedades da madeira (LIMA et al., 2004).

O ângulo microfibrilar é formado pela direção dos enrolamentos helicoidais das microfibrilas de celulose na parede secundária da fibra ao longo do eixo da célula. Este varia dentro da mesma espécie (intraespecífico) e dentro dos mesmos indivíduos (interespecífico) (FANG, 2004; SILVA, 1992; TAMER, 2013; WIMMER et al., 2002).

Muitos estudos têm sido realizados sobre a variabilidade intra e inter-específica das características anatômicas e físicas de várias madeiras, e de como elas se relacionam com a qualidade da madeira (PALERMO, 2003; OLIVEIRA e SILVA, 2003). A maioria destes estudos baseia-se principalmente nas variações da densidade, ângulo microfibrilar e no comprimento de fibra, visando conhecer melhor a relação destas propriedades com a utilização da madeira (JANKOSWSKY, 1979; CAVER e WALKER; TIENNE et al., 2009; DONALDSON, 2008).

O ângulo microfibrilar é um determinante principal no módulo de elasticidade e nas contrações da madeira (WIMMER et al., 2002). Caver (1976) salienta que a orientação das microfibrilas na camada S2 tem uma influência significativa na resistência à tração, rigidez e contração. Caver e Walker (1994), destacaram que como indicador de rigidez, o ângulo microfibrilar é tão importante quanto a densidade da madeira. Quando o ângulo microfibrilar é pequeno, a maior parte das contrações ocorre transversalmente, enquanto que a medida que o ângulo aumenta, a componente longitudinal aumenta (HEIN et al., 2013). O ângulo também tem efeito na instabilidade da madeira, na secagem e nos subseqüentes processos industriais (TABET e AZIS, 2013).

Tendo em vista o exposto acima, o objetivo deste trabalho foi avaliar a variação do ângulo microfibrilar entre diferentes indivíduos da espécie nativa amazônica *Alexa grandiflora* Duckering, associando essas informações as propriedades tecnológicas da madeira.

## 1. MATERIAL E MÉTODOS

O material de estudo foi coletado em uma área situada na Floresta Nacional do Tapajós (2° 45' e 4° 10' S e 54° e 55° 30' W), na porção central da Floresta Amazônica brasileira. A seleção da espécie para este estudo foi efetuada utilizando-se os valores de maior abundância, frequência e dominância na área de estudo, a partir de inventários florísticos 100%, e inexistência de estudo prévio na área de tecnologia da madeira. A espécie selecionada foi *Alexa grandiflora* Duckering.

Como à espécie *Alexa grandiflora* foi coletada em uma floresta nativa heterogênea, não foi possível definir sua idade exata, muito embora, as árvores coletadas apresentassem idade possivelmente elevada, devido ao diâmetro e altura das mesmas.

As coletas foram realizadas entre os meses de novembro a maio de 2015, sendo abatidas cinco árvores da espécie para retirada de corpos de prova da parte mediana do cerne das árvores, nos dois primeiros metros da altura comercial com o

REALIZAÇÃO



APOIO



ORGANIZAÇÃO





## III CBCTEM

Congresso Brasileiro de Ciência  
e Tecnologia da Madeira  
Florianópolis - 2017

auxílio de uma serra portátil Lucas Mil em seguida o material foi encaminhado para o Laboratório de Tecnologia da Madeira. Também foi coletado material botânico para a confirmação das espécies. Para a análise do ângulo microfibrilar retirou-se 25 blocos de 1cm x 1cm de cada árvore.

Destes retiraram-se cortes histológicos com 7 µm de espessura na seção tangencial com o auxílio de um micrótomo de deslize marca American Optical Corp, modelo 36H, que posteriormente foram submetidos a uma solução de peróxido de hidrogênio e ácido acético na proporção de 1:1 (maceração), onde posteriormente foram levados para uma estufa a 60° C, ficando nesta por um período de aproximadamente 11 horas. Em seguida este material foi lavado com água destilada e confeccionado lâminas provisórias. Já a mensuração dos ângulos microfibrilares foi realizada utilizando-se as lâminas histológicas e a técnica de microscopia de luz polarizada em microscópio dotado de uma mesa giratória graduada de 0° a 360°.

Para a obtenção das imagens e mensuração do material macerado foi utilizado um microscópio trinocular acoplado a uma câmera digital modelo T1004772, obtendo-se imagens pelo programa IPWin32 versão 4.5.0.19.

Os ângulos foram determinados usando a técnica de microscopia de luz polarizada em microscópio dotado de uma mesa giratória graduada de 0° a 360°. Nesse método, a lâmina foi colocada na mesa, fazendo com que as fibras ficassem na posição vertical. Em seguida girou-se a mesa no sentido horário até que a amostra atingisse a máxima posição de extinção, ou seja, até a cor do fundo da fibra tornar-se mais escura. Quanto ao número de medições para cada amostra utilizou-se a Equação (1) de suficiência amostral empregado por Freese (1967):

$$N = \frac{T^2 \times S^2}{D^2} \quad (1)$$

Em que:

- N- Tamanho de uma amostra em uma população infinita;
- T<sup>2</sup>- Valor de distribuição "T" student, tomando com n-1 graus de liberdade;
- S<sup>2</sup>- Variância da pré-amostra;
- D<sup>2</sup>- Erro tolerável expresso em % da média.

Para verificar a existência de normalidade utilizou-se o teste generalizado de Shapiro-Wilk. Já para comparação de médias utilizou-se o teste não paramétrico **Wallis de Kruskal**. Todas as análises foram realizadas utilizando-se o *software* R versão 3.4.0 (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2008).

## 2. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tabela 1 são apresentados o número de medições e os valores médios dos ângulos microfibrilares. Quanto a variação do ângulo entre os indivíduos, não houve diferenças significativas ao nível 5% de probabilidade de acordo com o teste estatístico **Wallis de Kruskal**.

REALIZAÇÃO



APOIO



ORGANIZAÇÃO





# III CBCTEM

Congresso Brasileiro de Ciência  
e Tecnologia da Madeira  
Florianópolis - 2017

Tabela 1. Ângulo microfibrilar médio de árvores da espécie *Alexa grandiflora* Ducke.

Árvores	Número de medições	Ângulo médio °	Máximo	Mínimo	CV %
1	60	8,62 a	16,5	4,5	26,43
2	67	10,24a	14,5	6	22,41
3	62	9,48 a	16,5	5	26,1
4	78	10,99 a	18,5	5,5	31,05
5	90	9,628 a	15,5	5,5	27,95

CV-Coeficiente de variação

Estes valores estão dentro dos resultados apresentados por Boyd (1980). Segundo ele, nas madeiras de folhosas os ângulos das microfibrilas podem variar de 5° a 20°, e essa diferença pode ocorrer entre espécies e dentro de uma mesma árvore.

Ribeiro et al. (2010), estudando o ângulo microfibrilar de *Toona ciliata* aos 4 anos encontrou ângulo médio de 15,4 graus para, enquanto que Lima et al. (2015), encontraram ângulo médio para a madeira de *Eucalyptus* aos 6,5 anos 7,9 graus. Entretanto estas espécies são oriundas de plantios, enquanto que a *Alexa grandiflora* foi coletada em uma floresta nativa heterogênea, com idade possivelmente elevada, embora não haja definição.

A variação no AMF tem um propósito funcional no crescimento e pode ser dependente da idade da árvore. É de se esperar que árvores mais jovens apresentem um alto AMF, já que estas necessitam de maior flexibilidade para que o fuste se curve com o vento sem quebrar. O contrário ocorre em árvores mais velhas, onde é necessária uma maior rigidez para que a árvore suporte o aumento de peso do caule e copa.

Segundo Cave (1968), o ângulo microfibrilar, principalmente na camada S2 influencia diretamente no módulo de elasticidade. Hein et al. (2013) e Passialis e Kiriazakos (2004) mencionam que ângulos microfibrilares elevados, assim com os encontrados neste trabalho, estão associados a baixa resistência mecânica da madeira o que reduz o seu valor como matéria prima

Como a variação do AMF dentro de cada indivíduo foi relativamente grande, é possível que as propriedades consideradas como relacionadas a esse ângulo, a exemplo das propriedades mecânicas e físicas, também apresentem valores diferentes na madeira amostrada, o que pode nortear tomadas de decisões para o processamento e utilização da madeira.

REALIZAÇÃO



APOIO



ORGANIZAÇÃO





## III CBCTEM

Congresso Brasileiro de Ciência  
e Tecnologia da Madeira  
Florianópolis - 2017

### 4. CONCLUSÕES

- Não houve diferença estatística entre os indivíduos;
- Recomenda-se estudos de correlação do ângulo microfibrilar com as propriedades físicas e mecânicas da espécie em questão;
- A variação dentro de cada indivíduo foi muito elevada.

### 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BOYD, J. D. Relationships between fibre morphology, growth strains and physical properties of wood. *Australian Forest Res.* v. 10, p. 337-360, 1980.

Cave ID. The anisotropic elasticity of the plant cell wall. *Wood Sci. Technol.*, 1968, 2: 268–278.

DONALDSON, L. Microfibrilangle: measurement, variation and relationships - a review. *IAWA Journal*, Utrecht, v. 29, n. 4, p. 345-386, 2008.

FANG, S.; YANG, W.; F, X. Variation of microfibril angle and its correlation to wood properties in poplars. *Journal of Forestry.* v. 15, n.4, p. 261-267, 2004.

FREESE, F. Elementary statistical methods for foresters. *Ag Handbook 317 USDA Forest Service*, New Orleans, LA, p.86. 1967.

HEIN, P. R. G.; LIMA, J. T.; TRUGILHO, P. F.; CHAIX, G. Estimativa do ângulo microfibrilar em madeira de *Eucalyptus urophylla* x *E. grandis* por meio da espectroscopia no infravermelho próximo. *Floresta e Ambiente.* v. 19, n. 2, p.194-199, 2013.

JANKOWSKY, I. P. Madeira juvenil formação e aproveitamento industrial. *Circular Técnica*, p.81, n.15, 1979.

LIMA, L. C.; SOUZA, M. T.; LIMA, J. T.; GOULART, S. L.; SILVA, T. A. Influência do ângulo microfibrilar sobre as propriedades físico-mecânicas da madeira de *Eucalyptus*. *II Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira*, Belo Horizonte, 2015.

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

REALIZAÇÃO



APOIO



ORGANIZAÇÃO





## III CBCTEM

Congresso Brasileiro de Ciência  
e Tecnologia da Madeira  
Florianópolis - 2017

OLIVEIRA S. N.; REIS, G. G.; REIS, M. G. F; Neve, J. C. L. Produção e distribuição de biomassa em *Eucalyptus camaldulensis* Dehn. em resposta à adubação e ao espaçamento. Revista *Árvore*, v. 27, n.1, p.15-23, 2003.

PALERMO, G. P. M. Parâmetros de qualidade da madeira de pinus elliottii engelm. de diferentes idades. Dissertação de Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais, Instituto de Florestas, DPF, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ. p.138, 2003.

PASSIALIS, C.; KIRIAZAKOS, A. Juvenile and mature Wood properties of naturally-grown fir trees. *Holzforchung*, v. 62, p.476-478, 2004.

R DEVELOPMENT CORE TEAM. R: A language and environment for statistical computing. Vienna, Austria: R Foundatin for Statistical Computing, 2008. Disponível em: <<http://www.R-project.org>>. Acesso em: 09 maio de 2017.

RIBEIRO, A. O.; MORI, F. A. MENDES, L. M. Características das dimensões das fibras e análise do ângulo microfibrilar de *Toona ciliata* cultivada em diferentes localidades. *FLORESTA*, Curitiba, PR, v. 41, n. 1, p. 47-56, 2013.

SILVA, A. C. Nota sobre ângulo microfibrilar no xilema de *Andira parviflora* Ducker e *Saccoglottis guianensis* Benth da Amazônia. *Acta amazônica*, v.22, n.3, p.479- 482, 1992.

TABET, T. A.; AZIS, F. A. Cellulose Microfibril Angle in Wood and Its Dynamic Mechanical Significance. *Open science*, 2013.

TEMER, A. T.; AZIS, F. A. Cellulose microfibril angle in wood and its dynamic mechanical significance. *Open science*, Intech, 2013.

TIENNE, D. L. C.; OLIVEIRA, J. N.; PALERMO, G. P.M.; SOUSA, J. S.; LATORRACA, J. V. F. Influência do espaçamento no ângulo das microfibrilas e comprimento de fibras de clone de eucalipto. *Revista Forestal Latinoamericana*, v. 24, n. 1, p. 67-83, 2009.

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

REALIZAÇÃO



APOIO



ORGANIZAÇÃO

