



RESISTÊNCIA BIOLÓGICA DE MADEIRAS TRATADAS COM EXTRATOS NATURAIS DE *Hovenia dulcis* Thunb.

Talita Baldin¹, Maiara Talgatti², Élio José Santini², Sâmara Magdalene Vieira Nunes¹

¹Universidade Federal de Minas Gerais, UFMG, campus de Montes Claros, Montes Claros, MG, Brasil (talita.baldin@hotmail.com)

²Universidade Federal de Santa Maria, UFSM, Santa Maria, RS, Brasil.

Resumo: Foram avaliados extratos aquosos da casca e da madeira de *Hovenia dulcis*, impregnados em madeiras em autoclave de laboratório, e então submetidas ao ataque do fungo *Trametes versicolor*. As amostras preservadas com os extratos apresentaram redução na perda de massa de 56,07%, devido, especialmente, a degradação da holocelulose, e para a amostra com CCB de 65,56%, demonstrando que os tratamentos naturais apresentam desempenho muito semelhante ao oferecido pelo convencional.

Palavras-chave: Biopreservante; tratamento da madeira; uva-do-japão; controle alternativo

INTRODUÇÃO

Uma das limitações do emprego da madeira é a sua baixa durabilidade natural e suscetibilidade ao ataque de fungos e insetos xilófagos, sendo os fungos os principais agentes deterioradores da madeira em contato com o solo. Já aquelas empregadas em batentes de portas, janelas, assoalhos, forros, escadas etc., por estarem em locais protegidos e longe do contato com o solo, estão livres do ataque de fungos, mas não dos insetos, como as térmitas (Mendes e Alves, 1988; Oliveira et al., 2017).

Com base no exposto, destaca-se a necessidade de as madeiras serem tratadas com alguma técnica que vise o aumento de sua vida útil. A durabilidade pode ser melhorada por meio da adição de produtos químicos e, mais recentemente, biocidas, que lhes forneçam uma maior proteção, acarretando ganhos na durabilidade do material.

Os tratamentos mais utilizados são os preservativos químicos, muito eficientes no que se propõem, porém, tóxicos ao meio ambiente e demais seres vivos, além da dificuldade de descarte da madeira impregnada com tais substâncias. Uma alternativa aos preservantes tradicionais é o uso de biocidas naturais. A flora brasileira é rica em espécies que podem servir como fonte de compostos biocidas naturais e ambientalmente menos agressivos. O potencial de utilização dessas espécies tem sido apontado em diversas publicações (Silveira, et al., 2017; Silva et al., 2017; Silva et al., 2018; Bianchini et al., 2022) e os exemplos de sucesso têm estimulado a busca de novos bioprodutos.

O estudo busca verificar a eficiência dos extratos aquosos da casca e da madeira de *Hovenia dulcis* Thunb. (uva-do-Japão - Rhamnaceae), impregnados

em madeiras e então submetidas ao ataque do fungo xilófago *Trametes versicolor*, em ensaio biológico acelerado de laboratório.

MATERIAL E MÉTODOS

Obtenção dos extratos aquosos

Foram utilizadas cinco árvores de *Hovenia dulcis*, provenientes de plantações experimentais do Departamento de Diagnóstico e Pesquisa Agropecuária-DDPA- Santa Maria-RS. De cada uma selecionadas as primeiras toras com 3m e retiradas as cascas e os discos que, posteriormente, foram reduzidos a cavacos que variaram de 40 a 60mm, utilizando uma guilhotina.

O material lignocelulósico (casca e madeira) utilizado para a obtenção dos extratos foi seco a temperatura ambiente por 15 dias e então uma alíquota de 200 gramas foi colocada em copos de Becker com 2 litros de água destilada, fervidos por duas horas utilizando chapa aquecedora e, após alcançar a concentração de 10%, o material foi então passado em peneira para a filtragem dos extratos aquosos.

Confeção dos tratamentos e ensaio de apodrecimento acelerado

Foram confeccionadas para cada tratamento 10 amostras de madeira de *Eucalyptus grandis*, advindas de plantio experimental do Departamento de Diagnóstico e Pesquisa Agropecuária - DDPA - Santa Maria - RS. A confeção das amostras seguiu as recomendações da ASTM D - 2017 (ASTM, 2005), utilizando-se apenas madeiras de cerne. As amostras foram transformadas em corpos de prova de



2,54 x 2,00 x 1,00 cm e então tratadas com os extratos obtidos da casca e da madeira de *H. dulcis* em autoclave de laboratório por meio do método de célula vazia, sendo também utilizadas testemunhas inferiores (amostras não tratadas) e superiores (tratadas com mistura Borato de Cobre Cromatado - CCB), totalizando quatro tratamentos. O preparo do CCB hidrossolúvel contendo 50% de ingredientes ativos em base ácida seguiu a recomendação de Modes et al. (2011), com adaptações: cromo hexavalente como CrO₃ 31,75%; cobre bivalente como CuO 13,0% e boro trivalente como B 5,25%. Os corpos de prova após tratamento foram secos em estufa a 103 ± 2 °C, até atingirem massa constante. Foram determinados o volume e a massa de cada amostra, como o recomendado pela ASTM D - 1413 (ASTM, 1994) e os valores utilizados no cálculo da perda de massa da madeira.

Para o ensaio de apodrecimento acelerado ASTM D – 2017 (ASTM, 2005) foi utilizada uma amostra da colônia do fungo de podridão branca, *Trametes versicolor*, cedidas pelo Setor de Biodegradação e Preservação da Madeira - Laboratório de Produtos Florestais (LPF) do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), Brasília – DF. Os ensaios de apodrecimento acelerado em laboratório e respectivas avaliações foram executados no Laboratório de Produtos Florestais da Universidade Federal de Santa Maria-UFSM, em sala climatizada (28 ± 2 °C e 75 ± 5 % de umidade relativa), por 12 semanas.

Avaliações da madeira deteriorada

Decorrido o período do ensaio de apodrecimento acelerado, os corpos de prova foram secos e a perda de massa (Equação 1) avaliada ao comparar os valores obtidos com os apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Classes de resistência da madeira a fungos xilófagos, segundo a ASTM D - 2017 (ASTM, 2005).

Classe de resist.	Perda de Massa (%)	Massa Residual (%)
Muito resist.	0-10	90-100
Resist.	11-24	76-89
Resist. moderada	25-44	56-75
Não-resist.	≥ 45	≤ 55

Onde: Resist.=Resistência

$$PM = \frac{M_{si} - M_{sf}}{M_{si}} \times 100 \quad (1)$$

Em que: PM = perda de massa (%), MS_i = massa seca inicial (g), MS_f = massa seca final (g).

As imagens das amostras de madeira de cada tratamento após apodrecimento foram realizadas por

microscopia eletrônica de varredura (MEV), em equipamento VEGA3 (TESCAN).

A determinação da solubilidade em hidróxido de sódio (NaOH) a 1% foi conduzida baseada na Norma NBR7990 (2010), onde foram utilizadas 2 gramas das amostras já reduzidas em serragem, nas quais foram adicionados 100 mL de solução de NaOH 1%, e em seguida foram encaminhadas para o banho-maria, a aproximadamente 100°C, por 1 hora, sendo agitadas rapidamente com bastão de vidro nos tempos de 10, 15 e 25 minutos após o início. Transcorrido o período, o material foi transferido para um sistema de filtração a vácuo, onde as amostras foram lavadas primeiramente com água destilada quente, depois com 50 mL de ácido acético a 10% e novamente com água destilada quente, filtrando a amostra. O papel filtro resultante foi transferido para um cadinho e seco em estufa a 103°C até atingir peso constante. Para a obtenção final da solubilidade da madeira foi utilizada a Equação 2.

$$S = \left[\frac{(A - B)}{A} \right] \times 100 \quad (2)$$

Em que: A = peso seco do corpo de prova antes da extração (g); B = peso seco do corpo de prova após extração (g).

Análise estatística

Os dados foram avaliados com o auxílio do software estatístico Genes (Cruz, 2001). No ensaio de apodrecimento acelerado foi empregado o delineamento inteiramente casualizado (DIC) em arranjo fatorial 4 x 1 (quatro tratamentos, sendo um extrato de madeira, casca, testemunha e madeira tratada com CCB e um fungo, *Trametes versicolor*). Havendo interação significativa entre os fatores, as médias foram comparadas pelo teste t (5% de probabilidade). Onde não houve interação significativa entre os fatores, as médias de cada fator foram avaliadas pelo teste de Tukey (5% de probabilidade).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Perda de Massa e Microscopia eletrônica de varredura (MEV)

As amostras tratadas com a mistura de CCB apresentam-se superiores as demais, porém não diferindo estatisticamente das amostras tratadas com os extratos aquosos da casca e madeira de *Hovenia dulcis*. Já o pior desempenho, como esperado, ocorreu nas amostras de *Eucalyptus grandis* sem tratamento algum, contabilizando 78,70% de perda de massa e classificadas como Não Resistente. Corroborando, Carvalho et al. (2016) citam que a perda de massa é um método seguro para a avaliação da resistência a agentes que deterioram a madeira.



Tabela 2. Valores médios de perda de massa e classificação da resistência das madeiras de *Eucalyptus grandis* tratadas com os extratos submetidas à ação do fungo *Trametes versicolor*.

Tratamento	Perda de Massa (%)	Classe de Resist.
Testemunha	78,70a	Não Resist.
CCB	27,10c	Resist.Moderada
Casca <i>H. dulcis</i>	48,30bc	Não Resist.
Madeira <i>H. dulcis</i>	43,90bc	Resist.Moderada

Onde: Resist.= Resistência; *Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste T à 5% de probabilidade.

As amostras tratadas com os extratos da casca e madeira de *Hovenia dulcis* apresentaram redução na perda de massa na ordem de 56,07% em média, e para a amostra tratada com CCB uma redução de 65,56%, demonstrando que os tratamentos com estes extratos apresentam desempenho muito semelhante ao oferecido pelo tratamento convencional de CCB. Corroborando, Vivian et al. (2015), em estudo sobre a resistência biológica das madeiras de *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus cloeziana* tratadas com arseniato de cobre cromatado (CCA) frente a ação do fungo *T. versicolor*, verificaram que a perda de massa foi reduzida em 35,17 e 82,31% em comparação com a madeira testemunha. A redução de 65,56% em média para as madeiras tratadas com os extratos de melhor desempenho do presente trabalho, encontra-se dentro da faixa mencionada pelos autores supracitados.

Nas imagens obtidas em MEV do plano transversal das madeiras de *Eucalyptus grandis* (Figura 1) é perceptível a variação do dano causado pela exposição ao fungo *T. versicolor* conforme os tratamentos. Nas amostras com CCB (A) os elementos anatômicos são visíveis e a ação do fungo pouco perceptível, seguido das amostras tratadas com o extrato da madeira e casca de *Hovenia dulcis* (C, D), onde os danos foram menores visualmente em comparação com as madeiras não tratadas (B), que apresentaram o pior desempenho com danos evidentes, onde não é possível distinguir a estrutura da madeira. Estes resultados já eram esperados em função dos valores de perda de massa apresentados pelos tratamentos, onde as menores perdas de massa também visualmente tiveram menor desgaste pelo fungo apodrecedor.

Segundo Archer e Lebow (2006), os fungos apodrecedores possuem como uma de suas principais características a capacidade das hifas ramificarem-se através da estrutura tridimensional da madeira. Ainda, Blanchette et al. (1994), comentam que materiais lignocelulósicos degradados por fungos de

podridão branca adquirem uma aparência esbranquiçada e se rompem facilmente no sentido das fibras.

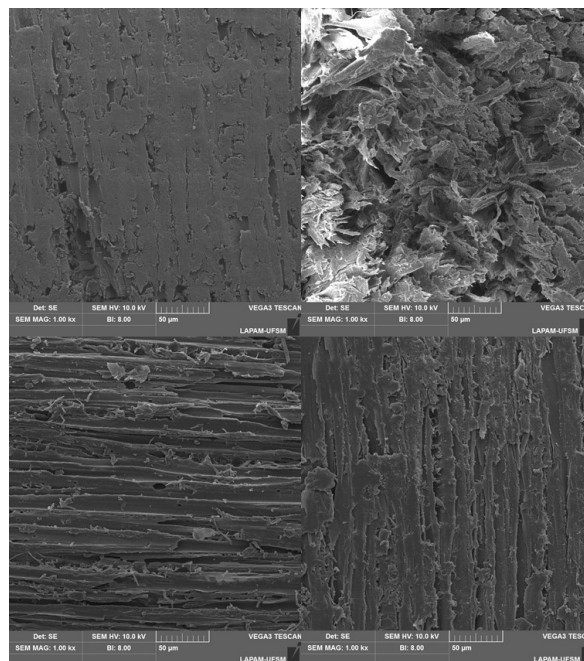


Figura 1. Superfície da madeira tratada com CCB (A), testemunha (B), madeira tratada com o extrato aquoso da casca de *Hovenia dulcis* (C), madeira tratada com o extrato aquoso da madeira de *H. dulcis* (D).

Visualmente é possível inferir que as imagens dos tratamentos com os extratos da casca e madeira de *Hovenia dulcis* (C) apresentaram semelhança, este resultado ratifica o desempenho observado para a perda de massa das amostras.

Solubilidade em NaOH 1%

A testemunha (amostra não tratada) se apresenta como a mais solúvel em comparação com as demais, seguidas das tratadas com os extratos da madeira e da casca de *Hovenia dulcis*. Já as madeiras tratadas com a mistura de CCB obtiveram os melhores desempenhos, não tendo diferença estatística dentre si (Tabela 3).

Tabela 3. Solubilidade em NaOH 1% das madeiras dos diferentes tratamentos.

Tratamento	Perda de Massa (%)
Testemunha	32,15a
CCB	18,50b
Casca <i>H. dulcis</i>	21,11ab
Madeira <i>H. dulcis</i>	26,70ab



*Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste T à 5% de probabilidade.

A degradação da holocelulose está intimamente ligada aos teores de solubilidade em NaOH a 1% e com os teores de extrativos totais, o primeiro parâmetro indica a formação de radicais livres solúveis em álcali e o segundo à fase final do processo de degradação de tais compostos, onde pode-se encontrar a presença de açúcares simples provenientes de sua total degradação (Pettersen, 1984). Assim, para o presente estudo madeiras não tratadas e tratadas com os extratos da casca e madeira de *H. dulcis* mostram maior degradação da holocelulose e redução dos valores de extrativos totais. A verificação da solubilidade da madeira é possível, pois a solução de NaOH a 1% extrai carboidratos de baixo peso molecular, constituídos basicamente de polioses e celulose degradada, podendo indicar o grau de degradação por fungos, calor, luz, oxidação, entre outros, sendo que, na madeira degradada, a porcentagem de materiais solúveis em NaOH a 1% aumenta (TAPPI, 1994).

CONCLUSÃO

Os extratos aquosos dos materiais lignocelulósicos (madeira e casca) de *Hoveia dulcis* apresentam potencial preservativo para madeiras. Por meio das avaliações realizadas, foi possível inferir que no geral, os tratamentos com os extratos mostraram-se semelhantes ou muito próximos dos resultados obtidos com madeiras impregnadas com a mistura CCB. Os autores recomendam novos testes com aumento da concentração dos extratos na tentativa de melhorar o desempenho dos biopreservantes.

REFERÊNCIAS

- American Society for Testing and Materials. ASTM D 1413: standard test method for wood preservatives by laboratory soil-block cultures. Annual Book of ASTM Standards, Philadelphia, v. 410, p. 119 - 121, 1994a.
- American Society for Testing and Materials. ASTM D-2017: standard method of accelerated laboratory test of natural decay resistance of woods. Annual Book of ASTM Standards, Philadelphia, p. 5, 2005.
- Archer, K.; Lebow, S. Wood preservation. In: WALKER, J.C.F. Primary wood processing: principles and practice. Dordrecht: Springer, 2006. Cap.9, p.297-338.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas. ABNT. NBR 7990 – Madeira - Determinação do material solúvel em hidróxido de sódio a 1%. Rio de Janeiro, 2010.
- Bianchini, N. H.; Silva, D. T.; Schindler, B.; Muniz, M. F. B.; Heinzmann, B. M. Antifungal activity of essential oils from native tree species in southern Brazil. Floresta, v. 52, n. 2, p. 304-312, 2022. DOI: 10.5380/ufv.v52i2.78343
- Blanchette, R. A.; Obst, J. R.; Timell, T. E. Biodegradation of compression wood and tension by white and brownrot fungi. Holzforschung, v. 48, p.34 - 42, 1994.
- Carvalho, D. E.; Santini E. J.; Martins, A. P. M.; Susin, F.; Freitas, L. S.; Talgatti, M. Natural durability of *Eucalyptus dunnii* Maiden, *Eucalyptus robusta* Sm., *Eucalyptus tereticornis* Sm. and *Hovenia dulcis* Thunb. wood in field and forest environment. Revista Árvore, v. 40, n. 2, p. 363 – 370, 2016.
- Cruz, C.D. Programa Genes – versão Windows: aplicativo computacional em genética e estatística. Viçosa: UFV, 2001. 648p.
- Mendes, A. S.; Alves, M. V. S. A degradação da madeira e sua preservação. Brasília: IBDF, p. 51, 1988.
- Modes, K. S.; Beltrame, R.; Vivian, M. A.; Santini, E. J.; Haselein, C. R.; Souza, J. T. Combinação de dois métodos não industriais no tratamento preservativo de moirões de *Eucalyptus grandis*. Ciência Florestal, Santa Maria, v. 21, n. 3, p. 579-589, jul.-set., 2011
- Oliveira, J. T. S.; Paes, J. B.; Vidaurre, G. B. Resistência biológica da madeira de espécies de eucalipto ao ataque de cupim de madeira seca. Scientia Forestalis, Piracicaba, v. 45, n. 113, p. 145 - 150, 2017.
- Pettersen, R. C. Chemical composition of wood. Washington: American Chemical Society, 1984.
- Silva, D. T.; Herrera, R.; Batista, B. F.; Heinzmann, B. M.; Labidi, J. Physicochemical characterization of leaf extracts from *Ocotea lancifolia* and its effect against wood-rot fungi. International Biodeterioration & Biodegradation, v. 117, p. 158 - 170, 2017.
- Silva, D. T.; Herrera, R.; Heinzmann, B. M.; Calvo, J.; Labidi J. *Nectandra grandiflora* By-Products Obtained by Alternative Extraction Methods as a Source of Phytochemicals with Antioxidant and Antifungal Properties. Molecules, Basel, v. 23, n. 372, p. 1 - 16, 2018.
- Silveira, A. G.; Santini, E. J.; Kulczynski, S. M.; Trevisan, R. Atividade antifúngica do extrato natural da acácia-negra à *Pycnoporus sanguineus* Scientia Forestalis, Piracicaba, v. 45, n. 114, p. 383 - 391, 2017.



Technical Association for the Worldwide Pulp, Paper and Converting Industry -TAPPI. TAPPI 212 : One percent sodium hydroxide solubility of wood and pulp. Atlanta; 1994.

Vivian, M. A.; Santini, E. J.; Modes, K. S.; Garlet, A.; Morais, W. W. C. Resistência biológica da madeira tratada de *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus cloeziana* a fungos apodrecedores em ensaios de laboratório. *Ciência Florestal*, Santa Maria, v. 25, n. 1, p. 175 - 183, 2015.