



Foto: Bruno Dufau Mattos

## Avaliação de mourões de *Corymbia citriodora* Hill & Johnson tratados com CCA-C após 6 anos em ensaio de campo de apodrecimento

Washington Luiz Esteves Magalhães<sup>1</sup>

Bruno Dufau Mattos<sup>2</sup>

André Luiz Missio<sup>3</sup>

Pedro Henrique Gonzalez de Cademartori<sup>4</sup>

A produção e o processamento da madeira apresentam baixo custo e consumo de energia em comparação a outros materiais tais como o aço, o cimento e o alumínio. Por esse motivo, a madeira tem grande aplicação na construção civil. Além disso, a madeira pode ser utilizada para a fabricação de postes e estruturas para as redes de transmissão e distribuição elétrica, sendo outro grande campo de aplicação deste material, principalmente em países como Estados Unidos, Canadá, Austrália e África do Sul. No Brasil, este emprego é mais acentuado nos estados do Sul do país (VIDOR, 2003).

De acordo com AS 5604 (AUSTRALIAN STANDARD, 2003), a madeira de *Corymbia citriodora* Hill & Johnson é classificada como de classe 2 (entre 15 e 25 anos) em relação a sua durabilidade natural, quando exposta a condições edafoclimáticas similares às predominantes na Austrália. No entanto, o rápido crescimento do eucalipto no Brasil e, conseqüentemente, a maior presença de alburno na madeira, são características que tendem a reduzir a vida útil da madeira

e aumentar a necessidade de tratamentos preservativos (MAGALHÃES et al., 2012).

A susceptibilidade da madeira ao apodrecimento se deve à grande quantidade de carboidratos presentes na constituição química desse material, além da facilidade de acesso aos organismos deterioradores. Esses organismos reconhecem os polímeros naturais da parede celular como fonte de nutrição. Alguns deles possuem sistemas enzimáticos específicos, que têm a capacidade de transformar esses polímeros em unidades digeríveis (LEPAGE, 1986). Com isso, a durabilidade da madeira tende a diminuir, conforme a sua exposição, e depende de suas propriedades, tratamentos preservativos, condições climáticas e de solo. Desses fatores, o tratamento preservativo é o que pode ser mais facilmente controlado, sendo, portanto, utilizado para prolongar a vida útil da madeira.

O ato de preservar a madeira nada mais é que adotar técnicas para protegê-la de agentes deterioradores, que podem ser de natureza

<sup>1</sup>Engenheiro químico, Doutor, Pesquisador da Embrapa Florestas, washington.magalhaes@embrapa.br

<sup>2</sup>Engenheiro Industrial Madeireiro, Mestre, Doutorando da Universidade Federal do Paraná, brunodufaumattos@gmail.com

<sup>3</sup>Engenheiro Industrial Madeireiro, Mestre, Doutorando da Universidade Federal de Santa Maria, andreluizmissio@gmail.com

<sup>4</sup>Engenheiro Industrial Madeireiro, Mestre, Doutorando da Universidade Federal do Paraná, pedrocademartori@gmail.com

química, física ou biológica. Para tanto, essas técnicas vão desde a adoção de detalhes construtivos e de utilização para impedir a ação desses agentes, até a aplicação de produtos preservativos para madeira. Neste último caso, podem ser utilizados processos não industriais, tais como imersão simples, pincelamento e/ou pulverização; ou processos industriais realizados por vácuo-pressão em autoclave em usinas de preservação de madeira. A escolha do produto e do processo depende da madeira e das condições de utilização da mesma (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PRESERVADORES DE MADEIRA, 2011).

Na escolha desses produtos, Santini (1988) afirmou que um bom preservativo de madeira deve apresentar algumas características, como: toxicidade somente aos agentes xilófagos; ter ação duradoura; ser quimicamente estável; não alterar as características estruturais da madeira; ter boa penetração e difusão uniforme; não aumentar a inflamabilidade, além de ser importante que seja acessível e viável economicamente. Entretanto, de acordo com Moreschi (2005), dificilmente se encontra um produto preservativo com todas essas características, visto que cada substância apresenta certas limitações.

Para Velizarova et al. (2004), o produto que melhor satisfaz essas condições é o arseniato de cobre cromatado, conhecido como CCA-C, preservativo hidrossolúvel a base de cobre (Cu), cromo (Cr) e arsênio (As), sendo muito utilizado em escala industrial. Considerando que atualmente não existe um biocida para madeira que seja perfeitamente seguro para o homem e altamente efetivo contra a deterioração biológica, o CCA-C tornou-se a melhor opção, por apresentar os melhores resultados quanto à eficiência, segurança e relação benefício/custo (GEISSE, 2006). Lepage (1986) ressalta que a qualidade do tratamento preservativo pode ser verificada pela penetração e retenção do produto na madeira, por métodos normatizados por órgãos como ABNT e ASTM; além da experimentação do material preservado em campos de apodrecimento e em ensaios acelerados de laboratório.

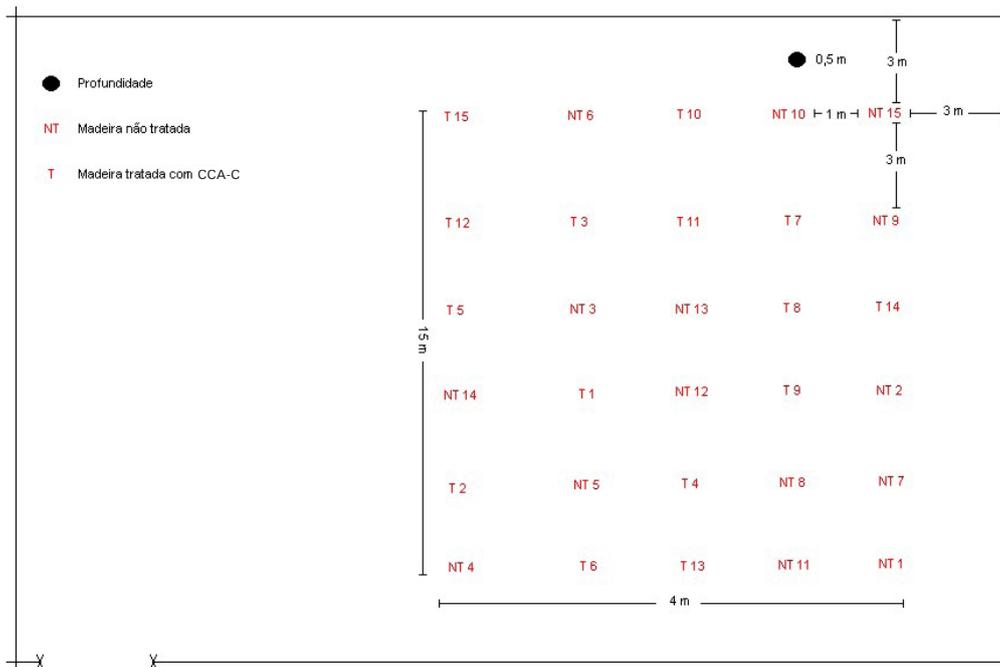
De acordo com Santini (1988), um campo de apodrecimento consiste em expor corpos de prova de madeira tratada, com dimensões padronizadas, a situações de campo semelhantes àquelas de uso em serviço, de modo a submetê-los à ação dos agentes do meio. Esses corpos de prova, segundo o mesmo autor, são enterrados até a metade de seu comprimento em locais ao ar livre e, por meio de inspeções periódicas, são verificadas as alterações provocadas por agentes xilófagos. Como complemento do ensaio e comparação dos resultados, utilizam-se também corpos de prova não tratados que servem como testemunhas. Ao avaliar as condições da madeira durante o período de ensaio, é possível verificar quais os organismos participantes do processo de deterioração do material, além de possibilitar a estimativa da vida média em serviço e a eficiência de produtos preservativos (LOPEZ; MILANO, 1986).

Dessa forma, o presente trabalho teve por objetivo avaliar a resistência ao apodrecimento da madeira de *Corymbia citriodora* tratada com biocida CCA-C, por meio de campo de apodrecimento.

### **Características do local de instalação do campo experimental**

A área definida para instalação do campo de apodrecimento localiza-se nas dependências da Embrapa Florestas, Município de Colombo, PR (25° 17' 30" S e 49° 13' 27" O). A altitude do local é em torno de 1.000 m acima do nível do mar e o clima predominante é do tipo Cfb segundo a classificação de Köppen, conforme mencionado por Wrege (2011). O solo do campo experimental é do tipo Neossolo Flúvico Tb Distrófico com argila siltosa e franco-argilo-siltosa, de baixa permeabilidade e relevo plano (MAGALHÃES et al., 2012).

**Padronização da área e da cerca:** escolheu-se uma área de 2.000 m<sup>2</sup> nas dimensões de 40 m x 50 m, cercada com quatro fios de arame liso ovalado galvanizado. A distância entre mourões foi de 3 m entre linhas e 1 m entre colunas, conforme o croqui exposto na Figura 1.



**Figura 1.** Croqui dos mourões enterrados em campo de apodrecimento na Embrapa Florestas.

### Requisitos gerais para a área a ser escolhida:

a área não deve ter sofrido forte erosão ou alteração grave de suas características originais e deve ser representativa da região; tem de ser plana natural, com solo fértil e com as propriedades (pH, textura, matéria orgânica, capacidade de absorção de água) uniformes ao longo do terreno; o solo pode ser úmido a maior parte do ano, mas deve apresentar boa drenagem; devem-se escolher locais com possibilidade de expansões futuras e onde nenhum fertilizante tenha sido colocado, natural ou artificial. A aplicação de outros produtos químicos também deve ser evitada durante o seu uso como campo de apodrecimento; a área deve ser aberta e livre de vegetação alta, assim como de condições ambientais extremas ou poluição industrial; a área deve ser de fácil acesso para visitas, eventos e fiscalização e não sujeitas a atos de vandalismo.

**Controle da vegetação:** nenhum controle, controle manual ou controle mecanizado adequado, com um mínimo de distúrbio ao solo; não utilizar produtos químicos; a capina e limpezas devem ser uniformes ao longo da área.

### Seleção e preparo do material

Foram confeccionados 30 mourões de 7 cm de diâmetro e 1 m de comprimento, da madeira de *Corymbia citriodora* Hill & Johnson. Desses mourões, a metade foi tratada com arseniato de cobre cromatado (CCA-C), com retenção inicial proposta de  $6,5 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ , em ciclo de vácuo-pressão (processo célula cheia) numa autoclave industrial; e o restante ficou sem tratamento para a utilização como controle.

### Inspeção dos mourões

A avaliação do apodrecimento da madeira consistiu em retirar os mourões do solo e avaliar, conforme a norma estabelecida pelo *European Committee for Standardization* (1989), e em seguida enterrá-los novamente (Tabela 1). As inspeções foram realizadas em dois períodos, aos 3 anos e 6 anos após a instalação da área experimental em 2005.

**Tabela 1.** Critérios para avaliação do apodrecimento de madeiras.

Condição	Nota (N)	Índice de deterioração (ID)
Sadia	4	0
Leve apodrecimento	3	25
Apodrecimento moderado	2	50
Apodrecimento severo	1	75
Ruptura	0	100

Na Figura 2 são apresentados exemplos de grau de ataque dos mourões utilizados nesse trabalho. A nota 1 não está exemplificada, devido à ausência de mourões com esta classificação.

Fotos: Pedro Henrique Gonzalez de Cademartori

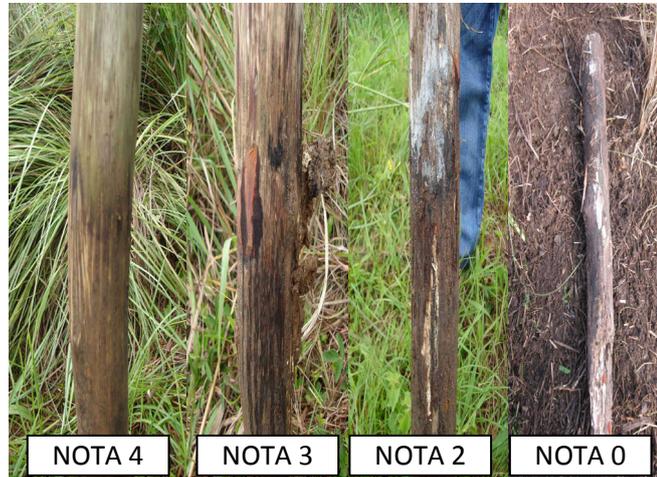


Figura 2. Mourões analisados no experimento.

Quando feita a comparação da área experimental durante a primeira verificação em 2008 e a verificação realizada em 2011, observou-se que os mourões não tratados após o período de exposição entre 2005 e 2011 foram completamente deteriorados pelos organismos xilófagos (Figura 3). Já os mourões tratados com CCA-C ainda não apresentavam apodrecimento, aos quais foram atribuídas nota 4. Ou seja, apresentaram-se saudáveis, com ausência de ataques de fungos ou de insetos.

Avaliou-se o topo dos mourões tratados que permaneceram em campo após os 6 anos de experimento e verificou-se que as intempéries provocaram rachaduras de topo, as quais se propagaram ao longo do comprimento do mourão, conforme a Figura 4.

Verificou-se que 11 em um total de 15 mourões apresentaram esse tipo de rachadura de topo e 4 apresentaram princípios de rachaduras. Desses 11 com rachaduras de topo, em 5 amostras a rachadura propagou-se no sentido longitudinal, todavia esse é um comportamento associado à madeira e não ao tratamento preservativo realizado.

Fotos: Pedro Henrique Gonzalez de Cademartori



Figura 3. Campo de apodrecimento em 2008 (A) e 2011 (B).

Fotos: Pedro Henrique Gonzalez de Cademartori

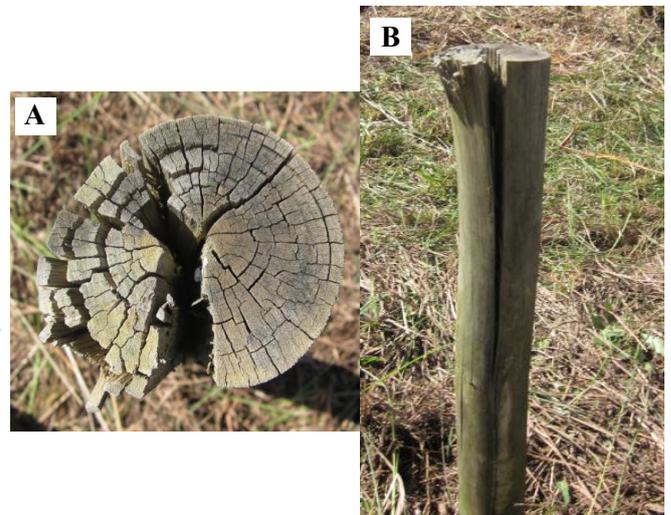


Figura 4. Rachaduras de topo (A) e longitudinal (B) verificadas nos mourões.

Na Figura 5 pode-se observar o contraste entre os mourões que receberam nota 4 e aqueles com nota 0, na segunda avaliação.

Foto: Pedro Henrique Gonzalez de Cademartori



**Figura 5.** Comparação das notas 0 (extremidades) e 4 (centro) recebidas pelos mourões.

Observou-se que nos mourões que receberam a nota 0, referente a ruptura ou quebra devido ao apodrecimento, a parte subterrânea foi completamente degradada. Tanto a primeira como a segunda avaliação mostraram 100% de eficiência do tratamento preservativo, isto é, todos os mourões tratados com CCA-C foram classificados com nota 4. Para a madeira não tratada, observou-se que 80% foi classificada como nota 0 após a primeira avaliação. Já na segunda avaliação, verificou-se que 100% da madeira sem tratamento apresentou nota 0.

Segundo Morrell (2004), os tratamentos preservativos podem prolongar de 20 a 40 vezes a vida útil de um produto de madeira, quando comparado com madeira sem tratamento. Edlund et al. (2006), ao estudarem a resistência ao apodrecimento da madeira de *Pinus sylvestris* tratada com CCA-C, expostas em campos instalados em países nórdicos da Europa (Dinamarca, Suécia, Finlândia e Noruega), observaram que as estacas tratadas demoraram em média 10 anos para receberem uma nota menor que 4. Green et al. (2010), ao avaliarem o tratamento com CCA-C em *Pinus*, observaram que com 9 anos no campo de apodrecimento as estacas não apresentaram apodrecimento.

Em ambiente amazônico, com tratamentos semelhantes ao deste estudo (madeira, processo de tratamento e biocida), Araújo et al. (2012) verificaram após 4 anos de experimento a mesma superioridade da madeira tratada em relação aos tratamentos controle.

O presente estudo e os demais trabalhos citados anteriormente corroboram a superioridade da madeira tratada em relação à resistência ao apodrecimento.

### Conclusão

Nas condições edafoclimáticas do local de ensaio deste estudo, a resistência ao apodrecimento da madeira tratada de *Corymbia citriodora* é superior à madeira sem tratamento, em no mínimo 3 vezes.

### Referências

- ARAUJO, H. J. B.; MAGALHÃES, W. L. E.; OLIVEIRA, L. C. Durabilidade de madeira de eucalipto citriodora (*Corymbia citriodora* (Hook.) K.D. Hill & L.A.S. Johnson) tratada com CCA em ambiente amazônico. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 42, n. 1, p. 49-58, 2012.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PRESERVADORES DE MADEIRA. Disponível em: <www.abpm.com.br>. Acesso em: 15 set. 2011.
- AUSTRALIAN STANDARD. **AS 5604**: timber-natural durability ratings. Homebush, New South Wales, 2003. 29 p.
- EDLUND, M. L.; EVANS, F.; HENRIKSEN, K.; NILSSON, T. **Testing durability of treated wood according to EN 252**: interpretation of data from Nordic test fields. Stockholm: The International Research Group on Wood Protection, 2006. (The International Research Group on Wood Protection. Document IRG/WP 06-20341).
- EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION. **EN 252**: field test method for determining the relative protective effectiveness of a wood preservative in ground contact. Brussels, 1989.
- GEISSE, M. E. Tratamento de madeira de reflorestamento em autoclave. **Revista da Madeira**, São Paulo, v. 100, p. 96-99, 2006.

GREEN, F.; ARANGO, R. A.; LEBOW, S. T. Field testing of the experimental wood preservative N'-N-naphthaloylhydroxylamine: five and eight years results. In: ANNUAL MEETING OF THE AMERICAN WOOD PROTECTION ASSOCIATION, 106., Savannah, Georgia, 2010. **Proceedings...** Savannah: Hyatt Regency Riverfront, 2010. p. 192-196.

LEPAGE, E. S. **Manual de preservação de madeiras.** São Paulo: IPT, 1986. 2 v.

LOPEZ, G. A. C.; MILANO, S. Avaliação da durabilidade natural da madeira e de produtos usados na sua proteção. In: LEPAGE, E. S. (Coord.). **Manual de preservação de madeiras.** São Paulo: IPT, 1986. v. 2. p. 473-510.

MAGALHÃES, W. L. E.; MATTOS, B. D.; MISSIO, A. L. Field testing of CCA-treated Brazilian spotted gum. **International Biodeterioration & Biodegradation**, Barking, v. 74, p. 124-128, 2012.

MORESCHI, J. C. **Propriedades tecnológicas da madeira.** Curitiba, 2005. 168 p. Manual didático.

MORRELL, J. Disposal of treated wood. In: ENVIRONMENTAL IMPACTS OF PRESERVATIVE - TREATED WOOD CONFERENCE, Gainesville, FL, 2004. **Proceedings...** Orlando: Florida Center for Environmental Solutions, 2004. p. 196-209.

SANTINI, E. J. **Biodeterioração e preservação da madeira.** Santa Maria, RS: CEPEF/FATEC, 1988. 125 p.

VELIZAROVA, E.; RIBEIRO, A. B.; MATEUS, E. P.; OTTOSEN, L. O. Effect of different extracting solutions on electro-dialytic remediation of CCA-treated wood waste. Part 1. Behaviour of Cu and Cr. **Journal of Hazardous Materials**, Amsterdam, v. 107, n. 3, p. 103-113, 2004.

VIDOR, F. L. R. **Avaliação de processos de inspeção e retratamento de postes de madeira.** 2003. 124 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Tecnologia de Materiais) - Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

WREGGE, M. S.; STEINMETZ, S.; REISSER JÚNIOR, C.; ALMEIDA, I. R. de (Ed.). **Atlas climático da Região Sul do Brasil:** Estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. Pelotas: Embrapa Clima Temperado; Colombo: Embrapa Florestas, 2011. 332 p.

#### Comunicado Técnico, 340

Embrapa Florestas  
Endereço: Estrada da Ribeira Km 111, CP 319  
Colombo, PR, CEP 83411-000  
Fone / Fax: (0\*\*\*) 41 3675-5600  
www.embrapa.br/florestas  
www.embrapa.br/fale-conosco/sac/

1ª edição  
Versão eletrônica (2014)

Ministério da  
Agricultura, Pecuária  
e Abastecimento

GOVERNO FEDERAL  
**BRASIL**  
PÁTRIA EDUCADORA

#### Comitê de Publicações

Presidente: *Patrícia Póvoa de Mattos*  
Secretária-Executiva: *Elisabete Marques Oaida*  
Membros: *Alvaro Figueredo dos Santos, Claudia Maria Branco de Freitas Maia, Elenice Fritzsos, Guilherme Schnell e Schuhli, Jorge Ribaski, Luis Claudio Maranhão Froufe, Maria Izabel Radomski, Susete do Rocio Chiarello Pentead*

#### Expediente

Supervisão editorial: *Patrícia Póvoa de Mattos*  
Revisão de texto: *Patrícia Póvoa de Mattos*  
Normalização bibliográfica: *Francisca Rasche*  
Editoração eletrônica: *Rafaele Crisostomo Pereira*