

Eficiência do CCB na resistência da madeira de algaroba (*Prosopis juliflora* (Sw.) D.C.) a cupins xilófagos, em ensaio de alimentação forçada¹

Juarez Benigno Paes², Ildefonso Egydio Coutinho Ramos³ e José Wallace Barbosa do Nascimento⁴

¹Artigo enviado a Revista floresta e Ambiente

²Eng. Florestal, D.Sc. UFCG/CSTR/UAEF – jbp2@uol.com.br

³Eng. Florestal, M.Sc. Tribunal de Justiça do Estado da Paraíba. E-mail: ildefonsor@bol.com.br

⁴Eng. Agrícola, D.Sc. UFCG/CCT/UAEAg – wallace@deag.ufcg.edu.br

Recebido em 09 de Outubro de 2007

Resumo

O objetivo da pesquisa foi analisar a eficiência do preservativo “Osmose CCB” na melhoria da resistência da madeira de algaroba (*Prosopis juliflora* (Sw) D.C.) a cupins xilófagos em ensaios de alimentação forçada. 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. Foram retirados discos em três posições nas peças (50 cm da base, meio do comprimento e topo), analisadas a penetração e retenção do CCB e a resistência ao térmita *Nasutitermes corniger* Motsch. Observou-se uma 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 proporcionou à madeira, alta resistência aos térmitas, em que as peças submetidas à concentração de 2% de ingredientes ativos, durante 12 e 15 dias, apresentaram melhor desempenho.

Palavras-chaves: Tratamento preservativo, CCB, cupins subterrâneos.

Efficiency of CCB on resistance of *Prosopis juliflora* (Sw.) D.C. wood to xylophogous termites under forced feeding assay

Abstract

The objective of research was to analyze the “Osmose CCB” preservative efficiency to improve the wood *Prosopis juliflora* (Sw) D.C. resistance to xylophogous termites under forced feeding test. 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 in three positions (50 cm of the base, top, and middle of length) in the treated pieces. The CCB penetration and retention were analyzed in these positions, as well as the resistance to termite *Nasutitermes corniger* Motsch. In this research was observed a 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 the top of pieces. The preservative treatment arise high resistance to termites and the pieces submitted to 2% CCB solution, by 12 and 15 days, presented better performance.

Key words: Preservative treatment, CCB, subterranean termites.

Introdução

A madeira, em função de sua estrutura anatômica e composição química, é fonte de alimento para vários organismos xilófagos, sendo os fungos apodrecedores os maiores inimigos da madeira, seguidos pelos térmitas (cupins). Os cupins são, dentre os insetos xilófagos, os mais severos agentes destruidores da madeira, sendo responsáveis pelas maiores perdas (Paes & Vital, 2000). Dentre os cupins xilófagos, os conhecidos por cupins de solos ou subterrâneos são responsáveis pelos maiores volumes de perdas de madeira no mundo (Hunt & Garratt, 1967; Richardson, 1993).

Na Região Semi-Árida do Estado da Paraíba, os cupins do gênero *Nasutitermes* são capazes de invadir, com sucesso, o meio urbano, atacando móveis e outros objetos construídos com madeira, como batentes de portas e janelas e, principalmente madeiras empregadas nas estruturas das construções.

A algaroba, introduzida na Região Nordeste em 1942 (Souza & Tenório, 1982), é uma árvore cuja altura pode atingir até 18 metros (Mendes, 1987), de tronco curto e tortuoso, que pode atingir até 8 metros e diâmetro de até 80 cm (Souza & Tenório, 1982). A madeira de algaroba é elástica, pesada, compacta e dura, mas apresenta facilidade de ser trabalhada e recebe bem tintas e vernizes. Além destas características Karlin & Ayerza (1982) citam que a madeira é de boa textura, grã direita, boa durabilidade natural e apresenta estabilidade dimensional, sendo madeira de boa qualidade para carpintaria e marcenaria. Dado suas características, a madeira é recomendada para a construção de esquadrias, madeiramento para assoalhos, tábuas, ripas, linhas, caibros, vigas e móveis rústicos (Souza & Tenório, 1982).

Apesar das citações de vários autores, dentre eles Karlin & Ayerza (1982) e Gomes (1993) relatando sobre a resistência natural da madeira de algaroba, Paes *et al.* (2000) citam que cercas instaladas com essa madeira 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.* (2003) 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 de madeira de algaroba, contendo alta porcentagem de alburno, é necessário para melhorar a vida útil das instalações.

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

O método consiste em colocar madeira roliça, recém-abatida, disposta verticalmente, com a base submersa em um recipiente contendo preservativo hidrossolúvel (Hunt & Garratt, 1967). Assim, recomenda-se que o intervalo entre as operações de abate das árvores e de tratamento dos moirões não deve exceder 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 & Rezende, 1986). O tempo necessário ao tratamento das peças é influenciado pelas condições atmosféricas, sendo mais rápido nos dias quentes e secos (Lelles & Rezende, 1986). Este 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 instalação dos moirões no solo (Paes, 1991).

Em função da rápida fixação na madeira, o CCA não é recomendado para o método de substituição da seiva (Wehr, 1985). A fim de solucionar os problemas relacionados à baixa penetração na madeira, e em função 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, pela distribuição e pela quantidade de produto preservativo retido pela madeira (Hunt & Garratt, 1967). No entanto, para Lepage (1986), a eficiência do tratamento preservativo depende, além destes parâmetros, da toxidez do preservativo a organismos xilófagos.

A “American Society for Testing and Materials” - ASTM D - 3345 (1994) descreve o ensaio de eficiência contra cupins. Nesse método, os cupins subterrâneos, coletados no campo, são mantidos em recipientes contendo areia, cuja umidade é ajustada, e deve ser mantida em todo período do ensaio. Amostras de madeira de 2,54 x 2,54 x 0,64 cm são expostas a sub-populações

de tamanho pré-determinado ($1,0 \pm 0,05$ g) de cupins subterrâneos por um período de quatro semanas.

Após a primeira e quarta semana, a presença de túneis, a mortalidade e a posição dos cupins no recipiente devem ser registradas. Ao término do ensaio, além da observação desses dados, cada corpo-de-prova deve ser examinado e o ataque avaliado com base em um critério subjetivo, que envolve a atribuição de notas (desgaste causado à amostra).

Conforme a Associação Francesa de Normalização (AFNOR – NFX – 41-539) a avaliação do ensaio deve envolver a perda de massa percentual da madeira durante o ensaio (Lepage et al., 1986).

O objetivo da pesquisa foi analisar a eficiência do preservativo “Osmose CCB” na melhoria da resistência da madeira de algaroba (*Prosopis juliflora* (Sw) D.C.) ao cupim xilófago *Nasutitermes corniger* Motsch., em ensaio de alimentação forçada.

Material e Métodos

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 $37^{\circ}19'33''$ W e latitude de $06^{\circ}50'50''$ S.

Para o desenvolvimento da pesquisa, como descrito por Farias Sobrinho (2003), peças com diâmetro de 6,0 a 12,0 cm e comprimento de 2,20 m foram selecionadas

em função da retinidade e aparência jovem. Visando, assim, peças com elevada porcentagem de alburno e alto teor de umidade, fatores indispensáveis ao método de tratamento empregado.

Depois de retiradas, as peças foram transportadas para o local de tratamento, onde foram descascadas, selecionadas em função do diâmetro e o comprimento ajustado para 2,00 m. Utilizaram-se 60 peças com diâmetro entre 6,0 e 12,0 cm. As peças foram agrupadas para que cada tratamento tivesse, aproximadamente, o mesmo volume de madeira.

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 este método pela simplicidade de manuseio e adequação ao meio rural.

Para o tratamento, foram preparadas soluções preservativas a 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 litros. 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 nestas 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).

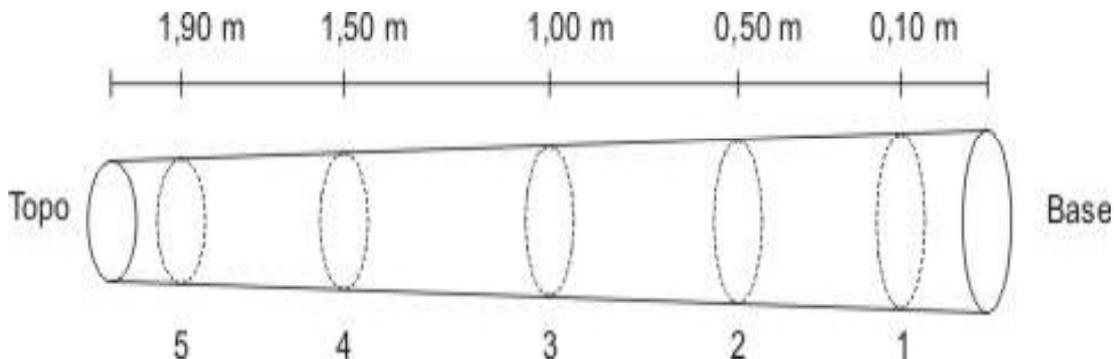


Figura 1. Posições nas peças onde foram retirados os discos para as análises químicas.

Figure 1. Positions in pieces where the disks were taken for chemistry analyses.

Para a penetração dos elementos cobre e boro, foram seguidas as recomendações da P-MB-790 da Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT (1973b), com algumas modificações sugeridas por Wehr (1985) e Paes (1991). Para a determinação da penetração de cobre, os discos foram pulverizados com solução de cromo-azurool S e para o 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 termino 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). Nos 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 destas amostras, uma foi destinada à análise de retenção e a outra ao ensaio com o cupins *Nasutitermes corniger* Motsch.

Para a determinação da retenção 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 foi obtida por colorimetria (Farias Sobrinho, 2003). Com os dados das análises químicas e o volume de cada amostra, efetuaram-se os cálculos de retenção, ao empregar a Equação 1 (Paes, 1991).

$$R = \frac{F \times C \times Fd \times 10^3}{V} \tag{1}$$

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 (mg/L);
- Fd = Fator de diluição;
- V = volume das amostras de madeira utilizadas na análises (cm³).

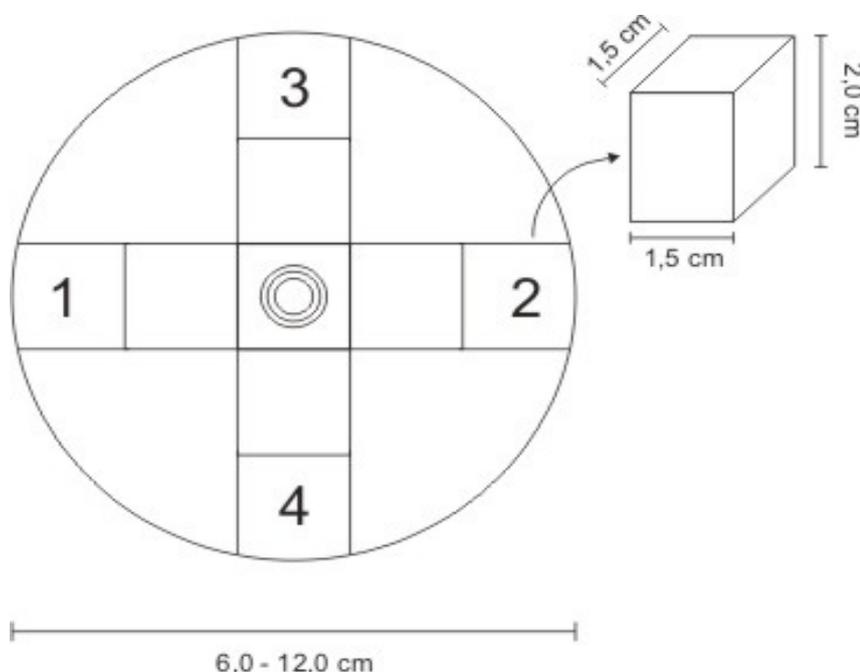


Figura 2. Posições nos discos onde foram retiradas as amostras para as análises de retenção e ensaio com cupins.
Figure 2. Positions in disks where the samples were taken for the retention analyses and termites assay.

Ensaio de alimentação forçada

Este ensaio foi executado ao seguirem as recomendações da norma ASTM D -3345 (1994), que padroniza o teste de resistência de madeiras e de outros materiais celulósicos ao ataque de cupins subterrâneos, em condições de laboratório. Para facilitar a coleta dos cupins e a montagem do experimento, utilizaram-se algumas modificações propostas por Paes (1997).

Segundo as recomendações, o ensaio foi montado em frascos de 500 mL, que foram preenchidos com 200g de areia (esterilizada à temperatura de $130 \pm 2^\circ\text{C}$, durante 48 horas). Depois do resfriamento, corrigiu-se a umidade da areia pela adição de 37 mL de água destilada, para que a mesma atingisse 75% da capacidade de retenção de água.

Para avaliar a resistência da madeira a cupins subterrâneos em laboratório, foram utilizadas amostras de 1,5 x 1,5 x 2,0 cm (Figura 2). A fim de facilitar a montagem dos ensaios, as amostras foram lixadas para eliminar defeitos e tornar as faces planas e paralelas.

Depois de lixadas, foram secas em estufa à temperatura de $103 \pm 2^\circ\text{C}$, por 48 horas. Após esfriarem, executou-se a pesagem, em uma balança de 0,01g de precisão. Depois de pesadas, as amostras foram transportadas para os frascos contendo areia esterilizada. Em cada frasco, foi introduzido um corpo-de-prova e $1,09 \pm 0,05\text{g}$ do cupim subterrâneo *Nasutitermes corniger* Motsch., equivalente a ± 380 indivíduos.

Após a adição dos cupins, os frascos foram levemente tampados, a fim de permitir a aeração dos mesmos. Assim procedendo, foram montadas cinco repetições para cada tratamento. As amostras permaneceram em sala climatizada ($27 \pm 2^\circ\text{C}$ e $65 \pm 5\%$ de umidade relativa), por 28 dias.

Para avaliar a eficiência dos tratamentos preservativos, foram computados a perda de massa e o desgaste provocado pelos cupins nos corpos-de-prova (Tabela 1). A perda de massa foi corrigida por meio de amostras submetidas às mesmas condições de ensaio, porém sem a presença de cupins.

Tabela 1. Avaliação do desgaste causado pelos cupins aos corpos-de-prova (ASTM D – 3345)

Table 1. Evaluation of the erosion caused by termites to test samples (ASTM D-3345)

Tipos de Desgaste	Nota
Sadio, possuindo escarificações superficiais	10
Ataque superficial	9
Ataque moderado, havendo penetração	7
Ataque intenso	4
Falha, havendo ruptura dos corpos-de-prova	0

Avaliação dos resultados

Como o objetivo da pesquisa foi à avaliação da eficiência do CCB a cupins xilófagos, os valores de penetração (cobre e boro) e de retenção do CCB foram comparados em função da média aritmética. As análises de variância e testes de média para a penetração dos elementos cobre e boro e retenção do CCB nas peças tratadas constam em Farias Sobrinho *et al.*, (2005).

Para comparar a resistência da madeira de algaroba tratada aos térmitas foi empregado o delineamento

inteiramente casualizado, com arranjo fatorial, em que foram analisados os seguintes fatores: tempo de tratamentos das peças, com 5 níveis; concentração da solução preservativa, com 3 níveis; posição nas peças, com 3 níveis; e 5 repetições.

Nos ensaios, em virtude da subjetividade dos dados de desgaste (Tabela 1), optou-se pela análise estatística apenas dos dados da perda de massa, e pela utilização das informações do desgaste, para auxiliarem nas interpretações dos resultados.

Para possibilitar a análise estatística, os dados de

perda de massa foram transformados em arseen [raiz (perda de massa/100)]. Esta transformação dos dados sugerida por Steel & Torrie (1980) foi necessária para permitir a homogeneidade das variâncias.

Na análise e avaliação dos ensaios, foi empregado o teste de Tukey, a 5% de probabilidade, para as variáveis detectadas como significativas pelo teste de F.

Resultados e Discussão

Penetração e retenção do preservativo CCB na madeira

Na Tabela 2 constam os valores médios da penetração (mm) dos elementos cobre e boro, na madeira tratada. Notam-se, para todas as posições, tempos e concentrações analisadas, que o boro apresentou uma penetração superior a do cobre. Isto ocorreu, provavelmente, por causa da mobilidade do elemento boro em relação ao cobre. Este fato também foi observado por Paes (1991); Paes *et al.* (2000) e Farias Sobrinho *et al.* (2005).

O cobre é um agente fungicida, enquanto o boro é

inseticida. Desta maneira, observam-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 (Tabela 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 1) 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 uma penetração intermediária em relação às posições 2 e 5. Observa-se ainda, que a concentração de 2% de i.a. de CCB, quando comparada às de 1 e 3%, de modo geral, apresentou valores de penetração, numericamente superiores. Isto, provavelmente tenha ocorrido, segundo Farias Sobrinho (2003), em função dos tempos de tratamento (solução de 1%) que não foram suficientes para que a solução mais diluída penetrasse no interior da madeira, ou por causa da umidade das peças submetidas aos tratamentos, que não foi o suficiente para permitir uma melhor difusão da solução mais concentrada (3%).

Nota-se, que a penetração do cobre foi inferior a 10

Tabela 2. Penetração média (mm) de cobre e boro em cada posição nas peças tratadas.

Table 2. Copper and boron average penetration (mm) in treated pieces.

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

mm para 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), Wehr (1985) e Paes (1991) consideram que penetrações inferiores a 10 mm são insuficientes para proteger a madeira em contato com o solo.

No entanto, os valores médios da penetração do elemento boro (Tabela 2) foram satisfatórios para a maioria das posições, tempos e concentrações a que as peças foram submetidas. As exceções ocorreram para as posições 2, 3 e 5 (concentração de 3%) e 3 e 5 (concentração de 1%), quando submetidas a 3 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), Wehr (1985) e Paes (1991).

Retenção de CCB na madeira tratada

Na Tabela 3 são apresentados os valores médios da

retenção do produto “Osmose CCB” para as posições, tempos e concentrações testadas.

Observa-se, na Tabela 3, que as peças submetidas às soluções de 1 e 3% de CCB não atingiram, para nenhum dos tempos e posições analisadas, uma retenção satisfatória, que permita indicar o uso das mesmas em contato direto com o solo. Esta afirmação está de acordo com a ABNT (1973 a). No entanto, as peças submetidas à solução de 2%, durante 6 dias (posição 3) 12 e 15 dias (posição 2) e 15 dias (posição 3) apresentaram retenções superiores à mínima estipulada pela ABNT (1973 a) para o emprego em contato com o solo, que é de 6,5 kg de i.a./m³ de madeira tratada.

Ressalta-se que peças com retenções superiores a 4,0 kg de i.a./ m³ 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, 1973 a), desde que, recebam um tratamento de reforço no topo (Farias Sobrinho, 2003). Desta forma, as peças submetidas a 3, 6, 12 e 15 dias (solução de 2%) e 6 dias (solução de 3%) poderiam ser utilizadas em estruturas diversas.

Tabela 3. Retenção média (kg/m³) do preservativo “Osmose CCB” na madeira tratada.

Table 3. Retention average (kg/m³) of “Osmose CCB” preservative in treated wood.

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

Provavelmente, peças que tiveram uma boa penetração dos elementos cobre e boro (Tabela 2), associada a uma retenção superior à mínima recomendável (Tabela 3), apresentem boa resistência a fungos e cupins xilófagos.

Ensaio de alimentação forçada.

Os valores médios de perda da massa (%) da madeira de algaroba tratada com CCB e submetida ao ensaio com cupins encontram-se no Tabela 4.

Nota-se a Tabela 4 que a madeira proveniente do topo das peças (posição 5) tratada com a solução a 2% de i.a. de CCB, durante 3 dias, apresentou o maior valor de perda de massa (17,63%). Na seqüência, a madeira da posição 3 (meio do comprimento da peça) com perda de 10,66%. Este valor de perda de massa, também foi observado nas peças provenientes da posição 5, quando

submetidas à solução de 3%, durante 15 dias. A seguir, observa-se a perda de massa de 10,45%, na posição 5 das peças que permaneceram 9 dias na solução a 2%. No geral, a maior média de perda de massa (12,34%) foi observada para as peças que permaneceram 3 dias na solução de 2%. O menor valor de perda de massa (2,74%) obtido na posição 3, das peças submetidas a 12 dias na solução de 2%, foi 7,94 vezes inferior ao obtido pela madeira não-tratada, que sofreu uma perda de massa de 21,77%. Enquanto, a madeira tratada que sofreu a maior perda de massa (17,63%), obtida do topo da peça, em que o preservativo apresentou maior dificuldade em atingir, foi semelhante à madeira não-tratada. Este fato evidencia a necessidade do tratamento de reforço no topo das peças (Galvão, 1968; Wher, 1985; Paes, 1991; Farias Sobrinho, 2003).

Na Tabela 5 são apresentados os valores de desgaste

Tabela 4. Perda de massa (%) da madeira de algaroba, tratada com CCB, causada pelos térmitas, em cada posição da peça.
Table 4. Weight loss (%) of *Prosopis juliflora* treated wood caused by termites for all position in the piece.

Concentração (%)	Tempo (dias)	Perda de massa (%)			Perda de massa Média (%)
		Posições nas peças			
		2	3	5	
1	3	5,77	7,82	8,98	7,52
	6	5,18	4,66	5,41	5,08
	9	5,57	5,40	6,16	5,71
	12	4,21	5,44	7,96	5,87
	15	3,43	7,82	8,44	6,56
2	3	8,73	10,66	17,63	12,34
	6	3,18	6,19	7,31	5,56
	9	5,45	9,99	10,45	8,63
	12	3,03	2,74	4,65	3,47
	15	2,82	4,21	4,53	3,85
3	3	4,22	6,53	7,84	6,20
	6	3,77	3,47	4,73	3,99
	9	4,59	5,89	7,86	6,11
	12	3,47	5,73	6,44	5,21
	15	5,09	7,78	10,66	7,84
Algaroba não-tratada					21,77
<i>Pinus sp.</i>					15,00

(notas) causados pelo térmita *N. corniger* na madeira. As notas foram atribuídas conforme valores constantes na Tabela 2, com base na observação de cinco avaliadores (ASTM D – 3345, 1994).

Os valores da Tabela 5 indicam que os térmitas (cupins), praticamente não atacaram a madeira de algaroba tratada, tendo apresentado na maioria das vezes, pequenas escarificações nas peças, o que redundou na baixa perda de massa apresentada na Tabela 4.

Ao comparar os dados da Tabela 5 com aqueles

apresentados na Tabela 4, observaram-se algumas discrepâncias em que as maiores perdas de massa observadas (Tabela 4) não correspondem aos maiores desgastes apresentados na Tabela 5. Isto se deve a subjetividade dos dados de desgaste (nota) avaliados, como o indicado pela ASTM D – 3345 (1994).

No entanto, o desgaste sofrido pela madeira de algaroba não-tratada, pela madeira de *Pinus* sp. (utilizada como padrão de comparação indicada pela ASTM D – 3345) foi superior a todas as situações e posições

Tabela 5. Desgaste (nota) causado pelos térmitas na madeira de algaroba, em cada posição na peça tratada.

Table 5. Erosion (mark) caused by termites in *Prosopis juliflora* wood, for all position in the treated piece.

Concentração (%)	Tempo (Dias)	Valores de desgaste (nota)			Médias
		Posições nas peças			
		2	3	5	
1	3	9,85	9,40	8,95	9,40
	6	9,80	9,70	9,65	9,72
	9	9,90	9,85	9,55	9,77
	12	9,70	9,85	9,60	9,72
	15	9,95	9,80	9,40	9,72
	Médias	9,84	9,72	9,43	9,67
2	3	9,75	9,60	9,45	9,60
	6	9,95	9,80	9,75	9,83
	9	9,90	9,70	9,80	9,80
	12	9,80	9,95	9,80	9,85
	15	9,95	9,90	9,95	9,93
	Médias	9,87	9,79	9,75	9,80
3	3	9,95	9,55	9,25	9,58
	6	9,75	9,80	9,45	9,67
	9	10,00	9,90	9,25	9,72
	12	9,90	9,70	9,50	9,70
	15	9,90	9,35	8,60	9,28
	Médias	9,90	9,66	9,21	9,59
Algaroba não-tratada					7,55
<i>Pinus</i> sp.					7,70

analisadas na peça. Este fato evidencia a eficiência do produto e método de tratamento utilizado na melhoria da resistência da madeira de algaroba.

Com o intuito de melhor avaliar os resultados, os dados de perda de massa foram analisados estatisticamente. A análise de variância indicou que os fatores posição, tempo e a interação entre o 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 (Tabela 6 e 7)

Nota-se (Tabela 6) que a madeira mais deteriorada foi a proveniente da posição 5 e, a menos, a da posição 2 (nível da solução nos tambores), tendo a posição 3, atingido um valor intermediário entre as posições analisadas.

A análise do efeito da concentração em cada tempo de tratamento (Tabela 7) indicou que a concentração de 1% não exerceu influência na resistência da madeira ao térmita *N. corniger* para nenhum dos tempos analisados. No entanto, a resistência conferida pelas soluções de 2 e 3% foi influenciada pelo tempo de tratamento. Para a solução de 2%, as peças submetidas ao tempo de 3 dias foram mais deterioradas que as demais. Os tempos de tratamento de 6, 12 e 15 dias proporcionaram as maiores resistências à madeira, tendo o tempo de 9 dias apresentado um valor intermediário. Para a concentração de 3%, a resistência produzida pelo tempo de 6 dias

foi superior a de 15 dias, tendo os demais tempos, proporcionado resistência intermediária entre os tempos de 6 e 15 dias.

A análise do efeito do tempo em cada concentração (Tabela 7) indicou que a resistência da madeira submetida aos tempos de 6 e 9 dias não foi influenciada pela concentração. Para os tempos de 12 e 15 dias, a concentração de 2% conferiu maior resistência, quando comparado às demais, as quais foram semelhantes. No entanto, para o tempo de 3 dias, a concentração de 2% conferiu resistência inferior às concentrações de 1 e 3%.

Conclusões

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

O ataque sofrido pela madeira de algaroba não-tratada evidencia a eficiência do método de tratamento e do produto utilizado na melhoria da resistência da madeira.

Nas peças em que foram observadas penetração e retenção satisfatórias, houve uma boa resistência aos *Nasutitermes corniger* Motsch., não sendo, praticamente atacadas.

A resistência da madeira de algaroba aos térmitas *N. corniger* foi influenciada pela concentração da solução e pelo tempo de tratamento, em que várias peças submetidas à concentração de 2%, durante 12 e 15 dias, foram mais resistentes que as demais.

Tabela 6. Comparações múltiplas entre médias pelo teste de Tukey, para a perda de massa (%) causada pelos térmitas.

Table 6. Multiple comparisons among averages, by the Tukey's test, for weight loss (%) caused by termites.

Posições nas Peças		
2	3	5
4,57 c	6,29 b	7,94 a

Tabela 7. Efeito da concentração das soluções em cada tempo de tratamento

Table 7. Effect of concentration of solutions at each time of treatment.

Concentração (%)	Tempo (Dias)				
	3	6	9	12	15
1	7,52 Ab	5,08 Aa	5,71 Aa	5,87 Aa	6,56 Aa
2	12,34 Aa	5,56 Ca	8,63 Ba	3,47 Cb	3,85 Cb
3	6,20 ABb	3,99 Ba	6,11 ABa	5,21 ABab	7,84 Aa

As médias seguidas por uma mesma letra, maiúscula na horizontal ou minúscula na vertical, não diferem estatisticamente a 5% de probabilidade.

Referências bibliográficas

- AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. ASTM D-3345. Standard method for laboratory evaluation of wood and other cellulosic materials for resistance to termites. **Annual Book of ASTM Standards**, Philadelphia, V. 0410, pp. 439-441, 1994.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. P-EB-3345. **Moirões de madeira preservada para cercas**. Rio de Janeiro: ABNT, 1973a. 19p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. P-EB-3345. **Penetração e retenção de preservativos em postes de madeira**. Rio de Janeiro: ABNT, 1973b. 5p.
- 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.
- FARIAS SOBRINHO, D.W.; PAES, J.B.; FURTADO, D.A. Tratamento preservativo da madeira de algaroba (*Prosopis juliflora* (Sw) D.C.), pelo método de substituição de seiva. **Cerne**, Lavras, V. 11, (3), pp. 225-236, 2005.
- 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) – Universidade de São Paulo, Escola de Agricultura Luiz de Queirós, Piracicaba.
- 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.
- 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 ALGARROBA, 1., Natal, 1982. **Anais...** Natal, EMBRARN, 1982, p. 146-197.
- LELLES, J.G.; RESENDE, J.L.P. Considerações gerais sobre tratamento preservativo da madeira de eucalipto. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, V.12, (141), pp.83-90. 1986.
- 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.; GERALDO, F.C.; ZANOTTO, P.A.; MILANO, S. Metodos de tratamento. In: LEPAGE, E.S., (Coord.). **Manual de preservação de madeiras**. São Paulo: IPT, 1986. v.2, p.343-419.
- MENDES, A S.; ALVES, M.V.S. **A degradação da madeira e sua preservação**. Brasília:IBDF, 1988. 57p.
- MENDES, B.V. Potencialidade de utilização da algaroba (*Prosopis juliflora* (SW). DC). In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE ALGARROBA, 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. 128f. Tese (Professor Titular) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba.
- PAES, J.B. **Efeitos da purificação e do enriquecimento do creosoto vegetal em suas propriedades preservativas**. 1997. 143 f. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- PAES, J.B. **Viabilidade do tratamento preservativo de moirões de bracinga (*Mimosa scabrella* Benth.), por meio de métodos simples, e comparações de sua tratabilidade com a do *Eucalyptus grandis* Lab**. 1991. 140 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

PAES, J.B.; MORAIS, V.M.; FARIAS SOBRINHO, D.W.; BAKKE, O.A. Resistência natural de nove madeiras do semi-árido brasileiro a cupins subterrâneos, em ensaio de laboratório. **Cerne**, Lavras, V. 9, (1), pp. 36-47. 2003.

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. 1 Cd-rom. 11p.

PAES, J.B.; VITAL, B.R. Resistência natural da madeira de cinco espécies de eucalipto a cupins subterrâneos em testes de laboratório. **Revista Árvore**, V. 24, (1), pp. 1-6. 2000.

RICHARDSON, B.A. **Wood preservation**. 2. ed. London: E & FN SPON, 1993. 226p.

SOUZA, R.F.; TENÓRIO, Z. Potencialidades da algaroba no Nordeste. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE ALGAROBA, 1., Natal, 1982. **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) – Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queirós Piracicaba.