

DUREZA JANKA DA MADEIRA DE *EUCALYPTUS GRANDIS* TERMORETIFICADA EM DIFERENTES ATMOSFERAS E TEMPERATURAS.

ANDREY PEREIRA ACOSTA¹; KELVIN TECHERA BARBOSA¹; MARIO
ANTONIO PINTO DA SILVA JUNIOR¹; EZEQUIEL GALLIO¹; FERNANDO
DEVANTIER KOBER¹; DARCI ALBERTO GATTO²

Universidade Federal de Pelotas –
andrey_acosta@hotmail.com, kelvintechera@hotmail.com, mariosilva.eng@gmail.com, egeng.florestal@gmail.com, kobermil@hotmail.com

²Universidade Federal de Pelotas – *darcigatto@yahoo.com*

1. INTRODUÇÃO

No cenário atual, almejando produtos com qualidade superior, as modificações das propriedades da madeira visam aumentar a durabilidade e melhorar propriedades tecnológicas de interesse. Assim, a termorreificação é um processo de modificação de peças de madeira a partir da aplicação de calor até altas temperaturas, que podem variar entre 180 e 260 °C. Abaixo de 140 °C, as modificações ocorridas são irrelevantes e, acima de 260 °C, o tratamento passa a comprometer a integridade das amostras (HILL, 2006). Conforme CADEMARTORI et al. (2012), a partir de 200 °C, as modificações nas propriedades físico-mecânicas passam a ser mais significativas.

A utilização de óleo como atmosfera de transferência visa distribuir o calor de forma uniforme ao longo da madeira, sendo vantajoso em relação aos métodos que utilizam atmosfera gasosa (MILITZ, 2002).

O efeito do tratamento de termorreificação nas propriedades da madeira depende das variáveis do processo (como temperatura, tempo, taxa de aquecimento) e do material, no caso, da espécie, em razão da sua composição química e dos caracteres anatômicos específicos, como dimensões da amostra, teor de umidade da madeira (KAMDEM; PIZZI, 2002).

SYRJÄNEN (2001) afirmou que a madeira termorreificada apresenta menor teor de umidade de equilíbrio higroscópico, reduzindo as variações dimensionais (contração e inchamento) do material, quando comparada à madeira não tratada. Porém, o processo de retificação térmica afeta também as características mecânicas da madeira, dentre elas, a dureza.

Nesse contexto, vários métodos podem ser empregados para a determinação da dureza de materiais, tais como: Dureza Janka, Dureza Brinell e Chalais-Mendon (KOLLMANN e CÔTÉ, 1968). No Brasil, comumente utiliza-se o método de Janka para verificar a dureza da madeira. Logo, o objetivo deste estudo foi verificar a influência do processo de termorreificação, com diferentes temperaturas em ambiente oleoso, na dureza Janka da espécie *Eucalyptus grandis*.

2. METODOLOGIA

O presente trabalho foi desenvolvido no laboratório de propriedades físicas e mecânicas da madeira no curso de Engenharia Industrial Madeireira da Universidade Federal de Pelotas.

A madeira da espécie *Eucalyptus grandis* (22 anos) foi fornecida pela empresa CMPC Celulose Riograndense. Para confecção dos corpos de prova, considerou-se a forma, dimensões dos corpos-de-prova (confeccionados para o presente estudo com medidas nos planos anatômicos de: 410 mm no longitudinal, 25 mm no radial e 25 mm no tangencial), e a direção das fibras, de acordo com a norma NBR 7190/ 97.

Após confeccionados, os corpos de prova permaneceram, até que atingissem massa constante, acondicionados em câmara climatizada ajustada com 20°C de temperatura e 65% de umidade relativa, executando-se posteriormente os tratamentos de retificação térmica. Para tal, empregou-se óleo de soja refinado - Tipo 1 (ADM – Lote: LCG 1111), com densidade de 0,919 a 0,925 g/cm³ (20°C).

Os tratamentos de termorretificação foram desenvolvidos em ambiente oleoso, com duas faixas de temperatura distintas, 140°C e 180°C, durante duas horas, após o óleo atingir o aquecimento almejado. Finalizado os tratamentos térmicos, os corpos de prova foram resfriados abruptamente em água a temperatura ambiente de 20°C, encaminhando-os novamente a câmara climatizada até atingir o equilíbrio higroscópico.

Conduziu-se o ensaio de dureza Janka conforme adaptação da norma ASTM D 143 (1994). Os parâmetros de força máxima e tensão máxima relacionados foram obtidos por meio do software e sistema computadorizado de aquisição de dados acoplado à máquina universal de ensaios EMIC, à qual estava equipada com uma célula de carga de 300kN.

Efetou-se a análise estatística e processamento dos dados no software Statgraphics Centurion. Para tanto, os parâmetros de tensão máxima e força máxima foram submetidos a análise de variância e posterior teste de comparação de médias (por meio do teste LSD Fisher) visando verificar a existência de diferenças significativas, em 5% de probabilidade de erro.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1, considerando a força máxima e a tensão máxima, verifica-se a existência de reduções significativas dos tratamentos em relação ao grupo controle, assim como homogeneidade média dos dados, dentro dos tratamentos, representados pelo coeficiente de variação e desvio padrão da média.

Tabela 1. Parâmetros relacionados ao ensaio de dureza Janka, coeficiente de variação (CV) e desvio padrão (DP) das madeiras dos tratamentos controle e termorretificadas em ambiente oleoso.

Tratamento	Força Máxima (MPa)	Variação (%)	CV (%)	DP (%)
Controle	4.211,96 a	****	18,02	759,09
Óleo + 140°C	2.459,23 b	- 41,61	9,86	242,40
Óleo + 180°C	1.771,39 b	- 57,94	15,00	265,73
Tratamento	Tensão Máxima (MPa)		CV (%)	DP (%)
Controle	44,80 a	****	17,82	7,98
Óleo + 140°C	26,40 b	- 41,07	9,76	2,58
Óleo + 180°C	19,00 b	- 57,59	14,89	2,83

Em que: letras diferentes, nas colunas, indicam diferenças significativas para as médias de tensão máxima, conforme o teste LSD Fisher, em 5% de probabilidade de erro.

Quanto às diferenças entre as duas faixas de temperaturas dos tratamentos térmicos, percebe-se que a temperatura de 180°C em relação à de 140°C, ocorreram reduções não significativas de aproximadamente 27,97% e 28,03%, para a força máxima e tensão máxima respectivamente. Logo, com o aumento da temperatura, devido à degradação dos componentes estruturais e a perda de massa, observa-se o decréscimo nos parâmetros relacionados ao ensaio de dureza Janka.

Com o aumento da temperatura e/ou do tempo de tratamento, ocorrem reduções acentuadas na quantidade de hemiceluloses, implicando na perda da resistência mecânica, pois a degradação das hemiceluloses torna-se a principal responsável pelas alterações sofridas pelas madeiras quando tratadas termicamente (ARAÚJO et al., 2012). Em seu estudo, SUNDQVIST (2004) descreveu não observar mudanças nas propriedades originais da madeira submetida a 160°C, mas que, entretanto, a dureza foi afetada, tal como o ocorrido com as amostras termorretificadas no presente estudo.

Logo, a dureza janka foi diretamente afetada pelo tratamento de termorretificação, já que os valores dos parâmetros mecânicos de tensão e força máxima obtidos em comparação com o controle, foram significativamente inferiores, podendo este tratamento não ser indicado para madeiras que necessitam de elevada resistência mecânica.

4. CONCLUSÕES

O tratamento de termorretificação em ambiente oleoso ocasionou reduções na dureza Janka da madeira de *Eucalyptus grandis*. Com isso, pode-se concluir que o processo de retificação térmica prejudica a utilização da madeira para finalidades que necessitam elevada resistência mecânica.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO, S. O.; VITAL, B. R.; MENDOZA, Z. M. S. H. M.; VIEIRA, T. A.; CARNEIRO, A. C. O. Propriedades de madeiras termorretificadas de *Eucalyptus grandis* e sp. **Scientia Forestalis**, v. 40, n. 95, p.327-336, 2012.

CADEMARTORI, P. H. G.; SCHNEID, E.; GATTO, D. A.; BELTRAME, R.; STANGERLIN, D. M. Modification of static bending strength properties of *Eucalyptus grandis* heat-treated wood. **Materials Research**, v. 15, n. 2, p. 922-927, 2012.

HILL, C. A. S. **Wood modification: chemical, thermal and other processes**. Chichester: Wiley; 2006.

KAMDEM, D. P.; PIZZI, A.; JERMANNAUD, A. Durability of heattreated wood. **HolzalsRoh-und Werkstoff**, v. 60, n. 1, p. 1-6, 2002.

KOLLMANN, F. E. P.; CÔTÉ, W. A. **Principles of wood science and technology**. Berlin: Springer Verlag, 1968. 592 p.

MILITZ, H. **Heat treatment technologies in Europe: Scientific background and technological state-of-art**. Enhancing the durability of lumber and engineered wood products. Forest Products Society, 2002.



SUNDQVIST, B. **Colour changes and acid formation in wood during heating.** 2004. 154 f. Doctoral thesis (Divisions of wood material science) – Lulea University of Technology, Sweden, 2004.

SYRJÄNEN, T. **Production and classification of heat treated wood in Finland.** In: Rapp AO. Review on heat treatments of wood. In: Special Seminar: Environmental Optimization of Wood Protection; 2001; Antibes, France. Antibes, COST Action E22; 2001. p.11-20.