



# III CBCTEM

Congresso Brasileiro de Ciência  
e Tecnologia da Madeira  
Florianópolis - 2017

## **EFEITO DA MODIFICAÇÃO TÉRMICA NA COR, PERDA DE MASSA E RESISTÊNCIA A COMPRESSÃO DE *Alexa grandiflora ducke***

Jessica Ferreira<sup>1</sup>

Milca Aires Ferreira<sup>2</sup>

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

Bruno Monteiro Balboni<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Engenharia Florestal / IBEF - Instituto de Biodiversidade e Floresta / UFOPA - UNIVERSIDADE FEDERAL DO OESTE DO PARÁ

<sup>2</sup> Instituto de Biodiversidade e Floresta / Universidade Federal do Oeste do Pará

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



## III CBCTEM

Congresso Brasileiro de Ciência  
e Tecnologia da Madeira  
Florianópolis - 2017

### EFEITO DA MODIFICAÇÃO TÉRMICA NA COR, PERDA DE MASSA E RESISTÊNCIA A COMPRESSÃO DE *Alexa grandiflora* Ducke

**Resumo:** Algumas espécies amazônicas em função de sua coloração clara acabam sendo associados à baixa durabilidade e menor beleza estética. Visto que essas características são indesejáveis, faz-se necessário o uso de tecnologias sustentáveis que as modifiquem. Neste contexto, insere-se a termorreificação, que é um processo aplicado para aumentar a durabilidade natural e melhorar o aspecto de madeiras de menor valor econômico através da temperatura. Assim, objetivou-se avaliar o efeito do tratamento térmico na cor, perda de massa e resistência mecânica da madeira de *Alexa grandiflora* Ducke. As amostras foram submetidas a tratamento térmico em estufa por meio de irradiação e presença de oxigênio, a diferentes temperaturas durante 6 horas. A alteração na cor da madeira ( $\Delta E$ ) foi determinada por meio da norma ASTM D 2244/2009 (ASTM, 2009). A resistência à compressão paralela às fibras foi determinada de acordo com a Norma ASTM D-143. Os dados foram analisados com o auxílio do software R. O tratamento de 200 ° teve maior perda de massa quando comparado ao tratamento de 180 °C. A variação total da cor elevou-se nos tratamentos, sendo o tratamento de maior temperatura obteve maior alteração. Não houve diferenças significativas na resistência mecânica da madeira, tanto quando comparados os tratamentos com a testemunha, quanto comparando os tratamentos entre si. O tratamento térmico não alterou essa propriedade do material para essa determinada espécie.

**Palavras-chave:** tratamento térmico, colorimetria, resistência mecânica.

### EFFECT OF THERMAL MODIFICATION IN COLOR, LOSS OF MASS AND MECHANICAL RESISTANCE OF *Alexa grandiflora* ducke

**Abstract:** Some Amazonian species due to their light coloring end up being associated with low durability and esthetic beauty. In order to modify these undesirable characteristics by means of sustainable technologies, the thermal treatment that is a process used to increase the natural durability and to improve the appearance of wood of less economic value, was aimed to evaluate the effect of the heat treatment on the color, loss of mass and mechanical strength of *Alexa grandiflora* Ducke wood. The samples were submitted to heat treatment in electric furnace by means of irradiation and presence of oxygen, at different temperatures for 6 hours. The change in wood color ( $\Delta E$ ) was determined by ASTM D 2244/2009 (ASTM, 2009). The compressive strength parallel to the fibers was determined according to ASTM D-143. The treatment of 200 ° had greater mass loss when compared to the treatment of 180 °C. The total color variation increased in the treatments, being the treatment of higher temperature obtained a greater alteration. There were no significant differences in the mechanical strength of the wood, both when comparing the treatments with the control and comparing the treatments with each other. The heat treatment did not change this property of the material for that particular species.

**Keywords:** Heat treatment, colorimetry, mechanical resistance.

## 1. INTRODUÇÃO

REALIZAÇÃO



APOIO



ORGANIZAÇÃO





## III CBCTEM

Congresso Brasileiro de Ciência  
e Tecnologia da Madeira  
Florianópolis - 2017

As espécies tropicais de maior valor econômico apresentam excelentes características organolépticas como cor e figura, garantindo lugar no mercado, principalmente com fins estéticos (MOURA e BRITO, 2011). Segundo Janin et al. (2001), quando se leva em consideração fins decorativos da madeira, a cor torna-se um critério importante no momento da compra, desempenhando um papel fundamental no estabelecimento de preços da madeira serrada e na comercialização de seus produtos, tais como móveis e laminado decorativos.

As propriedades colorimétricas de madeiras das florestas tropicais são cobiçadas para a fabricação de móveis, contudo, a exploração não sustentável destas florestas e a grande preferência por um pequeno grupo de madeiras provocam o aumento do preço das espécies mais tradicionais ou até deixando-as inexistentes no mercado, fomentando um desequilíbrio entre oferta e procura (ZANUNCIO et al., 2014). Muitas espécies amazônicas tem potencial para serem inseridas no mercado madeireiro, entretanto, em função de sua coloração mais clara acabam sendo associados à baixa durabilidade e menor beleza estética. Dessa forma, a busca por alternativas que modifiquem e melhorem algumas propriedades da madeira, como características físicas, biológicas e superficiais (CONTE, 2015).

No sentido de modificar estas características indesejáveis por meio de tecnologias sustentáveis, surgiu o tratamento térmico que é um processo empregado para aumentar a durabilidade natural e melhorar a aparência de madeiras de menor valor econômico, alterando também as características físicas da madeira (MOURA et al., 2012). Após o tratamento a temperaturas superiores a 150°C, ocorrem alterações nos componentes químicos da madeira termo tratada (principalmente lignina e hemicelulose), tornando-a menos higroscópica (SHI et al., 2007).

O material modificado termicamente é obtido a partir do princípio de termodegradação de seus constituintes na ausência ou deficiência de oxigênio, e pode ser definida também como produto de uma pirólise controlada, interrompida antes de atingir as reações exotérmicas, onde se inicia a combustão espontânea da madeira, a partir aproximadamente da temperatura de 280°C (QUIRINO, 2004). Ao final, tem-se um produto sólido com características que diferem da madeira que o originou (BRITO et al., 2006).

Na Europa, este tratamento é utilizado para o escurecimento de madeiras claras de menor valor comercial, tornando-as visualmente mais próximas das madeiras tropicais. (LOPES et al., 2014). O mesmo autor afirma que no Sul do Brasil o tratamento é utilizado para melhorar determinadas propriedades tecnológicas da madeira, visando aumentar a comercialização de espécies que, apesar de terem boas propriedades, são menos procuradas devido à sua baixa atratividade estética.

Borges e Quirino (2004) reiteram que no Brasil a modificação térmica é pouco pesquisada, apesar de suas vantagens comprovadas em espécies da Europa, onde este tratamento é bastante utilizado. Cristina et al. (2012) dizem que esta alternativa de tratamento térmico é vantajosa em relação a outras formas de tratar a madeira, por não envolver compostos químicos e ter baixo custo.

Apesar das melhorias em algumas propriedades, alguns autores indicaram que os tratamentos térmicos conferem também à madeira uma diminuição da resistência mecânica e rigidez quando realizados em condições severas de temperatura e tempo, podendo comprometer a aplicação do material para fins estruturais (GARCIA et al., 2012).

Santana et al. (2012), classificaram a melancieira (*Alexa grandiflora* Ducke) como madeira branca de menor valor comercial, porém com ampla utilização na produção de laminados. Os mesmos autores relatam que a indústria de madeira serrada passou a substituir madeiras de categoria nobres e vermelhas por algumas madeiras

REALIZAÇÃO



APOIO



ORGANIZAÇÃO





# III CBCTEM

Congresso Brasileiro de Ciência  
e Tecnologia da Madeira  
Florianópolis - 2017

classificadas como branca, em função destas espécies serem o segundo grupo com maior volume extraído em áreas manejadas, entretanto, com valor econômico inferior ao preço que se paga por madeiras nobres extraídas ilegalmente de áreas não manejadas em virtude de suas propriedades tecnológicas, o que poderia ser modificado via tratamento térmico.

Nesse contexto, objetivou-se avaliar o efeito do tratamento térmico na cor, perda de massa e resistência mecânica da madeira de *Alexa grandiflora* Ducke.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### Procedência do Material

O material foi coletado na Floresta Nacional do Tapajós, a altura do km 67. A espécie *Alexa grandiflora* Ducke foi selecionada, por meio de critérios como dominância e frequência, com o objetivo de reduzir a pressão de espécies amplamente comercializadas que possuem características semelhantes, através da inserção dessa espécie no comércio madeireiro da região.

### Amostragem

Foram selecionadas quatro árvores de pontos aleatórios da floresta, destas foram retiradas toras de dois metros a partir do solo. Em seguida das toras foram retirados pranchões centrais. Para obtenção das amostras, os pranchões foram levados a uma serraria, onde foram retirados sarrafos de 1,30 m para posteriormente chegarem à dimensão final segundo a norma.

Os corpos de prova foram levados para aclimação em ambiente com temperatura de  $\pm 20$  °C e umidade próxima a 60% até que alcançassem estabilização higroscópica a  $\pm 12\%$  de umidade. Em seguida, foram submetidos à secagem em estufa a 60 °C até massa constante (0% de umidade).

As amostras foram submetidas a tratamento térmico em estufa por meio de irradiação e presença de oxigênio, a diferentes temperaturas durante 6 horas. Foram adotados três tratamentos, cada um com 12 repetições, conforme a Tabela 1.

Tabela 1: Tratamentos utilizados para termorretificação.

Tratamentos	Temperatura	Tempo
T0	-	-
T1	180°	6 hrs
T2	200°	6hrs

Após o tratamento térmico, as amostras foram pesadas e armazenadas em dessecador para evitar ganho de umidade. O volume foi obtido por meio estequiométrico antes e depois do tratamento térmico.

### Perda de massa

Foram aferidos os valores de massa antes e após o tratamento térmico, para determinação da perda de massa em função do tratamento, conforme Equação (1).

$$perda = \frac{m_{pré} - m_{pós}}{m_{pré}} * 100 \quad (1)$$

REALIZAÇÃO



APOIO



ORGANIZAÇÃO







# III CBCTEM

Congresso Brasileiro de Ciência  
e Tecnologia da Madeira  
Florianópolis - 2017

Onde:

Perda: perda de massa (%);

$m_{\text{pré}}$ : massa antes do tratamento térmico (g);

$m_{\text{pós}}$ : massa após tratamento térmico (g).

## Propriedade colorimétrica da madeira

Foram realizados pré-testes para a escolha da metodologia que não viesse a interferir nas análises.

Para a análise 3 amostras de cada tratamento foram sorteadas e escaneadas em scanner modelo WinScan2pdf com resolução de 1200 bpi, antes e depois do tratamento térmico. As imagens foram importadas para o programa Corel Draw 7 ® para determinação das cores, onde cada cor foi selecionada a partir de quatro pontos das imagens do corpo de prova.

Os parâmetros de colorimetria para avaliação foram baseados no sistema CIELab. O parâmetro  $L^*$  indica luminosidade ou claridade;  $a^*$  indica posição da cor sobre o eixo verde-vermelho;  $b^*$ , a posição da cor sobre o eixo azul-amarelo. A alteração na cor da madeira ( $\Delta E$ ) foi determinada por meio da Equação (2), acordo com a norma ASTM D 2244/2009 (ASTM, 2009).

$$\Delta E^* = \sqrt{\Delta L^{*2} + \Delta a^{*2} + \Delta b^{*2}} \quad (2)$$

na qual:  $\Delta L$ = variação do parâmetro  $L^*$  entre as amostras testemunha e tratadas;  $\Delta a$ = variação do parâmetro  $a^*$  entre as amostras testemunha e tratadas;  $\Delta b$ = variação do parâmetro  $b^*$  entre as amostras testemunha e tratadas;  $\Delta E$ = variação da cor.

A Tabela 2 foi utilizada para verificar a variação total da cor ( $\Delta E$ ) em cada tratamento. Esta é fundamentada em níveis de percepção e faz uma classificação da variação total da cor ( $\Delta E$ ) de madeiras.

Para caracterizar a cor depois de realizados os tratamentos térmicos, foram obtidas as médias das variáveis  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  das 3 amostras sorteadas, e a partir delas foi feita uma média única para representar a sua totalidade no tratamento como mostra na Tabela 3, e comparadas com o quadro da de grupo de cores de estudo de Camargos e Gonzalez (2001) representado pela Figura 1, onde os grupos de cores foram obtidos por meio do agrupamento de Cluster usando as variáveis cromáticas  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  e  $h$ . Porém, para este experimento considerou-se apenas as variáveis fornecidas pelo Corel Draw 7 ®:  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ .

Tabela 2: Classificação de variação total da cor ( $\Delta E$ ) de madeiras.

Varição da cor ( $\Delta E^*$ )	Classificação
0,0 - 0,5	Desprezível
0,6 - 1,5	Ligeiramente perceptível
1,6 - 3,0	Notável

REALIZAÇÃO



APOIO



ORGANIZAÇÃO





# III CBCTEM

Congresso Brasileiro de Ciência  
e Tecnologia da Madeira  
Florianópolis - 2017

3,1 - 6,0

Apreciável

6,1 - 12,0

Muito apreciável

GRUPO CLUSTER	COR	INTERVALOS DAS VARIÁVEIS CROMÁTICAS				
		L	a*	b*	C	h
01	Amarelo-oliva	64-64	06-06	46-46	47-47	82-82
02	Branco	69-80	04-08	19-27	21-28	71-79
03	Marrom-escuro	38-51	06-11	10-16	12-19	50-61
04	Rosa	55-68	11-27	18-27	23-30	53-64
05	Amarelo-claro	65-76	07-11	26-37	28-38	71-77
06	Roxo	36-39	12-07	03-07	12-16	14-29
07	Preto-avermelhado	28-35	04-08	03-06	05-10	35-44
08	Marrom-arroxeadado	29-44	08-11	08-12	11-16	34-52
09	Oliva	40-55	05-10	12-22	13-24	60-71
10	Oliva-claro	70-73	01-04	22-26	22-27	81-87
11	Branco-acinzentado	74-86	03-06	16-25	17-26	74-83
12	Marrom-escuro	35-51	11-16	13-18	17-23	43-55
13	Marrom-oliva	48-71	09-13	22-30	25-32	64-72
14	Preto	26-36	01-06	02-08	03-09	49-64
15	Vermelho-escuro	35-38	17-21	13-15	21-26	33-38
16	Cinza-rosado	61-76	04-08	13-20	14-21	67-76
17	Vermelho	37-52	17-24	16-23	24-31	39-52
18	Oliva-amarelado	51-69	06-09	20-27	21-28	69-76
19	Laranja-amarelado	53-54	24-27	34-38	42-46	54-55
20	Amarelo-alaranjado	49-66	12-19	31-36	33-40	61-67
21	Marrom-claro	45-61	10-13	16-25	19-28	54-66
22	Rosa-acinzentado	55-71	07-11	14-22	16-25	59-68
23	Amarelo-amarronzado	45-61	12-19	23-30	27-34	52-65
24	Amarelo	73-76	04-07	38-42	39-42	81-84
25	Marrom-avermelhado	39-57	13-17	18-23	23-29	50-58

Figura 1: Quadro de classificação de cores proposto por Camargo & Gonzalez (2001).

## Ensaio Mecânico

A resistência à compressão paralela às fibras foi determinada por meio de ensaios destrutivos na máquina de ensaios universal EMIC modelo DL 300 KN, de acordo com a Norma ASTM D-143 antes e após o tratamento térmico. Todos os ensaios inerentes a este estudo foram realizados no Laboratório de Tecnologia da Madeira da Universidade Federal do Oeste do Pará – LTM/UFOPA.

## Análise Estatística

Tendo os dados atendidos às prerrogativas para a análise paramétrica foi aplicada Análise de Variância e o teste Tukey para comparação de médias ao nível de 95% de probabilidade. Nos casos onde os dados não atenderam as prerrogativas foi utilizado o teste de Wilcoxon ao mesmo nível de probabilidade. Os dados foram analisados com o auxílio do pacote agricolae no software R. (R Core Team, 2015)

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O tratamento T2 teve maior perda de massa quando comparado ao tratamento T1 com diferença significativa de acordo com o teste de Wilcoxon (valor  $p=0,00014$ ) 95% de probabilidade, os valores médios estão demonstrados na Tabela 3.

Tabela 3: Valores médios da perda de massa após a termorretificação.

Treatamento	Temperatura (°C)	Perda de Massa (%)
-------------	------------------	--------------------

REALIZAÇÃO



APOIO



ORGANIZAÇÃO





## III CBCTEM

Congresso Brasileiro de Ciência  
e Tecnologia da Madeira  
Florianópolis - 2017

T1	180	10,08 (6,38)
T2	200	13,25 (0,46)

Poubel et al. (2013) afirma que a perda de massa ocorre, principalmente, pela perda de água presente nas paredes celulares da madeira e pela perda de substâncias voláteis, entretanto, de acordo com Esteves et al. (2007) essa perda também pode ser explicada pela degradação das hemiceluloses, as quais são os componentes estruturais mais afetados pelo calor e os mais susceptíveis à degradação térmica. Essa degradação é irreversível e vem associada à degradação dos grupos hidroxílicos acessíveis.

A média do tratamento T1 encontrada no estudo está de acordo com os valores encontrados por Anjos (2014) para espécies amazônicas pau-roxo (*Peltogyne subsessilis* W.A. Rodrigues) e cupiúba (*Goupia glabra* Aubl.), apresentando valores médios iguais a 9,57 e 9,88% respectivamente.

Não foram encontrados estudos que demonstrem valores médios de perda de massa semelhantes ao encontrado neste estudo para o T2, no entanto, Brito et al. (2006) observaram aumento da perda de massa com a elevação da temperatura, sendo que as diferenças entre alguns tratamentos se mostraram significativas.

### Propriedades colorimétricas da madeira

Após a termoretificação houve uma evidente alteração na cor das amostras. Ressaltando que o trabalho propõe agregar valor estético à melancieira escurecendo sua cor natural, sem prejudicar, ou o mínimo possível, suas propriedades mecânicas.

Com o auxílio do recurso de cores do Corel Draw 7®, CIELAB e o quadro de classificação de cores proposto por Camargo e Gonzalez (2001) destacado na Figura 1, foi possível caracterizar a cor obtida após os tratamentos.

Na tabela 4 as cores são caracterizadas a partir das médias únicas obtidas, e classificadas segundo o quadro da Figura 1. É possível observar que os dois tratamentos diferenciam-se da testemunha, ou seja, as temperaturas utilizadas em ambos contribuíram de forma significativa para a modificação da cor da madeira. Além disso, as variáveis obtidas através do recurso de cores Corew Draw 7® com o auxílio do scanner ficaram entre as variáveis do quadro proposto por Camargo e Gonzalez (2001), mostrando-se ser uma opção eficiente para este tipo de análise.

A partir da Figura 2 é possível observar que o  $\Delta E$  elevou-se nos tratamentos, sendo que o T2 (200° 6h) obteve maior alteração, 38,68. Para tanto, o primeiro tratamento (T1 180° 6h), apesar de ter tido  $\Delta E$  menor que o segundo, 27,22, demonstra também ser eficiente para o escurecimento da madeira posicionando-se acima da classificação da Tabela 2 “Muito apreciável”, que tem a variação de variação de 6,1 - 12,0.

Tabela 4: Caracterização da cor a partir das médias únicas dos tratamentos 1 e 2 expostas na Tabela 2 e das médias das variáveis L\*, a\*, b\* da testemunha, baseada no quadro de classificação de cores proposto por Camargo & Gonzalez (2001) apresentado na Figura 1.

Trat	L*	a*	b*	Grupo	Cor
------	----	----	----	-------	-----

REALIZAÇÃO



APOIO



ORGANIZAÇÃO





## III CBCTEM

Congresso Brasileiro de Ciência  
e Tecnologia da Madeira  
Florianópolis - 2017

T0	79	8	22	2	Branco
T1	52	10	16	12 e 21	Marron- escuro/claro
T2	42	9	11	03 e 08	Marron-escuro/arroxeadado

### Variação de cor após os tratamentos

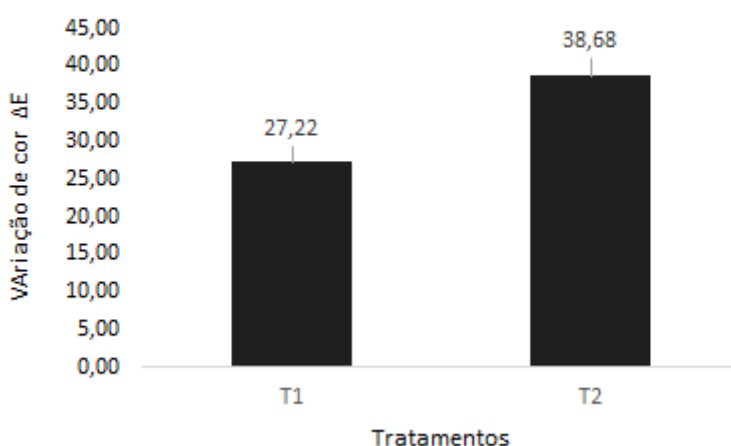


Figura 2: Variação da cor após os tratamentos comparadas com a classificação de variação total da cor ( $\Delta E$ ) de madeiras.

Podemos visualizar que tanto os valores do tratamento T1 quanto o T2 se posicionam acima da classificação denominada “Muito Apreciável” (6,1-12,0) apresentada na Tabela 2.

### Compressão Paralela

A resistência mecânica obtida por meio do ensaio de compressão paralela às fibras da madeira de *Alexa grandiflora* Ducke dos três tratamentos pode ser observada na Tabela 5.

Tabela 5: Valores médios de resistência à compressão paralela às fibras.

Tratamentos	Média (MPa)	Desvio Padrão(MPa)
T0	64,13 a	9,89
T1	65,06 a	9,74
T2	65,05 a	9,33

\*Valores seguidos por letras iguais não diferem estatisticamente

Por meio do teste Tukey (valor  $p=0,965$ ) foi possível comprovar que não houve diferenças significativas na resistência mecânica da madeira, tanto quando

REALIZAÇÃO



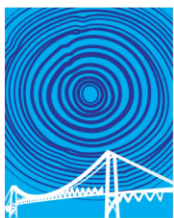
APOIO



ORGANIZAÇÃO







## III CBCTEM

Congresso Brasileiro de Ciência  
e Tecnologia da Madeira  
Florianópolis - 2017

comparados os tratamentos com a testemunha, quanto comparando os tratamentos entre si, ou seja, o tratamento térmico não alterou essa propriedade do material para essa determinada espécie.

Mota et al. (2013) demonstrou que os tratamentos térmicos não alteraram significativamente estas propriedades de resistência da madeira, afirma ainda que a utilização do tratamento térmico, a 140°C, elevou levemente a resistência da madeira.

No entanto, nos trabalhos realizados por Brito et al. (2006), Esteves et al. (2014), Jiang et al. (2014), demonstraram em seus estudos que o Módulo de Ruptura foi reduzido à medida que a temperatura era elevada. Essa diferença no efeito do tratamento térmico para a resistência mecânica pode ser atribuída a variação dos caracteres anatômicos entre as espécies e diferenças de temperatura, ou seja, temperaturas menores. Calonego (2009) descreve o tratamento térmico como sendo um fenômeno químico que ocasiona a degradação de alguns constituintes químicos fundamentais da estrutura anatômica da madeira.

O Módulo de Ruptura foi negativamente correlacionada com a temperatura máxima de tratamento térmico em um estudo realizado por Moura et al. (2012) entre todas as espécies investigadas, a correlação somente foi significativa para a espécie *Eucalyptus grandis* ( $r = -0,56$ ), as temperaturas máximas testadas não foram suficientes para alterar significativamente a resistência mecânica.

#### 4. CONCLUSÕES

O aumento da temperatura alterou significativamente a cor da madeira o que pode agregar valor à espécie no mercado madeireiro. O método escolhido mostrou potencial para o tipo de análise.

A temperatura se comportou de forma diretamente proporcional à perda de massa da madeira de *Alexa grandiflora*.

As diferentes temperaturas utilizadas para a termorretificação proporcionaram à madeira melhor aspecto no que se refere à estética do material.

A resistência à compressão paralela às fibras da espécie estudada não foi influenciada pelo processo de termorretificação, ou seja, não houve redução na resistência.

#### 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. Standard methods of testing small clear specimens of timber. ASTM D-143. Annual book of A.S.T.M. Standards, v.04. 10, p.24-65, 1994.

American Society for Testing Materials – ASTM. ASTM D2395: standard test methods for specify gravity for wood and wood-based materials. Pennsylvania; 2007.

BORGES L. M.; QUIRINO, W. F. Higroscopicidade da madeira de *Pinus caribaea var. hondurensis* tratado termicamente. Biomassa & Energia, v.1, n.2, p.173-182, 2004.

BRITO, J., GARCIA, J., & JÚNIOR, G. The density and shrinkage behavior of *Eucalyptus grandis* wood submitted to different temperatures of thermo retification. Cerne, p. 182–188, 2006. Disponível em: <<http://agris.fao.org/agris-search/search.do?f=2012/DJ/DJ2012036200055.xml;DJ2012036209>>.

CALONEGO, F. W. Efeito da termorretificação nas propriedades físicas, mecânicas e na resistência a fungos deterioradores da madeira de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maide, 2009.

REALIZAÇÃO



APOIO



ORGANIZAÇÃO





## III CBCTEM

Congresso Brasileiro de Ciência  
e Tecnologia da Madeira  
Florianópolis - 2017

CAMARGOS J. A. A.; GONÇALVES J. C. A colorimetria aplicada como instrumento na elaboração de uma tabela de cores de madeira. *Brasil Florestal*, n.71, 2001.

CONTE, B. Propriedades tecnológicas de madeiras do gênero *Eucalyptus* submetida a termorreificação em óleo vegetal. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2015.

CRISTINA, K; MOLINA, JULIO CESAR. Efeito da termorreificação nas propriedades de resistência e de rigidez da madeira *Eucalypto citriodora*, p. 53-68, 2012.

DE MOURA, L. F., BRITO, J. O. e JÚNIOR, G. B. Efeitos da termorreificação na perda de massa e propriedades mecânicas de *eucalyptus grandis* e *pinus caribaea* var. *hondurensis* *Floresta*, n. 42, v. 2, p. 305–314, 2012.

ESTEVEES, B., MARQUES, A. V., DOMINGOS, I., & PEREIRA, H. Influence of steam heating on the properties of pine (*Pinus pinaster*) and eucalypt (*Eucalyptus globulus*) wood. *Wood Science and Technology*, n. 41, v. 3, p. 193, 2007.

ESTEVEES, B., NUNES, L., DOMINGOS, I., & PEREIRA, H.. Comparison between heat treated sapwood and heartwood from *Pinus pinaster*. *European Journal of Wood and Wood Products*, n. 72, v. 1, p. 53-60, 2014.

GARCIA RA, CARVALHO AM, LATORRACA JVF, MATOS JM, SANTOS VA, SILVA RFM. Nondestructive evaluation of heat-treated *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden wood using stress wave method. *Wood Science and Technology*; n. 46, v. 3, p. 41-52, 2012. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1007/s00226-010-0387-6>>.

JANIN, GÉRARD et al. Aesthetics appreciation of wood colour and patterns by colorimetry: part 1. Colorimetry theory for the cielab system. *Maderas, Cienc. tecnol., Concepción*, n. 1-2, v. 3, p. 03-13, 2001. Disponível em: <[http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0718221X2001000100001&lng=es&nrm=iso](http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718221X2001000100001&lng=es&nrm=iso)>. Acesso em: 29 abr. 2017.

JIANG, J., LU, J., ZHOU, Y., HUANG, R., ZHAO, Y., & JIANG, J. Optimization of processing variables during heat treatment of oak (*Quercus mongolica*) wood. *Wood science and technology*, n. 48, v. 2, p. 253-267, 2014.

LOPES, J. O.; GARCIA, R. A.; NASCIMENTO, A. M. DO.; FIGUEIREDO LATORRACA, J. V. DE. Uniformização da cor da madeira jovem de Teca pela termorreificação. *Revista Árvore*, Viçosa-MG, n. 3, v.38, p. 561-568, 2014.

MOTTA, J. P., ALVES, R. C., & PAES, J. B. Efeito do tratamento térmico na resistência à flexão estática da madeira de *Tectona grandis* Lf. *CONSTRUINDO*, 5(02), 2013.

MOURA, L.F; BRITO, J.O. Efeito da termorreificação sobre as propriedades colorimétricas das madeiras de *Eucalyptus grandis* e *Pinus caribaea* var. *hondurensis*. *Scientia Forestalis*, Piracicaba, n. 89, v. 39, p. 069-076, 2011.

R CORE TEAM. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, 2015.

REALIZAÇÃO



APOIO



ORGANIZAÇÃO





## III CBCTEM

Congresso Brasileiro de Ciência  
e Tecnologia da Madeira  
Florianópolis - 2017

SANTANA, A.C. et al. O valor econômico da extração manejada de madeira no baixo amazonas, Estado do Pará. Revista Árvore, Viçosa-MG, v.36, n.3, p.527-536, 2012.

SHI, J. L.; KOCAEFE, D.; ZHANG, J. Mechanical behaviour of Québec wood species heat-treated using Thermo Wood process. Wood Science and Technology, Berlin, n. 65, p. 255-259, 2007.

ZANUNCIO, A. J. V., FARIAS, E. D. S., & SILVEIRA, T. A. Termorreificação e Colorimetria da Madeira de Eucalyptus grandis. Floresta e Ambiente, n. 21, v. 1, p. 85-90, 2014.



REALIZAÇÃO



APOIO



ORGANIZAÇÃO

