

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE  
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA  
COORDENAÇÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA**

**ANÁLISE DA EFICIÊNCIA DO PRESERVATIVO CCB NA MELHORIA  
DA RESISTÊNCIA DA MADEIRA DE ALGAROBA (*Prosopis juliflora*  
(SW) D.C.) A ORGANISMOS XILÓFAGOS**

**ILDEFONSO EGYDIO COUTINHO RAMOS**

---

**CAMPINA GRANDE  
PARAÍBA – BRASIL  
MARÇO - 2004**

---

---

**ILDEFONSO EGYDIO COUTINHO RAMOS**

**ANÁLISE DA EFICIÊNCIA DO PRESERVATIVO CCB NA MELHORIA  
DA RESISTÊNCIA DA MADEIRA DE ALGAROBA (*Prosopis juliflora*  
(SW) D.C.) A ORGANISMOS XILÓFAGOS**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Campina Grande, como parte dos requisitos necessários para a obtenção do título de Mestre em Engenharia Agrícola.

**Área de Concentração:** Construções Rurais e Ambiente

**Orientador:** Prof. Dr. Juarez Benigno Paes

**CAMPINA GRANDE  
PARAÍBA – BRASIL  
MARÇO - 2004**



Dr. José Valério Barbosa do Nascimento-Examinador

R175a Ramos, Ildefonso Egydio Coutinho Ramos  
2004 Análise da eficiência do preservativo CCB  
na melhoria da resistência da madeira de algaroba  
(Prosopis juliflora (SW) D.C.) a organismos  
xilófagos / (Ildefonso Egydio Coutinho Ramos).  
- Campina Grande: UFCG, 2004.  
52p. il.

Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola).  
UFCG./CCT  
inclui bibliografia

1. Algaroba 2. Tratamento preservativo 3. CCB  
4. Fungos e térmitas xilófagos 5. Ensaios biológicos  
I. Título

CDU: 631.27:582.737 (043)



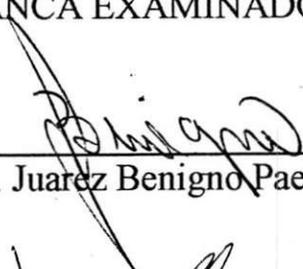
PARECER FINAL DO JULGAMENTO DA DISSERTAÇÃO DO MESTRANDO

**ILDEFONSO EGYDIO COUTINHO RAMOS**

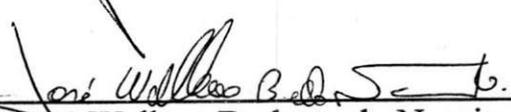
ANÁLISE DA EFICIÊNCIA DO PRESERVATIVO CCB NA MELHORIA  
DA RESISTÊNCIA DA MADEIRA DE ALGAROBA (*Prosopis juliflora*  
(SW) D.C.) A ORGANISMOS XILÓFAGOS

BANCA EXAMINADORA

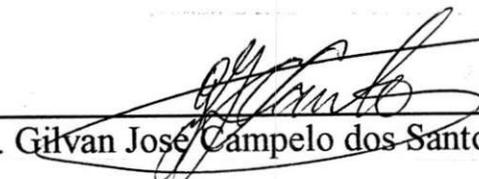
PARECER

  
\_\_\_\_\_  
Dr. Juares Benigno Paes-Orientador

APROVADO

  
\_\_\_\_\_  
Dr. José Wallace Barbosa do Nascimento-Examinador

APROVADO

  
\_\_\_\_\_  
Dr. Gilvan José Campelo dos Santos-Examinador

APROVADO

MARÇO - 2004

Aos meus pais, Francisco e Josefa.

Aos meus irmãos, Ana, Socorro, Mary, Carlos e José.

Aos meus sobrinhos.

Aos meus amigos.

Carinhosamente, dedico.

## AGRADECIMENTOS

A Deus, Criador do Universo.

À Universidade Federal de Campina Grande e ao Departamento de Engenharia Agrícola, pela oportunidade em realizar o Curso de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Área de Construções Rurais e Ambiente.

À CAPES (Coordenação de Apoio a Pesquisa e Ensino Superior pelo apoio financeiro concedido.

À Montana Química S.A., pela doação do produto “Osmose CCB”, utilizado no tratamento da madeira.

Ao Professor Orientador Dr. Juarez Benigno Paes, pela compreensão, motivação e colaboração, sem as quais não seria possível realizar este trabalho de pesquisa.

Aos Professores Dr. José Wallace Barbosa do Nascimento e Dr. Gilvan José Campelo dos Santos, Membros da Banca Examinadora, pelas suas críticas e sugestões.

Ao Dr. Valdevino José Carlos (Montana Química S.A.), pela presteza e atenção.

Aos Professores da Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, em especial a Marluce Araújo de Azevedo, Carlos Alberto Vieira de Azevedo, Dermeval Araújo Furtado e o Normando Perazzo Barbosa, pelos ensinamentos.

A Sra. Rivanilda, Secretária da Coordenação de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola.

Ao Laboratório de Química e Fertilidade do Solo (LQFS) do Centro de Ciências Agrárias (CCA) da Universidade Federal da Paraíba, Campus de Areia – PB e ao Laboratório de Compostos de Coordenação e Química da Superfície (LCCQS) do Centro de Ciências Exatas e da Natureza (CCEN) da Universidade Federal da Paraíba, Campus de João Pessoa – PB, pelas análises químicas das amostras.

Aos colegas, Desmoulin, por ceder parte dos dados de sua pesquisa, que foram imprescindíveis para esta Dissertação, e pela colaboração nos procedimentos laboratoriais, Eugênio, Kwelson, José Trajano, Roberta e demais, pelo incentivo.

## BIOGRAFIA

ILDEFONSO EGYDIO COUTINHO RAMOS, filho de Francisco Chaves Ramos e Josefa Coutinho Ramos, nasceu em Patos, Estado da Paraíba, em 13 de setembro de 1959.

Em 1989, graduou-se em Engenharia Florestal, pela Universidade Federal da Paraíba – Campus VII – Patos - PB.

Em 1995, especializou-se em Tecnologia da Madeira no Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia – INPA, em Manaus – AM

Em março de 2000, ingressou no curso de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, na área de Construções Rurais e Ambiência na Universidade Federal da Paraíba (atual Universidade Federal de Campina Grande), em Campina Grande - PB, tendo defendido sua Dissertação em março de 2004.

Desde setembro de 2001 exerce a função de Oficial de Justiça no Tribunal de Justiça do Estado da Paraíba em Malta - PB.

## SUMÁRIO

	Página
<b>LISTA DE FIGURAS.....</b>	<b>vii</b>
<b>LISTA DE TABELAS.....</b>	<b>viii</b>
<b>RESUMO.....</b>	<b>x</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>xi</b>
<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>1</b>
<b>2. REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>3</b>
<b>2.1. Método de substituição da seiva por transpiração radial.....</b>	<b>3</b>
<b>2.2. Borato de cobre cromatado (CCB).....</b>	<b>5</b>
<b>2.3. Avaliação do tratamento preservativo.....</b>	<b>6</b>
<b>2.3.1. Penetração da solução preservativa na madeira.....</b>	<b>6</b>
<b>2.3.2. Absorção e retenção do preservativo pela madeira.....</b>	<b>7</b>
<b>2.4. Avaliação da eficiência de produtos preservativos.....</b>	<b>8</b>
<b>2.4.1. Ensaio de apodrecimento acelerado em laboratório.....</b>	<b>9</b>
<b>2.4.2. Ensaio com cupins xilófagos em laboratório.....</b>	<b>10</b>
<b>2.4.2.1. Ensaio de alimentação forçada.....</b>	<b>10</b>
<b>2.4.2.2. Ensaio de preferência alimentar.....</b>	<b>11</b>
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>12</b>
<b>3.1. Procedência e coleta da madeira.....</b>	<b>12</b>
<b>3.2. Tratamento e amostragem das peças.....</b>	<b>12</b>
<b>3.3. Acabamento e secagem dos corpos-de-prova.....</b>	<b>16</b>
<b>3.4. Montagem dos ensaios biológicos.....</b>	<b>16</b>
<b>3.4.1. Ensaio de apodrecimento acelerado em laboratório.....</b>	<b>16</b>
<b>3.4.2. Ensaio com cupins xilófagos subterrâneos em laboratório.....</b>	<b>19</b>
<b>3.4.2.1. Ensaio de alimentação forçada.....</b>	<b>19</b>
<b>3.4.2.2. Ensaio de preferência alimentar.....</b>	<b>21</b>

<b>3.5. Avaliação dos resultados.....</b>	<b>24</b>
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>26</b>
<b>4.1. Penetração e retenção do preservativo CCB na madeira.....</b>	<b>26</b>
<b>4.1.1. Retenção de cobre, cromo e boro (CCB) na madeira tratada.....</b>	<b>28</b>
<b>4.2. Ensaio de apodrecimento acelerado em laboratório.....</b>	<b>30</b>
<b>4.3. Ensaio com cupins xilófagos.....</b>	<b>33</b>
<b>4.3.1. Ensaio de alimentação forçada.....</b>	<b>33</b>
<b>4.3.2. Ensaio de preferência alimentar.....</b>	<b>38</b>
<b>5. CONCLUSÕES.....</b>	<b>43</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>45</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>49</b>

## LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1	Disposição das peças nas soluções preservativas..... 13
Figura 2	Posições nos moirões em que foram retirados os discos para as análises da penetração e da retenção do CCB..... 14
Figura 3	Posições nos discos em que foram retiradas as amostras para as análises de retenção e ensaios biológicos..... 15
Figura 4	Inoculação do fungo <i>Postia placenta</i> nos frascos..... 17
Figura 5	Aspecto do desenvolvimento e colonização do fungo nos frascos.. 18
Figura 6	Seqüência da adição dos corpos-de-prova nos frascos..... 18
Figura 7	Aspecto da montagem do ensaio de alimentação forçada..... 20
Figura 8	Ilustração da distribuição dos corpos-de-prova na caixa..... 23
Figura 9	Aspectos da montagem do ensaio..... 23
Figura 10	Disposição da colônia de cupins na caixa..... 24

## LISTA DE TABELAS

	Página	
Tabela 1	Classes de resistência da madeira a fungos xilófagos (ASTM D – 2017).....	19
Tabela 2	Avaliação do desgaste provocado pelos cupins aos corpos-de-prova (ASTM D – 3345).....	21
Tabela 3	Penetração média (mm) de cobre e boro em cada posição nas peças tratadas.....	26
Tabela 4	Retenção média (kg/m <sup>3</sup> ) do cobre, cromo e boro em cada posição na peça.....	28
Tabela 5	Retenção média (kg/m <sup>3</sup> ) do preservativo “Osmose CCB” na madeira tratada.....	29
Tabela 6	Perda de massa (%) causada pelo fungo <i>Postia placenta</i> , em cada posição na peça tratada.....	31
Tabela 7	Comparações múltiplas entre médias pelo teste de Tukey, para os resultados de perda de massa (%) da madeira de algaroba submetida ao fungo <i>Postia placenta</i> .....	33
Tabela 8	Perda de massa (%) da madeira de algaroba, tratada com CCB, causada pelo térmita <i>Nasutitermes corniger</i> , no ensaio de alimentação forçada em cada posição da peça.....	34
Tabela 9	Desgaste causado pelo térmita <i>Nasutitermes corniger</i> na madeira de algaroba, submetida ao ensaio de alimentação forçada, em cada posição na peça tratada.....	36

Tabela 10	Comparações múltiplas entre médias pelo teste de Tukey, para os resultados de perda de massa (%) para a madeira de algaroba submetida ao ensaio de alimentação forçada ao térmita <i>Nasutitermes corniger</i> .....	37
Tabela 11	Perda de massa (%) da madeira de algaroba, tratada com CCB, causada pelo térmita <i>Nasutitermes corniger</i> , no ensaio de preferência alimentar, em cada posição da peça.....	39
Tabela 12	Desgaste provocado pelo térmita <i>Nasutitermes corniger</i> na madeira de algaroba, submetida ao ensaio de preferência alimentar, em cada posição na peça tratada.....	40
Tabela 13	Comparações múltiplas entre médias pelo teste de Tukey, para os resultados de perda de massa (%) para a madeira de algaroba submetida ao ensaio de preferência alimentar a <i>Nasutitermes corniger</i> .....	42
Tabela 1A	Análise de variância para os resultados de perda de massa (%) da madeira submetida ao fungo <i>Postia placenta</i> . Dados transformados em arcsen (raiz perda de massa/100).....	50
Tabela 2A	Análise de variância para os resultados de perda de massa (%) da madeira submetida ao ataque do térmita <i>Nasutitermes corniger</i> , no ensaio de alimentação forçada. Dados transformados em arcsen (raiz perda de massa/100).....	51
Tabela 3A	Análise de variância para os resultados de perda de massa (%) da madeira submetida ao ataque do térmita <i>Nasutitermes corniger</i> , no ensaio de preferência alimentar. Dados transformados em arcsen (raiz perda de massa/100).....	52

## RESUMO

O objetivo principal da pesquisa foi analisar a eficiência do preservativo “Osmose CCB” na melhoria da resistência da madeira de algaroba (*Prosopis juliflora* (Sw) D.C.) a organismos xilófagos. Para atender aos objetivos propostos, peças roliças de algaroba foram tratadas pelo método de substituição da seiva por transpiração radial, em soluções de 1; 2 e 3% de ingredientes ativos de CCB, durante 3, 6, 9, 12 e 15 dias. Nas peças tratadas, foram retirados discos em três posições (50 cm da base, meio do comprimento e topo da peça), onde foram analisadas a penetração e retenção do CCB, bem como a resistência ao fungo *Postia placenta* (ensaio de apodrecimento acelerado) e ao térmita *Nasutitermes corniger* (ensaios de alimentação forçada e de preferência alimentar). Observou-se uma melhor penetração e retenção nas peças submetidas a 2% de ingredientes ativos. A penetração e retenção do CCB, assim como a resistência conferida à madeira, de modo geral, decresceram da base para o topo das peças. O tratamento preservativo proporcionou à madeira, alta resistência ao fungo e ao térmita (ensaio de alimentação forçada). No ensaio com fungo e térmita, a resistência da madeira foi influenciada pela concentração da solução e pelo tempo de tratamento. No ensaio de alimentação forçada, as peças submetidas à concentração de 2% de ingredientes ativos, durante 12 e 15 dias, apresentaram melhor desempenho. No ensaio de preferência alimentar o comportamento da madeira tratada foi diferente dos demais; tendo o melhor desempenho sido obtido para madeira submetida a 1% de ingredientes ativos.

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

## ABSTRACT

The main objective of research was to analyze the "Osmose CCB" preservative efficiency to improve the wood *Prosopis juliflora* (Sw) D.C. resistance to xylophage organisms. In order to attend the objectives proposed, round pieces of *P. juliflora* were treated by sap displaced method in 1; 2 and 3% of active ingredients of CCB solutions, by 3, 6, 9, 12 and 15 days. Wood disks were obtained in three positions (50 cm of base, middle of length and top of piece) in the treated pieces. The CCB penetration and retention were analyzed in these positions, as well as the resistance to *Postia placenta* fungus (accelerated laboratory test decay) and to termite *Nasutitermes corniger* (forced feeding and alimentary preference tests). In this research was observed a better penetration and retention in pieces submitted to 2% of CCB solutions. The CCB penetration and retention, as well as the resistance of treated wood, in general, decreased of base to top of pieces. The preservative treatment wood arise high resistance to fungus and termite (forced feeding assay). In the fungus and termite tests the wood resistance was influenced by solutions concentration and treatment time. In forced feeding assay the pieces submitted to 2% CCB solution, by 12 and 15 days presented better performance. The treated wood submitted to alimentary preference assay showed different behavior of others assays. In this case, the best performance was obtained by wood submitted to 1% CCB solution.

**Key words:** *Prosopis juliflora*, preservative treatment, CCB, fungus and termites xylophages, biological assays.

## 1. INTRODUÇÃO

A madeira, em função de sua estrutura anatômica e composição química, é fonte de alimento para vários organismos xilófagos, sendo os fungos apodrecedores os maiores inimigos da madeira, seguidos pelos térmitas (cupins). Os cupins são, dentre os insetos xilófagos, os mais severos agentes destruidores da madeira, sendo responsáveis pelas maiores perdas (PAES e VITAL, 2000). Dentre os cupins xilófagos, os conhecidos por cupins de solos ou subterrâneos são responsáveis pelos maiores volumes de perdas de madeira no mundo (HUNT e GARRATT, 1967; WILKINSON, 1979; RICHARDSON, 1993).

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

A algaroba, introduzida na Região Nordeste em 1942 (SOUZA e TENÓRIO, 1982), é uma árvore cuja altura pode atingir até 18 metros (MENDES, 1987), de tronco curto e tortuoso, que pode atingir até 8 metros (BRAGA, 1976) e diâmetro de até 80 cm (SOUZA e TENÓRIO, 1982; AZEVEDO, 1984).

A madeira de algaroba é elástica, pesada, compacta e dura (BRAGA, 1976), mas apresenta facilidade de ser trabalhada e recebe bem tintas e vernizes. Além destas características KARLIN e AYERZA (1982) citam que a madeira é de boa textura, grã direita, boa durabilidade natural e apresenta estabilidade dimensional, sendo madeira de boa qualidade para carpintaria e marcenaria. Dado suas características, a madeira é recomendada para a construção de esquadrias, madeiramento para assoalhos, tábuas, ripas, linhas, caibros, vigas e móveis rústicos (BRAGA, 1976; SOUZA e TENÓRIO, 1982; AZEVEDO, 1984; MENDES, 1987).

Apesar das citações de vários autores, dentre eles KARLIN e AYERZA (1982) e GOMES (1993) relatando sobre a resistência natural da madeira de algaroba, PAES et al. (2000) citam que cercas instaladas com essa madeira em uma fazenda da Empresa

Estadual de Pesquisa Agropecuária (EMEPA), no município de Soledade - PB, estavam com ataque severo de insetos xilófagos, após o quarto ano de instalação. PAES et al. (2001) ao testarem a resistência natural de nove madeiras de ocorrência no Semi-Árido brasileiro concluíram que a algaroba é severamente atacada por cupins, em condições de laboratório. Assim, o tratamento preservativo de peças roliças de madeira de algaroba, contendo alta porcentagem de alburno, é necessário para melhorar a vida útil das instalações.

A eficiência de um tratamento preservativo é determinada pela profundidade de penetração, pela distribuição e pela quantidade de produto preservativo retido pela madeira (HUNT e GARRATT, 1967). No entanto, para CARVALHO (1966) e LEPAGE (1970), a eficiência do tratamento preservativo depende, além destes parâmetros, da toxidez do preservativo.

Esta pesquisa teve como objetivos:

Analisar o efeito da posição na peça, tratada pelo método de substituição da seiva por transpiração radial, na resistência da madeira de algaroba a fungos e cupins xilófagos;

Avaliar o efeito da concentração e do tempo de tratamento na resistência da madeira de algaroba tratada com “Osmose CCB” a fungos e cupins xilófagos;

Verificar a influência da penetração e da retenção do CCB na resistência da madeira tratada e

Avaliar a eficiência do preservativo “Osmose CCB” na melhoria da resistência da madeira de algaroba.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1. Método de substituição da seiva por transpiração radial

A escolha do método mais adequado para aplicar o preservativo na madeira, depende, principalmente, de dois fatores: do tipo de madeira e da finalidade da madeira tratada (SANTINI, 1988). Assim o tipo de madeira está relacionado ao grau de permeabilidade do material, sendo considerados todos os fatores inerentes à madeira, que influem no seu tratamento, como tipos de elementos anatômicos, distribuição e disposição dos elementos no lenho, densidade da madeira, relação alburno-cerne, extrativos e inclusões minerais.

Quanto à finalidade da madeira tratada, deve se considerar o ambiente em que o material será utilizado, levando-se em conta o grau de proteção de que a mesma necessita contra a ação de umidade e de organismos xilófagos (SANTINI, 1988).

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

O método consiste em colocar madeira recém-abatida, disposta verticalmente, com a base submersa em um recipiente contendo preservativo hidrossolúvel (HUNT e GARRATT, 1967).

Os moirões devem ser arrançados no recipiente de forma a permitir uma boa ventilação entre eles, acelerando assim o processo (LELLES e REZENDE, 1986; SANTINI, 1988).

Os moirões devem ser arrançados no recipiente de forma a permitir uma boa ventilação entre eles, acelerando assim o processo (LELLES e REZENDE, 1986; SANTINI, 1988).

Para que haja uma melhor absorção da solução preservativa, LEPAGE et al. (1986) afirmam que a base dos mesmos deve ser cortada em bisel. Para possibilitar uma

distribuição mais homogênea do produto ao longo das peças, aconselha-se que, periodicamente, as mesmas sejam giradas num ângulo de 90° em relação ao seu próprio eixo e o nível da solução deve ser mantido constante durante o tratamento.

A fim de evitar que a água da solução preservativa se evapore dos recipientes, alterando sua concentração durante o processo, recomenda-se colocar uma fina camada de óleo sobre a solução. Desta forma, a água evaporada da seiva será substituída por um volume de solução correspondente ao que penetrará nos moirões (LEPAGE et al., 1986).

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

O método de deslocamento da seiva por transpiração radial, destaca-se dos demais pela facilidade de se preservar madeiras roliças. O método permite a substituição da água da seiva por solução preservativa. Isto ocorre pela substituição progressiva da umidade das células do lenho pela solução preservativa, provocada pela evaporação da umidade original, que promove o movimento vertical dos preservativos através dos dutos vasculares e sua distribuição lateral, através das células dos raios. Esses movimentos ocorrem, à medida que a água da seiva se evapora pelas partes superiores dos moirões (GALVÃO, 1968; LEPAGE et al., 1986). LELLES e REZENDE (1986) citam que o fenômeno de capilaridade é o responsável pela movimentação da solução preservativa no sentido longitudinal. Por outro lado, o movimento no sentido horizontal ocorre por difusão através das células dos raios.

O processo de substituição da seiva deve ser empregado para madeiras roliças verdes, descascadas e contendo elevado teor de umidade (LEPAGE et al., 1986; SANTINI, 1988). Assim, recomenda-se que o intervalo entre as operações de abate das árvores e de tratamento dos moirões não deve exceder 24 horas (GALVÃO, 1968). O tempo necessário ao tratamento das peças é influenciado pelas condições atmosféricas, sendo mais rápido nos dias quentes e secos (LELLES e REZENDE, 1986).

## 2.2. Borato de cobre cromatado (CCB)

O produto preservativo CCA (arseniato de cobre cromatado), foi duramente criticado por representar perigo à saúde, associado aos possíveis perigos representados pelo arsênio, e por não tratar com eficiência madeiras de baixa permeabilidade por ser rapidamente absorvido (LEPAGE, 1986). Em função de sua rápida fixação na madeira, o CCA não é recomendado para o método de substituição da seiva (WEHR, 1985).

A fim de solucionar problemas relacionados à baixa penetração na madeira, e em função dos riscos à saúde humana, o arsênio do composto CCA foi substituído pelo boro, surgindo assim, o CCB, que começou a ser comercializado na Alemanha no início da década de 1960 como "Wolmanit CB" (LEPAGE, 1986; RICHARDSOM, 1993) e continha, originalmente, 10,8% de CuO, 26,4% de CrO<sub>3</sub> e 25,5% de H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub> (RICHARDSOM, 1993). Conforme norma P-EB-474 da ABNT (1973a), o CCB deve apresentar a seguinte composição química:

- Cromo hexavalente, calculado como CrO <sub>3</sub> .....	63,5%
- Cobre, calculado como CuO.....	26,0%
- Boro, calculado como B (elemento).....	10,5%

No Brasil o CCB é utilizado no tratamento de postes, numa retenção mínima de 9,6 kg de ingredientes ativos/m<sup>3</sup> de madeira. No entanto, em função da presença do boro, é especialmente recomendado para tratamentos caseiros, embora seja também usado em autoclaves (LEPAGE, 1986).

A dúvida levantada sobre sua eficiência recai em sua resistência à lixiviação e sua eficiência no contra insetos, principalmente em longo prazo (LEPAGE, 1986). Assim, o boro não contribui significativamente para a eficácia do produto em contato direto com o solo (RICHARDSON, 1993).

### 2.3. Avaliação do tratamento preservativo

Segundo HUNT e GARRATT (1967) e SANTINI (1988), a eficiência do tratamento preservativo é determinada pela profundidade de penetração, distribuição e pela quantidade do preservativo absorvido e retido pela madeira. HUNT e GARRATT (1967) citam que a distribuição do produto preservativo na zona tratada é, dentre os resultados do tratamento, o de menor importância do ponto de vista do desempenho do material tratado, quando posto em contato com o solo.

A eficácia do tratamento depende da toxidez a organismos xilófagos, da quantidade e da penetração dos produtos preservativos na madeira (LEPAGE, 1986). Este autor afirma, que a retenção e a penetração dos produtos na madeira são os parâmetros que fornecem o verdadeiro grau de proteção à madeira, sendo considerados como de máxima importância no controle da qualidade do tratamento efetuado.

#### 2.3.1. Penetração da solução preservativa na madeira

A penetração é a distância alcançada pelo preservativo da superfície para o interior da madeira, sendo dada pela profundidade da camada tóxica com que se protege a madeira do ataque de xilófagos sendo função do sistema de impregnação e da natureza do produto químico empregado (RODRIGUEZ HERRERA, 1977).

Vários autores fazem referências quanto à profundidade de penetração que fornece adequada proteção à madeira. RODRIGUEZ HERRERA (1977) qualifica como boa penetração, quando o produto atinge de 1,0 a 1,5 cm, qualifica ainda, como excelente e deficiente quando as profundidades atingem valores superiores e inferiores, respectivamente. GALVÃO (1968) classificou como deficitárias as penetrações inferiores a 0,3 cm, regulares entre 0,3 e 1,0 cm e satisfatórias quando superiores a 1,0 cm. WEHR (1985) e PAES (1991) consideraram como satisfatórias as penetrações superiores a 1,0 cm. Referindo-se à penetração do elemento cobre, ALSTON (1982) cita que, para o caso

específico de madeira para moirões de cerca, a penetração mínima deve ser de 2,5 cm ou 75% da profundidade da madeira de alburno.

Quando a espessura do alburno for inferior a 2,0 cm o mesmo deverá ser totalmente impregnado. Em moirões em que a espessura do alburno for superior a 2,0 cm a penetração deverá ser no mínimo 85% da espessura. De acordo com a P-EB-474, ABNT (1973a), para o caso específico de madeira de folhosas, a profundidade de penetração é considerada suficiente quando ocorrer impregnação total do alburno.

Em função de algumas madeiras tratadas apresentarem a mesma quantidade de produto preservativo a diferentes profundidades, a penetração constitui o melhor indicativo da eficiência do tratamento (HUNT e GARRATT, 1967). Madeiras que não apresentam boa penetração podem ser susceptíveis ao ataque de organismos xilófagos quando do desenvolvimento de rachaduras na fase de secagem ou após a instalação das peças (HUNT e GARRATT, 1967).

Para RODRIGUEZ HERRERA (1977) a penetração é um bom indicativo do tratamento preservativo, mas não se relaciona ao verdadeiro grau de proteção proporcionado à madeira. Assim, é necessário que se defina a retenção, ou seja, a quantidade de produto na região tratada.

### **2.3.2. Absorção e retenção do preservativo pela madeira**

Para madeiras de uma mesma espécie, as retenções de preservativos durante a imersão são aproximadamente proporcionais às concentrações das soluções, às raízes quadradas dos tempos de tratamento, e inversamente proporcionais às espessuras das peças impregnadas (TORRES JUAN, 1966).

Segundo HUNT e GARRATT (1967) e SANTINI (1988), a retenção é a quantidade de preservativo que fica retida na madeira, após o tratamento. Para o caso de hidrossolúveis, as retenções são especificadas com base na massa seca do sal absorvido. Nesse caso, as concentrações das soluções precisam ser conhecidas para se definir, a partir da absorção, a retenção de sais secos/m<sup>3</sup> de madeira tratada. TORRES JUAN

(1966) afirma que as absorções expressam somente a quantidade de produto absorvido pela madeira, tornando-se um indicativo econômico do tratamento.

A retenção é o fator mais importante que influencia no desempenho do material tratado. Sendo a quantidade de produto para fornecer adequada proteção dependente do uso a ser dado à madeira tratada (HUNT e GARRATT, 1967).

De modo geral, as retenções mínimas de preservativos hidrossolúveis devem ser de 5 a 16 kg/m<sup>3</sup> (BLEW, 1965; HUNT e GARRATT, 1967; LELLES e REZENDE, 1986; SANTINI, 1988). BLEW (1965) afirma que, com esta retenção, a madeira está apta a ser utilizada no meio rural, em contato com o solo.

Segundo TORRES JUAN (1966), tratando-se de moirões para cerca, as retenções mínimas de sólidos devem ser de 5 kg/m<sup>3</sup> de madeira tratada. Entretanto, GALVÃO (1968) cita que a retenção desta classe de preservativo para o mesmo emprego, deve ser de, no mínimo, 5,5 kg/m<sup>3</sup>.

Citam, CAVALCANTE (1984) e SANTINI (1988), que para o caso específico do CCB, a retenção deve ser de 6,5 kg/m<sup>3</sup> de madeira tratada, o que está em acordo com a P-EB-474 da ABNT (1973a). WEHR realizou tratamento de moirões de *Pinus caribaea* com esse preservativo e estimou uma vida útil de 20 anos para peças com retenção de 6,5 kg/m<sup>3</sup>. Todavia, LEPAGE (1986) afirma que a retenção do preservativo CCB, para peças em contato com o solo, deve ser, no mínimo de 9,6 kg/m<sup>3</sup> de madeira.

#### **2.4. Avaliação da eficiência de produtos preservativos**

Os ensaios em laboratório constituem o primeiro estágio da avaliação de um produto preservativo para a madeira (HUNT e GARRATT, 1967; CARBALLERA LOPEZ e MILANO, 1986). Estes ensaios podem proporcionar muitas informações acerca das propriedades e da eficiência de um preservativo, que podem ser obtidas em laboratório, mediante testes acelerados, trazendo informações valiosas sobre a estabilidade química, a permanência e as quantidades relativas do preservativo necessárias para proteção contra

diversos fungos, além da sua eficácia contra certos insetos (HUNT e GARRATT, 1967; MENDES e ALVES, 1988).

Entretanto as conclusões definitivas sobre a eficiência do produto só podem ser tiradas após ensaios de campo ou de serviço, embora estes envolvam maiores custos e sejam mais demorados (HUNT e GARRANT, 1967; CARBALLERA LOPEZ e MILANO, 1986; MENDES e ALVES, 1988).

Por essa razão, os ensaios biológicos executados em laboratório são importantes para uma avaliação prévia do potencial de um produto químico como preservativo de madeiras, instalando-se teste de serviço para preservativos considerados como promissores em ensaios de laboratório (CARBALLERA LOPEZ e MILANO, 1986).

#### **2.4.1. Ensaio de apodrecimento acelerado em laboratório**

Para a amostragem deste ensaio pode ser utilizado como substrato o meio ágar (método europeu) ou o solo (método americano), sendo as amostras de madeira tratadas com o preservativo em estudo expostas aos fungos. O método que utiliza o ágar como substrato é empírico, não mantém as condições naturais e nem proporciona resultados que possam ser tomados com segurança na definição de qual quantidade do produto preservativo oferecerá proteção satisfatória à madeira, quando posta em serviço, embora seja muito útil quando empregado para estudar preservativos conhecidos, ou inovadores (HUNT e GARRATT, 1967).

Nos Estados Unidos, emprega-se o método em que o solo é utilizado como substrato. Nesse ensaio não se determina somente a toxicidade, sendo considerado um dos melhores métodos acelerados para comparar a eficiência de produtos preservativos em condições de laboratório e para calcular as quantidades relativas necessárias de cada preservativo, com o objetivo de proteger a madeira dos diversos fungos. Embora proporcione bons resultados, estes não devem ser aceitos como demonstração absoluta do valor de um preservativo. Entretanto, o ensaio requer mais tempo e é mais oneroso que o

método que emprega ágar em placa de Petri, porém proporciona informações mais extensas e mais seguras (HUNT e GARRATT, 1967).

As metodologias normalmente envolvem a exposição dos corpos-de-prova tratados à lixiviação ou à volatilização acelerada. A lixiviação pode consistir de uma impregnação inicial com água, seguida de ciclos alternados entre imersão em água e secagem (normas americanas), ou extração em aparelho tipo "Soxhlet", por 2,5; 5,0 ou 7,5 horas (normas francesas), ou por 300 horas, conforme as normas inglesas (CARBALLEIRA LOPEZ e MILANO, 1986).

Após os procedimentos de lixiviação ou volatilização, as amostras são climatizadas, esterilizadas e expostas aos fungos sob temperatura e umidade relativa controladas, por três a quatro meses, conforme a metodologia utilizada. Decorrido esse período, as amostras são retiradas dos frascos e o micélio fúngico removido, sendo elas novamente climatizadas e pesadas, para uma posterior avaliação da resistência mecânica ou da sua perda de massa (HUNT e GARRATT, 1967; BERH, 1973; CARBALLEIRA e MILANO, 1986).

No Laboratório de Produtos Florestais dos Estados Unidos, o fungo *Poria monticola* (= *Postia placenta*) é empregado para avaliar a resistência da madeira tratada com produtos preservativos que contenham o cobre em sua formulação "American Society for Testing and Materials" - ASTM D - 1413, 1994). Faltou os dados 4, 8 e 12Kg.

## **2.4.2. Ensaio com cupins xilófagos em laboratório**

### **2.4.2.1. Ensaio de alimentação forçada**

A norma ASTM D - 3345 (1994) descreve o ensaio de eficiência contra cupins e prevê a execução de ensaio de lixiviação e, ou, volatilização. No método utilizado, os cupins subterrâneos, coletados no campo, são mantidos em recipientes contendo areia, cuja umidade é ajustada, e deve ser mantida em todo período do ensaio. Pequenos blocos

de madeira de 2,54 x 2,54 x 0,64 cm são expostos à população, com tamanho pré-determinado de cupins subterrâneos ( $1,5 \pm 0,05\text{g}$ ), por um período de quatro semanas.

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

Conforme a Associação Francesa de Normalização (AFNOR – NFX – 41-539) a avaliação do ensaio deve envolver a perda de massa porcentual da madeira durante o ensaio (LEPAGE et al.,1986). O método da ASTM D – 3345 (1994) prevê, também, a execução de ensaios de lixiviação e de volatilização, conforme descrito pela ASTM D – 1413 (1994).

#### **2.4.2.2. Ensaio de preferência alimentar**

Em seu trabalho, SUPRIANA (1986) apresenta algumas críticas aos métodos normalizados pela ASTM D – 3345 e AFNOR – NFX – 41-539, ao considerar que quando as madeiras são oferecidas em conjunto ao ataque de cupins, os resultados são mais representativos daqueles que ocorreriam em condições reais de campo. Assim, alguns pesquisadores e Instituições de Pesquisa passaram a realizar o teste de preferência alimentar.

No Brasil, o Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA/CPPF, 1991; 1993) e RODRIGUEZ BUSTAMENTE (1993), a exemplo de outros pesquisadores, entre eles, ABREU e SILVA (2000) e PAES et al. (2000; 2001), vêm desenvolvendo e empregando ensaios de preferência alimentar de madeiras e de derivados da madeira a cupins xilófagos do gênero *Nasutitermes*.

### **3. MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1. Procedência e coleta da madeira**

A madeira de algaroba (*Prosopis juliflora* (Sw) D.C.) foi coletada em um povoamento de regeneração natural, na Fazenda Caicu, de propriedade do Sr. Antônio Bezerra Wanderley, no 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, com área de 735,9 Km<sup>2</sup>.

Para o desenvolvimento da pesquisa, como descrito por FARIAS SOBRINHO (2003), as peças foram selecionadas em função do diâmetro, retilinidade e aparência jovem dos ramos. Visando, assim, peças com elevada porcentagem de alburno e teor de umidade, fatores estes que indispensáveis ao método de tratamento empregado.

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

#### **3.2. Tratamento e amostragem das peças**

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

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

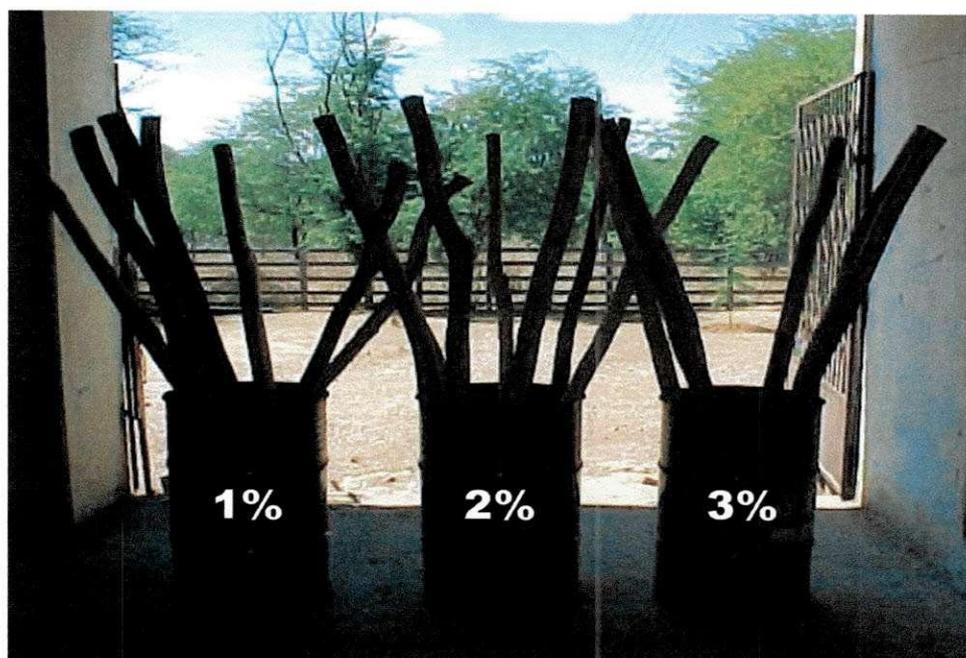


Figura 1 - Disposição das peças nas soluções preservativas.

Depois de tratadas, para assegurar uma boa fixação do preservativo nas peças, elas foram submetidas à secagem ao ar. Para isto, as peças foram empilhadas em local seco e ventilado. As peças permaneceram nestas condições por 20 dias. Após a secagem, seguindo a metodologia proposta por WEHR (1985), retiraram-se discos de  $\pm 2,0$  cm de espessura em cinco posições ao longo das peças (Figura 2). Para esta pesquisa foram utilizados os discos obtidos das posições 2, 3 e 5 (região de afloramento em peças instaladas em cercas, meio do comprimento e topo das peças, respectivamente).

Os discos obtidos foram empregados para as análises colorimétricas (penetração dos elementos cobre e boro nas peças) e para a retenção do preservativo CCB na madeira (FARIAS SOBRINHO, 2003).

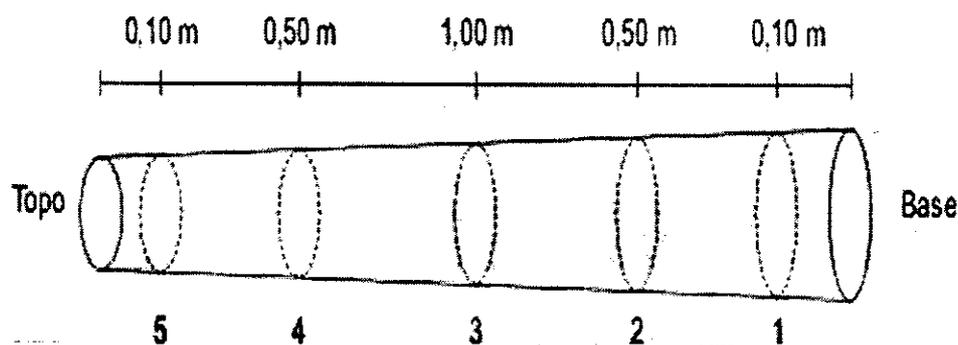


Figura 2 – Posições nos moirões em que foram retirados os discos para as análises da penetração e da retenção do CCB.

Para a penetração dos elementos cobre e boro na madeira, seguiram-se as recomendações da norma P-MB-790 da ABNT (1973b), com algumas modificações sugeridas por WEHR (1985) e PAES (1991). Assim, para a determinação da penetração do elemento cobre, os discos foram pulverizados com solução de cromo-azurol S, que revela uma coloração azul-escura intensa, na presença do referido elemento. Para o boro, os discos foram pulverizados com uma solução de álcool polivinílico e iodo, revelando uma coloração azulada na presença do elemento. As análises colorimétricas foram comparadas a um teste em branco, ou seja, em madeira não-tratada.

Para a determinação da retenção do CCB, dos discos obtidos nas posições 2; 3 e 5 (Figura 2) foram retiradas, em posições diametralmente opostas, quatro amostras de 1,5 x 1,5 x 2,0 cm, que receberam codificações de acordo com a posição no disco (Figura 3). Uma destas amostras foi destinada às análises de retenção e as demais, foram submetidas aos ensaios biológicos com o fungo de podridão-parda *Postia placenta* (Fr.) M. Lars. & Lomb. e o cupim xilófago *Nasutitermes corniger* (Halmgrem).

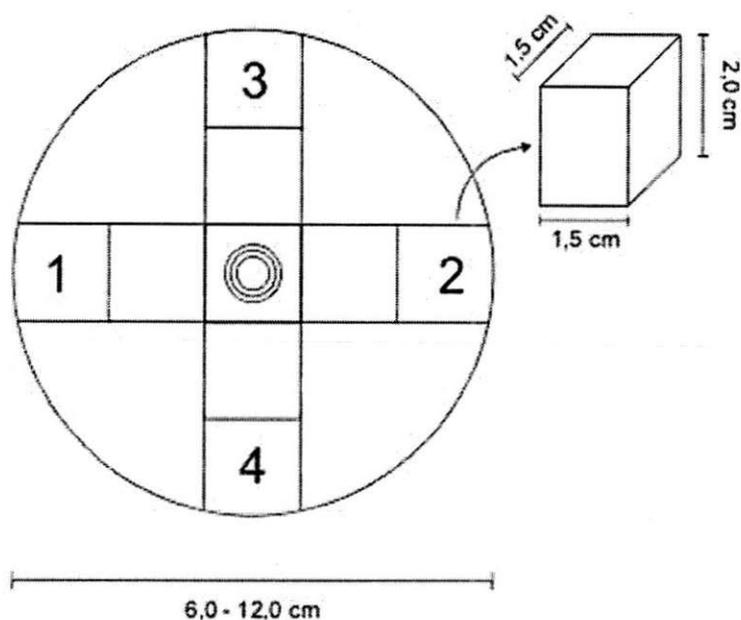


Figura 3 - Posições nos discos em que foram retiradas as amostras para as análises de retenção e ensaios biológicos.

Para a determinação do CCB, efetuou-se a digestão da madeira, seguindo a metodologia descrita por Wischer, citada por MORESCHI (1985).

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

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

em que:

R = Retenção do elemento na madeira (kg i.a./m<sup>3</sup>);

F = Fator estequiométrico empregado para a transformação dos elementos químicos para óxidos (cobre x 1,2518 = CuO; cromo x 1,9230 = CrO<sub>3</sub>);

C = Concentração do elemento químico (ppm);

Fd = Fator de diluição;

V = volume das amostras de madeira utilizadas na análises (cm<sup>3</sup>).

### **3.3. Acabamento e secagem dos corpos-de-prova**

A fim de facilitar a montagem dos ensaios e a análise visual do ataque dos organismos xilófagos empregados, as amostras obtidas conforme ilustrado na Figura 3, tiveram suas superfícies lixadas para eliminar defeitos e tornar as faces planas e paralelas.

Os corpos-de-prova obtidos foram codificados conforme tratamento e ensaios biológicos e submetidos à secagem em uma estufa com temperatura regulada para  $103 \pm 2^\circ \text{C}$  durante 48 horas. Depois de secos, os corpos-de-prova foram pesados em uma balança de 0,01 g de precisão para a determinação da massa seca dos mesmos.

### **3.4. Montagem dos ensaios biológicos**

Para atender aos objetivos propostos, foram executados ensaios com o fungo *Postia placenta*, que pertence à subdivisão Basidiomycotina, classe Hymenomycetes, ordem Aphyllophorales e família Polyporaceae e com cupins *Nasutitermes corniger* da ordem Isoptera e família Termitidae. Os ensaios foram desenvolvidos no Laboratório de Biodeterioração da Madeira, da Universidade Federal de Campina Grande, Campus de Patos, em Patos – PB.

#### **3.4.1. Ensaio de apodrecimento acelerado em laboratório**

Este ensaio foi executado de acordo com a norma ASTM 1413 (1994). Para realização do ensaio, foram utilizados corpos-de-prova de 1,5 x 1,5 x 2,0 cm (Figura 3).

Seguindo as recomendações da norma, o ensaio foi montado em frasco de vidros de 500 mL de capacidade, preenchido com 300g de solo. Após o preenchimento, o solo

foi umedecido com 38 mL de água destilada, adicionaram-se dois alimentadores de madeira de *Pinus* sp., e os frascos foram esterilizados a  $121 \pm 2^\circ\text{C}$ , por 60 minutos.

Depois do resfriamento, dos frascos, fragmentos obtidos de culturas puras do fungo *P. placenta* foram inoculados sobre os alimentadores (Figura 4). Após o desenvolvimento e colonização do solo pelo fungo (Figura 5) foram adicionados os corpos-de-prova à razão de quatro amostras por frasco (Figura 6). Assim procedendo, foram utilizadas cinco repetições para cada tratamento.

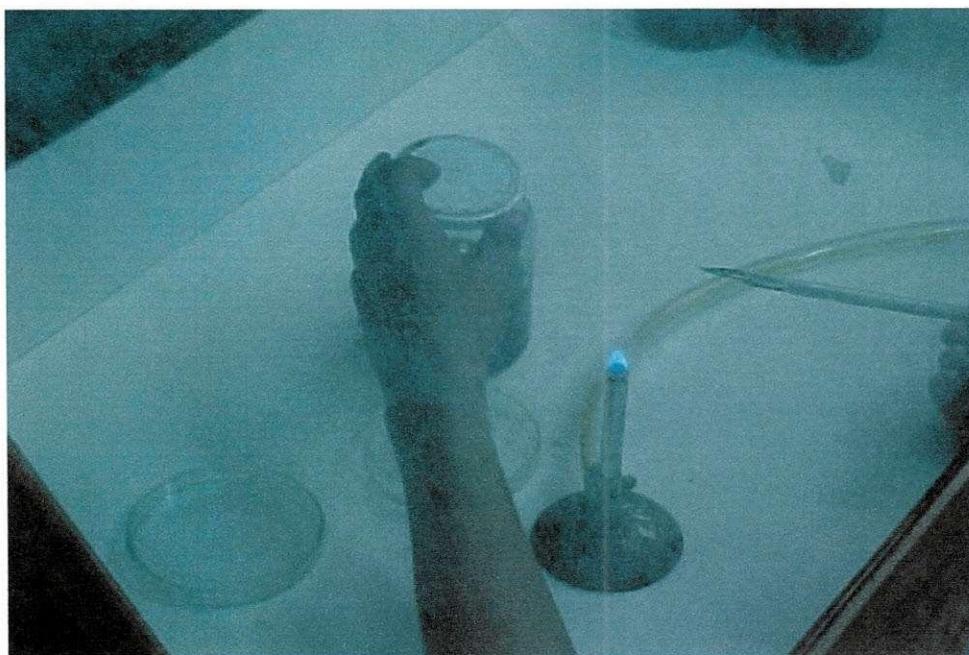
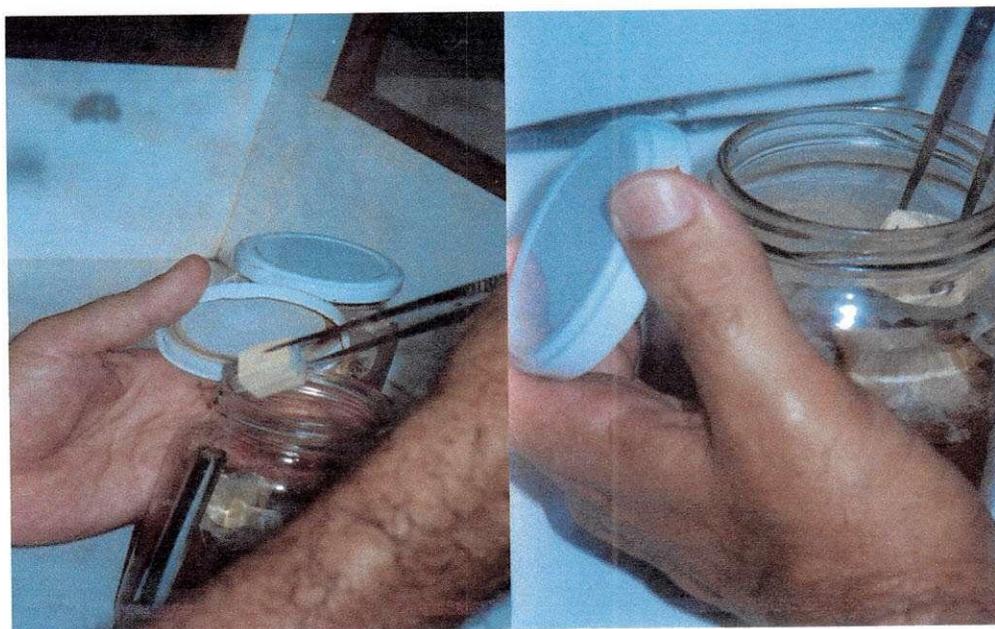


Figura 4 - Inoculação do fungo *Postia placenta* nos frascos.

Os frascos foram mantidos em sala climatizada ( $27 \pm 2^\circ\text{C}$  e  $70 \pm 5\%$  de umidade relativa), até que as amostras confeccionadas de *Pinus* sp., não-tratadas, atingissem uma perda de massa entre 50 a 60% de sua massa inicial, causada pela degradação provocada pelo fungo testado.



Figura 5 - Aspecto do desenvolvimento e colonização do fungo nos frascos.



Figuras 6 – Sequência da adição dos corpos-de-prova nos frascos.

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

Para a classificação da madeira quanto ao ataque do fungo, foram seguidas as Recomendações da ASTM D – 2017 (1994), apresentadas na Tabela 1.

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

<b>Classes de Resistência</b>	<b>Perda de Massa (%)</b>	<b>Massa Residual (%)</b>
Altamente resistente	0 - 10	90 - 100
Resistente	11 – 24	76 – 89
Resistência moderada	25 – 44	56 – 75
Não-resistente	≥ 45	≤ 55

### **3.4.2. Ensaio com cupins xilófagos subterrâneos em laboratório**

#### **3.4.2.1. Ensaio de alimentação forçada**

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

Segundo as recomendações, o ensaio foi montado em frascos de 500 mL, que foram preenchidos com 200g de areia (esterilizada à temperatura de  $130 \pm 2$  °C, durante

48 horas). Depois do resfriamento, corrigiu-se a umidade da areia pela adição de 37 mL de água destilada, para que a mesma atingisse 75% da capacidade de retenção de água.

Para avaliar a resistência da madeira a cupins subterrâneos em laboratório, foram utilizadas amostras de 1,5 x 1,5 x 2,0 cm (Figura 3), que foram secas em estufa à temperatura de  $103 \pm 2$  °C, por 48 horas. Após esfriarem, executou-se a pesagem das amostras para a verificação da massa anidra das mesmas. Depois de pesadas, as amostras foram transportadas para os frascos contendo areia esterilizada. Em cada frasco, foi introduzido um corpo-de-prova e  $1,09 \pm 0,05$ g do cupim subterrâneo *Nasutitermes corniger*, equivalente a  $\pm 380$  indivíduos (Figura 7).

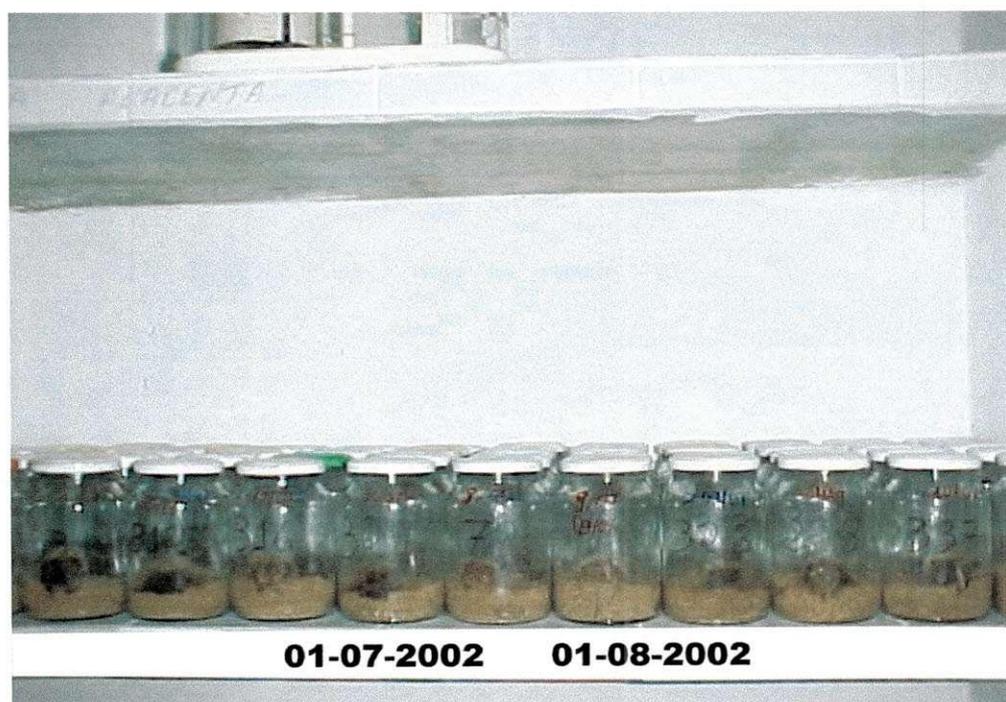


Figura 7 – Aspecto da montagem do ensaio de alimentação forçada.

Após a adição dos cupins, os frascos foram levemente tampados, a fim de permitir a aeração dos mesmos. Assim procedendo, foram montadas cinco repetições para cada tratamento.

As amostras permaneceram em sala climatizada ( $27 \pm 2^\circ \text{C}$  e  $75 \pm 5\%$  de umidade relativa), por 28 dias.

Para avaliar a eficiência dos tratamentos preservativos, foram computados a perda de massa e o desgaste provocado pelos cupins nos corpos-de-prova (Tabela 2). A perda de massa, a exemplo do ensaio com fungo, foi corrigida por meio de amostras submetidas às mesmas condições de ensaio, porém sem a presença de cupins.

Tabela 2 – Avaliação do desgaste provocado pelos cupins aos corpos-de-prova (ASTM D – 3345)

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

### 3.4.2.2. Ensaio de preferência Alimentar

Para a montagem do experimento foram empregadas amostras obtidas conforme Figura 3. Além da madeira de *Pinus* sp. utilizada como padrão de comparação, por recomendações das normas ASTM D - 1413 e 3345, nos ensaios com fungo e cupins (alimentação forçada), foram utilizadas amostras de sumaúma (*Ceiba pentandra* (L.) Gaert.). A sumaúma foi utilizada por ser uma madeira de baixa resistência ao ataque de

cupins e muito utilizada em estruturas diversas. Antes da montagem do ensaio, as amostras foram secas em estufa à temperatura de  $103 \pm 2$  °C, por 48 horas.

Para a montagem deste ensaio, os corpos-de-prova foram dispostos em uma caixa de 250 litros, que continha uma camada de  $\pm 10$  cm de areia úmida. A caixa foi apoiada sobre quatro blocos cerâmicos postos em bandejas de plástico de 30 x 40 x 5 cm contendo água e uma fina camada de óleo queimado (para evitar a fuga dos cupins).

As amostras foram distribuídas, segundo um delineamento em bloco casualizado, contendo três blocos (concentrações), quinze tratamentos (três posições x cinco repetições), além da testemunha (algaroba não-tratada), amostras de *Pinus* sp. e de sumaúma. As amostras foram fixadas na areia em um espaçamento de 5,0 cm (entre blocos) x 4,5 cm (entre amostras). Os corpos-de-prova tiveram 1/2 do seu comprimento fixado na areia (Figura 8).

A colônia de cupins utilizada foi coletada no próprio povoamento de algaroba. Após a coleta, a colônia foi disposta numa grelha de 30 x 40 x 5 cm, que foi apoiada em quatro blocos cerâmicos (tijolos de oito furos) postos sobre a camada de areia contida na caixa, em que estava montado o experimento (Figura 9).

As madeiras ficaram expostas à ação do cupim *N. corniger* durante 45 dias (Figura 10), em uma sala climatizada ( $27 \pm 2$  °C e  $75 \pm 5\%$  de umidade relativa). Transcorrido o tempo de ensaio, os corpos-de-prova foram secos, sob as condições já descritas, e novamente pesados para avaliar a porcentagem de perda de massa sofrida pelas amostras, em virtude do ataque dos cupins. A exemplo dos demais ensaios, a perda de massa foi corrigida.

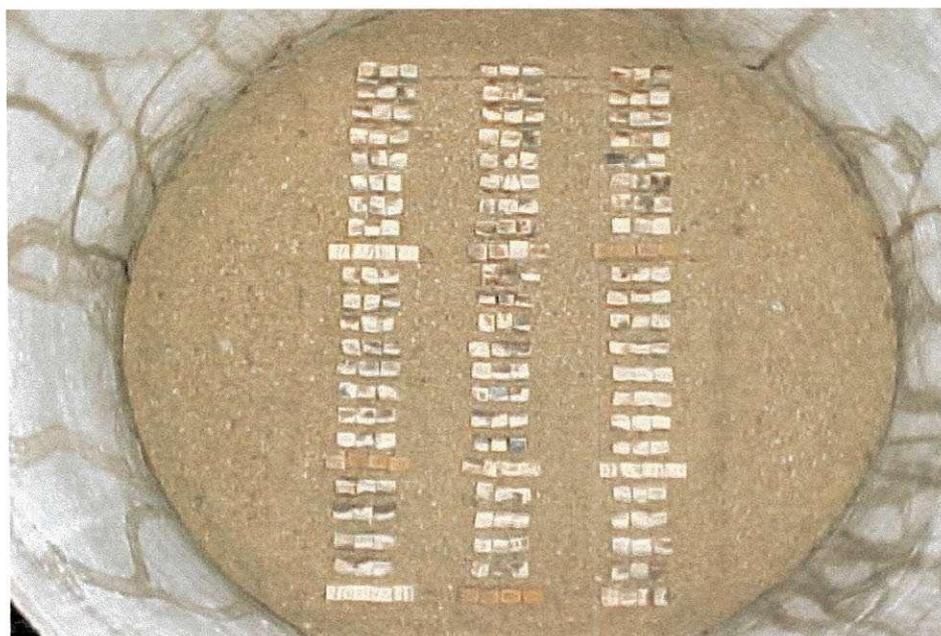


Figura 8 - Ilustração da distribuição dos corpos-de-prova na caixa.



Figura 9 – Aspectos da montagem do ensaio.



Figura 10 - Disposição da colônia de cupins na caixa.

Além da perda de massa, foi avaliado o desgaste. Para o desgaste, seguiu-se o critério de notas sugerido pela ASTM D – 3345 (1994), apresentado na Tabela 2.

### 3.5. Avaliação dos resultados

Os valores da penetração (elementos cobre e boro) e da retenção do CCB e de cada um de seus componentes, foram comparados em função da média aritmética.

Para comparar a resistência da madeira de algaroba tratada ao fungo *P. placenta* e ao térmita *N. corniger* (ensaio de alimentação forçada), foi empregado o delineamento inteiramente casualizado, com arranjo fatorial, em que foram analisados os seguintes fatores: tempo de tratamentos das peças, com 5 níveis; concentração da solução preservativa, com 3 níveis; posição nas peças, com 3 níveis; e 5 repetições. No ensaio de preferência alimentar, montado em delineamento em blocos casualizados, além dos fatores discriminados, analisou-se o efeito dos blocos.

Nos ensaios envolvendo o térmita *N. corniger*, em virtude da subjetividade dos dados de desgaste (Tabela 2), optou-se pela análise estatística apenas dos dados da perda de massa, e pela utilização das informações do desgaste, para auxiliarem nas interpretações dos resultados.

Para possibilitar a análise estatística, os dados foram transformados em arcsen [raiz (perda de massa/100)]. Esta transformação dos dados sugerida por STEEL e TORRIE (1980) foi necessária para permitir a homogeneidade das variâncias.

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

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. Penetração e retenção do preservativo CCB na madeira

Na Tabela 3 constam os valores médios da penetração (mm) dos elementos cobre e boro, na madeira tratada. Nota-se, para todas as posições, tempos e concentrações analisadas, que o boro apresentou uma penetração superior a do cobre. Isto ocorreu, provavelmente, em virtude da maior mobilidade do elemento boro em relação ao cobre. Este fato também foi observado por PAES (1991) e PAES et al. (2000).

Tabela 3 - Penetração média (mm) de cobre e boro em cada posição nas peças tratadas

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

O cobre é um agente fungicida, enquanto que o boro é inseticida. Desta maneira, observam-se, na madeira tratada, duas regiões de proteção contra xilófagos. A mais externa, protegida contra fungos e insetos e a mais interna, protegida contra insetos.

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

Nota-se, que a penetração do cobre foi inferior a 10 mm para todas as posições analisadas nas peças tratadas, com exceção da posição 2 (região de afloramento) das peças submetidas à concentração de 2%, durante 15 dias de tratamento. GALVÃO (1968), RODRIGUEZ HERRERA (1977), WEHR (1985) e PAES (1991) consideram como deficientes, penetrações inferiores a 10 mm.

No entanto, os valores médios da penetração do elemento boro (Tabela 3) foram satisfatórios para todas as posições, tempos e concentrações a que as peças foram submetidas. Exceção feita às posições 2, 3 e 5 (concentração de 3%) e 3 e 5 (concentração de 1%), quando submetidas a 3 dias, e posição 5 (1%) em 15 dias de tratamento. Certamente, o tempo de tratamento não foi o insuficiente para que o boro penetrasse na madeira a uma profundidade mínima aceitável, conforme o recomendado por GALVÃO (1968), RODRIGUEZ HERRERA (1977), WEHR (1985) e PAES (1991).

#### 4.1.1. Retenção de cobre, cromo e boro (CCB) na madeira tratada

Os valores médios da retenção (kg de i.a./m<sup>3</sup> de madeira tratada) do cobre, cromo e boro (Tabela 4) indicam, para a quase totalidade dos tratamentos, que o cobre apresentou uma retenção superior à do boro, o que era esperado, uma vez que, na formulação do "Osmose CCB", o cobre (calculado com CuO), participa com 26,0%; enquanto que o boro (calculado como elemento químico), com 10,5%. O cromo, elemento fixador do cobre e boro na madeira tratada, que segundo MORESCHI (1985), também apresenta efeito fungicida; pelas mesmas razões já expostas, apresentou retenção superior à dos demais elementos químicos.

Tabela 4 - Retenção média (kg/m<sup>3</sup>) do cobre, cromo e boro em cada posição na peça

Conc. (%)	Tempo (Dias)	Cobre (CuO)			Cromo (CrO <sub>3</sub> )			Boro (B)		
		Posições nas peças			Posições nas peças			Posições nas peças		
		2	3	5	2	3	5	2	3	5
1	3	0,32	0,49	0,32	1,67	1,44	1,42	0,19	0,20	0,12
	6	0,89	0,94	0,67	2,10	1,95	1,23	0,27	0,25	0,25
	9	0,89	0,23	0,08	1,17	0,84	0,53	0,23	0,25	0,28
	12	1,19	0,17	0,04	2,34	1,12	0,33	0,24	0,17	0,07
	15	1,03	0,08	0,01	3,02	0,29	0,04	0,23	0,10	0,07
2	3	1,44	1,76	0,41	3,85	2,58	2,64	0,33	0,31	0,09
	6	1,81	2,68	0,74	2,01	5,39	2,64	0,25	0,37	0,26
	9	1,40	0,41	0,14	3,78	2,06	1,36	0,33	0,31	0,27
	12	2,73	1,90	1,40	4,62	2,66	1,86	0,35	0,39	0,33
	15	2,10	2,71	0,50	5,28	6,00	3,15	0,31	0,40	0,33
3	3	0,93	0,28	0,16	1,90	0,31	0,59	0,22	0,20	0,04
	6	1,25	0,83	1,29	2,62	3,02	3,37	0,29	0,37	0,20
	9	1,24	0,14	0,05	3,77	0,40	0,26	0,32	0,14	0,06
	12	1,40	0,11	0,28	2,85	0,43	1,30	0,36	0,09	0,27
	15	1,15	0,77	0,39	3,02	1,93	1,52	0,32	0,21	0,11

Observa-se, também que as baixas retenções dos elementos cobre, cromo e boro (Tabela 4), quase sempre estão associadas às baixas penetrações dos elementos cobre e boro (Tabela 3).

Na Tabela 5 são apresentados os valores médios da retenção do produto “Osmose CCB” (obtidos da soma da retenção dos componentes cobre (CuO), cromo (CrO<sub>3</sub>) e boro (B) para as posições, tempos e concentrações testadas.

Tabela 5 – Retenção média (kg/m<sup>3</sup>) do preservativo “Osmose CCB” na madeira tratada

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

Observa-se, na Tabela 5, que as peças submetidas às soluções de 1 e 3% de CCB não atingiram, para nenhum dos tempos e posições analisadas, uma retenção satisfatória,

que permita indicar o uso das mesmas em contato direto com o solo. Esta afirmação está de acordo com a ABNT (1973 a). No entanto, as peças submetidas à solução de 2%, durante 6 dias (posição 3) 12 e 15 dias (posição 2) e 15 dias (posição 3) apresentaram, retenções superiores à mínima estipulada pela ABNT (1973 a) para o emprego em contato com o solo, que é de 6,5 kg de i.a./m<sup>3</sup> de madeira tratada.

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

Provavelmente, as peças que apresentaram uma boa penetração dos elementos cobre e boro (Tabela 3), associada a uma retenção superior à mínima recomendável (Tabela 4), apresentem boa resistência a fungos e cupins.

#### **4.2. Ensaio de apodrecimento acelerado em laboratório**

Na Tabela 6, encontram-se os valores médios da perda de massa (%) da madeira de algaroba tratada com CCB, quando submetida ao ataque do fungo *P. placenta*.

Nota-se, dentre a madeira tratada, que a mais atacada foi a proveniente da posição 5, quando tratada com solução preservativa a 3 %, durante 12 dias, que apresentou uma perda de massa de 18,5 %. Mesmo assim, estas peças ofereceram uma resistência de 2,4 vezes superior à das peças não-tratadas. No geral, o tratamento preservativo conferiu às peças um ganho de resistência da ordem de 59%.

A madeira que sofreu a menor perda de massa (1,67 %), foi a proveniente da posição 2, quando submetida durante 15 dias, a uma solução de 2 % de CCB. Esta madeira apresentou uma resistência de 26,9 vezes superior às peças não-tratadas. Isto correspondeu a um ganho de resistência da ordem de 96,3 %.

Tabela 6 - Perda de massa (%) causada pelo fungo *Postia placenta*, em cada posição na peça tratada

Conc. (%)	Tempo (Dias)	Posições nas peças			Médias
		2	3	5	
1	3	3,16	3,69	3,20	3,35
	6	6,19	2,51	3,14	3,95
	9	2,26	2,94	3,80	3,00
	12	1,75	2,81	3,13	2,56
	15	2,29	7,94	14,19	8,14
	Médias	3,13	3,98	5,49	4,20
2	3	3,67	4,46	5,21	4,45
	6	2,02	3,68	3,67	3,12
	9	2,21	2,84	12,92	5,99
	12	1,92	2,44	3,62	2,66
	15	1,67	2,59	4,03	2,76
	Médias	2,30	3,20	5,89	3,80
3	3	3,12	18,45	15,60	12,39
	6	2,95	3,01	3,13	3,03
	9	3,09	9,64	7,20	6,64
	12	3,89	16,13	18,50	12,84
	15	2,97	4,83	11,04	6,28
	Médias	3,20	10,41	11,09	8,24
Algaroba não-tratada					44,94
<i>Pinus sp.</i>					55,26

A madeira de *Pinus sp.*, utilizada como padrão de comparação (ASTM D – 1413, 1994), foi bastante deteriorada durante o ensaio, sendo 22,96% mais deteriorada que a madeira de algaroba não-tratada, tendo sido classificada como não-resistente, segundo a ASTM D – 2017 (1994).

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

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

Para uma melhor avaliação, os dados de resistência da madeira de Algaroba tratada, submetida ao fungo *P. placenta*, foram analisados estatisticamente. A análise de variância dos dados encontra-se na Tabela 1 A, (Anexo A).

Os resultados da análise de variância indicaram que os fatores posição, concentração e a interação entre os fatores tempo e concentração foram significativos pelo teste de F, à 5% de probabilidade.

Os efeitos da posição e do desdobramento da interação entre o tempo e concentração foram analisados pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade (Tabela 7).

Observa-se na Tabela 7 que as amostras advindas da posição 2 (região de afloramento) foram mais resistentes ao fungo empregado que as demais posições avaliadas. PAES (1995) afirma que isto é vantajoso, pois é esta a posição mais propícia ao ataque de fungos em peças instaladas no solo. Observa-se ainda, que não houve diferenças significativas entre as médias de perda de massa advindas das posições 3 e 5.

Com relação ao efeito do tempo de tratamento em cada concentração do produto “Osmose CCB” (Tabela 7), observa-se para todas as peças submetidas às concentrações de 1 e 2%, que o tempo não influenciou na resistência da madeira. No entanto, quando as peças foram expostas a 3%, durante 6 dias, apresentaram deterioração inferior e diferente daquelas tratadas durante 3 e 12 dias. As peças submetidas a 3, 9, 12 e 15 dias apresentaram uma deterioração semelhante entre elas.

A análise do efeito da concentração em cada tempo indicou que não houve efeito da concentração na resistência da madeira, quando esta foi submetida aos tempos de 6, 9 e 15 dias. Porém, para os tempos de 3 e 12 dias, observou-se o efeito da concentração da solução na resistência da madeira. As peças que permaneceram por 3 dias nas soluções de 1% apresentaram-se menos deterioradas que aquelas submetidas à 3%. Para estes casos, a

concentração de 2% apresentou valores intermediários entre as concentrações testadas. Entretanto, para o tempo de 12 dias e 2% proporcionaram deterioração semelhante e inferiores às sofridas pelas peças submetidas à concentração de 3%.

Tabela 7 – Comparações múltiplas entre médias pelo teste de Tukey, para os resultados de perda de massa (%) da madeira de algaroba submetida ao fungo *Postia placenta*

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

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

### 4.3. Ensaio com cupins xilófagos

#### 4.3.1. Ensaio de alimentação forçada

Os valores médios de perda da massa (%) da madeira de algaroba tratada com CCB e submetida ao ensaio de alimentação forçada, na presença de térmitas *Nasutitermes corniger*, encontram-se na Tabela 8.

Nota-se na Tabela 8 que a madeira proveniente do topo das peças (posição 5) tratada com a solução a 2% de i.a. de CCB, durante 3 dias, apresentou o maior valor de

perda de massa (17,63%). Na seqüência, a madeira da posição 3 (meio do comprimento da peça) com perda de 10,66%. Este valor de perda de massa, também foi observado nas peças provenientes da posição 5, quando submetidas à solução de 3%, durante 15 dias. A seguir, observa-se a perda de massa de 10,45%, na posição 5 das peças que permaneceram 9 dias na solução à 2%. No geral, a maior média de perda de massa (12,34%) foi observada para as peças que permaneceram 3 dias na solução de 2%.

Tabela 8 – Perda de massa (%) da madeira de algaroba, tratada com CCB, causada pelo térmita *Nasutitermes corniger*, no ensaio de alimentação forçada em cada posição da peça

Conc. (%)	Tempo (dias)	Posições nas peças			Médias
		2	3	5	
1	3	5,77	7,82	8,98	7,52
	6	5,18	4,66	5,41	5,08
	9	5,57	5,40	6,16	5,71
	12	4,21	5,44	7,96	5,87
	15	3,43	7,82	8,44	6,56
	Médias	4,83	6,23	7,39	6,15
2	3	8,73	10,66	17,63	12,34
	6	3,18	6,19	7,31	5,56
	9	5,45	9,99	10,45	8,63
	12	3,03	2,74	4,65	3,47
	15	2,82	4,21	4,53	3,85
	Médias	4,64	6,76	8,91	6,77
3	3	4,22	6,53	7,84	6,20
	6	3,77	3,47	4,73	3,99
	9	4,59	5,89	7,86	6,11
	12	3,47	5,73	6,44	5,21
	15	5,09	7,78	10,66	7,84
	Médias	4,23	5,88	7,51	5,87
Algaroba não-tratada					21,77
Pinus sp.					15,00

O menor valor de perda de massa (2,74%) obtido na posição 3, das peças submetidas a 12 dias na solução de 2%, foi 7,94 vezes inferior ao obtido pela madeira não-tratada, que sofreu uma perda de massa de 21,77%. Enquanto que, a madeira tratada que sofreu a maior perda de massa (17,63%), obtida do topo da peça, em que o preservativo apresentou maior dificuldade em atingir, foi semelhante à madeira não-tratada. Este fato evidencia a necessidade do tratamento de reforço no topo das peças (GALVÃO, 1968; WHER, 1985; PAES, 1991; FARIAS SOBRINHO, 2003).

A Tabela 9 apresenta os dados de desgaste (analisados por meio de valores apresentados pela ASTM D – 3345 (1994), que constam na Tabela 2) causados pelo térmita *N. corniger* na madeira de algaroba submetida ao ensaio de alimentação forçada.

Os dados da Tabela 9 indicam que os Térmitas (cupins), praticamente não atacaram a madeira de algaroba tratada, tendo apresentado na maioria das vezes, pequenas escarificações nas peça, o que redundou na baixa perda de massa apresentada na Tabela 8.

Ao comparar os dados da Tabela 9 com aqueles apresentados na Tabela 8, observaram-se algumas discrepâncias em que as maiores perdas de massa observados (Tabela 8) não correspondem aos maiores desgastes apresentados na Tabela 9. Isto deve-se a subjetividade dos dados de desgaste (Nota) avaliados como o indicado pela ASTM D – 3345 (1994) por cinco observadores.

No entanto, o desgaste sofrido pela madeira de algaroba não-tratada, pela madeira de *Pinus* sp. (utilizada como padrão de comparação indicada pela ASTM D – 3345) foi superior a todas as situações e posições analisadas na peça. Este fato evidencia a eficiência do produto e método de tratamento utilizado na melhoria da resistência da madeira de algaroba.

Com o intuito de melhor avaliar os resultados, os dados de perda de massa foram analisados estatisticamente. A análise de variância (Tabela 2A, Anexo A) indicou que os fatores posição, tempo e a interação entre o tempo e concentração foram significativos pelo teste F.

Tabela 9 - Desgaste causado pelo térmita *Nasutitermes corniger* na madeira de algaroba, submetida ao ensaio de alimentação forçada, em cada posição na peça tratada

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

Os efeitos da posição e do desdobramento da interação entre o tempo e a concentração foram analisados pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade (Tabela 10).

Nota-se (Tabela 10) que a madeira mais deteriorada foi a proveniente da posição 5 e, a menos, a da posição 2 (nível da solução nos tambores), tendo a posição 3, atingido um valor intermediário entre as posições analisadas.

A análise do efeito da concentração em cada tempo de tratamento (Tabela 10) indicou que a concentração de 1% não exerceu influência na resistência da madeira ao térmita *N. corniger* para nenhum dos tempo analisados. No entanto, a resistência conferida pelas soluções de 2 e 3% foram influenciadas pelo tempo de tratamento. Para a solução de 2%, as peças submetidas ao tempo de 3 dias foram mais deterioradas que as demais. Os tempos de 6, 12 e 15 dias proporcionaram as menores resistências. Os valores de resistência proporcionados por esses tempos foram semelhantes entre si e diferentes dos tempos de 3 e 9 dias, os quais diferiram entre si. Para a concentração de 3%, a resistência produzida pelo tempo de 6 dias foi superior a de 15 dias, tendo os demais tempos proporcionado resistência intermediária entre os tempos de 6 e 15 dias.

Tabela 10 – Comparações múltiplas entre médias pelo teste de Tukey, para os resultados de perda de massa (%) para a madeira de algaroba submetida ao ensaio de alimentação forçada ao térmita *Nasutitermes corniger*

Posições nas Peças					
2		3		5	
4,57 c		6,29 b		7,94 a	
Efeito da Concentração das Soluções em cada Tempo de Tratamento					
Conc. (%)	Tempo (Dias)				
	3	6	9	12	15
1	7,52 Ab	5,08 Aa	5,71 Aa	5,87 Aa	6,56 Aa
2	12,34 Aa	5,56 Ca	8,63 Ba	3,47 Cb	3,85 Cb
3	6,20 ABb	3,99 Ba	6,11 ABa	5,21 ABab	7,84 Aa

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

A análise do efeito do tempo em cada concentração (Tabela 10) indicou que a madeira submetida aos tempos de 6 e 9 dias não foram influenciados pela concentração.

Para os tempos de 12 e 15 dias, a concentração de 2% conferiu maior resistência, quando comparado às demais, as quais foram semelhantes. No entanto, para o tempo de 3 dias, a concentração de 2% conferiu resistência inferior às concentrações de 3 e 5%.

#### **4.3.2. Ensaio de preferência alimentar**

Na Tabela 11, encontram-se os valores médios da perda de massa (%) da madeira de algaroba tratada com CCB, quando submetida ao ensaio de preferência alimentar aos térmitas *N. corniger*.

Nota-se que a madeira tratada mais atacada, com perda de massa de 52,09%, foi a proveniente da posição 5 (topo da peça), quando permaneceu 3 dias na solução de 2% de concentração. A seguir, a mais deteriorada foi a madeira da posição 5, proveniente da peça submetida a 3 dias de tratamento na solução de 1% concentração do CCB, que perdeu 47,73% da massa inicial. Estes valores de perda de massa foram numericamente superiores àqueles obtidos pela madeira não-tratada, que apresentou uma média de 43,48. Isto é justificável, pois as peças de algaroba tratadas por FARIAS SOBRINHO (2003) eram heterogênea e àquelas mais atacadas foram às provenientes do topo das peças, onde o produto preservativo não atingiu (após o decurso de 3 dias), ou apresentou uma retenção insuficiente para garantir melhoria na resistência da madeira.

No entanto, a madeira que apresentou melhor resistência (perda de massa de 9,57%) foi a proveniente da posição 2, quando submetida durante 6 dias à solução de 2% de concentração. Esse valor de perda de massa foi 4,54 vezes inferior ao atingido pela testemunha, justificando a necessidade e a eficiência do produto utilizado na melhoria da resistência das peças quando submetidas ao ataque dos térmitas *N. corniger*.

A madeira de *Pinus* sp., empregada como controle e para permitir a comparação com outros trabalhos em que esta madeira é utilizada (ASTM D – 3345, 1994), apresentou perda de massa de 68,20%, enquanto que a sumauma, madeira utilizada com frequência em estruturas, foi completamente destruída.

Tabela 11 – Perda de massa (%) da madeira de algaroba, tratada com CCB, causada pelo térmita *Nasutitermes corniger*, no ensaio de preferência alimentar, em cada posição da peça

Conc. (%)	Tempo (Dias)	Posições nas peças			Médias
		2	3	5	
1	3	39,24	30,39	47,73	39,12
	6	21,40	10,36	33,01	21,59
	9	14,60	17,63	27,85	20,03
	12	13,81	14,87	28,68	19,12
	15	12,86	19,29	33,03	21,73
	Médias	20,38	18,51	34,06	24,32
2	3	19,96	24,00	52,09	32,02
	6	9,57	11,33	13,75	11,55
	9	13,63	18,69	17,04	16,45
	12	14,72	19,18	24,33	19,41
	15	14,85	22,36	21,89	19,70
	Médias	14,55	19,11	25,82	19,83
3	3	35,08	25,14	44,03	34,75
	6	19,03	21,53	31,45	24,00
	9	14,89	16,22	15,96	15,69
	12	20,10	14,08	24,12	19,43
	15	15,81	26,63	43,51	28,65
	Médias	20,98	20,72	31,81	24,50
Algaroba não-tratada					43,48
Pinus sp.					68,20
Sumaúma					100,00

A Tabela 12 apresenta os dados de desgaste causado pelos térmitas *N. corniger* na madeira de algaroba, submetida ao ensaio de preferência alimentar.

Os valores apresentados na Tabela 12 indicam que os cupins atacaram, em alguns casos, severamente a madeira, enquanto em outros, o ataque foi moderado (Tabela 2, ASTM D – 3345, 1994). O ataque intenso foi observado com mais frequência nas

amostras provenientes da posição 5 (topo da peça). Isto reforça a necessidade da imersão das peças na solução preservativa com o intuito de melhorar a retenção do produto preservativo nessa região da peça, como o indicado por PAES (1991), WHER (1998) e FARIAS SOBRINHO (2003).

Tabela 12 – Desgaste provocado pelo térmita *Nasutitermes corniger* na madeira de algaroba, submetida ao ensaio de preferência alimentar, em cada posição na peça tratada

Conc. (%)	Tempo (Dias)	Posições nas peças			Médias
		2	3	5	
1	3	5,35	5,90	4,15	5,13
	6	5,75	7,10	4,20	5,68
	9	6,20	6,75	4,95	5,97
	12	6,50	6,60	3,95	5,68
	15	7,05	5,15	3,15	5,12
	<b>Médias</b>		6,17	6,30	4,08
2	3	6,05	4,65	1,40	4,03
	6	7,30	7,00	6,40	6,90
	9	6,75	5,80	5,90	6,15
	12	5,55	5,30	4,80	5,22
	15	5,55	5,05	4,85	5,15
	<b>Médias</b>		6,24	5,56	4,67
3	3	4,55	4,40	3,05	4,00
	6	6,05	6,05	4,75	5,62
	9	6,65	5,90	4,95	5,83
	12	5,80	6,05	4,65	5,50
	15	5,70	5,55	3,00	4,75
	<b>Médias</b>		5,75	5,59	4,08
Algaroba não-tratada					2,56
<i>Pinus</i> sp.					0,27
Sumaúma					0,00

A exemplo dos dados discutidos e apresentados (Tabela 11), a média de desgaste observada para a posição 5, das peças submetidas por 3 dias à concentração de 2%, foi numericamente inferior à apresentada pela madeira de algaroba não-tratada. Este fato se deve a heterogeneidade das peças e a menor penetração e retenção do produto preservativo no topo da peça.

Em função dos valores de desgaste apresentados pela madeira de algaroba tratada, quando comparado àquela não-tratada, justifica a necessidade de tratamento da mesma, para apresentar maior desempenho em serviço, em locais infestados por térmitas *N. corniger*.

As madeiras de *Pinus* sp e de sumaúma introduzidas no experimento para fins comparativos da resistência da madeira natural ou tratada, foram dizimadas pelos cupins durante o experimento, evidenciando a ferocidade do ataque dos térmitas, pois a colônia utilizada era composta de uma grande quantidade de insetos.

Com o intuito de melhor analisar os dados de perda de massa, empregou-se uma análise de variância (Tabela 3A, Anexo A). A análise indicou que os fatores posição, tempo e concentração foram significativos pelo teste F. As médias desses fatores foram analisadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade e apresentadas na Tabela 13.

Os resultados apresentados na Tabela 13 indicam que as posições 2 e 3 (base e metade do comprimento das peças) não diferem entre si, quanto à perda de massa, tendo o topo da peça (posição 5), apresentado uma maior perda, quando comparada as posições 2 e 3. Isto evidencia a necessidade de um tratamento de reforço no topo das peças, como o preconizado por GALVÃO (1968), WHER (1985), LEPAGE (1986) e PAES (1991).

As perdas de massa das peças submetidas aos tempos de 6, 9 e 12 dias não diferem estatisticamente. Tendo sido inferiores àquelas apresentadas pelos tempos de 3 e 15 dias. Esperava-se que as peças que permaneceram durante 15 dias no tratamento apresentassem uma menor perda de massa, ou que pelo menos fosse semelhante àquelas que permaneceram por 12 dias no tratamento. Isto pode ter ocorrido, segundo FARIAS SOBRINHO (2003), em função da umidade inicial das peças ou da heterogeneidade da madeira utilizada.

Tabela 13 – Comparações múltiplas entre médias pelo teste de Tukey, para os resultados de perda de massa (%) para a madeira de algaroba submetida ao ensaio de preferência alimentar a *Nasutitermes corniger*

<b>Posições nas Peças</b>				
2		3		5
18,64 B		19,45 B		30,56 A
<b>Tempos de Tratamento (Dias)</b>				
3	6	9	12	15
35,30 A	19,05 B	17,39 B	19,32 B	23,36 A
<b>Concentrações do Preservativo (%)</b>				
1		2		3
4,57 C		6,29 B		7,94 A

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

A concentração do produto “Osmose CCB” que proporcionou uma menor perda de massa nas peças foi a de 1%, tendo a perda sido diferente daquelas proporcionadas pelas soluções de 2 e 3%. As peças submetidas à solução de 3% foi a que sofreu maior perda de massa. Isto, provavelmente ocorreu por causa da dificuldade da solução mais concentrada de se difundir na direção longitudinal e radial das peças (FARIAS SOBRINHO, 2003).

## 5. CONCLUSÕES

A penetração dos elementos cobre e boro, de um modo geral, decresceram da base para o topo das peças tratadas. As retenções dos elementos cobre, cromo e boro, ingredientes do produto “Osmose CCB”, de modo geral estiveram associados à penetração dos elementos cobre e boro na madeira tratada;

O tratamento preservativo utilizado garantiu às peças tratadas alta resistência ou resistência ao fungo *Postia placenta*, o que comprova a eficácia do método de tratamento e do produto preservativo utilizado na melhoria da resistência da madeira de algaroba;

As peças tratadas, submetidas ao ensaio de alimentação forçada, frente aos térmitas *Nasutitermes corniger* ; praticamente não foram atacadas;

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

As madeiras tratadas provenientes do topo da peça, submetidas ao ensaio de preferência alimentar em relação ao térmita *N. corniger*, sofreram ataque intenso.

No ensaio de preferência alimentar, o tempo de tratamento e concentração da solução preservativa influenciaram os resultados, tendo os maiores tempos de tratamento (exceção feita ao tempo de 15 dias), proporcionando uma maior proteção à madeira tratada. Para este ensaio, ao contrário dos demais, a concentração de 1%, conferiu melhor resistência à madeira tratada;

De modo geral, a parte superior das peças, em que foram observadas as menores penetrações e retenções do produto preservativo, foram mais atacadas pelos organismos xilófagos testados;

Nas peças em que foram observadas penetração e retenção satisfatórias, apresentaram uma boa resistência aos organismos xilófagos testados;

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

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABREU, R.L.S.; SILVA, K.E.S. Resistência natural de dez espécies madeireiras da Amazônia ao ataque de *Nasutitermes macrocephalus* (Silvestri) e *N. surinamensis* (Halmgrem) (Isoptera: Termitidae). **Rev. Árvore**, Viçosa, v. 24, n. 2, p. 229-234. 2000.
- ALSTON, A.S. **Preservative treatment specifications in fiji**. Stockholm: The International Research Group on Wood Preservation, 1982. 10p. (Doc. IRG/W2/3190).
- AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. ASTM D-1413. Standard test method for wood preservatives by laboratory soil-block cultures. **Annual Book of ASTM Standards**, Philadelphia, v. 0410, p. 119-121.1994.
- AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. ASTM D-2017. Standard method of accelerated laboratory test of natural decay resistance of wood. **Annual Book of ASTM Standards**, Philadelphia, v. 0410, p. 324-328.1994.
- AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. ASTM D-3345. Standard method for laboratory evaluation of wood and other cellulosic materials for resistance to termites. **Annual Book of ASTM Standards**, Philadelphia, v. 0410, p. 439-441.1994.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. P-EB-3345. **Moirões de madeira preservada para cercas**. Rio de Janeiro: ABNT, 1973a. 19p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. P-EB-3345. **Penetração e retenção de preservativos em postes de madeira**. Rio de Janeiro: ABNT, 1973b. 5p.
- AZEVEDO, N.V. As mil e uma utilidades da algaroba. **Ciência Hoje**, Rio de Janeiro, v.3, n.13, p. 24-24. 1984.
- BEHR, A E. Decay test methods. In: NICHOLAS, D.D. (Ed.). **Wood deterioration and its preservation by preservative treatments: degradation and protection of wood**. Syracuse: Syracuse University, 1973. v.1, p. 217-246.
- BLEW, J.O. **Preservative treatment of the wood for farm use**. Madson: U.S.D.A, Forest Products Laboratory, 1965. 12p. (Research Note FPL, 85).
- BRAGA, R. **Plantas do Nordeste; especialmente do Ceará**. 3. ed. Mossoró: ESAM, 1976. 540p.

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

CARVALHO, A. **Impregnação de madeira para construções rurais**. Lisboa, Direção Geral dos Serviços Florestais e Agrícolas, 1966. 98p. (Estudos e Informação, 227). 11

CAVALCANTE, M.S. **Retenção de preservativos para madeiras em diferentes usos**. São Paulo: ABPM, 1984. 4P. (Boletim Técnico, 19).

FARIAS SOBRINHO, D.W. **Viabilidade técnica e econômica do tratamento preservativo da madeira de algaroba (*Prosopis juliflora* (Sw) D.C.), pelo método de substituição da seiva**. 2003. 53 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2003.

GALVÃO, A.P.M. **Características da distribuição de alguns preservativos hidrossolúveis em moirões de *Eucalyptus alba* Reinw. Tratados pelo processo de absorção por transpiração radial**. 1968. 115 f. Tese (Doutorado) – Escola de Agricultura Luiz de Queirós, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1968.

GOMES, J.J. **Características Tecnológicas da Algarobeira (*Prosopis juliflora* (Sw) D.C., contribuição para o seu uso racional**. 1999. 118 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal da Paraíba, Campina Grande, 1993.

HUNT, G.M.; GARRATT, G.A. **Wood preservation**. 3. ed. New York, Mc Graw-Hill, 1967. 433p.

INPA/CPPF. **Catálogo de madeiras da Amazônia: Características tecnológicas**. Manaus: INPA/CPPF, 1991. 165p.

INPA/CPPF. **Catálogo de madeiras do Amapá: Características tecnológicas**. Manaus: INPA/CPPF, 1993. 165p.

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

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

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

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

LEPAGE, E.S.; GERALDO, F.C.; ZANOTTO, P.A.; MILANO, S. Metodos de tratamento. In: LEPAGE, E.S., (Coord.). **Manual de preservação de madeiras**. São Paulo: IPT, 1986. v.2, p.343-419.

MENDES, A.S.; ALVES, M.V.S. **A degradação da madeira e sua preservação**. Brasília:IBDF, 1988. 57p.

MENDES, B.V. Potencialidade de utilização da algaroba (*Prosopis juliflora* (SW). DC). In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE ALGAROBA, 2., Mossoró, 1987. **Anais...** Mossoró, **Revista da Associação Brasileira da Algaroba**, Mossoró, v. 1, n.4, p.17-41. 1987.

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

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

PAES, J.B. **Viabilidade do tratamento preservativo de moirões de bracatinga (*Mimosa scabrella* Benth.), por meio de métodos simples, e comparações de sua trabatabilidade com a do *Eucalyptus grandis* Lab.** 1991. 140 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1991.

PAES, J.B.; LIMA, B.A.; LIMA, C.R.; SIMÕES, V.P. Resistência de nove painéis a base de madeira a cupins subterrâneos em ensaio de preferência alimentar. In: ENCONTRO BRASILEIRO EM MADEIRAS E EM ESTRUTURAS DE MADEIRA, 8., Uberlândia, 2002. **Anais...** Uberlândia: UFU, 2002a. Cd-rom. 16p.

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

PAES, J.B.; MEDEIROS, V.M.; LIMA, C.R. Resistência natural de três madeiras do semi-árido brasileiro a fungos e cupins xilófagos. In: ENCONTRO BRASILEIRO EM MADEIRAS E EM ESTRUTURAS DE MADEIRA, 8., Uberlândia, 2002. **Anais...** Uberlândia: UFU, 2002b. Cd-rom. 12p.

PAES, J.B.; SANTOS, J.M.; LIMA, C.R. Tratamento de peças roliças de algaroba (*Prosopis juliflora* DC.). In: ENCONTRO BRASILEIRO EM MADEIRAS E EM ESTRUTURAS DE MADEIRA, 7., São Carlos, 2000. **Anais...** São Carlos, EESC/USP, 2000. Cd-rom. 11p.

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

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

RODRIGUEZ BUSTAMANTE, N.C. **Preferências alimentares de 5 espécies de cupins *Nasutitermes* Dudley, 1890 (Termitidae: Isoptera) por 7 espécies de madeira da várzea na Amazônia Central**. 1993. 151 f. Dissertação (Mestrado) – Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia, Manaus, 1993.

RODRIGUEZ HERRERA, J.A. Preservación por métodos sencillos y de bajo costo. **Ciência Forestal**. Buenos Aires, v.2, n.8. p. 25-49. 1977.

SANTINI, E.J. **Biodeterioração e preservação da madeira**. Santa Maria: CEPEF/FATEC, 1988. 125p.

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

STEEL, R.G.D.; TORRIE, J.H. **Principles and procedures of statistic: a biometrical approach**. 2. ed. New York, Mc Graw-Hill, 1980. 633p.

SUPRIANA, N. **Notes the resistance of tropical wood against termites**. Stockholm: The International Research Group on Wood Preservation, 1985. 9p. (Doc. IRG / WP / 1249).

TORRES JUAN, J. **Conservación de maderas em su aspecto práctico**. Madrid: U.S.D.A, Forest Products Laboratory, 1965. 12p. (Reseach Note FPL, 85).

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

WILKINSON, J.G. **Industrial timber preservation**. London: The Rentokil Library/Associated Business, 1979. 532p.

**ANEXOS**

## ANEXO A

Tabela 1 A - Análise de variância para os resultados de perda de massa (%) da madeira submetida ao fungo *Postia placenta*. Dados transformados em arcsen (raiz perda de massa/100)

Fonte de Variação	Grau de Liberdade	Soma de Quadrados	Quadrados Médios	F
Posição	2	0,22	0,11	10,01**
Tempo	4	0,53x10 <sup>-1</sup>	0,13x10 <sup>-1</sup>	1,22 ns
Concentração	2	0,20	0,10	9,37**
Posição x Tempo	8	0,90x10 <sup>-1</sup>	0,11x10 <sup>-1</sup>	1,04 ns
Posição x Concentração	4	0,62x10 <sup>-1</sup>	0,16x10 <sup>-1</sup>	1,44 ns
Tempo x Concentração	8	0,23	0,29x10 <sup>-1</sup>	2,69**
Posição x Tempo x Concentração	16	0,14	0,90x10 <sup>-2</sup>	0,78 ns
Resíduo	135	1,47	0,11x10 <sup>-1</sup>	

\*\* Significativo a 1% de probabilidade.

ns Não-significativo a 5% de probabilidade.

Tabela 2 A – Análise de variância para os resultados de perda de massa (%) da madeira submetida ao ataque do térmita *Nasutitermes corniger*, no ensaio de alimentação forçada. Dados transformados em arcsen (raiz perda de massa/100)

Fonte de Variação	Grau de Liberdade	Soma de Quadrados	Quadrados Médios	F
Posição	2	0,15	$0,73 \times 10^{-1}$	31,24**
Tempo	4	0,14	$0,35 \times 10^{-1}$	15,00**
Concentração	2	$0,42 \times 10^{-2}$	$0,21 \times 10^{-2}$	0,89 ns
Posição x Tempo	8	$0,12 \times 10^{-1}$	$0,16 \times 10^{-2}$	0,66 ns
Posição x Concentração	4	$0,24 \times 10^{-2}$	$0,60 \times 10^{-3}$	0,26 ns
Tempo x Concentração	8	0,15	$0,19 \times 10^{-1}$	8,01**
Posição x Tempo x Concentração	16	0,36	$0,23 \times 10^{-2}$	0,97 ns
Resíduo	135	0,32	$0,23 \times 10^{-2}$	

\*\* Significativo a 1% de probabilidade.

ns Não-significativo a 5% de probabilidade.

Tabela 3 A – Análise de variância para os resultados de perda de massa (%) da madeira submetida ao ataque do térmita *Nasutitermes corniger*, no ensaio de preferência alimentar. Dados transformados em arcsen (raiz perda de massa/100)

Fonte de Variação	Grau de Liberdade	Soma de Quadrados	Quadrados Médios	F
Posição	2	0,73	0,37	18,93**
Tempo	4	1,05	0,26	13,55**
Concentração	2	0,13	$0,65 \times 10^{-1}$	3,38*
Posição x Tempo	8	0,19	$0,24 \times 10^{-1}$	1,22 ns
Posição x Concentração	4	$0,74 \times 10^{-1}$	$0,19 \times 10^{-1}$	0,96 ns
Tempo x Concentração	8	0,19	$0,24 \times 10^{-1}$	1,35 ns
Posição x Tempo x Concentração	16	0,27	$0,17 \times 10^{-1}$	0,88 ns
Resíduo	135	2,61	$0,19 \times 10^{-1}$	

\*\* Significativo a 1% de probabilidade.

\* Significativo a 5% de probabilidade.

ns Não-significativo a 5% de probabilidade.