TRATAMENTO PRESERVATIVO DE MOIRÕES DE BRACATINGA (*Mimosa scabrella* BENTH.) E DE *Eucalyptus viminalis* LAB. PELO MÉTODO DE IMERSÃO PROLONGADA

Juarez Benigno Paes[1], João Carlos Moreschi[2], José Gabriel de Lelles[3]

RESUMO: O objetivo do trabalho foi comparar a difusão do preservativo CCB em moirões de bracatinga (*Mimosa scabrella* Benth.) e de *Eucalyptus viminalis* Lab., quando submetidos ao método de imersão prolongada. As peças foram expostas às concentrações de 2%; 3,5% e 5% de ingredientes ativos do produto "Osmose CCB", durante 2, 5 e 8 dias. Foram analisadas a penetração em seis posições nas peças e a retenção em três regiões no disco retirado na posição correspondente à linha de afloramento em moirões instalados. O aumento do tempo de tratamento e da concentração proporcionou ganhos significativos na penetração e na retenção do CCB nas peças. Nas condições em que o trabalho foi realizado, a madeira de eucalipto apresentou uma melhor reposta ao tratamento.

Palavras-chave: Bracatinga, *Eucalyptus viminalis*, moirões, imersão prolongada.

PRESERVATIVE TREATMENT OF *Mimosa scabrella* BENTH. AND *Eucalyptus viminalis* LAB. FENCE POSTS BY DIP-DIFFUSION METHOD

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

Key words: Bracatinga, Eucalyptus viminalis, fence posts, dip-diffusion.

[1] Departamento de Eng. Florestal da UFPB/CSTR - Campus VII – 58700-970 – Patos, PB, jbp2@uol.com.br
[2] Centro de Ciências Florestais e da Madeira da UFPR - Campus III – 80210-170 – Curitiba, PR, moreschi@floresta.ufpr.br
[3] Departamento de Engenharia Florestal da UFV- 36571-000 – Viçosa, MG, lelles@.ufv.br

1. INTRODUÇÃO

A escassez de espécies nativas de alta resistência à degradação biológica obrigou o homem a utilizar outras menos duráveis, principalmente aquelas de rápido crescimento, provenientes de reflorestamentos. Como a maioria dos reflorestamentos foi com *Eucalyptus* sp. e *Pinus* sp., a utilização dessas espécies para moirões e outros usos tornou-se prática comum para os produtores 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 em serviço, reduzir o consumo de madeira e o impacto sobre as florestas remanescentes.

A bracatinga (*Mimosa scabrella* Benth.), espécie nativa de ocorrência de São Paulo ao Rio Grande do Sul, forma maciços florestais puros, de rápido crescimento e fácil manejo (Rotta & 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 resistente a organismos xilófagos (Stilner, 1969; Mainieri & Chimelo, 1989), as peças necessitam de um tratamento preservativo que lhes assegure um melhor desempenho em serviço.

Para o tratamento da madeira, há vários métodos, sendo o de difusão por imersão prolongada de fácil operacionalidade e baixo custo. O tratamento da madeira pelo método de imersão prolongada ocorre por difusão. A difusão ocorre quando soluções preservativas concentradas, em contato com a madeira verde, tendem a se diluir na seiva e penetrar gradativamente para o interior da madeira. Assim, devem ser empregadas madeiras recém-abatidas, pois a secagem, mesmo que parcial, poderá causar bloqueio ao fluxo da solução preservativa, por causa da formação de bolhas de ar, que impedem a difusão, de modo homogêneo, por toda a peça (Galvão, 1969; Lepage et al., 1986).

Para se obter sucesso no tratamento preservativo da madeira pelo método de imersão prolongada, a concentração das soluções deve ser de 5% a 10% de sal seco e um período de tratamento de, no mínimo, 5 dias (Galvão, 1975). De acordo com Carvalho (1966), a absorção da solução é mais rápida durante os primeiros 2 a 3 dias.

A eficiência de um tratamento preservativo é determinada pela penetração, pela distribuição e pela quantidade da substância tóxica absorvida e retida pela madeira (Hunt & Garratt, 1967). Para esses autores, a distribuição do preservativo na região tratada é de menor importância no comportamento das peças em serviço. Para Carvalho (1966) e Lepage (1986), a eficiência do tratamento depende, além desses parâmetros, da toxidez do preservativo.

A penetração é a distância alcançada pelo preservativo em relação ao interior da madeira. É considerada boa quando atinge 1,0 a 1,5 cm; excelente quando atinge maiores profundidades e deficiente em profundidades inferiores (Rodriguez Herrera, 1977). Todavia, Galvão (1968) classifica-a como deficiente quando menor que 1,0 cm e satisfatória quando superior a tal valor. Rodriguez Herrera (1977) cita que, quando a espessura do alburno for inferior a 2,0 cm, ele deve ser totalmente impregnado; quando superior a 2,0 cm, a penetração deve atingir, no mínimo, 85% da espessura.

A penetração é um bom indicativo do tratamento preservativo, mas não indica o verdadeiro grau de proteção, sendo necessária a avaliação da retenção do produto preservativo na madeira tratada. Segundo Hunt & Garratt (1967), a retenção é a quantidade de preservativo retida na madeira, após o tratamento. Para os autores, a madeira para ser utilizada no meio rural, em contato com o solo, deve apresentar uma retenção de 5 a 16 kg de sais secos/m^3 de madeira tratada. De acordo com a norma P-EB-474 da ABNT (1973a), a retenção deve ser de 6,5 kg de ingredientes ativos/m^3 de madeira tratada. Porém, para peças que não estejam em contato com o solo, porém, exposta à intempérie, a retenção mínima deve ser de 4,0 kg de i.a./m^3.

Este estudo teve como objetivo comparar a difusão de soluções preservativas em peças

roliças de *Eucalyptus viminalis* e de bracatinga (*Mimosa scabrella*), por meio da penetração e da retenção do preservativo CCB, quando submetidas ao método de imersão prolongada.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Espécies empregadas 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 a 25º11' de latitude sul; 49º18' de longitude oeste e 1.053 metros de altitude.

A bracatinga foi abatida de povoamento nativo, proveniente de regeneração natural, ocorrida após o corte raso e a queima dos resíduos da exploração. Essa prática já havia sido executada há, aproximadamente, 6 anos e o eucalipto de plantio de 5 anos. Foram abatidas árvores 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.

2.2. Preparo dos moirões e produto preservativo utilizado

No local de tratamento, procedeu-se ao descascamento e à seleção das peças, que apresentaram diâmetro entre 7,0 e 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 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 uma das extremidade das peças, ficando os moirões com 2,0 m de comprimento. Os discos externos, retirados de cada extremidade, foram descartados; os internos foram utilizados para a determinação da espessura média do alburno, do teor de umidade e da densidade da madeira. O período entre o abate das árvores e a disposição 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, e em sua composição química deverá conter:

- cromo hexavalente, calculado como CrO_3 .....63,5%

- cobre, calculado como CuO.....26,0%

- boro, calculado como B (elemento) 10,5%

Prepararam-se soluções preservativas com concentrações de 2%; 3,5% e 5% de ingredientes ativos. As soluções foram preparadas e armazenadas em tambores de 200 litros.

2.3. Tratamento preservativo dos moirões

Os moirões a serem submetidos aos tratamentos foram distribuídos em trincheiras (2,20 m de comprimento x 0,50 m de largura x 0,50 m de profundidade) abertas no solo, dispostas ao acaso no local de tratamento, as quais foram forradas internamente com lona plástica. A seguir, as peças foram dispostas horizontalmente e impedidas de flutuarem pela ação de dois sarrafos de madeira dispostos transversalmente às peças e fixados às laterais das trincheiras, distanciados de 0,50 m da base e do topo das peças a serem tratadas. Na seqüência, adicionou-se a solução preservativa, até que as peças ficassem totalmente submersas.

Para se evitar a evaporação da solução preservativa, o que poderia provocar o desbalanceamento das soluções de tratamento, derramou-se um litro de óleo queimado em cada trincheira, de modo a formar uma camada fina sobre as soluções.

Depois de tratados, os moirões foram retirados das soluções e empilhados para secarem.

2.4. Secagem e amostragem dos moirões tratados

Para assegurar uma boa fixação do preservativo, 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 análises colorimétricas para determinação da penetração do preservativo na madeira.

Para as análises químicas empregadas na determinação da retenção do CCB, retirou-se mais um disco, na posição 2 de cada moirão (Figura 1). O local no moirão, onde se retirou o disco, coincide com a região de afloramento quando as peças são 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).

2.5. 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 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 das amostras, obtidas conforme Figura 2, seguindo a metodologia descrita por Wischer, citada por Moreschi (1985). A metodologia consta das seguintes etapas:

- determinação do volume das amostras e incineração para obtenção das cinzas e sais metálicos, a 500 - 550º 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 cinzas, em chapa aquecida, até a mistura ficar límpida;
- diluição das soluções ácidas com água destilada a volumes fixos.

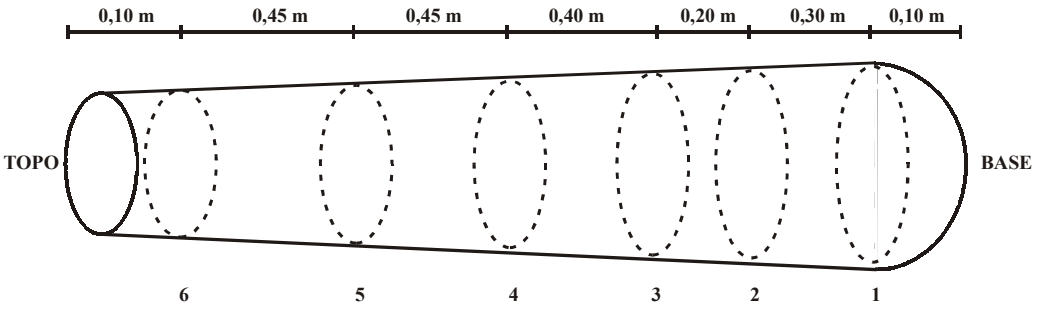

Figura 1. Posições nos moirões em que foram retirados os discos para as análises colorimétricas.
Figure 1*. Positions in fence posts where the disks were taken to colorimetrical analyses.*

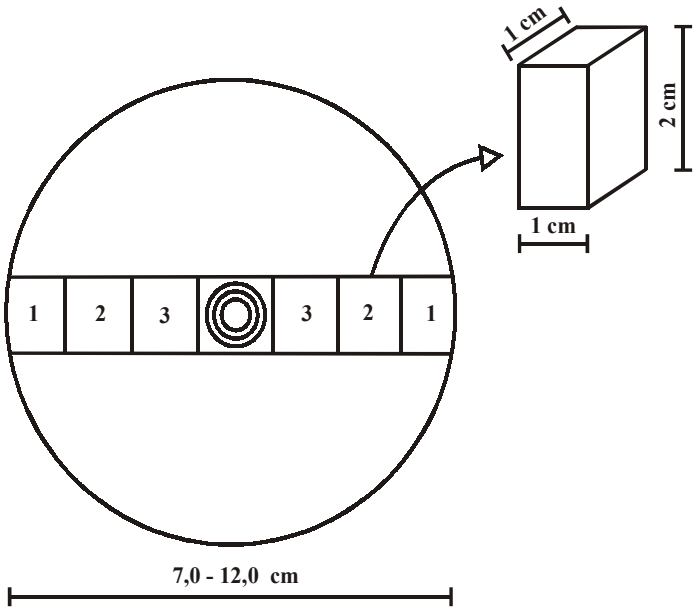

Figura 2. Posições nos discos em que foram retiradas as amostras para as análises quantitativas.
Figure 2*. Positions in disks where the samples were taken to quantitative analysis.*

2.6. 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, obtido pelo deslocamento em água (Vital, 1984), efetuaram-se os cálculos de retenção, empregando-se a seguinte equação:

$$R = \frac{F \times Lx\ Fd \times 10^{-3}}{V} \qquad (1)$$

em que:

- R = retenção do elemento na madeira (kg/m^3);
- F = fator estequiométrico empregado para transformação dos elementos químicos para óxidos: (cobre x 1,2518 = CuO, cromo x 1,9230 = CrO_3);
- L = leitura obtida do espectrofotômetro (ppm);
- Fd = fator de diluição; e
- V = volume das amostras utilizadas nas análises (cm^3).

2.7. 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 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 6 níveis e o fator retenção com 3 níveis. Para a comparação das médias entre os fatores, empregou-se o teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Numa 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. Nestes 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 e, para a penetração, também foi fixado o elemento químico.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Características da madeira das espécies ensaiadas

Os valores médios da densidade, da espessura do alburno e do teor de umidade das madeiras de eucalipto e bracatinga são apresentados na Tabela 1. Observa-se, nesta Tabela, que não há diferenças significativas entre a densidade e a espessura do alburno das madeiras submetidas aos tratamentos. Porém, o teor de umidade das peças de eucalipto, para todos os tratamentos testados, foi superior ao apresentado pela madeira de bracatinga. O maior teor de umidade apresentado pelas peças de eucalipto pode ter favorecido a difusão do CCB nas peças.

3.2. Penetração do produto na madeira

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

Apesar da norma P-EB-474 da ABNT (1973a) estipular a penetração total no alburno. A penetração do cobre e boro na madeira, segundo as recomendações de Galvão (1968) e de Rodriguez Herrera (1977), foi considerada satisfatória, quando superior a 10 mm. Isto foi adotado, pois, para os métodos não industriais, com freqüência, não se obtém a penetração total do alburno ao longo das peças tratadas (Galvão, 1968; Wehr, 1985; Paes, 1991).

Notou-se, para ambas as espécies, que a penetração do cobre (Tabela 2) foi insuficiente na região de afloramento dos moirões (posições 2 e 3), para todos os tratamentos. Para a madeira de eucalipto, a penetração foi satisfatória para as posições 1 e 6 (respectivamente, base e topo dos moirões) para todas as concentrações testadas, quando as peças per maneceram na solução por 8 dias. Para as posições 1 e 6, valores satisfatórios de penetração também foram obtidos depois de cinco dias, para as peças submetidas às concentrações de 3,5% e 5%. Porém, para a madeira de bracatinga, penetração satisfatória, na base e topo das peças, não foi atingida para nenhum dos tratamentos testados.

O boro (Tabela 3) apresentou, para a madeira de eucalipto, penetração satisfatória na região de afloramento dos moirões, bem como ao longo da peça, para as concentrações de 3,5% e 5% aos 8 dias de tratamento. Para a concentração de 5%, obteve-se penetração satisfatória aos cinco dias. Além disso, observou-se penetração satisfatória, na base e topo dos moirões, para as demais concentrações e tempos testados, exceto para as peças submetidas à concentração de 2% e tempo de 2 dias, em que a penetração não foi satisfatória em tais posições. Para a madeira de bracatinga, penetração suficiente ao longo de toda a peça foi obtida apenas à concentração de 5% e tempo de 8 dias. Penetração satisfatória, na base e topo das peças, foi obtida aos 5 e 8 dias, para as concentrações de 3,5% e 5%.

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 (g/cm^3)	Espessura do alburno (cm)	Teor de umidade (%)	Densidade (g/cm^3)	Espessura do alburno (cm)	Teor de umidade (%)
2	2	0,50	4,13	122,97	0,57	4,31	91,84
	5	0,53	3,36	106,80	0,51	4,33	102,45
	8	0,51	3,84	113,29	0,51	4,15	92,96
3,5	2	0,53	4,00	111,01	0,55	4,07	93,97
	5	0,52	2,91	109,60	0,51	4,53	102,45
	8	0,49	3,86	118,52	0,54	4,14	90,18
5	2	0,52	3,87	117,20	0,52	4,16	95,14
	5	0,51	2,95	113,43	0,50	4,13	102,58
	8	0,51	3,93	116,77	0,51	4,10	91,70

Tabela 2. Penetração média (mm) do cobre nos moirões de eucalipto e bracatinga
Table 2. *Average penetration (mm) of copper in eucalypt and bracatinga fence posts*

Tratamentos		Eucalipto						Bracatinga					
Conc.	Tempo	Posição no moirão						Posição no moirão					
(%)	(dias)	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
2	2	3,00	1,44	1,31	1,19	1,44	4,00	3,75	0,13	0,00	0,00	0,13	0,75
	5	7,00	2,00	1,81	1,69	1,81	5,44	4,88	0,38	0,13	0,06	0,13	2,94
	8	15,19	3,31	2,94	2,75	2,69	14,31	8,50	1,56	1,31	0,50	0,13	2,25
3,5	2	7,00	2,69	2,31	1,63	2,50	7,25	3,31	0,31	0,13	0,00	0,38	10,38
	5	13,38	3,31	2,81	2,63	2,88	10,81	9,00	1,63	1,69	1,13	0,94	1,75
	8	18,37	7,21	5,12	4,45	5,48	21,42	10,19	6,31	3,50	2,00	1,19	4,44
5	2	7,38	3,44	3,00	2,75	2,94	8,25	9,19	1,38	1,13	0,81	1,94	11,88
	5	14,25	4,13	3,63	3,25	3,63	15,81	11,19	2,38	1,81	0,81	1,13	5,69
	8	18,44	7,25	5,19	4,50	5,50	21,50	14,50	6,38	5,06	3,25	2,75	6,50

Tabela 3. Penetração média (mm) do boro nos moirões de eucalipto e bracatinga
Table 3. *Average penetration (mm) of boron in eucalypt and bracatinga fence posts*

Tratamentos		Eucalipto						Bracatinga					
Conc. (%)	Tempo (dias)	Posição no moirão						Posição no moirão					
		1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
2	2	8,06	3,13	2,75	2,56	3,69	21,25	1,75	0,00	0,00	0,00	0,75	1,50
	5	21,38	6,81	6,25	5,88	6,25	18,81	6,00	2,06	1,69	0,81	1,19	6,88
	8	36,56	6,88	6,69	6,63	6,88	36,94	9,44	4,69	3,56	2,63	3,56	12,81
3,5	2	11,94	5,75	4,81	4,50	5,38	28,94	3,00	0,63	0,81	0,50	6,25	30,31
	5	17,63	7,94	7,56	7,13	7,25	19,81	14,00	7,38	7,31	6,56	6,56	16,56
	8	38,06	15,13	11,75	11,00	13,13	36,88	14,45	8,38	6,88	6,38	6,25	20,69
5	2	19,31	6,69	6,25	6,06	7,38	29,88	7,50	4,19	5,06	4,50	9,25	25,19
	5	26,56	18,44	14,38	13,69	14,94	31,50	25,13	9,19	7,56	7,63	10,88	38,00
	8	28,63	15,00	13,31	12,44	18,44	38,88	35,56	26,88	24,94	24,06	22,20	38,63

Uma penetração insuficiente do cobre (fungicida), na região de afloramento dos moirões, indica que as peças não devem ser utilizadas em contato direto com o solo, onde os fungos são os principais organismos deterioradores da madeira. Porém, as peças em que foi observada uma penetração satisfatória do boro (inseticida) ao longo do seu comprimento e uma penetração satisfatória do cobre na sua base e topo podem ser empregadas em estruturas de telhados e em uma gama de outras aplicações.

Os resultados demonstram que, para o tratamento da madeira de bracatinga, foram exigidos tempos e concentrações superiores aos necessários para o tratamento da madeira de eucalipto. Isto ocorreu, provavelmente, por causa do maior teor de umidade presente nas peças de eucalipto (Tabela1), o que pode ter favorecido a difusão do CCB para o interior das peças. Além desse fato, a madeira de bracatinga apresenta anéis de crescimento largos e bem nítidos, com uma certa predominância de madeira outonal, o que pode ter influenciado a difusão do preservativo, no sentido radial das peças.

Na Tabela 4 é apresentado o resumo das análises de variância para a penetração (mm) do cobre e boro nas peças de eucalipto e bracatinga.

Para a penetração do cobre (Tabela 4), observa-se que o efeito da posição na peça, do tempo de tratamento, da concentração da solução preservativa e da interação entre a posição e tempo de tratamento foi significativo pelo teste de F, para as madeiras de eucalipto e bracatinga. O efeito da interação entre a posição e tempo de tratamento foi desdobrado e analisado pelo teste de Tukey (Tabela 5).

O teste de médias empregado (Tabela 5) revelou que as concentrações de 3,5% e de 5% proporcionaram uma penetração semelhante e superior à concentração de 2%, para a madeira de eucalipto. Porém, para a madeira de bracatinga, as três concentrações testadas apresentaram valores diferentes entre si. Para esta madeira, a concentração de 5% apresentou valor de penetração superior às demais testadas.

A análise do efeito da posição na peça na penetração em cada tempo de tratamento revelou que não houve diferenças significativas, para a madeira de eucalipto, entre as posições, quando as peças permaneceram por dois dias nas soluções preservativas. Porém, para os tempos de 5 e 8 dias, as penetrações na base e topo das peças diferiram significativamente das observadas para as demais posições, as quais não diferiram estatisticamente entre si.

Na bracatinga, para o tempo de 2 dias, notou-se que a penetração nas posições 1 e 6 (base e topo das peças, respectivamente) foi semelhante, sendo diferente das demais posições nas peças. Para os tempos de 5 e 8 dias, a penetração na posição 1 foi diferente das demais, as quais não diferiram estatisticamente entre si. Esperava-se que houvesse uma maior penetração do cobre no topo das peças que permaneceram por 5 e 8 dias nas soluções de tratamento. A menor penetração observada pode estar relacionada à variabilidade genética entre as árvores avaliadas.

Tabela 4. Resumo das análises de variância da penetração (mm) de cobre e boro nos moirões de eucalipto e bracatinga

Table 4*. Summary of variance analysis of penetration (mm) of copper and boron in eucalypts and bracatinga fence posts*

Fontes de variação	Graus de liberdade	Elemento cobre		Elemento boro	
		Eucalipto	Bracatinga	Eucalipto	Bracatinga
		Quadrado médio	Quadrado médio	Quadrado médio	Quadrado médio
Posição	5	690,87 **	309,81 **	3.084,12 **	1.287,08 **
Tempo	2	590,33 **	84,46 **	1.717,20 **	1.634,47 **
Concentração	2	245,98 **	201,70 **	734,54 **	4.021,95 **
Pos. x tempo	10	79,26 **	32,80 **	177,80 **	62,74 ns
Pos. x conc.	10	16,85 ns	14,78 ns	12,49 ns	136,10 **
Tempo x conc.	4	6,91 ns	4,49 ns	118,49 **	477,36 **
Pos. x tempo x conc.	20	4,91 ns	9,51 ns	33,47 ns	59,37 ns
Resíduo	162	22,90	8,01	32,39	44,41
Média geral		6,19	3,21	14,51	10,16
Coef. de variação		77,32	88,06	39,23	65,61

** Significativo a 1% de probabilidade. ns Não significativo a 5% de probabilidade.

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

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

Efeito da concentração da solução preservativa na penetração do cobre (mm)

Eucalipto		Bracatinga	
Concentração (%)	Penetração (mm)	Concentração (%)	Penetração (mm)
5	7,49 a	5	4,88 a
3,5	7,00 a	3,5	3,24 b
2	4,07 b	2	1,53 c

Efeito da posição na peça na penetração (mm) em cada tempo de tratamento

Eucalipto							Bracatinga			
Posição na peça	Cobre			Boro			Posição na peça	Cobre		
	Tempo (dias)			Tempo (dias)				Tempo (dias)		
	2	5	8	2	5	8		2	5	8
1	5,79 a	11,54 a	17,33 a	13,10 b	21,86 a	34,42 a	1	5,42 a	8,36 a	11,06 a
2	2,52 a	3,15 b	5,92 b	5,19 bc	11,06 b	12,34 b	2	0,61 b	1,46 b	4,75 b
3	2,21 a	2,75 b	4,42 b	4,60 c	9,40 b	10,58 b	3	0,42 b	1,21 b	3,29 b
4	1,86 a	2,52 b	3,90 b	4,37 c	8,90 b	10,02 b	4	0,27 b	0,67 b	1,92 b
5	2,29 a	2,77 b	4,56 b	5,48 bc	9,48 b	12,82 b	5	0,82 b	0,73 b	1,36 b
6	6,50 a	10,69 a	19,08 a	26,69 a	23,37 a	37,57 a	6	7,67 a	3,46 b	4,40 b

Efeito da posição na peça na penetração do boro (mm), na bracatinga, em cada concentração

Posição na peça	Concentração (%)		
	2	3,5	5
1	5,73 a	10,48 b	22,73 b
2	2,25 a	5,46 b	13,42 bc
3	1,75 a	5,00 b	12,52 c
4	1,15 a	4,48 b	12,06 c
5	1,83 a	6,35 b	14,11 bc
6	7,06 a	22,52 a	33,94 a

Efeito da concentração da solução na penetração (mm) em cada tempo (dias)

Eucalipto - boro				Bracatinga - boro			
Conc. (%)	Tempo (dias)			Conc. (%)	Tempo (dias)		
	2	5	8		2	5	8
5	12,60 a	19,92 a	21,12 a	5	9,28 a	16,70 a	28,71 a
3,5	10,22 ab	11,22 b	20,99 a	3,5	6,92 a	9,73 b	10,51 b
2	6,91 b	10,90 b	16,76 a	2	0,67 b	3,11 c	6,12 b

As médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, a 5% de probabilidade.

Para a penetração do elemento boro (Tabela 4), observou-se que o efeito da posição na peça, do tempo de tratamento, da concentração da solução preservativa e da interação entre o tempo e a concentração foi significativo pelo teste de F, para as madeiras de eucalipto e bracatinga. Nota-se, ainda, que o efeito da interação entre a posição e tempo de tratamento (eucalipto) e entre a posição e concentração da solução (bracatinga) foi significativo.

O efeito das interações foi desdobrado e analisado pelo teste de Tukey (Tabela 5). A análise do efeito da posição na peça em cada tempo de tratamento (eucalipto) demonstrou que, para o tempo de 2 dias, a penetração no topo da peça (posição 6) diferiu estatisticamente das demais posições. Observou-se também que a penetração na posição 1 (base das peças) foi semelhante à obtida para as posições 2 e 5, e que a penetração alcançada pelas posições 3 e 4 não diferiu da obtida pelas posições 2 e 5, mas foi diferente da alcançada pela posição 1. Para o tempo de 5 e 8 dias, observou-se que as posições tomadas nas extremidades das peças (posições1 e 6) foram semelhantes e diferiram das demais posições.

A análise do efeito da posição na peça em cada concentração da solução preservativa (bracatinga) demonstrou que a concentração de 2% não causou diferenças significativas entre as posições analisadas. As concentrações de 3,5% e 5% acusaram diferenças entre a penetração da posição 6 (topo das peças) e as demais posições. Para a concentração de 3,5%, não foram observadas diferenças significativas na penetração para as demais posições analisadas. Entretanto, a concentração de 5% acusou que as penetrações atingidas nas posições 1, 2 e 5 foram semelhantes e que a penetração obtida pelas posições 3 e 4 diferiu da obtida pela posição 1.

Para o efeito da concentração na penetração em cada tempo de tratamento, para a madeira de eucalipto, notou-se que não houve diferenças significativas entre as concentrações, quando as peças permaneceram por 8 dias no tratamento. Porém, para as peças que permaneceram por 2 e 5 dias, observaram-se diferenças significativas entre as concentrações. Para o tempo de 2 dias, as concentrações de 2% e 5% foram diferentes, porém, as peças submetidas à concentração de 3,5% apresentaram penetração intermediária, não diferindo das concentrações de 2% e 5%. Para o tempo de cinco dias, as peças submetidas à concentração de 5% apresentaram penetração diferenciada daquelas submetidas às concentrações de 2% e 35%, as quais não diferiram entre si pelo teste de médias aplicado.

Para a madeira de bracatinga, observou-se, para o tempo de cinco dias, que todas as concentrações testadas apresentaram valores de penetração diferentes entre si. Para o tempo de dois dias, as concentrações de 3,5% e 5% apresentaram valores semelhantes, diferenciados daquele obtido para a concentração de 2%. Para o tempo de 8 dias, notou-se que não houve diferenças significativas para os valores de penetração para as concentrações de 2 e 3,5%, os quais diferiram estatisticamente do valor apresentado para a concentração de 5%.

Quando se fixaram os fatores posição na peça, tempo de tratamento, concentração da solução preservativa e analisou-se a influência das espécies na penetração de cada elemento químico, notou-se diferença significativa pelo teste de F, para a penetração dos elementos nas madeiras. O teste de médias realizado indicou diferenças significativas entre a penetração dos elementos. A penetração na madeira de eucalipto foi superior a da bracatinga para ambos elementos analisados.

3.3. Retenção do produto preservativo na madeira

A retenção média (kg/m^3) de CCB para cada tratamento a que foram submetidas as peças é apresentada na Tabela 6. Nota-se, nesta Tabela, que não foram observadas retenções satisfatórias nas posições 2 e 3 nos discos, para as espécies testadas. Isto demonstra que a parte interna da madeira não ficou devidamente tratada, de acordo com a norma P-EB-474 da ABNT (1973a), a

Tabela 6. Retenção (kg/m^3) de CCB nos moirões de eucalipto e bracatinga
***Table 6**. CCB retention (kg/m^3) in eucalypts and bracatinga fence posts*

Tratamentos		Eucalipto			Bracatinga		
Conc.	Tempo	Posição no disco			Posição no disco		
(%)	(dias)	1	2	3	1	2	3
2	2	2,14	0,10	0.09	0.79	0,07	0,07
	5	4,12	0,13	0,08	2,42	0,34	0,26
	8	5,67	0,35	0,17	3,51	0,17	0,26
3,5	2	4,04	0,17	0,0 4	0,78	0,13	0,39
	5	7,25	0,12	0,05	3,78	0,25	0,10
	8	7,72	0,92	1,38	5,19	0,35	0,13
5	2	5,51	0,20	0,01	1,65	0,28	0,18
	5	9,05	0,34	0,12	4,99	0,07	0,07
	8	12,08	1,06	1,82	6,85	0,10	0,14

qual estipula uma retenção mínima de 6,5 kg/m^3 de madeira para moirões tratados com sais hidrossolúveis.

De acordo com a norma P-EB-474, uma retenção satisfatória foi obtida apenas na posição 1, para as concentrações de 3,5% e 5% e tempos de 5 e 8 dias, para a madeira de eucalipto. Para a madeira de bracatinga, uma retenção satisfatória foi obtida apenas para a concentração de 5% e tempo de 8 dias.

A retenção de 6,5 kg de i.a. /m^3 é indicada como a mínima necessária para proteger a madeira que ficará em contato direto com o solo, porém, para empregos em que as peças não entrarão em contato direto com o solo, mas estarão expostas às intempéries, a retenção mínima indicada é de 4,0 de i.a. kg/m^3. Dessa forma, as peças confeccionadas com a madeira de eucalipto estariam aptas a ser utilizadas, exceção feita às peças submetidas à concentração de 2% e dois dias de tratamento. Porém, para a madeira de bracatinga, nenhuma das peças submetida à concentração de 2% está apta a ser utilizada. O mesmo ocorre para as peças que permaneceram por dois ou cinco dias na solução de 3,5% e para aquelas que ficaram por dois dias na solução de 5%.

Os resultados obtidos indicam que a madeira de bracatinga, em virtude das características anatômicas ou do teor de umidade, foi menos tratada que a madeira do eucalipto para as condições testadas. Isto indica que, para um tratamento adequado, é necessário que as peças de bracatinga permaneçam por mais tempo nas soluções de tratamento.

Os maiores valores de retenção na posição 1 dos moirões, segundo Wehr (1985), ocorre por causa do contato direto das camadas externas da madeira com a solução preservativa.

Um resumo das análises de variância para a retenção do CCB nas peças de eucalipto e de bracatinga é apresentado na Tabela 7.

Nota-se, na Tabela 7, que o efeito da posição no disco, do tempo de tratamento, da concentração da solução preservativa e da interação entre a posição e tempo de tratamento, entre a posição e concentração da solução preservativa, entre o tempo e concentrações (eucalipto) e da interação de segunda ordem (bracatinga) foi significativo pelo teste de F, para a retenção do CCB nas madeiras ensaiadas.

O efeito da interação entre a posição e tempo de tratamento, entre a posição e concentração e entre tempo e concentração foi desdobrado e analisado pelo teste de Tukey (Tabela 8).

Tabela 7. Resumo das análises de variância da retenção de CCB (kg/m^3) nos moirões de eucalipto e de bracatinga

***Table 7**. Summary of variance analysis of CCB retention (kg/m^3) in eucalypt and bracatinga fence posts*

Fontes de variação	Graus de liberdade	Eucalipto Quadrado médio	Bracatinga Quadrado médio
Posição	2	431,31 **	118,49 **
Tempo	2	39,75 **	17,48 **
Concentração	2	33,55 **	4,60 **
Pos. x tempo	4	15,54 **	17,31 **
Pos. x conc.	4	19,96 **	5,38 **
Tempo x conc.	4	2,69 *	0,34 ns
Pos. x tempo x conc.	8	1,00 ns	0,76 **
Resíduo	81	0,93	0,27
Média geral		2,40	1,23
Coef. de variação		40,19	11,82

** Significativo a 1% de probabilidade. * Significativo a 5% de probabilidade. ns Não significativo a 5% de probabilidade.

A análise do efeito da posição no disco na retenção do CCB em cada tempo de tratamento revelou diferenças significativas entre a posição 1 e posições 2 e 3 para os tempos de tratamento testados para as madeira de eucalipto e bracatinga. O estudo do efeito da posição no disco na retenção em cada concentração demonstrou que a retenção do CCB na posição 1 foi diferente das demais, para todos os tempos analisados. Isto ocorreu para ambas as espécies estudadas.

A interação entre o tempo de tratamento e a concentração da solução preservativa foi significativa apenas para a madeira de eucalipto. A análise do efeito da concentração em cada tempo de tratamento não revelou diferenças significativas entre as concentrações, quando as peças permaneceram por dois dias nas soluções preservativas. Para as peças que permaneceram por cinco dias, houve diferenças entre as concentrações de 2% e 5%, tendo a concentração de 3,5% valor intermediário entre as concentrações testadas. Porém, houve diferenças significativas entre todas as concentrações testadas nas peças que permaneceram por oito dias nas soluções preservativas.

Assim, o teste de médias revelou que o aumento da concentração e do tempo de tratamento proporcionou ganhos significativos para a retenção na posição 1 nos discos, para ambas as madeiras ensaiadas.

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 bracatinga.

Quando se fixaram os fatores posição, tempo e concentração e comparou-se a retenção nas duas espécies, notaram-se diferenças significativas entre as madeiras, tendo a retenção sido superior para a madeira de eucalipto.

Os resultados demonstraram que o tratamento de peças roliças de bracatinga, para

Tabela 8. Comparações múltiplas entre médias, pelo teste de Tukey, para a retenção do CCB (kg/m^3) nos moirões de eucalipto e bracatinga
Table 8. *Multiple comparisons among averages, by the Tukey's test, for CCB retention (kg/m^3) in eucalypt and bracatinga fence posts*

Efeito da posição no disco na retenção (kg/m^3) em cada tempo de tratamento

Eucalipto				Bracatinga			
Posição no disco	Tempo (dias)			Posição no disco	Tempo (dias)		
	2	5	8		2	5	8
1	3,90 a	6,81 a	8,49 a	1	1,07 a	3,73 a	5,18 a
2	0,16 b	0,20 b	0,78 b	2	0,16 b	0,22 b	0,21 b
3	0,05 b	0,08 b	1,12 b	3	0,18 b	0,14 b	0,18 b

Efeito da posição no disco na retenção (kg/m^3) em cada concentração

Eucalipto				Bracatinga			
Posição no disco	Concentração da solução (%)			Posição no disco	Concentração da solução (%)		
	2	3,5	5		2	3,5	5
1	3,98 a	6,34 a	8,88 a	1	2,24 a	3,25 a	4,50 a
2	0,19 b	0,40 b	0,53 b	2	0,19 b	0,24 b	0,15 b
3	0,11 b	0,49 b	0,65 b	3	0,20 b	0,21 b	0,13 b

Efeito da concentração da solução na retenção (kg/m^3), no eucalipto em cada tempo (dias)

Conc. (%)	Tempo de tratamento		
	2	5	8
5	1,91 a	3,17 a	4,99 a
3,5	1,42 a	2,47 ab	3,34 b
2	0,78 a	1,44 b	2,06 c

As médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, a 5% de probabilidade.

serem utilizadas na construção de galpões, celeiros, paióis, etc., é tecnicamente viável, desde que sejam empregados tempos de tratamento maiores que os utilizados nesta pesquisa.

4. CONCLUSÕES

O incremento do tempo de tratamento e da concentração da solução preservativa causou melhorias na penetração e retenção do CCB nas peças de eucalipto e de bracatinga.

A madeira de eucalipto apresentou melhores resultados de penetração e de retenção quando comparada à bracatinga para todas as situações analisadas.

O teor de umidade e a presença de anéis de crescimento largos e com certa predominância de lenho outonal podem ter dificultado a difusão do CCB na madeira de bracatinga.

Para o tratamento de peças roliças de bracatinga devem-se empregar soluções com concentrações entre 3,5% e 5% e o tempo de tratamento deverá ser estendido, para se obter uma penetração mínima de 10 milímetros, nas posições 2 e 5, para o cobre.

A baixa penetração do elemento cobre, na região de afloramento das peças de eucalipto e de bracatinga, inviabiliza a utilização das mesmas em contato direto com o solo.

A penetração satisfatória do boro ao longo das peças indica que elas estão aptas a ser empregadas em coberturas e em uma infinidade de usos em que a madeira não necessita entrar em contato direto com o solo.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Moirões de madeira preservados para cercas**. Rio de Janeiro, 1973a. 15 p. (P - EB - 474).

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Penetração e retenção de preservativos em postes de madeira**. Rio de Janeiro, 1973b. 19 p. (P - MB -790).

CARVALHO, A. **Impregnação de madeiras para construções rurais**. Lisboa: Direção Geral dos Serviços Florestais e Agrícolas, 1966. 98 p. (Estudos e Informações, 227).

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. 115 p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP.

GALVÃO, A. P. M. **Processos práticos para aumentar a duração da madeira**. Piracicaba: USP/ESALQ, 1969. 27 p. (Boletim de Divulgação, 14).

GALVÃO, A. P. M. **Processos práticos para preservar a madeira.** 2. ed. Piracicaba: USP/ESALQ, 1975. 29 p.

HUNT, G. M.; GARRATT, G. A. **Wood preservation**. 3. ed. New York: McGraw – Hill, 1967. 433 p.

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.; GERALDO, F. C.; ZONOTTO, P.A. 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. (Publicações IPT, 1791).

MORESCHI, J. C. **Ensaios biológicos:** uma nova alternativa para a determinação dos ingredientes ativos do preservativo CCA e estudos de interações. 1985. 128 p. Tese (Professor Titular) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

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. 140 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

RODRIGUEZ HERRERA, J.A. Preservación de maderas por métodos sencillos y de bajo costo. **Ciencia Forestal**, Coyacan, v. 2, n. 8, p. 25-49, maio/jun. 1977.

ROTTA, E.; OLIVEIRA, Y.M. Área de distribuição natural da bracatinga (*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, 48).

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 tratamento preservativo de moirões roliços de *Pinus caribaea* Morolet Var. *hondurensis* Bar. et Golf**. 1985. 209 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP.