

PENETRAÇÃO E RETENÇÃO DE CCA EM MOIRÕES DE *Corymbia citriodora*

Dercilio Junior Verly Lopes¹, Victor Fassina Brocco¹, Vinícius Peixoto Tinti¹, Gabrielly dos Santos Bobadilha¹, Hector Jesus Pegoretti Leite de Souza¹

¹Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais, Universidade Federal do Espírito Santo.

Resumo

Este trabalho teve como objetivo avaliar a qualidade dos parâmetros de tratabilidade industrial em moirões da madeira de *Corymbia citriodora*. Foram amostrados dois moirões de 2,20 m de comprimento e destes foram retirados dois discos de 2,5 cm de espessura na zona de afloramento (50 cm), meio e a 10 cm do topo. O método de tratamento empregado foi o de célula cheia, Bethel, com vácuo inicial e final de 550 mmHg por 15 minutos e pressão de 10 kgf.cm⁻² por uma hora. O produto utilizado foi o arseniato de cobre cromatado (CCA, tipo C) com 1,8% de ingredientes ativos. A avaliação da penetração do cobre foi realizada por reações colorimétricas de cromoazurol-S tendo como resultado satisfatório apenas a penetração média do primeiro moirão, indicando o seu uso em contato direto com o solo. A análise de retenção foi realizada para todos os elementos constituintes do preservativo e obteve-se o mínimo recomendado que é de 6,5 kg de ingredientes ativos.m⁻³ de madeira apenas para o primeiro moirão. Os parâmetros de tratabilidade para o segundo moirão foram influenciados principalmente pelo teor de cerne. Em relação à fixação do produto, mensurada pelas relações cromo/arsênio e cromo/cobre, menor que 1,9 e maior que 1,7 respectivamente, constatou-se que apenas o moirão 1 obteve fixação satisfatória, entretanto, o moirão 2 obteve condição mínima para a relação Cromo/Arsênio evidenciando a deficiência de cobre na solução.

Palavras-chave: tratamento preservativo, eucalipto, madeira industrialmente tratada.

PENETRATION AND RETENTION OF CCA IN FENCE POST OF *Corymbia citriodora*

Abstract

This work aimed to evaluate the quality of the industrial treatability parameters in wooden fence posts of *Corymbia citriodora*. Were sampled two fence posts with 2.20 m of length and of these were taken two disks with 2.5 cm of thick at 50 cm from the base, in the middle and 10 cm from the top. The treatment method employed was the full-cell, Bethel, with initial and final vacuum of 550 mmHg by 15 minutes and pressure of 10 kgf.cm⁻² by one hour. The product used was the cromated copper arsenate (CCA, type C) with 1.8% active ingredients. The assessment of the penetration of copper was performed by colorimetric reactions of cromoazurol-S with satisfactory result only in the average penetration of the first fence post, indicating its use in direct contact with the soil. Retention analysis was performed for all components of the preservative and was obtained the minimum recommended, that is 6.5 kg of active ingredients.m⁻³ only for the first fence post. Treatability parameters for the second fence were mainly influenced by heartwood content. In relation to the fixing of the product, measured by the divisions chrome/arsenic and chrome/copper, smaller than 1.9 and larger than 1.7 respectively, it was found that only the first fence obtained satisfactory fixation,

however, the second fence obtained minimum condition to the relation chrome/copper showing deficiency of arsenic in the solution.

Keywords: preservative treatment, eucalypt, industrially treated wood.

1. Introdução

O produto madeira tem sido empregado para diversos fins, como fonte de matéria prima para produção de energia, indústria de celulose e papel, material de construção para os meios urbano e rural, construção civil e indústria moveleira. Desta forma, evidencia a sua importância por ser renovável e mais acessível que as outras fontes de matéria prima.

Shmulsky e Jones (2011) destacam que, entretanto, a madeira é degradada biologicamente, em virtude dos organismos utilizarem os polímeros naturais, presentes na parede celular como fonte de alimento e, alguns destes, possuem sistemas enzimáticos capazes de metaboliza-los em unidades digeríveis. Segundo Oliveira et al. (2005), uma das principais propriedades da madeira é a sua maior ou menor suscetibilidade de ser atacada por organismos xilófagos.

Assim, a preservação da madeira surgiu como mecanismo de proteção, com a finalidade de proporcionar uma vida útil prolongada aos produtos obtidos das espécies que são menos resistentes à degradação por organismos xilófagos, em virtude de estas serem encontradas geralmente em maior abundância na natureza, como aquelas de mais fácil obtenção por meio de reflorestamentos, como por exemplo, Pinus e Eucalyptus (VIVIAN, 2011).

O mesmo autor destaca que dentre os produtos utilizados na preservação, o arseniato de cobre cromatado (CCA) é atualmente um dos preservativos mais eficientes para o tratamento da madeira, protegendo-a contra a deterioração ocasionada pela podridão por fungos e de danos provocados por insetos e agentes marinhos.

A impregnação da madeira com CCA deve ser feita exclusivamente por processos preservativos a vácuo e pressão, como o processo de célula cheia (ARAUJO et al., 2012). Paes et al. (2014) destacam que a qualidade das madeiras tratadas está diretamente relacionada à retenção, à penetração e à distribuição dos preservativos, fatores esses que dependem basicamente da espécie da madeira, do tipo de preservativo e do processo de tratamento aplicado.

Desta forma, o objetivo do trabalho foi avaliar a eficiência do tratamento industrial em moirões de *Corymbia citriodora* tratados com preservativo CCA por meio das análises de penetração e retenção.

2. Material e métodos

Para avaliação do CCA foram adquiridos dois moirões de 2,20 m de comprimento e diâmetro variando de 7 a 10 cm em uma usina de preservação de madeira no Norte do Estado do Espírito Santo. Após a seleção dos moirões foram extraídos, em cada um deles, dois discos de 2,5 cm de espessura a 50 cm da base (posição 1), meio (posição 2) e a 10 cm do topo (posição 3). Um disco foi para realização do ensaio de distribuição e penetração e o outro se utilizou para avaliar a retenção do preservativo (Figura 1).

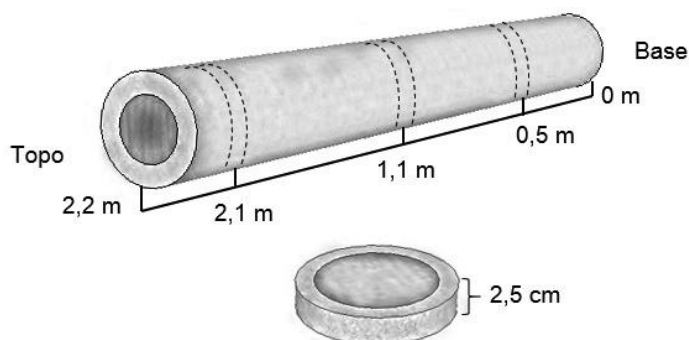


Figura 1. Posições na peça onde foram retirados os discos para análises químicas.

O produto utilizado no tratamento das estacas foi o Osmose K33C, fabricado pela Montana Química S.A., pelo método “célula cheia” (processo Bethell), por processo a vácuo e pressão, com aplicação de vácuo inicial (550 mmHg) por 15 minutos, pressão (10,0 kgf cm⁻²) por uma hora e vácuo final (550 mmHg) por 15 minutos. O preservativo foi empregado na concentração 1,8% de ingredientes ativos e o balanceamento químico pode ser observado na Tabela 1.

Tabela 1. Balanceamento químico do preservativo CCA.

Ingrediente	Resultado do balanceamento químico (%)	Padrões do balanceamento químico (%)	
		Mínimo	Máximo
Teor de CrO ₃	47,7	44,5	50,5
Teor de CuO	19,9	17,0	21,0
Teor de As ₂ O ₃	32,4	30,0	38,0

FONTE: Dados fornecidos pela empresa.

Para determinar a penetração do elemento cobre na madeira tratada, foi realizada a análise colorimétrica, conforme recomendações da Norma Brasileira Regulamentadora – NBR 6232 da Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT (2013). Os discos foram pincelados com solução de cromo-azurol S, que revela uma coloração azul escuro intensa na presença do cobre. Para esta determinação, demarcaram-se, aleatoriamente, dois diâmetros perpendiculares entre si, sobre os quais foram medidas as penetrações. O valor médio das medições foi utilizado para avaliar a penetração dos elementos cobre, em cada posição nos moirões. A distribuição foi avaliada com base nas médias das medidas de penetração ao longo do comprimento de cada moirão.

A massa específica básica foi determinada até massa constante, no qual os corpos de prova foram depositados em estufa, a uma temperatura de 103 ± 2°C. O volume real das amostras foi obtido pelo método da balança hidrostática, com substituição da água pelo mercúrio, verificando em determinados períodos de tempo a temperatura para efetuar correções na massa específica do mercúrio. A massa das amostras foi determinada em uma balança de precisão de 0,01g. Inicialmente, a densidade do mercúrio foi determinada de acordo com a equação 1.

$$D_{Hg} = 13,6052 - (0,0025 * T_{Hg}) \quad (1)$$



em que:

D_{Hg} : Densidade do mercúrio (g/cm^3);

T_{Hg} : Temperatura do mercúrio ($^{\circ}C$);

Com auxílio da densidade do mercúrio e do volume deslocado (empuxo) pela imersão das amostras, foi realizada a determinação do volume real de cada amostra, de acordo com a equação 2.

$$V = \frac{(E - 0,4)}{D_{Hg}} \quad (2)$$

em que:

V: Volume real das amostras (cm^3);

E: Empuxo (g), obtido diretamente no visor da balança ao realizar a imersão;

0,4: Constante de correção pela imersão parcial da agulha fixadora do corpo de prova no mercúrio;

D_{Hg} : Densidade do mercúrio (g/cm^3);

Para a determinação da retenção do CCA, efetuou-se a digestão das amostras obtidas (Figura 2), seguindo a metodologia descrita por Wischer (1976, citada por Paes, 1991). A metodologia consta da determinação do volume das amostras e incineração para obtenção das cinzas e sais metálicos, a $500 - 550^{\circ}C$, e posteriormente foram adicionado 3 mL da mistura dos ácidos sulfúrico, perclórico e nítrico, todos concentrados, nas proporções de 7:2:1, às cinzas obtidas pela incineração. Logo após foi realizada a digestão acelerada pelo aquecimento da mistura dos ácidos e cinzas, em chapas aquecidas, até a mistura ficar límpida, e feita a diluição das soluções ácidas com água destilada a volumes fixos de 100 mL e armazenadas em frascos plásticos devidamente identificados.

A leitura das amostras diluídas foi constituída de duas etapas. A primeira foi a realização da leitura do elemento cobre no Laboratório de Análises de Fertilizantes, Águas, Minérios, Resíduos, Solos e Plantas (LAFARSOL) da Universidade Federal do Espírito Santo e a segunda no Laboratório de Espectrometria Atômica, do Departamento de Solos da Universidade Federal de Viçosa, para os elementos cromo e arsênio. Para as análises de retenção do preservativo, de cada disco, foram obtidas amostras de $1,0 \times 1,0 \times 2,5$ cm, em sentidos opostos (Figura 2). Sendo a amostra retirada na posição 1, 2 e 3 nas peças.

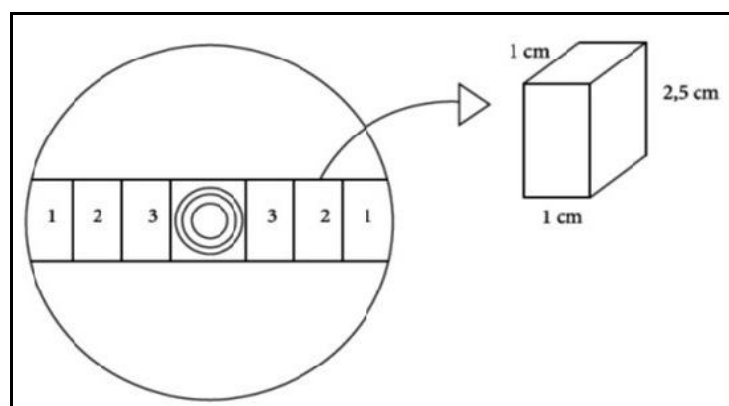


Figura 2. Posições nos discos onde foram realizadas as amostras para análise de retenção do CCA.

Com os dados das leituras e os volumes das amostras, efetuaram-se os cálculos de retenção, conforme a Equação 3 (PAES, 1991).

$$R = \frac{F \times L \times Fd \times 10^{-3}}{V} \quad (3)$$

em que:

R = retenção do elemento na madeira (kg (i.a.).m⁻³);

F = fator estequiométrico empregado para transformação dos elementos químicos para óxidos (Cu.1,2518 = CuO; Cr.1,9230 = CrO₃; As. 1,534 = As₂O₅)

L = leitura obtida do espectrofotômetro de absorção atômica (mg.L⁻¹);

Fd = fator de diluição necessário para as leituras no espectrofotômetro;

V = volume das amostras utilizadas nas análises (cm³).

3. Resultados e discussão

Os valores médios da massa específica básica, espessura do alburno e penetração do preservativo na madeira de *Corymbia citriodora* são expostos na Tabela 2.

Tabela 2. Valores médios da massa específica básica, espessura do alburno e penetração do CCA na madeira de *Corymbia citriodora*.

Moirão	Posição	Massa esp. básica (g.cm ⁻³)	Esp. do alburno (mm) ¹	Diâmetro (cm)	Penetração (mm)	Porcentagem de alburno tratável (%)
1	base	0,74	51,9	9,51	25,11	48,38
	meio	0,76	49,9	9,28	21,23	42,54
	topo	0,84	47,7	9,13	20,68	43,35
	Média	0,78	48,83	9,30	22,34	44,75
	Coef. de variação	6,78	4,21	2,05	10,80	7,06
2	base	0,70	14,9	8,30	8,85	59,39
	meio	0,68	17,8	7,39	9,02	50,67
	topo	0,68	20,7	7,15	10,66	51,49
	Média	0,68	17,8	7,61	9,51	53,85
	Coef. de variação ²	1,68	16,29	7,96	10,51	8,94

¹Esp. do alburno = Espessura do alburno.

²Coef. de variação = Coeficiente de variação

Observa-se, Tabela 2, que a massa específica básica do moirão 1 foi superior em todas as posições em relação ao moirão 2 com aumento crescente da massa específica básica da base para o topo. Para o segundo moirão esta observação não foi evidenciada. Lima (2012) ao estudar nove espécies de *Eucalyptus* spp em tratamento preservativo industrial encontrou para *Corymbia citriodora* valores de massa específica básica abaixo dos que foram encontrados neste trabalho que foi de 0,62 g.cm⁻³, em outro estudo com a mesma espécie Evangelista encontrou resultados de 0,68 g.cm⁻³.

A distinção destes resultados com o presente trabalho pode ser explicada pela variação da idade da madeira utilizada. Com relação à penetração de cobre na madeira os resultados indicaram que apenas o primeiro moirão satisfaz a recomendação de penetração mínima de 10 mm, assegurando o seu uso em contato direto com o solo (PAES et al., 2014). Evangelista

(2011) encontrou valores médios semelhantes a este trabalho para a penetração que foi de 29 mm. Em relação ao segundo moirão, evidencia-se, Tabela 2, pela baixa espessura de albúrnio e diâmetro do moirão, elevado teor de cerne. Esta região da madeira, em virtude principalmente da presença de tiloses impossibilita o fluxo de fluídos, desta forma, afirma-se que a baixa penetração deste moirão foi associada a esta característica.

Os valores médios de retenção do preservativo, relação Cr/As e Cr/Cu para a madeira de *Corymbia citriodora* são expostos na Tabela 3.

Tabela 3. Valores de retenção do preservativo, relação Cr/As e Cr/Cu.

Moirão	Posição	Retenção (kg.m ⁻³)	Relação Cr/As	Relação Cr/Cu
1	base	12,84	1,70	1,74
	meio	6,10	1,84	2,05
	topo	6,35	1,71	2,29
Média		8,43	1,75	2,02
Coef. de variação ¹		45,32	4,46	13,60
2	base	4,01	1,77	1,14
	meio	4,18	1,66	1,07
	topo	3,55	1,78	1,31
Média		3,91	1,73	1,17
Coef. de variação ¹		8,32	3,83	10,5

¹Coeficiente de variação.

Os resultados obtidos para a retenção mostram que apenas o moirão 1 atingiu o mínimo recomendado pela NBR 9480 (ABNT, 2009) que é de 6,5 kg.m⁻³ de madeira tratada, com indicação do seu uso em contato com o solo. Para a madeira de *Corymbia citriodora*, Lima (2012) encontrou resultado semelhante que foi de 7,4 kg.m⁻³, entretanto Evangelista (2011) estudando a mesma espécie encontrou resultados de retenções de 6,9 kg.m⁻³, ambos os autores utilizaram a mesma pressão de tratamento que este trabalho. A distinção entre os resultados da literatura consultada e o presente trabalho pode ser explicado pelo balanço químico do preservativo, teor de cerne e albúrnio e as características de permeabilidade da madeira. As maiores retenções encontradas na base e topo pode ser explicado pelo fato da impregnação acontecer de forma longitudinal na peça durante o tratamento industrial e que o uso de conectores nas secções transversais da madeira interfere negativamente nesta impregnação, pois obstruem o fluxo do preservativo.

As relações Cr/As < 1,9 e Cr/cu > 1,7 descritas por Smith e William (citado por Freitas, 2002) caracterizam a fixação do produto preservativo na madeira. Como observado na Tabela 3 os valores médios dos moirões apresentaram valores dentro do padrão exposto para a relação Cr/As. Para a relação Cr/Cu apenas os valores do moirão 1 corrobora o que foi proposto pelos autores. Esta distinção na relação Cr/As pode ser explicada pelo balanceamento químico dos elementos na formulação do produto preservativo, bem como o diâmetro das peças e teor de cerne e albúrnio.

4. Conclusões

A penetração de cobre foi satisfatória apenas para o moirão 1, obtendo valores próximo do que pesquisadores da área indicam.



Apenas o moirão 1 obteve resultados satisfatórios para a retenção mínima exigida pela legislação brasileira.

A razão Cr/As e Cr/Cu mostrou-se satisfatória apenas para o moirão 1.

Ensaios de laboratório com fungos e cupins são recomendados para avaliar a durabilidade natural destes moirões.

Referências

ARAÚJO, H. J.B; MAGALHAES, 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 AMAZÔNICA. vol.42, n.1, p. 49-58, 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. NBR 6232: Penetração e retenção de preservativos em postes de madeira. Rio de Janeiro, 2013. 12 p

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. NBR 9480: Peças roliças preservadas de eucalipto para construções rurais – Requisitos. Rio de Janeiro, 2009. 15 p.

EVANGELISTA, W, V. Penetração e retenção de arseniato de cobre cromatado em madeira de eucalipto. 2011. 126f. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2011.

FREITAS, V. P. Variações na retenção de CCA-A em estacas de *Pinus* após 21 anos de exposição em campo de apodrecimento. 2002. 64 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

LIMA, F. C. C. Avaliação de nove espécies de *Eucalyptus* spp. em tratamento preservativo industrial. 2012. 94f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu, 2012

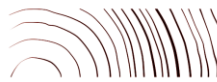
OLIVEIRA, J. T; TOMASELLO, M. SILVA, J. C. Resistência natural da madeira de sete espécies de Eucalipto ao apodrecimento. ÁRVORE, Viçosa, v. 29, n.6, p. 993-998, 2005

PAES, J.B. Viabilidade do tratamento preservativo de moirões de bracatinga (*Mimosa scabrella* Benth.), por meio de métodos simples e comparações de sua tratabilidade com a do *Eucalyptus viminalis* Lab. 1991. 140f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1991.

PAES, J. B; MORESCHI, J. C; LELLES, J. G. Avaliação do tratamento preservativo de moirões de *Eucalyptus viminalis* Lab. e de bracatinga (*Mimosa scarabella* Benth.) pelo método de substituição de seiva. CIÊNCIA FLORESTAL, Santa Maria, v. 15. p. 75-86, 2005.

II CBCTEM

Congresso Brasileiro de Ciência
e Tecnologia da Madeira
Belo Horizonte - 2015



II Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira
Belo Horizonte - 20 a 22 set 2015



PAES, J. B.; LOPES, D. J. V. L.; GONÇALVES, F. G.; BRITO, F. M. S.; LOMBARDI, L. R. Efeito da concentração na ascensão de soluções preservativas preparadas com CCB em moirões de *Eucalyptus*. FLORESTA E AMBIENTE, Seropédica, v. 21, n. 3, 2014.

SHMULSKY, R.; JONES, P. D. Forest products and wood Science an introduction. 6. ed. Nova Jersey: Wiley-Blackwell, 2011. 483p

VIVIAN, M. A. Resistência biológica da madeira tratada de *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus cloeziana* em ensaios de laboratório e de campo. 104 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Departamento de Ciências Florestais, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2011