

EFEITO DA VAPORIZAÇÃO DE TORAS NA DURABILIDADE DOS LENHOS JUVENIL E ADULTO DE *HEVEA BRASILIENSIS*

EFFECT OF LOGS STEAMING ON BIOLOGICAL DURABILITY OF JUVENILE AND MATURE WOOD FROM *HEVEA BRASILIENSIS*

Paula L. M. Rodrigues ⁽¹⁾, Elias T. D. Severo ⁽²⁾, Fred W. Calonego ⁽³⁾, Melany M. A. Pelozzi ⁽⁴⁾, Aline F. de Brito ⁽⁵⁾, Djanira R. Negrão ⁽⁶⁾

(1) Mestre em Ciência Florestal, UNESP, Faculdade de Ciências Agronômicas, Botucatu, Brasil.

(2) Prof. Dr., UNESP, Faculdade de Ciências Agronômicas, Botucatu, Brasil.

(3) Pós Dr., UNESP, Faculdade de Ciências Agronômicas, Botucatu, Brasil.

(4) Mestre em Ciência Florestal, UNESP, Faculdade de Ciências Agronômicas, Botucatu, Brasil.

(5) Doutoranda em Agronomia, UNESP, Faculdade de Ciências Agronômicas, Botucatu, Brasil.

(6) Dr. em Ciências, USP, Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Piracicaba, Brasil.

Endereço de contato: paulaucia@outlook.com

Código de identificação: T8-02

Resumo

A *Hevea brasiliensis* (seringueira) é plantada em muitos países para a produção de látex. Entretanto, a produção dessa matéria-prima apresenta declínio após 25-30 anos e a madeira dessa espécie fica disponível. Essa madeira possui alta proporção de lenhos juvenil e adulto, baixa durabilidade natural aos organismos xilófagos e altos níveis de tensões de crescimento. A vaporização de toras é uma solução para esse problema. Porém, esse tratamento altera as propriedades químicas e a durabilidade do material. Assim, este estudo teve como objetivo avaliar o efeito da vaporização de toras na resistência dos lenhos juvenil e adulto de *H. brasiliensis* ao fungo *Pycnoporus sanguineus*. Para tanto, metade das toras provenientes de 5 árvores de *H. brasiliensis*, com 53 anos de idade, foram vaporizadas a 90°C por 36 h. Todas as tábuas foram processadas mecanicamente, secas até 10% de umidade e aplainadas com 50 mm de espessura. Posteriormente, corpos-de-prova com 25 por 25 por 9 mm (direções tangencial, radial e longitudinal) foram produzidos a partir de 15 mm da medula (lenho Juvenil) e próximo a periferia do fuste (lenho adulto) para o ensaio do tipo *soil block* de resistência ao fungo de podridão branca *P. sanguineus*. Os resultados mostraram que: (1) a resistência natural dos lenhos juvenil e adulto de *H. brasiliensis* ao fungo *P. sanguineus* não apresentam diferença significativa; e (2) a vaporização de toras aumenta a perda de massa da madeira estudada em até 23,4% durante o ensaio com o fungo xilófago.

Palavras chave: madeira vaporizada; Seringueira; *P. sanguineus*; apodrecimento da madeira

Abstract

Hevea brasiliensis (rubber tree) is planted in many countries for the production of latex. However, after 25-30 years, a decline in latex production makes further tapping of the trees uneconomical. This wood presents high proportions of juvenile and mature woods, low biological durability to xylophage's organisms and high levels of growth stress. The steaming logs is solves to these problems. However, this thermal treatment changes the chemical properties and the decay resistance. The objective of this study was to evaluate the effect of log steaming on decay resistance of juvenile and mature woods from *H. brasiliensis* to fungus *Pycnoporus sanguineus*. Half of the logs of 5 trees from 53-year-old *H. brasiliensis* were kept in their original condition, and the other half were steamed at 90°C for 36 h. Later, the logs were cut into flat saw boards, drying at 10% moisture content and planned to thickness 50-mm. Samples measured 25 x 25 x 9 mm (tangential, radial, and longitudinal direction, respectively) were cut approximately 15 mm from the pith (juvenile wood) and near from the bark (mature wood). The soil block test was performed to evaluate decay resistance to white-rot fungus *P. sanguineus*. The results showed that: (1) the decay resistance of juvenile and mature woods from *H. brasiliensis* to fungus *P. sanguineus* do not presented significant differences; and (2) the steaming logs increases the weight loss of wood by up to 23.4% after rot fungus tests.

Keywords: steamed wood; rubber tree; *P. sanguineus*; decay of wood

1. INTRODUÇÃO

H. brasiliensis é uma árvore nativa do Brasil e 90% do reflorestamento com a espécie é plantado em diversos países asiáticos para a produção de látex [1]. No Brasil, a área de reflorestamento comercial com seringueira é de 229.059 ha [2]. Uma grande parte desses plantios está no estado de São Paulo e foram plantados com incentivos fiscais do governo federal na década de 1970 [3]. Entretanto, após 25-30 anos, há um declínio na produção de látex. A madeira de seringueira tem aspectos favoráveis devido a sua cor clara e apresenta-se como boa substituta para muitas espécies [1, 4].

As variações nas propriedades da madeira ocorrem devido a uma série de fatores, tais como: espécie, silvicultura, e principalmente anatomia da madeira. O lenho juvenil é madeira formada próximo ao centro da árvore, e apresenta-se na forma de um cilindro com diâmetro quase uniforme disposto desde a base até o topo do fuste [5, 6, 7]. Ele difere do lenho adulto por uma série de propriedades, incluindo: propriedades químicas, comprimento de fibras, densidade e estabilidade dimensional [7, 8, 9].

O comprimento das fibras no lenho juvenil obtido de árvores de *H. brasiliensis* com 50 anos de idade é 1,26 mm, enquanto que no lenho adulto, é de 1,51 mm. A caracterização anatômica desta espécie mostrou que o lenho juvenil está compreendido entre 40 e 55 mm a partir da medula [10].

Entretanto, os principais problemas quanto ao uso da madeira de *H. brasiliensis*, refere-se aos altos níveis de tensões de crescimento [11] e a rápida degradação biológica e a alta susceptibilidade aos fungos e insetos após o corte [9, 12].

Em estudo realizado por Severo *et al.* [9], ficou constatado que os lenhos juvenil e adulto dessa espécie quando expostos ao fungo de podridão branca *P. sanguineus* apresentaram perda de massa estatisticamente iguais, respectivamente de 37,24% e 40,78%. Quando os respectivos tipos de lenho foram expostos ao fungo de podridão parda *Gloeophyllum trabeum* apresentam perda de massa de 29,26% e 27,56%

A vaporização é uma técnica usada para uma grande variedade de propósitos, principalmente reduzir os níveis de tensões de crescimento e os defeitos durante o processamento primário da madeira [13, 14]. Contudo, o aquecimento da madeira em altas temperaturas causa a degradação das hemiceluloses e da região amorfa da celulose, modificando as propriedades originais da madeira, especialmente quando exposta sob alta umidade e vapor saturado [15].

Doi *et al.* [16] concluíram que a madeira de *Larix leptolepis* submetida a 120°C apresenta um decréscimo na resistência ao fungo apodrecedor *Fomitopsis palustris*, as temperaturas de até 120°C promovem a degradação das hemiceluloses e a geração de compostos de baixo peso molecular (fragmentos de açúcares), os quais são altamente atrativos aos fungos e somente temperaturas superiores são capazes de reticular esses compostos com a lignina e aumentar a resistência da madeira aos agentes xilófagos.

Assim, o presente estudo teve como objetivo avaliar o efeito da vaporização de toras na resistência dos lenhos juvenil e adulto de *H. brasiliensis* ao fungo *P. sanguineus*.

2. MATERIAL E MÉTODOS

No presente estudo foi utilizada madeira proveniente de árvores de *H. brasiliensis* com 53 anos de idade, da fazenda Água Milagrosa, localizada em Tabapuã-SP, Brasil.

2.1 Coleta e preparo do material

Cinco árvores foram aleatoriamente selecionadas de um talhão com 9,93 ha. Após o abate, as árvores foram traçadas em toras com 3,0 m de comprimento. A primeira tora de cada árvore com 34,6±4,4 cm de diâmetro foi utilizada no estudo.

A vaporização foi aplicada em uma parte de cada tora, e a outra parte das toras foi mantida em seu estado original (controle). As toras foram vaporizadas a 90°C e 100% de umidade relativa por 36 horas em um vaporizador que estava equipado com uma estufa elétrica com pressão de operação de 8 kgf cm⁻².

Todas as toras (controle e vaporizadas) foram processadas mecanicamente em serra de fita dupla. Posteriormente, as tábuas centrais, perfeitamente orientadas aos anéis de crescimento, com 50 mm de espessura, foram secas de 75,7% a 10,0% de umidade numa estufa de secagem com capacidade de 2,5 m³ de madeira.

2.2 Determinação das propriedades físico-mecânicas da madeira

Corpos-de-prova com 25 x 25 x 9 mm, com a menor dimensão na direção longitudinal à grã, foram produzidos a partir de 15 mm da medula (lenho Juvenil) e próximo a periferia do fuste (lenho adulto), conforme preconiza a norma ASTM D-2017 [17].

Embora a norma técnica requiera somente 6 corpos-de-prova para caracterizar a resistência biológica da madeira, foram usados 15 corpos-de-prova obtidos de 5 tábuas para caracterizar cada tratamento (controle e vaporizado), tanto para o lenho juvenil quanto para o adulto, totalizando 60 corpos-de-prova.

A madeira foi seca a 103±2°C, até atingirem massa constante. A massa seca de cada corpo-de-prova foi determinada tanto antes quanto após os ensaios de apodrecimento acelerado, conforme preconiza a norma ASTM D-1413 [18]. Os corpos-de-prova foram colocados nos frascos, com a face transversal voltada para cima do alimentador. Os micélios do fungo *P. sanguineus* foram incubados em cada um dos frascos e permaneceram acomodados numa estufa do tipo B.O.D., no escuro a 26,7±1°C e 70±4% de umidade relativa por 12 semanas.

A porcentagem de perda de massa de cada corpo-de-prova foi calculada para permitir mensurar a susceptibilidade da madeira ao apodrecimento ou, inversamente, a resistência ao apodrecimento dos lenhos juvenil e adulto das madeiras controle e das provenientes de toras vaporizadas de *H. brasiliensis*.

Posteriormente, através do programa Sigmastat 2.0, foi realizada análise de variância em blocos ao acaso com 5% de significância levando em consideração o tipo de lenho (juvenil e adulto) e o tratamento (controle e vaporizado).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme proposto no presente estudo, o efeito da vaporização de toras na durabilidade biológica dos lenhos juvenil e adulto de *H. brasiliensis* ao fungo de podridão branca *P. sanguineus* é mostrado na Tabela 1.

Tabela 1: Efeito da vaporização de toras na resistência dos lenhos juvenil e adulto de *H. brasiliensis* ao fungo *P. sanguineus*.

Tratamentos	Lenho Juvenil (L.J.)			Lenho Adulto (L.A.)			Redução ou (Aumento) (%)
	N	C.V.	PM (%)	N	C.V.	PM (%)	
Controle	15	21,4	37,32	15	18,9	33,20	11,0 ^{NS}
Toras Vaporizadas	15	15,4	39,97	15	11,7	40,98	(2,5) ^{NS}
Redução ou (Aumento) (%)			7,1 *			23,4 *	

sendo: N – número de repetições; C.V. – coeficiente de variação,%; PM – perda de massa, %; * - denota diferença significativa pelo teste F a 5% de significância entre os tipos de lenhos e os tratamentos; ^{NS} denota diferença não significativa.

As perdas de massas ocasionadas pelo fungo de podridão branca *P. sanguineus* foram significativamente iguais, e na ordem de 37,32% e 33,20%, para os respectivos lenhos juvenil e adulto de madeira de *H. brasiliensis* sem tratamento. Segundo a norma ASTM D-2017 [17] a madeira de *H. brasiliensis* pode ser classificada como de resistência moderada ao apodrecimento, pois apresenta perda de massa entre 25% e 44%. Resultados semelhantes foram encontrados por Severo *et al.* [9], os quais concluíram que a madeira dessa espécie sem tratamento quando exposta ao *P. sanguineus* apresentou perda de massa de até 40,78%.

Verifica-se que a vaporização de toras a 90°C por 36 horas aumenta a perda de massa dos corpos-de-prova dos lenhos juvenil e adulto, respectivamente em 7,1% e 23,4%, durante o ensaio com o fungo xilófago.

Esses resultados são coerentes com a afirmação de Doi *et al.* [16], que caracterizaram a resistência biológica da madeira de *L. leptolepis* e concluíram que a temperatura de 130°C é a condição mínima para que o tratamento térmico promova melhora na resistência da madeira ao fungo *F. palustris*. Segundo os autores, as temperaturas de até 120°C degradam as hemiceluloses e a geram fragmentos de açúcares, que são atrativos aos fungos. Somente temperaturas superiores são capazes de reticular esses compostos com a lignina e aumentar a resistência da madeira aos agentes xilófagos.

4. CONCLUSÕES

Verificando o efeito da vaporização de toras na resistência dos lenhos juvenil e adulto de *H. brasiliensis* ao fungo *P. sanguineus*, conclui-se que: (1) a resistência natural dos lenhos juvenil e adulto da espécie estudada ao fungo de podridão branca não apresentam diferença significativa; e (2) a vaporização de toras aumenta a perda de massa da madeira estudada em até 23,4% durante o ensaio com o fungo xilófago.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), Brasil, pelo suporte financeiro através do processo 2010/04164-0.

REFERÊNCIAS

- [1] Zhao, Y. 'Promotion of rubberwood processing technology in the Asia-Pacific region', In *Proceedings of ITTO/CFC International Rubberwood Workshop*, Haikou. (2008) 141p.
- [2] IBÁ, 'Brazilian tree industry', *Pöyry Consultoria em Gestão e Negócios Ltda.*, Brasília/São Paulo. (2015), 77p.
- [3] Furtado, E. L. 'Doença das folhas e do caule', In: Alvarenga A. P., Carmo C. A. F. S. *Seringueira*. Epamig, Viçosa. (2008) 499-535.
- [4] Ratnasingam, J. and Ioras, F. 'Effect of heat treatment on the machining and other properties of rubberwood', *European Journal of Wood and Wood Product* **70** (2012) 759-761.
- [5] Zobel, B.J. and Van Buijtenen, J.P. 'Wood variation: its causes and control', *Springer-Verlag*, New York. (1989) 363p.
- [6] Zobel, B.J. and Sprague, J.R. 'Juvenile wood in forest trees', *Springer-Verlag*, Berlin Heidelberg. (1998) 300p.
- [7] Bao, F. C., Jiang, Z. H., Jiang, X. M., Lu, X. X., Luo, X. Q. and Zhang, S. Y., 'Differences in wood properties between juvenile wood and mature wood in 10 species grown in China', *Wood Sci Technol* **35** (2001) 363-375.
- [8] Severo, E. T. D, Oliveira, E. F., Sansígolo, C. A., Rocha, C. D. and Calonego, F. W. 'Properties of juvenile and mature woods of *Hevea brasiliensis* untapped and with tapping panels'. *Eur J Wood Wood Prod* **71** (2013) 815-818.

- [9] Severo, E. T. D., Calonego, F. W., Sansígolo, C. A. and Bond, B. 'Changes in the chemical composition and decay resistance of thermally-modified *Hevea brasiliensis* wood', *Plos One* 11:e0151353, (2016).
- [10] Ferreira, A. L., Severo, E. T. D., Calonego, F. W., 'Determination of fiber length and juvenile and mature wood zones from *Hevea brasiliensis* trees grown in Brazil', *Eur J Wood Wood Prod* **69** (2011) 659-662.
- [11] Lim, S. C. and Sulaiman, A., 'Structure and characteristics of rubberwood', *Forestry Research Institute Malaysia* **3** (39) (1999) 17-26.
- [12] Zhou, Y.; Jiang, M.; Gal, R.; Li, X., 'Rubberwood processing manual: demonstration of rubberwood processing technology and promotion of sustainable development in China and other Asia countries', CFC/ITTO/72 PD103/01 Rev.4 (I), Beijing. (2007).
- [13] Severo, E. T. D., Calonego, F. W. and Matos, C. A. O., 'Lumber quality of *Eucalyptus grandis* as a function of diametrical position and log steaming', *Bioresource Technology*, **101**(7) (2010) 2545-2548.
- [14] Pelozzi, M. M. A., Severo, E. T. D., Rodrigues, P. L. M., Calonego, F.W., 'Temperature charts of *Hevea brasiliensis* during log steaming and its effect on the board cracks', *European Journal of Wood and Wood Products*, **72** (1) (2014) 123-128.
- [15] Bhuiyan, T. R., Hirai, N., Sobue, N., 'Changes of crystallinity in wood cellulose by heat treatment under dried and moist conditions', *Journal of Wood Science*, **46** (6) (2000) 431-436.
- [16] Doi, S., Aoyama, M., Yamauchi, S., Kurimoto, Y., 'Changes of decay and termite durabilities of Japanese larch (*Larix leptolepis*) wood due to high-temperature kiln drying process', *J. Wood Sci.* **51** (5) (2005) 526-530.
- [17] ASTM D-2017, 'Standard method of accelerated laboratory test of natural decay resistance of wood', West Conshohocken, American Society for Testing and Materials. (2008).
- [18] ASTM D-1413, 'Standard test method for wood preservatives by laboratory soil-block cultures', West Conshohocken, American Society for Testing and Materials. (2007).