**COMPONENTES QUÍMICOS E COLORIMÉTRIA DA MADEIRA DE *Eucalyptus grandis* TERMORRETIFICADA**

RESUMO-A termorretificação visa melhorar as características da madeira por meio da aplicação de calor de forma a agregar valor ao produto. Assim, o objetivo deste estudo foi avaliar o efeito da temperatura final e da duração do tratamento nas alterações químicas e colorimétricas da madeira termorretificada de *Eucalyptus grandis.* As amostras foram submetida à tratamentos com 170°C, 200°C e 230oC durante três, cinco e sete horas de exposição. Os teores de extrativos, lignina, holocelulose, composição elementar e os parâmetros colorimétricos foram determinados após as termorretificações. Os teores de extrativos aumentaram nos tratamentos a 170°C e diminuiram a partir de 200°C. O teor de lignina total aumentou e o de holocelulose diminuiu a partir de 200°C. O teor de carbono aumentou enquanto o de oxigênio diminuiu quando a madeira foi submetida a 230°C durante cinco e sete horas. A termorretificação reduziu a claridade, matriz vermelho (a\*) e matriz amarelo (b\*) da madeira de *Eucalyptus grandis* em todos os tratamentos avaliados.

Palavras chave: Claridade; Extrativos; Lignina; Tratamento térmico.

**CHEMICAL AND COLOR CHANCES IN *Eucalyptus grandis* WOOD HEAT TREATED**

ABSTRACT-The heat treatment improves the features and adds value to the wood. This work aimed to evaluate the chemical and colorimetric changes in *Eucalyptus grandis* wood heat treated at 170, 200 and 230°C for three, five and seven hours. The content of extractives, lignin, holocellulose, elemental composition and colorimetric parameters were determined. The extractives content increased in treatments at 170°C and decreased from 200°C. Total lignin increased and holocellulose decreased from 200°C. The carbon content increased and oxygen content decreased at 230°C for five and seven hours. The heat treatment reduced lightness (L), a\* coordinate (green-red coordinate) and b\* coordinate (blue-yellow coordinate) of *Eucalyptus grandis* wood in all treatments.

**Keywords:** Lightness; Extractives; Lignin; Heat treatment.

1. **INTRODUÇÃO**

A área plantada com florestas de rápido crescimento no Brasil atingiu 6,5 milhões de hectares, com 74,8% de espécies do gênero *Eucalyptus* (ABRAF, 2012). A madeira de *Eucalyptus* apresenta caráter higroscópico, suscetibilidade a agentes degradadores e coloração clara, o que limita o seu uso (CAIXETA et al., 2003; OLIVEIRA et al., 2003; PELOZZI et al., 2012; FURTADO et al 2012; CARNEIRO et al., 2013; ABRUZZI et al., 2012; LIMA et al., 2013) e torna necessária a aplicação de tratamentos adicionais, como a termorretificação, vaporização e acetilação, entre outras técnicas.

O calor é um dos métodos mais difundidos para tratamento da madeira com temperatura variável conforme a finalidade do tratamento. De acordo com Schaffer (1973), a água da madeira é removida entre a temperatura ambiente e 100°C, em temperaturas mais elevadas, as hemiceluloses são os primeiros constituintes da parede celular a se degradarem, seguidos pela celulose e por fim a lignina.

A termorretificação consiste na aplicação de calor entre 160 e 230°C, dependendo das características do produto desejado e da resistência da madeira (Kollmann e Côté 1968; ESTEVES et al., 2009). Este tratamento degrada as hemiceluloses, destruindo monômeros como arabinose, manose, galactose e xilose (BRITO et al., 2008; SEVERO et al.; 2012; BROSSE et al.; 2010), com liberação de extrativos como o acido acético, furfural e mono, sesqui e diterpenos (ESTEVES et al. 2011). No entanto, as ligninas e celulose são menos afetadas nessas temperaturas (YILDIZ et al., 2006; TUMEN et al., 2010).

As alterações químicas decorrentes da termorretificação melhoram a estabilidade dimensional, comportamento higroscópico e resistência biológica da madeira (KORKUT, 2012; ALMEIDA et al., 2009;RATNASINGAM e IORAS, 2011; BAL e BEKTAŞ, 2012). Contudo, alguns estudos indicam que os tratamentos térmicos podem reduzir as propriedades mecânicas das madeiras (SHI et al., 2007; GARCIA et al., 2012; DUNDAR et al., 2012; CADEMARTORI et al., 2012).

 Além disso, o processo de termorretificação altera a cor da madeira, um atributo importante do ponto de vista comercial. A degradação das hemiceluloses escurece a madeira termorretificada (ESTEVES et al., 2008) e reações químicas dos extrativos durante este processo podem alterar as matrizes vermelho e amarelo (MOURA e BRITO, 2011).

Assim, o objetivo deste estudo foi avaliar o efeito da temperatura e da duração dos tratamentos nas proporções dos componentes químicas e nos parâmetros colorimétricos na madeira de *Eucalyptus grandis*submetidas a termorretificação.

1. **MATERIAL E MÉTODOS**

Três árvores de *Eucalyptus grandis* com 15 anos de idade foram utilizadas, por ser esta espécie ser uma das mais empregadas no Brasil e estar na idade recomendada para uso como madeira serrada. As árvores foram desdobradas e secas ao livre até atingirem a umidade de equilíbrio (~14%). As amostras foram retiradas de diferentes posições radiais e longitudinais e trituradas em moinho Willey e classificadas. A fração retida entre as peneiras de 40 e 60 mesh foi termorretificada a 170, 200 e 230oC com pressão atmosférica e presença de ar durante três, cinco e sete horas.

O teor de extrativos totais da madeira de *Eucalyptus grandis* foi determinado de acordo com os procedimentos definidos pela norma TAPPI 204 om- 88; o de lignina insolúvel pelo método Klason modificado, conforme descrito em Gomide e Demuner (1986); o de lignina solúvel em ácido a partir do filtrado resultante da análise da lignina Klason pela leitura em espectrofotômetro (GOLDSCHIMID, 1971) e o de lignina total pela soma da lignina residual com a solúvel em ácido. A holocelulose foi determinada subtraindo os teores de lignina e extrativos de 100.

Os teores de carbono, hidrogênio e nitrogênio, em relação à massa seca de madeira, foram quantificados com um analisador universal da marca Elementar (modelo Vario MicroCube). O teor de oxigênio foi obtido pela subtração dos teores de carbono, hidrogênio e nitrogênio de 100.

As coordenadas cromáticas claridade (L), coordenada vermelho-verde ou matiz vermelho (a\*) e a co­ordenada azul-amarelo ou matiz amarelo (b\*) foram determinados de acordo com o sistema CIELab (Comissão Internacional de Iluminantes) e obtidas por meio de um espectrofotômetro Konica Minolta CM-2500D.

Os tratamentos foram submetidos ao delineamento inteiramente casualizado e o contraste entre as médias foi determinado pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

1. **RESULTADOS**
	1. **Variação química da madeira devido ao tratamento**

O teor de extrativos aumentou, em média, de 5,07% à 170°C para 8,41% à 230°C; a lignina insolúvel aumentou de 25,9% à 170°C para 32,0% à 230°C, enquanto o teor de holocelulose diminuiu de 65,5% á 170°C para 55,25% à 230°C (Tabela 1). A variação na proporção dos componentes químicos da madeira em função da temperatura final foi linear. O teor de lignina solúvel e total aumentou com a temperatura, em detrimento da holocelulose, mas o de lignina solúvel permaneceu inalterada.

Entra tabela 1

 O teor de carbono aumentou enquanto o teor de oxigênio diminuiu a partir do tratamento à 230 °C durante cinco horas. O hidrogênio foi mais sensível à temperatura e o teor desse elemento diminuiu a partir do tratamento à 200°C durante sete horas. O teor de nitrogênio da madeira não variou em função da temperatura nem da duração do tratamento (Tabela 2).

Entra tabela 2

* 1. **Variação na cor da madeira devido ao tratamento**

Os valores para a claridade e matriz amarelo (b\*) foram maiores na testemunha, enquanto a matriz vermelho aumentou nos tratamentos a 170°C e diminuiu em temperaturas maiores (Tabela 3).

Entra tabela 3

1. **DISCUSSÃO**
	1. **Variação química da madeira devido ao tratamento**

A redução no teor de extrativos a 170°C deve-se a volatilização dos extrativos polares, que são maioria nas folhosas e se decompõem em faixas de temperatura entre 130 e 250°C (MÉSZÉROS et al., 2007; MIRANDA e PEREIRA 2002; MORAIS e PEREIRA, 2012). A degradação das hemiceluloses observada neste estudo está de acordo com relatos de decomposição desse componente a partir de 200°C (MUSINGUZI et al., 2012; BARNETOA et al.; 2011). A degradação desses açúcares formam produtos solúveis em alcool/tulueno, o que aumenta o teor de extrativos totais (BRITO et al., 2008). Isto explica o aumento do teor de extrativos e a diminuição do teor de holocelulose nas temperaturas de 200 e 230°C (Tabela 1). O aumento do teor de lignina insolúvel e lignina total a partir de 200°C provavelmente se deu pela degradação dos extrativos e das hemiceluloses (ESTEVES et al., 2009; SEVERO et al., 2012), confirmando que as ligninas são mais estáveis quando submetidas à temperatura mais elevadas (YILDIZ et al., 2006; TUMEN et al., 2010).

O comportamento das madeiras investigadas neste estudo está de acordo com os resultados apresentados em estudos semelhantes realizados com outras espécies. Por exemplo, o teor de extrativos alterou de 3,23% para 4,33%; lignina de 29,18 para 30,40% e holocelulose de 67,6 para 65,27% para *Pinus elliottii* termorretificado a 200°C durante 4 horas (SEVERO et al., 2012). Brito et al. (2008) relataram alteração de 4,8 para 10,1% no teor de extrativos, 27,1 para 35,9% no teor de lignina e de 67,9 para 62,17% no teor de holocelulose.

A temperatura se mostrou mais efetiva na alteração da composição química da madeira do que a duração do tratamento. Entretanto, houve diferença do tempo de termorretificação entre os tratamentos com mesma temperatura para o teor de extrativos a 200°C, holocelulose a 230°C e lignina insolúvel e total a 200°C e 230°C.

A holocelulose é o componente mais afetado pela termorretificação (YILDIZ et al., 2006, BRITO et al., 2008). Assim, por ter muitos grupos hidroxílicos, sua degradação resulta na diminuição do teor de oxigênio. Por outro lado, a lignina, rica em carbono, é mais resistente ao processo de termorretificação, resultando em uma madeira com teor de carbono mais alto. Além disso, extrativos polares, ricos em oxigênio, se degradam em faixas de temperatura semelhantes às deste trabalho, enquanto os lipofílicos, ricos em carbono, possuem faixa de degradação de 250 a 550°C (MÉSZÉROS et al., 2007).

* 1. **Variação na cor da madeira devido ao tratamento**

A claridade reduziu de 70,14 para 31,64, mostrando perda de 54,89%. A madeira nos tratamentos a 170°C se tornou mais escura devido a volatilização dos extrativos polares (MÉSZÉROS et al., 2007; MOURA e BRITO, 2011). Por outro lado, nas temperaturas de 200°C e 230°C, a redução da claridade ocorreu devido à degradação da holocelulose. O coeficiente de correlação da claridade com o teor de extrativos e holocelulose foi, respectivamente, de -0,702 e 0,687.

A matriz vermelho apresentou tendência inversa ao teor de extrativos totais, com aumento a 170°C e diminuição com temperaturas mais elevadas, apresentando coeficiente de correlação de -0,931. O parâmetro matriz amarelo variou entre 23,59 e 8,52, com redução de 63,9%. A coloração amarela é associada a cromóforos nos extrativos e lignina (PINCELLI et al., 2012). A termorretificação transforma ou degrada estes compostos, o que reduz a matriz amarela.

A claridade a 170°C e 200°C, matriz vermelho (a\*) a 200°C e matriz amarelo (b\*) a 170 e 200°C variaram com o tempo entre tratamentos na mesma temperatura.

Os resultados apresentados neste estudo estão de acordo com aqueles apresentados em estudos semelhantes. Por exemplo, a claridade reduziu de 65,5 para 45,1, o parâmetro a\* de 12,8 para 10,5 e o parâmetro b\* de 18,9 para 17,6 após termorretificação em *Eucalyptus saligna* a 180°C (PINCELLI et al., 2012). Para *Eucalyptus grandis* a 200°C, a claridade diminuiu de 59,14 para 40,13; a variável a\* de 18,51 para 9,76 e a variável b\* de 21,74 para 14,34 (MOURA e BRITO, 2011).

A mudança de cor não é desejada durante a secagem, mas o escurecimento pelo tratamento térmico pode agregar valor à madeira. Além disso, os métodos de coloração da madeira com tintas emitem tolueno e xileno, perigosos a saúde humana e ao meio ambiente (KORKUT et al., 2012).

1. **CONCLUSÃO**

O tratamento térmico diminuiu o teor de extrativos nos tratamentos a 170°C e aumentou a 200 e 230°C. Não alterou o teor de lignina solúvel, aumentou o teor de lignina insolúvel e total, e diminuiu o teor de holocelulose a partir de 200°C. A análise elementar mostrou aumento do teor de carbono e diminuição do oxigênio após tratamento a 230°C por cinco e sete horas. A colorimetria reduziu a claridade, matriz vermelho (a\*) e matriz amarelo (b\*).

 As alterações químicas devido a termorretificação podem melhoraram as propriedade físicas e as alterações na cor ampliam suas possibilidades de mercado, fazendo com que esta técnica apresente potencial de utilização para a madeira de eucalipto.

1. **AGRADECIMENTOS**

À Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio financeiro.

1. **REFERÊNCIAS**

ABRUZZI, et. al. Relação das propriedades mecânicas e densidade de postes de madeira de eucalipto com seu estado de deterioração. **Revista Árvore**, v.36, n.6, p.1173-1181, 2012.

ALMEIDA, G.; BRITO, J.O.; PERRE, P. Changes in wood-water relationship due to heat treatment assessed on micro-samples of three *Eucalyptus* species. **Holzforschung**, v. 63, n.1, p. 80–88, 2009

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PRODUTORES DE FLORESTAS PLANTADAS- ABRAF. **Anuário estatístico da ABRAF: ano base 2011**. Brasília, 2012. 145 p.

[BAL, B.C](http://apps.webofknowledge.com.ez26.periodicos.capes.gov.br/DaisyOneClickSearch.do?product=WOS&search_mode=DaisyOneClickSearch&colName=WOS&SID=3B72c3DmBfnAdDAEGMF&author_name=Bal,%20BC&dais_id=16290548).; [BEKTAS, I](http://apps.webofknowledge.com.ez26.periodicos.capes.gov.br/OneClickSearch.do?product=WOS&search_mode=OneClickSearch&colName=WOS&SID=3B72c3DmBfnAdDAEGMF&field=AU&value=Bektas,%20I). The effects of heat treatment on physical properties of juvenile wood and mature wood of Eucalyptus grandis. **Bioresources**, v.7, n.4, p.5117-5127, 2012.

BARNETOA, A.G., VILAB, C., ARIZA, J. *Eucalyptus* kraft pulp production: Thermogravimetry monitoring. [**Thermochimica Acta**](http://www.sciencedirect.com.ez26.periodicos.capes.gov.br/science/journal/00406031), v.520, [n.2](http://www.sciencedirect.com.ez26.periodicos.capes.gov.br/science/journal/00406031/520/1), p.110–120, 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CELULOSE E PAPEL- BRACELPA-. Relatório estatístico 2011/2012. Disponível em: (<http://www.bracelpa.org.br>). 2012.

BRITO, J.O. et al. Chemical composition changes in *Eucalyptus* and *Pinus* woods submitted to heat treatment. **Bioresource Technology,** v.99 n.18, p. 8545–8548, 2008.

BROSSE, N. et al. Investigation of the chemical modifications of beech wood lignin during heat treatment. **Polymer Degradation and Stability,** v.95, n.9, p.1721-1726, 2010.

CADEMARTORI, P.H.G. et al. Modification of Static Bending Strength Properties of *Eucalyptus grandis* Heat-Treated Wood. **Materials Research**, v.15, n.6, p.922-927, 2012.

CARNEIRO, M.E. et al. Classificação de lâminas de madeira de *pinus* spp. contaminadas por fungos manchadores. **Revista Árvore**, v.3, n.2, p.369-375, 2013.

DUNDAR, T. et al. Effect of heat treatment on the physical and mechanical properties of compression and opposite wood of black pine. **Bioresources,**  v.7, n.4, p.5009-5018, 2012.

ESTEVES, B.; VIDEIRA, R.; PEREIRA, H. Chemistry and ecotoxicity of heat-treated pine wood extractives. **Wood Science and Technology**, v.45, n.4, p.661–676, 2011.

ESTEVES, B., et al. Heat-induced colour changes of pine (Pinus pinaster) and eucalypt (Eucalyptus globulus) wood. **Wood Science and Technology**, v.42, n.5, p.369–384, 2008.

ESTEVES, B.; PEREIRA, H.M. Wood modification by heat treatment: a review. **Bioresources,**v.4, n.1, p.370-404, 2009.

FENGEL, D.; WEGENER, G. **Wood, chemistry, ultrastructure, reactions**. New York: Walter

de Gruyter, 1984. 613p.

FURTADO, T.S. et al., Correlação entre teor de umidade e eficiência energética de resíduos de *Pinus taeda* em diferentes idades. **Revista Árvore.** v.36, n.3, p.577-582, 2012.

GARCIA, R.A. et al. Nondestructive evaluation of heat-treated *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden wood using stress wave method. **Wood Science and Technology**, v.46, n.1, p.46:41–52, 2012.

GOLDSCHIMID, O. Ultraviolet spectra. In: SARKANEN, K. V.; LUDWIG, C. H. Lignins: occurrence, formation, structure and reactions. **New York: John Wiley & Sons**, 1971. p.241-298.

GOMIDE, J. L.; DEMUNER, B. J. Determinação do teor de lignina na madeira: método Klason

modificado. **O Papel**, v.47, n.1, p.36-38, 1986.

KOCAEFE, D. et al. Effect of heat treatment on the wettability of white ash and soft maple by water. **Holz Roh-Werkst**. v.66, n.5, p.355–361, 2008.

KOLLMANN, F.F.P.; CÔTÉ, W.A. *Principles of wood science. I. Solid wood*. Springer, Berlin Heidelberg New York (1968).

KORKUT, S. Performance of three thermally treated tropical wood species commonly used in Turkey. **Industrial Crops and Products,** v.36, n.1, p.355–362, 2012.

LIMA, C.M. et al., Comportamento da cor de lâminas de madeira de pau-marfim (*Balfourodendron riedelianum*) tratada com produtos de acabamento, **Revista Árvore**, v.37, n.2, p.377-384, 2013.

MÉSZÁROS, E.; JAKAB, E.; VÁRHEGYI, G. TG/MS, Py-GC/MS and THM-GC/MS study of the composition and thermal behavior of extractive components of *Robinia pseudoacacia.* **Journal of Analytical and Applied Pyrolysis**. v.79, n.1, p.61–70, 2007.

MIRANDA, I.; PEREIRA, H. Variation of pulpwood quality with provenances and site in *Eucalyptus globulus*. **Annals of Forest Science**. v.59, n.3, p.283–291. 2002.

MORAIS, M.S.M.; PEREIRA, H. Variation of extractives content in heartwood and sapwood of *Eucalyptus globulus* trees. **Wood Science and Technology**. v.46, n.4, p.709–719, 2012.

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

MUSINGUZi, W.B. et al. Thermal characterization of Uganda's *Acacia hockii*, *Combretum molle*, *Eucalyptus grandis* and *Terminalia glaucescens* for gasification. [**Biomass and Bioenergy**](http://www.sciencedirect.com.ez26.periodicos.capes.gov.br/science/journal/09619534), [v. 46](http://www.sciencedirect.com.ez26.periodicos.capes.gov.br/science/journal/09619534/46/supp/C), p.402–408, 2012.

PINCELLI, A.L.P.S.M.; DE MOURA, L.M.; BRITO, J.O.; Effect of thermal rectification on colors of *Eucalyptus Saligna* and *Pinus Caribaea* woods. **Maderas: Ciencia y tecnología**, v.14, n.2, p.239-248, 2012.

RATNASINGAM, J.; IORAS, F. Effect of heat treatment on the machining and other properties of rubberwood. **Eur. J. Wood Prod**, v.70, n.5, p.759–761, 2012.

SEVERO, E.T.D., CALONEGO, F.W., SANSÍGOLO, C.A., Physical and chemical changes in juvenile and mature woods of *Pinus elliottii var. elliottii* by thermal modification**. Eur. J. Wood Prod.**  2012, Volume 70, [Issue 5](http://link.springer.com/journal/107/70/5/page/1), pp 741-747.

SCHAFFER, E. L. Effect of Pyrolytic Temperatures on the Longitudinal Strenght of Dry Douglas Fir. **Journal of Testing and Evaluation**, v. 1, n. 4, p319-329, 1973.

SHI, J.; KOCAEFE, D.; ZHANG, J. Mechanical behaviour of Quebec wood species heat-treated using ThermoWood process. **Holz Roh-Werkst**, v.65, n.4, p.255-259, 2007.

THECHINICAL ASSOCIATION OF THE PULP AND PAPER INDUSTRY - TAPPI. **Tappi Test Methods:** 1992-1993. Atlanta: 1992.

TUMEN, I. et al. Changes in the chemical structure of thermally treated wood.Bioresourcesv.5, n.3, p.1936-1944, 2010.

YILDIZ, S.; GEZER, E.D.; YILDIZ, Y.C. Mechanical and chemical behavior of spruce wood modified by heat. **Building and Environment,**  v.41, n.12 p.1762–1766, 2006.

Tabela 1: Composição química da madeira termorretificada de *Eucalyptus grandis*

Table 1: Chemical composition of *Eucalyptus grandis* wood heat treated

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Temperatura(°C) | Tempo (h) | Extrativos (%) | Lig. sol. (%) | Lig. ins. (%) | Lig. tot. (%) | Holocelulose (%) |
| Controle | Controle | 6,05 b | 3,39 a | 25,36 a | 28,76 a | 65,19 d |
| 170 | 3 | 5,43 a | 3,47 a | 25,83 a | 29,30 a | 65,26 d |
| 5 | 5,06 a | 3,52 a | 26,43 a | 29,96 a | 64,98 d |
| 7 | 4,72 a | 3,53 a | 25,47 a | 29,01 a | 66,27 d |
| 200 | 3 | 5,92 b | 3,53 a | 26,63 b | 30,36 b | 63,91 c |
| 5 | 6,78 c | 3,31 a | 27,68 b | 30,98 b | 62,23 c |
| 7 | 6,84 c | 3,39 a | 28,82 c | 32,21 c | 60,94 c |
| 230 | 3 | 8,15 d | 3,10 a | 29,24 c | 32,34 c | 59,50 b |
| 5 | 8,38 d | 3,57 a | 32,90 d | 36,47 b | 55,13 a |
| 7 | 8,69 d | 3,31 a | 33,86 d | 37,18 b | 54,12 a |

Médias seguidas de mesma letra na vertical não diferem pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade

Means followed by the same letter per column do not differ by Scott-Knott test at 5% probability

Tabela 2: Composição elementar da madeira termorretificada de *Eucalyptus grandis*

Table 2: Elemental composition Eucalyptus grandis wood heat treated

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Temperatura(°C) | Tempo (h) | Nitrogênio (%) | Carbono (%) | Hidrogênio (%) | Oxigênio (%) |
| Controle | Controle | 0,683 a | 47,30 a | 5,79 b | 46,22 b |
| 170 | 3 | 0,653 a | 46,63 a | 5,78 b | 46,92 b |
| 5 | 0,683 a | 46,19 a | 5,68 b | 47,44 b |
| 7 | 0,683 a | 47,14 a | 5,79 b | 46,38 b |
| 200 | 3 | 0,730 a | 46,86 a | 5,61 b | 46,79 b |
| 5 | 0,590 a | 47,38 a | 5,60 b | 46,42 b |
| 7 | 0,680 a | 47,71 a | 5,46 a | 46,14 b |
| 230 | 3 | 0,806 a | 47,96 a | 5,36 a | 45,86 b |
| 5 | 0,710 a | 49,40 b | 5,33 a | 44,55 a |
| 7 | 0,776 a | 49,24 b | 5,19 a | 44,78 a |

Médias seguidas de mesma letra na vertical não diferem pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade

Means followed by the same letter per column do not differ by Scott-Knott test at 5% probability

Tabela 3: Colorimetria da madeira termorretificada de *Eucalyptus grandis*

Table 3: Color changes in *Eucalyptus grandis* wood heat treated

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Temperatura (°C) | Tempo (h) | Claridade (L) | Matriz vermelho (a\*) | Matriz amarelo (b\*) |
| Controle | Controle | 70,14 f | 12,04 c | 23,59 f |
| 170 | 3 | 56,45 e | 15,53 d | 21,03 e |
| 5 | 52,05 d | 15,03 d | 19,54 d |
| 7 | 50,45 d | 14,53 d | 18,86 d |
| 200 | 3 | 40,52 c | 11,52 c | 14,49 c |
| 5 | 37,80 b | 10,80 c | 13,46 c |
| 7 | 34,58 a | 8,94 b | 11,44 b |
| 230 | 3 | 32,89 a | 7,20 a | 9,55 a |
| 5 | 31,64 a | 6,32 a | 8,52 a |
| 7 | 32,55 a | 6,92 a | 9,02 a |

Médias seguidas de mesma letra na vertical não diferem pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade

Means followed by the same letter per column do not differ by Scott-Knott test at 5% probability