

## Durabilidade natural das madeiras de *Apuleia leiocarpa*, *Astronium lecointei* e *Enterolobium schomburgkii* ao fungo apodrecedor *Trametes versicolor*

Magnos Alan Vivian<sup>1\*</sup>, Karina Soares Modes<sup>1</sup>, Adriana Terumi Itako<sup>1</sup>, Paola Cristine Pereira da Cruz<sup>1</sup>, Évelyn Janaina Grosskopf<sup>1</sup>, Gláucia Cota Nunes<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Santa Catarina, Rod. Ulysses Gaboardi, Km 3, CEP 89520-000, Curitibaanos, SC, Brasil

\*Autor correspondente:  
magnos.alan@ufsc.br

### Termos para indexação:

Resistência da madeira  
Apodrecimento da madeira  
Fungo xilófago

### Index terms:

Wood resistance  
Rotting wood  
Xylophagous fungus

### Histórico do artigo:

Recebido em 05/07/2018  
Aceito em 05/12/2018  
Publicado em 29/12/2018

doi: 10.4336/2018.pfb.38e201801664

**Resumo** - O presente estudo teve por objetivo avaliar a durabilidade natural das madeiras de *Apuleia leiocarpa* (grápia), *Astronium lecointei* (muiracatiara) e *Enterolobium schomburgkii* (fava-orelha-de-negro) ao ataque do fungo causador da podridão branca *Trametes versicolor* (Linnaeus ex Fries) Pilat, pelo ensaio de apodrecimento acelerado. Foram utilizadas 15 amostras de cerne de cada espécie, nas dimensões 2,5 x 2,5 x 0,9 cm (radial, tangencial e axial, respectivamente). Essas permaneceram durante 16 semanas em incubadora sob ataque do fungo. Após o período de ataque, determinaram-se a perda de massa e a referida classe de durabilidade natural. *E. schomburgkii* apresentou a maior média de perda de massa (17,5%), seguida de *A. lecointei* (15,5%), sendo classificadas como resistentes a *T. versicolor*. *A. leiocarpa* apresentou maior durabilidade (10,6% de perda de massa), sendo classificada como altamente resistente. A madeira de *A. leiocarpa* diferiu estatisticamente das demais, indicando potencial de maior durabilidade quando disposta em condições que favoreçam a desenvolvimento deste xilófago.

## Natural durability of the woods of *Apuleia leiocarpa*, *Astronium lecointei* and *Enterolobium schomburgkii* to the rotting fungus *Trametes versicolor*

**Abstract** - The objective of the present study was to evaluate the natural durability of the wood of *Apuleia leiocarpa* (grápia), *Astronium lecointei* (muiracatiara) and *Enterolobium schomburgkii* (fava-orelha-de-negro) under the attack of fungi causing white rot *Trametes versicolor* (Linnaeus ex Fries) Pilat, under controlled laboratory conditions, by the accelerated rotting test. We used 15 samples of heartwood of each species, with 2.5 x 2.5 x 0.9 cm (radial, tangential and axial, respectively). The samples remained for 16 weeks in an incubator under attack of the fungus. After the period of the attack the mass loss and class of natural durability were determined. *E. schomburgkii* presented the highest average loss of mass (17.5%), followed by *A. lecointei* (15.5%), both classified as resistant to *T. versicolor*. *A. leiocarpa* wood presented higher durability (10.6% loss of mass), being classified as highly resistant. The wood of *A. leiocarpa* differed statistically from the others, indicating potential of greater durability when placed under condition that favor the development of this xylophagus.



### Introdução

O Brasil possui a segunda maior cobertura florestal do mundo, com 12% da área global, seguido da Rússia, com 20% da área total (FAO, 2015). Por esse motivo,

o país apresenta características singulares de produção florestal, possuindo potencial que permite a oferta de produtos madeireiros e não madeireiros, tanto de espécies plantadas quanto nativas.

Apesar da grande diversidade de espécies arbóreas nas florestas naturais brasileiras, estudos apontam que a maioria delas ainda tem seu uso potencial desconhecido. Essas podem ser utilizadas para a obtenção de produtos madeireiros e não madeireiros, constituindo uma importante fonte de geração de renda e empregos (Brasil, 2006).

O atendimento à demanda futura de madeira só será alcançado se houver um aumento na eficiência da produção, da exploração, da conversão da matéria-prima e da promoção de novas espécies florestais, que atendam padrões de qualidade exigidos pelo mercado internacional (Brasil, 2006).

Em países tropicais, como o Brasil, um dos principais fatores para utilização da madeira é a sua durabilidade natural (Mendes & Alves, 1988). Tal parâmetro fornece informações para planos de uso específico da madeira, gerando resultados que a classificam quanto ao uso ou não em contato com o solo, complementando o conhecimento das suas demais propriedades tecnológicas (Trevisan, 2008). A durabilidade natural da madeira pode ser entendida como sua capacidade de resistir à ação de agentes deterioradores, sejam eles bióticos ou abióticos. Os agentes bióticos de maior importância são os fungos, responsáveis pela maior proporção de danos causados à madeira, podendo comprometer severamente sua resistência (Morais et al., 2005).

*Trametes versicolor* é um dos mais eficientes fungos degradadores da madeira, que promove a deterioração simultânea da lignina, da celulose e da hemicelulose (Tanaka et al., 1999), causando a podridão branca (Archibald & Addleman, 1997). Esta deterioração pode ser entendida com a alteração das propriedades da madeira, como perda de massa, mudança na coloração e redução da resistência mecânica.

Considerando-se que madeiras classificadas como resistentes à deterioração apresentam ampla aceitação e difusão de emprego no mercado madeireiro, o objetivo desse estudo foi avaliar a durabilidade natural das madeiras de *Apuleia leiocarpa*, *Astronium lecointei* e *Enterolobium schomburgkii* em ensaio de apodrecimento acelerado expostas ao fungo de podridão branca *Trametes versicolor*, em condições controladas de laboratório.

## Material e métodos

Foram utilizadas madeiras de três espécies florestais nativas obtidas na xiloteca da Universidade Federal de

Santa Catarina, Campus de Curitibanos, sendo: *Apuleia leiocarpa* (grápia), *Astronium lecointei* (muiracatiara) e *Enterolobium schomburgkii* (fava-orelha-de-negro), procedentes de material cedido pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA). A escolha dessas espécies deu-se em função da escassez de estudos com as mesmas bem como pelo fato de já terem apresentado em algum momento da história, importância quanto ao seu uso em produtos florestais madeireiros.

A susceptibilidade das espécies madeireiras ao ataque do fungo apodrecedor foi determinada por meio do ensaio de apodrecimento acelerado em laboratório, de acordo com a norma ASTM D 2017 (American Society for Testing and Materials, 2005). Os procedimentos foram conduzidos no Laboratório de Recursos Florestais e no Laboratório de Fitopatologia da mesma Universidade.

Confeccionou-se 15 corpos de prova para cada espécie, nas dimensões 2,5 x 2,5 x 0,9 cm (radial, tangencial e axial, respectivamente), todos retirados em região de cerne. Os corpos de prova foram lixados, visando uniformizar a superfície e posteriormente identificados.

Foi utilizado o fungo xilófago *Trametes versicolor*, espécie causadora da podridão branca, proveniente da coleção do Laboratório de Produtos Florestais (LPF), do Serviço Florestal Brasileiro (SFB), de Brasília, DF.

Para a preservação do fungo até o momento da execução do ensaio, foi utilizada a metodologia de Castellani (1964), que consiste em manter a cultura em água destilada em temperatura ambiente.

### Preparo do substrato e frascos do ensaio

Foi utilizado solo coletado de horizonte B, livre de matéria orgânica e com pH próximo de 6,0. Este foi macerado e peneirado para eliminação de pedras e impurezas.

Foram adicionados 100 g de solo em frascos de vidro transparentes, com tampas rosqueáveis e capacidade de 600 mL. Em seguida, acrescentou-se 36,3 g de água destilada a este substrato, a fim de ajustar a umidade do solo para 130% da sua capacidade de retenção de água, segundo as recomendações da ASTM D 1413 (American Society for Testing and Materials, 1999).

Cada frasco recebeu uma placa suporte de madeira medindo 0,3 x 3,0 x 3,0 cm (radial, tangencial e longitudinal), do gênero *Eucalyptus*, devido ao fungo *T. versicolor* apresentar bom desenvolvimento sobre espécies de folhosas.

Em seguida, os frascos foram fechados e sobre cada tampa acrescentado papel alumínio, com o intuito de evitar contaminação. Posteriormente, foram autoclavados, a uma temperatura de aproximadamente 121 °C por 30 min.

### Produção do inóculo

Inicialmente o fungo *T. versicolor* foi cultivado em placas com meio de cultura BDA (Batata-Dextrose-Ágar), extrato composto de 200 g de batata, 20 g de dextrose, 20 g de ágar e 1000 mL de água destilada, autoclavado por 20 min em pressão de 1 atm e 121 °C.

A repicagem foi conduzida em capela de fluxo laminar horizontal devidamente esterilizada, em que um disco contendo micélios do fungo foi adicionado ao meio de cultura disposto no interior de placas de Petri. Após tal procedimento, estas foram mantidas em incubadora de crescimento a de 25 ± 1 °C, em fotoperíodo de 12 h, por aproximadamente 15 dias, para que houvesse a completa colonização da placa pelo fungo.

A inoculação do fungo sobre a placa suporte foi efetuada em capela asséptica, com cinco discos de micélio com aproximadamente 10 mm, provenientes das placas de Petri. Depois de inoculados, os frascos retornaram à incubadora onde permaneceram por um período de 15 dias, necessários para que o micélio do fungo cobrisse homogeneamente a superfície do substrato (placa suporte).

### Registro da massa inicial e esterilização dos corpos de prova

Antes dos corpos de prova das espécies florestais serem submetidos ao ensaio de apodrecimento, estes passaram pelo processo de estabilização para obter sua massa inicial, após um período de secagem, em estufa a 60 ± 1 °C por aproximadamente 20 dias. O monitoramento do peso do material foi conduzido em um grupo pequeno de amostras, até que estas atingissem sua estabilidade. Verificada a estabilização do lote de amostragem, todos os corpos de prova tiveram a massa inicial registrada. Para a pesagem foi utilizada balança analítica, com precisão de 0,0001 g. Os corpos de prova, antes da inoculação, foram esterilizados em autoclave a 110 ± 10 °C por um período de 1 h.

### Inserção das amostras e período de ensaio

Para dar início ao ensaio de apodrecimento acelerado propriamente dito, um corpo de prova por espécie foi inserido no interior dos frascos sobre a placa suporte já colonizada pelo fungo.

Finalizado esse procedimento, os frascos retornaram à incubadora, a 25 ± 1 °C e fotoperíodo de 12 h, onde permaneceram por um período de 16 semanas, conforme a norma utilizada. Durante esse período os frascos foram aleatoriamente trocados de lugar semanalmente, para que não houvesse nenhuma interferência do posicionamento no interior do equipamento.

O experimento foi finalizado o período na incubadora, os corpos de prova foram retirados dos frascos, e com o auxílio de uma pinça, os micélios aderidos aos mesmos foram cuidadosamente removidos, utilizando-se uma escova de cerdas macias.

A massa final foi registrada após processo de estabilização idêntico ao adotado para o registro da massa inicial. Assim, os corpos de prova deteriorados foram condicionados em estufa a 60 ± 1 °C, por aproximadamente 20 dias, até que atingissem massa constante, monitorada em balança analítica.

### Avaliação da perda de massa e classificação da durabilidade natural da madeira

A perda de massa das madeiras, ocasionada pelo ataque do fungo apodrecedor, foi obtida a partir da Equação 1, e a massa residual, pela Equação 2.

$$PM = \frac{M_i - M}{M_i} \times 100 \quad (1)$$

$$MR = 100 - PM \quad (2)$$

Em que: PM = perda de massa (%);  $M_i$  = massa da amostra antes do ataque do fungo (g);  $M_f$  = massa da amostra após o ataque do fungo (g); MR = massa residual (%).

Em seguida, classificou-se a durabilidade natural das madeiras a partir da tabela de classes de resistência (Tabela 1).

Por fim, aplicou-se o teste de normalidade e homogeneidade dos dados, e a partir do resultado destes procedeu-se a análise de variância (ANOVA), para avaliar a perda de massa das três espécies, com posterior comparação de médias pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, através do programa Sisvar.

**Tabela 1.** Classificação da durabilidade natural de madeiras submetidas ao ensaio de apodrecimento acelerado, segundo a norma ASTM D 2017 (American Society for Testing and Materials, 2005).

**Table 1.** Classification of the natural durability of wood subjected to the accelerated rotting test, according to ASTM D 2017 (American Society for Testing and Materials, 2005).

Perda de massa (%)	Massa residual (%)	Classe de resistência
0 a 10	100 a 90	Altamente resistente
11 a 24	89 a 76	Resistente
25 a 44	76 a 56	Resistência moderada
45 ou mais	55 ou menos	Não resistente

## Resultados

Após as 16 semanas de exposição das amostras de madeira ao fungo *Trametes versicolor* foram obtidos os valores de perda de massa e massa residual expressos na Tabela 2.

**Tabela 2.** Durabilidade natural das madeiras de *Apuleia leiocarpa*, *Astronium lecointei* e *Enterolobium schomburgkii*, ao fungo apodrecedor *Trametes versicolor*.

**Table 2.** Natural durability of *Apuleia leiocarpa*, *Astronium lecointei* and *Enterolobium schomburgkii* woods to rotting fungus *Trametes versicolor*.

	<i>A. leiocarpa</i>		<i>A. lecointei</i>		<i>E. schomburgkii</i>	
	PM	MR	PM	MR	PM	MR
	(%)		(%)		(%)	
Mínimo	4,9	81,2	8,2	73,2	8,7	79,4
Máximo	18,8	95,1	26,8	91,8	20,6	91,3
Médio	10,6a	89,4	15,5b	84,5	17,5b	82,5
CV%	36,8	4,4	32,2	5,9	18,5	3,9
CR	<i>Altamente resistente</i>		Resistente		Resistente	

Em que: PM = perda de massa; MR = massa residual; CV% = coeficiente de variação; CR = classe de resistência. Médias de PM que possuem a mesma letra não diferem estatisticamente entre si, de acordo com teste Tukey a 5% de probabilidade.

As madeiras de *Astronium lecointei* e *Enterolobium schomburgkii*, em função da perda de massa apresentada após período de exposição ao fungo de podridão branca utilizado, tiveram sua durabilidade natural classificada como resistente. *A. leiocarpa* foi classificada como altamente resistente, pois apresentou perda de massa inferior a 11%.

## Discussão

Estudos conduzidos pelo Ibama (1997) mostraram a espécie *Astronium lecointei* como muito durável. Ao avaliarem a durabilidade da madeira de *Apuleia leiocarpa* em ensaio de laboratório, Fosco Mucci et al. (1992) classificaram a mesma como resistente aos fungos apodrecedores *Trametes versicolor*, *Gloeophyllum trabeum* e *Poria monticola*. Esses resultados são consistentes ao com o presente trabalho (Tabela 2).

Em estudo desenvolvido com a madeira de *Astronium* sp., Monteiro & Freitas (1997) encontraram uma perda de massa de 1,85% em ensaio de apodrecimento acelerado, sob ataque do fungo *G. trabeum*, perda inferior quando comparadas ao ataque do *T. versicolor* (Tabela 2). Tal fato se explica pela preferência do fungo *G. trabeum* a coníferas, sendo chamado de podridão parda, enquanto o fungo *T. versicolor* ataca preferencialmente madeira de folhosas. Araújo et al. (2010) citam a muiracatiara como uma das espécies amazônicas com alta durabilidade natural, capaz de resistir por muitos anos em boas condições de uso em ambientes adversos.

Jesus et al. (1998), avaliando a durabilidade natural da madeira de fava-orelha-de-negro (*Enterolobium schomburgkii*) em ensaio de campo em condições suscetíveis tanto a fungos quanto a térmitas, observaram que a espécie apresentou alta durabilidade. Tal fato esta em conformidade com Zenid et al. (2009), que mencionam que a madeira de fava-orelha-de-negro é resistente a fungos apodrecedores.

Nota-se que houve menor perda de massa na madeira de *A. leiocarpa*, a que apresenta densidade aparente (a 15% de umidade) de 0,83 g cm<sup>-3</sup>, inferior a de *A. lecointei* (0,97 g cm<sup>-3</sup>), e superior a *E. schomburgkii* (0,79 g cm<sup>-3</sup>), de acordo com o Zenid et al. (2009).

Segundo Marques et al. (2012), o emprego de uma madeira para determinada finalidade pode ser analisado através de sua densidade, uma vez que a sua variação influencia diretamente a durabilidade natural. Panshin & De Zeeuw (1980) alegam que a densidade, e conseqüentemente a porosidade, são fatores que influenciam a durabilidade natural. Segundo Bowyer et al. (2003), madeiras mais densas tendem a apresentar teores de extrativos mais elevados e uma maior resistência a organismos xilófagos.

Notou-se ao final do ensaio um leve escurecimento da cor original da madeira das três espécies após o ataque do fungo. Pode-se dizer que a madeira sofre alterações



em sua cor à medida em que ocorrem reações químicas ou fotoquímicas dos elementos da estrutura anatômica e devido à deterioração provocada por organismos xilófagos (Camargos & Barros, 2000), ocorrendo alteração nos parâmetros colorimétricos (Almeida et al., 2012).

A porcentagem de perda de massa tem sido o melhor indicador para perda de resistência mecânica, frente a sua classificação de durabilidade natural e de acordo com indicativos de usos de Zenid et al. (2009). Portanto, podem-se considerar as três espécies estudadas com potencial para uso na construção civil em geral, na parte interna, como em vigas, caibros, tesouras, forros e assoalhos; e/ou na parte externa, em que a madeira esteja suscetível ao ataque do fungo apodrecedor *T. versicolor*, como tábuas, ripas e dormentes.

## Conclusões

A perda de massa registrada pelas madeiras de *Astronium lecointei* e *Enterolobium schomburgkii* permitiu classificá-las como resistentes ao fungo *Trametes versicolor*. A perda de massa da madeira de *Apuleia leiocarpa* permitiu classificá-la como altamente resistente ao fungo *T. versicolor*.

Considerando-se a porcentagem de perda de massa das três espécies, pode-se inferir que a madeira de *A. leiocarpa* apresenta menor perda de suas propriedades originais quando utilizada em situações de risco de ocorrência de degradação pelo fungo *T. versicolor*.

## Referências

- Almeida, N. A. et al. Biodeterioração de produtos à base da madeira de cedro australiano (*Toona ciliata* M. Roem. var. *australis*). *Cerne*, v. 18, n. 1, p. 17-26, 2012. DOI: 10.1590/S0104-77602012000100003.
- Araújo, B. H. J. et al. **Durabilidade de estacas de eucalipto (*Eucalyptus sp.*) tratadas com CCA após 60 meses de ensaio no campo experimental da Embrapa Acre**. Rio Branco, AC: Embrapa Acre, 2010. 8 p. (Embrapa Acre. Comunicado técnico, 176).
- Archibald, F. S. & Addleman, K. Kraft pulp bleaching and delignification by *Trametes versicolor*. *Journal of Biotechnology*, v. 53, p. 215-236, 1997.
- American Society for Testing and Materials. **ASTMD 2017**: standard method for accelerated laboratory test of natural decay resistance for woods. West Conshohocken, 2005.
- American Society for Testing and Materials. **ASTMD 1413**: standard test method for wood preservatives by laboratory soil-block cultures. West Conshohocken, 1999.
- Bowyer, J. L. et al. **Forest products and wood science: an introduction**. 4th ed. Ames, Iowa: Iowa State University Press; Oxford: Blackwell, 2003. p. 232-250.
- Brasil. Ministério do Meio Ambiente. **Plano nacional de silvicultura com espécies nativas e sistemas agroflorestais**: PENSAF. Brasília, DF, 2006. 38 p.
- Camargos, J. A. A. & Barros, M. G. **Colorimetria e desenho de madeiras de *Lyptus***. Brasília, DF: Fundação de Tecnologia Florestal e Geoprocessamento, 2000. p. 509-517. Relatório final Aracruz Celulose.
- Castellani, A. The “water cultivation” of pathogenic fungi. *The Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, v. 44, p. 217-220, 1964.
- FAO. **Global forest resources assessment**. Rome, 2015. 56 p.
- Fosco Mucci, E. S. C. et al. Durabilidade natural de madeiras em contato com o solo IV. *Revista do Instituto Florestal*, v. 4, n. 2, p. 558-563, 1992.
- IBAMA. **Madeiras tropicais brasileiras**. Brasília, DF, 1997. 152 p.
- Jesus, M. A. et al. Durabilidade natural de 46 espécies de madeira amazônica em contato com o solo em ambiente florestal. *Scientia Forestalis*, n. 54, p. 81-92, 1998.
- Marques, S. S. et al. Estudo comparativo da massa específica aparente e retratibilidade da madeira de pau-brasil (*Caesalpinia echinata* Lam.) nativa e de reflorestamento. *Revista Árvore*, v. 36, n. 2, p. 373-380, 2012.
- Mendes, A. S. & Alves, M. V. S. **A degradação da madeira e sua preservação**. Brasília, DF: IBDF/DPq-LPF, 1988. 57 p.
- Monteiro, M. B. B. & Freitas, A. R. Método de ensaio acelerado para avaliação da durabilidade natural de madeiras. *Revista Árvore*, v. 21, n. 4, p. 555-561, 1997.
- Morais, S. A. L. et al. Análise da madeira de Pinus oocarpa: Parte I: estudo dos constituintes macromoleculares e extrativos voláteis. *Revista Árvore*, v. 29, n. 3, p. 461-470, 2005.
- Panshin, A. J. & De Zeeuw, C. **Textbook of wood technology**. 4th ed. New York: McGraw Hill, 1980. 722 p.
- Tanaka, H. et al. Hydroxyl radical generation by an extracellular low molecular weight substance and phenol oxidase activity during wood degradation by the white rot basidiomycete *Trametes versicolor*. *Journal of Biotechnology*, v. 75, n. 1, p. 57-70, 1999. DOI: 10.1016/S0168-1656(99)00138-8.
- Trevisan, H. et al. Degradação natural de toras de cinco espécies florestais em dois ambientes. *Floresta*, v. 28, n. 1, p. 33-41, 2008.
- Zenid, G. J. et al. **Madeira: uso sustentável na construção civil**. 2. ed. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 2009. 103 p. (IPT publicações, 3010).