



Núcleo de Meio Ambiente
Universidade Federal do Pará
Rua Augusto Corrêa, 01, Guamá
Belém, Pará, Brasil
<https://periodicos.ufpa.br/index.php/agroecossistemas>

Talita Baldin

Universidade Federal de Minas Gerais
talita.baldin@hotmail.com

Edy Eime Pereira Baraúna

Universidade Federal de Minas Gerais
edybarauna@uol.com.br

Marcony Neres Coutinho

Universidade Federal de Minas Gerais
marconyneres@yahoo.com.br

Thawane Rodrigues Brito

Universidade Federal de Minas Gerais
talita.baldin@hotmail.com

Recebido em: 2019-12-16
Avaliado em: 2020-07-09
Aceito em: 2020-07-15

TRATAMENTOS NÃO INDUSTRIAIS EM MADEIRAS DE *Eucalyptus urophylla* S.T. BLAKE

RESUMO: Avaliou-se a eficiência de diferentes tratamentos não industriais na preservação da madeira de dois clones de *Eucalyptus urophylla* contra o ataque de térmitas. Os corpos de prova foram submetidos aos seguintes tratamentos: carbonização superficial, pincelamento, banho quente-frio e imersão prolongada em solução CCB. Em seguida, expostos por 45 dias a uma colônia de térmitas do gênero *Nasutitermes* em ensaio de preferência alimentar. Foi determinada a perda de massa e a retenção de cada tratamento nos dois clones. O tratamento da madeira conferiu aumento da resistência ao ataque de térmitas, sobretudo os métodos de imersão prolongada e banho quente-frio, recomendando-os para preservação de madeiras que tenham contato com o solo.

PALAVRAS-CHAVE: Preservação da madeira, Carbonização superficial, Preferência alimentar.

NON-INDUSTRIAL TREATMENT IN *Eucalyptus urophylla* S.T. BLAKE WOODS

ABSTRACT: The efficiency of different non-industrial treatments in the wood preservation of two *Eucalyptus urophylla* clones against termite attack was evaluated. The specimens were submitted to the following treatments: surface carbonization, brushing, hot-cold bath and prolonged immersion in CCB solution. They were then exposed for 45 days to a colony of termites of the *Nasutitermes* genus in alimentary preference assay. The loss of mass and retention of each treatment in both clones were determined. The treatment of wood increased the resistance to attack of termite, especially the methods of prolonged immersion and hot-cold bath, recommending them for the preservation of woods that have contact with the ground.

KEYWORDS: Wood preservation, Surface carbonization, Alimentary preference.

TRATAMIENTOS NO INDUSTRIALES EN MADERA DE *Eucalyptus urophylla* S.T.BLAKE

RESUMEN: Se evaluó la eficiencia de diferentes tratamientos no industriales para la preservación de la madera de dos clones de *Eucalyptus urophylla* contra el ataque de termitas. Las muestras fueron sometidas a los siguientes tratamientos: carbonización superficial, cepillado, baño caliente-frío e inmersión prolongada en solución CCB. Luego, expuesto durante 45 días a una colonia de termitas del género *Nasutitermes* en una prueba de preferencia alimentaria. Se determinó la pérdida de masa y la retención de cada tratamiento en ambos clones. El tratamiento de la madera aumentó la resistencia al ataque de termitas, especialmente los métodos de inmersión prolongada y baño caliente-frío, recomendándolos para la preservación de la madera que tiene contacto con el suelo.

PALABRAS CLAVES: Preservación de la madera, Carbonización superficial, Preferencia alimentaria.

INTRODUÇÃO

No Brasil a exploração de espécies florestais nativas com elevada resistência natural conduziu a escassez e consequente utilização de madeiras com baixa resistência biológica, como aquelas dos gêneros exóticos *Pinus*, *Eucalyptus* e *Corymbia* (PAES et al., 2016).

Entretanto, em virtude da sua composição química e estrutura anatômica, grande parte das espécies pertencentes os eucaliptos, por exemplo, possuem baixa resistência natural a organismos xilófagos, sendo as térmitas uma das principais deterioradoras (PAES; VITAL, 2000). Para contornar tal problemática

surtem os tratamentos preservativos, que garantem aumento da vida útil de produtos à base de madeira.

A madeira tratada é um produto sustentável à medida que diminui o consumo de madeira nativa, substituindo suas várias formas de utilização e da própria madeira reflorestada, pois aumenta sua qualidade e durabilidade. Ao mesmo tempo, ela contribui para a geração de emprego, tanto nos reflorestamentos como no processo de tratamento, além de contribuir para o aumento do mercado consumidor já que seu custo-

benefício é maior (SILVEIRA et al., 2017).

Atualmente os métodos comerciais de preservação da madeira utilizam pressão em autoclave para impregnação da solução preservante. Os produtos mais comuns são o CCA (Arseniato de Cobre Cromatado) e o CCB (Borato de Cobre Cromatado) e ambos vem sofrendo restrições de agências governamentais por serem considerados potenciais poluidores ao ambiente.

O emprego de métodos não industriais como o pincelamento, a imersão prolongada, o banho quente-frio e a substituição de seiva é uma prática comum na preservação de madeiras no meio rural, principalmente em função do baixo custo e facilidade das operações. Nestes, o tratamento ocorre sem a aplicação de pressão, fazendo com que a impregnação de produtos químicos atinja apenas regiões periféricas.

O pincelamento é um dos processos de tratamento mais simples disponíveis, podendo ser realizado com preservativos hidrossolúveis ou

oleossolúveis de baixa viscosidade aplicados diretamente na superfície da madeira. Como desvantagem, a penetração do preservante raramente ultrapassa poucos milímetros e qualquer movimentação da madeira provocará a ruptura da camada protetora e sua consequente exposição.

Na imersão prolongada a madeira é mergulhada na solução preservante, à temperatura ambiente, durante o tempo considerado necessário para a absorção desejada. Já o banho quente-frio consiste em mergulhar a madeira seca e descascada na solução preservante de natureza hidrossolúvel ou oleosa à temperatura de 60 a 90° C durante o período necessário para que a madeira entre em equilíbrio térmico com a solução, fazendo com que o ar presente no interior das células se expanda e seja parcialmente expulso. Em seguida a madeira deve ser mergulhada na mesma solução preservante, à temperatura ambiente até atingir o equilíbrio térmico. Deste modo, o ar remanescente na célula se contrai, criando vácuo no interior da

madeira, e então a solução é absorvida (LEPAGE et al., 1986).

A carbonização superficial consiste na queima das camadas superficiais da madeira utilizando o fogo, por meio de fogueira, lança-chamas ou maçarico. Este processo promove alterações químicas nos polímeros de celulose, hemicelulose e lignina, resultando em um produto com características diferenciadas, quando comparado com a madeira em condições normais.

Diante da necessidade de aumentar a vida útil da madeira das espécies com baixa resistência natural a organismos xilófagos, o presente trabalho visa avaliar a eficiência de tratamentos não industriais na madeira de *Eucalyptus urophylla* exposta a térmitas.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram obtidas cinco árvores de dois clones de *Eucalyptus urophylla* S.T.Blake (Clone A e B) com quatro anos de idade em um plantio comercial localizado no município de Nova Esperança/MG. Os clones tiveram sua densidade básica mensurada conforme norma da ABNT (NBR 11941, 2003).

Para confecção dos corpos de prova foi utilizada somente a porção basal, com 50 cm de comprimento. Os toretes foram submetidos a secagem ao ar livre até atingirem massa constante. Em seguida, foram descascados, aplainados e processados em serra de disco para obtenção dos corpos de prova livres de nós, retirados da região do alburno com dimensões de 2,5 x 2,0 x 0,64 cm (longitudinal x radial x tangencial).

Utilizou-se o CCB como solução preservativa. As proporções dos componentes desta solução foram baseadas na norma ABNT (NBR 9480, 1986) para mourões de madeira preservada para cercas: 2,5% em peso de dicromato de potássio, ácido bórico, sulfato de cobre, ácido acético e água. Adicionou-se em tambor de plástico primeiramente o ácido acético à água para acidificar a solução e em seguida os outros componentes com contínua agitação, até completa dissolução dos sais.

Os tratamentos consistiram em testemunha – os corpos de prova não receberam qualquer tratamento físico

ou químico; pincelamento – os corpos de prova foram pincelados com solução de CCB utilizando pincel de uma polegada; imersão prolongada – os corpos de prova foram submersos em solução de CCB a temperatura ambiente ($\approx 22^{\circ}\text{C}$) por sete dias; banho quente-frio – os corpos de prova foram mergulhados em solução de CCB a 90°C e temperatura ambiente ($\approx 22^{\circ}\text{C}$), sequencialmente, permanecendo 1 hora em cada solução. A solução de CCB foi aquecida em um b quer de um litro com auxílio de uma chapa aquecedora; carboniza o superficial – os corpos de prova foram submetidos a carboniza o das camadas superficiais com auxílio de lança chamas acoplado a um botijão de gás GLP comercial. Cada face dos corpos de prova ficou voltado para a chama durante 3 segundos. Para determinar a reten o da soluço preservante nos corpos de prova após a finaliza o de cada tratamento foi utilizada a metodologia proposto por Lepage et al. (1986).

O experimento de preferência alimentar foi realizado conforme a ASTM (D- 3345, 2005). Utilizou-se uma espécie pertencente ao g nero *Nasutitermes*, coletado no Instituto de Ciências Agrárias da UFMG, em Montes Claros, MG.

Os corpos de prova foram secos em estufa de circula o forçada de ar a $103 \pm 2^{\circ}\text{C}$ até atingir massa constante, obtendo-se assim a massa inicial. Em seguida distribuídos aleatoriamente em uma camada de areia com 10 centímetros de espessura em uma caixa plástica de 500 litros (Figura 1A), onde foram expostos durante 45 dias   a o das térmitas (Figura 1B), seguindo as recomenda es de Paes et al. (2007). Transcorridos 45 dias, foram limpos com auxílio de uma escova de dentes, secos em estufa até massa constante, e então determinada a massa final. As porcentagens de perda de massa para cada corpo de prova foram obtidas através da diferença entre a massa inicial e final.

Figura 1. Ensaio de preferência alimentar com os corpos de prova dispostos de forma aleatório na areia umida (A) e exposição do material às térmitas (B).



Fonte: Elaborado pelos autores.

Para avaliar a eficiência dos tratamentos foi adotado um delineamento inteiramente casualizado arranjado em fatorial (2x5) com cinco repetições, englobando fatores: 2 híbridos de *Eucalyptus urophylla* (clone A e B); 5 tratamentos (testemunha, pincelamento, imersão prolongada, banho quente-frio e carbonização superficial).

A análise estatística foi realizada utilizando o software Sisvar, sendo empregado o teste de Tukey ($P \leq 5\%$) para classificação das médias. Os dados de perda de massa foram transformados em arsen [raiz quadrada ($x/100$)] para permitir a homogeneidade das variâncias.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A testemunha do Clone B apresentou maior perda de massa (Tabela 1), seguida pela carbonização superficial e o pincelamento, que não apresentaram diferenças estatísticas. As menores perdas foram evidenciadas, nos dois clones, para os tratamentos banho quente-frio e imersão prolongada.

Como esperado, a madeira não tratada (testemunha) teve perda de massa superior a pelo menos dois tratamentos, imersão e banho quente-frio, o que justifica a necessidade de tratamentos preservativos para a melhoria da resistência da madeira ao ataque de cupins.

Tabela 1. Comparação entre as médias, pelo teste de Tukey ($P \leq 5\%$), para a perda de massa entre os diferentes tratamentos e Clones.

Tratamento	Clone A	Clone B
Imersão Prolongada	0,22 Aa	0,35 Aa
Banho quente- frio	0,50 Aa	0,62 Aa
Carbonização superficial	1,11 Ba	4,14 Bb
Pincelamento	2,19 Ba	3,17 Bb
Testemunha	4,38 Ca	5,78 Cb

Legenda: As médias seguidas pela letra maiúscula, na vertical, ou pela mesma letra minúscula, na horizontal, não diferem entre si a 5% de probabilidade.

Lopes (2017) observou que a impregnação com borato de cobre cromatado (CCB) contribuiu de forma considerável para a melhoria da resistência da madeira de algaroba (*Prosopis juliflora*) ao cupim xilófago *Nasutitermes*.

O pincelamento e a carbonização superficial apresentaram menor eficiência, quando comparados ao banho quente-frio e imersão prolongada. Contudo, a perda de massa foi aproximadamente duas vezes menor do que a testemunha, o que revela o aumento significativo da resistência da madeira com a utilização de tratamentos preservativos.

O pincelamento é um dos tratamentos mais conhecidos em meio rural visto a sua simplicidade. No

entanto, sua eficiência é questionável por ser superficial, ou seja, a solução preservante protege apenas as camadas externas da madeira (LEPAGE et al., 1986; Vidal et al., 2015), o que justificou também as menores taxas de retenção (Tabela 3; Figura 2B). Deste modo, as camadas internas são susceptíveis ao ataque de xilófagos em decorrência do futuro desenvolvimento de fendas na peça. Futuramente, para melhorar a eficiência do pincelamento, mais camadas poderiam ser aplicadas.

A carbonização superficial promove alterações nas camadas externas da madeira devido à degradação de compostos fundamentais como celulose e hemicelulose (BORGUES; QUIRINO, 2004). A carbonização, assim como o pincelamento, é um tratamento

superficial, o que limita a sua eficiência. No entanto, esperava-se resultados mais promissores, visto que os agentes xilófagos não reconheceriam a madeira carbonizada como alimento, devido a degradação dos seus componentes glicídicos. A carbonização ocorreu superficialmente, atingindo uma espessura de aproximadamente 0,3 mm, e por isso recomenda-se a realização de estudos com diferentes espessuras da camada carbonizada, partindo do pressuposto que a

eficiência do tratamento tende a aumentar com o aumento desta camada.

A taxa de retenção, assim como a densidade básica da madeira é demonstrada na Tabela 2. No Clone A, de maior densidade, os tratamentos mostraram valores numéricos de retenção inferiores ao B. O pincelamento teve os menores valores de retenção, seguido por banho quente-frio e imersão prolongada.

Tabela 2. Retenção da solução preservante CCB nos corpos de prova da madeira de *Eucalyptus*.

Clone	Densidade básica (g/cm ³)	Retenção (kg i.a/m ³)		
		Pincelamento	Banho quente-frio	Imersão prolongada
A	0,527	3,00	6,45	7,80
B	0,463	3,66	6,95	8,24

O banho quente-frio e a imersão prolongada promoveram maior proteção ao ataque das térmitas, apresentando perda de massa 12 vezes menor que a testemunha (Tabela 1). Estes tratamentos também possibilitam a proteção de um maior número de camadas do material, o que justifica as

maiores taxas de retenção (Tabela 2). Segundo Paes et al. (2001) a imersão prolongada promove a penetração da solução preservante para o interior da madeira preferencialmente pela difusão. Já o banho quente-frio promove a penetração por meio da pressão negativa criada pela redução súbita da

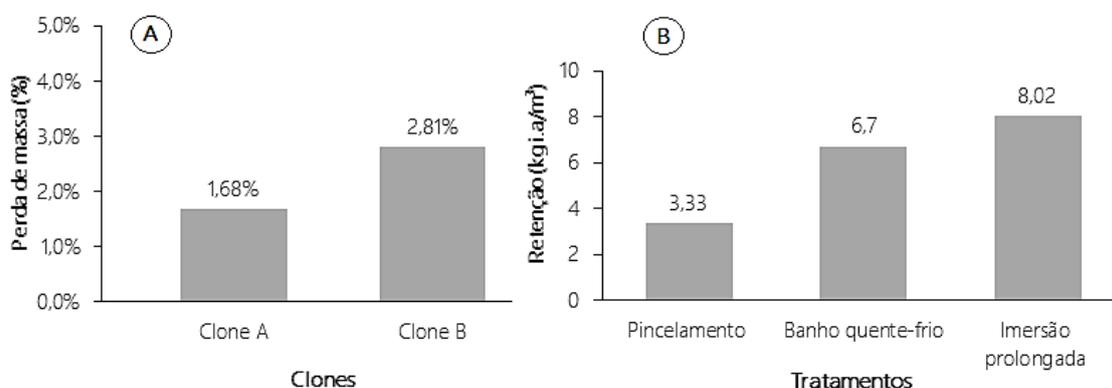
temperatura do ar presente no interior da madeira (LEPAGE et al., 1986).

Castellanos e Calderón (2020) submeteram as espécies mexicanas *Spathodea campanulata*, *Fraxinus americana* e *Albizia plurijuga* ao método de preservação banho quente-frio, com grupos com concentrações de sais de boro de 1 %, 2 %, e 3 %. Os autores concluem que a concentração do boro no banho quente-frio exerce uma correlação positiva com os valores de

retenção da solução nas peças, num aumento proporcional.

A média geral de perda de massa das madeiras do Clone A mostraram-se mais resistentes a degradação quando comparadas às do Clone B (Figura 2A). Os resultados encontrados são atribuídos à influência das características físicas da madeira, visto que a densidade básica do clone A ($0,572 \text{ g/cm}^3$) é maior que a do clone B ($0,463 \text{ g/cm}^3$).

Figura 2. Perda de massa para os Clones A e B de *E. urophylla* (A). Retenção para cada tratamento, quando somado os corpos de prova dos Clones A e B de *E. urophylla* (B).



Fonte: Elaborado pelos autores.

Já na avaliação da retenção dos tratamentos individuais, os maiores valores são observados para a imersão prolongada, seguida do banho quente-frio e do pincelamento (Figura 2B). Os

resultados poderão ser futuramente melhorados com a utilização de madeiras com maiores teores de umidade inicial. Corroborando esta afirmação, as pesquisas realizadas por

Azevêdo et al. (2018) comprovam que a madeira, estando com condições de umidade maiores, mostram maior facilidade de absorver o produto imunizante.

Segundo a ABNT (NBR 9480, 1986) madeiras de eucalipto tratadas com preservativos hidrossolúveis devem possuir retenção mínima de 6,5 kg de ingrediente ativo por metro cúbico de madeira. Os corpos de prova tratados com o pincelamento apresentaram retenção média (3,33 kg i.a./m³) inferior ao estipulado pela norma, o que limita a sua utilização em peças que tenham contato com o solo ou ambientes úmidos, enquanto as amostras tratadas com banho quente-frio e imersão prolongada apresentaram retenção média superior ao estipulando, 6,70 kg i.a./m³ e 8,02 kg i.a./m³ respectivamente, não apresentando qualquer restrição a sua utilização.

O uso de produtos preservativos para aumentar a resistência da madeira à organismos xilófagos além das alterações químicas, físicas e biológicas, provoca a alteração da sua cor original e promove o escurecimento da

superfície. Por isso, os autores recomendam, em novos estudos, complementar as análises com testes colorimétricos, especialmente em situações de uso onde sua aparência seja fator determinante.

CONCLUSÃO

O banho quente-frio e a imersão prolongada apresentaram maior eficiência na preservação da madeira de *Eucalyptus urophylla*, seguidos pelo pincelamento e carbonização superficial. Estes métodos de tratamentos podem ser utilizados para madeiras em contato com o solo, visto o atendimento da retenção mínima exigida pela Associação Brasileira de Normas Técnicas. O Clone A devido a sua maior densidade básica mostrou melhor resposta aos tratamentos preservativos, com menor perda de massa da madeira após exposição as térmitas.

REFERÊNCIAS

Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 9480: Mourões de madeira preservada para cercas. Rio de Janeiro; 1986.

Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 11941: Madeira - Determinação da densidade básica. Rio de Janeiro; 2003.

American Society for Testing and Materials. **ASTM D-3345**: Standard method for laboratory evaluation of the wood and other cellulosic materials for resistance to termite. Philadelphia; 2005.

AZEVEDO, S. M. A.; CALEGARI, L.; OLIVEIRA, E.; PIMENTA, A. S.; PAES, J. B.; LIMA, C. R. Avaliação e eficiência do ccb na madeira de *Prosopis juliflora* (Sw.) DC. pelo método da substituição de seiva. **Ciência Florestal**, v. 28, n. 4, p. 1704-1715, 2018. Doi: 10.5902/1980509835319

BORGES, L. M.; QUIRINO, W. F. Higroscopicidade da madeira de *Pinus caribaea* var. hondurensis tratado termicamente. **Biomassa & Energia**, v. 1, n.2, p. 173-182, 2004.

CASTELLANOS, J. R. S.; CALDERÓN, L. E. A. Density and dynamic modulus of three mexican woods impregnated with boron. Evaluation with transverse vibrations. **Revista Cubana de Ciencias Forestales**, v.8, n.1, p. 176-190. 2020.

LEPAGE, E. S. **Manual de Preservação de Madeiras**. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, 1986. 708 p.

LOPES, P. J. G.; CALEGARI, L.; AZEVEDO, S. M. A.; OLIVEIRA, E. Resistência da madeira de algaroba (*Prosopis juliflora*) tratada com CCB contra cupins xilófagos. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v.12, n.3, p. 273-279, 2016.

PAES, J. B.; SEGUNDINHO, P. G. A.; EUFLOSINO, A. E. R.; SILVA, M. O. R.; CALIL, J. C.; CHRISTOFORO, A. L. Biological resistance of thermally treated *Corymbia citriodora* (Hook.) k.d. hill & l.a.s. johnson e *Pinus taeda* L. woods against xylophagous termites. **Revista Árvore**, v. 40, p. 535-541, 2016.

PAES, J. B.; MORESCHI, J. C.; LELLES, J. G. Tratamento preservativo de moirões de *Mimosa scabrella* (bracatinga) e de *Eucalyptus viminalis* pelo método de imersão prolongada. **Cerne**, v. 7, n. 2, p. 065-080, 2001.

PAES, J. B.; MELO, R. R.; LIMA, C. R.; OLIVEIRA, O. Resistência natural de 7 madeiras ao cupim subterrâneo (*Nasutitermes corniger* Motsch.) em ensaio de preferência alimentar. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 2, n. 1, p. 57-62, 2007.

PAES, J. B.; VITAL, B. R. Resistência natural da madeira de cinco espécies de eucalipto a cupins subterrâneos em testes de laboratório. **Revista Árvore**, v. 21, n. 1, p. 1-6, 2000.

SILVEIRA, A. G.; BALDIN, T.; VIDRANO, B. R. A.; SANTINI, E. J.; TALGATTI, M.; TREVISAN, R. Quality of *Hovenia dulcis* Thunb. round fence posts submitted to preservative treatment. **Floresta**, v. 48, n. 1, p. 59-66, 2018. Doi: 10.5380/ufv.v48i1.50118

VIDAL, J. M.; EVANGELISTA, W. V.; SILVA, J. C.; JANKOWSKY, I. P. Preservação de madeiras no Brasil: histórico, cenário atual e tendências. **Ciência Florestal**, v. 25, n.1, p. 257-271, 2015.