

# TRATAMENTO PRESERVATIVO DA MADEIRA DE ALGAROBA (*Prosopis juliflora* (Sw) D.C.), PELO MÉTODO DE SUBSTITUIÇÃO DE SEIVA

Desmoulins Wanderley de Farias Sobrinho<sup>1</sup>, Juarez Benigno Paes<sup>2</sup>,  
Dermerval Araújo Furtado<sup>3</sup>

(recebido: 13 de setembro de 2004; aceito: 8 de agosto de 2005)

**RESUMO:** Esta pesquisa teve como objetivos avaliar a eficiência do método de substituição de seiva por transpiração radial, na penetração e retenção do preservativo “Osmose CCB” em peças roliças de algaroba (*Prosopis juliflora* (Sw) D.C.) e investigar tempos e concentrações adequados ao tratamento dessa madeira. As peças foram submetidas às soluções de 1; 2 e 3% de ingredientes ativos do CCB, durante 3, 6, 9, 12 e 15 dias. Foram analisadas a penetração dos elementos cobre e boro em discos retirados em 5 posições nas peças, e a retenção em 3 posições (região de afloramento, meio e topo das peças). Observou-se uma melhor penetração e retenção do CCB na madeira exposta à solução de 2% de i. a. O elemento boro apresentou penetração satisfatória em todas as posições, concentrações e tempos analisados. Em função da penetração dos elementos cobre e boro e da retenção do CCB, as peças submetidas à concentração de 2% de i.a., durante 15 dias, podem ser utilizadas em contato com o solo.

Palavras-chave: *Prosopis juliflora*, CCB, substituição de seiva, moirões.

## PRESERVATIVE TREATMENT OF ALGAROBA (*Prosopis juliflora* (Sw) A.D.) WOOD, BY THE SAP DISPLACEMENT METHOD

**ABSTRACT:** This research aimed to evaluate the efficiency of sap method in penetration and retention of commercial “Osmose CCB” preservative in *Prosopis juliflora* (Sw) D.C. round pieces and to investigate appropriated times and concentrations to wood treatment. The pieces were submitted to 1; 2 and 3% of CCB solutions during 3, 6, 9, 12 and 15 days. The penetration of copper and boron elements were analyzed in disks taken in 5 positions in pieces, as well as the retention in 3 positions (ground contact area, middle and top of pieces). In this work was observed a better penetration and retention of CCB in wood exposed to 2% CCB solution. The element boron presented a satisfactory penetration in all positions, concentrations and analyzed times. In function of copper and boron penetrations and CCB retention, the submitted pieces to 2% CCB solution, during 15 days, are able to ground contact uses.

Key words: *Prosopis juliflora*, CCB, sap displacement method, round fence posts.

### 1 INTRODUÇÃO

A durabilidade das madeiras pode ser melhorada por meio de tratamentos simples que, quando bem aplicados, proporcionam-lhes maior proteção, protegendo, assim, os recursos florestais, o que é de fundamental importância ecológica e econômica, pois o alívio da pressão sobre as florestas remanescentes permite a formação de madeiras com maior dimensão, que podem ser utilizadas para fins mais nobres (FARIAS SOBRINHO, 2003).

Para o tratamento da madeira, existem vários métodos, sendo o de substituição da seiva de fácil operacionalidade e baixo custo. O método consiste em colocar a madeira, recém-abatida, disposta verticalmente, com a base submersa em um recipiente

contendo preservativo hidrossolúvel (HUNT & GARRATT, 1967). As peças devem ser dispostas de forma a permitir uma boa ventilação entre elas, proporcionando melhor absorção do preservativo (GALVÃO, 1975).

Para evitar que a solução preservativa se evapore, recomenda-se colocar uma fina camada de óleo sobre a mesma. O método de substituição da seiva confere maior proteção na terça parte inferior dos moirões que, coincidentemente, é a região mais propícia ao ataque de xilófagos em peças instaladas no solo (PEREIRA & RUSSO, 1961; REIMÃO, 1972).

Segundo Hunt & Garratt (1967), a eficiência do tratamento preservativo é determinada pela penetração e quantidade de substância tóxica

<sup>1</sup> Eng. Florestal, M.Sc., Secretaria da Agricultura Irrigação e Abastecimento do Estado da Paraíba – desmoulinwfs@bol.com.br

<sup>2</sup> Eng. Florestal, D.Sc., UFCG/CSTR/DEF – Cx. P. 64 – 58700-970 – Patos, PB – jbp2@uol.com.br

<sup>3</sup> Zootecnista, D.Sc., UFCG/CCT/DEAg – Cx. P. 10.087 – 58109-725 – Campina Grande, PB – demerval@deag.ufcg.edu.br.

absorvida e retida pela madeira. Carvalho (1966) 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.

A algaroba (*Prosopis juliflora* (Sw) D.C.), pertencente à família Mimosaceae, introduzida no Brasil na década de 1942, é uma árvore cuja altura atinge 18 metros (MENDES, 1987), de tronco curto e tortuoso, podendo atingir 8 metros (BRAGA, 1976) e diâmetro de até 80 cm (AZEVEDO, 1984; SOUZA & TENÓRIO, 1982). Sua madeira é elástica, pesada, compacta e dura (BRAGA, 1976), mas apresenta facilidade de ser trabalhada, recendo bem tintas e vernizes. Além destas características, Gomes (1999) e Karlin & Ayerza (1982) citam que a madeira tem boa textura, grã direita, boa durabilidade natural e apresenta estabilidade dimensional, sendo madeira de boa qualidade para carpintaria e marcenaria.

Segundo o Centro de Pesquisa do Semi-Árido da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (CPSA/EMBRAPA), sediado em Petrolina - PE, estima-se que existe uma área superior a 500 mil hectares de algaroba, na Região Nordeste.

Apesar das citações de Gomes (1999) e Karlin & Ayerza (1982), sobre a boa resistência natural da madeira de algaroba, Paes et al. (2000) citam que cercas instaladas com essa madeira, em uma fazenda experimental da Empresa Estadual de Pesquisa Agropecuária (EMEPA), no município de Soledade - PB, estavam com ataque severo de fungos e insetos xilófagos, após o quarto ano de instalação. Além deste fato, Paes et al. (2001) constataram que a madeira de algaroba é severamente atacada por cupins xilófagos em condições de laboratório. Assim, o tratamento preservativo de peças roliças de algaroba, contendo alta porcentagem de alburno, é necessário para prolongar a vida útil das instalações.

Este trabalho teve como objetivos avaliar a eficiência do método de substituição de seiva por transpiração radial (capilaridade) na penetração e retenção do preservativo "Osmose CCB" em peças roliças de algaroba e investigar tempo e concentração adequados ao tratamento preservativo da madeira de algaroba.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Coleta da madeira

Foram utilizados exemplares de algaroba (*Prosopis juliflora* (Sw) D.C.) oriundos da fazenda Caicú, município de São José de Espinharas - PB, localizado no polígono das secas, com altitude de 208 m, longitude de 37° 19' 33" W e latitude de 06° 50' 50" S. Em função da idade das árvores selecionadas, as quais apresentavam diâmetro de 30 a 50 cm, impróprios para o tratamento preservativo a ser empregado, e copa densa, foram utilizados galhos (peças) com 3 a 5 anos, e diâmetro variando de 6 a 12 cm.

### 2.2 Preparo das peças e produto preservativo utilizado

Após o abate, as peças foram descascadas, com emprego de ferramentas manuais e, posteriormente, removeu-se a camada de células cambiais. Antes do tratamento, procedeu-se a seleção das peças, tendo utilizado aquelas que apresentaram diâmetro variando de 6 a 12 cm, medidos no meio das peças.

Após a seleção, elas foram identificadas e agrupadas de forma que cada tratamento tivesse um volume de madeira o mais homogêneo possível e ajustou-se o comprimento das peças para 2 metros. Ao ajustar o comprimento, foi retirado um disco de aproximadamente 2,5 cm de espessura de cada extremidade das peças. Os discos obtidos foram acondicionados em sacos plásticos para que não perdessem umidade e foram conduzidos ao Laboratório de Tecnologia de Produtos Florestais da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Campus de Patos, Patos - PB, para as determinações do teor de umidade, densidade básica e percentual de madeira tratável.

Na determinação da massa úmida e do volume de cada disco, obtido pelo método de deslocamento de água (VITAL, 1984), utilizou-se uma balança de 0,01 g de precisão. Após as medições, os discos foram levados à estufa a  $103 \pm 2$  °C, até atingirem massa constante, para determinação da massa seca.

Para a avaliação da porcentagem de madeira tratável de cada peça, determinou-se a proporção de

cerne e de alburno da madeira ao executarem medições nos discos retirados na base e no topo das peças e empregou-se o valor médio das medições para a determinação do volume total e do volume de madeira tratável (alburno) para cada tratamento. O tempo entre o abate e a exposição das peças no produto preservativo foi de, aproximadamente, 4 horas.

Para o tratamento da madeira foi utilizado o “Osmose CCB”, produto hidrossolúvel, fungicida e inseticida, que apresenta boa mobilidade na madeira, sendo indicado para o método de tratamento empregado.

O produto preservativo é normalmente encontrado no comércio brasileiro com o nome de “Osmose CCB”. Segundo a norma P - EB - 474 da ABNT (1973a), tem como princípio ativo o cobre, o cromo e o boro. Sua composição química é especificada como:

Cromo hexavalente, calculado como  $\text{CrO}_3$ ,.....63,5%  
 Boro, calculado como B (elemento) .....10,5%  
 Cobre, calculado como  $\text{CuO}$  .....26,0%

### 2.3 Preparo das soluções preservativas

As soluções preservativas foram preparadas para atender a três níveis de concentração de ingredientes ativos (i.a.) (1; 2 e 3%), e armazenadas em tambores de 200 litros, a fim de que as peças submetidas aos tratamentos ficassem em contato com uma solução de mesma concentração, quando da necessidade de reposições.

Para evitar perdas de umidade das peças durante o preparo das soluções, estas foram preparadas antes do abate das árvores.

### 2.4 Tratamento preservativo dos moirões

As peças foram dispostas verticalmente em tambores de 200 litros, e adicionou-se o preservativo de forma que as mesmas ficassem parcialmente submersas (50 cm da base) nas soluções preservativas, com suas porções aéreas separadas, a fim de facilitar a aeração entre as peças e proporcionar uma boa evaporação da seiva. A madeira permaneceu na solução preservativa sob tratamento por 3, 6, 9, 12 e 15 dias.

Para evitar a evaporação da água da solução preservativa, derramou-se uma fina camada de óleo

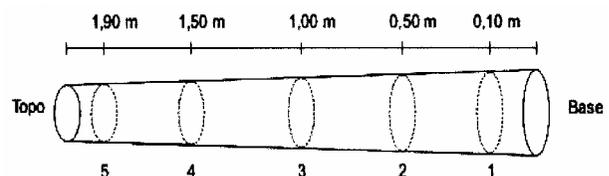
lubrificante na superfície das soluções. Sempre que necessário, em função da absorção do preservativo pela madeira, fez-se a reposição da solução, a fim de manter constante o nível inicial das soluções preservativa nos recipientes.

Após o tratamento, as peças foram retiradas da solução preservativa, empilhadas para secagem, em local coberto e ventilado, por um período de 30 dias, para assegurar uma boa fixação dos sais preservativos.

### 2.5 Análise química das amostras

Decorrido o período de secagem, foram executadas as análises químicas para as determinações da penetração e retenção do CCB nas peças tratadas. Para tanto, foram retirados discos em cinco posições nos moirões (0,10 m da base, 0,50 m da base ou região de afloramento, região mais propícia ao desenvolvimento de xilófagos, meio do comprimento, 1,50 m e 1,90 m da base das peças), para verificar se o tratamento foi igualmente recebido ao longo do comprimento das peças (Figura 1).

As determinações foram feitas por reações colorimétricas. Para as análises, foram seguidas as recomendações da norma P - MB - 790 da ABNT (1973b), e um disco de cada posição (Figura 1) serviu as reações reveladoras do cobre e do boro, em que, após a reação química em um dos lados do disco para o elemento cobre, utilizou-se o lado oposto para as reações do elemento boro.



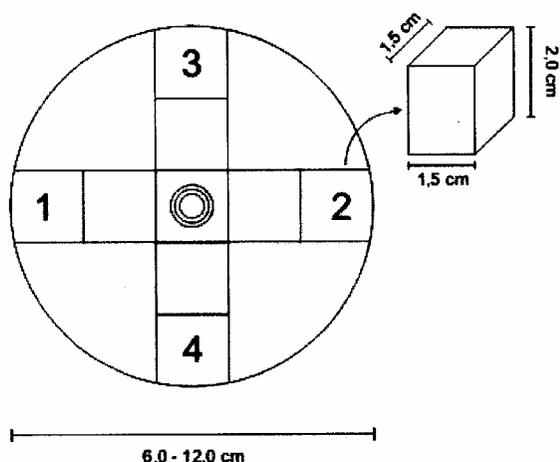
**Figura 1** – Posições na peça de onde foram retirados os discos para as análises químicas.

*Figure 1* – Positions in fence posts where the disks were taken to chemical analyses.

Para facilitar a leitura e medição da penetração do preservativo, as peças foram previamente lixadas, demarcados ao acaso dois diâmetros perpendiculares entre si, e sobre tais diâmetros, as leituras foram realizadas. A média das leituras de cada disco representou a penetração do elemento químico analisado.

Para a determinação da retenção do CCB, foram sorteadas para cada situação (tempo de tratamento e concentração da solução) duas peças. Nas peças sorteadas, foram retirados discos complementares nas posições 2 (0,50 m da base), 3 (meio da peça) e posição 5 (1,90 m da base da peça). Dos discos obtidos, retiraram-se quatro amostras na direção radial à medula com dimensões de 1,5 x 1,5 x 2,0 cm (Figura 2).

As amostras retiradas nos quatro quadrantes no disco (Figura 2) foram agrupadas e uma delas, tomada ao acaso, foi utilizada para as análises.



**Figura 2** – Retirada da amostra para a análise de retenção do CCB.

*Figure 2* – Positions in disks where the samples were taken to the retention analyses.

Para as análises, realizou-se a digestão das amostras sorteadas, conforme a metodologia descrita por Wischer, citada por Moreschi (1985) que consta das seguintes etapas:

- Incineração das amostras para obtenção das cinzas e sais metálicos, a uma temperatura de 500 a 550° C, até a 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 das amostras;
- 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.

As amostras foram encaminhadas à Universidade Federal da Paraíba (UFPB), para as leituras dos elementos cobre, cromo e boro. No Laboratório de Química e Fertilidade do Solo (LQFS) do Centro de Ciências Agrárias (CCA), Areia - PB, foram realizadas as leituras do cobre e boro, e no Laboratório de Compostos de Coordenação e Química de Superfície (LCCQS) do Centro de Ciências Exatas e da Natureza (CCEN), João Pessoa - PB, as leituras do cromo.

## 2.6 Cálculo da retenção do produto preservativo na madeira

Com os dados obtidos das leituras de espectrometria de absorção atômica e dos volumes das amostras obtidos por deslocamento em mercúrio (ASTM, 1994), efetuaram-se os cálculos de retenção, conforme Equação 1 (PAES, 1991).

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

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 de absorção atômica (ppm);

Fd = Fator de diluição; e

V = Volume das amostras utilizadas nas análises (cm<sup>3</sup>).

## 2.7 Análise dos resultados

Na montagem do experimento e interpretação dos resultados, empregou-se o delineamento inteiramente casualizado com arranjo fatorial, em que foram testados o tempo de permanência na solução preservativa, com 5 níveis (3; 6; 9; 12 e 15 dias); a concentração das soluções preservativas, com 3 níveis (1; 2 e 3% de i.a.) e 4 repetições, totalizando 60 peças de algaroba.

A penetração do produto preservativo nas peças foi analisada em 5 posições (300 amostras) e a retenção em 3 alturas em duas peças de cada

situação analisada (90 amostras). Os valores de penetração ou de retenção do preservativo empregado, obtido para cada experimento, foram inseridos no delineamento proposto e serviram para verificar se há diferenças significativas, pelo teste de F, entre as posições nas peças, concentrações, tempos de tratamento, e a existência de interações significativas entre os fatores analisados.

Nas análises e avaliação dos ensaios realizados, empregou-se o teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade, e para os casos em que a interação tempo x concentração foi significativa (teste de F), os valores foram analisados por análise de regressão.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 Características da madeira submetida ao tratamento preservativo

Os valores médios do teor de umidade (%), densidade ( $\text{g/cm}^3$ ) e espessura do alburno (cm) da madeira de algaroba são apresentados na Tabela 1. Observa-se que a madeira apresentou uma densidade

homogênea, com uma variação máxima de  $0,10 \text{ g/cm}^3$  entre a maior e menor densidade, com uma espessura média de alburno de  $2,5 \pm 0,2 \text{ cm}$  e teor de umidade médio de  $56,61 \pm 4,11\%$ .

Os teores de umidade apresentados pela madeira podem dificultar a penetração e difusão do preservativo nas peças. Esses valores podem ter ocorrido em função das peças terem sido abatidas fora da estação chuvosa.

Outro fator que pode afetar a penetração e difusão de soluções preservativa na madeira é a quantidade de alburno. Isto pode ter ocorrido em função dos galhos terem sido coletados em árvores de povoamento de regeneração natural, sem manejo adequado e sem a preocupação de uma condução destinada à produção de peças para confecção de cercas.

Quanto à densidade, a madeira de algaroba apresenta características compatíveis para sua utilização em moirões e estacas de cercas, apriscos e demais usos em construções no meio rural. Estas considerações estão de acordo com o apresentado por Gomes (1999), ao estudar as características físicas e mecânicas dessa madeira.

**Tabela 1** – Características da madeira de algaroba submetida ao tratamento preservativo.

*Table 1* – Characteristics of *Prosopis juliflora* wood submitted to preservative treatment.

Conc. (%)	Tratamentos		Densidade básica ( $\text{g/cm}^3$ )	Teor de umidade (%)	Volume total ( $\text{dm}^3$ )	Espessura alburno (cm)	Volume tratável ( $\text{dm}^3$ )
	Tempo (dias)						
1	3		0,69	59,39	6,94	2,1	5,89
	6		0,73	57,49	9,04	1,7	6,15
	9		0,72	54,39	10,48	1,8	6,87
	12		0,73	55,04	10,09	1,6	6,08
	15		0,72	56,25	10,09	1,4	6,35
	Médias		0,72	56,51	9,33	1,72	6,27
	CV (%)		2,29	3,54	15,42	15,05	5,98
2	3		0,69	69,01	9,24	2,3	7,71
	6		0,78	54,62	11,18	1,2	5,41
	9		0,73	54,24	10,87	2,0	7,61
	12		0,72	55,30	10,33	2,0	7,47
	15		0,68	56,24	10,59	2,2	8,07
	Médias		0,72	57,882	10,442	1,94	7,254
	CV (%)		5,47	10,83	7,11	22,35	14,54
3	3		0,69	60,30	9,01	2,3	7,42
	6		0,72	56,12	11,76	1,8	7,36
	9		0,76	50,99	8,82	1,5	5,55
	12		0,76	53,48	8,53	1,6	5,79
	15		0,74	56,23	9,54	1,6	6,23
	Médias		0,734	55,424	9,532	1,76	6,47
	CV (%)		4,04	6,27	13,63	18,24	13,52

Conc. = Concentração da solução preservativa (%).

### 3.2. Penetração do produto preservativo na madeira

Os resultados da penetração do cobre e do boro são apresentados na Tabela 2. Observa-se, de modo geral, que a penetração dos elementos cobre e boro apresentou comportamento distinto com relação à concentração, tempo de exposição ao preservativo e posição na peça.

Quanto à concentração, nota-se uma maior penetração nas peças submetidas ao tratamento em que a solução de 2% de i.a. foi utilizada. Isto pode ter ocorrido em função de dificuldade de difusão da solução de 3% de i.a. nas peças, ou do tempo de exposição da madeira na solução de 1% de i.a., que foi insuficiente para que houvesse uma penetração satisfatória.

A penetração do elemento cobre na base da peça (posição 1), de modo geral, foi satisfatória para todos os tempos à concentração de 2%, com redução ao longo da peça. Uma penetração desejável na região de afloramento (posição 2) e no meio (posição 3) apenas foi obtida após 15 dias de tratamento. Estas considerações estão de acordo com Galvão (1968), Paes (1991) e Wehr (1985) que consideram como satisfatórias as penetrações superiores a 10 mm.

Quanto ao elemento boro, observa-se uma penetração homogênea e satisfatória ao longo das peças tratadas, para todas as concentrações testadas. O cobre apresentou resultados insatisfatórios para as mesmas concentrações, tendo a solução de 2% apresentado, ao longo das peças, valores próximos à penetração mínima recomendada.

De modo geral, quando se aumentou o tempo de exposição das peças no preservativo, houve um acréscimo na penetração dos elementos cobre e boro. Porém, nas concentrações de 1 e 3%, a maior penetração ocorreu aos 6 dias. Na solução de concentração de 2%, os elementos obtiveram a maior penetração quando as peças foram submetidas a 15 dias de tratamento. O boro apresentou valores superiores ao cobre, nas cinco posições ao longo das peças tratadas, tendo resultados satisfatórios em todas as posições. Este resultado é esperado, em função da mobilidade desse elemento.

Como o cobre possui eficiência contra fungos apodrecedores e apresentou resultados de penetração satisfatórios na posição 2 (região de afloramento) apenas para o tempo de 15 dias, à concentração de 2%, as demais peças não devem ser utilizadas em contato direto com o solo, condições estas que expõem as madeiras ao ataque de fungos xilófagos.

**Tabela 2** – Penetração média (mm) dos elementos cobre e boro na madeira de algaroba tratada.

**Table 2** – Copper and boron average penetration (mm) in treated *Prosopis juliflora* wood.

Tratamentos		Elemento Cobre					Elemento Boro				
Conc. (%)	Tempo (dias)	Posições nas peças tratadas					Posições nas peças tratadas				
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
1	3	7,60	6,90	6,40	6,20	4,00	12,10	11,40	9,80	8,70	7,30
	6	9,30	6,50	6,30	5,80	5,80	15,30	16,30	15,40	15,00	15,90
	9	10,40	5,00	4,50	4,00	2,70	14,90	13,00	11,30	10,20	10,90
	12	12,20	5,50	4,80	3,50	1,50	14,00	12,50	12,70	11,90	11,50
	15	9,40	5,40	4,00	2,70	2,10	12,10	10,70	10,20	9,60	7,50
2	3	14,90	9,90	9,70	9,40	6,10	19,40	14,70	14,30	13,60	13,00
	6	9,80	8,00	7,20	7,10	6,10	12,80	13,20	14,20	11,80	11,80
	9	16,40	9,30	6,00	4,90	3,40	22,40	17,30	15,30	13,00	12,80
	12	13,40	7,50	7,80	6,70	6,00	19,20	16,20	17,40	15,40	12,50
	15	16,90	10,30	9,50	8,50	7,90	23,40	21,60	20,40	18,50	17,60
3	3	7,80	3,50	3,50	2,80	1,60	13,90	7,70	7,75	7,78	5,50
	6	8,50	6,80	7,00	7,00	6,20	16,70	16,40	16,10	14,30	13,60
	9	7,90	4,50	3,90	3,60	2,00	13,10	13,00	13,60	12,70	13,60
	12	8,30	4,00	2,70	2,40	3,20	14,10	13,70	12,50	13,60	12,50
	15	10,03	4,80	4,30	3,60	3,30	14,60	14,10	13,20	11,00	12,10

Conc. = Concentração da solução preservativa (%).

A penetração do boro, que possui eficiência inseticida, apresentou resultados diferentes do cobre que, no geral, foi satisfatória em todas as posições da base para o topo das peças, nas concentrações de 1; 2; e 3% e nos cinco tempos de exposição. Portanto, essas peças são indicadas para o uso em estruturas no meio rural, desde que não sejam utilizadas em contato direto com o solo.

Os valores apresentados na Tabela 2 foram analisados estatisticamente, a fim de se detectar qual o tratamento que apresentou melhor penetração dos elementos na madeira. As análises de variâncias demonstraram que os efeitos de posição, tempo,

concentração e a interação entre tempo e concentração foram significativos pelo teste de F (Tabela 3).

O efeito da posição foi analisado pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade (Tabela 4) e do desdobramento da interação entre o tempo e a concentração analisado graficamente, por meio de regressão (Figuras 3 e 4).

Observa-se na Tabela 4 que a penetração do cobre na posição 1 (10 cm da base) foi superior às demais. As penetrações obtidas nas posições 2; 3 e 4 foram semelhantes, tendo a posição 5 (tomada a 10 cm do topo) apresentado a menor penetração, e esta não diferiu da posição 4, tomada a 50 cm do topo.

**Tabela 3** – Resumo das análises de variância da penetração (mm) de cobre e boro na madeira de algaroba tratada.

**Table 3** – Summary of variance analysis of penetration (mm) of copper and boron in *Prosopis juliflora* treated wood.

Fontes de variação	Graus de liberdade	Elemento cobre	Elemento boro
		Quadrado médio	Quadrado médio
Posição	4	404,23**	145,18**
Tempo	4	18,71*	120,14**
Concentração	2	443,50**	473,79**
Pos. x tempo	16	11,23 <sup>ns</sup>	9,03 <sup>ns</sup>
Pos. x conc.	8	7,07 <sup>ns</sup>	8,58 <sup>ns</sup>
Tempo x conc.	8	31,56**	133,32**
Pos. x tempo x conc.	32	3,77 <sup>ns</sup>	5,74 <sup>ns</sup>
Resíduo	225	7,44	16,50
Total	299		

\*\* Significativo a 1% de probabilidade; \* Significativo a 5% de probabilidade; e <sup>ns</sup> Não-significativo a 5% de probabilidade, pelo teste de F.

**Tabela 4** – Comparações múltiplas entre médias, pelo teste de Tukey, para a penetração (mm) dos elementos boro e cobre nas peças de algaroba.

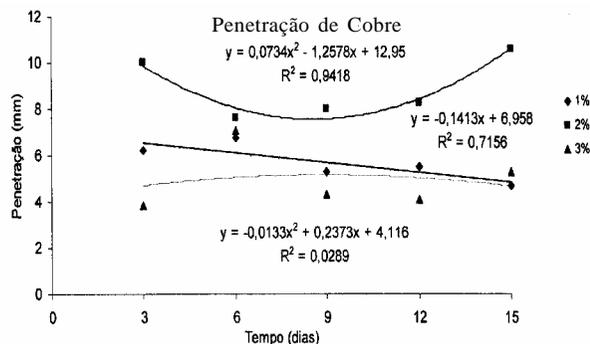
**Table 4** – A Multiple comparisons among averages by Tukey test for copper and boron penetration (mm) in *Prosopis juliflora* round pieces.

Efeito da posição na peça na penetração dos elementos cobre e boro			
Elemento cobre		Elemento boro	
Posição	Penetração média (mm)	Posição	Penetração média (mm)
1	10,86 a	1	15,85 a
2	6,53 b	2	14,10 ab
3	5,83 b	3	13,58 bc
4	5,19 bc	4	12,46 bc
5	4,10 c	5	11,86 c

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

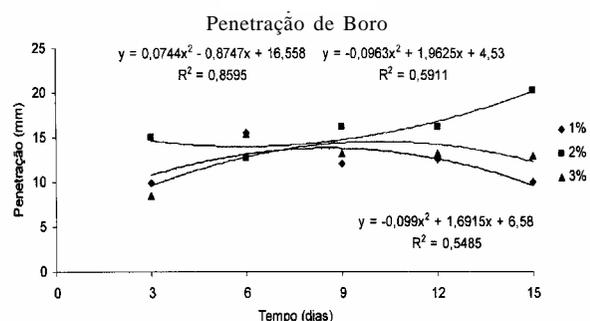
Para o boro, no entanto, a penetração nas posições 1 e 2 foram semelhantes, tendo as penetrações das posições 3; 4 e 5 sido inferiores a da posição 1. Para este elemento, a penetração na posição 5 foi inferior, apenas, a das posições 1 e 2.

O efeito da interação tempo x concentração para os elementos cobre e boro (Tabela 3) são apresentados nas Figuras 3 e 4, respectivamente.



**Figura 3** – Penetração de cobre (mm) para os tempos de tratamento e concentrações testadas.

*Figure 3 – Copper penetration (mm) for the treatment times and tested concentrations.*



**Figura 4** – Penetração de boro (mm) para os tempos de tratamento e concentrações testadas.

*Figure 4 – Boron penetration (mm) for the treatment times and tested concentrations.*

Esperava-se que, o aumento do tempo de tratamento (Figuras 3 e 4), para cada concentração testadas, proporcionasse uma maior penetração da solução preservativa na madeira, com tendência a uma estabilização após determinado tempo de exposição. No entanto, os resultados obtidos revelaram que isto não ocorreu. Tal fato, provavelmente, pode ter ocorrido em função do baixo teor de umidade e da proporção de alburno nas peças (Tabela 1).

Além destes fatos, as peças foram retiradas de povoamentos heterogêneos em que a seleção da madeira foi com base no diâmetro e retilinidade das peças e, muitas delas, apresentaram uma alta proporção de cerne. Assim, espera-se que melhores resultados possam ser alcançados com o emprego de peças de madeiras mais jovens (com maior % de alburno) e retiradas durante a estação chuvosa.

### 3.3 Retenção do produto preservativo na madeira

Na Tabela 5, encontra-se a retenção média (kg/m<sup>3</sup>) do CCB para cada tratamento a que as peças de algaroba foram submetidas. Nota-se que, quando as peças foram submetidas à concentração de 1% de i.a., a retenção mínima recomendada pela norma P - MB - 790 da ABNT (1973b), que é de 6,5 kg de i.a./m<sup>3</sup> para que as peças sejam postas em serviço, em contato direto com o solo, não foi atingida para nenhum dos tempos testados, nas três posições analisadas.

Para a solução de 2% de i.a., quando as peças foram submetidas aos tempos de 12 e 15 dias de tratamento, a retenção média foi satisfatória na posição 2 (região de afloramento). Quando submetida a 15 dias, uma retenção satisfatória foi obtida nas posições 2 e 3 (meio da peça). Isto indica que tais peças podem ser utilizadas em contato direto com o solo.

Para o tempo de 6 dias, a retenção alcançada na posição 2 não foi satisfatória, para que as peças possam ser utilizadas em contato direto com o solo. No entanto, na posição 3 obteve-se uma retenção de 8,44 kg de i.a /m<sup>3</sup>, superior à retenção mínima recomendada pela ABNT (1973b). Isto provavelmente tenha ocorrido em função da posição em que a amostra foi retirada do disco. Como as amostras, obtidas nas quatro partes diametralmente opostas, foram sorteadas e apenas uma delas submetidas às análises de retenção, as amostras da posição 3 (meio da peça) podem ter sido obtidas em local de maior retenção do produto preservativo. Assim, no cômputo geral, com base na retenção média das quatro amostras, pode-se ter uma retenção na peça próxima à recomendada. Dessa forma, as peças submetidas a este tratamento podem ser indicadas para uso em contato com o solo.

**Tabela 5** – Retenção média (kg/m<sup>3</sup>) do preservativo “Osmose CCB” na madeira.*Table 5* – Average retention (kg/m<sup>3</sup>) of “Osmose CCB” preservative in wood.

Tratamentos		Posições nas peças tratadas		
Conc. (%)	Tempo (dias)	2	3	5
1	3	2,18	2,13	1,86
	6	3,26	3,14	2,15
	9	2,29	1,32	0,89
	12	3,77	1,46	0,44
	15	4,28	0,47	0,12
2	3	5,62	4,65	3,14
	6	4,07	8,44	3,64
	9	5,51	2,78	1,77
	12	7,70	4,95	3,59
	15	7,69	9,11	3,98
3	3	3,05	0,79	0,79
	6	4,16	5,22	4,86
	9	5,33	0,68	0,37
	12	4,61	0,63	1,85
	15	4,49	2,91	2,02

Conc. = Concentração da solução preservativa (%).

As peças em que a retenção ficou entre 4,0 e 6,5 kg /m<sup>3</sup> de i.a., nas posições 2 e 3, podem ser utilizadas em estruturas fora do contato direto com o solo, desde que seja aplicado um reforço no topo das mesmas, o que pode ser conseguido com a inversão das peças na solução preservativa (LELLES & REZENDE, 1986; LEPAGE, 1986; PAES, 1991; WEHR, 1985).

As peças que permaneceram na solução a 3% de i.a. do CCB não atingiram uma retenção mínima para serem empregadas em contato com o solo. Porém, as peças com 4,0 kg de i.a./m<sup>3</sup> (posição 2), com um tratamento de reforço no topo, até que se atinja uma retenção desejável, a exemplo do exposto anteriormente, podem ser empregadas em estruturas fora do contato com o solo.

Os valores que geraram a Tabela 5 foram analisados estatisticamente e observou-se que o efeito da concentração e a interação entre as posições e os tempos de tratamento foram significativos pelo teste de F (Tabela 6).

O efeito da concentração e o desdobramento entre tempo e posição foram analisados pelo teste de Tukey e apresentados na Tabela 7.

O teste revelou que a concentração de 2% de i.a. proporcionou uma retenção superior às concentrações de 1 e 3%, as quais não diferiram entre si.

Uma análise do efeito da posição em cada tempo de tratamento não revelou para os tempos de 3 e 6 dias diferença significativa entre as posições analisadas nas peças. Para os tempos de 9 e 12 dias, observou-se que a retenção alcançada na posição 2 foi superior a das demais. Para o tempo de 15 dias, a retenção alcançada nas posições 2 e 5 foram diferentes estatisticamente, tendo a posição 3 apresentado retenção semelhantes às obtidas nas posições testadas. Isto significa que o tempo de 15 dias proporcionou uma retenção mais homogênea ao longo da peça quando comparada aos tempos de 9 e 12 dias.

A análise do efeito do tempo de tratamento em cada posição revelou que nas posições 2 e 5 não foi observada diferença significativa entre os tempos de tratamentos empregados. Isto indica que todos os tempos proporcionam retenções semelhantes nas posições 2 e 5 (região de afloramento e topo das peças, respectivamente).

**Tabela 6** – Resumo da análise de variância da retenção (kg/m<sup>3</sup>) do preservativo “Osmose CCB” na madeira de algaroba.

**Table 6** – Summary of variance analysis of retention (kg/m<sup>3</sup>) of “Osmose CCB” preservative in *Prosopis juliflora* treated wood.

Fontes de variação	Graus de liberdade	Quadrado médio
Posição	2	44,58**
Tempo	4	12,33**
Concentração	2	79,06**
Pos. x tempo	8	6,41*
Pos. x conc.	4	5,64 <sup>ns</sup>
Tempo x conc.	8	4,51 <sup>ns</sup>
Pos. x tempo x conc.	16	1,91 <sup>ns</sup>
Resíduo	45	2,67
Total	89	

\*\* Significativo a 1% de probabilidade; \* Significativo a 5% de probabilidade; e <sup>ns</sup> Não-significativo a 5% de probabilidade, pelo teste de F.

**Tabela 7** – Comparações múltiplas entre médias, pelo teste de Tukey, para a retenção (kg/m<sup>3</sup>) do CCB nas peças de algaroba tratadas.

**Table 7** – Multiple comparisons among averages by Tukey test to CCB retention (kg/m<sup>3</sup>) in *Prosopis juliflora* treated pieces.

Efeito da concentração em cada posição na retenção (kg/m <sup>3</sup> ) de CCB					
Concentração (%)	Retenção média do CCB na madeira				
2	5,11 a				
3	2,78 b				
1	1,98 b				
Efeito do tempo em cada posição na retenção do CCB					
Posição	Tempo (dias)				
	3	6	9	12	15
2	3,62 Aa	3,83 Aa	4,38 Aa	5,36 Aa	5,49 Aa
3	2,52 Ba	5,60 Aa	1,59 Bb	2,35 Bb	4,16 ABab
5	1,92 Aa	3,55 Aa	1,01 Ab	1,96 Ab	2,04 Bb

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

Para a posição 3 (meio da peça), a retenção proporcionada pelo tempo de 6 dias foi superior a dos tempos de 3, 9 e 12 dias, e semelhante à retenção atingida pelo tempo de 15 dias, a qual não diferiu dos demais tempos testados.

A exemplo do especulado anteriormente, isto pode ter ocorrido em função da heterogeneidade das peças tratadas ou em função da baixa umidade existentes nas mesmas, o que impossibilitou a penetração e difusão dos sais preservativos no interior da madeira.

#### 4 CONCLUSÕES

O teor de umidade encontrado nas peças influenciou no tratamento preservativo, haja vista que o método de tratamento empregado exige que a madeira apresente alto teor de umidade.

O elemento boro atingiu uma penetração superior à penetração do elemento cobre em todas as concentrações e tempos testados, e apresentou uma penetração na madeira, de modo geral, satisfatória em todas as posições, concentrações e tempos testados.

As peças de algaroba submetidas às concentrações de 1% e 3% de i.a. do preservativo “Osmose CCB”, não devem ser utilizadas em contato direto com o solo, em função da baixa penetração do elemento cobre, que apresenta eficiência contra fungos, podendo ser utilizadas fora do contato com o solo, haja vista que apresentaram penetração satisfatória do elemento boro, que apresenta eficiência contra insetos.

As peças submetidas à concentração de 2% de i.a. e tempo de 15 dias podem ser utilizadas em contato direto com o solo, por apresentar resultados satisfatórios de penetração e retenção do produto preservativo na região de afloramento das peças.

## 5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. Standard method for wood preservatives by laboratory soil-block cultures. **Annual Book of ASTM Standards**, Philadelphia, v. 4, n. 10, p. 219-224, 1994.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **P-EB-474**: moirões de madeira preservada para cercas. Rio de Janeiro, 1973a. 5 p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **P-MB-790**: penetração e retenção de preservativos em postes de madeira. Rio de Janeiro, 1973b. 12 p.
- AZEVEDO, N. V. As mil e uma utilidades da algaroba. **Ciência Hoje**, Rio de Janeiro, v. 3, n. 13, p. 24-24, 1984.
- BRAGA, R. **Plantas do Nordeste**: especialmente do Ceará. 4. ed. Natal: ESAM, 1976. 540 p.
- CARVALHO, A. **Impregnação de madeiras para construções rurais**. Lisboa: Direção Geral dos Serviços Florestais e Agrícolas, 1966. 98 p. (Estudos e Informação, 227).
- FARIAS SOBRINHO, D. W. **Viabilidade técnica e econômica do tratamento preservativo da madeira de algaroba (*Prosopis juliflora* (Sw) D.C.), pelo método de substituição da seiva**. 2003. 53 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2003.
- GALVÃO, A. P. M. **Característica da distribuição de alguns preservativos hidrossolúveis em moirões roliços de *Eucalyptus alba* Reinw, tratados pelo processo de absorção por transpiração radial**. 1968. 115 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1968.
- GALVÃO, A. P. M. **Processos práticos para preservar a madeira**. 2. ed. Piracicaba: ESALQ/USP, 1975. 29 p.
- GOMES, J. J. **Características tecnológica da algarobeira (*Prosopis juliflora* D.C.)**: contribuição para seu uso racional. 1999. 118 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal da Paraíba, Campina Grande, 1999.
- HUNT, G. M.; GARRATT, G. A. **Wood preservation**. 3. ed. New York: McGraw Hill, 1967. 433 p.
- KARLIN, U. O.; AYERZA, H. R. O programa da algaroba na República Argentina. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE ALGARROBA, 1., 1982, Natal. **Anais...** Natal: EMPARN, 1982. p. 146-197.
- LELLES, J. G.; REZENDE, J. L. P. Considerações gerais sobre tratamento preservativo da madeira de eucalipto. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 12, n. 141, p. 83-90, 1986.
- LEPAGE, E. S. Preservativos e sistemas preservativos. In: \_\_\_\_\_. **Manual de preservação de madeiras**. São Paulo: IPT, 1986. v. 1, p. 279-342.
- MENDES, B. V. Potencialidades da algaroba (*Prosopis juliflora* (Sw) DC). In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE ALGARROBA, 2., 1987, Mossoró. **Revista da Associação Brasileira de Algaroba**, [S.l.], v. 1, n. 4, p. 17-41, 1987.
- MORESCHI, J. C. **Ensaio biológicos**: uma nova alternativa para a determinação dos ingredientes ativos do preservativo CCA e estudos de interações. 1985. 128 f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1985.
- 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 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1991.

PAES, J. B.; LIMA, C. R.; SANTOS, J. M. Tratamento preservativo de moirões de algaroba (*Prosopis juliflora* D.C.) pelo método de Boucherie modificado. In: ENCONTRO BRASILEIRO EM MADEIRAS E EM ESTRUTURAS DE MADEIRA, 7., 2000, São Carlos. **Anais...** São Carlos: EESC/USP, 2000. CD-ROM.

PAES, J. B.; MORAIS, V. M.; LIMA, C. R. Resistência natural de nove madeiras do semi-árido brasileiro a cupins subterrâneos, em ensaio de preferência alimentar. **Brasil Florestal**, Brasília, v. 20, n. 72, p. 59-69, 2001.

PEREIRA, J. A.; RUSSO, A. Um processo simples para preservar madeiras brancas para esteios, moirões e postes. **Anuário Brasileiro de Economia Florestal**, Rio de Janeiro, v. 13, n. 13, p. 301-313, 1961.

REIMÃO, D. S. C. **Impregnação de madeiras pelo processo de ascensão de soluções salinas**. Nova Lisboa: Instituto de Investigação Agronômica de Angola, 1972. 18 p. (Série técnica, 28).

SOUZA, R. F.; TENÓRIO, Z. Potencialidades da algaroba no Nordeste. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE ALGAROBA, 1., 1982, Natal. **Anais...** Natal: EMPARN, 1982. p. 198-216.

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

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