

**AValiação DO TRATAMENTO PRESERVATIVO DE MOIRÕES DE *Eucalyptus viminalis* LAB. E DE BRACATINGA (*Mimosa scabrella* BENTH.) PELO MÉTODO DE SUBSTITUIÇÃO DA SEIVA**EVALUATION OF PRESERVATIVE TREATMENT OF *Eucalyptus viminalis* LAB. AND BRACATINGA (*Mimosa scabrella* BENTH.) FENCE POSTS BY DISPLACEMENT METHODJuarez Benigno Paes<sup>1</sup> João Carlos Moreschi<sup>2</sup> José Gabriel de Lelles<sup>3</sup>**RESUMO**

O objetivo do trabalho foi avaliar a penetração e a retenção do preservativo CCB em moirões de *Eucalyptus viminalis* Lab. e de bracatinga (*Mimosa scabrella* Benth.), quando submetidos ao método de substituição da seiva. Os moirões foram expostos às concentrações de 2; 3,5 e 5% de ingredientes ativos do produto “Osmose CCB”, durante 2; 5 e 8 dias. Foram analisadas as penetrações em seis posições nas peças e as retenções em três posições nos discos retirados na posição correspondente a linha de afloramento em moirões instalados. O aumento da concentração e do tempo de tratamento proporcionou ganhos significativos na penetração e na retenção do CCB nos moirões. Nas condições em que o trabalho foi conduzido o eucalipto apresentou uma melhor resposta ao tratamento.

**Palavras-chave:** *Eucalyptus viminalis*; *Mimosa scabrella*; moirões; substituição da seiva.

**ABSTRACT**

This study aimed to evaluate the penetration and retention of CCB preservative in *Eucalyptus viminalis* Lab. and bracatinga (*Mimosa scabrella* Benth.) round fence posts when exposed to displacement method. The pieces were submitted to the concentration of 2.0, 3.5 and 5.0% of active ingredients of “Osmose CCB” commercial preservative during 2, 5 and 8 days. The penetration was analyzed in six positions in the fence and the retention in three positions in the disks taken at ground contact area in the fence posts fitted out. The increase of treatment time and preservative concentration provide significant gains on penetration and retention of CCB for both tree species. In the work conditions, the eucalypt showed better response to the treatment.

**Key words:** *Eucalyptus viminalis*; *Mimosa scabrella*; fence posts; sap displacement method.

**INTRODUÇÃO**

A escassez de espécies nativas de alta resistência natural obrigou o homem a utilizar outras menos duráveis, sobretudo aquelas de rápido crescimento, provenientes de reflorestamentos. Como a maioria dos reflorestamentos foi com *Eucalyptus* spp. e *Pinus* spp., a utilização dessas espécies para moirões e outros usos tornou-se prática comum nas propriedades rurais. Mas, por causa da baixa resistência apresentada por essas espécies a organismos xilófagos, há a necessidade de preservá-las, para aumentar sua vida útil, e reduzir o consumo de madeira e o impacto sobre as florestas remanescentes.

A bracatinga (*Mimosa scabrella* Benth.), espécie nativa de ocorrência natural de São Paulo ao Rio Grande do Sul, forma maciços florestais puros, de rápido crescimento e fácil manejo (Rota e Oliveira, 1983), apresentando potencial para o uso como moirões e outras peças para usos nos meios rural e urbano. Porém, como a madeira da bracatinga é de baixa resistência natural (Stilner, 1969; Mainieri e Chimelo, 1989), as peças necessitam de um tratamento preservativo que lhes assegure um melhor desempenho em serviço.

Para o tratamento preservativo da madeira, há vários métodos, sendo o de substituição da seiva de fácil operacionalidade e baixo custo. Esse método preventivo consiste em dispor madeira recém-abatida, contendo boa proporção de alburno, disposta verticalmente, com a base submersa em um recipiente com preservativo hidrossolúvel (Hunt e Garratt, 1967). Para evitar que a solução preservativa se evapore, recomenda-se colocar uma fina camada de óleo sobre ela. Esse método confere maior proteção na terça parte

1. Engenheiro Florestal, Dr., Universidade Federal de Campina Grande, CSTR, Departamento de Engenharia Florestal, Caixa Postal, 64, CEP58700-970, Patos (PB). jbp2@uol.com.br

2. Engenheiro Florestal, Dr., Universidade Federal do Paraná, Campus III, CEP 80210-170, Curitiba (PR). moreschi@floresta.ufpr.br

3. Engenheiro Florestal, MSc., Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Engenharia Florestal, CEP 36571-000, Viçosa (MG). jlles@ufv.br

inferior dos moirões que, coincidentemente, é a região mais propícia ao ataque de xilófagos em peças instaladas no solo (Pereira e Russo, 1954; Reimão, 1972).

Lepage *et al.* (1986) afirmam que o método deve ser empregado para o tratamento preservativo de peças roliças, descascadas e com elevado teor de umidade. Freitas (1973) recomenda que o intervalo de tempo entre as operações de abate e o tratamento não deve exceder a 48 horas. No entanto, Galvão (1969) afirma que o intervalo de tempo entre essas operações deve ser de, no máximo, 24 horas.

Segundo Hunt e Garratt (1967), a eficiência do tratamento preservativo é determinada pela penetração e pela quantidade da substância tóxica absorvida e retida pela madeira. Carvalho (1986) e Lepage (1986) afirmam que esses parâmetros fornecem o verdadeiro grau de proteção à madeira, sendo considerado de máxima importância no controle de qualidade do tratamento efetuado.

Este estudo teve como objetivo avaliar a penetração e a retenção do preservativo CCB em moirões de *Eucalyptus viminalis* e de bracatinga (*Mimosa scabrella*), quando submetidos ao método de substituição da seiva.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Espécies utilizadas e coleta da madeira

As espécies utilizadas foram o *Eucalyptus viminalis* Lab. e a bracatinga branca (*Mimosa scabrella* Benth.). As árvores foram abatidas na propriedade da Trombini Florestal S. A., município de Rio Branco do Sul – PR, situado à latitude de 25° 11's, longitude de 49° 18'w e altitude de 1.053 metros. A bracatinga foi abatida de povoamento nativo, de aproximadamente 6 anos e o eucalipto, de plantio de 5 anos. Foram abatidas 28 árvores (12 de eucalipto e 16 de bracatinga) com DAP entre 10 e 12 cm, e obtiveram-se, de duas a três peças de 2,20 m por árvore. Após o abate, as peças foram transportadas para o local de tratamento.

### Preparo dos moirões e produto preservativo utilizado

No local de tratamento, procederam-se ao descascamento e à seleção das peças que apresentaram diâmetro de 7,0 a 12,0 cm, tomado a 50% do comprimento. As peças foram agrupadas, a fim de que cada tratamento tivesse aproximadamente o mesmo volume de madeira e foram identificadas conforme a espécie e tratamentos a serem submetidas. Em seguida, mediram-se os diâmetros das peças para a determinação do volume de madeira a ser incluído em cada tratamento.

Retiraram-se dois discos de aproximadamente 5 cm de espessura de cada extremidade das peças, ficando os moirões com 2,0 m. Os discos externos, retirados de cada extremidade, foram descartados e os internos foram utilizados para a determinação da espessura média do alburno, do teor de umidade e da densidade básica da madeira. O período entre o abate das árvores e a colocação dos moirões nas soluções preservativas foi inferior a 18 horas.

O produto comercial empregado para o tratamento dos moirões foi o “Osmose CCB” que, segundo a norma P-EB-474 da ABNT (1973a), é constituído de cobre, cromo e boro, com a seguinte composição química:

- cromo hexavalente, calculado como CrO<sub>3</sub> .....63,5%
- cobre, calculado como CuO.....26,0%
- boro, calculado como B (elemento) .....10,5%

Com esse produto, prepararam-se as soluções preservativas nas concentrações de 2; 3,5 e 5% de ingredientes ativos, as quais foram armazenadas em tambores de 200 litros.

### Tratamento preservativo dos moirões

Os moirões foram dispostos em tambores de 200 litros, seccionados ao meio de sua altura, que haviam sido distribuídos ao acaso no local de tratamento. Os moirões foram parcialmente submersos (40 cm da base) na solução preservativa e mantidas suas porções aéreas separadas, a fim de proporcionar boa aeração entre as peças. O tratamento das peças foi ao ar livre em que a temperatura e umidade relativa médias local foram de 14,3 °C e 84,65% respectivamente.

Para se evitar a evaporação das soluções preservativas, derramou-se meio litro de óleo queimado em cada recipiente, de modo a formar uma camada fina sobre as soluções. Diariamente, a quantidade de solução absorvida pelas peças foi repostada, mantendo-se constante o nível inicial nos recipientes. Depois de tratados, os moirões foram retirados das soluções e empilhados para secarem.

### Secagem e amostragem dos moirões tratados

Os moirões foram submetidos à secagem em local sombreado, durante 60 dias. Após a secagem, foram retirados discos em seis posições nos moirões (Figura 1). Com os discos, foram realizadas as análises colorimétricas para determinação da penetração do preservativo na madeira.

Para a determinação da retenção do CCB, retirou-se mais um disco, na posição 2, de cada moirão (Figura 1). O local do moirão, onde se retirou o disco, coincide com o nível da solução nos recipientes, considerada região de afloramento para peças instaladas no solo. De cada disco, foram obtidas seis amostras de 1 x 1 x 2 cm que receberam codificações iguais, conforme sua posição e simetria no disco (Figura 2), com as quais foram realizadas as análises de retenção do CCB.

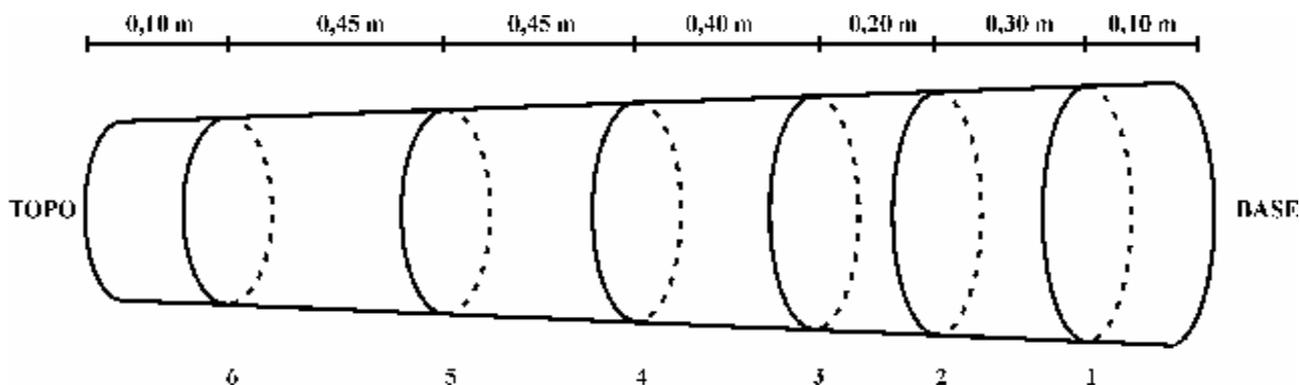


FIGURA 1: Posições nos moirões em que foram retirados os discos para as análises colorimétricas.

FIGURE 1: Positions in fence posts where the disks were taken to colorimetric analyses.

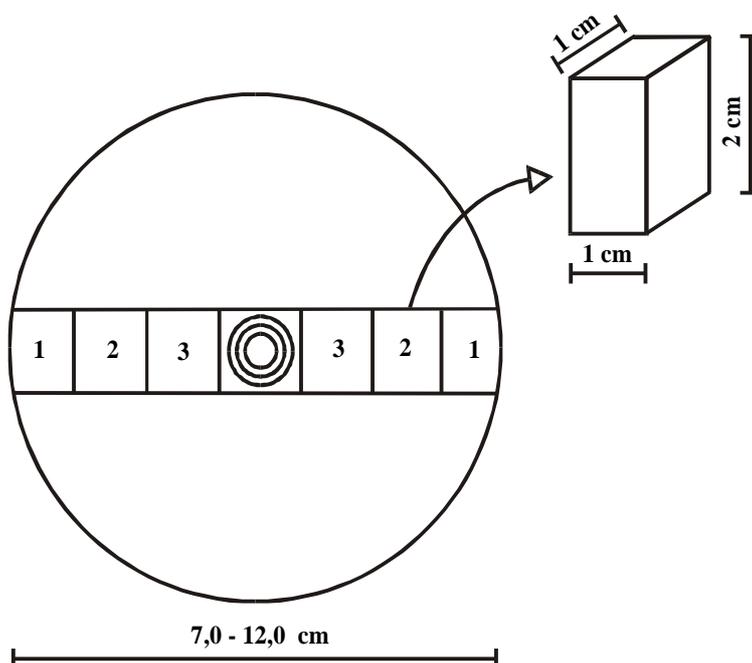


FIGURA 2: Posições nos discos em que foram retiradas as amostras para as análises de retenção.

FIGURE 2: Positions in disks where the samples were taken to the retention analyses.

### Análises químicas das amostras

Nos discos obtidos (Figura 1), demarcaram-se ao acaso dois diâmetros perpendiculares entre si. A

penetração do preservativo foi medida sobre tais diâmetros, e o valor médio das medições utilizado para determinar a penetração do cobre e do boro, em cada posição nos moirões. Para as análises, seguiram-se as recomendações da norma P-MB-790 da ABNT (1973b).

Para a determinação da retenção do CCB, efetuou-se a digestão da madeira, obtida conforme Figura 2, ao seguir a metodologia descrita por Wischer, citada por Moreschi (1985), que constou das seguintes etapas:

- determinação do volume das amostras e incineração para obtenção das cinzas e sais metálicos, a 500 - 550 °C, até transformação em cinzas brancas;
- adição de 3 ml da mistura dos ácidos sulfúrico, perclórico e nítrico, todos concentrados, nas proporções de 7:2:1, às cinzas obtidas pela incineração;
- digestão acelerada pelo aquecimento da mistura dos ácidos e das cinzas, em chapa aquecida, até a mistura ficar límpida; e
- diluição das soluções ácidas com água destilada a volumes fixos.

#### **Cálculo da retenção do produto preservativo na madeira**

Com os dados obtidos por meio de espectrofotometria de absorção atômica e dos resultados das determinações do volume, obtidos pelo deslocamento em água (Vital, 1984), efetuaram-se os cálculos da retenção, pelo emprego da Equação 1.

$$R = \frac{F * L * Fd * 10^{-3}}{V}$$

(1)

Em que: R = retenção do elemento na madeira (kg/m<sup>3</sup>); F = fator estequiométrico empregado para transformação dos elementos químicos para óxidos: (cobre x 1,2518 = CuO, cromo x 1,9230 = CrO<sub>3</sub>); L = leitura obtida do espectrofotômetro (mg/L); Fd = fator de diluição; e V = volume das amostras utilizadas nas análises (cm<sup>3</sup>).

#### **Análises estatísticas dos resultados**

Para a interpretação dos resultados, empregou-se o delineamento inteiramente casualizado com arranjo fatorial. Para comparar as penetrações e retenções do produto preservativo nas espécies, foram testados os seguintes fatores: tempo de permanência dos moirões nas soluções preservativas, com 3 níveis (2; 5 e 8 dias), concentração da solução de tratamento, com 3 níveis (2; 3,5 e 5% de i.a.) e 4 repetições, totalizando 36 moirões para cada espécie. O fator penetração foi testado com seis níveis e o fator retenção com três níveis. Para a comparação das médias entre os fatores, empregou-se o teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Na primeira etapa de comparações, os resultados foram analisados em função da posição nas peças (penetração), ou nos discos (retenção), do tempo de tratamento e da concentração das soluções preservativas. Nesses casos, fixou-se a espécie florestal, e para a penetração, também foi fixado o elemento químico. Na etapa seguinte, para comparar as espécies utilizadas, fixaram-se os demais fatores.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **Características da madeira das espécies ensaiadas**

Os valores médios da densidade básica (g/cm<sup>3</sup>), da espessura do alburno (cm) e do teor de umidade (%) das madeiras de eucalipto e bracatinga são apresentados na Tabela 1. Observa-se nesta tabela, que não há grandes diferenças entre as densidades básicas e nem entre as espessuras do alburno das madeiras submetidas aos tratamentos. Porém, o teor de umidade do eucalipto foi superior ao da bracatinga.

TABELA 1: Características dos moirões de eucalipto e bracatinga submetidos aos tratamentos.

TABLE 1: Characteristics of eucalypt and bracatinga fence posts submitted to treatments.

Tratamentos		Eucalipto			Bracatinga		
Conc. (%)	Tempo (dias)	Densidade Básica (g/cm <sup>3</sup> )	Espessura do Alburno (cm)	Teor de Umidade (%)	Densidade Básica (g/cm <sup>3</sup> )	Espessura do Alburno (cm)	Teor de Umidade (%)
2	2	0,49	4,13	120,74	0,55	4,11	99,05
	5	0,48	3,84	125,77	0,47	4,44	108,12
	8	0,51	3,23	116,19	0,53	4,61	105,28
3,5	2	0,49	4,02	122,09	0,57	4,29	90,28
	5	0,49	3,66	127,99	0,52	4,27	108,18
	8	0,47	3,96	130,70	0,51	4,34	106,81
5	2	0,48	3,56	126,33	0,54	3,84	91,43
	5	0,49	3,04	124,41	0,49	4,32	118,74
	8	0,48	4,27	122,56	0,49	4,21	115,04

### Penetração do produto na madeira

Os resultados de penetração (mm) dos elementos cobre e boro são apresentados nas Tabelas 2 e 3, respectivamente. Observa-se que o incremento do tempo de tratamento causou acréscimo na penetração dos elementos em ambas as espécies. Resultado semelhante foi observado ao se analisar o efeito da concentração das soluções preservativas.

Apesar da norma P-EB-474 da ABNT (1973a) estipular que a penetração do produto preservativo deva ser total no alburno (madeira de folhosas), a penetração dos elementos cobre e boro na madeira, segundo as recomendações de Galvão (1968) e de Rodriguez Herrera (1977), foi considerada satisfatória quando superior a 10 mm. Esse valor foi adotado, pois em se tratando de tratamento não-industrial, dificilmente se obtém a penetração total do alburno ao longo das peças (Galvão, 1968; Wehr, 1985; Paes, 1991).

TABELA 2: Penetração média (mm) do cobre nos moirões de eucalipto e de bracatinga.

TABLE 2: Average penetration (mm) of the copper in the eucalypt and bracatinga fence posts.

Tratamentos		Eucalipto						Bracatinga					
Conc. (%)	Tempo (dias)	Posições nos Moirões						Posições nos Moirões					
		1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
2	2	14,81	4,81	1,06	0,06	0,00	0,00	8,75	4,69	3,56	2,56	2,06	0,50
	5	21,50	9,88	5,56	2,63	0,25	0,00	7,63	5,00	3,44	2,44	2,00	0,94
	8	25,38	14,50	10,63	6,50	4,44	2,13	8,13	5,06	4,25	3,81	3,38	3,31
3,5	2	23,00	7,88	2,94	0,31	0,00	0,00	8,75	4,38	4,38	3,31	3,00	1,38
	5	25,63	14,88	11,24	4,69	1,56	0,19	11,75	7,25	5,38	4,75	3,81	3,75
	8	34,38	22,00	16,06	9,00	6,44	4,13	11,38	8,13	6,94	5,13	4,56	4,38
5	2	20,50	7,38	4,56	1,06	0,06	0,00	15,88	7,06	5,63	4,63	3,69	2,31
	5	26,00	12,94	10,56	6,50	3,69	2,44	14,81	8,19	6,13	5,19	4,63	4,06
	8	39,25	18,69	13,50	10,13	6,94	5,44	17,38	8,50	7,19	6,06	4,81	4,06

Notou-se, para a bracatinga, que a penetração do cobre (Tabela 2) foi inferior à obtida para o eucalipto. Para o eucalipto, a penetração aos 8 dias de tratamento, na região de afloramento (posições 2 e 3), é suficiente para conferir proteção adequada. Isto também ocorreu depois de 5 dias de tratamento, nas concentrações de 3,5 e 5%. Porém, para a bracatinga, penetração satisfatória, na região de afloramento, não foi atingida em nenhum tratamento. Uma penetração insuficiente do cobre (fungicida), na região de afloramento das peças, inviabiliza o seu emprego em contato direto com o solo.

O boro (Tabela 3) apresentou para o eucalipto, após 5 dias de tratamento, uma penetração satisfatória, na região de afloramento dos moirões, para todas as concentrações testadas. Uma penetração adequada, ao longo da peça, foi observada para as concentrações de 3,5 e 5%, quando as peças permaneceram 8 dias nos tratamentos. Para a bracatinga, uma penetração suficiente, na região de afloramento,

foi obtida para todos os tempos, quando as peças foram submetidas à concentração de 5%. Para a concentração de 3,5%, uma penetração satisfatória foi obtida aos 5 dias. Decorridos 8 dias de tratamento, todas as concentrações testadas proporcionaram boa penetração nas peças.

A aparente ausência de boro no topo das peças de bracinga talvez tenha sido causada pela baixa concentração do elemento, em que as reações colorimétricas utilizadas apresentam coloração pouco nítida.

Para o tratamento da bracinga, foram exigidos tempos e concentrações superiores aos necessários para o tratamento do eucalipto. Isso ocorreu, provavelmente, por causa do maior teor de umidade presente nas peças de eucalipto (Tabela 1), o que pode ter favorecido a difusão do CCB para o interior das peças.

TABELA 3: Penetração média (mm) do boro nos moirões de eucalipto e de bracinga.

TABLE 3: Average penetration (mm) of the boron in the eucalypt and bracinga fence posts.

Tratamento		Eucalipto						Bracinga					
Conc. (%)	Tempo (dias)	Posição nos moirões						Posição nos moirões					
		1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
2	2	31,25	14,06	9,13	4,31	0,81	0,00	10,56	7,44	5,38	3,75	2,56	0,00
	5	25,63	15,75	10,56	7,88	4,69	0,81	10,75	7,50	6,38	4,94	3,44	0,00
	8	25,63	17,94	15,63	12,63	8,38	5,75	16,06	10,63	10,81	10,25	12,69	0,00
3,5	2	25,06	12,50	9,94	4,94	1,38	0,63	14,19	8,97	7,19	5,75	3,19	0,00
	5	25,88	15,56	11,69	8,50	6,31	1,88	34,69	14,56	11,88	10,25	10,13	0,00
	8	39,19	26,00	19,31	15,69	12,19	17,03	27,94	22,38	21,94	15,13	9,19	0,00
5	2	22,06	13,00	9,38	4,56	0,94	0,13	16,13	12,63	11,75	9,81	3,69	0,00
	5	27,13	17,00	13,38	11,56	7,88	6,94	36,19	16,75	15,43	12,19	8,19	0,00
	8	44,94	21,00	18,06	14,25	12,06	33,94	32,94	23,00	22,44	14,38	7,81	0,00

Na Tabela 4, é apresentado o resumo das análises de variância para a penetração do cobre e boro no eucalipto e bracinga. Para a penetração do cobre (Tabela 4), observou-se que o efeito da posição na peça, do tempo de tratamento, da concentração da solução preservativa, da interação entre posição e o tempo (eucalipto) e entre a posição e a concentração (eucalipto e bracinga) foi significativo pelo teste de F. O efeito da interação entre posição e tempo (eucalipto) e entre posição e concentração (eucalipto e bracinga) e o efeito do tempo (bracinga) foram analisados pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade (Tabela 5).

TABELA 4: Resumo das análises de variância da penetração (mm) de cobre e boro nos moirões de eucalipto e bracinga.

TABLE 4: Summary of variance analyses of penetration (mm) of copper and boron in eucalypts and bracinga fence posts.

Fontes de Variação	GL	Elemento Cobre		Elemento Boro	
		Eucalipto	Bracinga	Eucalipto	Bracinga
		QM	QM	QM	QM
Posição	5	2907,39 **	369,11 **	2745,17 **	1981,00 **
Tempo	2	1449,63 **	49,80 **	2259,56 **	1018,20 **
Concentração	2	294,69 **	191,52 **	258,46 **	888,96 **
Pos. x Tempo	10	44,41 **	1,15 ns	76,15 **	101,27 **
Pos. x Conc.	10	26,78 **	18,15 **	49,79 **	121,81 **
Tempo x Conc.	4	15,82 ns	7,04 ns	215,65 **	74,85 *
Pos. x Tempo x Conc.	20	7,41 ns	1,44 ns	54,21 **	31,11 ns
Resíduo	162	9,27	6,75	21,04	30,15
Média Geral		9,23	5,63	13,75	10,81
Coeficiente de Variação		33,00	46,13	33,35	50,79

Em que: \*\* = Significativo a 1% de probabilidade; \* Significativo e ns = Não-significativo a 5% de probabilidade, respectivamente.

Com relação ao efeito do tempo de tratamento, o teste de Tukey (Tabela 5) revelou que o tempo de 8 dias proporcionou, para a madeira de bracinga, uma penetração superior ao de 2 dias. A penetração alcançada pelo tempo de 5 dias de tratamento apresentou resultados intermediários aos tempos de 2 e 8 dias.

A análise do efeito da posição nas peças (eucalipto) em cada tempo de tratamento indicou que, nas posições 1 e 2 (Figura 1), o tempo de 8 dias proporcionou uma penetração superior aos tempos de 2 e 5 dias, tendo o de 2 dias proporcionado a menor penetração. As posições 3, 4 e 5 apresentaram, aos 5 e 8 dias de tratamento, resultados semelhantes e superiores ao proporcionado pelo tempo de 2 dias. Porém para a posição 6 (topo das peças), não foi observada diferença significativa entre os tempos de tratamento. No entanto, em cada tempo, notou-se que a posição 1 (base da peça) foi aquela em que o cobre penetrou mais profundamente, diminuindo da base para o topo das peças, tendo a posição 6 apresentado a menor penetração.

TABELA 5: Comparações múltiplas entre médias, pelo teste de Tukey, para a penetração (mm) do cobre e boro nos moirões de eucalipto e bracinga.

TABLE 5: Multiple comparisons among averages, by the Tukey's test, for penetration (mm) of copper and boron in eucalypts and bracinga fence posts.

Efeito do tempo de tratamento na penetração do cobre (mm) na bracinga										
Tempo (dias)						Penetração (mm)				
8						6,47 a				
5						5,62 ab				
2						4,81 b				
Efeito da posição na peça na penetração (mm) em cada tempo de tratamento										
Eucalipto							Bracinga			
Posição na Peça	Cobre			Boro			Posição na Peça	Boro		
	Tempo (dias)			Tempo (dias)				Tempo (dias)		
	8	5	2	8	5	2		8	5	2
1	33,00Aa	24,38Ba	19,44Ca	36,59Aa	26,21Ba	26,12Ba	1	25,65Aa	27,21Aa	13,63Ba
2	18,40Ab	12,57Bb	6,69Cb	21,65Ab	16,10ABb	13,19Bb	2	18,67Aab	12,94ABb	9,68Bab
3	13,40Ac	9,12Ab	2,85Bbc	17,67Abc	11,88ABbc	9,48Bbc	3	18,40Aab	11,23ABb	8,11Bab
4	8,54Ad	4,61Abc	0,48Bc	14,19Acd	9,31ABcd	4,60Bcd	4	13,25Abc	9,13Ab	6,44Aabc
5	5,94Ade	1,83Abc	0,02Bc	10,88Ad	6,29ABcd	1,04Bd	5	9,90Ac	7,25Abc	3,15Abc
6	3,90Ae	0,88Ac	0,00Ac	18,91Abc	3,21Bd	0,25Bd	6	0,00Ad	0,00Ac	0,00Ac
Eucalipto – Cobre						Bracinga – Cobre				
Posição na Peça	Concentração (%)			Posição na Peça	Concentração (%)					
	5	3,5	2		5	3,5	2			
1	28,58Aa	27,67Aa	20,56Ba	1	16,02Aa	10,63Ba	8,17Ba			
2	13,00ABb	14,92Ab	9,73Bb	2	7,92Ab	6,59Ab	4,92Aab			
3	9,54Abc	10,08Ac	5,75Abc	3	6,32Abc	5,57Ab	3,75Ab			
4	5,90Acd	4,67Ad	3,06Acd	4	5,29Abc	4,40Ab	2,94Ab			
5	3,56Ad	2,67Ad	1,56Acd	5	4,37Abc	3,79Ab	2,48Ab			
6	2,27Ad	1,44Ad	0,71Ad	6	3,48Ac	3,17Ab	1,58Ab			
Eucalipto – Boro						Bracinga – Boro				
Posição na Peça	Concentração (%)			Posição na Peça	Concentração (%)					
	5	3,5	2		5	3,5	2			
1	31,38Aa	30,04Aa	27,50Aa	1	28,42Aa	25,61Aa	12,46Ba			
2	17,00Ab	18,02Ab	15,92Ab	2	17,46Ab	15,30ABb	8,52Ba			
3	13,61Abc	13,65Abc	11,77Abc	3	16,54Ab	13,67ABb	7,52Bab			
4	10,12Acd	9,71Acd	8,27Acd	4	12,13Abc	10,38Ab	6,31Aab			
5	6,96Ad	6,63Ad	4,63Ade	5	6,56Ac	7,50Abc	6,23Aab			
6	13,67Abc	6,51Bd	1,09Be	6	0,00Ac	0,00Ac	0,00Ab			
Efeito do tempo de tratamento na penetração do boro (mm) em cada concentração										
Eucalipto – Boro						Bracinga – Boro				
Tempo (dias)	Concentração (%)			Tempo (dias)	Concentração (%)					
	5	3,5	2		5	3,5	2			
8	24,04Aa	21,57Aa	14,33Ba	8	16,76Aa	16,10Aa	10,07Ba			
5	13,98Ab	11,64Ab	10,89Aab	5	14,79Aa	13,59Aa	5,50Bab			
2	8,35Ac	9,08Ab	9,93Ab	2	9,00Ab	6,55Ab	4,95Ab			

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

Para o efeito da posição em cada concentração (eucalipto), observa-se na posição 1, que as concentrações de 5 e 3,5% proporcionaram penetrações semelhantes e superiores a de 2%. Na posição 2, a concentração de 3,5% proporcionou uma penetração superior a de 2%, tendo a de 5% um valor intermediário. Para as demais posições, não foram observadas diferenças entre as concentrações. A posição 1 apresentou uma penetração superior às demais testadas. Tendo a penetração alcançada na posição 6, não diferiu daquelas obtidas nas posições 4 e 5.

Para a bracinga, notou-se, na posição 1 (Figura 1), que a concentração de 5% causou uma penetração superior às demais. Porém, para as demais posições, não se observou diferença significativa entre as concentrações. A exemplo do ocorrido para o eucalipto, a posição 1 (base da peça) apresentou uma maior penetração. Exceto para a concentração de 2% em que a penetração nas posições 1 e 2 foi semelhante.

Para a penetração do boro (Tabela 4), observou-se que o efeito da posição, do tempo, da concentração e das interações de primeira ordem (eucalipto e bracinga) e de segunda ordem (eucalipto) foi significativo pelo teste de F. O efeito das interações de primeira ordem foi desdobrado e analisado pelo teste de Tukey (Tabela 5).

A análise do efeito da posição nos tempos de tratamento (eucalipto) revelou que nas posições 1 e 6, o tempo de 8 dias proporcionou uma penetração superior aos demais tempos testados. Para as demais posições, o tempo de 8 dias proporcionou maior penetração que de 2 dias, tendo o de 5 dias apresentado uma penetração intermediária. Para todos os tempos, notou-se que a penetração alcançada na posição 1 foi superior a das demais.

Para a bracinga, observou-se que a penetração nas posições 1, 2 e 3 foi semelhante aos 5 e 8 dias. Para esses casos, a penetração proporcionada aos 2 dias foi inferior à conferida pelo tempo de 8 dias. Para as demais posições, a penetração foi semelhante para os tempos testados. Para o tempo de 8 dias, a penetração nas posições 1, 2 e 3 foi semelhante, porém na posição 4 a penetração foi diferente da atingida nas posições 1 e 6. Resultado semelhante foi obtido para o tempo de 2 dias. Nesse caso, a penetração na posição 4 não diferiu das posições 1 e 6. Para o tempo de 5 dias, a penetração na posição 1 foi superior às demais.

Para o efeito da posição nas concentrações (eucalipto), notou-se diferença entre as concentrações apenas para a posição 6 (topo das peças), na qual a penetração proporcionada pela concentração de 5% foi superior. Para as concentrações testadas, a penetração na posição 1 (base das peças) foi superior a das demais. As penetrações nas posições 2 e 3 (região de afloramento das peças) também foram semelhantes. Para a concentração de 5%, a penetração obtida pela posição 6 foi semelhante à da região de afloramento. Isso ocorreu porque o boro, ao atingir o topo das peças, se difundiu radialmente, conferindo maior proteção às peças.

Para a bracinga, a penetração obtida nas posições 4, 5 e 6 foi semelhante para todas as concentrações. Para as posições 2 e 3, a concentração de 5% conferiu uma penetração superior à alcançada pela de 2%, enquanto que a de 3,5% apresentou valores intermediários entre as concentrações. Já para a posição 1, as concentrações de 3,5 e 5% conferiram penetração semelhante e superior a de 2%.

A análise da penetração em cada concentração indicou, para as concentrações de 3,5 e 5%, que a posição 1 foi aquela na qual o boro penetrou mais profundamente. Para a concentração de 3,5%, a penetração obtida nas posições 2, 3, 4 e 5 foi semelhante. Nessa mesma concentração, não houve diferença significativa entre a penetração nas posições 5 e 6. Para a concentração de 5%, a penetração obtida, nas posições 2, 3 e 4, foi semelhante, exceto para a posição 4, que superou a penetração das posições 5 e 6. Já para a concentração de 2%, observou-se que as posições 1, 2, 3, 4 e 5 apresentaram penetrações semelhantes. A penetração alcançada nas posições 3, 4 e 5 não diferiu daquela obtida na posição 6.

A análise do tempo na penetração em cada concentração (eucalipto) indicou que os tempos de 2 e 5 dias proporcionaram uma penetração semelhante para as três concentrações. No entanto, aos 8 dias, a penetração obtida pela concentração de 2% foi inferior à conferida pelas de 3,5 e 5%. Nas concentrações de 3,5 e 5%, as peças submetidas a 8 dias de tratamento apresentaram uma penetração superior às submetidas a 2 e 5 dias. No entanto, para a concentração de 2%, as peças tratadas por 5 dias apresentaram valores intermediários entre as peças tratadas durante 8 e 2 dias.

Para a bracinga, não houve diferença significativa entre concentrações quando a madeira

permaneceu 2 dias no tratamento. No entanto, os tempos de 5 e 8 dias proporcionaram, para as concentrações de 3,5 e 5%, penetração superior à atingida pela concentração de 2%.

### Retenção do produto preservativo na madeira

A retenção média de CCB, nos tratamentos a que as peças foram submetidas, é apresentada na Tabela 6. Nota-se que não foram observadas retenções satisfatórias na posição 3, para o eucalipto, e 2 e 3, para a bracinga, em nenhum dos tratamentos. Isso demonstra que a parte interna da madeira de bracinga não recebeu um tratamento adequado, em nenhuma das situações analisadas, de acordo com a norma P-EB - 474 da ABNT (1973a) que estipula uma retenção mínima de 6,5 kg/m<sup>3</sup> de madeira para moirões tratados com sais hidrossolúveis.

TABELA 6: Retenção (kg/m<sup>3</sup>) de CCB pelos moirões de eucalipto e de bracinga.

TABLE 6: Retention (kg/m<sup>3</sup>) of CCB at the eucalypts and bracinga fence posts.

Tratamentos		Eucalipto			Bracinga		
Conc. (%)	Tempo (dias)	Posições nos discos			Posições nos discos		
		1	2	3	1	2	3
2	2	4,93	0,63	0,14	3,35	0,14	0,07
	5	13,66	2,82	0,37	4,82	0,06	0,05
	8	21,26	7,67	1,51	8,10	0,34	0,04
3,5	2	6,68	0,90	0,25	4,59	0,12	0,10
	5	17,93	5,23	0,52	9,71	0,50	0,13
	8	37,27	18,54	5,02	14,76	1,15	0,09
5	2	11,57	1,19	0,14	10,47	0,27	0,19
	5	29,15	7,68	0,45	14,12	0,76	0,18
	8	46,07	15,66	1,65	17,75	1,73	0,19

De acordo com a norma P-EB-474, uma retenção satisfatória na posição 1 (Figura 2), para o eucalipto, somente não foi obtida para as peças submetidas a 2 dias de tratamento à concentração de 2%. Para essa espécie florestal, obteve-se uma retenção satisfatória, na posição 2, para todas as concentrações, quando submetidas a 8 dias de tratamento, e para a concentração de 5%, após 5 dias. Uma boa retenção nas camadas mais profundas da madeira é requerida para protegê-la em caso de rachaduras que se desenvolvem durante a secagem e uso da madeira.

Para a bracinga, uma penetração satisfatória na posição 1 foi obtida com 8 dias de tratamento, para todas as concentrações e, em 5 dias, nas concentrações de 3,5 e 5%. A concentração de 5% proporcionou uma penetração satisfatória em todos os tempos de tratamento.

Um resumo das análises de variância para a retenção do CCB no eucalipto e bracinga é apresentado na Tabela 7. Nota-se que o efeito da posição no disco, do tempo de tratamento, da concentração das soluções preservativas e da interação entre posição e tempo de tratamento, entre posição e concentração (eucalipto e bracinga), entre tempo e concentração e da interação de segunda ordem (eucalipto) foi significativo pelo teste de F. O efeito da interação entre a posição e tempo, entre posição e concentração e entre tempo e concentração foi desdobrado e analisado pelo teste de Tukey (Tabela 8).

A análise do efeito da posição, na retenção do CCB, nos tempos de tratamento revelou diferença significativa entre os tempos para as posições 1 e 2 (eucalipto) e posição 1 (bracinga). Para ambas as espécies e tempos testados, a retenção alcançada pela posição 1 foi superior a das demais. Os maiores valores de retenção na posição 1, segundo Wehr (1985), ocorrem por causa do contato direto das camadas externas da madeira com a solução preservativa.

O efeito da posição no disco na retenção do CCB em cada concentração testada (eucalipto e bracinga) revelou diferença significativa entre as concentrações para a posição 1. Para a posição 2 no eucalipto, houve diferença entre as peças submetidas à concentração de 2% e aquelas submetidas a 3,5 e 5%. Para todas as concentrações, a retenção na posição 1 foi superior às demais.

TABELA 7: Resumo das análises de variância da retenção de CCB ( $\text{kg/m}^3$ ) nos moirões de eucalipto e de bracatinga.TABLE 7: Summary of variance analyses of CCB retention ( $\text{kg/m}^3$ ) in eucalypt and bracatinga fence posts.

Fontes de Variação	GL	Eucalipto	Bracatinga
		QM	QM
Posição	2	3772,45 **	1067,44 **
Tempo	2	1846,09 **	67,95 **
Concentração	2	420,17 **	32,33 **
Pos. x Tempo	4	456,46 **	48,21 **
Pos. x Conc.	4	201,00 **	67,30 **
Tempo x Conc.	4	94,86 **	3,72 ns
Pos. x Tempo x Conc.	8	22,67 *	2,53 ns
Resíduo	81	8,78	2,79
Média Geral		9,59	3,48
Coeficiente de Variação		30,88	47,98

Em que: \*\* = Significativo a 1% de probabilidade; \* = Significativo e ns não-significativo a 5% de probabilidade, respectivamente.

O efeito da concentração nos tempos de tratamento (eucalipto) revelou diferença significativa entre as concentrações para todos os tempos, tendo 8 dias sido superior aos demais para todas as concentrações. Observa-se que, para o tempo de 2 dias, não foi verificada diferença entre as concentrações. Para o período de 5 dias, a concentração de 5% proporcionou uma maior retenção nas peças, quando comparada às demais. Já para 8 dias, as concentrações de 3,5 e 5% proporcionaram uma retenção semelhante e superior à proporcionada por 2%.

A interação significativa de segunda ordem indicou que o tempo de tratamento e a concentração da solução preservativa agiram de modo dependente para proporcionar uma maior retenção na posição externa (posição 1 nos discos) para a madeira de eucalipto.

TABELA 8: Comparações múltiplas entre médias, pelo teste de Tukey, para a retenção do CCB ( $\text{kg/m}^3$ ) nos moirões de eucalipto e bracatinga.TABLE 8: Multiple range tests for averages, by the Tukey's test, for CCB retention ( $\text{kg/m}^3$ ) in eucalypt and bracatinga fence posts.

Efeito da posição no disco na retenção ( $\text{kg/m}^3$ ) em cada tempo de tratamento							
Posição no Disco	Eucalipto			Posição no Disco	Bracatinga		
	Tempo (dias)				Tempo (dias)		
	8	5	2		8	5	2
1	34,87Aa	20,25Ba	7,73Ca	1	13,54Aa	9,55Ba	6,20Ca
2	13,96Ab	5,24Bb	0,91Cb	2	1,07Ab	0,44Ab	0,18Ab
3	2,73Ac	0,45Ac	0,18Ab	3	0,11Ab	0,12Ab	0,12Ab

Efeito da posição no disco na retenção ( $\text{kg/m}^3$ ) em cada concentração							
Posição no Disco	Eucalipto			Posição no Disco	Bracatinga		
	Concentração da Solução (%)				Concentração da Solução (%)		
	5	3,5	2		5	3,5	2
1	28,93Aa	20,63Ba	13,28Ca	1	14,11Aa	9,69Ba	5,48Ca
2	8,18Ab	8,22Ab	3,71Bb	2	0,92Ab	0,59Ab	0,18Ab
3	0,74Ac	1,93Ac	0,67Ab	3	0,19Ab	0,11Ab	0,05Ab

Efeito da concentração da solução na retenção ( $\text{kg/m}^3$ ), no eucalipto, em cada tempo			
Conc. (%)	Tempo de Tratamento (dias)		
	8	5	2
5	21,13Aa	12,43Ba	4,30Ca
3,5	20,28Aa	7,89Bb	2,61Ca
2	10,15Ab	5,62Bb	1,90Ba

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

Quando os fatores posição, tempo e concentração foram fixados, e comparou-se a retenção nas duas

espécies, observou-se que o eucalipto apresentou uma retenção superior a da bracinga.

## CONCLUSÕES

O aumento da concentração da solução preservativa e do tempo de tratamento incrementaram a penetração e retenção do CCB nas peças de eucalipto e de bracinga.

A madeira de eucalipto apresentou maiores penetração e retenção que a madeira de bracinga para todas as situações analisadas.

A baixa penetração do elemento cobre, na região de afloramento das peças de bracinga, inviabiliza sua utilização em contato direto com o solo.

As melhores penetrações e retenções foram obtidas com 8 dias de tratamento preservativo para todos os níveis de concentração empregados. Assim, o tempo de tratamento foi a variável mais importante entre as espécies.

Apesar da tratabilidade da madeira ter sido inferior a do eucalipto, o emprego de peças roliças de bracinga para moirões e pequenos postes para a eletrificação rural, é viável, desde que as peças permaneçam, nas soluções preservativas até atingirem uma retenção mínima de 6,5 kg de ingredientes ativos/m<sup>3</sup> de madeira tratada.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Moirões de madeira preservados para cercas**. Rio de Janeiro, 1973a. 15p. (P-EB-474).
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Penetração e retenção de preservativos em postes de madeira**. Rio de Janeiro, 1973b. 19p. (P-MB-790).
- CARVALHO, A. **Impregnação de madeiras para construções rurais**. Lisboa: Direção Geral dos serviços Florestais e Agrícolas, 1966. 98p. (Estudos e Informações, 227).
- FREITAS, A.R. Como tratamento preservativo moirão dura mais de vinte anos. **Dirigente Rural**, São Paulo, v.12, n.3/4, p.24-28, 1973.
- GALVÃO, A.P.M. **Características da distribuição de alguns preservativos hidrossolúveis em moirões de *Eucalyptus Alba* Reinw. tratados pelo processo de absorção por transpiração radial**. 1968. 115p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba. 1968.
- GALVÃO, A.P.M. **Processos práticos para aumentar a duração da madeira**. Piracicaba: USP/ESALQ, 1969. 27p. (Boletim de Divulgação, 14).
- HUNT, G.M.; GARRATT, G.A. **Wood preservation**. 3. ed. New York: McGraw – Hill, 1967. 433p.
- LEPAGE, E.S. Preservativos e sistemas preservativos. In: LEPAGE, E.S. (Coord.). **Manual de preservação de madeiras**. São Paulo: IPT, 1986. v.1, p.279-314.
- LEPAGE, E.S. *et al.* Métodos de tratamento. In: Lepage, E.S. (Coord.). **Manual de preservação de madeiras**. São Paulo: IPT, 1986. v.2, p.343-419.
- MAINIERI, C.; CHIMELO, J.P. **Fichas de características das madeiras brasileiras**. 2. ed. São Paulo: IPT, 1989. 418 p. (Publicação IPT, 1791).
- MORESCHI, J.C. **Ensaio biológico: uma nova alternativa para a determinação dos ingredientes ativos do preservativo CCA e estudos de interações**. 1985. 128p. Tese (Professor Titular) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1985.
- PAES, J.B. **Viabilidade do tratamento preservativo de moirões de bracinga (*Mimosa scabrella* Benth.), por meio de métodos simples, e comparações de sua tratabilidade com a do *Eucalyptus viminalis* Lab**. 1991. 140p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1991.
- PEREIRA, J.A.; RUSSO, A. **Exposição e demonstração sobre um processo simples e eficiente de preservar “madeiras brancas” para esteios, moirões e postes**. São Paulo: IPT, 1954. 11p. (Publicação IPT, 640).
- REIMÃO, D.S.C. **Impregnação de madeiras pelo processo de ascensão de soluções salinas**. Nova Lisboa: Instituto de Investigações Agronômicas de Angola, 1972. 18p. (Série Técnica, 28).
- RODRIGUEZ HERRERA, J.A. Preservación de maderas por métodos sencillos y de bajo costo. **Ciência Forestal**, Coyacan, v. 2, n. 8, p. 25-49, 1997.
- ROTTA, E.; OLIVEIRA, Y.M. Área de distribuição natural da bracinga (*Mimosa scabrella* Benth.). In: SEMINÁRIO SOBRE ATUALIDADES E PERSPECTIVAS FLORESTAIS, “BRACATINGA UMA ALTERNATIVA PARA REFLORESTAMENTOS”, 4., 1983, Curitiba. **Anais...** Curitiba: EMBRAPA, 1983. p.1-23.
- STILNER, F.J. **Durabilidade de madeiras**. Porto Alegre: Instituto Tecnológico do Rio Grande do Sul, 1969. 15 p.

(Boletim Técnico, 1).

VITAL, B.R. **Métodos de determinação da densidade básica da madeira**. Viçosa: SIF/UFV, 1984. 21 p. (Boletim Técnico, 1).

WEHR, J.P.P. **Métodos práticos de tramento preservativo de moiroes roliços de *Pinus caribaea* Morolet var. *hondurensis* Bar. et Golf**. 1985. 209p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 1985.