



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE  
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA  
CENTRO DE SAÚDE E TECNOLOGIA RURAL  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS  
CAMPUS DE PATOS – PB**

**SÓCRATTES MARTINS ARAÚJO DE AZEVÊDO**

**AVALIAÇÃO E EFICIÊNCIA DO CCB NA MADEIRA DE ALGAROBA (*Prosopis juliflora*  
(Sw.) D.C.) EM DIFERENTES TEORES DE UMIDADE PELO MÉTODO DA  
SUBSTITUIÇÃO DE SEIVA.**

**PATOS – PARAÍBA - BRASIL**

**2014**

**SÓCRATTES MARTINS ARAÚJO DE AZEVÊDO**

**AVALIAÇÃO E EFICIÊNCIA DO CCB NA MADEIRA DE ALGAROBA (*Prosopis juliflora*  
(Sw.) D.C.) EM DIFERENTES TEORES DE UMIDADE PELO MÉTODO DA  
SUBSTITUIÇÃO DE SEIVA.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais, da Universidade Federal de Campina Grande - CSTR, Campus de Patos, na Área de Ecologia, Manejo e Utilização dos Recursos Florestais, como parte das exigências para a obtenção do Título de Mestre em Ciências Florestais.

**Orientador: Prof. Dr. Leandro Calegari**

**PATOS – PARAÍBA – BRASIL**

**2014**

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA DO CSRT DA UFCG

A994a      Azevêdo, Sócrates Martins Araújo de  
Avaliação e eficiência do CCB na madeira de algaroba (*Prosopis juliflora* (Sw.) D. C.) em diferentes teores de umidade pelo método da substituição de seiva / Sócrates Martins Araújo de Azevêdo. – Patos, 2014.  
42 f. : il. color.

Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Saúde e Tecnologia Rural, 2014.

"Orientação: Prof. Dr. Leandro Calegari".

Referências.

1. Recursos Florestais. 2. Preservação da Madeira. I. Título.

CDU 630\*2

**SÓCRATTES MARTINS ARAÚJO DE AZEVÊDO**

**AVALIAÇÃO E EFICIÊNCIA DO CCB NA MADEIRA DE ALGAROBA (*Prosopis juliflora*  
(Sw.) D.C.) EM DIFERENTES TEORES DE UMIDADE PELO MÉTODO DA  
SUBSTITUIÇÃO DE SEIVA.**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Saúde e Tecnologia Rural, como parte dos requisitos para obtenção do Título de MESTRE em CIÊNCIAS FLORESTAIS.

**APROVADA em:**

---

**Prof. Dr. Leandro Calegari**  
Universidade Federal de Campina Grande (UFCG)  
Orientador

---

**Prof. Dr. Alexandre Santos Pimenta**  
Universidade Federal de Campina Grande (UFRN)  
1º Examinador

---

**Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Elisabeth de Oliveira**  
Universidade Federal de Campina Grande (UFCG)  
2º Examinador

Nas dificuldades, nos momentos de cansaço e de  
ausência, A imagem, o sorriso, a compreensão e o  
amor me fizeram continuar.

A Shirley Aparecida Paixão Rodrigues,  
minha noiva e amiga.

### **DEDICO**

Aos meus queridos pais, Maria Aparecida A. de  
Azevêdo e Arnaldo José de Azevêdo, que nos momentos  
difíceis e alegres, desejei tê-los ao meu lado...O destino  
fez com que dividíssemos muitas emoções...Com vocês  
quero compartilhar esta vitória, homenageá-los e  
agradecer por me fazerem existir.

### **OFEREÇO**

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela realização deste trabalho, onde com sua ajuda superei cada obstáculo que foi colocado no meu caminho, as dificuldades encontradas, sempre me dando força para que eu pudesse continuar nessa jornada.

A minha família, que sempre contribuiu para minha educação, principalmente aos meus pais, Aparecida e Arnaldo, que acreditaram nos meus sonhos;

Ao meu orientador, Prof. Dr<sup>o</sup> Leandro Calegari, sempre paciente e atencioso, e aos membros da banca de qualificação, Profa. Dra. Elizabeth Oliveira e Prof. Dr. Alexandre Santos Pimenta, pela contribuição e opiniões significativas.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de mestrado.

Ao Instituto Federal do Sertão Pernambucano (IF-SERTÃO/PE) Campus: Zona Rural, Petrolina/PE, pela receptividade que tive para realização dos trabalhos laboratoriais, e Graziene pela execução das análises de boro no Laboratório de Solos e Plantas.

A EMBRAPA Semiárido por sua receptividade e pela realização dos trabalhos laboratoriais, e Flávia Jussara pela execução das análises de cromo e cobre no Laboratório Agroambiental da referida instituição.

Agradeço ao Prof. Dr. Cícero Antônio de Sousa Araújo, Pró-reitor de Pesquisa, Inovação e Pós-Graduação do IF-SERTÃO/PE, pela contribuição científica e tecnológica nas análises de cromo, cobre e boro, onde foi de fundamental importância para o meu aprendizado pós acadêmico.

Aos Professores, Dr. Carlos Roberto de Lima (UFCEG/CSTR) e Dr. Juarez Benigno Paes (UFES/ES) pelas contribuições do meu trabalho.

A Pedagoga, noiva e amiga Shirley Aparecida Paixão Rodrigues, pela compreensão, incentivo e paciência. Agradeço pela ampla ajuda em todos os momentos e sentidos, sem a qual não teria conseguido prosseguir. Sua colaboração foi de inestimável valia.

Enfim, a todas as pessoas que de forma direta ou indiretamente, contribuíram para o desenvolvimento da minha pesquisa científica. Muito OBRIGADO!

*"Eu sei que Deus não me colocaria frente a frente  
com coisa alguma com a qual eu não pudesse  
lidar. Eu apenas gostaria que Ele não tivesse  
confiado tanto em mim ... "*

*(Madre Tereza de Calcutá)*

AZEVÊDO, Sócrates Martins Araújo de. **Avaliação e eficiência do CCB na madeira de algaroba (*Prosopis juliflora* (sw.) D.C.) em diferentes teores de umidade pelo método da substituição de seiva.** 2014. Dissertação de Mestrado em Ciências Florestais. CSTR/UFCG, Patos-PB, 2014, p.

## RESUMO

Muitos recursos florestais do bioma caatinga estão sendo usados atualmente de forma exacerbada para satisfazer as necessidades do homem. Com a diminuição das reservas naturais para o uso da madeira, juntamente com a sua empregabilidade no comércio e no meio rural, hoje já se exige uma busca maior de espécies alternativas de qualidades iguais as das reservas naturais como exemplo a durabilidade e a tolerância a fungos e insetos, neste contexto a algaroba (*Prosopis juliflora* (Sw.) D.C vem sendo ultimamente estudada a fim de melhorar o seu aproveitamento. Para que uma madeira tenha a sua durabilidade aumentada pode-se aplicar alguns tratamentos simples, para proporcionar a ela uma maior proteção e durabilidade da mesma. Dos métodos empregados para o tratamento da madeira para uso comercial ou para o uso rural, o método da substituição da seiva é o mais usado por possuir uma fácil operacionalidade e também um baixo custo. Uma das principais causas dos prejuízos causados pelos agentes deterioradores de madeira são o uso de produtos preservativos que podem ser ineficazes para o tipo de espécie escolhido, ou pela falta de uma orientação adequada. Para o tratamento preservativo se tornar eficiente, o mesmo tem que estar em certa profundidade de penetração, e uma determinada quantidade do produto preservativo retida na madeira. O teor de umidade em que se encontra a madeira é outro ponto fundamental para o sucesso do produto preservativo. Nesse contexto, este trabalho tem como objetivo principal fazer uma avaliação da eficiência do preservativo CCB, em peças roliças de Algaroba (*Prosopis juliflora* (Sw.) D.C.) que foram testados em diferentes teores de umidade pelo método da substituição de seiva, verificando assim, as condições de umidade da mesma sobre o tratamento preservativo como também testar a resistência de sua madeira submetida ao ataque de cupins xilófagos.

**Palavras-chave:** Tratamento preservativo; teor de umidade; preservação da madeira.



AZEVÊDO, Sócrates Martins Araújo de. **Evaluation and efficiency of the CCB in algaroba wood (*Prosopis juliflora* (Sw.) DC) at different moisture contents by the substitution of sap method.** 2014. Dissertation in Forest Science. CSTR / UFCG, Patos-PB, 2014, p.

#### ABSTRACT

In this study we evaluated the penetration, retention and distribution of CCB preservatives for round wood algarroba (*Prosopis juliflora* ( Sw.) DC) when subjected to the substitution of sap method. Additionally, we evaluated their resistance to termites through food preference test. 16 trunks were randomly selected, which were divided into four groups simultaneously. The first group underwent preservative solution immediately after slaughter; the second group underwent preservative solution 24 hours after slaughter; the third group was kept immersed in water for 15 days before being subjected to the preserving solution; the fourth group did not undergo any preservation treatment. After the end of the preservation process disks were obtained at three different positions of each trunk (base, middle, top) for the evaluation of the parameters of penetration, retention, distribution and mass loss. The results indicate that logs kept submerged before the preservative treatment compared to other situations evaluated showed significant improvement in their treatability, maintaining an even distribution of the chemical elements in its length, and reduced weight loss when exposed to the xylophages termites.

**Keywords :** Preservative treatment ; wood preservatives ; food preference test.

## LISTA DE FIGURAS

Figura - 1	Classes de umidade para madeiras (ABNT, 1997) .....	18
------------	---	----

### **CAPÍTULO 1 - AVALIAÇÃO E EFICIÊNCIA DO CCB NA MADEIRA DE ALGAROBA (*Prosopis juliflora* (Sw.) D.C.) PELO MÉTODO DA SUBSTITUIÇÃO DE SEIVA.**

Figura - 1	Retirada dos discos para avaliação dos parâmetros de penetração e retenção.....	26
------------	---	----

### **CAPÍTULO 2 - RESISTÊNCIA DA MADEIRA DE *Prosopis juliflora* (Sw.) D.C. TRATADA COM CCB A CUPINS XILÓFAGOS.**

Figura - 1	Amostragem dos discos para avaliação da distribuição.....	37
Figura - 2	Padrões de distribuição do teste de tratabilidade de madeira.....	37
Figura - 3	Posições nos discos onde foram retiradas as amostras para análise de preferência alimentar.....	38
Figura - 4	Valores médios de perda de massa (%) da madeira de algaroba submetidas a ação dos cupins.....	40
Figura - 5	Matriz de correlação de Spearman para a perda de massa e notas do boro e do cobre nas peças de algaroba submetidas ao ataque de cupins xilófagos.....	41

## LISTA DE TABELAS

### **CAPÍTULO 1 - AVALIAÇÃO E EFICIÊNCIA DO CCB NA MADEIRA DE ALGAROBA (*Prosopis juliflora* (Sw.) D.C.) PELO MÉTODO DA SUBSTITUIÇÃO DE SEIVA.**

Tabela - 1	Comparações entre as situações estudadas para as propriedades físicas de peças roliças de <i>Prosopis juliflora</i> (Sw.) D.C. submetidas ao tratamento preservativo pelo método de substituição de seiva.....	27
Tabela - 2	Comparações múltiplas entre médias da penetração dos elementos boro e cobre em peças roliças de <i>Prosopis juliflora</i> (Sw.) D.C. submetidas ao tratamento preservativo pelo método de substituição de seiva.....	28
Tabela - 3	Comparações múltiplas entre médias para a retenção dos elementos cobre, cromo e boro em peças roliças de <i>Prosopis juliflora</i> (Sw.) D.C. submetidas ao tratamento preservativo pelo método de substituição de seiva.....	29
Tabela - 4	Comparações múltiplas entre médias para a retenção total dos elementos cobre, cromo e boro em peças roliças de <i>Prosopis juliflora</i> (Sw.) D.C. submetidas ao tratamento preservativo pelo método de substituição de seiva.....	30

### **CAPÍTULO 2 - RESISTÊNCIA DA MADEIRA DE *Prosopis juliflora* (Sw.) D.C. TRATADA COM CCB A CUPINS XILÓFAGOS.**

Tabela - 1	Distribuição dos elementos boro e cobre em peças roliças de <i>Prosopis juliflora</i> (Sw.) D.C. submetidas a diferentes situações anteriormente à preservação pelo método de substituição de seiva.....	39
------------	--	----

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	14
<b>2</b>	<b>REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	16
<b>2.1</b>	Considerações Gerais.....	16
<b>2.2</b>	Escolha da Espécie.....	16
<b>2.3</b>	Propriedades Físico-mecânicas da madeira.....	17
<b>2.3.1</b>	Densidade da madeira.....	17
<b>2.3.2</b>	Teor de Umidade.....	18
<b>2.4</b>	Agentes deterioradores da madeira.....	18
<b>2.5</b>	Classificação dos preservativos e dos métodos de tratamento.....	19
<b>2.6</b>	Fatores que afetam o tratamento preservativo.....	20
<b>3</b>	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	20

### **CAPÍTULO 1 - AVALIAÇÃO E EFICIÊNCIA DO CCB NA MADEIRA DE ALGAROBA (*Prosopis juliflora* (Sw.) D.C.) PELO MÉTODO DA SUBSTITUIÇÃO DE SEIVA.....**

23

RESUMO.....	24
ABSTRACT.....	24
INTRODUÇÃO.....	25
MATERIAL E MÉTODOS.....	25
Obtenção do material.....	25
Coleta e preparo das amostras.....	25
Determinação do volume, massa específica e teor de umidade dos moirões.....	25
Preparo da solução preservativa.....	25
Processo de preservação da madeira.....	25
Amostragem e análise das peças tratadas.....	26
Análises da penetração do preservativo.....	26
Análises da retenção do preservativo.....	26
Análise dos dados.....	26
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	27
Características das peças.....	27
Penetração dos elementos boro e cobre.....	27
Retenção dos elementos cobre, cromo e boro.....	29
Retenção total do CCB.....	30
CONCLUSÕES.....	31
AGRADECIMENTOS.....	31
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	31

### **CAPÍTULO 2 - RESISTÊNCIA DA MADEIRA DE *Prosopis juliflora* (Sw.) D.C. TRATADA COM CCB A CUPINS XILÓFAGOS. ....**

33

RESUMO.....	34
ABSTRACT.....	34
<b>1</b> INTRODUÇÃO.....	35
<b>2</b> MATERIAL E MÉTODOS.....	35
<b>2.1</b> Coleta e preparo das amostras.....	35
<b>2.2</b> Tratamento preservativo.....	36
<b>2.3</b> Amostragem das peças.....	36

<b>2.4</b>	Ensaio de preferência alimentar.....	37
<b>2.5</b>	Avaliação dos resultados.....	38
<b>3</b>	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	39
<b>3.1</b>	Distribuição do boro e cobre nas peças tratadas.....	39
<b>3.2</b>	Resistência da madeira ao ataque dos cupins.....	40
<b>4</b>	CONCLUSÕES.....	42
<b>5</b>	AGRADECIMENTOS.....	42
<b>6</b>	REFERÊNCIAS.....	42
	<b>ANEXOS.....</b>	

## 1 INTRODUÇÃO

A região semiárida do Nordeste do Brasil localiza-se na porção norte-oriental do país, entre 1° 00' e 18° 30' de latitude Sul e 34° 30' e 48° 20' de longitude Oeste de Greenwich. Possui uma área total aproximada de 900.000 km<sup>2</sup> e uma população superior a 51 milhões de brasileiros, caracterizando-se, pela existência de muito mais pessoas do que as relações de produção podem suportar (IBGE, 2007; MMA, 2004). É caracterizado por uma série de fatores ambientais responsáveis pela vegetação denominada de Caatinga.

A Caatinga é um bioma único, encontrado somente no território brasileiro ocupando uma área correspondente a 11% do território nacional, envolvendo cerca de 10 estados (Maranhão, Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe, Bahia e parte do norte de Minas Gerais).

Esse Bioma apresenta uma diversidade de plantas muito grande, onde a vegetação nela existente é bastante complexa, e utilizadas para os mais variados fins, como: madeireiros, forrageiros, medicinais, produção de frutos, dentre outros, além de serem encontrados vários tipos de vegetação, onde podem ser encontradas com maior predominância as famílias: Leguminosas, Cactáceas e Euforbiáceas.

De acordo com Brasil, (2010) muito dos recursos florestais do bioma caatinga vem sendo usados com uma intensidade enorme para satisfazer as necessidades humanas da região semiárida. Com a diminuição das reservas naturais de várias essências para o uso da madeira, juntamente com a sua empregabilidade no comércio e no meio rural, hoje já se exige uma busca maior de espécies alternativas de qualidades iguais as das reservas naturais como exemplo a durabilidade e a tolerância a fungos e insetos, neste contexto a Algaroba (*Prosopis juliflora* (Sw.) D.C.), planta exótica, de origem peruana, está sendo utilizado em diversos fins e vem sendo ultimamente estudada a fim de melhorar o seu aproveitamento.

De acordo com Paes, (1991) espécies nativas com uma boa durabilidade natural, foram bastante utilizadas como estacas, moirões, cercas, etc., em propriedades rurais, onde tal exploração exacerbada dessas espécies, as mesmas ficaram cada vez mais escassas nas regiões, chegando a ser até extinta de alguns locais.

Apesar da existência de várias espécies tolerantes aos ataques de fungos e insetos na caatinga por apresentarem resistência natural, ainda existem algumas que estão sujeitas ao ataque de insetos e patógenos, fato que se torna necessário o tratamento utilizando-se preservativos. Ainda, com a ação desses agentes na madeira, chega a apresentar uma perda muito grande para as indústrias madeireiras e ao pequeno produtor rural.

Para que uma madeira tenha a sua durabilidade aumentada e/ou melhorada, podemos aplicar

alguns tratamentos simples, para proporcionar a ela uma maior proteção e durabilidade da mesma, isso se esse tratamento for bem aplicado. Dentre vários métodos empregados para o tratamento da madeira para a sua venda comercial ou para o uso rural, o método da substituição da seiva é o mais usado por possuir uma fácil operacionalidade e também um baixo custo.

Este método é uma das melhores alternativas para fazer tratamento de mourões por se tratar de um processo prático, indicado especialmente para os pequenos agricultores, quando os mesmos desejam pequenas quantidades de mourões tratados e não se dispõem dos mesmos na região.

Uma das principais causas dos prejuízos por estes agentes são o uso de produtos preservativos que podem ser ineficazes para aquele tipo de espécie, ou pode ser também pela falta de uma orientação adequada que geralmente é feita por um técnico especializado para aplicação do produto. Para o tratamento preservativo se tornar eficiente, o mesmo tem que estar em certa profundidade de penetração, e uma determinada quantidade do produto preservativo que ficou retido na madeira.

Outro ponto fundamental que deve ser considerado é o teor de umidade em que se encontra a madeira, pois é recomendado utilizar a madeira recém-cortada (verde), abatida até no máximo 48 horas antes do início do tratamento, portanto, o presente método perde a sua eficiência quando se ocorre grande evaporação da água da seiva, antes do início do tratamento.

Nesse contexto, este trabalho tem como objetivo principal fazer uma avaliação da eficiência do preservativo CCB, em peças roliças de Algaroba (*Prosopis juliflora* (Sw.) D.C.) que foram testados sob diferentes teores de umidade pelo método da substituição de seiva, verificando assim, as condições de umidade da mesma sobre o tratamento preservativo.

## **2 REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1 Considerações Gerais**

Por apresentar muitas vezes, boas propriedades químicas, físicas e mecânicas, a madeira em seu uso geral tem sido muito utilizada na construção civil, móveis, ferramentas, estacas, mourões, isso por ser um produto de origem renovável podendo ser produzido por reflorestamentos e/ou plantios florestais (SGAI, 2000).

A madeira desde os seus primórdios tem uma grande importância e também uma vasta utilização na zona urbana e rural, mas por apresentar as vezes deficiências em sua estrutura ou também na sua constituição química, pode ocorrer de sofrer ataques de organismos que deteriorem a madeira como os térmitas (cupins) ou fungos.

Sgai (2000) relata que, por ser um produto natural, a madeira apresenta, de espécie para espécie e mesmo em uma mesma espécie, variações de suas propriedades. Assim, sua resistência ao ataque de agentes biológicos varia significativamente entre diferentes espécies, em uma mesma espécie, ou

mesmo em diferentes regiões de um tronco. O mesmo ainda cita que mourões de algumas espécies podem durar mais de 30 anos, enquanto que de outras não chegam a durar 2 anos.

Quando exposta as condições climáticas, a madeira sofre a influência de variações de temperatura, precipitações pluviométricas e de substâncias químicas presentes no meio e de organismos xilófagos. Exposta a luz solar ela ainda provoca deterioração de seus constituintes, enquanto que na irregularidade das chuvas pode resultar na absorção e perda de água, acelerando, assim, sua deterioração (SGAI, 2000).

## 2.2 Escolha da Espécie

A Algaroba (*Prosopis juliflora* (Sw) D.C.), pertencente à família das Mimosóideas, é originária dos Andes, no Peru, e espalhando-se por países onde ocorrem regiões semiáridas e desérticas (CAMPELO, 1988). Ela foi introduzida no Brasil em 1942 sendo é uma espécie altamente promissora, tanto para fins madeireiros como forrageiros, dada sua resistência à seca e boa adaptação às condições adversas (SILVA, 1980).

É uma árvore cuja altura atinge 18 metros (MENDES, 1987), possui um tronco curto e tortuoso, chegando a 8 metros (BRAGA, 1976) e diâmetro de até 80 cm (AZEVEDO, 1984), possuindo ainda, uma madeira elástica, pesada, compacta e dura (BRAGA, 1976).

É uma espécie pouco exigente em água, que ocorre naturalmente em zonas tropicais áridas, que não chegam a alcançar índices pluviométricos de 100 mm anuais. Essa característica da Algaroba é de extrema importância para a silvicultura do Nordeste brasileiro, uma vez que a precipitação média anual dessa região semiárida é de 750 mm (GOMES, 1999).

Gomes (1999) relata ainda que a madeira da Algaroba possui uma boa estrutura, textura, grã direita, boa durabilidade natural e apresenta estabilidade dimensional, sendo madeira de boa qualidade para carpintaria e marcenaria.

Quanto à produção, estima-se que existe uma área superior a 500 mil hectares de Algaroba, na Região Nordeste segundo o Centro de Pesquisa do Semiárido da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (CPSA/EMBRAPA).

É uma espécie leguminosa, não oleaginosa e xerófila, muito utilizada em reflorestamentos, e também na alimentação de animais, podendo ser ainda uma possível fonte de alimentação alternativa para o homem. É utilizada ainda para a produção de madeira, carvão vegetal, estacas, álcool, melão, apicultura, reflorestamento, sombreamento, tornando-se, por conseguinte, uma cultura de valor econômico e social (SILVA et al., 2001).



De acordo com Franco et al. (2010), a Algaroba foi um dos maiores sucessos quando se trata em introdução de plantas xerófilas no semiárido nordestino, fortalecendo assim, a economia regional, produzindo desde alimentos para bovinos como também protegendo e enriquecendo os solos pobres. O mesmo autor relata ainda que a planta é resistente a seca e que floresce em qualquer período do ano o que pode proporcionar a exploração de abelhas para o homem.

## 2.3 Propriedades Físico-mecânicas da madeira

### 2.3.1 Densidade da madeira

Define-se como densidade básica da madeira a relação da mesma em estado seco pelo seu volume saturado, onde a massa seca é determinada colocando os corpos-de-prova em estufa a uma temperatura de  $103 \pm 2^\circ\text{C}$ , até atingir uma massa constante. Quanto ao volume saturado, os corpos-de-prova são submersos em água até atingirem uma massa constante (ABNT,1997).

Com relação a densidade aparente, ela pode ser definida entre a razão da massa e o volume dos corpos-de-prova a um teor de umidade de 12%. Panshin e De Zeeuw (1970), relataram que por ser fácil de determinar e por apresentar uma relação boa com as propriedades mecânicas, a densidade da madeira é uma das propriedades físicas mais estudadas no mundo.

### 2.3.2 Teor de umidade

De acordo com Martins (1988), o teor de umidade da madeira é definido pela quantidade de água que uma peça de madeira contém, expressada como porcentagem do peso seco em estufa ( $103 \pm 2^\circ\text{C}$ ) da peça de madeira, conforme a equação abaixo:

$$(1) \quad \text{TU}\% = \frac{\text{peso inicial} - \text{peso seco em estufa}}{\text{Peso seco em estufa}} \times 100$$

A madeira também pode ser classificada em classes de umidade segundo a ABNT – NBR 7190:

**Figura 1** – Classes de umidade para madeiras (ABNT, 1997)

Classes de umidade	Umidade relativa do ambiente ( $U_{amb}$ )	Umidade de equilíbrio da madeira ( $U_{eq}$ )
1	$\leq 65\%$	12%
2	$65\% < U_{amb} \leq 75\%$	15%
3	$75\% < U_{amb} \leq 85\%$	18%
4	$U_{amb} > 85\%$ durante longos períodos	$\geq 25\%$

Fonte – (ABNT,1997)

## 2.4 Agentes deterioradores da madeira

A madeira é degradada biologicamente porque os organismos reconhecem os polímeros naturais da parede celular como fonte de nutrição, e alguns deles possuem sistemas enzimáticos específicos capazes de metabolizá-los em unidades digeríveis. A celulose é o alimento fundamental e universalmente usado pelos cupins, e a madeira, pelo seu alto teor de celulose, é o alimento preferido por um vasto número de espécies de cupins, entretanto, a celulose é uma substância de difícil digestão, onde, para degradá-la é necessário um grande arsenal enzimático (LEPAGE, 1986).

Os térmitas (cupins) são, dentre os insetos, os mais severos agentes destruidores da madeira (PAES; VITAL, 2000). Dentre os cupins, os de solos ou subterrâneos são responsáveis pelos maiores volumes de perdas de madeira no mundo (RICHARDSON, 1993).

Algumas espécies podem atacar árvores vivas, porém a maioria das espécies xilófagas ataca a madeira morta. Outras já atacam a madeira úmida, no caso da espécie *Neoterme*, e outras alimentam-se de madeira seca. Algumas espécies de cupins apresentam marcada preferência por madeira previamente atacada por fungos xilófagos e, em alguns casos, ocorre uma interação bastante complexa entre esses dois organismos (LEPAGE, 1986).

Em um dos trabalhos realizados por (PAES et al., 2001), o referido autor relatou o quanto os cupins agem de forma degradante em casas e ambientes urbanos, causando enormes prejuízos ao homem, onde os cupins da espécie *Nasutiterme corniger* (Motsch.) chegaram ao meio urbano atacando móveis e objetos de madeira, em especial as empregadas nas estruturas das construções.

## 2.5 Classificação dos preservativos e dos métodos de tratamento

Para Lepage, (1986), é mais comum os preservativos serem classificados em oleosos, oleossolúveis e hidrossolúveis, sendo que alguns autores reúnem oleosos e oleossolúveis numa categoria. Tais critérios é meramente didática, pois as modernas técnicas de produção de emulsões tiram muito do valor desse critério estabelecido com base na natureza química do solvente. Por conta do amplo uso dos derivados de petróleo, os preservativos hidrossolúveis estão tomando de conta cada vez mais quando se fala em preservação de madeiras.

Segundo Torres (2011) apud Farias Sobrinho et al., (2005), os métodos de tratamento de madeiras podem ser classificados em não-industriais ou industriais, este utilizando equipamentos específicos, onde o método não-industrial que mais se destaca é o de substituição de seiva por transpiração radial, onde o referido método apresenta uma fácil operação além de um baixo custo tanto na compra dos reagentes que são necessários para a aplicação do método, quanto para a instalação dos equipamentos.

O referido método consiste em, com a madeira ainda verde, fazer a substituição da seiva da madeira pela a solução previamente preparada, onde preferencialmente o tratamento possa ser realizado até no máximo 24 horas após o corte da árvore (TORRES, 2011). O mesmo autor ainda relata que o método da substituição de seiva é muito utilizado nas pequenas propriedades para tratamento de estacas e mourões.

Magalhães; Pereira, (2003), relataram que para realizar o tratamento, seria necessário que a madeira seja preferencialmente roliça e descascada, facilitando assim, a penetração da substância preservativa, logo em seguida as referidas peças são dispostas em tambores, para que depois seja colocada a solução já preparada. Eles advertem ainda que após o tratamento, os moirões devem secar ao ar livre.

Por consequência, a retenção pode ser considerada como um fator importante para avaliar qualitativamente o tratamento preservativo escolhido, assim como relata (HUNT; GARRATT, 1967):

“De modo geral, as retenções mínimas de preservativos hidrossolúveis devem ser de 5 a 16 kg/m<sup>3</sup> de madeira tratada (HUNT; GARRATT, 1967).”

Já para a Norma Brasileira Regulamentadora - NBR 9480, da Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT (2009) indaga que a retenção deve ser de, pelo menos, 6,5 kg de ingredientes ativos/m<sup>3</sup> de madeira, nas peças que terão contato direto com o solo.

## 2.6 Fatores que afetam o tratamento preservativo

Um tratamento preservativo eficiente deve estar diretamente ligado ao preservativo que foi utilizado, à técnica que será aplicada na madeira como também a espécie florestal utilizada. Como base para tal avaliação temos a retenção e a penetração (MENDES, 1988).

De acordo com Mendes (1988), o tempo pode ser uma das causas que podem afetar o tratamento preservativo na madeira de espécies florestais, ou seja, quanto maior for o tempo de tratamento, maior será a retenção e a penetração das peças tratadas. Vale ressaltar que ao se falar de tempo, deve-se ficar atento para os custos de produção, sendo ele o último parâmetro a ser aumentado quando o objetivo é melhorar a penetração e a retenção do preservativo na madeira.

## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9480**: peças roliças preservadas de eucalipto para construções rurais: requisitos. Rio de Janeiro, 2009. 12 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7190**: Projeto de estruturas de madeira. Rio de Janeiro, 1997. 107p.

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.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Uso sustentável e conservação dos recursos florestais da Caatinga**. Brasília-DF, 2010. 368p.

CAMPELO, C. R. Algarobeira: alternativa para o semiárido brasileiro. In: **CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA**, 39. 1988.

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, n. 3, p. 225-236, 2005.

FRANCO et al., Viabilidade sócio-ambiental da Algaroba no cariri paraibano. **Engenharia Ambiental**, Espírito Santo do Pinhal, v. 7, n. 4, p. 232-248, out. /dez. 2010.

GOMES, J. J. **Características tecnológicas 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.

IBGE - **INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA**. Contagem da População 2007. Rio de Janeiro. 2007, 311p.

LEPAGE, E. S. **Manual de preservação de madeiras**. Vol. 1. São Paulo-SP 1986. 342 p.

MAGALHÃES, W. L. E.; PEREIRA, J. C. D. **Método de substituição de seiva para preservação de mourões**. Colombo: EMBRAPA, 2003. (Comunicado técnico, 97).

MARTINS, A.V. **Secagem de madeira serrada**. Brasília, IBDF/DPq — LPF, 1988. 52 p.

MENDES, B. V. Potencialidades da Algaroba (*Prosopis juliflora* (SW). DC). In: **SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE ALGAROBIA**, 1987, Mossoró. **Revista da Associação Brasileira de Algaroba**, v. 1, n. 4, p. 17-41, 1987.

MENDES, A.S. **A degradação da madeira e sua preservação**. Brasília, IBDF/DPq — LPF, 1988. 58p.

MMA - **MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE**. **Atlas das áreas susceptíveis à desertificação do Brasil**. MMA/SRH/UFPB. Brasília: MMA. 2007, 134p.

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

PAES, J. B.; VITAL, B. R. Resistência natural da madeira de cinco espécies de eucalipto a cupins subterrâneos em teste de laboratório. **Revista Árvore**, v.24, n.1, p.1-6, 2000.

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.

PANSHIN, A.J.; De ZEEUW, C. **Textbook of wood technology.** 3. ed. New York: McGraw-Hill, v.1, 1970. 705 p.

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

SGAI, R. D. **Fatores que afetam o tratamento para preservação de madeiras.** 2000. 122f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Estadual de Campinas, São Paulo, 2000.

SILVA, S. A., SOUSA, A. G., CONCEIÇÃO, M. M., ALENCAR, A. L. S., PRASAD, S., CAVALHEIRO, J. M. O. Estudo termogravimétrico e calorimétrico da Algaroba. **Química Nova**, Vol. 24, N. 4, 460-464, 2001.

SILVA, H. D. Comportamento de essências florestais nas regiões áridas e semiáridas do Nordeste: resultados preliminares. **EMBRAPA-DID**, 1980. 25 p.

TORRES, P.M.A, PAES, J.B; FILHO, J.A.L; NASCIMENTO, J.W.B. Tratamento preservativo da madeira juvenil de *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh. Pelo método de substituição de seiva. **Cerne**, Lavras, n. 2, p. 275-282, 2011.

## **CAPÍTULO 1**

---

### **AVALIAÇÃO E EFICIÊNCIA DO CCB NA MADEIRA DE ALGAROBA (*Prosopis juliflora* (Sw.) D.C.) PELO MÉTODO DA SUBSTITUIÇÃO DE SEIVA**

---

# **AValiação E Eficiência DO CCB NA MADEIRA DE ALGARoba (*Prosopis juliflora* (Sw.) D.C.) PELO MÉTODo DA SUBSTITUIÇÃO DE SEIVA**

## **RESUMO**

Neste estudo avaliou-se a penetração e retenção do preservativo CCB em peças roliças de algaroba (*Prosopis juliflora* (Sw.) D.C.) quando submetidas ao método de substituição da seiva. Foram aleatoriamente selecionados 16 troncos, os quais foram simultaneamente descascados e divididos em quatro grupos. O primeiro grupo foi submetido à solução preservante imediatamente após o abate; o segundo grupo foi submetido à solução preservante 24 horas após o abate; o terceiro grupo foi mantido imerso em água durante 15 dias antes de ser submetido à solução preservante; o quarto grupo não foi submetido a qualquer tratamento de preservação. Após o término do processo de preservação foram retirados discos em três distintas posições de cada tronco (base, meio, topo) para a avaliação dos parâmetros de penetração e retenção. Para análise da penetração utilizaram-se reações colorimétricas, sendo avaliados os elementos boro e cobre. As análises de retenção para os elementos cromo, cobre e boro foram realizados por espectrofotometria. Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado em arranjo fatorial, com quatro repetições (peças roliças) considerando-se dois fatores: situação e posição. O fator situação foi composto por três níveis (imediate; posterior; imerso), assim com o fator posição (base; meio; topo). O efeito dos fatores principais e suas interações, assim como a comparação de médias, foram analisados considerando 5% de probabilidade. Os resultados obtidos permitem concluir que peças mantidas submersas antes de serem submetidas ao tratamento preservativo apresentaram significativa melhoria de sua tratabilidade, mantendo uma distribuição uniforme dos elementos químicos ao longo do seu comprimento.

**Palavras-chave:** tratamento de moirões, teor de umidade, substituição de seiva.

## **ABSTRACT**

### **EVALUATION AND EFFICIENCY OF CCB IN ALGARoba (*Prosopisjuliflora* (Sw.) DC) WOOD THROUGH THE SAP SUBSTITUTION METHOD**

In this study we evaluated the penetration and retention of preservative chromated copper borate (CCB) in algaroba (*Prosopisjuliflora* (Sw.)DC) roundwood when subjected to substitution of sap method. 16 trunks were randomly selected, which were simultaneously peeled and divided into four groups. The first group underwent preservative solution immediately after slaughter (called "immediate") ; the second group underwent preservative solution 24 hours after slaughter (called "posterior"); the third group was kept immersed in water for 15 days before being subjected to the preservative solution (called "immersed") ; the fourth group was not subjected to preservation. After the end of the preservation process disks were obtained at three different positions of each trunk (base, middle and top) for the evaluation of the parameters of penetration and retention. For analysis of the penetration colorimetric reactions were used, as well as the reviews of the boron and copper elements. Analyses for retaining the elements chromium, copper and boron were carried out by spectrophotometry. We used a completely randomized factorial design with four replications (roundwood) considering two design factors: location and position. The Situation factor consisted of three levels (immediate, posterior; immersed), and also the Position factor (base, middle, top). The effect of the main factors and their interactions, as well as comparison of means were analyzed considering 5 % probability. The results indicated that kept submerged pieces before being submitted to the preservative treatment showed significant improvement in their treatability, maintaining an even distribution of the chemical elements along its length.

**Keywords :** treatment of fence posts , moisture content , sap substitution.

## INTRODUÇÃO

O bioma Caatinga apresenta uma diversidade de plantas muito grande, onde a vegetação nela existente é bastante complexa e utilizadas para os mais variados fins, tais como madeireiros, forrageiros, medicinais, produção de frutos, dentre outros.

De acordo com Brasil (2010) muito dos recursos florestais do bioma caatinga vem sendo usados com uma intensidade enorme para satisfazer as necessidades humanas da região semiárida. Com a diminuição das reservas naturais de várias essências para o uso da madeira, juntamente com a sua empregabilidade no comércio e no meio rural, hoje já se exige uma busca por espécies exóticas com qualidades iguais ou superiores as espécies nativas como exemplo a durabilidade e a tolerância a fungos e insetos. E é neste contexto que a algaroba (*Prosopis juliflora* (Sw.) D.C.), planta exótica, de origem peruana, está sendo utilizado em diversos fins e vem sendo ultimamente estudada a fim de melhorar o seu aproveitamento.

Para que uma madeira tenha a sua durabilidade aumentada e/ou melhorada, é possível aplicar alguns tratamentos simples para proporcionar uma maior proteção e durabilidade da mesma. Dentre vários métodos empregados para o tratamento da madeira para a sua venda comercial ou para o uso rural, o método da substituição da seiva é o mais usado por possuir uma fácil operacionalidade e também um baixo custo. Um ponto fundamental que deve ser considerado quando da execução deste método é o teor de umidade em que se encontra a madeira, pois é recomendado utilizar a madeira contendo alto teor de umidade.

Referindo-se ao método de substituição de seiva, Sgai (2000) relata que a madeira deve ser submetida ao tratamento preservativo em até 48 horas após seu abate, a fim de evitar perda de umidade, o que vem a prejudicar a preservação. Considerando a região semiárida, este fator torna-se ainda mais crítico devido às condições drásticas de clima, que proporcionam secagem mais rápida da madeira. Portanto, seria necessário o desenvolvimento de uma metodologia que aumente o teor de umidade das peças, aumentando também a eficiência do tratamento preservativo. Nesse contexto, este estudo tem como objetivo avaliar a eficiência do preservativo CCB, em peças roliças de algaroba (*Prosopis juliflora* (Sw.) D.C.), as quais foram anteriormente submetidas a diferentes situações que alteraram o teor de umidade e, conseqüentemente, refletindo na qualidade do processo de preservação.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Obtenção do material

As peças de madeira foram provenientes de 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 (FARIAS SOBRINHO, et al. 2005).

### Coleta e preparo das amostras

Foram abatidas 16 árvores, com diâmetro entre 6 e 12 cm, e altura de 2 metros. Os troncos foram transportados para a Universidade Federal de Campina Grande – UFCG, Campus de Patos-PB, onde foram descascadas manualmente. Com o auxílio de uma escova de aço foram removidas as camadas do câmbio vascular para melhorar o efeito do tratamento. De cada moirão foram retirados dois discos das extremidades superior e inferior que foram acondicionados em sacos plásticos para as determinações de volume, teor de umidade e massa específica.

### Determinação do volume, massa específica e teor de umidade dos moirões

Traçou-se duas linhas perpendiculares, e com o auxílio de uma régua graduada em milímetros foram feitas as medições, onde foi utilizado o valor médio das mesmas. Para tanto, não foi considerado a espessura do alburno, e conseqüentemente não foi feito o cálculo de volume tratável por tratamento.



Para a determinação da massa úmida dos discos foi utilizado uma balança de precisão de 0,01 gramas e após foi determinado o volume dos discos pelo método de deslocamento de água (VITAL, 1984). Ao término da determinação do volume, os discos foram levados à estufa com uma temperatura ajustada para  $103 \pm 2^\circ\text{C}$  até os valores ficarem constantes.

A massa específica e o teor de umidade foram determinados pelas fórmulas 1 e 2, respectivamente:

$$U = \frac{M_u - M_s}{M_s} \times 100\% \quad \text{Eq.1}$$

$$E = \frac{M_s}{V_u} \text{ (g/cm}^3\text{)} \quad \text{Eq.2}$$

Onde:

U = Teor de umidade (%);

M<sub>u</sub> = Massa úmida (g);

M<sub>s</sub> = Massa seca (g).

E = Massa específica aparente básica (g/cm<sup>3</sup>);

V<sub>u</sub> = Volume da madeira saturada (cm<sup>3</sup>).

### Preparo da solução preservativa

Para o preparo da solução preservativa considerou-se uma concentração de 2% de ingredientes ativos uma vez que esta foi a melhor concentração a ser utilizada para esta espécie segundo (PAES, et al. 2006). Foi usado o dicromato de sódio como fornecedor de cromo, o sulfato de cobre como o fornecedor de cobre e o ácido bórico como fornecedor de boro, seguindo metodologia de PAES et al. (2007), MODES, et al. (2011) e TORRES et al. (2011).

### Processo de substituição de seiva

O método empregado para o tratamento das peças foi o de substituição da seiva (PAES et al. 1991; PAES et al. 2006; TORRES et al. 2011). As peças foram dispostas verticalmente num tambor, sendo adicionada a solução preservativa de forma que as peças ficassem parcialmente submersas e com a parte aérea separada para facilitar a circulação do ar, facilitando assim a evaporação da seiva. Para evitar a evaporação da água da solução preservativa e manter o nível inicial da solução nos recipientes foi adicionado óleo vegetal. Na medida em que a solução foi absorvida pelas peças, era realizada a reposição da solução diariamente.

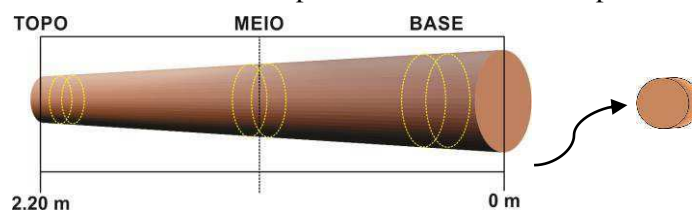
A totalidade das peças obtidas foi selecionada ao acaso, identificadas e testadas sob três situações: na primeira situação, denominada “Imediata”, as peças foram submetidas à solução preservante imediatamente após o abate; na segunda situação, denominada “Posterior” as peças foram submetidas à solução preservante 24 horas após o abate; na terceira situação, denominada “Imersa”, as peças foram mantidas imersas em água durante 15 dias antes de serem submetidas à solução preservante. Adicionalmente, um quarto grupo de peças foi testado sem ser submetido a qualquer tratamento preservativo (testemunha), o qual foi utilizado somente para fins de comparação.

### Amostragem e análise das peças tratadas

Ao final do tratamento (15 dias) as peças foram empilhadas em local seco e ventilado por um período de 30 dias. Após este período retirou-se 2 discos de aproximadamente 2 cm de espessura, ao longo das peças tratadas tomando como referência a base, o meio e o topo (Figura 1).

FIGURA 1: Retirada dos discos para avaliação dos parâmetros de penetração e retenção

FIGURE 1: Removal of discs to review the penetration and retention parameters.



Fonte: Azevêdo, 2014.

## **Análises da penetração do preservativo**

Os discos foram lixados em ambas as faces e demarcados duas linhas ao longo da seção transversal, perpendiculares entre si, passando pela medula. A penetração do preservativo (elementos boro e cobre) foi determinada por reações colorimétricas segundo MB-790 (ABNT, 1973). Para a avaliação da presença do boro foi borrifada em um lado do disco, uma solução de iodo e álcool polivinílico e, no lado oposto foi aplicada uma solução de “cromo-azurol S” para avaliar a presença do cobre, seguindo as especificações da NBR 6232 (ABNT, 2013). Utilizou-se um paquímetro digital com graduação milimétrica, realizando 4 medições sobre as linhas demarcadas, considerando-se as médias das leituras.

## **Análises da retenção do preservativo**

A partir dos discos foram retirados corpos de prova com dimensões nominais 2cm x 2cm x 1,5cm da porção tratável do alburno, em lados opostos da medula, totalizando quatro corpos de prova por disco, que foram identificados igualmente conforme sua posição e simetria no disco.

A digestão das amostras e o cálculo da retenção foram realizados conforme metodologia descrita por Paes et al. (1991). As amostras foram encaminhadas para o Laboratório Agroambiental da Embrapa Semiárido – Petrolina-PE, onde foram feitas as leituras dos elementos cromo e cobre, e para o Laboratório de análises de solos e plantas do IF-SERTÃO Zona Rural – Campus de Petrolina – PE para a leitura do elemento boro.

## **Análise dos dados**

Os dados relativos ao diâmetro, volume das peças, densidade básica e massa específica foram submetidos a análise de variância (teste de F).

Para a análise da penetração e retenção dos elementos foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado com arranjo fatorial. Para comparar a retenção do produto preservativo da madeira foram testados dois fatores: fator situação, com três níveis (Imediato; Posterior; Imerso), e fator posição, com três níveis (base, meio, topo). No caso do grupo de peças não submetido ao tratamento preservativo (testemunha), suas amostras foram analisadas apenas para fins de aferição dos dados.

As penetrações e retenções na madeira totalizaram 36 análises para as 16 peças estudadas. Os valores de penetração e de retenção do preservativo foram analisados para verificar a existência de diferenças significativas entre as situações, posições nas peças e a existência de interações significativas entre os fatores analisados.

Em todos os casos, as variáveis foram transformadas em logaritmo neperiano a fim de homogeneizar as variâncias, quando necessárias, e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **Características das peças**

Considerando-se o diâmetro médio, volume e a massa específica, não houve diferença estatística significativas nas três situações estudadas. Já para o teor de umidade foi observado diferenças significativas, onde a situação Imersa apresentou maior valor quando comparado as demais (Tabela 1).

TABELA 1: Comparações entre as situações estudadas para as propriedades físicas de peças roliças de *Prosopis juliflora* (Sw.) D.C. submetidas ao tratamento preservativo pelo método de substituição de seiva.  
TABLE 1: Comparisons between the situations studied for physical properties of *Prosopis juliflora* (Sw.) DC roundwood subjected to preservative treatment by the substitution of sap method.

Situação	Número de repetições	Diâmetro Médio (cm)	Volume (dm <sup>3</sup> )	Teor de umidade (%)	Massa específica básica (g/cm <sup>3</sup> )
Imediata	4	6,40 a*	6,19 a	52,00 b	0,69 a
Posterior	4	6,74 a	6,90 a	48,56 b	0,67 a
Imersa	4	6,20 a	5,82 a	82,41 a	0,61 a
F <sub>calc</sub>		1,13	1,15	129,00	3,08
p		0,3657	0,3551	<0,001	0,0955

Onde: F<sub>calc</sub> = valor de F calculado; p = valor p. \*Médias seguidas pela mesma letra, numa mesma coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Não houve uma variação notória ao comparar os volumes nas três situações, visto que seria praticamente impossível conseguir uma maior homogeneidade dentre as peças, o que difere do trabalho feito por Paes (1991), o qual relatou que houve uma variação entre os volumes de madeira que foram submetidos a diferentes tratamentos, sendo impossível efetuar uma seleção de moirões mais homogêneo, pois o que justifica é o prazo máximo entre o abate da árvores e o tratamento dos moirões pelo método utilizado o qual não pode ultrapassar 24 horas.

O teor de umidade nas três situações estudadas apresentou diferenças onde, a situação Imersa se sobressaiu das demais situações, e a situação Posterior foi a que apresentou menor teor de umidade. Esse fato se deve ao tempo entre o abate até o início do tratamento, onde a situação Posterior foi submetido 24 horas após o abate. O alto valor de teor de umidade apresentado pela situação Imersa pode ter favorecido a difundir o produto preservativo em suas peças, esse fato pode ser comprovado no trabalho descrito por Paes et al. (2001) que os referidos autores trabalharam com peças de Bracatinga e Eucalipto.

Farias Sobrinho et al. (2005) trabalhando com algaroba, encontrou valores de teor de umidade relativamente baixos, apresentando um valor médio de 56,6%, onde relataram que os valores apresentados dificultaram a penetração e a difusão do preservativo nas peças.

Quanto a massa específica não foram encontrados grandes diferenças entre as situações estudadas, o fato que pode ter acontecido a tal fenômeno é de uma lixiviação dos extrativos presentes na madeira. Paes, (1991) trabalhando com Bracatinga e Espécies de Eucalipto relatou também que não houve diferenças significantes entre os valores de massa específica devido a variabilidade genética entre as árvores.

### Penetração dos elementos boro e cobre

Para os valores encontrados em relação a penetração do elemento boro, a interação entre os fatores (Situação x Posição) apresentou-se não significativa (F = 1,21 e p = 0,333). Com relação aos efeitos principais, o fator Situação apresentou-se não significativo, porém o fator Posição apresentou-se significativo. Para o elemento cobre, a interação entre os fatores também apresentou-se não significativo (F = 0,83 e p = 0,5199), porém os efeitos principais apresentaram significativos (Tabela 2).

TABELA 2: Comparações múltiplas entre médias da penetração dos elementos boro e cobre em peças roliças de *Prosopis juliflora* (Sw.) D.C. submetidas ao tratamento preservativo pelo método de substituição de seiva.

TABLE 2: Multiple comparisons between means penetration of the elements boron and copper *Prosopis juliflora* (Sw.) DC roundwood subjected to preservative treatment by the substitution of sap method.

Elemento	Fator Situação		Fator Posição	
	Níveis do fator	Penetração (mm)	Níveis do fator	Penetração (mm)
Boro	Imediato	6,63 a*	Base	10,91 a
	Posterior	8,76 a	Meio	6,63 b

	Imerso	8,43 a	Topo	6,78 b
	F <sub>calc</sub>	1,76	F <sub>cal</sub>	6,21
	p	0,195	p	<0,001
<b>Cobre</b>	Imediato	4,74 b	Base	10,41 a
	Posterior	8,39 a	Meio	5,97 b
	Imerso	7,94 a	Topo	5,07 b
	F <sub>calc</sub>	5,64	F <sub>cal</sub>	8,04
	p	0,0101	p	0,0023

Onde: F<sub>calc</sub>= valor de F calculado; p = valor p. Análises de variância e comparações de médias realizadas com dados transformados para logaritmo neperiano. Médias são apresentadas nos valores originais. \*Médias seguidas pela mesma letra, numa mesma coluna e para o mesmo elemento, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Considerando-se a penetração do elemento boro, foi observado no fator “situação”, que todas as variáveis não sofreram influência sobre a penetração do elemento boro na madeira, onde a maior diferença de penetração ocorreu no fator “posição”, onde o topo e a região mediana foram inferiores os valores encontrados para a base.

Quanto ao fator situação, nota-se que os níveis Posterior obtiveram valores superiores quando comparado ao nível imediato, apresentando assim um comportamento diferente entre eles. De um modo geral, este fato deve ter ocorrido pelas condições meteorológicas onde, na época da execução do experimento ocorreram precipitações onde pode ter alterado a umidade das peças durante o andamento do experimento.

Observando o fator posição, as peças que ficaram imersas no produto preservativo obtiveram resultados superiores aos do meio e topo da peça. Deste modo as peças, estariam mais protegidas no solo, ficando a parte superior desprotegida contra os agentes degradadores da madeira.

Trabalhando com a mesma espécie, Farias Sobrinho et al. (2005) também encontraram valores superiores nas posições onde as peças ficaram imersas no produto preservativo. Paes et al. (2006) também encontraram valores superiores na posição situada a 50 cm da base da peça, decrescendo a medida em que chegava na parte superior (10 cm do topo das peças).

Com relação ao fator situação para o elemento cobre, os níveis posterior e imerso superaram também o nível imediato, fato devido ao que foi explicado anteriormente a penetração do elemento boro. Já para o fator posição, as peças que ficaram imersas apresentaram uma melhor penetração, quando comparadas as posições do meio e do topo, que de acordo com Torres et al. (2011) é um comportamento natural, visto que as peças permaneceram durante um maior tempo em contato com a solução preservativa, corroborando também com os trabalhos de Farias Sobrinho et al. (2005) e Paes et al. (2005).

Torres et al. (2011) observaram também que em relação a posição, os valores encontrados nas porções inferiores das peças apresentaram maior penetração do elemento cobre do que nas posições intermediárias e superiores. A Norma Regulamentadora NBR 9480 (ABNT, 1986) descreve que, nos tratamentos industriais e para as madeiras de folhosas, o produto preservativo utilizado deve penetrar de forma total no alburno diferentemente do que acontece com os tratamentos não industriais onde não é possível obter essa eficiência.

Herrera (1977) citou em um de seus trabalhos que se a espessura do alburno for menor que 2,0 cm, o produto preservativo deve ser impregnado de forma total e quando a este valor for superior, a penetração, deve ser de no mínimo 85% de espessura. Fato esse que torna mais difícil quando se trata de processos não industriais de tratamento de madeira.

Modes et al. (2011) consideraram o que foi recomendado por Galvão et al. (1968), que relatou em um de seus trabalhos que uma penetração é considerada satisfatória quando a mesma for superior a 10mm. Paes et al. (2001), encontrou valores de penetração do elemento cobre na área basal de 2,5 mm usando o método de imersão prolongada, sendo também abaixo de 10mm. A penetração do boro e do cobre foi decrescendo da posição basal até o topo da peça, onde notou-se ainda que o boro apresentou uma penetração superior a do elemento cobre. A causa mais provável do fato ocorrido é da maior mobilidade do boro em relação ao cobre, fatos observados por Paes et al. (1991) e Paes et al. (2006).

De modo geral, as peças submetidas aos níveis Posterior e Imersa obtiveram valores de penetração superiores aos das peças do tratamento Imediato, fato este não esperado, pois esperava-se que, o tratamento imediato e imerso proporcionasse uma maior penetração da solução preservativa na madeira em relação ao posterior, pelo fato do alto teor de umidade presente nas mesmas. Tal fato, provavelmente, pode ter ocorrido em virtude de chuvas caídas na época da implantação do experimento, caso atípico para a época na região onde foi feito o estudo. Já para o fator posição, os valores da penetração na base foram superiores aos encontrados na região mediana e no topo da peça, fato este devido a peça encontrar-se totalmente imersa no preservativo.

### Retenção dos elementos cobre, cromo e boro

A análise da retenção do elemento cobre nas peças tratadas não apresentou interação significativa entre os fatores ( $F = 2,41$  e  $p = 0,741$ ). Com relação aos efeitos principais, o fator situação apresentou-se significativo estatisticamente, porém o fator posição apresentou-se não significativo. Com relação a análise de retenção do elemento cromo, a interação entre os fatores apresentou-se não estatisticamente significativa ( $F = 1,86$  e  $p = 0,1470$ ), já para os efeitos principais, o fator situação apresentou-se significativo, porém o fator posição apresentou-se não significativo. Para o elemento boro foi observado que interação entre os fatores apresentou-se não significativa estatisticamente ( $F = 1,17$  e  $p = 0,3451$ ), já para os efeitos principais, o fator situação apresentou-se significativo e o fator posição não significativo (Tabela 3).

TABELA 3: Comparações múltiplas entre médias para a retenção dos elementos cobre, cromo e boro em peças roliças de *Prosopis juliflora* (Sw.) D.C. submetidas ao tratamento preservativo pelo método de substituição de seiva.

TABLE 3: Multiple comparisons between means for retaining the elements copper, chromium and boron *Prosopis juliflora* (Sw.) DC roundwood subjected to preservative treatment by the substitution of sap method.

Elemento	Fator Situação		Fator Posição	
	Níveis do fator	Retenção (kg/m <sup>3</sup> )	Níveis do fator	Retenção (kg/m <sup>3</sup> )
Cobre	Imediato	0,22 b	Base	0,76 a
	Posterior	0,44 ab	Meio	0,52 a
	Imerso	1,06 a	Topo	0,33 a
	<b>F<sub>cal</sub></b>	7,28	<b>F<sub>cal</sub></b>	1,97
	<b>p</b>	0,003	<b>p</b>	0,1587
	Cromo	Imediato	0,60 b	Base
Posterior		0,88 b	Meio	1,32 a
Imerso		2,60 a	Topo	0,75 a
<b>F<sub>cal</sub></b>		10,18	<b>F<sub>cal</sub></b>	2,57
<b>p</b>		<0,001	<b>p</b>	0,0955
Boro		Imediato	1,56 b	Base
	Posterior	0,73 b	Meio	0,87 a
	Imerso	1,16 a	Topo	0,76 a
	<b>F<sub>cal</sub></b>	8,7	<b>F<sub>cal</sub></b>	0,37
	<b>p</b>	0,0012	<b>p</b>	0,6922

Onde:  $F_{calc}$  = valor de F calculado; p = valor p. Análises de variância e comparações de médias realizadas com dados transformados para raiz quadrada. Médias são apresentadas nos valores originais. \*Médias seguidas pela mesma letra, numa mesma coluna e para o mesmo elemento, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Para o cobre, com relação ao fator da situação, o nível Imersa apresentou uma retenção de cobre superior à dos demais tratamentos. Isso comprova que a madeira estando com condições de

umidade maiores, tem uma grande facilidade de absorver o produto preservativo. Por outro lado, a situação Imediata deveria ter apresentado um valor superior a situação Posterior, visto que as peças foram colocadas no produto preservativo logo quando elas chegaram no local de tratamento.

Fatos como este podem ser explicados devido as condições climáticas pelos quais não favoreceram no dia do tratamento das duas situações, onde ocorreram chuvas, ou também por questões fisiológicas da espécie, que pode ocorrer entre espécies, ou até mesmo na própria espécie, a exemplo da formação de tilose em seus vasos. Quanto ao fator posição, os valores da base foram superiores aos demais, esse fato ocorreu justamente pelas peças que se encontraram na região basal ficarem totalmente imersas no produto preservativo ao longo do tempo de tratamento.

Para o cromo, ao observar o fator situação, notou-se que as estacas da situação Imersa, mais uma vez obtiveram resultados melhores, quando comparadas as demais situações, e que a situação Posterior também superou a situação Imediata. Já analisando o fator situação, notadamente a região basal foi a que apresentou melhores resultados, quando comparadas regiões medianas e a do topo.

Para o boro, ao observar o fator Situação, diferentemente das outras análises que foram feitas, podemos observar que a retenção do boro no nível Imediata e Imersa superou o nível Posterior, fato inusitado visto que as demais retenções levando em consideração a situações deram resultados diferentes. Este fato pode ter acontecido pela fácil mobilidade do boro em relação ao cobre. Já no fator Posição, a região mediana foi superior as demais posições, fato este se deve, na hora da escolha do corpo de prova, que foi realizada por sorteio, podendo o corpo de prova utilizado apresentar uma maior porção do elemento químico boro.

### Retenção total do CCB

Com relação a retenção total do CCB pode-se observar que a interação entre os fatores (Situação x Posição) apresentou-se não estatisticamente significativa ( $F = 1,36$  e  $p = 0,2726$ ). Com relação aos efeitos principais, o fator Situação apresentou-se significativo estatisticamente, porém o fator Posição apresentou-se não significativo pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade (Tabela 4).

TABELA 4: Comparações múltiplas entre médias para a retenção total dos elementos cobre, cromo e boro em peças roliças de *Prosopis juliflora* (Sw.) D.C. submetidas ao tratamento preservativo pelo método de substituição de seiva.

TABLE 4: Multiple comparisons between means for the total retention of the elements copper, chromium and boron *Prosopis juliflora* (Sw.) DC of roundwood subjected to preservative treatment by the substitution of sap method.

Fator Situação		Fator Posição	
Níveis do fator	Retenção CCB	Níveis do fator	Retenção CCB
Imediato	1,81 b*	Base	3,78 a
Posterior	2,70 b	Meio	3,23 a
Imerso	5,06 a	Topo	2,56 a
F <sub>calc</sub>	11,42	F <sub>calc</sub>	1,51
p	<0,001	p	0,2391

Onde: F<sub>calc</sub>= valor de F calculado; p = valor p. Análises de variância e comparações de médias realizadas com dados transformados para raiz quadrada. Médias são apresentadas nos valores originais. \*Médias seguidas pela mesma letra, numa mesma coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

De um modo geral, nas três posições estudadas, o método de substituição de seiva, encontrou valores de retenção inferiores à mínima recomendada pela MB-790 (ABNT, 1973) utilizando preservativos hidrossolúveis, chegando a estar com valor próximo a norma as peças encontradas na situação Imersa (5,06 kg i.a./m<sup>3</sup>). Para a posição, os valores encontrados na região basal das peças foram superiores as demais, mas sendo inferior à mínima recomendada pela referida norma.

Ao observar o fator situação, as peças que ficaram na situação Imersa apresentaram valores bem superiores das situações Imediata e Posterior, o que significa dizer que as peças que apresentam um alto teor de umidade, tendem a ter uma retenção consideravelmente boa. Já para o fator Posição, a porção que ficou imersa no produto preservativo tiveram valores superiores as demais posições (meio e topo). Isso ocorreu devido as peças estarem na parte inferior do tambor onde elas foram dispostas, apresentando assim um maior contato com o produto preservativo.

Referindo-se a mesma espécie estudada, Paes et al. (2006), utilizando concentrações de 1% e 3% também não obtiveram êxito quando comparadas em três diferentes posições. Torres et al. (2011) trabalhando com uma espécie de Eucalipto e com peças invertidas e não-invertidas, observaram que na base a retenção do produto preservativo foi superior nas peças não-invertidas do que nas que foram invertidas.

Nos trabalhos de Paes et al. (2001), os referidos autores encontraram valores de retenção nas posições 1 e 2 de 4,04 e 0,17 kg/m<sup>3</sup>, valores estes bem próximos aos encontrados neste trabalho. Farias Sobrinho et al. (2005) relataram que as peças que permaneceram na solução preservativa com concentração de 3% de ingredientes ativos de CCB também não atingiram a retenção mínima exigida. Os mesmos autores ainda relataram que peças com 4,0 kg i.a./m<sup>3</sup> aplicado um tratamento de reforço no topo com uma retenção desejável, a mesma pode ser empregada em estruturas fora do contato com o solo, fato este ocorrido na situação Imersa, onde apresentou uma retenção de 5,06 kg i.a./m<sup>3</sup>.

Uma das causas que podem ter acontecido do produto preservativo não ter atingido a retenção mínima exigida é devido a heterogeneidade das peças que foram tratadas levando em consideração todas as situações e posições, como também a baixa umidade existente nas peças que se encontravam nas Imediata e Posterior, reduzindo a penetração e difusão dos sais no interior da madeira.

Outro fato importante que pode ter acontecido, é no que se refere sobre a estrutura da árvore, podendo variar até mesmo dentro da própria espécie. No caso da espécie em estudo que se tratava de um povoamento heterogêneo e de idade desconhecida, pode-se ter coletado indivíduos com problemas anatômicos como exemplo a formação de tilose nas células da madeira.

Fatores como condições climáticas (temperatura do ar; umidade do ar; velocidade e direção dos ventos) interferem na retenção do preservativo, como foi relatado por Paes et al. (2007) trabalhando com peças de Leucena onde os mesmos esperavam que os valores de retenção alcançados em 15 dias de tratamento fossem superiores ou iguais aos de 12 dias, fato não ocorrido devido ao baixo teor de umidade e as condições climáticas que foram executadas o trabalho.

Ao se trabalhar com madeira que entrará em contato direto com o solo, a retenção mínima necessária para proteger a madeira é de 6,5 kg de i.a. /m<sup>3</sup>, já para emprego em que estas peças não entram em contato direto com o solo, expostas a ação do tempo, a retenção mínima exigida é de 4,0 kg i.a./m<sup>3</sup>. Desta forma, as peças de madeira de algaroba estariam aptas a serem utilizadas neste último caso.

## **CONCLUSÕES**

As peças mantidas imersas em água antes de serem submetidas ao tratamento preservativo apresentaram significativa melhoria de sua tratabilidade, mantendo uma distribuição uniforme dos produtos preservantes ao longo do seu comprimento.

Apesar dos tratamentos não terem alcançado, de maneira geral, os índices pré-estabelecidos pela Associação Brasileira de Normas Técnicas quando se refere a madeiras que serão usadas em contato direto com o solo, contudo, os valores observados contemplam a exigência do emprego em situações onde a madeira não entre em contato diretamente com o solo.

Sugere-se para fins de melhoramento dos tratamentos, a escolha de árvores que se encontrem em plantios homogêneos e jovens, como também um lugar fechado para a condução do experimento, de modo que facilite os resultados que envolvem penetração e retenção.

## **AGRADECIMENTOS**

A CAPES pela bolsa concedida ao primeiro autor. E à EMBRAPA e o IFSERTÃO Zona Rural de Petrolina - PE pelo apoio logístico nas análises laboratoriais.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. - ABNT **NBR 6232**: Penetração e retenção de preservativos em postes de madeira. Rio de Janeiro, 2013. 16 p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS- ABNT. **NBR 9480**: Moirões de madeira preservados para cercas: especificação. Rio de Janeiro, 1986. 18 p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS- ABNT (**MB-790**). 1973. Penetração e retenção de preservativos em postes de madeira. ABNT, Rio de Janeiro. 19 p.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Uso sustentável e conservação dos recursos florestais da Caatinga**. Brasília-DF, 2010. 368p.
- 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, n. 3, p. 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 em Agronomia) - Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 1968.
- HERRERA, J. A. R. Preservación de maderas por métodos sencillos y de bajo costo. **Ciencia Forestal**, Coyacan, v. 2, n. 8, p. 25-49, maio/jun. 1977.
- MODES, K. S.; BELTRAME, R.; VIVIAN, M. A.; SANTINI, E. J.; HASELEIN, C. R.; SOUZA, J. T. Combinação de dois métodos não industriais no tratamento preservativo de moirões de *Eucalyptus grandis*. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 21, n. 3, p. 579-589, jul.-set., 2011.
- PAES, J. B., R. S. GUEDES, C. R. LIMA e M. C. L. CUNHA. Tratamento preservativo de peças roliças de Leucena (*Leucaena leucocephala* (Lam.) De Wit.) pelo método de substituição da seiva. **Revista de Ciências Agrárias**, Belém, n. 47, p. 231-246, jan/jun. 2007.
- PAES, J. B.; RAMOS, I.E.C.; SOBRINHO, D.W.F. Eficiência do CCB na resistência da madeira de algaroba (*Prosopis juliflora* (SW) D.C.) a cupins subterrâneos (*Nasutitermes corniger* Motsch.) em ensaio de preferência alimentar. **Ambiência**, Guarapuava, v.2 n.1 p. 51-64 jan./aun. 2006.
- PAES, J. B.; MORESCHI, J. C.; LELLES, J. G. Avaliação do tratamento preservativo de moirões de *Eucalyptus viminalis* Lab. e de bracatinga (*Mimosa scabrella* Benth.) pelo método de substituição da seiva. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.15, n. 1, p. 75-86, 2005.
- PAES, J. B.; MORESCHI, J. C.; LELLES, J. G. Tratamento preservativo de moirões de bracatinga (*Mimosa scabrella* Benth.) e de *Eucalyptus viminalis* Lab. pelo método de imersão prolongada. **Cerne**, Lavras, v.7, n. 2, p.65- 80, 2001.
- 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.
- SGAI, R. D. **Fatores que afetam o tratamento para preservação de madeiras**. 2000. 122f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Estadual de Campinas, São Paulo, 2000.
- TORRES, P.M.A, PAES, J.B; FILHO, J.A.L; NASCIMENTO, J.W.B. Tratamento preservativo da madeira juvenil de *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh. pelo método de substituição de seiva. **Cerne**, Lavras, n. 2, p. 275-282, 2011.
- VITAL, B. R. **Métodos de determinação da densidade da madeira**. Viçosa: SIF, 1984. 21 p. (Boletim técnico, 1).



## **CAPÍTULO 2**

---

### **RESISTÊNCIA DA MADEIRA DE *Prosopis juliflora* (Sw.) D.C. TRATADA COM CCB A CUPINS XILÓFAGOS.**

---

## **RESISTÊNCIA DA MADEIRA DE *Prosopis juliflora* (Sw.) D.C. TRATADA COM CCB A CUPINS XILÓFAGOS**

**Resumo:** O presente estudo teve como objetivo avaliar a resistência da madeira tratada de algaroba (*Prosopis juliflora* (Sw) D.C.) a cupins xilófagos, em ensaios de preferência alimentar. Foram selecionados 16 troncos, onde foram submetidos a quatro situações de tratamento. O primeiro grupo foi submetido à solução preservante imediatamente após o abate; o segundo grupo foi submetido à solução preservante 24 horas após o abate; o terceiro grupo foi mantido imerso em água durante 15 dias antes de ser submetido à solução preservante; o quarto grupo não foi submetido a qualquer tratamento de preservação. Foram retirados discos em três diferentes posições (base, meio, topo) para a avaliação da distribuição do produto preservativo e para o ensaio de preferência alimentar. Amostras sorteadas foram dispostas durante 45 dias a cupins. As variáveis foram avaliadas pelos testes não paramétricos de Kruskal-Wallis e de Spearman. Peças mantidas imersas em água (terceiro grupo) apresentaram maior resistência ao ataque dos cupins, sendo as peças utilizadas como testemunha as que tiveram maior índice de perda de massa.

**Palavras-chave:** preservação da madeira; térmitas; teor de umidade; ensaio de preferência alimentar.

## **RESISTENCE OF *Prosopis juliflora* (Sw.) DC WOOD TREATED WITH CCB TO XYLOPHAGOUS TERMITES**

**Abstract:** This study aimed to evaluate the resistance of algarroba (*Prosopis juliflora* (Sw) DC) wood treated with chromated copper borate (CCB) to xylophages termites in food preference tests. 16 trunks which were subjected to the method of preservation by sap substitution under four conditions were selected. The first group underwent preservative solution immediately after slaughter; the second group underwent preservative solution 24 hours after slaughter; the third group was kept immersed in water for 15 days before being subjected to the preserving solution; the fourth group did not undergo any preservation treatment. Disks were obtained at three different positions (base, middle and top) for the evaluation of preservative distribution and product for testing food preference. Samples were exposed for 45 days to the termites. Variables were evaluated by non-parametric Kruskal-Wallis and Spearman. Parts kept immersed in water (third group) showed greater resistance to termite attack, and witnesses had higher rates of mass loss.

**Keywords :** wood preservation ; termites ; moisture content ; food preference test .

## 1 INTRODUÇÃO

Por apresentar muitas vezes, boas propriedades químicas, físicas e mecânicas, a madeira em seu uso geral tem sido muito utilizada na construção civil, móveis, ferramentas, estacas, mourões, sendo um produto de origem renovável, podendo ser produzido por reflorestamentos e/ou plantios florestais (SGAI, 2000).

Dentre as espécies que foram introduzidas na vegetação brasileira, a algaroba (*Prosopis juliflora* (Sw) D.C.) destaca-se por ser uma espécie pouco exigente em água, o que torna uma característica muito importante para o Nordeste brasileiro, em especial ao semiárido, que caracteriza-se pela precipitação anual muito baixa (SILVA, 1980).

Apesar da boa resistência natural à deterioração, a algaroba sofre ataques de fungos e insetos xilófagos (Paes et al., 2001). Conforme esses autores, mourões com a madeira dessa espécie instaladas em uma fazenda experimental da Empresa Estadual de Pesquisa Agropecuária da Paraíba (EMEPA), município de Soledade-PB, estavam com ataque severo de fungos e insetos xilófagos após quatro anos de instalação. Também por meio de testes de laboratório, os mesmos autores constataram que a madeira da algaroba foi severamente atacada por cupins xilófagos.

Os cupins são os mais severos agentes destruidores da madeira (PAES; VITAL, 2000). Dentre eles, os de solos ou subterrâneos são responsáveis pelos maiores volumes de perdas de madeira no mundo (RICHARDSON, 1993).

Algumas espécies podem atacar árvores vivas, porém a maioria das espécies xilófagas ataca a madeira morta. Outras já atacam a madeira úmida, no caso da espécie *Neoterme*, e outras alimentam-se de madeira seca. Algumas espécies de cupins apresentam marcada preferência por madeira previamente atacada por fungos xilófagos e, em alguns casos, ocorre uma interação bastante complexa entre esses dois organismos (LEPAGE, 1986).

Paes et al. (2001) relataram que os cupins da espécie *Nasutiterme corniger* (Motsch.) invadem com facilidade o meio urbano, atacando diversos materiais construídos de madeira, principalmente as que são empregadas nas construções.

Para fins de testes de resistência de madeiras a cupins subterrâneos, pode ser utilizado o ensaio normatizado pela norma D-3345 (ASTM, 2005) denominado ensaio de alimentação forçada. O Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA/CPPF, 1991; 1993) e outros pesquisadores como Paes et al. (2001) e Paes et al. (2002), vêm trabalhando com ensaios de preferência alimentar de madeiras a cupins xilófagos do gênero *Nasutitermes* a fim de melhorar a resistência de madeiras submetidas a tais agentes.

A presente pesquisa teve como objetivo avaliar a resistência da madeira tratada de algaroba (*Prosopis juliflora* (Sw) D.C.) a cupins xilófagos, em ensaios de preferência alimentar submetidas a quatro situações de tratamento.

## **2 MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1 Coleta e preparo das amostras**

Os troncos de madeira foram provenientes de 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 (FARIAS SOBRINHO et al., 2005).

Foram abatidas 16 árvores, com diâmetro entre 6 e 12 cm, e altura de 2 metros. Os troncos foram transportados para a Universidade Federal de Campina Grande – UFCG, Campus de Patos-PB, onde foram descascadas e escovadas com escova de cerdas de aço.

### **2.2 Tratamento Preservativo**

A totalidade das peças obtidas foi selecionada ao acaso, identificadas e testadas sob três situações: na primeira situação, denominada “Imediata”, as peças foram submetidas à solução preservante imediatamente após o abate; na segunda situação, denominada “Posterior”, as peças foram submetidas à solução preservante 24 horas após o abate; na terceira situação, denominada “Imersa”, as peças foram mantidas imersas em água durante 15 dias antes de serem submetidas à solução preservante. Adicionalmente, um quarto grupo de peças foi testado sem ser submetido a qualquer tratamento preservativo, o qual foi utilizado como testemunha.

Para o preparo da solução preservativa considerou-se uma concentração de 2% de ingredientes ativos uma vez que esta foi a melhor concentração a ser utilizada para esta espécie (PAES, et al., 2006). Foi usado o dicromato de sódio como fornecedor de cromo, o sulfato de cobre como o fornecedor de cobre e o ácido bórico como fornecedor de boro, seguindo metodologia de PAES, et al. 2007; MODES et al. 2011 e TORRES et al., (2011).

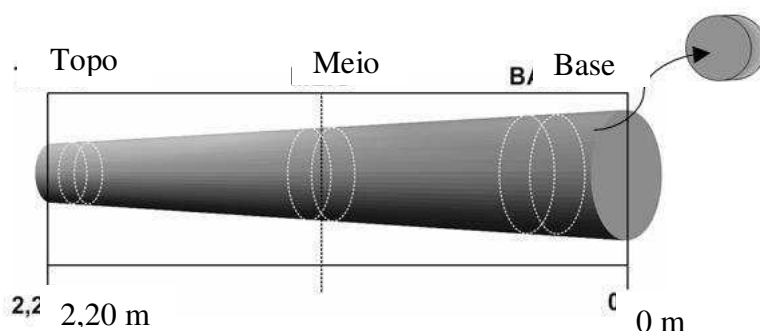
O método que foi usado para o tratamento das peças foi o de substituição da seiva por transpiração radial (PAES et al., 1991; PAES et al., 2006; TORRES et al., 2011). As peças foram dispostas verticalmente num tambor, sendo adicionada a solução preservativa de forma

que as peças ficassem parcialmente submersas e com a parte aérea separada para facilitar a circulação do ar, auxiliando assim a evaporação da seiva. Para evitar a evaporação da água da solução preservativa foi adicionado óleo vegetal. Na medida em que a solução era absorvida pelas peças, era realizada a reposição da solução preservativa diariamente.

Imediatamente antes do início do tratamento preservativo avaliou-se o teor de umidade das peças, nas situações Imediata, Posterior e Imersa, sendo estas de 52,0%; 48,6% e 82,4%, respectivamente.

### 2.3 Amostragem das peças

Para os ensaios de distribuição do boro e do cobre foram seguidas as recomendações da MB 790 (ABNT, 1973). Foram retirados 2 discos com 2 cm de espessura ao longo das peças tomando como referência a base, o meio e o topo, onde foram avaliados os parâmetros de distribuição (Figura 1).



**Figura 1:** Amostragem dos discos para avaliação da distribuição.

**Figure 1:** Sampling of logs to assess the distribution.

Os discos foram lixados em ambas as faces e a distribuição do preservativo (elementos boro e cobre) foi determinada por reações colorimétricas segundo MB 790 (ABNT, 1973). Para a avaliação da presença do boro foi borrifada em um lado do disco, uma solução de iodo e álcool polivinílico e, no lado oposto, aplicada uma solução de cromo-azurol S para avaliar a presença do cobre, seguindo as especificações da NBR 6232 (ABNT, 2013).

Quanto a classificação da distribuição segundo os padrões do teste de tratabilidade de madeira as peças foi baseada na classificação de acordo com os padrões comuns de distribuição (IBDF/LPF, 1988; VIANEZ; SALES, 1989; INPA/CPPF, 1991) conforme a Figura 2.

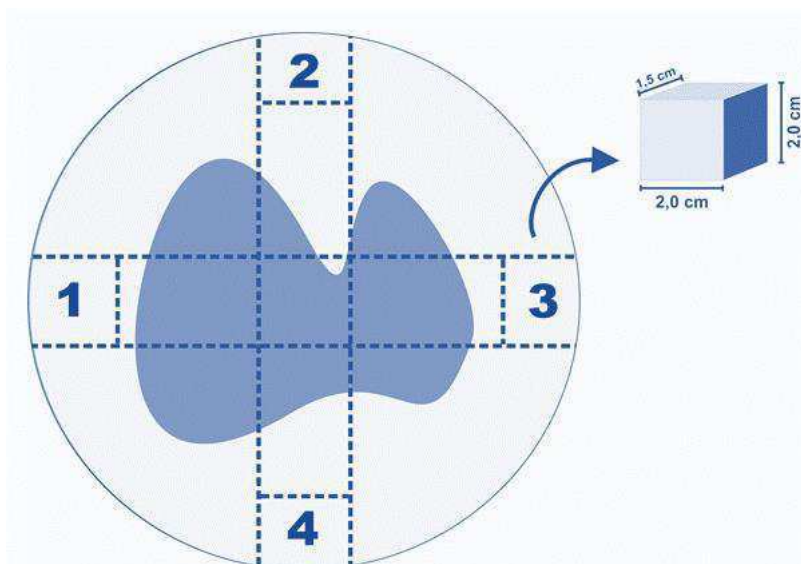
DISTRIBUIÇÃO		NOTA
	Penetração Nula	0
	Penetração vascular	1
	Penetração parcial irregular	2
	Penetração parcial periférica	3
	Penetração total	4

**Figura 2:** Padrões de distribuição do teste de tratabilidade de madeira. Fonte: Adaptado de Mendes; Alves (1988).

**Figure 2:** Distribution patterns of wood treatability test. Source: Adapted from Mendes; Ahmed (1988).

## 2.4 Ensaio de preferência alimentar

Dos outros discos obtidos por cada peça e posição foram tirados de cada um deles um corpo de prova com dimensões nominais 2x2x1,5 cm na direção periferia-centro (Figura 3).



**Figura 3:** Posições nos discos onde foram retiradas as amostras para análise de preferência alimentar.

**Figure 3:** Positions in the disks where the samples were taken for analysis of food preference.

Os corpos-de-prova foram secos em um estufa a uma temperatura de  $103 \pm 2^\circ \text{C}$  por um período de 48 horas e depois pesados em balança com precisão de 0,01 g a fim de determinação da massa anidra. Foi utilizado um tambor de 250 litros contendo cerca de 20 cm de areia. A mesma foi apoiada por tijolos sobre 4 bandejas de plástico contendo óleo queimado para evitar a fuga dos cupins, conforme metodologia descrita por Paes et al. (2001) e Paes et al. (2007).

As amostras foram sorteadas e dispostas em bandeja de alumínio, a qual foi disposta sobre a areia. A colônia de cupins foi coletada no Campus de Patos (UFCG), nas

proximidades do Laboratório de Tecnologia e Produtos Florestais (LTPF). A colônia foi colocada sobre uma grelha de 30x40 cm e apoiada no interior do tambor que estava montado para a realização do experimento.

As amostras ficaram cerca de 45 dias à ação dos cupins, onde a cada 15 dias era feito uma umidificação da areia e da colônia para evitar a morte dos mesmos. Após o período contabilizado, as amostras foram secadas e pesadas novamente. Para a avaliação da eficiência do tratamento, calculou-se a porcentagem da perda da massa provocado pelo ataque dos cupins.

## **2.5 Avaliação dos resultados**

Levando-se em conta cada situação (Imediata, Posterior, Imersa, testemunha) como um tratamento e cada corpo de prova como uma repetição, foram executados testes de normalidade e homocedasticidade dos dados. Uma vez que, mesmo após a transformação dos dados, tais pressuposições não foram conferidas, optou-se pelo uso de testes não paramétricos (Kruskal-Wallis e correlação de Spearman).

O teste de Kruskal-Wallis é um teste não paramétrico que é utilizado para comparar três ou mais amostras onde é usado para se fazer testes de hipóteses nulas de que todas as populações possuem funções de distribuição iguais contra a hipótese alternativa de que ao menos duas das populações possuem funções de distribuição diferentes. Já a correlação de Spearman é usada para *analisar simultaneamente a associação entre variáveis e obter a matriz de correlação* (ESTATCAMP, 2013).

As análises foram realizadas com auxílio do pacote estatístico ACTION versão 2.5 (ESTATCAMP, 2013), ao nível de significância de 5%.

## **3 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **3.1 Distribuição do boro e cobre nas peças tratadas**

As análises de distribuição do boro e do cobre encontram-se na Tabela 1.

**Tabela 1:** Distribuição dos elementos boro e cobre em peças roliças de *Prosopis juliflora* (Sw.) D.C. submetidas a diferentes situações anteriormente à preservação pelo método de substituição de seiva.

**Table 1:** Distribution of the elements boron and copper *Prosopisjuliflora* (Sw.) DC roundwood subjected to different situations prior to preservation by substitution of sap method.

Situação	Nota da distribuição		Comparação entre elementos	
	Boro	Cobre	H	P
<b>Imediato</b>	2,58 aA*	2,42 aA	0,5370	0,467
<b>Posterior</b>	2,50 aA	2,50 aA	0,000	1,000
<b>Imerso</b>	3,00 aA	2,92 aA	1,000	0,3173
<b>Testemunha</b>	0,00 bA	0,00 bA	nc	nc
<b>H</b>	36,1448	33,9991		
<b>p</b>	<0,001	<0,001		

Onde: nc = valores não calculados. \*Valores seguidos por mesma letra (maiúscula na linha e minúscula na coluna) não diferem estatisticamente, ao nível de 5% de significância, pelo teste de Kruskal-Wallis.

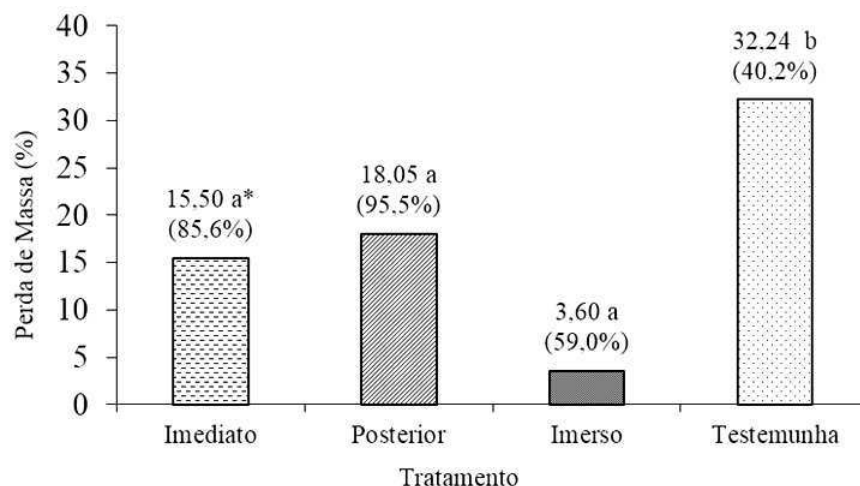
Foi verificado que o preservativo se distribuiu de forma semelhante entre as situações Imediato, Posterior e Imerso, somente diferindo na situação Testemunha. As peças que passaram pelo tratamento preservativo obtiveram uma distribuição gradual, sendo as situações Imersa e Imediato com os melhores resultados. Este fato está relacionado ao teor de umidade das peças que foram submetidas ao tratamento preservativo.

Ao comparar a distribuição entre os elementos, verificou-se que o elemento boro nos três primeiros tratamentos superou o elemento cobre, este fato ocorre devido à grande mobilidade do boro em relação ao cobre, fato também descrito por Paes (1991); Paes, Santos e Lima (2000) e Paes et al. (2006).

### 3.2 Resistência da madeira ao ataque dos cupins

Na Figura 4 encontram-se os valores médios da perda de massa (%) da madeira de algaroba quando submetida a ação dos cupins, considerando as distintas situações.





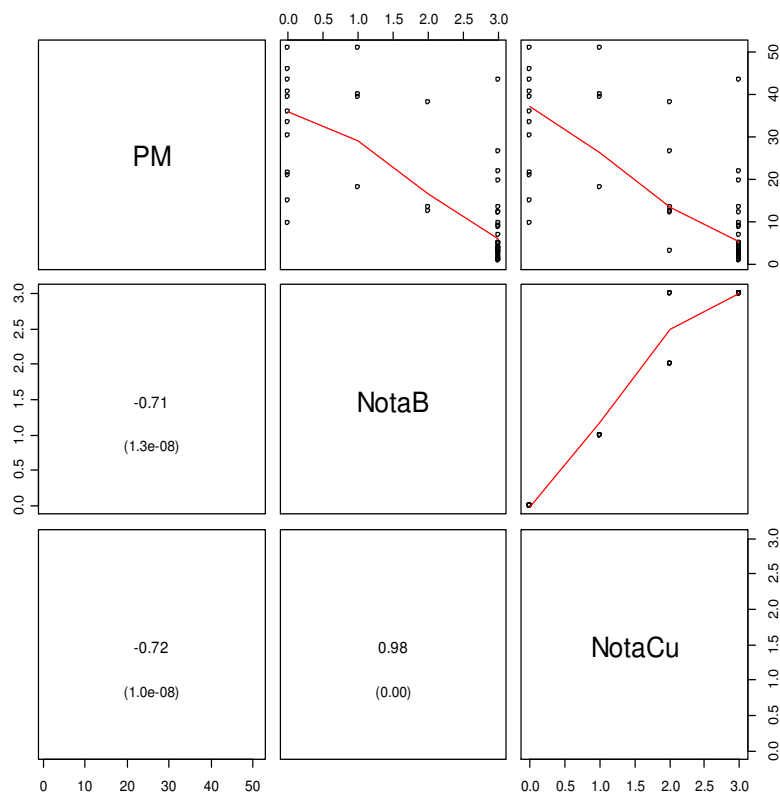
**Figura 4:** Valores médios de perda de massa (%) da madeira de algaroba submetidas a ação dos cupins. Valor médio e coeficiente de variação (entre parênteses) das situações estudadas. \*Valores seguidos pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si, ao nível de significância de 5%, pelo teste de Kruskal-Wallis ( $H = 20,75$ ;  $p < 0,0001$ ).

**Figure 4:** Mean values of mass loss (%) of algaroba wood subjected to the action of termites. Mean value and coefficient of variation (in parentheses) of the situations studied. \* Values followed by the same letter are not statistically different at the significance level of 5 %, using the Kruskal- Wallis test (  $H = 20.75$  ,  $p < 0.0001$  ) .

Observa-se que a situação mais atacada foi a testemunha (32,24%), visto que a mesma não foi submetida a qualquer tratamento preservativo. Em seguida a mais deteriorada foi a situação Posterior (18,05%). As situações Imersa e Imediata superaram as demais (3,60% e 15,50%). Este fato provavelmente ocorreu devido as condições anteriores ao processo de preservação, visto que aqueles que apresentaram altos teores de umidade refletiram numa maior penetração e retenção da solução preservativa.

A situação que apresentou uma melhor resistência ao ataque dos cupins foi a Imersa, sendo este valor 8,95 vezes menor do que o valor encontrado para a testemunha, corroborando com os valores encontrados por Paes et al. (2006) onde compararam os valores encontrados pela mesma espécie em estudo, o que justifica a necessidade do produto preservativo utilizado para a melhoria da resistência das peças ao ataque de cupins.

A correlação entre as notas atribuídas em função da distribuição de ambos os elementos e a perda de massa apresentou-se estatisticamente significativa (Figura 5).



**Figura 5:** Matriz de correlação de Spearman para a perda de massa e notas do boro e do cobre nas peças de algaroba submetidas ao ataque de cupins xilófagos. Onde: PM = perda de massa; NotaB= nota referente à distribuição do elemento boro; NotaCu= nota referente à distribuição do elemento cobre.

**Figure 5:** Spearman correlation matrix for the mass loss and notes Boron and Copper on parts of algaroba subjected to attack by wood-destroying termites. Where: M = mass loss; Notab = note concerning the distribution of the element boron; NotaCu = note concerning the distribution of the copper element.

À medida em que as notas do boro e do cobre aumentam, os valores de perda de massa diminuem, e conseqüentemente, o ataque do cupins as peças de algaroba vão diminuir na medida em que o produto preservativo aplicado tenha ocorrido uma distribuição considerável.

De modo geral, com relação a perda de massa sofrida pela madeira de algaroba submetida ao ataque de cupins, apresentou bons resultados, visto que o tratamento Imerso, foi o que sofreu menos ataque dos térmitas, este por apresentar um alto teor de umidade e penetração e retenção consideráveis.

Foi observado que parte da colônia de cupins morreu após o término do experimento (45 dias), este fato pode ter acontecido pela intoxicação decorrida ao produto existente na madeira com também o número de dias em que os cupins ficaram em contato com os corpos de prova, ambos os fatores foram utilizados por Jankowsky (1986), Paes (1997) e Paes et al., (2003) ao avaliarem a eficiência de tratamentos preservativos, atestando assim que o preservativo empregado foi letal aos insetos.

## 4 CONCLUSÕES

O tratamento preservativo a base de CCB contribuiu de forma considerável para a melhoria da resistência da madeira de algaroba a cupins xilófagos.

Peças de madeiras mantida imersas em água durante 15 dias antes do início do processo de preservação pelo método de substituição de seiva apresentaram melhor distribuição dos elementos químicos e maior repelência ao ataque de cupins.

## 5 AGRADECIMENTOS

A CAPES pela bolsa concedida ao primeiro autor.

## 6 REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT **NBR 6232**: Penetração e retenção de preservativos em postes de madeira. Rio de Janeiro, 2013. 16 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT (**MB-790**): Penetração e retenção de preservativos em postes de madeira. ABNT, Rio de Janeiro. 1973.19 p.

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: 2005. 3p.

ESTATCAMP. **Software Action**. Disponível em <[www.portalaction.com.br](http://www.portalaction.com.br)>. Acesso: 07 mar. 2014, 2013.

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, n. 3, p. 225-236, 2005.

INSTITUTO BRASILEIRO DE DESENVOLVIMENTO FLORESTAL / LABORATÓRIO DE PRODUTOS FLORESTAIS – IBDF/LPF. **Madeiras da Amazônia, Características e utilização**. Estação Experimental de Curuá - Uma, v. 2, p. 30-32, 1988.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS DA AMAZÔNIA/CPPF. **Catálogo de madeiras da Amazônia:** características tecnológicas. Manaus: INPA/CPPF, 1991. 165p.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS DA AMAZÔNIA - CPPF. **Catálogo de madeiras do Amapá:** características tecnológicas. Manaus: INPA/CPPF, 1993. 165p.

JANKOWSKY, I. P. **Potencialidade do creosoto de *Eucalyptus* spp, como preservativo para madeiras.** 159 p. Tese (Doutorado em Engenharia) – Universidade de São Paulo, São Paulo. 1986.

LEPAGE, E. S. **Manual de preservação de madeiras.** Vol. 1. São Paulo-SP 1986. 342 p.

MENDES, A.S.; ALVES, M.V.S. **A degradação da madeira e sua preservação.** Brasília: IBDF/DPq – LPF, 1988. 58p.

MODES, K. S.; BELTRAME, R.; VIVIAN, M. A.; SANTINI, E. J.; HASELEIN, C. R.; SOUZA, J. T. Combinação de dois métodos não industriais no tratamento preservativo de moirões de *Eucalyptus grandis*. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 21, n. 3, p. 579-589, jul.-set., 2011.

PAES, J. B.; MELO, R. R.; LIMA C. R.; OLIVEIRA, E. Resistência natural de sete madeiras ao cupim subterrâneo (*Nasutitermes corniger* Motsch.) em ensaio de preferência alimentar. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 2, n. 1, p. 57-62, 2007.

PAES, J. B.; RAMOS, I.E.C.; SOBRINHO, D.W.F. Eficiência do CCB na resistência da madeira de algaroba (*Prosopis juliflora* (SW) D.C.) a cupins subterrâneos (*Nasutitermes corniger* Motsch.) em ensaio de preferência alimentar. **Ambiência**, Guarapuava, v.2 n.1 p. 51-64 jan./jun. 2006.

PAES, J. B.; MORAIS, V. M.; SOBRINHO, D. W. F; BAKKE, O. A. Resistência natural de nove madeiras do semiárido brasileiro a cupins subterrâneos, em ensaio de laboratório. **Cerne**, Lavras, v.9, n.1, p.036-047, 2003.

PAES, J. B.; LIMA, C. R.; MORAIS, V. M. Resistência natural de nove madeiras do semiárido brasileiro a cupins subterrâneos, em ensaio de preferência alimentar. **Brasil Florestal**, Brasília, 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* 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.; VITAL, B. R. Resistência natural da madeira de cinco espécies de eucalipto a cupins subterrâneos em teste de laboratório. **Revista Árvore**, Viçosa,v.24, n.1, p.1-6, 2000.

PAES, J. B. **Efeitos da purificação e do enriquecimento do creosoto vegetal em suas propriedades preservativas**. 143 p. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG. 1997.

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.

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

SGAI, R. D. **Fatores que afetam o tratamento para preservação de madeiras**. 2000. 122f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Estadual de Campinas, São Paulo, 2000.

SILVA, H. D. Comportamento de essências florestais nas regiões áridas e semiáridas do Nordeste: resultados preliminares. **EMBRAPA-DID**, 1980. 25 p.

TORRES, P.M.A, PAES, J.B; FILHO, J.A.L; NASCIMENTO, J.W.B. Tratamento preservativo da madeira juvenil de *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh. pelo método de substituição de seiva. **Cerne**, Lavras, n. 2, p. 275-282, 2011.

VIANEZ, B. F.; SALES NETA, C. Proposta de um método simples para interpretação dos resultados de tratabilidade de madeiras. In: ENCONTRO BRASILEIRO EM PRESERVAÇÃO DE MADEIRAS, 3., 1989, São Paulo. **Anais...** São Paulo: 1989. 9 p.