

EFICIÊNCIA DO CCB NA RESISTÊNCIA DA MADEIRA DE ALGAROBA (*Prosopis juliflora* (Sw.) D.C.) EM ENSAIO DE APODRECIMENTO ACELERADO¹

Ildefonso Egydio Coutinho Ramos², Juarez Benigno Paes³, Desmoulins Wanderley de Farias Sobrinho⁴ e
Gilvan José Campelo dos Santos³

RESUMO – O objetivo da pesquisa foi avaliar o efeito do preservativo “Osmose CCB” na resistência da madeira de algaroba (*Prosopis juliflora* (Sw.) D.C.) ao fungo *Postia placenta*, em condições de laboratório. Peças roliças de algaroba foram tratadas pelo método de substituição da seiva por transpiração radial, em soluções de 1, 2 e 3% de ingredientes ativos de CCB, durante 3, 6, 9, 12 e 15 dias. Das peças tratadas foram retirados discos em três posições (50 cm da base, meio do comprimento e topo da peça), em que foram analisadas a penetração e retenção do CCB, bem como a resistência ao fungo *Postia placenta*. Observou-se melhor penetração e retenção nas peças submetidas a 2% de ingredientes ativos. A penetração e retenção do CCB, assim como a resistência conferida à madeira, de modo geral, decresceram da base para o topo das peças. O tratamento preservativo conferiu às peças de algaroba uma alta resistência ao fungo *P. placenta*. Isso não ocorreu apenas nas amostras provenientes do topo (submetidas a 1% de CCB e 15 dias de tratamento; 2% e 9 dias; 3% e 3, 12 e 15 dias) e meio das peças (3% de CCB e 3 e 12 dias de tratamento), que foram classificadas como resistentes.

Palavras-chave: Algaroba, tratamento preservativo, CCB, fungos e ensaios biológicos.

EFFICIENCY OF CCB ON RESISTANCE OF *Prosopis juliflora* (Sw.) D.C. WOOD IN ACCELERATED LABORATORY TEST DECAY

ABSTRACT – The objective of research was to analyze the “Osmose CCB” preservative efficiency to improve the wood *Prosopis juliflora* (Sw.) D.C. resistance to *Postia placenta* fungus. In order to meet the objectives proposed, round pieces of *P. juliflora* were treated by sap displaced method in 1; 2 and 3% of active ingredients of CCB solutions, by 3, 6, 9, 12 and 15 days. Wood disks were obtained at three positions (50 cm from the base, middle and top) of the treated pieces. CCB penetration and retention were analyzed at these positions, as well as the resistance to *P. placenta* fungus (accelerated laboratory test decay) It was found better penetration and retention in pieces submitted to 2% of CCB solutions. The CCB penetration and retention, as well as the resistance of treated wood, in general, decreased from base to top of pieces. The preservative treatment conferred high-level resistance against *P. placenta* fungus to *P. juliflora* pieces. This has not occurred only for samples from the top (1% CCB and 15-day treatment; 2% and 9 days; 3% and 3, 12 and 15 days) and from the middle of pieces (3% CCB and 3 and 12-day treatment), which were classified as resistant.

Keywords: *Prosopis juliflora*, preservative treatment, CCB, fungus and biological assays.

¹ Recebido em 05.10.2005 e aceito para publicação em 05.04.2006.

² Tribunal de Justiça do Estado da Paraíba. E-mail: <ildefonsor@bol.com.br>.

³ Departamento de Engenharia Florestal da Universidade Federal de Campina Grande - Cx. Postal, 64, 58700-970 – Patos-PB. E-mail: <jbp2@uol.com.br>.

⁴ Secretaria Agricultura Irrigação e Abastecimento do Estado da Paraíba. E-mail: <desmoulinswfs@bol.com.br>.

1. INTRODUÇÃO

A madeira, em razão de sua estrutura anatômica e composição química, é fonte de alimento para vários organismos xilófagos, sendo os fungos apodrecedores os maiores decompositores da madeira.

A algaroba, introduzida no Nordeste brasileiro em 1942 (SOUZA e TENÓRIO, 1982), é uma árvore cuja altura total pode atingir 18 m (MENDES, 1987). A planta apresenta o tronco curto e tortuoso, que pode alcançar até 8 m (BRAGA, 1976), com diâmetro de até 80 cm (SOUZA e TENÓRIO, 1982; AZEVEDO, 1984).

Sua madeira é densa, apresenta boas características mecânicas, facilidade de ser trabalhada e recebe bem tintas e vernizes (BRAGA, 1976). Além dessas características, Karlin e Ayerza (1982) citaram que a madeira é de boa textura, grã direita, boa durabilidade natural e apresenta baixa variação dimensional, sendo de boa qualidade para carpintaria e marcenaria. Dadas as suas características, é recomendada para a construção de esquadrias, madeiramento para assoalhos, tábuas, ripas, linhas, caibros, vigas e móveis rústicos (BRAGA, 1976; SOUZA e TENÓRIO, 1982; AZEVEDO, 1984; MENDES, 1987).

Apesar das citações de vários autores, dentre eles Karlin e Ayerza (1982) e Gomes (1999), relatando sobre a resistência natural dessa madeira, Paes et al. (2000) relataram que cercas de algaroba em uma fazenda da Empresa Estadual de Pesquisa Agropecuária (EMEPA), no Município de Soledade, PB, estavam com ataque severo de insetos xilófagos após o quarto ano de instalação. Paes et al. (2001), ao testarem a resistência natural de nove madeiras de ocorrência no semi-árido brasileiro, concluíram que a algaroba é severamente atacada por cupins, em condições de laboratório. Assim, o tratamento preservativo de peças roliças da madeira, contendo alta porcentagem de alburno é necessário para melhorar a vida útil das instalações.

A escolha do método mais adequado para aplicar o preservativo na madeira depende do tipo e da finalidade da madeira tratada (SANTINI, 1988).

Dentre os métodos de tratamento da madeira, o de substituição da seiva por transpiração radial destaca-se pela simplicidade operacional, pelo baixo custo das instalações e pela possibilidade de ser executado nas pequenas propriedades rurais (LEPAGE et al., 1986).

O método consiste em colocar madeira roliça, recém-abatida, disposta verticalmente, e com a base submersa em um recipiente contendo preservativo hidrossolúvel (HUNT e GARRATT, 1967). Assim, recomenda-se que o intervalo entre as operações de abate das árvores e de tratamento dos moirões não deve exceder a 24 horas (GALVÃO, 1968). As peças devem ser arrançadas no recipiente de forma a permitir uma boa ventilação entre elas, acelerando, assim, o processo (LELLES e REZENDE, 1986; SANTINI, 1988). O tempo necessário ao tratamento das peças é influenciado pelas condições atmosféricas, sendo mais rápido nos dias quentes e secos (LELLES e REZENDE, 1986).

Esse método de tratamento confere maior proteção na terça parte inferior dos moirões, que, coincidentemente, é a região mais propícia ao ataque de xilófagos, quando da implantação dos moirões no solo (PAES, 1991).

O produto preservativo Arseniato de Cobre Cromatado (CCA), foi duramente criticado por representar riscos à saúde, associados aos possíveis perigos representados pelo arsênio, e por não tratar com eficiência madeiras de baixa permeabilidade, uma vez que é rapidamente absorvido (LEPAGE, 1986). Em virtude de sua rápida fixação na madeira, o CCA não é recomendado para o método de substituição da seiva (WEHR, 1985).

A fim de solucionar problemas relacionados à baixa penetração na madeira e em razão dos riscos à saúde humana, o arsênio do composto CCA foi substituído pelo boro, surgindo, assim, o CCB, que começou a ser comercializado na Alemanha no início da década de 1960 como “Wolmanit CB” (LEPAGE, 1986; RICHARDSON, 1993).

A eficiência de um tratamento preservativo é determinada pela profundidade de penetração e pela distribuição e quantidade de produto retido pela madeira (HUNT e GARRATT, 1967). Lepage (1986) afirmou que a penetração e retenção dos produtos na madeira são os parâmetros que fornecem o verdadeiro grau de proteção das peças, sendo considerados de máxima importância no controle da qualidade do tratamento. No entanto, para Carvalho (1966) e Lepage (1970; 1986) a eficácia do tratamento depende, além desses parâmetros, da toxidez do produto a organismos xilófagos.

Os ensaios em laboratório constituem o primeiro estágio da avaliação de um produto preservativo para a madeira (HUNT e GARRATT, 1967; CARBALLEIRA

LOPEZ e MILANO, 1986). Na montagem do ensaio para apodrecimento acelerado, pode ser utilizado como substrato o solo. Nesse ensaio, não se determina somente a toxidade, sendo considerado um dos melhores métodos acelerados para comparar a eficiência de produtos preservativos em condições de laboratório e para calcular as quantidades relativas necessárias de cada preservativo, com o objetivo de proteger a madeira dos diversos fungos. Embora proporcione bons resultados, estes não devem ser aceitos como demonstração absoluta do valor de um preservativo (HUNT e GARRATT, 1967).

No Laboratório de Produtos Florestais dos Estados Unidos, o fungo *Poria monticola* (= *Postia placenta*) é empregado para avaliar a resistência da madeira tratada com produtos preservativos que contenham cobre em sua formulação (AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS – ASTM D - 1413, 1994).

O objetivo da pesquisa foi avaliar o efeito do preservativo “Osmose CCB” na resistência da madeira de algaroba (*Prosopis juliflora* (Sw) D.C.) ao fungo *Postia placenta*, em condições de laboratório.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Procedência e coleta da madeira

A madeira de algaroba (*Prosopis juliflora* (Sw) D.C.) foi coletada em um povoamento de regeneração natural, na Fazenda Caicu, 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.

Para o desenvolvimento da pesquisa, como descrito por Farias Sobrinho (2003), as peças foram selecionadas em função do diâmetro, retinidade e aparência jovem dos ramos, visando, assim, às peças com elevada porcentagem de alburno e teor de umidade, fatores indispensáveis ao método de tratamento empregado.

Depois de retiradas, as peças foram transportadas para o local de tratamento. Em seguida, foram selecionadas em função do diâmetro. Utilizaram-se peças com diâmetro entre 6,0 e 12,0 cm, as quais foram agrupadas para que cada tratamento tivesse aproximadamente o mesmo volume de madeira.

2.2. Tratamento preservativo e amostragem das peças

Para o tratamento das peças, empregou-se o método de substituição da seiva, por transpiração radial. Optou-se por essa técnica pela simplicidade de manuseio e adequação ao meio rural.

Para o tratamento foram preparadas soluções preservativas 1, 2 e 3% de ingredientes ativos (i.a.) do produto comercial “Osmose CCB”. Depois de preparadas, para atender às necessidades de reposições as soluções foram armazenadas em tambores de 200 L. As peças permaneceram, conforme o tratamento, por 3, 6, 9, 12 e 15 dias nas soluções preservativas.

Depois de tratadas, as peças foram empilhadas em local seco e ventilado, permanecendo nessas condições por 20 dias. Após a secagem, retiraram-se discos de $\pm 2,0$ cm de espessura nas posições 2, 3 e 5 (região de afloramento em peças instaladas em cercas, meio do comprimento e topo das peças, respectivamente) (Figura 1).

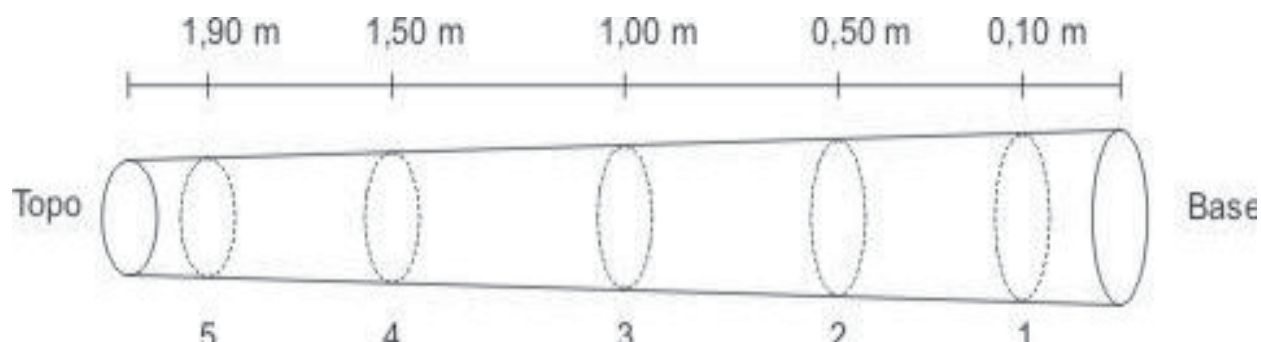


Figura 1 – Posições nas peças onde foram retirados os discos para as análises químicas.

Figure 1 – Positions in the pieces where the disks were removed for chemical analyses.

Para a penetração dos elementos cobre e boro, foram seguidas as recomendações da norma P-MB-790 da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT (1973b), com algumas modificações sugeridas por Wehr (1985) e Paes (1991). Na determinação da penetração de cobre, os discos foram pulverizados com solução de cromo-azurol S e na do boro, pulverizados com uma solução de álcool polivinílico e iodo.

Um disco de cada posição (Figura 1) serviu para as reações reveladoras de ambos os elementos, pois, ao término da reação para o cobre, utilizou-se o lado oposto para as reações do boro. As análises colorimétricas foram comparadas a um teste em branco, ou seja, em madeira não-tratada. Para a determinação da retenção do CCB, retiraram-se discos suplementares nas posições 2, 3 e 5 (Figura 1). Dos discos obtidos foram retiradas, em posições diametralmente opostas, quatro amostras de 1,5 x 1,5 x 2,0 cm, que receberam codificações de acordo com a posição no disco (Figura 2). Sortearam-se duas dessas amostras, e uma delas, escolhida ao acaso, foi destinada às análises de retenção e a outra, submetida ao ensaio biológico com o fungo da podridão-parda *Postia placenta* (Fr.) M. Lars. & Lomb.

Para a determinação do CCB, efetuou-se a digestão da madeira, conforme metodologia descrita por Wischer, citado por Moreschi (1985).

As concentrações do cobre e do cromo foram obtidas por espectrometria de absorção atômica e a determinação do boro, por colorimetria (FARIAS SOBRINHO, 2003). Com os dados das análises químicas e o volume de cada amostra, efetuaram-se os cálculos de retenção, empregando a equação 1 (PAES, 1991).

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

em que:

R = retenção do elemento na madeira (kg i.a./m³);

F = fator estequiométrico empregado para a transformação dos elementos químicos para óxidos (cobre x 1,2518 = CuO; cromo x 1,9230 = CrO₃);

C = concentração do elemento químico (ppm);

Fd = fator de diluição; e

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

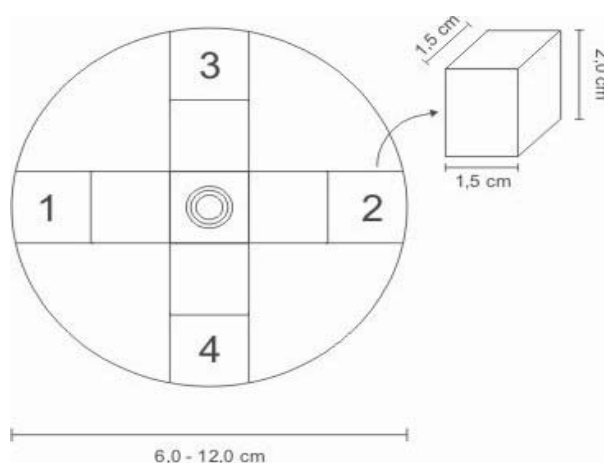


Figura 2 – Posições nos discos onde foram retiradas as amostras para as análises de retenção e ensaios biológicos.

Figure 2 – Positions in the disks where the samples were removed for retention analyses and biological assays.

2.3. Acabamento e secagem dos corpos-de-prova

A fim de facilitar a montagem dos ensaios, as amostras obtidas (Figura 2) foram lixadas para eliminar defeitos e tornar as faces planas e paralelas.

Os corpos-de-prova obtidos foram codificados e submetidos à secagem em uma estufa à temperatura de 103 ± 2° C, durante 48 horas. Depois de secos, foram pesados em uma balança de 0,01 g de precisão, para a determinação da massa seca.

2.4. Ensaio de apodrecimento acelerado em laboratório

Este ensaio foi executado conforme norma ASTM 1413 (1994), sendo utilizados corpos-de-prova de 1,5 x 1,5 x 2,0 cm. Assim, o ensaio foi montado em frascos de vidro de 500 mL de capacidade, preenchidos com 300 g de solo. Após o preenchimento, o solo foi umedecido com 108 mL de água destilada e adicionados dois alimentadores de madeira de *Pinus* sp., e os frascos foram esterilizados a 121 ± 2 °C, por 60 min.

Depois do resfriamento dos frascos, fragmentos obtidos de culturas puras do fungo *P. placenta* foram inoculados sobre os alimentadores. Após o desenvolvimento e colonização do solo pelo fungo, foram adicionados os corpos-de-prova à razão de quatro amostras por frasco. Assim procedendo, foram utilizadas cinco repetições para cada concentração, tempo e posição na peça.

Os frascos foram mantidos em sala climatizada (27 ± 2° C e 70 ± 5% de umidade relativa), até que as amostras

confeccionadas de *Pinus* sp., não-tratadas, atingissem uma perda de massa entre 50 e 60% de sua massa inicial, causada pela degradação provocada pelo fungo.

Paralelo ao ensaio, foram mantidos frascos com corpos-de-prova para avaliação da perda de massa operacional, que foram utilizados como fator de correção. Dessa maneira, garantiu-se que as perdas observadas pudessem, de fato, ser atribuídas ao ataque do fungo xilófago e não a outros fatores operacionais. Os corpos-de-prova utilizados para avaliação da perda de massa operacional foram retirados em posições adjacentes àquelas empregadas nos ensaios.

Para a classificação da madeira quanto ao ataque do fungo, foram seguidas as recomendações da ASTM D - 2017 (1994), apresentadas no Quadro 1.

2.5. Avaliação dos resultados

Os valores da penetração (cobre e boro) e da retenção do CCB foram comparados em função da média aritmética.

Quadro 1 – Classes de resistência da madeira a fungos xilófagos (ASTM D - 2017, 1994)

Table 1 – *Classes of wood resistance against wood-destroying fungi (ASTM D - 2017, 1994)*

Classes de resistência	Perda de massa (%)	Massa residual (%)
Altamente resistente	0 - 10	90 - 100
Resistente	11 - 24	76 - 89
Resistência moderada	25 - 44	56 - 75
Não-resistente	≥ 45	≤ 55

Quadro 2 – Penetração média (mm) de cobre e boro, em cada posição nas peças, em função da concentração da solução (%) e do tempo de tratamento (dias)

Table 2 – *Copper and boron mean penetration (mm) for each position in treated pieces as a function of the concentration of solutions and treatment times (days)*

Concentração (%)	Tempo (Dias)	Elemento cobre			Elemento boro		
		Posições nas peças			Posições nas peças		
		2	3	5	2	3	5
1	3	6,90	6,40	4,00	11,40	9,80	7,30
	6	6,50	6,30	5,80	16,30	15,40	15,90
	9	5,00	4,50	2,70	13,00	11,30	10,90
	12	5,50	4,80	1,50	12,50	12,70	11,50
	15	5,40	4,00	2,10	10,70	10,20	7,50
2	3	9,90	9,70	6,10	14,70	14,30	13,00
	6	8,00	7,20	6,10	13,20	14,20	11,80
	9	9,30	6,00	3,40	17,30	15,30	12,80
	12	7,50	7,80	6,00	16,20	17,40	12,50
	15	10,30	9,50	7,90	21,60	20,40	17,60
3	3	3,50	3,50	1,60	7,70	7,75	5,50
	6	6,80	7,00	6,20	16,40	16,10	13,60
	9	4,50	3,90	2,00	13,00	13,60	13,60
	12	4,00	2,70	3,20	13,70	12,50	12,50
	15	4,80	4,30	3,30	14,10	13,20	12,10

Para comparar a resistência da madeira de algaroba tratada ao fungo *P. placenta*, foi empregado o delineamento inteiramente casualizado, com arranjo fatorial, em que foram analisados os seguintes fatores: tempo de tratamentos das peças, com cinco níveis; concentração da solução preservativa, com três níveis; posição nas peças, com três níveis; e cinco repetições.

Para possibilitar a análise estatística, os dados foram transformados em arcsen [raiz (perda de massa/100)]. Essa transformação dos dados sugerida por Steel e Torrie (1980) foi necessária, pois o teste de Cochran indicou heterogeneidade das variâncias, sendo necessária a transformação dos dados, para atender aos requisitos de homogeneidade e de normalidade (Testes de Lilliefors e Bartlett) e permitir a análise de variância dos resultados.

Na análise e avaliação dos ensaios, foi empregado o teste de Tukey a 5% de probabilidade, para os efeitos detectados como significativos pelo teste de F.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Penetração e retenção do preservativo CCB na madeira

No Quadro 2 constam os valores médios da penetração (mm) dos elementos cobre e boro, na madeira tratada. Notasse, nesse quadro, em todas as posições, tempos e concentrações analisadas, que o boro apresentou penetração superior à do cobre. Isso ocorreu, provavelmente, por causa da mobilidade do elemento boro em relação ao cobre. Tal fato também foi observado por Paes (1991) e Paes et al. (2000).

O cobre é um agente fungicida, e o boro, inseticida. Dessa maneira, observaram-se, na madeira tratada, duas regiões de proteção contra xilófagos: a mais externa protegida contra fungos e insetos e a mais interna protegida contra insetos.

Observa-se no Quadro 2, que a penetração dos elementos cobre e boro, de modo geral, decresceu da posição 2, situada a 50 cm da base das peças (Figura 2), para a posição 5, situada a 10 cm do topo das peças, tendo a posição 3, situada a 100 cm da base (meio do comprimento das peças), apresentado penetração intermediária em relação às posições 2 e 5. Observa-se ainda que a concentração de 2% de i.a. de CCB, quando comparada com as de 1 e 3%, de modo geral apresentou valores de penetração numericamente superiores. Isso provavelmente tenha ocorrido, segundo Farias Sobrinho (2003), em função dos tempos de tratamento, que não foram suficientes para que a solução mais diluída (solução de 1%) penetrasse no interior da madeira, ou por causa da umidade das peças submetidas aos tratamentos, que não foi o suficiente para permitir melhor difusão da solução mais concentrada (3%).

Notou-se que a penetração do cobre foi inferior a 10 mm em todas as posições analisadas nas peças tratadas, com exceção da posição 2 (região de afloramento) das peças submetidas à concentração de 2%, durante 15 dias de tratamento. Galvão (1968), Rodriguez Herrera (1977), Wehr (1985) e Paes (1991) consideram que penetrações inferiores a 10 mm são insuficientes para proteger a madeira. No entanto, os valores médios da penetração do elemento boro (Quadro 2) foram satisfatórios em todas as posições, tempos e concentrações a que as peças foram submetidas. Exceção feita às posições 2, 3 e 5 (concentração de 3%) e 3 e 5 (concentração de 1%), quando submetidas a três dias; e posição 5 (1%), em 15 dias de tratamento. Certamente, o tempo de tratamento não foi o insuficiente para que o boro penetrasse na madeira a uma profundidade mínima aceitável, conforme o recomendado por Galvão (1968), Rodriguez Herrera (1977), Wehr (1985) e Paes (1991).

3.2. Retenção de CCB na madeira tratada

No Quadro 3 são apresentados os valores médios da retenção do produto "Osmose CCB" nas posições, tempos e concentrações testadas.

Quadro 3 – Retenção média (kg/m^3) do preservativo "Osmose CCB", em cada posição nas peças, em função da concentração da solução (%) e do tempo de tratamento (dias)

Table 3 – Retention mean (kg/m^3) of "Osmose CCB" preservative for each position in treated pieces as a function of the solution concentrations (%) and treatment periods (days)

Concentração (%)	Tempo (Dias)	Posições nas peças		
		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

Observa-se, no Quadro 3, que as peças submetidas às soluções de 1 e 3% de CCB não atingiram, em nenhum dos tempos e posições analisados, retenção satisfatória que permitisse indicar o seu uso em contato direto com o solo. Essa afirmação está de acordo com a ABNT (1973a). No entanto, as peças submetidas à solução de 2%, durante seis dias (posição 3) 12 e 15 dias (posição 2) e 15 dias (posição 3), apresentaram retenções superiores à mínima estipulada pela ABNT (1973a) para o emprego dessas soluções em contato com o solo, que é de 6,5 kg de i.a./ m^3 de madeira tratada.

Vale ressaltar que peças com retenções superiores a 4,0 kg de i.a./ m^3 de madeira, nas posições 2 e 3, e com retenção próxima a esse valor na posição 5, podem ser utilizadas em uma infinidade de usos, fora do contato com o solo (ABNT, 1973a), desde que tais peças recebam tratamento de reforço no topo (FARIAS SOBRINHO, 2003). Dessa forma, as peças submetidas a 3, 6, 12 e 15 dias (solução de 2%) e seis dias (solução de 3%) poderiam ser utilizadas para outras finalidades.

Espera-se que peças com boa penetração dos elementos cobre e boro (Quadro 2), associada a uma retenção superior à mínima recomendável (Quadro 3), apresentem alta resistência ao fungo testado.

3.3. Ensaio de apodrecimento acelerado em laboratório

No Quadro 4, encontram-se os valores médios da perda de massa (%) da madeira de algaroba tratada com CCB quando submetida ao ataque do fungo *P. placenta*. Também, nota-se, dentre as madeiras tratadas, que a mais atacada foi a proveniente da posição 5, quando tratada com solução preservativa 3%, durante 12 dias, que apresentou perda de massa de 18,5%. Mesmo assim, essas peças ofereceram uma resistência de 2,4 vezes superior à das peças não-tratadas. No geral, o tratamento preservativo conferiu às peças um ganho de resistência da ordem de 59%.

As amostras que sofreram as menores perdas de massa (1,67%) foram as provenientes da posição 2, quando submetidas, durante 15 dias, a uma solução de 2% de CCB. Essas amostras apresentaram uma resistência de 26,9 vezes superior às peças não-tratadas. Isso correspondeu a um ganho de resistência da ordem de 96,3%.

A madeira de *Pinus* sp., utilizada como padrão de comparação (ASTM D - 1413, 1994), foi bastante deteriorada durante o ensaio, sendo 22,96% mais deteriorada que a madeira de algaroba não-tratada,

a qual foi classificada como não-resistente, segundo a ASTM D - 2017 (1994).

Os demais tratamentos conferiram às madeiras ganhos da ordem de 93,6; 88,5; e 84,7%, nas posições 2, 3 e 5 das peças (região de afloramento, mediana e topo), respectivamente.

De modo geral, o tratamento preservativo empregado conferiu às peças de algaroba uma alta resistência ao fungo *P. placenta*. Isso não ocorreu apenas nas amostras provenientes do topo (solução de 1% e 15 dias de tratamento; 2% e 9 dias; 3% e 3, 12 e 15 dias) e meio das peças (solução de 3%, 3 e 12 dias de tratamento), que foram classificadas como resistentes (ASTM D - 2017, 1994, Quadro 1).

Para melhor avaliação, os dados de resistência da madeira de algaroba tratada e submetida ao fungo *P. placenta* foram analisados estatisticamente. A análise de variância indicou que os fatores posição, concentração e interação entre os fatores tempo e concentração foram significativos pelo teste F.

Os efeitos da posição e do desdobramento da interação entre o tempo e a concentração foram analisados pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade (Quadro 5).

Quadro 4 – Perda de massa (%), causada pelo fungo *Postia placenta*, em cada posição na peça, em função da concentração da solução (%) e do tempo de tratamento (dias)

Table 4 – Weight loss (%) caused by *Postia placenta* fungus for each position in treated as a function of the solution concentrations (%) and treatment periods (days)

Concentração (%)	Tempo (Dias)	Posições nas peças			Médias
		2	3	5	
1	3	3,16	3,69	3,20	3,35
	6	6,19	2,51	3,14	3,95
	9	2,26	2,94	3,80	3,00
	12	1,75	2,81	3,13	2,56
	15	2,29	7,94	14,19	8,14
	Médias		3,13	3,98	5,49
2	3	3,67	4,46	5,21	4,45
	6	2,02	3,68	3,67	3,12
	9	2,21	2,84	12,92	5,99
	12	1,92	2,44	3,62	2,66
	15	1,67	2,59	4,03	2,76
	Médias		2,30	3,20	5,89
3	3	3,12	18,45	15,60	12,39
	6	2,95	3,01	3,13	3,03
	9	3,09	9,64	7,20	6,64
	12	3,89	16,13	18,50	12,84
	15	2,97	4,83	11,04	6,28
	Médias		3,20	10,41	11,09
Algaroba não-tratada					44,94
<i>Pinus</i> sp.					55,26

Quadro 5 – Comparações entre médias da perda de massa (%), causada pelo fungo *Postia placenta*, em cada posição na peça, em função da concentração da solução (%) e do tempo de tratamento (dias)

Table 5 – Multiple comparisons among weight loss means (%) caused by *Postia placenta* fungus for each position in treated pieces as a function of the solution concentrations (%) and treatment periods (days)

Posições nas peças					
	2	3		5	
	2,88 B	5,86 A		7,49 A	
Efeitos da concentração das soluções e dos tempos de tratamento					
Concentração (%)	Tempo (Dias)				
	3	6	9	12	15
1	3,35 Ab	3,95 Aa	3,00 Aa	2,56 Ab	8,14 Aa
2	4,45 Aab	3,12 Aa	5,99 Aa	2,66 Ab	2,76 Aa
3	12,39 Aa	3,03 Ba	6,64 ABa	12,84 Aa	6,28 ABa

As médias seguidas por uma mesma letra maiúscula na horizontal ou minúscula na vertical não diferem estatisticamente (Tukey, $p > 0,05$).

Observa-se, nesse quadro, que as amostras advindas da posição 2 (região de afloramento) foram mais resistentes ao fungo empregado que as demais posições avaliadas. Paes (1991) afirmou que isso é vantajoso, pois essa é a posição mais propícia ao ataque de fungos em peças implantadas no solo. Observa-se ainda, que não houve diferenças significativas entre as médias de perda de massa das posições 3 e 5.

Com relação ao efeito do tempo de tratamento em cada concentração do produto “Osmose CCB” (Quadro 5), observa-se em todas as peças submetidas às concentrações de 1 e 2% que o tempo não influenciou a resistência da madeira. No entanto, quando as peças foram expostas a 3% durante seis dias, elas apresentaram deterioração inferior e diferente daquelas tratadas durante 3 e 12 dias. As peças submetidas a tratamentos 3, 9, 12 e 15 dias apresentaram deterioração semelhante entre elas.

A análise do efeito da concentração em cada tempo indicou que não houve influência da concentração na resistência da madeira quando esta foi submetida aos tempos de 6, 9 e 15 dias. Porém, nos tempos de 3 e 12 dias observou-se o efeito da concentração da solução na resistência da madeira. As peças que permaneceram por três dias nas soluções de 1% mostraram-se menos deterioradas que aquelas submetidas a 3%. Nesse caso, a concentração de 2% apresentou valores intermediários entre as concentrações testadas. Entretanto, no tempo de 12 dias as concentrações de 1 e 2% proporcionaram deterioração semelhante e inferiores às sofridas pelas peças submetidas à concentração de 3%.

4. CONCLUSÕES

A penetração dos elementos cobre e boro, de modo geral, decresceu da base para o topo das peças tratadas.

O tratamento preservativo utilizado garantiu às peças tratadas alta resistência ou resistência ao fungo *Postia placenta*, o que comprova a eficácia do método de tratamento e do produto preservativo utilizado na melhoria da resistência da madeira de algaroba. De modo geral, a parte superior das peças que tiveram as menores penetrações e retenções do produto preservativo foi mais atacada pelo fungo testado. Já as peças em que foram observadas penetração e retenção satisfatórias apresentaram boa resistência ao apodrecimento.

As peças submetidas à concentração de 2% de ingredientes ativos de CCB durante 15 dias apresentaram as melhores penetrações e retenções do produto na madeira, sendo essa situação indicada para o tratamento de peças de algaroba para a confecção de cercas.

Com base nas conclusões, para uma melhor avaliação da madeira tratada sugere-se testar a sua eficiência, diante de um maior número de fungos deterioradores de madeira e em ensaio que representem, com maior realismo, as condições de trabalho da madeira.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. ASTM D-1413. Standard test method for wood preservatives by laboratory soil-block cultures. **Annual Book of ASTM Standards**, v. 0410, p. 119-121, 1994.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. ASTM D-2017. Standard method of accelerated laboratory test of natural decay resistance of wood. **Annual Book of ASTM Standards**, v. 0410, p. 324-328, 1994.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT P-EB-474. **Moirões de madeira preservada para cercas**. Rio de Janeiro: 1973a. 19p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT P-MB-790. **Penetração e retenção de preservativos em postes de madeira**. Rio de Janeiro: 1973b. 5p.

AZEVEDO, N.V. As mil e uma utilidades da algaroba. **Ciencia Hoje**, v. 3, n.13, p. 24-24, 1984.

BRAGA, R. **Plantas do Nordeste**; especialmente do Ceará. 3. ed. Mossoró: ESAM, 1976. 540p.

CARBALLEIRA LOPEZ, G.A.; MILANO, S. Avaliação da durabilidade da madeira e de produtos usados na sua proteção. In: LEPAGE, E.S., (Coord.) **Manual de preservação de madeiras**. São Paulo: IPT, 1986. v. 2. p. 473-521.

CARVALHO, A. **Impregnação de madeira para construções rurais**. Lisboa: Direção Geral dos Serviços Florestais e Agrícolas, 1966. 98p. (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. **Características da distribuição de alguns preservativos hidrossolúveis em moirões de *Eucalyptus alba* Reinw. tratados pelo processo de absorção por transpiração radial**. 1968. 115 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola de Agricultura Luiz de Queirós, Piracicaba, 1968.

GOMES, J.J. **Características tecnológicas da algarobeira (*Prosopis juliflora* (Sw) D.C.), contribuição para o 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: Mc Graw-Hill, 1967. 433p.

KARLIN, U.O.; AYERZA, H.R. O programa da algaroba na República Argentina. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE ALGAROBA, 1., 1982, Natal. **Anais...** Natal: EMPARN, 1982, p. 146-197.

LELLES, J.G.; RESENDE, J.L.P. Considerações gerais sobre tratamento preservativo da madeira de eucalipto. **Informe Agropecuário**, v. 12, n. 141, p. 83-90, 1986.

LEPAGE, E.S. Métodos de análises químicas empregados em preservação de madeira. **Preservação da Madeira**, v. 1, n. 2, p. 49-65, 1970.

LEPAGE, E.S. Preservativos e sistemas preservativos. In: LEPAGE, E.S. (Coord.). **Manual de preservação de Madeiras**. São Paulo: IPT, 1986. v. 1. p. 279-342.

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.

MENDES, B.V. Potencialidade de utilização da algaroba (*Prosopis juliflora* (SW). DC). In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE ALGAROBA, 2., Mossoró, 1987. **Anais...** Mossoró, Revista da Associação Brasileira da Algaroba, Mossoró, 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 (Professor Titular) – 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 Ciências Florestais) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1991.
- PAES, J.B.; LIMA, C.R.; MEDEIROS, V.M. Resistência natural de nove madeiras do semi-árido brasileiro a cupins subterrâneos, em ensaio de preferência alimentar. **Brasil Florestal**, v. 20, n.72, p. 59-69, 2001.
- PAES, J.B.; SANTOS, J.M.; LIMA, C.R. Tratamento de peças roliças de algaroba (*Prosopis juliflora* DC.). In: ENCONTRO BRASILEIRO EM MADEIRAS E EM ESTRUTURAS DE MADEIRA, 7., São Carlos, 2000. **Anais...** São Carlos: EESC/USP, 2000. Cd-Rom.
- RICHARDSON, B.A. **Wood preservation**. 2. ed. London: E & FN SPON, 1993. 226p.
- RODRIGUEZ HERRERA, J.A. Preservación por métodos sencillos y de bajo costo. **Ciência Florestal**, v. 2, n. 8. p. 25-49. 1977.
- SANTINI, E.J. **Biodeterioração e preservação da madeira**. Santa Maria: CEPEF/FATEC, 1988. 125p.
- 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.
- STEEL, R.G.D.; TORRIE, J.H. **Principles and procedures of statistic: a biometrical approach**. 2. ed. New York: Mc Graw-Hill, 1980. 633p.
- WEHR, J.P.P. **Métodos práticos de tratamento preservativo de moirões roliços de *Pinus caribaea* Morelet var. *hondurensis* Bar et Golf**. 1985. 209 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queirós, Piracicaba, 1985.