



# III CBCTEM

Congresso Brasileiro de Ciência  
e Tecnologia da Madeira  
Florianópolis - 2017

## INFLUÊNCIA DO TEOR DE UMIDADE NO MÓDULO DE ELASTICIDADE POR MÉTODO VIBRAÇÃO

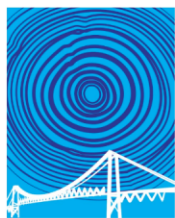
Thais de Souza Marcchiori<sup>1</sup>  
Maristela de Oliveira Bauer<sup>2</sup>  
Marcos Oliveira de Paula<sup>3</sup>  
Pedro Gutemberg de Alcântara Segundinho<sup>1</sup>  
Ana Boa<sup>4</sup>  
João Paulo Maia<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal do Espírito Santo / Departamento de Ciências Florestais e da Madeira / Centro de Ciências Agrárias e Engenharias.

<sup>2</sup> Universidade Federal do Espírito Santo / Departamento de Engenharia Rural / Centro de Ciências Agrárias e Engenharias.

<sup>3</sup> Universidade Federal de Viçosa / Departamento de Engenharia Florestal

<sup>4</sup> Universidade Federal do Espírito Santo / Programa de Pós Graduação em Ciências Florestais / Centro de Ciências Agrárias e Engenharias.



## III CBCTEM

Congresso Brasileiro de Ciência  
e Tecnologia da Madeira  
Florianópolis - 2017

### INFLUÊNCIA DO TEOR DE UMIDADE NO MÓDULO DE ELASTICIDADE POR MÉTODO VIBRAÇÃO

**Resumo:** A madeira possui diversas propriedades que a tornam muito atraente frente a outros materiais. É notável a grande diversidade de madeiras existentes no país e mediante sua disponibilidade inúmeros estudos são realizados com o material. No Brasil, a madeira ainda não é muito utilizada na construção civil, quando comparado a outros países como o Canadá, por exemplo. Entretanto, essa realidade vem mudando consideravelmente ao longo dos últimos anos. A fim de intensificar os estudos existentes sobre o tema e ampliar os conhecimentos sobre a madeira, este trabalho teve por objetivo avaliar a influência do teor de umidade da madeira de Eucalipto Citriodora na determinação do módulo de elasticidade por meio de método destrutivo e não destrutivo. O trabalho foi realizado no Departamento de Ciências Florestais e da Madeira da Universidade Federal do Espírito Santo, em Jerônimo Monteiro-ES. A madeira utilizada para os ensaios foi o Eucalipto Citriodora. Os ensaios destrutivos foram realizados por meio da técnica de vibração longitudinal e os ensaios não destrutivos por meio de ensaios mecânicos.

**Palavras-chave:** estrutura da madeira, ensaio não destrutivo, caracterização do material.

### INFLUENCE OF THE MOISTURE CONTENT IN THE ELASTICITY MODULE BY VIBRATION METHOD

**Abstract:** The wood has several properties that make it very attractive compared to other materials. It is remarkable the great diversity of wood existing in the country and through its availability countless studies are carried out with the material. In Brazil, wood is still not widely used in civil construction, compared to other countries like Canada, for example. However, this reality has changed considerably over the last few years. In order to intensify the existing studies on the subject and to expand the knowledge on wood, this work had the objective of evaluating the influence of the moisture content of the Eucalyptus spp. wood in the determination of the modulus of elasticity by means of a destructive method And non-destructive. The work was done in the Department of Forestry and Madeira of the Federal University of Espírito Santo, in Jerônimo Monteiro – ES. The wood used for the trials was Eucalyptus spp. The destructive tests were carried out using the longitudinal vibration technique and the non destructive tests by means of mechanical tests.

**Keywords:** wood structure, non-destructive test, characterization of the material.

## 1. INTRODUÇÃO

Atualmente o uso da madeira de eucalipto para uma diversidade de usos industriais está sendo cada vez maior, como por exemplo, têm a construção civil em geral, indústrias de embalagens e de painéis e o setor moveleiro, que absorvem grande parte dessa matéria prima. Porém a qualidade final dos produtos originados depende do correto processamento dessa matéria prima (MOTA et. al., 2012).

REALIZAÇÃO



APOIO



ORGANIZAÇÃO





# III CBCTEM

Congresso Brasileiro de Ciência  
e Tecnologia da Madeira  
Florianópolis - 2017

Dentre as diversas variáveis que influenciam as propriedades mecânicas da madeira, tais como resistência a compressão e dureza, Hansson & Antti (2006) destacam-se os efeitos da densidade e do teor de umidade da madeira, sendo que as espécies com densidades mais elevadas apresentam os valores mais elevados de tais propriedades (HOLMBERG, 2000).

Diversos métodos podem ser empregados na avaliação dos parâmetros de qualidade da madeira, dentre eles podemos citar os métodos destrutivos e não destrutivos. Segundo Sales & Candian (2009), a madeira tem suas propriedades, em grande parte das situações, avaliadas pelo emprego de métodos destrutivos. Uma amostragem incorreta pode acarretar resultados não coerentes, e em alguns casos as propriedades do corpo de prova podem não ser representativas de um lote de madeira. Os resultados obtidos a partir dessa metodologia, por vezes, são onerosos em razão do tempo consumido com a confecção dos corpos de prova e custo dos equipamentos.

Várias pesquisas têm sido desenvolvidas com o objetivo de prever propriedades da madeira por meio de métodos não destrutivos (GOUVÊA et al, 2011). Segundo a ABENDE 2002 (apud TARGA, et. al., 2005) os ensaios não destrutivos são aqueles realizados em materiais para verificar a existência ou não de descontinuidades ou defeitos, por meio de princípios físicos definidos, sem alterar suas características físicas, químicas, mecânicas ou dimensionais e sem interferir em seu uso posterior.

Os ensaios não destrutivos apresentam como principais vantagens à rapidez na coleta de dados, o baixo custo e a possibilidade de avaliação de grande número de amostras, o que favorece a seleção de genótipos superiores, mesmo em condição de campo. (GOUVÊA et al, 2011).

No entanto, é sabido que, em virtude do teor de umidade da madeira os valores determinados pelos métodos não destrutivos podem não apresentar confiabilidade. Portanto, a presente investigação tem como objetivo avaliar a influência do teor de umidade da madeira de *Eucalypto Citriodora* na determinação do módulo de elasticidade por meio de método destrutivo e não destrutivo.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

A presente investigação foi realizada no Departamento de Ciências Florestais e da Madeira da Universidade Federal do Espírito Santo, em Jerônimo Monteiro-ES. A madeira utilizada foi o *Eucalyptus* spp. abatida de plantios homogêneos. Foram selecionadas seis árvores, de modo aleatório, com bom fuste e grã reta, das quais foram retiradas toras de 1 m de comprimento cada. Com auxílio de uma serra de fita, as toras foram desdobradas em tábuas. Todas as tábuas com dimensões de 220 centímetros de comprimento, 9 centímetros de largura e 3 centímetros de espessura aproximadamente, que foram obtidas na serraria localizada na cidade de Jerônimo Monteiro. A madeira foi retirada na localidade de Cava Roxa, com aproximadamente vinte e cinco (25) anos de idade.

As Tábuas foram estocadas na marcenaria do Departamento de Ciências Florestais e da Madeira de forma que possibilitasse sua secagem natural.

Posteriormente, de cada tábua foram retirados os corpos de prova para realização dos ensaios, de acordo com as especificações das normas. Tendo o cuidado de descartar o material que apresentasse defeitos, como, inclinação acentuada da grã, presença de nós e/ou medula. As dimensões dos corpos de prova e a metodologia de ensaio seguiram as prescrições normativas disponíveis (NBR 7190, 1997).

REALIZAÇÃO



APOIO



ORGANIZAÇÃO





Os corpos de prova que estavam na condição saturada, foram secos naturalmente até que atingissem 12% de umidade.

Foram adotados cinco teores de umidade da madeira (30, 25, 20, 15, 12%), estes estão representados por dias nas tabelas em resultados e discussões. Com a madeira já a 12% de umidade, foram feitos os ensaios nessas condições. Em seguida, os corpos de prova foram imersos em água para que ganhassem umidade, e assim possibilitasse a realização dos ensaios com os outros teores de umidade citados acima.

Para cada um dos cinco níveis de umidade foram utilizados 26 corpos de prova, tendo o cuidado de descartar aqueles que não apresentaram bons resultados por conta de alguns defeitos referente a madeira como, nó, fendas, rachaduras e tortuosidade, restando ao final 10 corpos de prova para que pudesse ser feito a análise dos módulos de elasticidade.

Os corpos de prova foram armazenados em ambiente coberto e os níveis de umidade foram medidos de 7 em 7 dias até que atingissem a umidade de equilíbrio com o ambiente. Além dos ensaios destrutivos e não destrutivos foi realizada a caracterização do material com base nas propriedades físicas.

## 2.1 Caracterização das propriedades da madeira (físicas e mecânica)

### 2.1.1 Caracterização física

Os ensaios para a determinação da umidade, densidade e retratibilidade foram realizados no Laboratório de Ciência da Madeira (LCM/UFES). Os procedimentos para a determinação da retratibilidade, da densidade e umidade seguiram a NBR 7190 (1997).

Foram utilizados 10 corpos de prova da madeira de *Eucalyptus* spp. Após, o comprimento (L1) dos corpos de prova foi medido com o auxílio de um paquímetro, e os planos radial (L2) e tangencial (L3) foram medidos com o auxílio do micrometro e posteriormente pesados para se obter a massa inicial.

Os corpos de prova foram colocados em um dissecador com água com intuito de obter a massa saturada e as dimensões saturadas, e ficaram no mesmo no período de 30 dias e todos os dias a água utilizada no dissecador era trocada. Ao final desses 30 dias os corpos de prova foram retirados. Em seguida foram medidas as suas dimensões e posteriormente pesados como ilustrado na Figura 1.

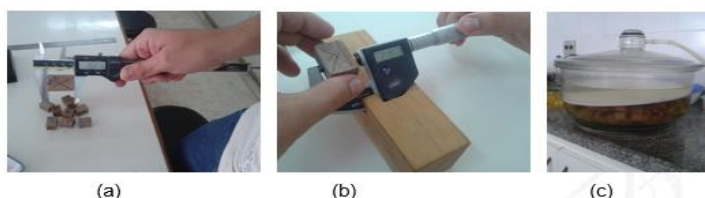


Figura 1. Metodologia adotada para calcular a retração e o inchamento. (a) fotografia do corpo de prova sendo medido com o paquímetro. (b) fotografia do corpo de prova sendo medido com o micrometro. (c) Fotografia do corpo de prova no dissecador.

Fonte: O autor (2015)



# III CBCTEM

Congresso Brasileiro de Ciência  
e Tecnologia da Madeira  
Florianópolis - 2017

Para determinar o inchamento dos corpos de prova saturados, utilizou-se a Equação 1. Os corpos de prova foram levados para a estufa e ficaram na estufa por 21 dias e depois de retirados, foram anotados suas dimensões e o peso, com objetivo de obter a retração ( $\varepsilon$ ) para os corpos de prova seco. Para isso, também foi utilizado a Equação 1.

$$\varepsilon = \frac{Lx(sat) - Lx(inicial)}{Lx(inicial)} \times 100 \quad (1)$$

Em que:

Lx: L1 (comprimento em mm), L2 (plano radial em mm), L3 (plano tangencial)

E: Inchamento em porcentagem (%)

## 2.2.2 Caracterização mecânica

- Ensaio Destrutivo

Para caracterização das propriedades mecânicas foi utilizada a norma americana ASTM D 143 – *Standard Test Methods for Small Clear Specimens of Timber* (ASTM, 2000) para determinar às resistências à compressão paralela às fibras e cisalhamento paralelo às fibras.

- Ensaio de flexão estática

Os ensaios de flexão estática nas peças de madeira foram realizados com o objetivo de se obter o módulo de elasticidade à flexão. O ensaio foi feito a três pontos nas peças de madeira, conforme a norma ASTM D 198 (2009). Para a obtenção do deslocamento foram adotados forças de máximas que foram aplicadas nos 12 corpos de prova. Para o primeiro ensaio, com a madeira a 12% de umidade, aplicou-se uma carga de 40 Kgf e depois 80 Kgf. Já nos ensaios feitos com a madeira acima dos 12 % de umidade, a força aplicada foi de 30 Kgf e depois de 60 Kgf.

O deslocamento foi medido por meio de relógio comparador, resolução 0,01 mm e curso de 50 mm, na face oposta à superfície de aplicação da força até atingir um limite ( $L/200$ ), conforme ABNT NBR 7190 (1997). A força é medida por meio de um anel dinamométrico de capacidade igual a 4,7 kN. O módulo de elasticidade à flexão  $E_M$  é dado pela Equação 1.

$$E_M = \frac{P \cdot L^3}{48 \cdot \delta \cdot I} \quad (3)$$

Em que:

$E_M$  = módulo de elasticidade à flexão (MPa);

P = incremento de força (N);

L = distância entre apoios (mm);

$\delta$  = deslocamento vertical devido à força aplicada (mm);

I = momento de inércia da seção transversal (mm<sup>4</sup>).

REALIZAÇÃO



APOIO



ORGANIZAÇÃO





# III CBCTEM

Congresso Brasileiro de Ciência  
e Tecnologia da Madeira  
Florianópolis - 2017

## - Ensaio não destrutivo

No ensaio de vibração longitudinal, obteve-se uma resposta acústica composta por uma ou mais frequências naturais de vibração a partir das quais foi calculado o módulo de elasticidade. O corpo de prova sofreu um impacto na direção longitudinal conforme instruções da norma ASTM E 1876 (2007), no qual a direção do movimento da onda ocorreu na mesma direção do modo de vibração longitudinal. O cálculo do módulo de elasticidade devido à primeira frequência de ressonância de vibração longitudinal  $E_l$  é dado pela Equação 2.

$$E = 4 \cdot \left( \frac{m \cdot f_1^2}{b} \right) \cdot \left( \frac{l}{h} \right) \quad (4)$$

Em que:

$E$  = módulo de elasticidade (MPa);

$m$  = massa (kg);

$f_1$  = frequência de vibração longitudinal (Hz);

$b$  = largura (mm);

$h$  = altura (mm);

$l$  = comprimento (mm).

## 2.3 Equações de correlação para os ensaios destrutivos (dinâmico) e não destrutivos (estático).

Para cada teor de umidade foram obtidos os respectivos resultados dinâmicos e estáticos, tratados utilizando-se análise de regressão, de forma a serem obtidas correlações entre os ensaios estáticos normalizados e os ensaios dinâmicos através da técnica do ultrassom. Na adoção dos modelos de regressão foram verificados os valores obtidos para o coeficiente de correlação, coeficiente de variação da regressão, análise de resíduos da regressão, teste T e teste F; os testes de normalidade dos resultados foram realizados antes da adoção dos modelos.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 3.1 Caracterização Física

Na Tabela 1 estão apresentados os valores obtidos por meio de pesagem (Massa inicial) e medições (L1, L2 e L3).

Tabela 1. Valores obtidos através das medições

Corpo de Prova	Massa inicial (g)	L1 (mm)	L2 (mm)	L3 (mm)
1	11,23	30,09	20,52	20,56
2	10,61	30,01	20,82	20,66
3	12,42	30,20	20,96	21,06
4	11,97	29,94	20,98	21,17
5	11,07	29,95	20,69	20,56
6	11,10	30,14	20,52	20,93
7	11,36	29,95	20,75	20,84

REALIZAÇÃO



APOIO



ORGANIZAÇÃO





# III CBCTEM

Congresso Brasileiro de Ciência  
e Tecnologia da Madeira  
Florianópolis - 2017

8	10,69	30,15	20,42	20,65
9	11,36	29,98	20,46	20,45
10	10,90	29,90	20,48	20,76

L1 = Largura 1. L2 = Largura 2. L3 = Largura 3.

Na tabela 2 encontram os valores da massa saturada obtidos após os corpos de prova serem retirados do dessecador com água, posteriormente obteve-se as medidas do comprimento saturados (L1), plano radial (L2), e tangencial (L3), no qual foram calculados e obteve-se a média no Inchamento E1 de 0,2868 %, inchamento E2 de 2,7144% e inchamento E3 de 3,7392%.

Tabela 2. Valores obtidos através da medição e de cálculos para inchamento

Corpo de Prova	Massa sat. (g)	L1 sat. (mm)	L2 sat. (mm)	L3 sat. (mm)	E1 (%)	E2 (%)	E3 (%)
1	15,40	30,22	21,02	21,46	0,432	2,407	4,383
2	15,04	30,02	21,29	21,53	0,033	2,272	4,246
3	16,23	30,23	21,40	21,56	0,099	2,104	2,398
4	15,71	30,06	21,43	21,86	0,401	2,169	3,254
5	15,68	30,11	21,37	21,47	0,534	3,287	4,427
6	15,49	30,14	21,09	21,80	0,000	2,758	4,142
7	15,61	30,07	21,25	21,55	0,401	2,429	3,402
8	14,93	30,16	20,98	21,59	0,033	2,762	4,518
9	15,11	30,12	21,27	21,17	0,467	3,929	3,491
10	15,35	30,04	21,10	21,41	0,468	3,027	3,131

(L1) = Comprimento saturados. (L2) = Plano radial. (L3) = Plano tangencial, E1, E2, E3 = média no Inchamento.

A Tabela 3 apresenta os dados obtidos de massa seca, comprimento (L1), plano radial (L2) e no plano tangencial (L3), o qual foram utilizados para o cálculo de retração. As médias de Retração 1 foi de 1,1423%, retração 2 foi de 11,3356%, retração 3 apresentou de 8,9222%.

Tabela 3. Valores obtidos a partir das medições e de cálculos para retração

Corpo de Prova	Massa seca (g)	L1 (mm)	L2 (mm)	L3 (mm)	E1 (%)	E2 (%)	E3 (%)
1	9,63	29,94	19,507	19,46	0,927	7,180	9,315
2	9,09	29,78	20,008	19,925	0,799	6,013	7,463
3	10,49	29,91	10,789	19,667	1,059	49,586	8,789
4	10,09	29,61	19,908	19,792	1,497	7,102	9,464
5	9,52	29,69	19,67	19,608	1,395	7,951	8,651
6	9,85	29,8	19,759	19,652	1,128	6,298	9,849
7	9,74	29,74	19,861	19,76	1,097	6,545	8,293
8	9,16	29,88	19,551	19,491	0,928	6,825	9,705

REALIZAÇÃO



APOIO



ORGANIZAÇÃO





# III CBCTEM

Congresso Brasileiro de Ciência  
e Tecnologia da Madeira  
Florianópolis - 2017

9	9,52	29,71	19,554	19,488	1,361	8,046	7,932
10	9,36	29,67	19,452	19,322	1,232	7,810	9,761

(L1) = Comprimento. (L2) = Plano radial. (L3) = Plano tangencial. (E1, E2, E3) = Retração

## 3.2 Caracterização Mecânica

Para cada método utilizado, foram encontrados seus respectivos módulos de elasticidade (MOE). Além do desvio padrão que se encontra na Tabela 4. No primeiro momento, a análise foi feita comparando as diferença entre cada método utilizado.

Tabela 4. Valores médios do módulo de elasticidade nos diferentes métodos utilizados

Método	MOE (MPa)
Longitudinal	14028,25a* (11,62)**
Transversal	12436,40b* (12,78)**
<i>Stress Wave</i>	9796,12c* (28,04)**
Flexão	9599,68c* (36,33)**

MOE = Módulo de elasticidade.

\*Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

\*\*Valores entre parênteses se referem ao coeficiente de variação (%).

Na análise feita a partir da comparação das médias do MOE em relação ao método utilizado, ouve diferença significativa entre os métodos. O que não era esperado em um primeiro momento. O método não destrutivo *Stress Wave*, foi o mais se adequou em relação ao método destrutivo de Flexão, não apresentando diferença significativa entre eles. Entretanto, o coeficiente de variação de ambos apresentou-se mais auto do que os outros métodos não destrutivos.

Foram comparados os módulos de elasticidade para cada tipo de método não destrutivo (Longitudinal, Transversal e *Stress Wave*) e destrutivo (Flexão), em relação a cada teor de umidade, como mostra a Tabela 5.

Verificou-se na análise fatorial que a interação entre o equipamento utilizado e teor de umidade da madeira foi significativa para o MOE. Para a observação do comportamento do MOE em função do teor de umidade, o desdobramento das médias dos equipamentos em cada teor de umidade foi realizado e determinado à média da MOR para cada tratamento.

REALIZAÇÃO



APOIO



ORGANIZAÇÃO







Tabela 5. Valores médios do módulo de elasticidade para cada teor de umidade

Método	Dia 1 (30%)	Dia 2 (25%)	Dia 3 (20%)	Dia 4 (15%)	Dia 5 (12%)
Longitudinal	15225.61a	13869.88a	13636.87a	13613.67a	13795.24a
Transversal	13293.72b	12242.26b	11968.10b	12185.67a	12492.26a
<i>Stress Wave</i>	13026.32b	8626.82c	8816.92c	7532.65b	10977.89b
Flexão	13147.32b	7866.09c	8653.27c	8597.39b	13795.24b

\*Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

Esperava-se que no quinto dia o módulo de elasticidade fosse menor do que todos os outros dias. Entretanto, para todos os métodos, o MOE foi maior. Seria necessário fazer outros ensaios para certificar que no ensaio do possível dia 6, o MOE voltaria a ser menor do que os anteriores.

Comparando cada método utilizado em relação aos diferentes teores de umidade, o método *Stress Wave* também foi o que mais se adequou ao método destrutivo de Flexão, não apresentando diferença significativa mesmo com o aumento de umidade.

Verificou-se a interação significativa entre o equipamento utilizado e o teor de umidade da madeira na análise fatorial. Para a avaliação do MOE em função do equipamento, o desdobramento dos valores do teor de umidade em cada equipamento foi realizado e consta nas Figuras 1 e 2 para o *Stress Wave* e no ensaio destrutivo de tração, uma vez que não foi significativo o desdobramento dos valores do MOE da madeira para os equipamentos Longitudinal e Transversal.

Nas Figuras 2 e 3, pôde-se perceber que quanto menor o teor de umidade maior o seu MOE.

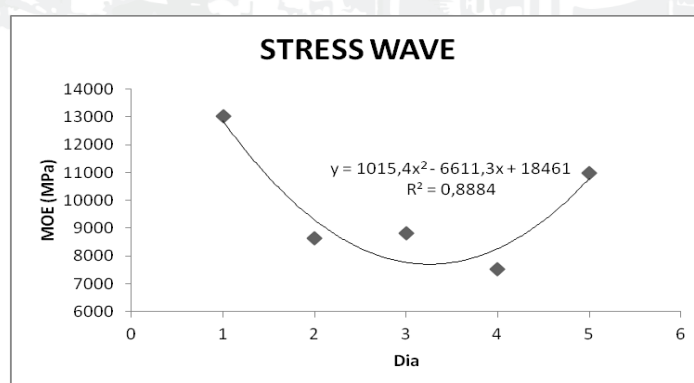


Figura 2. Representação gráfica do módulo de elasticidade em diferentes teores de umidade para o método *Stress Wave*.

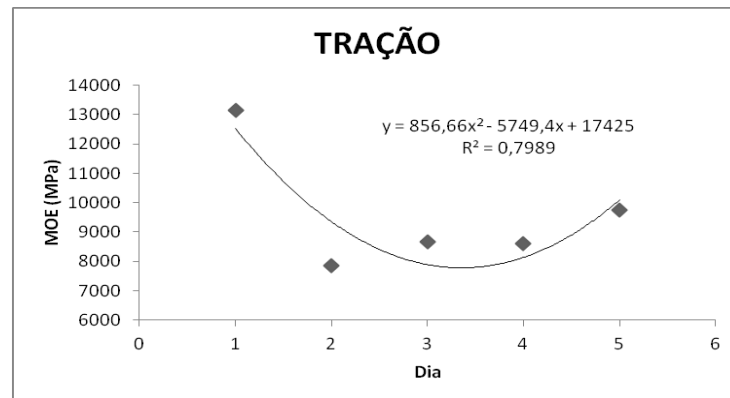


Figura 3. Representação gráfica do módulo de elasticidade nos diferentes teores de umidade para o método de tração.

A Figura 4 representa a metodologia adotada para a obtenção de cada módulo de elasticidade nos diferentes tipos de métodos utilizados.

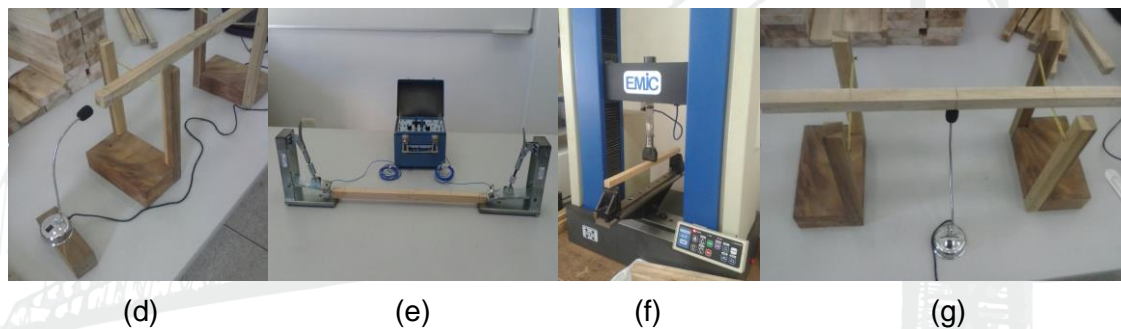


Figura 4. Metodologia adotada para a obtenção do módulo de elasticidade. (d) fotografia do modelo para o método longitudinal, (e) Fotografia do modelo para o método *Stress Wave*, (f) Fotografia do modelo para o método de flexão, (g) Fotografia do modelo para o método transversal.

Fonte: O autor (2015).

#### 4. CONCLUSÕES

Com base nos resultados apresentados conclui-se que:

- A maior alteração dimensional da madeira se manifesta no sentido tangencial aos anéis de crescimento, seguida pela dimensão radial, sendo praticamente desprezível no sentido longitudinal.
- Os resultados obtidos a partir desse trabalho proporcionaram condições para o aperfeiçoamento dos projetos de estruturas de madeira. Com a análise mecânica, percebe-se claramente que quanto maior o teor de umidade da madeira, menor será o seu módulo de elasticidade.
- Quanto aos métodos utilizados para obtenção de resultados, o método *Stress Wave*, foi o que mais se adequou ao método destrutivo de flexão.



## III CBCTEM

Congresso Brasileiro de Ciência  
e Tecnologia da Madeira  
Florianópolis - 2017

### 5. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem pelo apoio do Programa Institucional de Iniciação Científica (PIIC) da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão da bolsa de iniciação científica, e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Espírito Santo (FAPES) pelo financiamento da pesquisa.

### 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7190: 1997 – Projeto de Estruturas de Madeira: 1997. Rio de Janeiro, 1997.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. ASTM D 143 – Standard test methods for small clear specimens of timber. Philadelphia, PA, 2000.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. ASTM D 198: Standard Test Methods of Static Tests of Lumber in Structural Sizes. Philadelphia: ASTM, 2009.

AMERICAN SOCIETY OF TESTING AND MATERIAL. ASTM E 1876 – Standard Test Method for Dynamic Young's Modulus, Shear Modulus, and Poisson's Ratio by Impulse Excitation of Vibration. West Conshohocken, Pennsylvania, USA. 2007.

BALLARIN, A. W.; Estruturas de Madeira. Botucatu, 1996-1997.

CANDIAN, M.; SALES, A. Aplicação das técnicas não destrutivas de ultrassom, vibração transversal e ondas de tensão para avaliação de madeira. Porto Alegre, v.9, n.4, p.83-98, out/dez. 2009. ISSN 1678-8621.

GOUVÊA, A. F. G.; TRUGILHO, P. F.; GOMIDE, J. L.; SILVA, J. R. M.; ANDRADE, C. R.; ALVES, I. C. N. Determinação da densidade básica da madeiras de Eucalipto por diferentes métodos não destrutivos. Revista Árvore Viçosa, v.35, n.2, Mar./Abr. 2011. ISSN 0100-6762.

HANSSON, L.; ANTTI, A. L. The effect of drying method and temperature level on the hardness of wood. Journal of Materials Processing Technology, v.171, p.467-470, 2006.

HOLMBERG, H. Influence of grain angle on Brinell hardness. Holz als Roh-und Werkstoff, v.58, p.91-95, 2000.

REALIZAÇÃO



APOIO



ORGANIZAÇÃO





## III CBCTEM

Congresso Brasileiro de Ciência  
e Tecnologia da Madeira  
Florianópolis - 2017

MOTTA, J. P.; ALVES R. C.; OLIVEIRA J. T. S. Influência do teor de umidade nas propriedades de adesão da madeira de *Corymbia citriodora*. XIII Encontro Latino Americano de Iniciação Científica e IX Encontro Latino Americano de Pós-Graduação – Universidade do Vale do Paraíba, 2012.

REVISTA ARVORE. Análise química. Viçosa –MG, v. 24, n. 1, p. 117. 2000.

SEVERO, E. T. D.; CALONEGO. F. W.; SANSIGOLO. C. A. Composição química da madeira de Eucalipto *Citriodora* em função das direções estruturais. Botucatu – SP. 2006.

TARGA, L. A.; BALLARIN, A. W.; BIAGGIONI, M. A. M. Avaliação do módulo de elasticidade da madeira com uso de método não destrutivo de vibração transversal. Jaboticabal, v.25, n.2, Mai/Ago. 2005. ISSN 0100-6916.



REALIZAÇÃO



APOIO



ORGANIZAÇÃO

